



LENKE TİP 1 A ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ RADİOGRAFİK
GÖRÜNTÜLEMEDE SAGİTTAL PLAN ANALİZİ: MAKET MODEL
ÇALIŞMASI

KOCAELİ SAğLIK VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EğİTİM ENSTİTÜSÜ

AYÇAALBAY

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

2023/2024



LENKE TİP 1 A ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ RADİOGRAFİK
GÖRÜNTÜLEMEDE SAGİTTAL PLAN ANALİZİ: MAKET MODEL
ÇALIŞMASI

KOCAELİ SAĞLIK VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

AYÇAALBAY

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

2023/2024

TEZ ONAYI

Bu tez Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yurdanur DİKMEN
Enstitü Müdürü

Bu tezin **Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında Yüksek Lisans** derecesinin tüm gerekliliklerini karşıladığını onaylıyorum.

Dr. Öğr. Üyesi Gönül ERTUNÇ GÜLÇELİK
Bölüm Başkanı

AYÇA ALBAY tarafından teslim edilen LENKE TİP 1 A ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ RADİOGRAFİK GÖRÜNTÜLEMEDE SAGİTTAL PLAN ANALİZİ: MAKET MODEL ÇALIŞMASI başlıklı bu tezin kapsam ve kalite bakımından Yüksek Lisans derecesi için yeterli olduğunu değerlendirmektedir.

Prof. Dr. Halil ATMACA
Danışman

Tez Jürisi Üyeleri:

Dr. Öğr. Üyesi Gönül ERTUNÇ GÜLÇELİK, Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Prof. Dr. Halil ATMACA, Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Prof. Dr. Rabia TERZİ, Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Dr. Öğr. Üyesi Gamze KILIÇ, Nişantaşı Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Tarih:8/7/2024

ORJİNALLİK

İşbu belge ile tezimde yer alan tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, kurallar gereği bu çalışmada özgün olmayan tüm materyal ve sonuçlar için ilgili kaynakların verildiğini beyan ederim.

Ayça ALBAY

İmza

ÖZET

LENKE TİP 1 A ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ RADİOGRAFİK GÖRÜNTÜLEMEDE SAGİTTAL PLAN ANALİZİ: MAKET MODEL ÇALIŞMASI

ALBAY Ayça

Yüksek Lisans, Kocaeli Sağlık Ve Teknoloji Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi Ve
Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı

Prof. Dr. Halil ATMACA

Haziran 2024, 75 sayfa

Bu çalışma Lenke tip 1 A adolesan idiopatik skolyozlu bireylerde sagittal plan analizleri sırasında kullanılan sagittal grafiplerdeki ölçümler sırasında, omurga rotasyonundan dolayı anatomik belirleyicilerin yansması neticesinde gerçek sagittal ölçüm yapılamadığı düşünülmüş ve gövde rotasyonu ile gerçek sagittal grafinin ölçümü planlanarak rotasyonlar ile torakal kifozunun nasıl değiştiğini göstermek ve literatüre öneri sunmak amacıyla yapıldı.

Ölçümlerin gerçekleştirilmesi için 3 boyutlu yazıcıdan baskı alınarak oluşturulan omurga maketi kullanıldı. Omurga maketinde Model 1 nötral omurgayı temsil ederken, Model 2, 3, 4, 5' e skolyotik omurga eğriliği ve apikal vertebra rotasyonu verildi. Ölçümlerin gerçekleşmesi için masa üzerine yerleştirilen omurga maketi ve makete sabitlenen telefon ile karşısında 2 tripota ayrı şekilde takılan telefonlar karanlık odaya yerleştirildi. Maketin ve tripotların yerden yükseklikleri ve birbirleri arasındaki mesafeler cm cinsinden ölçülüp sabitlendi. Makete sabitlenen telefondan dijital pusula (Smart Compass, 6.5, Mobile Solution Tech) uygulaması açıldı. 1. tripottaki telefondan ışık tutulup, 2. tripottaki telefondan resimler çekildi. Her modelin resmi antero-posterior ve lateral plandan fotoğraflandı. Makete sabitlenen ve eş zamanlı hareket eden telefondan pusula açılıp, lateral plandaki maket saat yönünde 5, 10, 15 ve saat yönünün tersinde 5, 10, 15 derece döndürülerek elde edilen açılar duvara yansıyan görüntüleri fotoğraflandı. Duvara yansıyan görüntülerde apikal vertebra torakal 8. omur (T8) olarak

belirlendi. Her model için 9 fotoğraf elde edildi. Fotoğraflanan modellerin Cobb açıları Surgimap (©2019, Nemaris, Sürüm 2.3.2.1) programıyla ölçüldü. Apikal vertebranın rotasyonları skolyometre ile maket modelin sabitliği ve pozisyonuna dikkat edilerek aynı standartta ölçülüp fotoğraflanmasına özen gösterildi. Lateral planda torakal kifoz 5. sırt omuru ve 12. sırt omuru arasındaki açı (T5-T12) olarak ölçüldü. Kifozun maket rotasyonu ile nasıl bir değişim gösterdiği kayıt altına alınan ölçümlerle rapor edildi. İstatistiksel anlamda daha belirleyici sonuçlar sunmak istediğimiz çalışmamızda verilerin yetersiz kalmasından dolayı tablo ve grafiklerle destekleyip detaylı raporlar sunuldu.

Bu çalışmanın raporlarına göre tüm modellerin rotasyonlara göre kifoz açısı ölçüm grafikleri incelendiğinde özellikle cobb açısı arttıkça (Model 3,4, 5) gövde rotasyonları ile elde edilen kifoz açı değişkenliklerinde farklarının arttığı net görüldü. Modellerin saat yönünde (apikal vertebra yönünde) döndürülmesiyle kifoz açılarındaki artışı, sagittal grafilerde hipokifoz olarak tanımlanan skolyozlu bireyde gerçek sagittal grafinin temellerinin oturtulması gerektiğini, vücut rotasyonu söz konusu olduğunda gerçek sagittal grafiden uzaklaşıldığını ve bu nedenle adölesan idiopatik skolyoz hastaları için radyografilerle güvenilir ölçüm yapılması sagittal parametrelerin düzeltilmesine daha fazla önem verilmesi gerektiğini gösterdi.

Anahtar Kelimeler (en az 3): Skolyoz, sagittal plan, frontal plan, rotasyon, kifoz

SUMMARY

LENKE TYPE 1 A ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS SAGITTAL PLANE ANALYSIS IN RADIOGRAPHY IMAGING: A MODEL MODEL STUDY

ALBAY Ayca

Master's Degree, Kocaeli Health and Technology University

Institute of Graduate Studies, Faculty of Health Sciences, Physical Therapy and
Rehabilitation Master's Program

Prof. Dr. Halil ATMACA

June 2024, 75 pages

This study was conducted in individuals with Lenke type 1 A adolescent idiopathic scoliosis in order to show how thoracic kyphosis changes with rotations and to present a suggestion to the literature by planning the measurement of the true sagittal radiographs due to spinal rotation during the measurements on the sagittal radiographs used during sagittal plane analysis.

A spine model created by printing from a 3D printer was used to carry out the measurements. In the spine model, Model 1 represented the neutral spine, while Models 2, 3, 4, 5 were given scoliotic spine curvature and apical vertebral rotation. In order for the measurements to be carried out, the spine model placed on the table and the phone fixed to the model and the phones attached separately to 2 tripods opposite were placed in the dark room. The height of the model and the tripotes from the ground and the distances between each other were measured and fixed in cm. The digital compass (Smart Compass, 6.5, Mobile Solution Tech) application was opened from the phone fixed to the model. Light was shined from the phone in the 1st tripod and pictures were taken from the phone in the 2nd tripod. The picture of each model was photographed from the antero-posterior and lateral plane. The compass was opened from the phone fixed to the model and moving simultaneously, and the model in the lateral plane was rotated 5, 10, 15 degrees clockwise and 5, 10, 15 degrees counterclockwise, and the images of the angles obtained on the wall were photographed. In the images reflected on

the wall, the apical vertebra was determined as the thoracic 8th vertebra (T8). 9 photos were obtained for each model. The Cobb angles of the photographed models were measured with the Surgimap (©2019, Nemaris, Version 2.3.2.1) program. Care was taken to measure and photograph the rotations of the apical vertebrae to the same standard with the scoliometer, paying attention to the stability and position of the model. Thoracic kyphosis in the lateral plane was measured as the angle between the 5th dorsal vertebra and the 12th dorsal vertebra (T5-T12). The change of kyphosis with model rotation was reported with recorded measurements. In our study, in which we wanted to present more statistically decisive results, detailed reports were presented by supporting them with tables and graphs due to the inadequacy of the data.

According to the reports of this study, when the kyphosis angle measurement graphs of all models according to rotations were examined, it was clearly seen that the differences in kyphosis angle variability obtained by stem rotations increased, especially as the Cobb angle increased (Models 3,4, 5). The increase in kyphosis angles by rotating the models clockwise (in the direction of the apical vertebrae), the fact that the basis of the true sagittal radiography should be established in the individual with scoliosis, which is defined as hypokyphosis in sagittal radiographs, that the true sagittal radius was moved away from when it came to body rotation, and therefore reliable measurement with radiographs for adolescent idiopathic scoliosis patients showed that more importance should be given to the correction of sagittal parameters.

Keywords (at least 3): Scoliosis, sagittal plane, frontal plane, rotation, kyphosis

İTHAF

*Her zaman, her şartta yanımda olduklarını bildiğim aileme,
tüm hastalarım ve
egzersiz takiplerini yaptığım, skolyozla mücadele eden tüm ergen hastalarım ithaf
ediyorum..*

TEŞEKKÜR

Bilgisini, tecrübesini ve yardımını esirgemedi yol gösteren, danışmanlığını üstlenerek tezimin tüm süreçlerinde sorunlarıma çözüm bularak yanımda olan değerli hocam Prof. Dr. Halil ATMACA'ya, teşekkür ederim,

Yaşamımın her döneminde, her koşulda beni destekleyen, azim ve cesaretimi korumamda her daim destek veren aileme,

Maketin hazır hale gelme sürecinde fikir ve yönlendirmede bulunup büyük çaba sarf ederek, en kullanışlı ve en verimli hale getiren babama,

Her anımda yanımda olan, desteğini, tecrübesini paylaşan, her zaman yol göstericim ablam Uzm. Dyt. Çağla ALBAY YILDIZ'a,

Teknik destek ve yardımda bulunarak aksamalarımı engellemeyi sağlayan yöneticim Raşit ÖĞÜTÇÜOĞLU ve iş arkadaşım Aslı KİRAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	v
İTHAF.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
SEMBOL/KISALTMA LİSTESİ.....	xvi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Columna Vertebralis Anatomisi.....	4
2.1.1. Vertebrae Cervicales (C1-CVII Boyun Omurları)	5
2.1.2. Vertebrae Thoracicae (T1-TXII Göğüs Omurları)	6
2.1.3. Vertebrae Lumbales (L1-LV) Bel Omurları.....	7
2.1.4. Vertebrae Sacrales (Os Sacrum)	7
2.1.5. Vertebrae Coccygeae (I-IV -Os Coccygis)	8
2.2. Columna Vertebralis Deformitesi.....	9
2.2.1. Skolyoz (Scoliosis)	9
2.2.2. Temel Kavramlar.....	9
2.2.3. Temel Ölçümler.....	11
2.3. Skolyozun Etyolojik Sınıflaması.....	12
2.3.1. Yapısal (Strüktürel) Skolyoz.....	13

2.3.2. Yapısal Olmayan (Non-Strüktürel) Skolyoz.....	15
2.4. İdiopatik Skolyoz.....	16
2.5. Adölesan İdiopatik Skolyoz.....	16
2.6. Adölesan İdiopatik Skolyoz Ve Progresyon.....	17
2.6.1. Tanner Evresi.....	17
2.6.2. Risser Evresi.....	17
2.7. Adölesan İdiopatik Skolyoz Sınıflaması.....	18
2.7.1. King-Moe Sınıflaması.....	18
2.7.2. Lenke Sınıflaması.....	19
2.8. Adölesan İdiopatik Skolyozda Klinik Değerlendirme.....	21
2.8.1. Anamnez.....	21
2.8.2. Fizik Muayene.....	22
2.8.3. Adam's Öne Eğilme Testi (Adams Forward Bend Test)	22
2.8.4. Omurga Eğrilik Derecesinin Cobb Yöntemi İle Ölçülmesi.....	23
2.9. Adölesan İdiopatik Skolyozda Radyolojik Değerlendirme.....	24
2.9.1. X-Ray Görüntüleme.....	24
2.9.2. Bilgisayarlı Tomografi.....	25
2.9.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	26
2.9.4. Moiré Topografi.....	26
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Omurga Maketi Ve Kullanılan Tripotların Çalışmaya Dahil Edilirken Temel Alınan Kriterleri.....	27
3.2. Model 1: Nötral Omurga.....	29
3.3. Model 2.....	31
3.4. Model 3.....	32

3.5. Model 4.....	33
3.6. Model 5.....	34
3.7. Maket modellerin T8 apikal vertebra rotasyon dereceleri.....	35
4.BULGULAR.....	36
4.1. Maket Modellerin Koronal Ve Sagittal Plan Ölçümleri.....	36
5.TARTIŞMA.....	39
5.1. Limitasyonlar.....	42
6.SONUÇ.....	43
KAYNAKÇA.....	44



TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Skolyozun etyolojik sınıflandırması, yapısal skolyoz.....	14
Tablo 2: Skolyozun etyolojik sınıflaması, yapısal olmayan skolyoz.....	15
Tablo 3: Skolyozun tuttuğu dokuya, eğri tipine, eğri şiddetine, açı derecesine ve apeks vertebraya göre sınıflaması.....	15
Tablo 4: King-Moe klasifikasyonu.....	19
Tablo 5: Lenke sınıflama sistemi eğriliklerin isimlendirilmesi.....	19
Tablo 6: Lenke sınıflandırması lomber omurga değişkeni ve sagittal omurga değişkeni.....	20
Tablo 7: Lenke sınıflama sistemi eğrilik tipleri.....	21
Tablo 8: Modellerin koronal cobb açısı ve T8 rotasyon dereceleri.....	36
Tablo 9: Modellerin T5-T12 kifoz açılarının nötral ve saat yönünde 5, 10, 15 – saat yönünün tersinde 5, 10, 15 derece rotasyon dereceleri.....	36
Tablo 10: Modellere göre kifoz açıları değişimi.....	37
Tablo 11: Pozisyona bağlı kifoz açıları değişimi.....	37
Tablo 12: Modellerin rotasyona göre kifoz açısı ölçümleri.....	38

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Columna vertebralis'in anteriordan, posteriordan ve lateralden görünümü.....	4
Şekil 2: Tipik vertebranın superior ve anteriordan görünümü.....	5
Şekil 3: Atlas (C1) superioridan görünümü.....	6
Şekil 4: Axis (C2) posterosuperiordan görünümü.....	6
Şekil 5: Tipik bir servikal vertebranın superioridan görünümü.....	6
Şekil 6: Torakal 6. Vertebranın sol lateralden görünümü.....	7
Şekil 7: Lumbal 4. Vertebranın superioridan görünümü.....	7
Şekil 8: A. Os sacrum facies pelvica görünümü B. Os sacrum median kesitinin görünümü.....	8
Şekil 9: Os coccygis anterosuperiordan görünümü.....	8
Şekil 10: Ayakta lateral grafi.....	9
Şekil 11: Cobb açısı ölçüm örnekleri.....	9
Şekil 12: Apikal vertebra.....	10
Şekil 13: Üst ve alt end vertebralar, nötral vertebra, stabil vertebra.....	10
Şekil 14: C7 plumb line/ çekül hattı ve santral sakral dikey çizgi.....	11
Şekil 15: Servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz ölçümleri.....	11
Şekil 16: Sagittal vertikal aks ölçümü.....	12
Şekil 17: Risser dereceleri.....	18
Şekil 18: King sınıflamasında omurganın önden görünümü.....	18
Şekil 19: Adam's öne eğilme testi.....	22
Şekil 20: Cobb yöntemi.....	23
Şekil 21: Cobb açısının ölçümü.....	23

Şekil 22: 3D yazıcısından baskı alınarak elde edilen omurga maketi.....	27
Şekil 23: Omurga maketi ve tripotların pozisyonu.....	27
Şekil 24: Omurga maketinin duvardan uzaklığı.....	28
Şekil 25: Omurga maketi-tripot 1 arasındaki mesafe ve tripot 1'in yerden yüksekliği.....	28
Şekil 26: Omurga maketi-tripot 2 arasındaki mesafe, tripot 2'nin yerden yüksekliği.....	29
Şekil 27: A: Model 1 Nötral Omurga AP Görünüm, B: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm.....	29
Şekil 27.1: C: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece.....	30
Şekil 27.2: F: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 5 derece, G: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 10 derece, H: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 15 derece.....	30
Şekil 28: A: Model 2 Omurga AP Görünüm, B: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm...	
Şekil 28.1: C: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece.....	31
Şekil 28.2: F: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 5 derece, G: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 10 derece, H: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 15 derece.....	31
Şekil 29: A: Model 3 Omurga AP Görünüm, B: Model 3 Omurga Sagittal Görünü...	32
Şekil 29.1: C: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece.....	32

Şekil 29.2: F: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 5 derece, G: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 10 derece, H: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece.....	32
Şekil 30: A: Model 4 Omurga AP Görünüm, B: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm.....	33
Şekil 30.1: C: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece.....	33
Şekil 30.2: F: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 5 derece, G: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 10 derece, H: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 15 derece.....	33
Şekil 31: A: Model 5 Omurga AP Görünüm, B: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm.....	34
Şekil 31.1: C: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece.....	34
Şekil 31.2: F: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 5 derece, G: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 10 derece, H: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 15 derece.....	34
Şekil 32: 1)Model 1: 3 derece rotasyon, 2)Model 2: 10 derece rotasyon, 3)Model 3: 15 derece rotasyon, 4)Model 4: 20 derece rotasyon, 5)Model 5: 25 derece rotasyon.....	35

SEMBOL LİSTESİ

AIS: Adölesan İdiopatik Skolyoz

CM: Santimetre

BT: Bilgisayarlı Tomografi

SSVL: Santral Sakral Vertikal Line

CW: Saat Yönünde

CWW: Saat Yönünün Tersinde

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Doğru duruşu elde etmeyi sağlayan insan anatomisindeki temel yapılar, columna vertebralis, bunu destekleyen kaslar, ligamentler ve intervertebral disklerdir. Bu anatomik öğeler, columna vertebralis'in stabilizasyonunu sağlamak amacıyla bir araya gelerek vücudu destekler, korur ve doğru duruşu sürdürebilme yeteneğini sağlarlar [1].

Columna vertebralis, vücudun ortasında konumlanan kemik sütundur. İç kısmında yer alan boşluk, medulla spinalis, spinal sinir kökleri ve bu yapıları saran zarlar için etkin bir koruma sağlar. Toplamda 33 vertebradan oluşan columna vertebralis, 7 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral (os sacrum'u oluşturmak üzere kaynaşmış) ve 4 veya 5 koksigeal (son üç tanesi kaynaşmış) vertebradan oluşur. Columna vertebralis'in segmental yapısı, esnek bir yapıdadır [2]. Torakal bölgede ortaya çıkan, konveksliği arkaya yönelen eğriliğin normal sınırları aşacak şekilde artması durumu klinikte kifoz olarak adlandırılırken; lumbal bölgede ise konveksliği öne yönelen eğriliğin normal sınırları aşarak artış göstermesi durumu lordoz olarak tanımlanır [3, 4].

Skolyoz, columna vertebralis'in frontal planda vertebraların merkez vertikal hattından laterale doğru deviasyon göstermesiyle tanımlanan ve radyolojik olarak Cobb ölçüm yöntemiyle tespit edilen 10° ' yi aşan lateral eğriliği ifade eder. 10 dereceden daha az deviasyona uğrayan eğrilikler ise spinal asimetri olarak değerlendirilir. Skolyoz deformitesi frontal plana ek, sagittal ve aksiyel düzlemleri de içine alarak üç boyutlu rotasyonel deformite olarak incelenmektedir [5,6].

Genellikle 10-18 yaş aralığındaki kişilerde yaygın olarak görülmekte ve ileri aşamalarda önemli postüral deformitelere yol açabilen üç boyutlu bir omurga deformitesi halini almaktadır [7].

Spinal deformiteler geçmişten günümüze insan sağlığını etkileyen önemli patolojiler arasında yer almış ve bunun üzerine omurga deformitelerinin tedavisi üzerine araştırmalar gerçekleştirilmiştir [8]. Spinal deformitelere neden olan çeşitli faktörler tanımlanmıştır. Kalıtsal, doğuştan gelen, nöromusküler, dejeneratif ve metabolik hastalıklar, bu deformitelerin temel nedenlerini oluştururken, geniş bir skalada yer alan adolesan idiyopatik skolyozun (AIS) ise nedeni tam olarak bilinmemektedir [9].

1895 yılında Roentgen, X ışınlarını keşfederek spinal deformitelerin teşhisini, izlenmesini ve tedavisini kolaylaştıran kişidir. Ortopedik cerrah olan John Cobb ise özellikle skolyoz eğriliğinin ölçülmesi yöntemleriyle tanınır. Hastaların omurga eğriliğinin zaman içinde değişip değişmediğini ve nasıl değiştiğini görmek için ameliyat öncesi izleme sürecini savunmuştur. Cobb'un radyolojik açı ölçme yöntemi olarak bilinen Cobb yöntemi, 3D görüntüleme teknolojisindeki ilerlemelere rağmen hala önemini koruyarak yaygın olarak kullanılmaktadır [10, 11].

Tedavi sürecinde belirli periyotlarda hekim kontrolünden geçen hastalar bu kontrollerde omurga eğriliğinin zaman içerisinde değişimini görmek için skolyoz radiografisi çekilmektedirler. Tanı koymada referans standart olarak kullanılan skolyoz radiografisi, sınıflama yaparken ve tedavi planını oluşturmada oldukça önemlidir. Omurga ve pelvisin sagittal olarak dengesiz olup olmadığını, frontal plandaki değişimleri ve sıklıkla ilişkili diğer deformiteleri kontrol etmek için de sagittal profile genel bir bakış sağlamak gereklidir [12].

Buna rağmen radyolojik görüntüleme kullanılırken çekim standartlarının net sınırları olmaması, en sık karşılaşılan ve yanıltıcı sonuçlara zemin hazırlanacağı bilinen noktalara dikkat çekmektedir. Literatürde, röntgen görüntüleri esnasında ayakta duruşta, yükseltilmiş kol pozisyonlarının sagittal ölçümleri değiştirdiğini söylesede çoğu çalışma ilgili tüm parametreleri raporlamamış ve hangi pozisyonun duruşu en iyi temsil ettiğini ise belirsiz olarak ifade etmiştir [13].

Bu nedenle adolesan idiopatik skolyoz hastaları için radyografilerle güvenilir ölçüm yapılması sagittal parametrelerin düzeltilmesine daha fazla önem verilmesini göstermektedir. "Gerçek lateral" görünümle karşılaştırıldığında standart lateral projeksiyondan ölçülen torasik sagittal hizalamadaki farklılıkları tanımlamak için torasik skolyozlu hastaların 3 boyutlu (3D) analizini gerçekleştiren bir çalışmada torasik skolyozun 3 boyutlu analizi, 5 torasik apikal omurda tutarlı bir kifo kaybı olduğunu göstermiş ve gerçek apikal sagittal profilin, standart lateral radyografilerden algılanan hizalama ile karşılaştırıldığında ortalama 10 derece fazla tahmin edildiği bulunmuştur [14].

Çalışmamızda Lenke tip 1 A adolesan idiopatik skolyozlu bireylerde sagittal plan analizleri sırasında kullanılan sagittal grafilerde ölçümler sırasında omurga

rotasyonundan dolayı anatomik belirleyicilerin yansması neticesinde gerçek sagittal ölçüm yapılamadığı düşünülmüş ve hastanın vücut rotasyonu ile gerçek bir sagittal grafinin ölçümü planlanarak rotasyonlar ile T5-T12 kifozunun nasıl değiştiği, birbirleriyle korele olup olmadıkları ve elde edilen ölçümler değerlendirilerek gerçek sagittal grafinin sınırları belirlenmesi hedeflenmiş ve literatüre yeni bilgiler sunabilmek amaçlanmıştır.

Literatürde adolesan idiopatik skolyozlu bireylerde sagittal plan analizleri sırasında kullanılan sagittal grafilerde, gerçek sagittal ölçüm yapılamadığı ve gövde rotasyonu ile T5-T12 kifozunda nasıl bir değişim olduğuna yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Hipotezimiz, Lenke tip 1 A adolesan idiopatik skolyozlu bireylerde sagittal grafilerde gerçek sagittal grafinin ölçümü planlandığında T5-T12 kifozunun vücut rotasyonu ile beraber doğrudan değişim gösterdiği şeklinde dir.

Çalışmamızda, lkemizde bu alanda yeterli çalışma bulunmamasından dolayı, literatüre yeni ve güncel bilgiler dahil etmek için 3 boyutlu yazıcıdan baskı alınarak oluşturulan 5 omurga maket modeli ile notral ve skolyotik omurga açıları oluşturulup antero-posterior ve lateral plandan saat yönünde ve saat yönünün tersine dndrlerek elde edilen aıların duvara yansıyan görüntüleri fotoğraflanacak ve Cobb açıları ölçülecektir. Apikal vertebra T8 olarak belirlenip rotasyonları ölçülecektir. Skolyoz derecesi artışında saat yönünde (apikal vertebra yönünde) ve saat yönünün tersi yönünde vücut rotasyonu ile kifoz açılarındaki mevcut değişim istatistiksel olarak rapor edilecektir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Columna Vertebralis Anatomisi

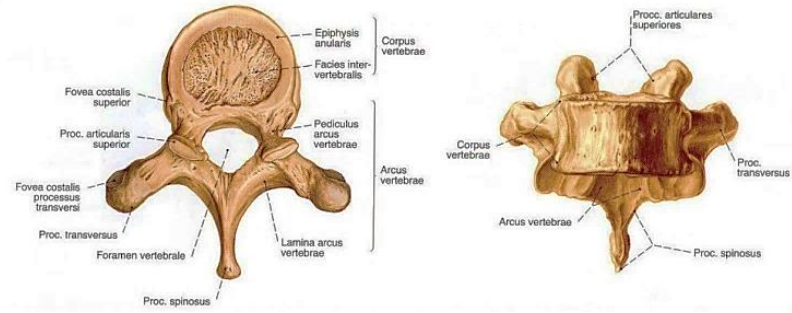
Columna vertebralis, iskelet sistemi anatomisinde önemli bir bölümü temsil eden insan vücudunun temel yapısıdır [15]. Gövdenin arka ve orta kısmında, baş ve gövdenin ağırlığını pelvise aktaran, birinci servikal vertebradan koksiksin alt ucuna kadar uzanan, aynı zamanda vertebralar arasında yer alan canalis vertebralis sayesinde, medulla spinalis'i güvence altına alarak çepeçevre saran ve zarar görmesini engelleyen uzunlamasına kemik sütundan oluşan esnek bir yapıdır [16, 17, 18, 19].



Şekil 1: Columna vertebralis'in anterior, posterior ve lateral görünümü [20]

Bu yapı 33 adet omurun birbiri üzerinde dizilmesiyle meydana gelir. Yaklaşık erkeklerde 70 cm, kadınlarda ise 60 cm uzunluğunda olan columna vertebralis, yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ü, vertebralar arasında bulunan 23 adet fibrokartilajinöz yapıdaki discus intervertebralisler tarafından oluşur [21, 22]. Columna vertebralis 5 segmentten oluşur ve bu segmentler bulunduğu bölgeye göre isim alırlar. Buna göre 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 4 koksigeal vertebra vardır. İlk 24 omur birbirine hareketli eklem bölgeleri sayesinde bağlandığından dolayı gerçek vertebra, hareketli vertebra veya presakral vertebra olarak isimlendirilirler. Presakral vertebralar arasında üçüncü servikal vertebra en küçük, beşinci lumbal vertebra ise en büyük korpusa sahip olmaktadır [23]. Sakrum ve koksiksi oluşturan 9 omurun eklem bölgeleri kendi

aralarında kaynaştıklarından yalancı vertebra ya da sabit vertebra ismini alır. Omurgaya, sagital planda bakıldığında 4 adet fizyolojik eğriliğe sahip olduğu görülmektedir. Fizyolojik değerler normal erişkinde; servikal bölgedeki lordoz 30°-50°, torakal bölgedeki kifoz 20°-50°, lomber bölgedeki lordoz 40°-80° ve sakral bölgedeki kifoz 40°-60° şeklindedir [24]. Vertebraların boyutları sacruma doğru inildikçe büyümekte ve coccgisin tepesine doğru yaklaştıkça belirgin halde küçülmektedir. Bu yapısal değişiklikler, vertebraların taşıdıkları vücut ağırlığının aşağıya doğru indikçe artmasına bağlı olmaktadır. Omurlar maksimum büyüklüğe sacrumun hemen üzerinde ulaşarak burada vücut ağırlığı sakroiliak eklemler vasıtasıyla pelvis kemerine aktarılmaktadır [4]. Genel ifadeyle, Atlas (C1) ve Aksis (C2) haricindeki tüm omurlar, yerleşim yerlerine göre değişiklikler göstermekle beraber, her hareketli omur cismi kranialden kaudale doğru gidildikçe büyümekte ve tüm vertebralarda ortak anatomik yapılar bulunmaktadır. Tipik bir vertebra 6 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar korpus vertebrae, spinöz çıkıntı, lamina arkus vertebrae, foramen vertebrale, transvers çıkıntı, processus articularis superior ve inferiorudur [25].

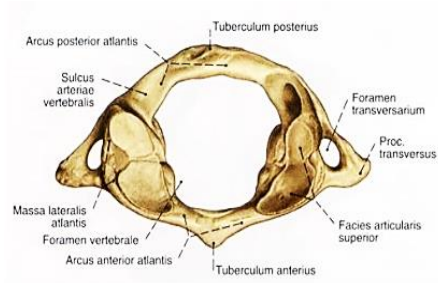


Şekil 2: Tipik vertebra'nın superior ve anteriordan görünümü [20].

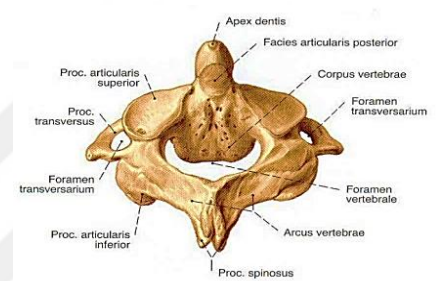
2.1.1. Vertebrae Cervicales (C1-CVII Boyun Omurları)

Omurganın en hareketli kısmını oluşturan servikal vertebralardan 7 adet bulunmaktadır. Spinöz çıkıntıda çatallanma olması ve vertebral arterlerin geçtiği foramenleri içermesi tipik özellikleridir. Birinci, ikinci ve yedinci vertebralar özellikliken, servikal vertebraların dördü (C3-6) tipik bir görünüme sahiptir. C1 (Atlas) yuvarlak ve içi boş şeklinde, spinöz çıkıntısı ve gövdesi olmayan omurdur. C1, süperior eklem yüzü, oksipital kondil ile eklem yapar. C2 (Axis) gövdesinin ortasında

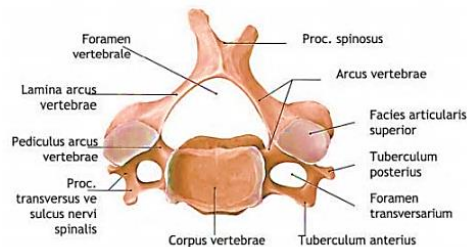
işe atlas ile eklem yapan dens bulunur. Vücutta palpa edildiğinde en belirgin olan vertebra C7 (Vertebra prominens) vertebranın spinöz çıkıntısıdır [24, 25, 26].



Şekil 3: Atlas (C1) superiordan görünümü [20].



Şekil 4: Axis (C2) postero-superiordan görünümü [20].



Şekil 5: Tipik bir servikal vertebranın superiordan görünümü [27].

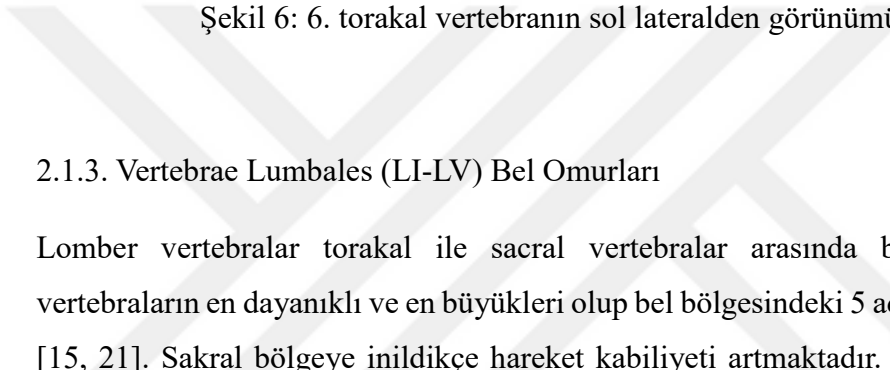
2.1.2. Vertebrae Thoracicae (TI-TXII Göğüs Omurları)

Torakal vertebralar 12 adet bulunur ve kostalar tarafından desteklenir. Korpusların yan taraflarında, üst ve alt kısımlarının arkasına yakın bir şekilde yer alan iki eklem yüzeyi (fovea kostalis sup. ve inf.) kaput kostalis ile birleşerek eklem yapar [28]. Torakal vertebraların corpus kısımları, servikal vertebralardan daha büyük, lumbal vertebralardan daha küçüktür. Bunun nedeni kaudale doğru inildikçe taşıyacağı yük miktarının artmasındandır [21]. Travmaya bağlı omurga ve omurilik hasarının sıklıkla

Şekil 6: 6. torakal vertebranının sol lateralden görünümü

2.1.3. Vertebrae Lumbales (LI-LV) Bel Omurları

Lomber vertebrae torakal ile sacral vertebrae arasında bulunan omurganın en dayanıklı ve en büyükleri olup bel bölgesindeki 5 adet vertebra olarak sınıflandırılır [15, 21]. Sakral bölgeye inildikçe hareket kabiliyeti artmaktadır.



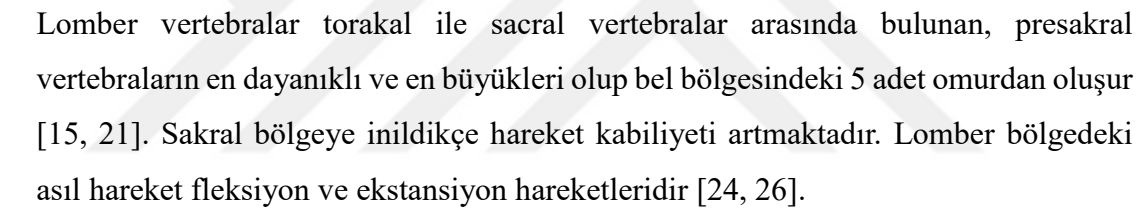
Şekil 6: 6. torakal vertebranının sol lateralden görünümü

2.1.3. Vertebrae Lumbales (LI-LV) Bel Omurları

Lomber vertebrae torakal ile sacral vertebrae arasında bulunan omurganın en dayanıklı ve en büyükleri olup bel bölgesindeki 5 adet vertebra olarak sınıflandırılır [15, 21]. Sakral bölgeye inildikçe hareket kabiliyeti artmaktadır.

2.1.3. Vertebrae Lumbales (LI-LV) Bel Omurları

Lomber vertebralar torakal ile sacral vertebralar arasında bulunan, presakral vertebraların en dayanıklı ve en büyükleri olup bel bölgesindeki 5 adet omurdan oluşur [15, 21]. Sakral bölgeye inildikçe hareket kabiliyeti artmaktadır. Lomber bölgedeki asıl hareket fleksiyon ve ekstansiyon hareketleridir [24, 26].

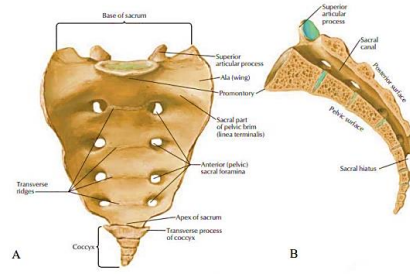


Şekil 7: 4. lumbal vertebranın superiordan görünümü [30].

2.1.4. Vertebrae Sacrales (Os Sacrum)

Pelvis ile omurga arasında yük aktarımı yapan, 5 omurun füzyonu sonucu oluşmuş, üçgen şekilli kifotik yapıya sakrum denir. İlk 4 sakral omur sakroiliak eklemin yapısına katılırken, S5 omuru sakroiliak eklemin yapısına katılmaz. Sakrum üst tarafta lomber vertebra ile alt tarafta ise koksiks ile eklem yapar. Yeni doğanlarda sakral bölgede

bulunan beş adet sakral vertebra, yetişkinlik döneminde birleşerek tek kemik olan sacrumu oluşturur. Yan kısımlardaki pars lateralisler ilium ile eklem yaparken yukarıda son lumbal vertebra ile aşağıda ise os coccygis ile eklem yapar [31]. Os sacrumun bir tepesi (apex ossis sacri), bir tabanı (basis ossis sacri), iki yan bölümü (pars lateralis) ve iki yüzü (facies pelvica ve facies dorsalis) vardır [15].



Şekil 8: A. Os sacrum facies pelvica görünümü B. Os sacrum median kesitinin görünümü [29].

2.1.5. Vertebrae Coccygeae (I-IV -Os Coccygis)

Yetişkin bireyde, son dört tam gelişmemiş omurun birleşimiyle oluşan ufak, kama şeklindeki kemiğidir. Koksigeal vertebralar arasında en büyük olan birinci vertebranın üst yüzü, kemiğin bazisini oluşturur ve bu yüz, apex ossis sacri ile eklem yapar. Bazisin dorsolateralinde bulunan iki çıkıntıya "cornu coccygeum" adı verilir. Bu çıkıntıların inferolateralinde, tam gelişmemiş şekilde proc. transversuslar gözlemlenir. Coccyx, columna vertebralis'i destekleme açısından bir katkı sağlamaz. Ancak, belirli yapıların başlangıcını oluşturur. Bu yapılar arasında musculus (m.) gluteus maximus'un bir kısmı, ligamentum (lig.) anococcygeus, m. coccygeuslar ve lig. sacrotuberales bulunmaktadır [15].



Şekil 9: Os coccygis antero-superior görünümü [32].

2.2. Columna Vertebralis Deformitesi

2.2.1. Skolyoz (Scoliosis)

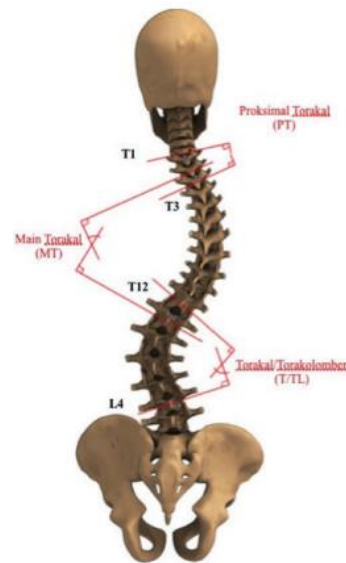
Columna vertebralisin sağlıklı durumunda, vertebralar frontal ve transvers düzlemlerde nötral pozisyonda sıralanır. C1'den L5'e kadar olan tüm omurların aynı yönde olduğu bir radyografide ön-arka düzlemde benzer hizalama gözlemlenir [33]. Vertebraların frontal düzlemde aynı hizada olması gerekirken, herhangi bir sebeple bozulması ve ayakta sabit pozisyonda çekilen direkt grafiklerde 10° ve üzerinde lateral eğriliklerin görülmesine skolyoz denir. Transvers düzlemde rotasyonel bozukluğun ve sagittal düzlemin kifoz ve lordoz olan anatomik eğriliklerin, çoğunlukla düzleşme yönünde bozulmasına sebep olmaktadır [33, 34].

Skolyoz, columna vertebralisin lateral eğriliği olarak tanımlanmasına rağmen, bu deformite yalnızca frontal düzlemle sınırlı kalmaz; aynı zamanda sagittal ve aksiyel düzlemleri de içine alan karmaşık bir üç boyutlu deformiteye dönüşür. Skolyoz durumunda, omurgada frontal düzlemde meydana gelen yan eğriliklere ek olarak, aksiyel düzlemde rotasyon ve sagittal düzlemde intervertebral ekstansiyon gibi değişiklikler de gözlenir [35, 36, 37].

2.2.2. Temel Kavramlar

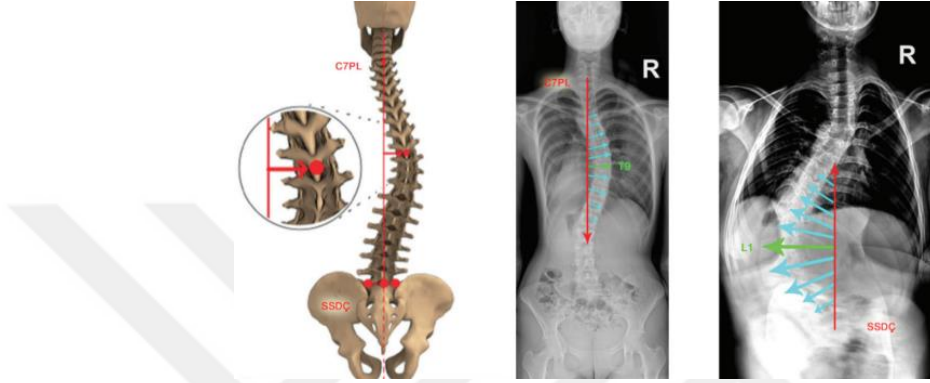


Şekil 10: Ayakta lateral grafi



Şekil 11: Cobb açısı ölçüm örnekleri

Apikal Vertebra: C7 plumb line (C7PL) ve santral sakral dikey çizginin (SSDÇ) kesiştiği olgularda çizgiden en uzak vertebrayı yani eğriliğin apeksindeki vertebrayı ifade eder. Koronal dengesizlik varlığında apikal vertebra torakal eğriliklerde C7PL'den, torakolomber veya lomber eğriliklerde ise SSDÇ'den baz alınarak isimlendirilir. (Şekil 12). [38].

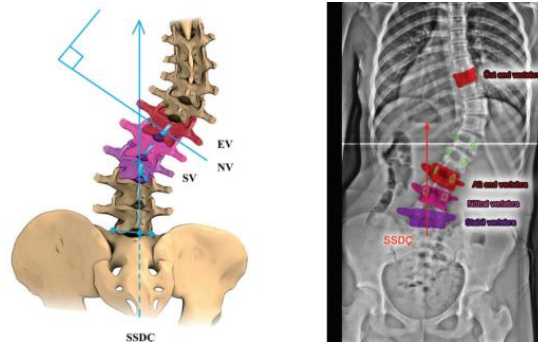


Şekil 12: Apikal vertebra

End Vertebra: Bir eğriliğin sefal ve kaudal uçlarındaki en eğimli vertebralardır (Şekil 13).

Nötral Vertebra: Pedikülleri vertebral cismin radyografik görüntüsü içinde simetrik olarak yer alan ana eğrinin tepe noktasının altında yer alan en kranialdeki vertebradır (Şekil 13).

Stabil Vertebra: SSDÇ tarafından en yakın bölünen ana eğriliğin hemen altındaki end vertebradır (Şekil 13) [38].

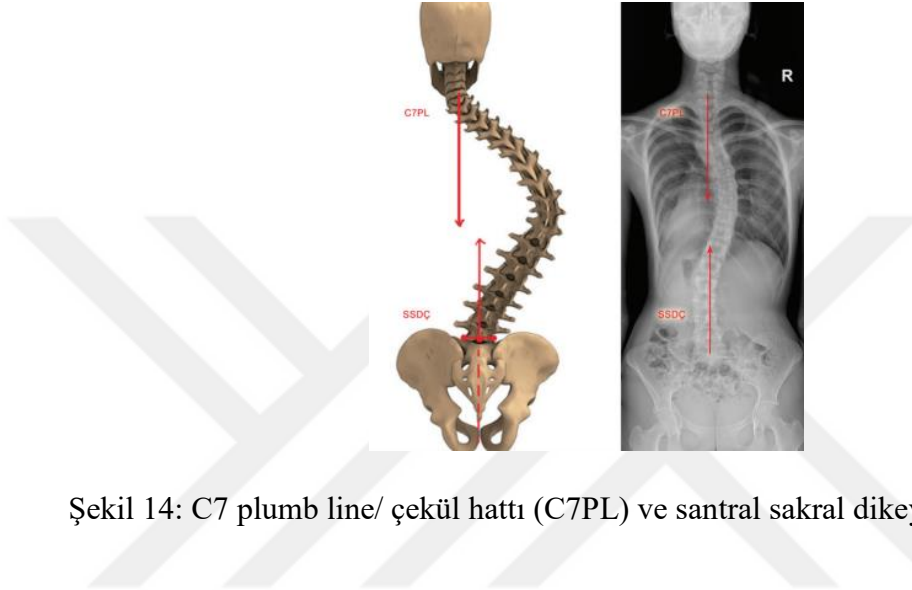


Şekil 13: Üst ve alt end vertebralalar, nötral vertebra, stabil vertebra

2.2.3. Temel Ölçümler:

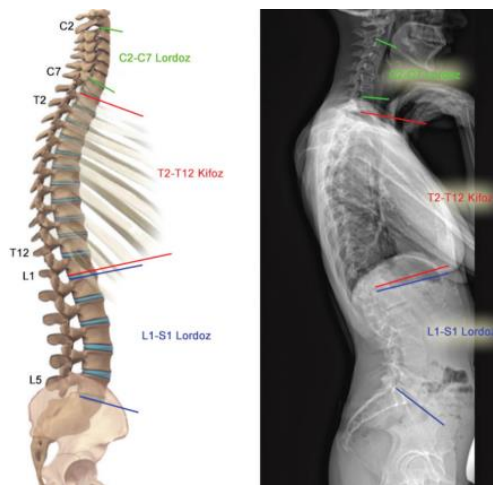
C7 Plumb Line (C7PL): C7 korpus orta noktasından yere dik çizilen düşey çizgidir.

Santral Sakral Dikey Çizgi (SSDÇ): S1 korpus orta noktasından yere dik çizilen dikey çizgidir (Şekil 14).



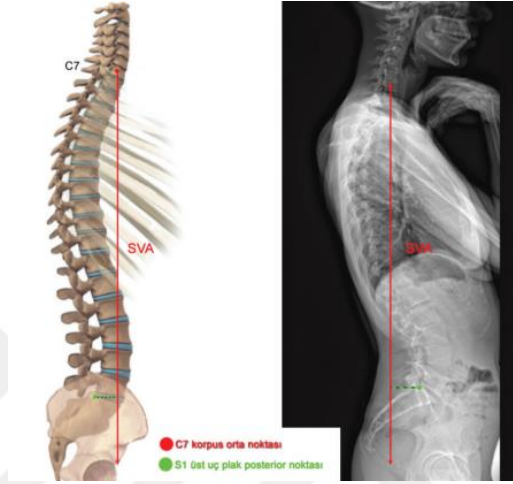
Şekil 14: C7 plumb line/ çekül hattı (C7PL) ve santral sakral dikey çizgi (SSDÇ)

Servikal Lordoz / Torakal Kifoz / Lomber Lordoz: Servikal lordoz C2 alt uç plak ile C7 alt uç plak arasındaki Cobb açısı değeridir. Torakal kifoz T2 üst uç plak ile T12 alt uç plak arasındaki Cobb açısı değeridir. Lomber lordoz L1 üst uç plak ile S1 üst uç plak arasındaki Cobb açısı değeridir (Şekil 15).



Şekil 15: Servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz ölçümleri

Sagittal Vertikal Aks (SVA): Sagittal planda C7 vertebra korpus orta noktasından yere dik çizilen düşey çizginin S1 vertebra korpus üst uç plağının posterior noktasına olan en kısa uzaklık olarak tanımlanabilir. Düşey çizgi bu noktanın anteriorunda olması durumunda artı (+), posteriorunda kalması durumunda eksi (-) değerle ifade edilir (Şekil 16) [38].



Şekil 16: Sagittal vertikal aks ölçümü

2.3. Skolyozun Etiyolojik Sınıflaması

Skolyoz eğrisinde, orta hattın en uzakta bulunan vertebraya apikal vertebra adı verilir. Apikal vertebranın konumuna bağlı olarak skolyoz türleri belirlenir.

C1-C6 arasında bulunan apikal vertebra ile karakterize edilen eğriliklere servikal skolyoz,

C7-T1 arasındaki apikal vertebra ile oluşan eğriliklere servikotorasik skolyoz,

T2-T11 arasında yer alan apikal vertebra ile tanımlanan eğriliklere torakal skolyoz,

T12-L1 arasındaki apikal vertebra ile meydana gelen eğriliklere torakolumbal skolyoz,

L2-L4 arasındaki apikal vertebra ile ortaya çıkan eğriliklere lumbal skolyoz,

L5 ve altındaki seviyelerdeki apikal vertebra ile karakterize edilen eğriliklere ise lumbosakral skolyoz adı verilir [39, 40, 41].

Günümüzde hâlâ geçerli olan, 1973 yılında Skolyoz Araştırma Cemiyeti-Scoliosis Research Society (SRS) tarafından etiyoloji temel alınarak yapılan sınıflamada skolyoz, yapısal (strüktürel) ve fonksiyonel skolyoz olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır [42].

2.3.1. Yapısal (Strüktürel) Skolyoz

Columna vertebralis'in lateral eğriliği ile ilişkilendirilen yapısal skolyozda, vertebralarda rotasyon gözlemlenir. Vertebralardaki rotasyonun etkisiyle, vertebra korpusları konveks alana doğru kayar, processus spinosus'lar ise konkav alana doğru yer değiştirir. Vertebradaki rotasyon, kostalarla eklem yapan yapıların düzeninde değişikliklere yol açar. Bu pozisyonel değişiklikler, kostaların konveks tarafında posterior yönde yüksekliğe neden olur; bu yüksekliğe gibozite adı verilir [39, 43, 44].

Nöromusküler hastalıklar, konjenital sorunlar, tümörler veya travma gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkabilen yapısal skolyoz, çoğu zaman nedeni belirlenemeyen idiyopatik skolyozlu hastalardan oluşur ki bu da yapısal skolyozlu hastaların çoğunluğunu (%80) temsil etmektedir [45, 46].

Tablo 1: Skolyozun etyolojik sınıflandırması, yapısal skolyoz [42].

YAPISAL SKOLYOZ		
1. İdiopatik skolyoz A) İnfantil (3 yaş altı) B) Juvenil (3-10 yaşlar arası) C) Adölesan (10 yaştan iskelet gelişimi tamamlanıncaya kadar) D) Erişkin 2. Konjenital Skolyoz A) Formasyon yetersizliği 1. Kama (wedge) vertebra 2. Hemivertebra B) Segmentasyon Yetersizliği 1. Tek taraflı (unsegmented bar) 2. Çift taraflı (sinostoz-blok vertebra) C) Karışık tip (segmentasyon + formasyon yetersizliği) 3. Nörofibromatozis 4. Bağ dokusu hastalıkları A) Marfan sendromu B) Ehlers-Danlos sendromu 5. Romatoid Hastalıklar 6. Kemik Enfeksiyonu 7. Travmatik A) Kırık B) Cerrahi C) Radyasyona Bağlı	8. Nöromusküler skolyoz A) Nöropatik 1. Üst motor nöron tipi (a) Serebral palsi (b) Spinoserebellar dejenerasyon o Friedreich hastalığı o Charcot Marie Tooth hastalığı o Roussy Levy hastalığı (c) Siringomiyeli (d) Spinal kord tümörü (e) Spinal kord travması (f) Diğer 2. Alt motor nöron tipi (a) Poliomyelit (b) Diğer viral miyelitler (c) Travmatik (d) Spinal musküler atrofi o Werdnig Hoffman hastalığı o Kugelberg Welanders hastalığı (e) Miyelomeningosel (paralitik) 3. Disotonomi (Riley Day sendromu) B) Myopatik 1. Artrogripozis	2. Musküler Distrofi (a) Duchenne (b) Limb-girdle (c) Facioscapulohumeral 3. Fiber tip farklılık 4. Konjenital hipotoni 5. Miyotonia distrofika 6. Diğer 9. Osteo-kondro-distrofi A) Diastrofik cücelik B) Mukopolisakkaridozis C) Spondiloepifiziel displazi D) Multiple epifiziel displazi E) Akondroplazi 10. Metabolik skolyoz A) Raşitizm B) Osteogenezis imperfekta C) Homosistinüri 11. Tümöral skolyoz A) Vertebral kolon tümörleri 1. Osteoid osteoma 2. Histiositozis-X B) Spinal kord tümörleri 12. Lumbosakral eklemlerle ilgili patolojiler A) Spondilolizis ve spondilolistezis B) Lumbosakral bölgedeki konjenital anomaliler

2.3.2. Yapısal Olmayan (Non-Strüktürel) Skolyoz

Fonksiyonel skolyoz durumunda, columna vertebralis sadece lateral fleksiyonla sınırlıdır; bu tip skolyozda vertebralarda rotasyon ve yapısal değişiklikler gözlemlenmez. Bu nedenle, sırtüstü veya yüzükoyun gibi belirli pozisyonlarda omurgadaki eğrilik düzelme eğilimindedir [37, 39]. Fonksiyonel skolyoz, yanlış postüral alışkanlıklar, tek taraflı çanta taşıma gibi tekrarlı asimetrik yüklenmeler, alt ekstremiteler uzunluk farkları, inflamatuvar hastalıklar ve psikolojik rahatsızlıklar gibi etkenlere bağlı olarak ortaya çıkabilir [5, 47].

Tablo 2: Skolyozun etyolojik sınıflaması, yapısal olmayan skolyoz [42].

FONKSİYONEL SKOLYOZ
1. Postüral
2. Histerik
3. Sinir kökü irritasyonuna bağlı
4. Alt ekstremiteler arası uzunluk farkına bağlı
5. İntraabdominal ve pelvik inflamasyonlara bağlı
6. Kalça eklemi etrafındaki kontraktürlere bağlı

Skolyoz; etiyoloji, anatomik bölge, eğrilik şiddeti ve yaşa göre sınıflandırılabilirken, deformite çoğunlukla tuttuğu dokuya, eğrinin büyüklüğüne, yönüne, sebebine göre de sınıflandırılmıştır [48].

Tablo 3: Skolyozun tuttuğu dokuya, eğri tipine, eğri şiddetine, açı derecesine ve apeks vertebraya göre sınıflaması [42].

1) Tuttuğu Dokuya Göre Skolyoz: Osteopatik Skolyoz, Myopatik Skolyoz, Nöropatik Skolyoz
2) Eğri Tipine Göre Skolyoz: C Skolyoz, S Skolyoz
3) Eğrinin Şiddetine Göre Skolyoz: İnklinatuar Skolyoz, Kollabe Skolyoz
4) Skolyoz Açısının Derecesine Göre
5) Apeks Vertebraya Göre Skolyoz

2.4. İdiopatik Skolyoz

Omurganın lateral deviasyonunda en sık karşılaşılan tür, idiyopatik skolyozdur. Bu tür omurga ve göğüs kafesinin üç boyutlu kompleks deformitesidir ve çok faktörlü bir kökeni vardır [49, 50]. İdiyopatik skolyozun kökeni kesin olarak bilinmemekle birlikte, literatürde bir çok etkenle ilişkilendirilmiştir. Bu etkenler arasında genetik faktörler, nörolojik etkiler, hormonal değişiklikler ve metabolik fonksiyon bozuklukları bulunmaktadır [51, 52]. Bunların yanı sıra, melatonin etkisi, konnektif dokuların etkisi, iskelet kasındaki anormallikler, trombosit anormallikleri ve büyüme gelişmenin rolü idiyopatik skolyozun olası sorumlu faktörleri olarak gösterilmektedir [53, 54].

İdiyopatik skolyoz teşhis edildiği yaşa göre 3 gruba ayrılmaktadır.

İnfantil idiyopatik skolyoz 0-3 yaş aralığında (<%1),

Juvenil idiyopatik skolyoz 3-10 yaş aralığında (%12-21),

Adolesan idiyopatik skolyoz ise 10 yaşından sonra (%80-88) ortaya çıkmaktadır [34, 35, 55, 56].

2.5. Adölesan İdiopatik Skolyoz

Adolesan idiyopatik skolyoz 10 yaş ile columna vertebralis'in gelişmesi tamamlanana kadar olan dönemde başlayan ve toplumun yaklaşık % 2.5' inde görülen skolyoz türü olmaktadır. Genellikle torakal bölgede ve konveksliği sağa bakan eğrilikler görülmektedir [57, 58]. 10°'nin altındaki eğriliğe sahip bireylerde, kızlarla erkekler arasında görülme oranı eşittir; ancak 30°'nin üzerindeki eğriliklerde bu oran, kızlarda 10 kat daha yüksektir. Kızlarda skolyozun progresyonu daha belirgindir ve bu durumda tedavi ihtiyacı daha fazla olmaktadır [53]. Eğrilik, omurganın gelişimini tamamlamadan adölesan dönemde fark edildiğinde düzeltilme şansı artar ve böylece ilerleyen dönemlerde daha katı bir eğrilik oluşma riski azalır. Rijit bir eğrinin düzeltilmesi ise son derece zorlu bir süreçtir [37]. AIS, omurganın normal pozisyonunu değiştiren çeşitli sayıda vertebranın sağa veya sola doğru kaymasını ve kendi ekseninde dönmesini içeren torsiyonel deformitesi olarak tanımlanmıştır [59]. Bununla beraber torakal bölgede çoğunlukla düz sırt eşlik eder ancak lateral radyografide omurga geometrisi oldukça değişkendir [60]. Tedavi uygulanmadığı

takdirde, ciddi gövde deformitelerine neden olan skolyoz, toraks kapasitesini, fonksiyonel biyomekaniği, egzersiz kapasitesini, genel kondisyonu ve günlük yaşam aktivitelerini sınırlayarak yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürebilir [61, 62].

2.6. Adölesan İdiyopatik Skolyoz Ve Progresyon

Skolyozlu birey tanı aldıktan sonra, altta yatan bir sebebin olup olmadığı ve skolyoz derecesinin ilerleyip ilerlemeyeceği konusu en temel kaygıları arasında bulunmaktadır. İlerlemenin olmasını belirleyen üç ana belirleyici; hastanın cinsiyeti, tanının konduğu sırada eğrinin büyüklüğü ve büyüme potansiyelidir. Erkeklerden 10 kat daha fazla ilerleme riski taşıyan grup kız çocuklarıdır [63]. Eğrinin ilerleme olasılığı, büyüme potansiyeli ve eğrinin artışıyla doğru orantılı artar. Tanner evrelemesi ve risser derecesi, bireyin büyüme hızının değerlendirilmesinde kullanılan belirleyici göstergelerdir [53].

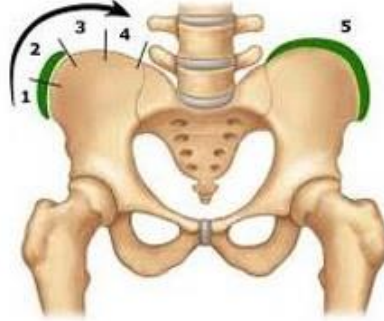
2.6.1. Tanner Evresi

Tanner evrelemesi 1-5 arasında skorlamaya sahiptir ve çocukların, adolesanların, erişkinlerin fiziksel gelişimlerini belirlemede kullanılan bir skaladır. Primer ve sekonder cinsiyet özellikleri olan göğüs gelişimi, genital organlar ve tüylenmenin fiziksel olarak değerlendirilmesi temeline dayanır. Tüm bireyler ergenlik sürecine bağlı olarak farklı şekillerde ve kişiler arasında farklılıklar olarak Tanner evrelerini tamamlarlar. İskelet maturasyonu ile doğru orantılı olan Tanner evrelemesi, skolyoz eğriliğinin progresyonuyla ilgili dolaylı şekilde bilgi sağlar [64, 65]. Skolyozun maksimum ilerleme dönemini ifade eder ve 2, 3 pubertal büyümenin başlangıcının hemen ardından meydana gelir [66].

2.6.2. Risser Evresi

Epifizlerin ve apofizlerin gelişimiyle birlikte vücudun büyümesini ve büyümenin tamamlanmasını en iyi yansıtan risser evresi, kemik büyüme merkezlerinin durumunu gösterir. Özellikle kadınlarda iskelet yaşı, kronolojik yaş ve menarştan sonra geçen süre gibi parametrelerle birlikte değerlendirildiğinde, eğriliklerin ilerleme riski hakkında en doğru öngörülerin yapılabildiği bir yöntemdir. Risser, iliak apofizin ossifikasyon ve füzyon adımlarını altı aşamaya bölmüştür. Risser evreleri 0-5 arasında

numaralandırılmıştır ve bu numaraların artmasıyla birlikte iskelet olgunluğuna ulaşma süreci gösterilir.



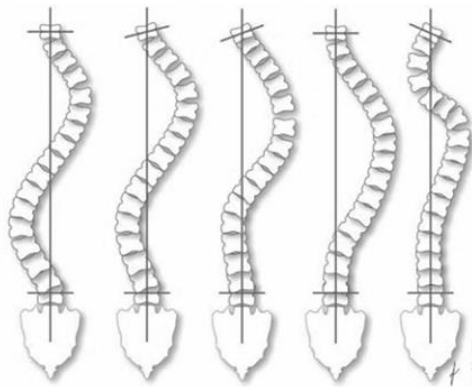
Şekil 17: Risser dereceleri [39].

Evre 0, kemikleşme merkezinin röntgende görülmediği bir durumu tanımlarken, Evre 5 ise iliak apofizin tam kemikleşmesini ve füzyonunu temsil eder [67].

2.7. Adölesan İdiyopatik Skolyoz Sınıflaması

2.7.1.King-Moe Sınıflaması

King-Moe, idiyopatik skolyoz için ilk sınıflama olup bu sınıflama sisteminde eğriliğin konumuna göre skolyoz 5 alt gruba ayrılır.



Şekil 18: King sınıflamasında omurganın önden görünümü

Tablo 4: King-Moe klasifikasyonu

TİP	PRİMER EĞİM	SEKONDER EĞİM	LATERAL EĞİM
1	Lomber merkez sakral vertikal çizgiyi geçer.	Torakal merkez sakral vertikal çizgiyi geçer.	Lomber eğim>Torakal eğim
2	Torakal merkez sakral vertikal çizgiyi geçer.	Lomber merkez sakral vertikal çizgiyi geçer.	Torakal eğim>Lomber eğim
3	Torakal	Lomber merkez sakral vertikal çizgiyi geçmez.	-
4	Major torakal	L5'in sakrum üzerinde ortalandığı yer	-
5	Çift torakal eğrilik, T1 üst torasik eğriye doğru eğimlidir.	-	-

2.7.2. Lenke Sınıflaması

Bu sistemde eğrilik tipi, lomber omurga değişkeni ve sagittal torakal değişken hesaplanır. Ayakta anteroposterior-lateral skolyoz ve yatarak eğilme grafiğinde hesaplamalar yapılır.

Tablo 5: Lenke sınıflama sistemi eğriliklerin isimlendirilmesi

Proksimal Torakal	Eğilme Cobb $\geq 25^\circ$ T2-T5 Kifoz $\geq 20^\circ$
Torakal	Eğilme Cobb $\geq 25^\circ$ T10-L2 Kifoz $\geq 20^\circ$
Torakolomber / Lomber	Eğilme Cobb $\geq 25^\circ$ T10-L2 Kifoz $\geq 20^\circ$

Ayrıca 6 tip eğriye (I-VI) ek olarak, Lenke sınıflandırması lomber omurga değişkeni ve sagittal omurga değişkeni de tanımlarlar.

Tablo 6: Lenke sınıflandırması lomber omurga değişkeni ve sagittal omurga değişkeni

Lomber Omurga Değişkeni		Torasik Omurga Değişkeni	
Tip A	CSVL, apikal lomber omurlarının pedikülleri arasından geçer.	T5-T12 Sagittal Cobb Açısı	
Tip B	CSVL, apikal lomber omurlarının pediküllerine dokunur.	Hipo (-)	< 10°
Tip C	CSVL, apikal lomber omurlarının pediküllerine dokunmaz.	Normo (N)	10-40°
		Hiper (+)	> 40°

Lenke Tip I eğrisi, ana torasik (MT) bölgede büyük bir eğriye sahiptir. Proksimal torasik (PT) ve lumbotorasik (LT) bölgelerdeki eğrilikler küçüktür ve yapısal değildir.

Lenke Tip II eğrisi, çift torasik bir eğriye sahiptir. PT ve MT bölgelerdeki eğrilikler yapısaldır, ancak LT bölgedeki eğriler yapısal değildir.

Lenke Tip III eğrisi, MT bölgede büyük bir eğriye ve LT bölgede yapısal bir eğriye sahiptir. Lenke Tip IV'te üçlü eğriler tanımlanmıştır.

Lenke Tip V'de ana eğri TL bileşektedir. PT ve MT bölgelerdeki eğrilikler yapısal değildir.

Lenke Tip VI, MT ve torakolomber/lomber (TL /L) bölgelerde yapısal bir eğriye sahiptir. TL /L'deki eğri, MT'deki eğriden daha büyüktür [68].

Tablo 7: Lenke sınıflama sistemi eğrilik tipleri

Eğrilik Tipi	PT	MT	TL/L	Tanım
1	NS	S (Major)	NS	Ana Torasik (MT)
2	S	S (Major)	NS	Çift Torasik (DT)
3	NS	S (Major)	S	Çift Major (DM)
4	S	S (Major)	S	Üçlü Major (TM)
5	NS	NS	S (Major)	Torakolomber/lomber (TL/L)
6	NS	S	S (Major)	Torakolomber/lomber-MT(TL/L-MT)

Cerrahlar eğriliği tedavi ederken, Lenke Sınıflandırmasının temel kurallarını %15 oranında ihlal etme eğilimindedir. Lenke sınıflandırması, en düşük ve en yüksek füzyon sınırlarını açıkça göstermez. Füzyona yapısal eğrilerin ne ölçüde dahil edilmesi gerektiği de belirtilmemiştir. Bu sınıflandırma omuz asimetrisini, hasta olgunluğunu veya vücut balansını önemsemez. Ancak, King Sınıflandırması ile karşılaştırıldığında, Lenke Sınıflandırması, cerrahın eğriyi tanımlarken ortak bir dil kullanması açısından yararlıdır [68].

2.8. Adölesan İdiopatik Skolyozda Klinik Değerlendirme

Hastanın öyküsü, yaşı, cinsiyeti, doğum tarihi, aile öyküsü, fizyolojik olgunluğun değerlendirilmesi, kas iskelet sistemi muayenesi, nörolojik muayenesi, ağrısının olup olmadığı gibi bilgiler omurgada oluşan deformiteleri tespit etmek ve tanımlamak için önemlidir. Tespit ve tanı için tarama testlerine (radyografiler gibi) ihtiyaç duyulmaktadır [69, 70]. AIS'u olan hastalar, genellikle sırtta eğrilik, gövde asimetrisi, yüksek omuz, omurgada kamburluk, kalçalar arasındaki yükseklik farkı gibi spinal deformitenin yarattığı şikayetler ile hastaneye müracaat ederler. Bununla beraber başka şikayet ile çekilen akciğer filmleri veya intravenöz piyelografide de omurgadaki lateral sapma gözlemlenebilir [68, 71].

2.8.1. Anamnez

AİS'nin doğru tanısı ve değerlendirmesi büyük önem taşır. Skolyoz değerlendirmesi, çeşitli uzmanlık alanlarından gelen uzmanlar tarafından multidisipliner bir yaklaşımla

gerçekleştirilmelidir. Klinik değerlendirme süreci, detaylı bir hikaye alımı ile başlamalıdır. Hastanın demografik bilgileri, yaş, boy, kilo gibi faktörler, titizlikle not edilmelidir. Hikaye alımı sırasında, AİS'de nadiren görülen ancak belirgin bir sırt ağrısının varlığına özellikle dikkat edilmelidir [72]. Ailenin skolyoz eğriliğini ne zaman ve nasıl fark ettiği önemlidir. Ayrıca, aile öyküsü ve çocuğun gelişimsel hikayesi de detaylı bir şekilde öğrenilmelidir. Kız çocuklarında menarş tarihi kaydedilmelidir. Eğer bireyin alt ekstremitesinde veya yürüyüş şeklinde herhangi bir anormallik gözlemleniyorsa, bu durum da not edilmelidir [73].

2.8.2. Fizik Muayene

Adölesan idiyopatik skolyoz tanılı bireyin muayenesi sırasında, bireyin torakal bölgesi, her iki omuzu ve iliak kanadı tam olarak görülebilmelidir. İnspeksiyonda izlenen tipik bulgular tanı koymayı kolaylaştırır ve hastanın genel durumu hakkında bilgi verir. Ciltteki subkutan nodüller ve "cafe au lait" lekeleri değerlendirme sürecinde özellikle dikkate alınmalıdır. Kızlarda, skolyozun konkav tarafta oluşturduğu meme doku genellikle daha iri ve diğerine göre aşağıda olabilir, konveks taraftaki meme ise genellikle daha ufak ve diğerine göre yukarıda olabilir. Birey ayakta sabit beklerken, anterior, posterior ve lateral yönden postür analizi yaparak değerlendirme gerçekleştirilmelidir [74, 75].

2.8.3. Adam's Öne Eğilme Testi (Adams Forward Bend Test)

Deformitelerin görüldüğü columna vertebralis'te rotasyon derecesini ve eğrilğin derecesini tanımlamak adına birçok tanı koyma yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en fazla tercih edileni Cobb açısı ölçme ve Adam's öne eğilme testi (Adams Forward Bend test) dir [70].

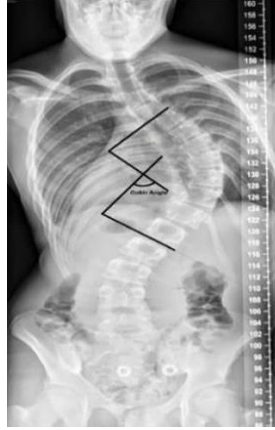


Şekil 19: Adam's Öne Eğilme Testi [70].

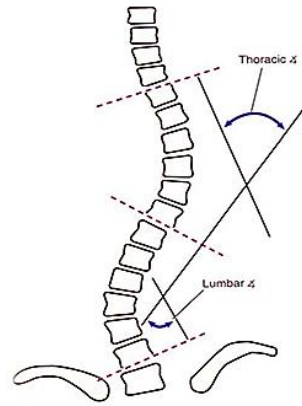
Gövde rotasyonunun derece olarak ifade edilmesinde kullanılan hızlı ve pratik testtir. Gövde rotasyonu, skolyometre kullanılarak değerlendirilir. Kişinin omurgasına dik tutulan skolyometre, torakal bölgenin proksimalinden başlayarak omurga hattı boyunca kaydırılır. Uygulama sırasında birey öne eğilir ve kollarını yere doğru sarkıtır. Skolyometrenin içindeki küre gövde rotasyonunun olduğu noktada bir yöne doğru hareket eder ve bir açı değeri gösterir. Torakal bölgedeki 3 dereceye kadar olan asimetri normal kabul edilir. Skolyoz olgularında bu değer 7 derecenin üstündedir. Ancak, skolyometre ile ölçülen bu açı, Cobb açısıyla tam olarak aynı değildir. Gövde rotasyonu olan bireylerin tamamında radyografik skolyoz bulunmayabilir, benzer şekilde radyografik skolyoza sahip olan bireylerin tamamında gövde rotasyonu görülmeyebilir [76].

2.8.4. Omurga Eğrilik Derecesinin Cobb Yöntemi İle Ölçülmesi

Günümüzde skolyozun patofizyolojisi gereği üç boyutlu değerlendirme ve tedavi yöntemleri ön plana çıksa da frontal düzlem grafisinde spinal eğrinin büyüklüğünü belirleyen Cobb yöntemi, tedaviye karar vermede ve tedavinin etkinliğini ölçmede hala önemli bir role sahiptir [58, 77].



Şekil 20: Cobb yöntemi [70].



Şekil 21: Cobb açısının ölçümü [34].

Cobb metodu, skolyoz deformitesinin ölçümü için altın standart olarak kabul edilen bir yöntemdir. Bu ölçüm, ayakta çekilen radyografik görüntülerde, anteroposterior (AP) veya posteroanterior (PA) düzlemlerde gerçekleştirilen koronal düzlemde Cobb açısı ile yapılır [78].

Cobb açısı ölçümünde genellikle 5 derecelik bir hata payı kabul edilir, bu nedenle 5 dereceden fazla değişiklikler deformitedeki ilerlemeyi veya gerilemeyi ifade edebilir. Güncel klinik uygulamalarda, Cobb açısı; tanı, epidemiyolojik analiz, deformite izlemi, müdahale ve karar verme amaçları için öncelikli olarak kullanılan yöntemdir. Araştırmalar, skolyozlu hastaların %15'inin 50'den fazla radyografik muayeneden geçtiğini ve bu hastaların %17'sinin tahmini kümülatif radyasyon dozunun fazla olduğunu göstermiştir. En fazla sapma gösteren omur, gövde merkezinden dikey olarak çizilen çizgiden itibaren apikal omur olarak adlandırılır. Bu durum genellikle skolyozlu hastalarda başlangıç eğriliğidir ve ikincil eğriliğin spinal dengeyi sağlamak amacıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir. Apeksin konumuna bağlı olarak, eğriliğin hangi bölgede olduğuna karar verilir. Üst uç omurun üzerine ve kenarına paralel olarak bir çizgi çizilir; aynı şekilde alt uç omurun alt kenarına paralel olarak ikinci bir çizgi çizilir. Bu çizgilere dik olan 90 derecelik doğrular çizilir. Bu doğruların kesişim noktasının oluşturduğu açıya "Cobb Açısı" denir [79]. Cobb açısı ölçümü, standart bir postero-anterior radyografi kullanılarak gerçekleştirilir ve eğrinin içerdiği en üst vertebranın üstünden paralel olarak çizilmiş bir çizgi ile aynı eğrinin en alt vertebrasının altından paralel olarak çizilmiş bir çizgi arasında yapılır [80].

2.9. Adölesan İdiopatik Skolyozda Radyolojik Değerlendirme

2.9.1. X-Ray Görüntüleme

Skolyoz, vertebral defektler, displastik pediküller ve vertebra korpus anomalileri gibi columna vertebraliste meydana gelen deformitelerin, olumlu ve doğru sonuç almak için hastanın tedavi ve takip süresince değerlendirilmesinde uygulanması gereken en temel yöntem radyolojik incelemedir [81]. Columna vertebralis'in sagittal dengesini değerlendiren önemli parametreler torakal kifoz ve lomber lordozdur. Kifoz ve lordozun radyolojik değerlendirilmesi, standart posteroanterior (PA) yöntem, toraks lateral muayenesi ve omurga muayenesi ile başlar. Spinopelvik parametreler ve sagittal dikey eksen, pelvik insidans, sakral slop ve pelvik tilt gibi pelvis morfolojisini ve konumunu tanımlayan parametrelerde omurganın lateral görüntüsüyle belirlenir. Postero-anterior (PA) ve yan radyografiler, 90x35 cm büyüklüğündeki film kasetleri ile iki metre mesafeden ayakta çekilir. Skolyozun tipi, gövdenin ve omurga dengesi, iskelet matüritesi ve alt ekstremitelerde var olan uzunluk farkı PA radyografilerde

görüntülenir. Torakal ve lumbal vertebralardaki sagittal plan deformitelerinden hipokifoz, spondilolizis ve spondilolistezis görüntülenmesi ise yan radyografilerle sağlanır [70, 80, 82, 83]. Normal radyografi durumunda, hasta ve ailesine skolyoz olmadığına dair güvence verebilir [84]. Radyografik inceleme, skolyoz teşhisi için referans standart olmaya devam etmektedir. Omurga ve pelvisin sagittal olarak dengesiz olup olmadığını, sıklıkla ilişkili Scheuermann hastalığı ve spondilolistezis gibi diğer deformiteleri kontrol etmek için sagittal profile genel bir bakış sağlamak gereklidir [85]. Birçoğu düşük maliyetli olan AIS tarama yöntemlerinin çoğu invaziv olmayan özelliklere sahiptir ve gerçek spinal eğriliğin yerine gövde rotasyonunu veya gövde asimetrisini ölçtükleri için muayene arasındaki hatalar nedeniyle, tarama sonuçlarının belirli bir spinal eğrilik derecesiyle güvenilir korelasyon gösteremediğinden, AIS'nin ciddiyetini değerlendirebilmek için doğrulayıcı bir radyografi gereklidir [86].

2.9.2. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi (BT) ışınları ile vücudun kesitsel (tomogram) görüntüsü oluşturularak gerçekleştirilen üç boyutlu (3D) radyolojik teşhis yöntemidir. 1972 yılında ilk defa İngiliz mühendis Sir Godfrey Hounsfield tarafından bulunmuş ve aynı yıl tıpta kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayar, görüntüleme üniteleri, gantry (tüp ve dedektör sistemi) ve bu boşluğun içerisine girip çıkabilen hasta masasından oluşmaktadır. Kesit kalınlığı seçildikten sonra masa bir miktar hareket ettirilerek hastanın incelenen vücut bölgesinden ardışık kesitler oluşturulur. Kesit kalınlığına eşit kalınlıkta belli bir düzeyde sınırlandırılmış X ışınları, yelpaze şeklinde bir demet haline getirilir. Demet haline gelen X ışını diğer uçtaki hassas dedektör zincirine ulaşmak için hasta vücudundan geçer. Vücudun farklı dokularında değişen oranlarda zayıflamaya uğrayan X ışınları miktarı bilgisayarlarla değerlendirilir. X ışınlarının taradığı alanın tüm noktalarının X-ışınını zayıflatma değeri hesaplanır. Hesaplanan değerin tespit edilmesinden sonra görüntüler dansite değerlerine göre elde edilir [87, 88].

Omurganın doğum kusurları, idiyopatik skolyozu teşhis etmek için rutin bir test olmayan bilgisayarlı tomografi kullanılarak açıkça tanımlanabilir. Kaynamama şüphesi olduğunda kemik kaynamasının (özellikle 3D rekonstrüksiyon) kontrolü için

yararlı bir yöntemdir. Ayrıca pedikül vida pozisyonu ve spinal rotasyon belirlenebilir [71].

2.9.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Son on yılda spinal MR görüntüleme, intraspinal patolojik durumların değerlendirilmesinde bilgisayarlı tomografi (BT) ve BT miyelografinin yerini büyük ölçüde almıştır. Sagittal ve aksiyal MR görüntüleri, genellikle tamamlayıcı olarak kabul edildiğinden ve omurganın sadece 1 düzlemde görüntülenmesi yanlış yorumlamaya neden olabileceğinden, omurganın servikal, torakal ve lomber segmentlerinden alınmalıdır. Ayrıca skolyozu olan hastalarda koronal görüntülerin eklenmesi de yararlı olabilir. İstiflenmiş eksenel görüntüler ve/veya disklerden açılı görüntüler elde edilebilir ve görüntüleme endikasyonu ağrı, dejeneratif değişiklik ve/veya radikülopati olduğunda genellikle yararlıdır. Spinal kanalın bazı bölümleri aksiyal olarak görüntülenemeyeceği için sadece disklerden açılı aksiyel görüntülerin kullanılması yetersiz olabilir. 3 ila 4 mm arası bölüm kalınlığı genellikle omurganın görüntülenmesi için idealdir. Servikal omurga boyunca eksenel gradyan-eko görüntüleri tipik olarak 2 mm kalınlığındadır [89].

2.9.4. Moiré Topografi

Moiré topografi, bir kişinin sırtına özel bir makine tarafından yansıtılan topografik bir görüntü kullanarak sağ ve sol taraflar arasındaki değişimi değerlendirmek için tasarlanmıştır [90]. Tarama yapılacak kişi özel bir cihazın içinde durur ve Moiré saçakları adı verilen kontur çizgileri kişinin sırtına yansıtılır; bu şekilde projeksiyonun bir fotoğrafı çekilir. Çekilen fotoğrafta asimetric kontur çizgilerinin sayısı değerlendirilir. İki veya daha fazla asimetric Moiré saçığı olan kişiler genellikle radyografi için yönlendirilir [91, 92].

BÖLÜM 3

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Lenke tip 1 A adolesan idiopatik skolyozlu bireylerde skolyozun gerçek sagittal plan ölçüm standartını belirlemeye yönelik gövde rotasyonu ile kifoz açısının anatomik ve klinik özelliklerindeki değişimi incelemek amacıyla omurga maketi kullanılarak gerçekleştirildi. Kullanılan omurga maketi, insan omurgasını doğru şekilde temsilini içermekte olup, polimer malzemeden üretilmiş ve gerçek omurga anatomisine uygun olarak 3D yazıcısı tarafından bastırılarak skolyozun farklı derecelerini temsil ederek 3 boyutlu hareketine izin verecek şekilde tasarlanmıştır.



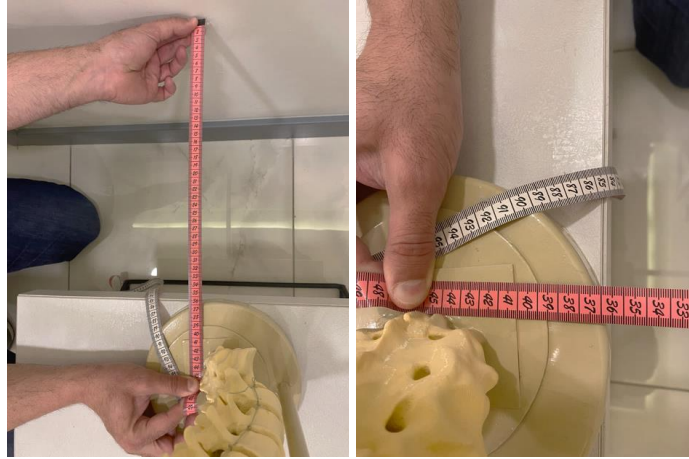
Şekil 22: 3D yazıcısından baskı alınarak elde edilen omurga maketi

3.1. Omurga Maketi Ve Kullanılan Tripotların Çalışmaya Dahil Edilirken Temel Alınan Kriterleri;



Şekil 23: Omurga maketi ve tripotların pozisyonu

Omurga maketi masa üzerinde ortalanarak konumlandırılmıştır. Maketle birlikte hareket edebilecek şekilde konumlanan telefona dijital pusula (Smart Compass, 6.5, Mobile Solution Tech) uygulaması yüklenmiştir. Sagittal plandan duvara yansıyan görüntüler uygulama sayesinde, saat yönünde 5, 10, 15 derece ve saat yönünün tersine 5, 10, 15 derece döndürülerek T5-T12 kifoza açılarının değişimi fotoğraflanmıştır. Apikal vertebra T8 olarak belirlenerek duvara yansıyan görüntüsünde işaretlemesi yapılmıştır. Duvara yansıyan görüntülerin fotoğrafları üzerinden Cobb açıları ölçülmüştür. Omurga eğriliği ölçümleri için Cobb açısı ölçen Surgimap uygulaması kullanılmıştır. Fotoğraf çekimi ve ışık yansımaları için 2 telefon, 2 tripota sabitlenerek kullanılmıştır. Maket ve tripotlar arasındaki mesafeler ve tripotların yerden yükseklikleri cm cinsinden ölçümlerle belirtilmiştir.



Şekil 24: Omurga maketinin duvardan uzaklığı



Şekil 25: Omurga maketi-tripot 1 arasındaki mesafe ve tripot 1'in yerden yüksekliği

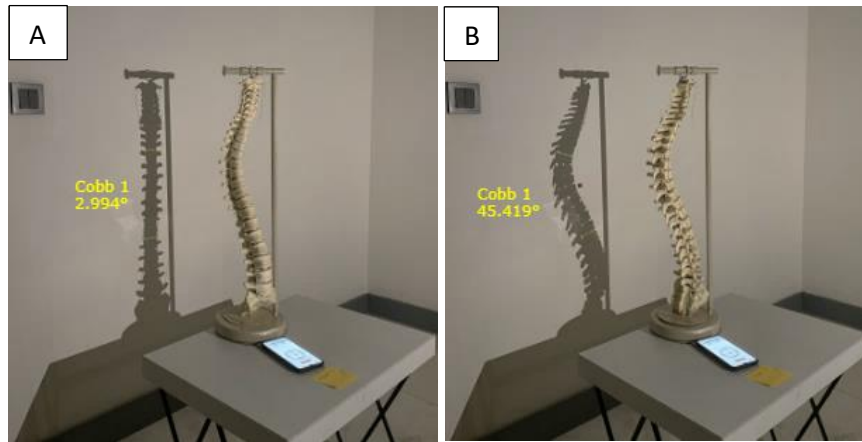


Şekil 26: Omurga maketi-tripot 2 arasındaki mesafe, tripot 2'nin yerden yüksekliği

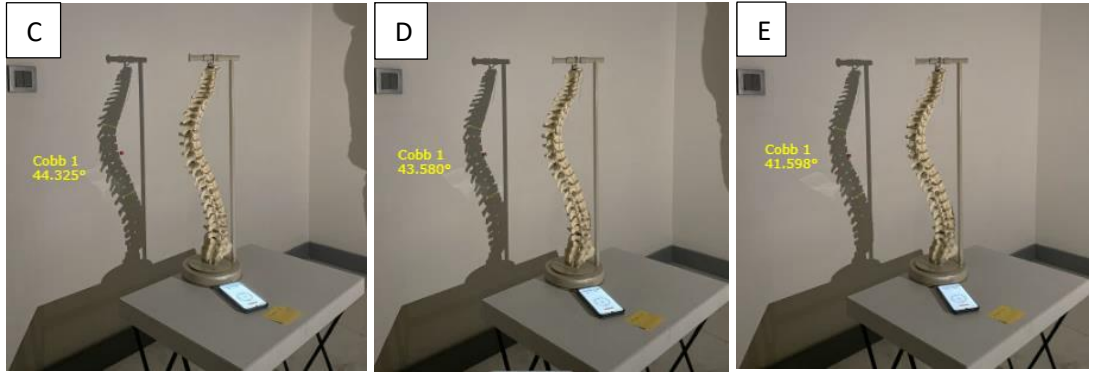
Omurga maketinde nötral omurga ve skolyotik omurga sınıflaması 5 model oluşturularak sunulmuştur. Model 1 nötral omurgayı, model 2, 3, 4, 5 ise skolyoz derecelerinde ve apikal vertebra rotasyon derecelerinde artış göstererek sıralanan omurga modellerini ifade etmektedir. Normal ve skolyotik omurga açıları antero-posterior ve lateral plandan fotoğraflanılmıştır.

3.2. Model 1: Nötral Omurga

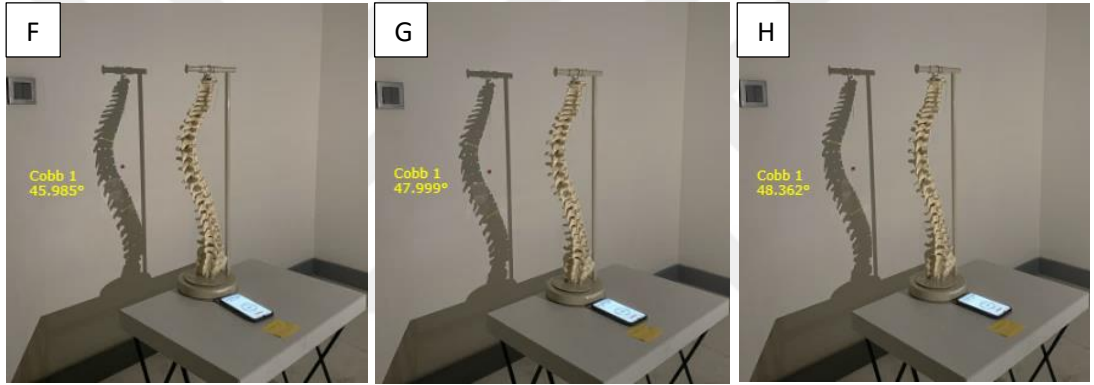
Model 1 Nötral omurga, lomber ve torakal bölgenin sağlıklı omurga derecesinde ölçülmüş ve fotoğraflanmıştır.



Şekil 27: A: Model 1 Nötral Omurga AP Görünüm, B: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm,

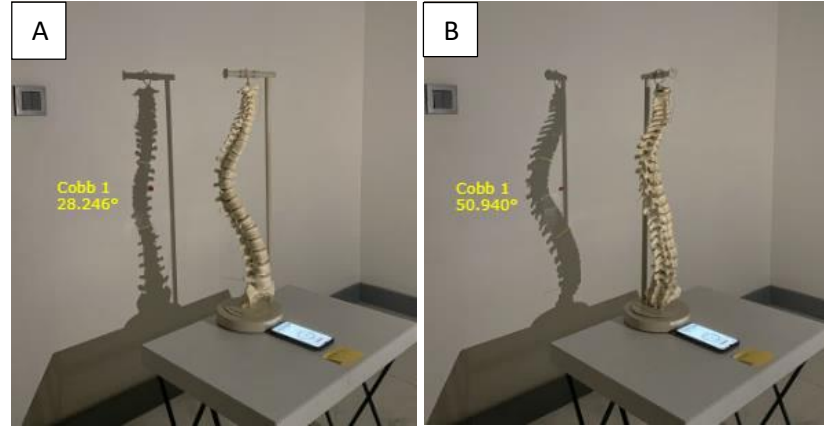


Şekil 27.1: C: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece

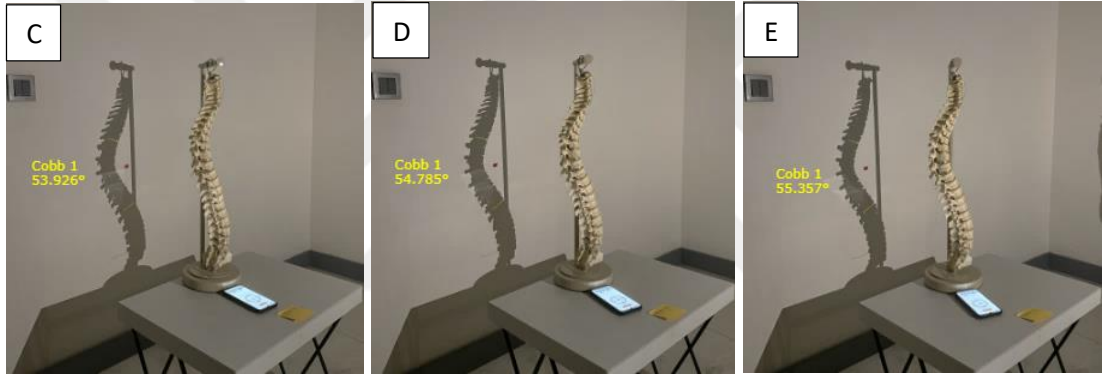


Şekil 27.2: F: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 5 derece, G: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 10 derece, H: Model 1 Nötral Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 15 derece

3.3. Model 2



Şekil 28: A: Model 2 Omurga AP Görünüm, B: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm

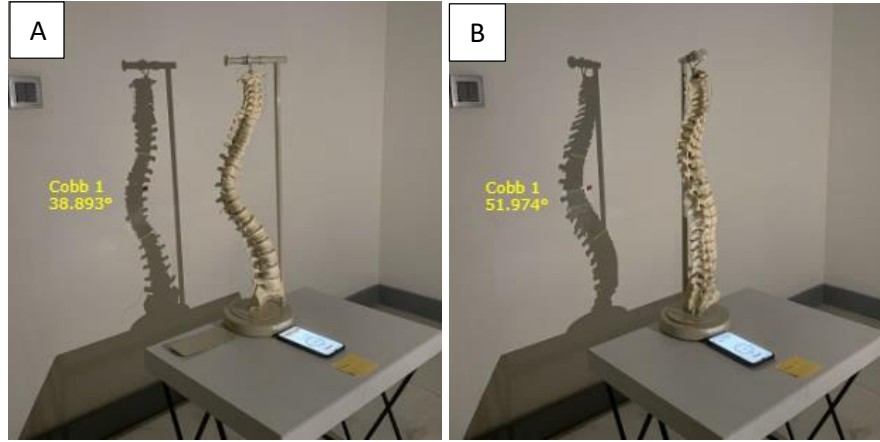


Şekil 28.1: C: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece

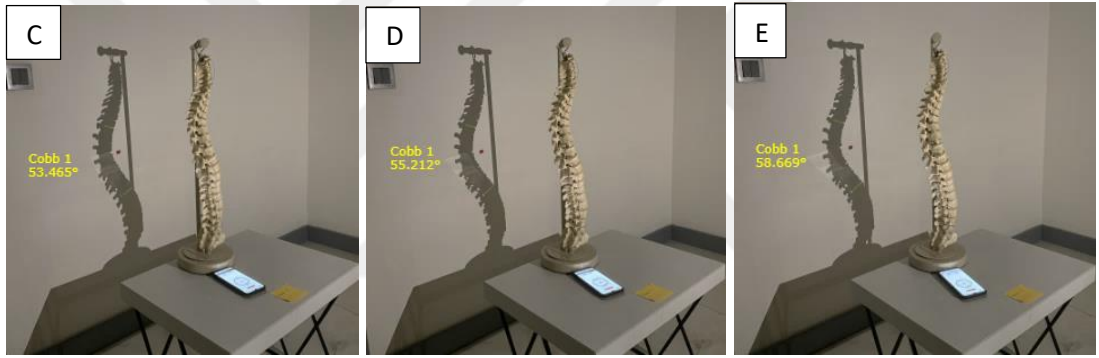


Şekil 28.2 : F: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 5 derece, G: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 10 derece, H: Model 2 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersinde 15 derece

3.4. Model 3



Şekil 29: A: Model 3 Omurga AP Görünüm, B: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm

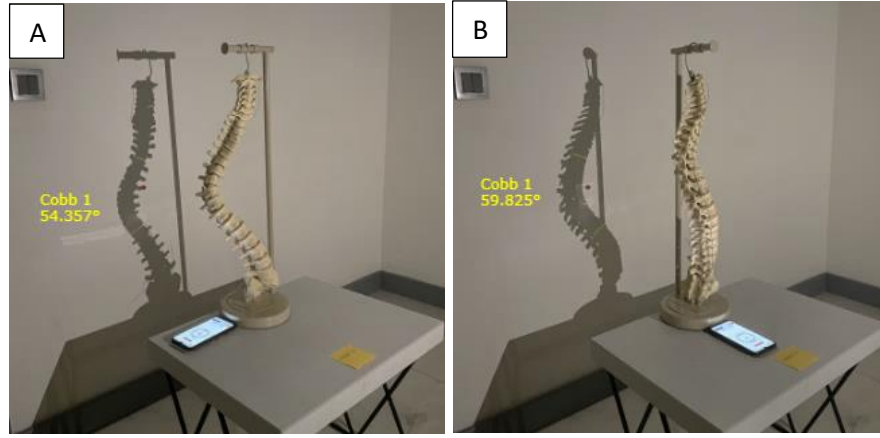


Şekil 29.1: C: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece

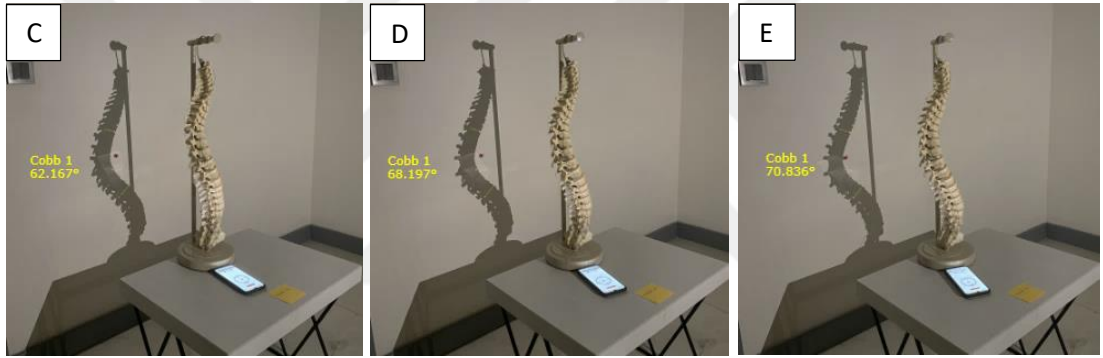


Şekil 29.2: F: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 5 derece, G: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 10 derece, H: Model 3 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece

3.5. Model 4



Şekil 30: A: Model 4 Omurga AP Görünüm, B: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm

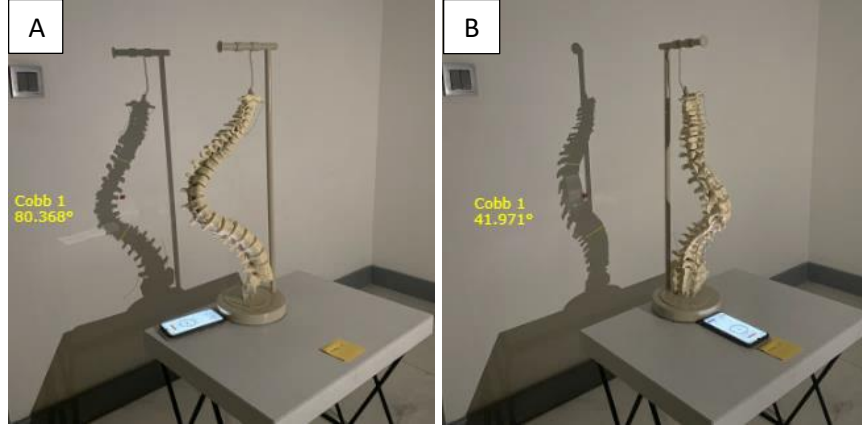


Şekil 30.1: C: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece

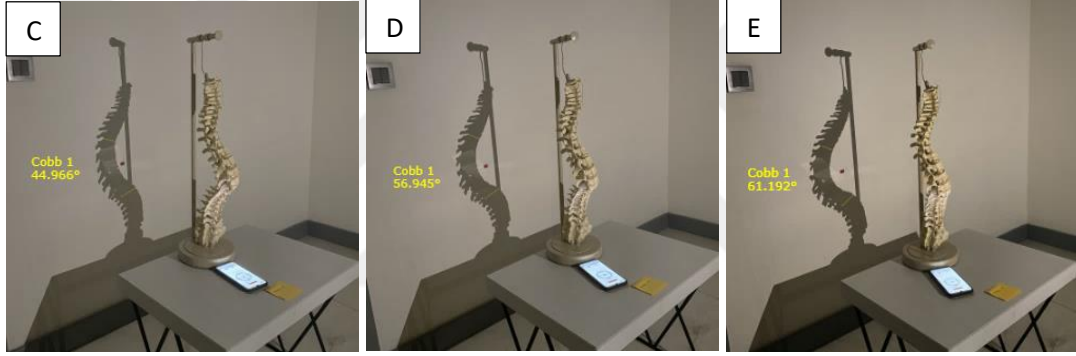


Şekil 30.2: F: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 5 derece, G: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 10 derece, H: Model 4 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 15 derece

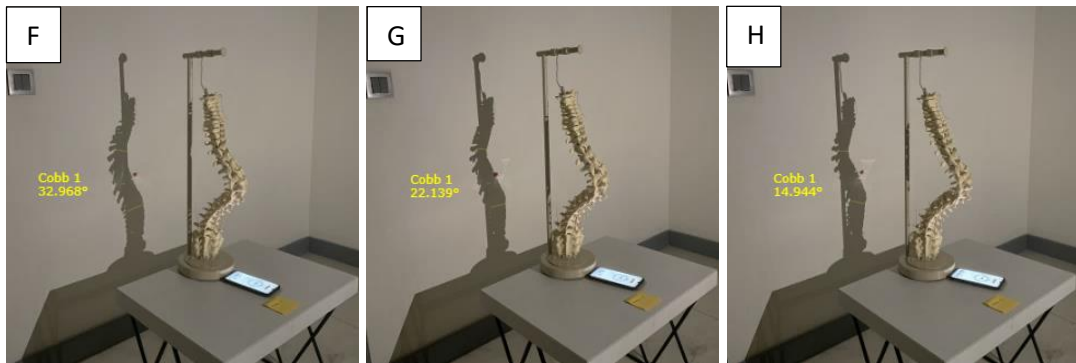
3.6. Model 5



Şekil 31: A: Model 5 Omurga AP Görünüm, B: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm

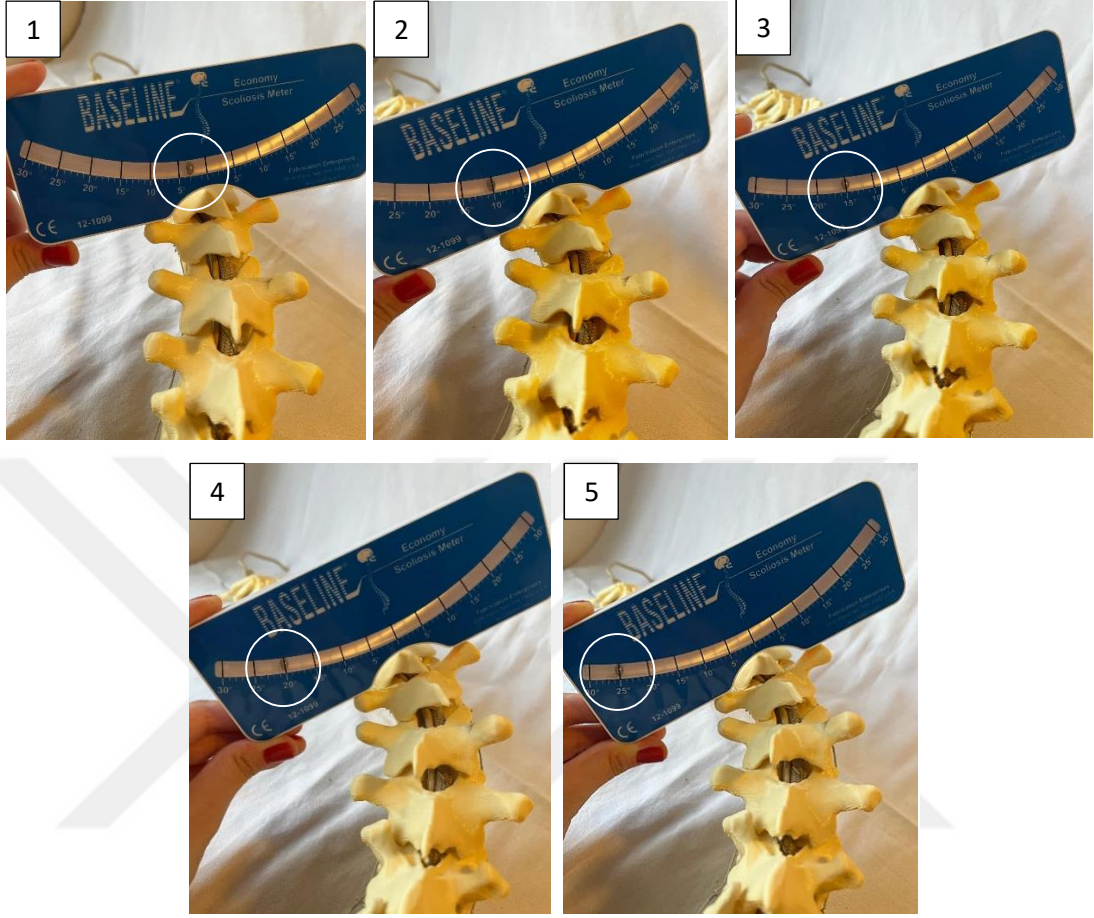


Şekil 31.1: C: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 5 derece, D: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 10 derece, E: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünde 15 derece



Şekil 31.2: F: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 5 derece, G: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 10 derece, H: Model 5 Omurga Sagittal Görünüm Saat Yönünün Tersine 15 derece

3.7. Maket modellerin T8 apikal vertebra rotasyon dereceleri



Şekil 32: 1) Model 1: 3 derece rotasyon, 2) Model 2: 10 derece rotasyon, 3) Model 3: 15 derece rotasyon, 4) Model 4: 20 derece rotasyon, 5) Model 5: 25 derece rotasyon.

Bu çalışma, elde edilen bulguların tekrarlanabilirliğini ve doğruluğunu sağlamak için özenle planlanmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. Maket modellerin koronal ve sagittal plan ölçümleri

Nötral ve skolyotik açıdaki maket modellerin fotoğraflar üzerindeki ölçümleri sonucunda elde edilen koronal cobb açısı dereceleri ve skolyometre ile ölçülen 8. torakal omurun rotasyon dereceleri Tablo 8’ de verilmektedir.

Tablo 8: Modellerin koronal cobb açısı ve T8 rotasyon dereceleri

MODEL	KORONAL COBB AÇISI	T8 ROTASYON
MD1	2.9	3
MD2	28.2	10
MD3	38.8	15
MD4	54.3	20
MD5	80.3	25

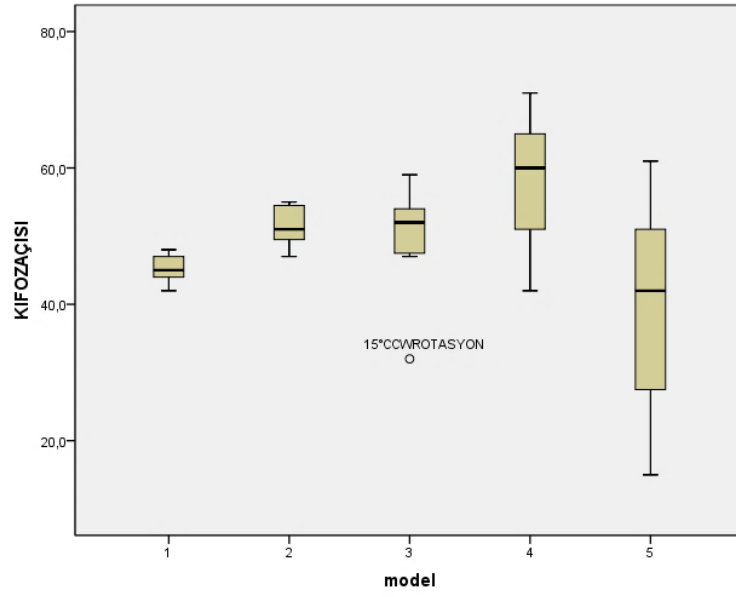
Maket modellerinin sagittal planda masadaki nötral konumundaki ve her bir modelin saat yönünde (apikal vertebra yönünde-CW) ve saat yönünün tersinde (CCW) döndürülerek T5-T12 kifoza açılardaki dereceleri fotoğraflar üzerinden ölçülmüştür. Ölçümler Tablo 9’ da verilmektedir.

Tablo 9: Modellerin T5-T12 kifoza açılarının nötral ve saat yönünde 5, 10, 15 – saat yönünün tersinde 5, 10, 15 derece rotasyon dereceleri

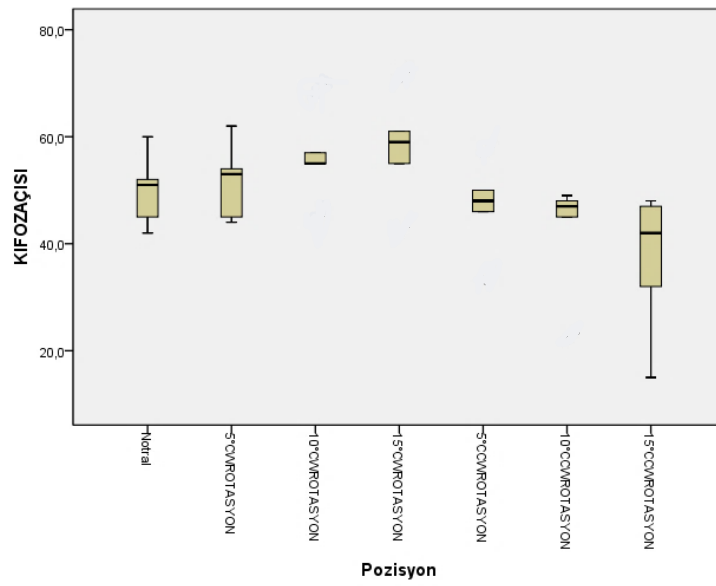
MODEL	T5-T12 KİFOZ AÇISI						
	NOTRAL	5° CW ROTASYON	10° CW ROTASYON	15° CW ROTASYON	5° CCW ROTASYON	10° CCW ROTASYON	15° CCW ROTASYON
MD1	45.4	44.3	43.5	41.5	45.9	47.9	48.3
MD2	50.9	53.9	54.7	55.3	49.8	48.8	47.4
MD3	51.9	53.4	55.2	58.6	48.2	46.5	31.7
MD4	59.8	62.1	68.1	70.8	57.1	45.1	42.1
MD5	41.9	44.9	56.9	61.1	32.9	22.1	14.9

Modellerin kifoza açılardaki en çok ve en az değeri ifade edilerek ortalamaları gösterilmiştir. Saat yönünün tersine doğru döndürülen omurga maketinde skolyoz açıları arttıkça kifoza açılardaki azalma Tablo 10’ da gösterilmiştir.

Tablo 10: Modellere göre kifoza açıları değışimi

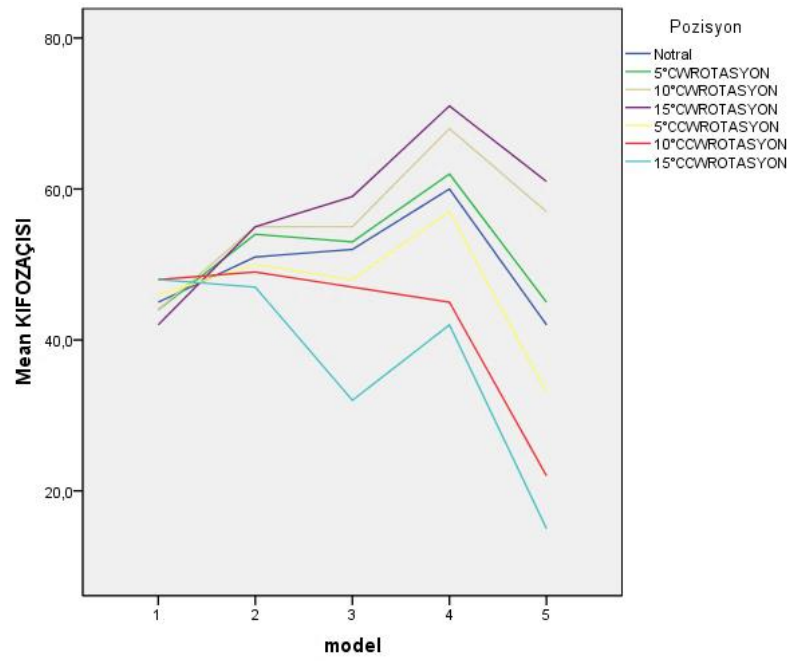


Tablo 11: Pozisyona bağı kifoza açıları değışimi



Tüm modellerin rotasyonlara göre kifoz açısı ölçüm grafiği Tablo 12’ de verilmiştir. Özellikle cobb açısı arttıkça (model 2, 3, 4, 5) gövde rotasyonları ile elde edilen kifoz açılarının değışkenlikleri net görölmektedir. Cobb açısı arttıkça gövde rotasyonu ile elde edilen kifoz açılarının farkları artmaktadır.

Tablo 12: Modellerin rotasyona göre kifoz açısı ölçümleri



BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Cobb açısı, axial rotasyon açısı, omurga esnekliği, gibozite ve ağrı parametreleri adolesan idiopatik skolyozun progresyonunu, şiddetini ve tedavi şeklini belirlemede oldukça önemli yere sahiptir. Tüm bu parametrelere ek güncel literatürde skolyoz olgularında torakal kifozun axial düzlemde meydana gelen sapmaların detaylandırılması yönü de popülerlik kazanmış ve bu alanda literatürde yeni bilgilere ihtiyaç olduğu düşünülmüştür. Literatürde, röntgen görüntüleri esnasında ayakta duruşta, yükseltilmiş kol pozisyonlarının sagittal ölçümleri değiştirdiğini söylesede çoğu çalışma ilgili tüm parametreleri raporlamamış ve hangi pozisyonun duruşu en iyi temsil ettiğini ise belirsiz olarak ifade etmiştir [13].

Radyolojik görüntülemede sagittal ayakta hizalamanın kategorize edilmesi için çok sayıda derecelendirme sistemi geliştirilmiştir. Ancak hangi tipolojinin benimsenmesi gerektiği konusunda ortak bir fikir birliği mevcut değildir.

Skolyozun üç boyutlu değerlendirmesi, geleneksel 2 boyutlu ölçümlerle ilişkili düzlem dışı ölçümden kaynaklanan hataların düzeltilmesiyle "gerçek" deformitenin ölçülmesine olanak tanır. Gelecekte AIS hastaları için sagittal parametrelerin düzeltilmesine daha fazla önem verilmesi muhtemeldir. Bu nedenle yönetim planlarını kolaylaştırmak için bu parametrelerin AIS' de nasıl değişebileceğini anlamamız gerekir.

İdiyopatik skolyoz, omurganın üç boyutlu (3D) bir deformitesidir. Ancak klinik uygulamada ölçümü ve sınıflandırılması, tanı ve tedavisi ağırlıklı olarak koronal ve sagittal düzlemlerdeki projeksiyonları olan iki boyut (2D) dikkate alınır, çünkü bunlar yalnızca postero-anterior (PA) ve lateral radyografilere dayanır. Bu nedenle, deformitenin projeksiyonları yalnızca koronal ve sagittal düzlemlerde değerlendirilirken, aksiyal düzlemlerde göz ardı edilerek 3 boyutlu deformitenin doğru bir şekilde değerlendirilmesi engellenir. Mühendislikteki evrensel öğreti, 3 boyutlu bir nesne tasarlayanın, nesnenin üç düzlemde de projeksiyonlarının çizilmesini gerektiğini savunur. Benzer şekilde, 3 boyutlu bir deformiteyle uğraşırken, her üç düzlemdeki anormalliklerin bilgisi çok önemlidir, çünkü her düzlem diğer iki

düzlem kadar önemlidir [93]. Bu nedenle çalışmalar 2 boyutlu radyografik düzlemde belirgin olmayan, doğal 3 boyutlu yapısal omurga deformitesini raporlamak için klinik açıdan anlamlı yeni bir araç önermektedir.

Yapılan bir çalışmada 172 hastanın koronal ve sagittal ayakta radyografilerinin 3 boyutlu rekonstrüksiyonlarından elde edilen ve Skolyoz Araştırma Derneği'nin 3D Sınıflandırma Komitesi tarafından incelenen torasik segment indeksleri, ISO Data denetimsiz kümeleme algoritması kullanılarak Cobb açısı, apikal omurların eksenel rotasyonu, ana torasik eğrinin maksimum eğrilik düzleminin yönelimi ve kifoz (T4-T12) olarak dört eğri indeksi analiz edilmiştir. Üç ana grup ortaya çıkarılmıştır. Burada, kifoz ve ana torasik eğrinin PMC yönelimi, gruplar arasından ana ayırt edici faktörlerdi. Daha küçük, cerrahi olmayan (minör) eğrilere sahip 22 hastadan oluşan küçük başka bir grup (G1) belirlendi. Geriye kalan hastalar benzer Cobb açılarına sahip olmalarına rağmen farklı PMC (G2: 65 derece -81 derece; G3: 76 derece -104 derece) ve kifotik ölçümler (G2) ile 2 gruba (G2: 79 hasta; G3: 71 hasta) ayrıldılar. Omurganın torasik segment indekslerini değerlendirerek Lenke tip-1 eğrileri içindeki alt grupların varlığını araştırmak ve 3 boyutlu omurga deformitelerini raporlamak için klinik olarak anlamlı yeni bir araç önererek Lenke tip-1 eğrilerinin cerrahi vakalarında (majör eğriler) iki farklı alt grup torasik eğrilerin her zaman hipokifotik olmadığını düşündürmüş ve rapor edilmiştir. ISO Data küme analizi tekniği, 2 boyutlu radyografik düzlemde belirgin olmayan doğal 3 boyutlu yapısal eğri karmaşıklıklarının yakalanmasına yardımcı olmuştur. Da Vinci temsili, 3 boyutlu omurga deformitelerini raporlamak için klinik açıdan anlamlı yeni bir araç olmuştur [94].

Adölesan idiyopatik skolyozun (AIS) sagittal omurga ve pelvik dizilimi literatürde yeterince tanımlanmamıştır. Genellikle eğriliğin tipine göre sagittal dizilimi bildirir ve asla torasik kifozla ilişkilendirilmez. AIS'deki hipokifoz pelvik parametrelerden bağımsızdır ve skolyotik deformitenin karakteristik özelliği olan yapısal bir parametre olarak tanımlanmaktadır [95, 96].

Literatürde artan skolyoz şiddeti ile sagittal ve aksiyal düzlemlerdeki değişiklikler arasındaki ilişkiyi karakterize etmek için 3 boyutlu hesaplamalardan yararlanılmıştır. Skolyoz kliniğinde değerlendirilen ve omurganın normal veya idiyopatik skolyoz olduğu belirlenen hastalar analize dahil edilmiştir. Hepsine 3D rekonstrüksiyonlu dik,

çift düzlemlı radyografı uygulanmıştır. Torasik majör eğriliğın ve torasik kifozun büyüklüğünün iki boyutlu (2D) ölçümleri kaydedilip torasik kifoz ve apikal vertebral eksenel rotasyonun 3 boyutlu hesaplamasını üretmek için görüntü işleme ve Matlab analizinden yararlanılmıştır. 2 boyutlu kifoz, 3 boyutlu kifoz ve apikal aksiyal rotasyonun torasik majör eğrinin büyüklüğü ile korelasyonunu belirlemek için regresyon analizi yapılmıştır. 2D ve 3D verileri toplanan 442 hastanın ana torasik eğri büyüklüğü 1° ila 118° arasında değışmiştir. Ana torasik eğri büyüklüğüne karşı 2D ve 3D T5-T12 kifozunun doğrusal regresyon analizi anlamlı modeller ortaya çıkartmıştır. ($p < 0.05$). 2D modelin minimum negatif eğimi (-0,07), küçük bir R değeri (0,02) ve zayıf bir korelasyon katsayısı (-0,14) varken buna karşılık, 3D model güçlü bir negatif eğime (-0,54), yüksek bir R değerine (0,56) ve güçlü bir korelasyon katsayısına (-0,75) sahiptir. Eğriliğın büyüklüğü aynı zamanda 3D T1-T12 kifoz kaybı ve artan apikal eksenel rotasyon ile de güçlü bir korelasyona sahiptir. Segmental olarak hesaplanan 3 boyutlu torasik kifozun, ana torasik eğrinin büyüklüğü ile güçlü bir negatif korelasyonu vardır. Neredeyse tek biçimlilikle, skolyoz büyüklüğü arttıkça 3 boyutlu torasik kifoz, ana torasik eğri büyüklüğündeki artışın yarısından daha fazla bir oranda giderek azalmıştır. Bu bulgular, skolyozun koronal, sagittal ve aksiyel düzlemlerde eş zamanlı olarak ilerlediğı kavramına daha fazla güven vermektedir.

Bu çalışmanın bulguları, idiyopatik skolyozun çok düzlemlı deformitesinin yeterli karakterizasyonu için 3 boyutlu değıerlendirmenin kritik olduğunu ve sagittal düzlemdeki deformitenin koronal düzlemdeki deformiteyle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Koronal plan kurvatürünün şiddetinin artması, torakal kifozun ilerleyici kaybı ile ilişkilidir; bu durum, idiyopatik skolyozun düzeltilmesi için uygun intraoperatif tekniklerin her 3 planda da uygulanabilmesi için beklenmelidir [97]. Çok boyutlu bir deformitenin birçok farklı değışken kullanılarak değıerlendirilmesi gerekir. Bu nedenle parametrelerin tek bir düzlemde karşılaştırılması ve diğerk faktörlerin etkilerinin göz ardı edilmesi kritik sonuçlar doğurabilir. Ancak bu çalışmada omurganın vücut rotasyonu hakkında net bilginin olmaması bizim çalışmamıza göre eksik yanını göstermektedir.

Bir başka çalışmada "Gerçek lateral" görünümle karşılaştırıldığında standart lateral projeksiyondan ölçülen torasik sagittal hizalamadaki farklılıkları tanımlamak için torasik skolyozlu hastaların 3 boyutlu (3D) analizi gerçekteştirilmiştir. Son

zamanlarda, omurga hizasının daha doğru bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyan iki düzlemlı radyografik rekonstrüksiyonlar kullanılarak omurganın 3 boyutlu modelleri geliştirilmiştir.

Apikal torasik sagittal profili değerlendirmek için iki düzlemlı radyografiler kullanılarak üç boyutlu omurga rekonstrüksiyonları kullanılmıştır. Standart yan görünümünden torakal apeksin (5 omur) üstünde ve altındaki 2 vertebra seviyesinden sagittal eğriliğın bir ölçümü kaydedilmiştir. 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar daha sonra apikal torasik vertebranın "gerçek lateral" görünümünü elde etmek için döndürölerek sagittal apikal eğrilik yeniden ölçölmüştür. Sagital torasik apikal hizalamanın 2 ölçümündeki fark, tekrarlanan ölçümler Anova kullanılarak karşılaştırılmış ve daha sonra bir Pearson korelasyon analizi kullanılarak koronal torasik Cobb büyüklüğü ile ilişkilendirilmiştir. ($p < 0.05$). Sağ torasik skolyozlu (Cobb ortalaması 47 derece $\pm$ 10 derece) 66 adölesan idiyopatik skolyoz hastası değerlendirilmiştir. Standart lateral görünümde apikal torasik sagittal eğrilik ortalama 11 derece $\pm$ 10 derece kifozdur. (aralık: -8 derece ila 38 derece). Bu, ortalama 1 derece $\pm$ 9 derece (aralık: -23 derece ila 22 derece) olan "gerçek lateral" görünümdeki apikal sagittal eğrilikten istatistiksel olarak daha büyüktü ($P < 0.001$). Torasik apeksin ideal lateral görünümünü elde etmek için standart lateral görünüm ortalama 13 derece $\pm$ 4 derece döndürölümüştür. Torasik skolyozun bu 3 boyutlu analizi, 5 torasik apikal omurda tutarlı bir kifoz kaybı olduğunu göstermiştir. Gerçek apikal sagittal profilin, standart lateral radyografilerden algılanan hizalama ile karşılaştırıldığında ortalama 10 derece fazla tahmin edildiğı bulunmuştur [98]. Bu çalışmada sadece apexe rotasyon yaptırılmıştır. Çalışmamızda torakal ölçülerimizin T5-T12 olması ve vücut rotasyonu verilmesi açısından bu çalışmadan farklılık göstermektedir.

5.1 Limitasyonlar

Omurga maketi üzerinde oluşturulan 5 skolyoz modelinin sagittal ve koronal planda dereceleri ölçölmüştür. 5 model çalışmasının sayısının yetersiz kalması istatistiksel anlamda bir sonuç oluşturmasında tablolar ve şekillerle literatüre öneri sunulmuştur. Anlamlı sonuçlar için skolyoz dereceleri kendi aralarında sınıflandırılmalı ve çok daha fazla model oluşturulmalıdır.

BÖLÜM 6

SONUÇ

Lenke tip 1 A adolesan idiopatik skolyozlu bireylerde sagittal plan analizleri sırasında kullanılan sagittal grafilere ölçümler sırasında omurga rotasyonundan dolayı anatomik belirleyicilerin yansması neticesinde gerçek sagittal ölçüm yapılamadığı düşünülmüş ve hasta rotasyonu ile gerçek bir sagittal grafinin ölçümü planlanarak rotasyonlar ile T5-T12 kifozunun nasıl değiştiği, birbirleriyle korele olup olmadıklarını ölçümlerle araştırdığımız çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş ve bazı öneriler sunulmuştur.

Gerçek bir torakal kifoz ölçümü için görüntüleme sırasında hastanın apikal vertebra rotasyonu yönünde (saat yönünde) döndürülerek film çekilmesi daha doğru kifoz açısı ölçümü sağlamıştır ve nötral pozisyona göre kifoz açısında artış görülmüştür.

Özetle bu çalışma; literatürde maket model çalışması ile skolyozlu bir omurgada gerçek sagittal ölçüm belirlenmemiş ve kifoz açısının vücut rotasyonundaki değişimden dolayı her durumda hipokifoz olmadığı yönünde çalışma yapılmamıştır. Çalışmamız, vücut rotasyonunun dahil edilerek kifoz açılarındaki değişimini raporlayan öneri niteliğindeki ilk çalışmadır. Detaylandırılması ve bu yönü ile ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKÇA

- [1]. S. Naderi, “Spinal Deformitelere Genel Yaklaşım.” *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 23:1-12, 2013.
- [2]. M. Yıldırım, RS. Snell, *Topografik Klinik Anatomi*. M. Yıldırım, Editor: Palme Yayıncılık, 2015, 683-92.
- [3]. E. Alıcı, “*Omurga Hastalıkları ve Deformiteleri*,” Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, 1991:1-5, 271-82, 353.
- [4]. A. M. R. Agur, A. F. Dalley, “*Temel Klinik Anatomi*” İsmail Nadir Gülekon, Tuncay Veysel Peker, editor: Nobel Kitabevi, 2012:46-66.
- [5]. A.A. Karaduman, Ö.T. Yılmaz, B.S. Akel, “*Fizyoterapi ve rehabilitasyon*” Hipokrat Yayınevi, 2016:487-9.
- [6]. H. Yılmaz, C. Zateri, A. Kusvuran Ozkan, G. Kayalar, H. Berk. “Prevalence Of Adolescent İdiopathic Scoliosis İn Turkey: An Epidemiological Study”. *The Spine Journal*, 20(6):947-55, 2020.
- [7]. MB. Balioğlu, *Ortez Protez Endikasyondan Pratiğe*: İstanbul Tıp Kitabevleri, 2020:156-73.
- [8]. K. Kumar, “Spinal Deformity And Axial Traction”. *Spine*, 21: 653–5, 1996

[9]. C. Karabulut. "Classification Of Adolescent İdiopathic Scoliosis". *TOTBİD Dergisi*, 21:599-602, 2022.

[10]. JR. Cobb, "Outline For The Study Of Scoliosis", In: *Instructional Course Lectures*. Ann Arbor, MI: J.W. Edwards; 1948. p. 261e75.

[11]. JR. Cobb. "Technique, After-Treatment, And Results Of Spine Fusion For Scoliosis," In: *Instruction Course Lectures*. Ann Arbor, MI: J.W. Ed- Wards; 1952. p. 62e70.

[12]. MC. Hawes, "The Use Of Exercises In The Treatment Of Scoliosis": An Evidence-Based Critical Review Of The Literature. *Pediatr Rehabil*. 2003;6(3-4):171-82.

[13]. B. J. Fehr, A. Visser, E. C. Ebeveyn , *Eur Omurga J.*, 32(11):3941-3960, Kasım 2023.

[14]. K. Hayashi, V. V. Upasani , J. B. Pawelek , Carl-Eric Aubin , H. Labelle , L. G. Lenke , R. Jackson , P. O. Newton, *Omurga*, 15;34(8):7927. Doi:10.1097, 2009 Nisan.

[15]. M. Yıldırım, "Genel Anatomi Lokomotor Sistem", İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2006, s. 88-220.

[16]. M. Yıldırım, "İnsan Anatomisi," 6. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2003, s.32- 71.

[17]. K. L. Moore, A. F. Dalley, “*Kliniğe Yönelik Anatomi*,” (Çev. K. Şahinoğlu), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2007, s.432-463.

[18]. R.L. Drake, W. Vogl, A.W. Mitchell, “*Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin Gray's Anatomi*”, (Çev. M. Yıldırım), Ankara: Güneş Kitabevi, 2007, s.15-45.

[19]. A.E. Kaplan Arıncı, “*Anatomi*,” Cilt 1: Güneş Kitabevi, 2006:58-63, 115-20.

[20]. R. Putz., R. Pabst, *Sobotta İnsan Anatomisi Atlası*, 5. Baskıdan çeviri, (Çev. K. Arıncı), Münih: Beta Basım Dağıtım, 2001.

[21]. K. Arıncı, A. Elhan, *Anatomi, Eklemler, Kaslar, İç Organlar*, 1.Cilt Kemikler, Ankara: Güneş Kitabevi, 2001, s.58-160.

[22]. M. B. Balioğlu, Y. Atıcı, A. Albayrak, S.S. Sakızlıoğlu, D. Kargın, M.T. Tacal, M.A. Kaygusuz, *Erken Başlangıçlı Skolyoz Hastalarında Karşılaşılan Omurga ve Diğer Sistem Patolojilerinin Değerlendirilmesi*, 2003.

[23]. F.G. Gökmen, “*Sistematik Anatomi*,” İzmir: Güven Kitabevi, 2003:97(8):23-9.

[24]. K.L. Moore, A.F. Dalley, A.M. Agur, “*Clinically Oriented Anatomy*,” 7th ed. Baltimore (PA): Lippincott Williams and Wilkins; 2014, p.1001–2.

[25]. R.S. Snell, “*Klinik Anatomi*,” (Çev. Yıldırım M), 6. Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2004. p.23.

[26]. F. Dere. “*Klinik Anatomi*,” Adana, 1992.

[27]. A.M. Gilroy, B.R. MacPherson, L.M. Ross, *Anatomi Atlası*, (Çev. H.H. Çelik, C.C. Denk), Ankara: Palme Yayıncılık, 2010, s.2-35.

[28]. R.A. Hibbs, J.C. Risser, A.B. Ferguson, Scoliosis Treated By The Fusion Operation: An End-Result Study Of Three Hundred And Sixty Cases, “*J Bone Joint Surg*,” 1931;13:91–104.

[29]. F.H. Netter, “*İnsan Anatomisi Atlası*,” 4. Baskıdan Çeviri, (Çev. M. Cumhuri), İstanbul: Nobel Kitabevi, 2008, s.153-176.

[30]. M. Schünke, E. Schulte, E. Schumacher, “*Prometheus Anatomi Atlası*,” 1. Baskıdan Çeviri, (Çev., M. Yıldırım, T. Mamur), İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 2007, s. 89.

[31]. Y. Arifoğlu, “*Her Yönüyle Anatomi*”, 1. Baskı, İstanbul: Medikal Yayıncılık, 2017, s. 82- 232.

[32]. J. Sobotta, “*Sobotta İnsan Anatomisi Atlası Genel Anatomi ve Kas İskelet Sistemi*”, 7. Baskıdan Çeviri, (Çev. A. Elhan, S.T. Karahan), İstanbul: Beta Basın Yayın Dağıtım, 2011, s. 46-105.

[33]. M. Yazıcı, “Trokolomber Kifoz ve Skolyoz,” M. Zileli, AF. Özer, editör, 2. Baskı, İzmir: Meta Basım; 2002, sf:1175-1196.

[34]. JA. Herring, “Tachdjian's Pediatric Orthopaedics”. 3rd Ed. New York: W.B. Saunders Company, 2002, pp. 213-299.

[35]. B.L. Freeman, “Scoliosis and Kyphosis,” Canale ST, editör, Volume 2. 10th Ed. Philadelphia: Mosby, 2003, pp.1751-1837.

[36]. AS. Otman, “Egzersiz tedavisinde Temel Prensipler ve Yöntemler,” Ankara: Metekasan AŞ; 2006, pp.127-206.

[37]. Negrini Et All., “2011 SOSORT Guidelines: Orthopaedic And Rehabilitation Treatment Of İdiopathic Scoliosis During Growth,” *Scoliosis*, 7, 3, 2012.

[38]. Ç. Canbolat, O. Yaman, “Türk Nöroşirürji Derneği Spinal Ve Periferik Sinir Cerrahisi,” *Spinal Deformitede Ölçümler*, Sayı: 91, Syf:3-7, Nisan / 2021.

[39]. AS. Otman, H. Demirel, A. Sade, “Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri,” Pelikan yayıncılık, 2014, 26-54.

[40]. R. Ege, “*Tıp Tarihinde Vertebranın Yeri*,” Türk Hava Kurumu basımevi Ankara, 1992:1-13, 427-30, 85-86.

[41]. H. Keskinen, “*New Surgical Methods and Complications of Scoliosis Surgery in Paediatric Patients*”, 2018:11-13..

[42]. L. Goldstein, T. Waugh, “Classification And Terminology Of Scoliosis, Clinical Orthopaedics And Related Research,” 1973, 93:10-22.

[43]. S. Mohanty, M. Kanhangad, A. Gullia, “Curve severity and apical vertebral rotation and their association with curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis”. *Musculoskeletal Surgery*, 105(3):303-8, 2021.

[44]. IA. Stokes, LC. Bigalow, MS. Moreland, “Three-dimensional spinal curvature in idiopathic scoliosis”. *Journal of Orthopaedic Research*, 5(1):102-13, 1987.

[45]. S. Haleem, C. Nnadi, “Scoliosis: A Review. Paediatrics and Child Health”. 2018, 28(5):209-17.

[46]. JA Janicki, B. Alman, “Scoliosis: Review of diagnosis and treatment. Paediatrics & Child health”. 2007, 12(9):771-6.

[47]. E. Taft, R. Francis, “Evaluation And Management Of Scoliosis”, *Journal of Pediatric Health Care*, 17(1):42-4, 2003.

[48]. Van Goethem et al., “*Spinal Imaging: Diagnostic Imaging Of The Spine And Spinal Cord*”, Springer Berlin, 2007

[49]. HR. Weiss, “*Best Practise in Conservative Scoliosis Care*,” Germany: Druck und Bindung; 2007.

[50]. MD. Rigo, M. Villagrasa, D. Gallo, “A Specific Scoliosis Classification Correlating With Brace Treatment: Description And Reliability,” *Scoliosis*, 2010, 5:1.

[51]. R. Dayer, T. Haumont, W. Belaieff, P. Lascombes, “‘Idiopathic Scoliosis: Etiological Concepts And Hypotheses’”, *Journal Of Children's Orthopaedics*, 7(1):11-6, 2013.

[52]. WJ. Wang, HY. Yeung, KM. Lee, Y. Qiu, et all., “‘Top Theories For The Etiopathogenesis Of Adolescent Idiopathic Scoliosis’”, *Journal Of Pediatric Orthopaedics*, 31:14-5, 2011.

[53]. BV. Reamy, JB. Slakey, “Adolescent Idiopathic Scoliosis: Review and Current Concepts,” *Am Fam Physician*, 64: 111-116, 2001.

[54]. PR. Harrington. “The etiology of IS”. *Clin Orthop.*, 126: 17-25, 1977.

[55]. A. Surat, “‘İdiopatik Skolyoz’”, *Journal of Turkish Spinal Surgery*, 21(3):279-90, 2010.

[56]. P. Trobisch, O. Suess, F. Schwab, “Idiopathic scoliosis”, *Deutsches Ärzteblatt International*, 107(49):877, 2010.

[57]. Ö. Akçalı, “Adolesan İdiopatik Skolyoz,” Ankara: Türk Omurga Derneği Yayınları, 2017:49-56, 17-20.

[58]. S. Negrini Et All. “2016 Sosort Guidelines: Orthopaedic And Rehabilitation Treatment Of İdiopathic Scoliosis During Growth”. *Scoliosis And Spinal Disorders*, 13(1):1-48, 2018.

[59]. S.L. Weinstein, Et All., “Adolescent İdiopathic Scoliosis”, *The Lancet*, 371, 1527-1537, 2008.

[60]. T. Kotwicki Et All., “Discrepancy İn Clinical Versus Radiological Parameters Describing Deformity Due To Brace Treatment For Moderate İdiopathic Scoliosis,” *Scoliosis*, 2, 18, 2007.

[61]. T.B. Grivas Et All., “Aetiology of Idiopathic Scoliosis. What have we learned from school screening”. *Stud Health Technol Inform*, 140, 240-4, 2008.

[62]. B. Xiong, J.A. Sevastik, R. Hedlund & B. Sevastik, “Radiographic changes at the coronal plane in early scoliosis”. *Spine*, 19, 159-164, 1994.

[63]. N.H. Miller, “Cause And Natural History Of Adolescent İdiopathic Scoliosis”. *Orthopedic Clinics*, 30(3), 343-352, 1999.

[64]. WA. Marshall, JM. Tanner, “Variations İn The Pattern Of Pubertal Changes İn Boys,” *Arch Dis Child*, 45; 13–23. doi:10.1136/adc.45.239.13, 1970.

[65]. WA. Marshall, JM. Tanner, “Variations In The Pattern Of Pubertal Changes In Girls”. *Arch Dis Child*, 44; 291–303. doi:10.1136/adc.44.235.291, 1969.

[66]. M. Machida, S.L. Weinstein, & J. Dubousset (Eds.), “Pathogenesis Of İdiopathic Scoliosis,” *Springer Japan*, 2018.

[67]. JH. Hacquebord, SS. Leopold, “In Brief: The Risser Classification: A Classic Tool for the Clinician Treating Adolescent Idiopathic Scoliosis”. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 470(8):2335-8, 2012.

[68]. O. Yaman, S. Dalbayrak, “Idiopathic Scoliosis”, *Türk Neurosurg*, Vol: 24, No: 5, 646-657, 2014.

[69]. JA. Janicki ve B. Alman, “Skolyoz: Tanı ve tedavinin gözden geçirilmesi” *Pediatric ve Çocuk Sağlığı*, 2207, 12 (9), 771-776.

[70]. MN. Choudhry, Z. Ahmad, R. Verma, “Ergen İdiyopatik Skolyoz” *Ortopedi Dergisi*, 10, 143-154, 2016.

[71]. Ö. Akçalı, “Adölesan İdiyopatik Skolyoz”, Türk Omurga Derneği Yayınları-10, Baskı 1, 2017.

[72]. M. Nissinen Et All., “Trunk Asymmetry and Scoliosis Anthropometric Measurements in Prepuberal School Children. *Acta Pædiatrica*,” 78, 747-753, 1989.

[73]. AS. Otman, N. Köse, “Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri,” Ankara, Pelikan yayıncılık, 2016, 23-65.

[74]. J.A. Herring, “Tachdjian's pediatric orthopaedics e-book: from the Texas Scottish Rite Hospital for Children,” *Elsevier Health Sciences*, 2013.

[75]. J.E. Lonstein, & R.B. Winter, “The Milwaukee Brace For The Treatment Of Adolescent Idiopathic Scoliosis. A Review Of One Thousand And Twenty Patients”. *The Journal Of Bone And Joint Surgery. American Volume*, 76, 1207-1221, 1994.

[76]. D.M. Coelho, G.H. Bonagamba, & A.S. Oliveira, “Scoliometer Measurements Of Patients With Idiopathic Scoliosis,” *Brazilian Journal Of Physical Therapy*, 17, 179 184, 2013.

[77]. J. Cobb, ‘*Outline For The Study Of Scoliosis*’, Instr Course Lect AAOS, 1948. 5: p.261-275.

[78]. DA. Hoffman, Et All., “Jr. Breast Cancer In Women With Scoliosis Exposed To Multiple Diagnostic X Rays,” *J Natl Cancer Inst.*, 1989;81(17):1307-12.

[79]. MM. Doody, Et All., “Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study,” *Spine* (Phila Pa 1976), 25(16):2052-63, 2000.

[80]. P. Knott, Et All., “SOSORT 2012 Consensus Paper: Reducing X-Ray Exposure In Pediatric Patients With Scoliosis”, *Scoliosis*, 9(1): p. 4, 2014.

[81]. M. Singrakhia, N. Malewar, A. Jangle, “Intraspinal Anomalies in Early Onset Scoliosis: Current Concepts”, *Journal of Pediatric Neurosciences*, 13(3), 294, 2018.

[82]. N. D. Fletcher, R. W. Bruce, “Early Onset Scoliosis: Current Concepts and Controversies,” *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 5(2), 102-110, 2012.

[83]. E. Oğuz, Ş. Ekinci, Ö. Erşen, “Ergen İdiopatik Skolyozda Radyolojik Değerlendirme ve Sınıflama Sistemlerinin İncelenmesi,” *TOTBİD Dergisi*, 12(1), 73-82, 2013.

[84]. F. Altaf, A. Gibson, Z. Dannawi, H. Noordeen, “Adolescent idiopathic scoliosis”, *BMJ* ;346:f2508 doi: 10.1136/bmj.f2508, 2013.

[85]. MC. Hawes, “The use of exercises in the treatment of scoliosis: an evidence-based critical review of the literature,” *Pediatr Rehabil.*, 6(3-4):171-82, 2003.

[86]. J. Dunn, Et All., “Screening for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Evidence Review for the U.S. Preventive Services Task Force,” Kaiser Permanente Research Affiliates EPC, AHRQ Publication January 2018, No. 17-05230-EF-1.

[87]. R. Özkan, Bilgisayarlı Tomografinin Temel Prensipleri, Türk Toraks Derneği Kış Okulu, Ankara, 2005.

[88]. S. Ç. Karaçam, B. İktueren, E. Işıktaş, S. Koca, G. Atkovar, Varian Clinac IX Lineer Hızlandırıcı Cihazında Cone-Beam Bilgisayarlı Tomografi Fonksiyonlarının İncelenmesi, 2010.

[89]. A. M. Shanechi, M. Kiczek, M. Khan, G. Jindal, “Spine Anatomy Imaging An Update,” *Neuroimag Clin N Am* 29, 461–480, 2019.

[90]. DC. Grossman, Et All., US Preventive Services Task Force. “Screening For Adolescent İdiopathic Scoliosis: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement,” *JAMA.*, 319(2), 165-172, 2018.

[91]. DY. Fong, CF. Lee, KM. Cheung, Et All., “A Meta-Analysis Of The Clinical Effectiveness Of School Scoliosis Screening”. *Spine (Phila Pa 1976).*, 35(10):1061-71. PMID: 20393399, 2010.

[92]. KD. Luk, CF. Lee, KM. Cheung, Et All., “Clinical Effectiveness Of School Screening For Adolescent İdiopathic Scoliosis: A Large Population-Based Retrospective Cohort Study”. *Spine (Phila Pa 1976)*, 35(17):1607-14 8p. PMID: 20453727, 2010.

[93]. T.S. Illés, F. Lavaste, J.F. Dubousset, *Orthop Traumatol Surg Res.*, 2019 Nis;105(2):351-359, 2018.

[94]. A. P. Sangole Et. All., Three-Dimensional Classification of Thoracic Scoliotic Curves,” *Spine*, 34(1):p 91-99, January 1, 2009.

[95]. J. Clément, A. Geoffray , F. Yagoubi , E. Chau , F. Solla , I. Oborocianu , V. Rampal, “Relationship between thoracic hypokyphosis, lumbar lordosis and sagittal pelvic parameters in adolescent idiopathic scoliosis,” *Eur Spine J*, 2013 Nov;22(11):2414-20.

[96]. A.MD. Sergio, Et All., “Lenke I ve II Eğrilerinin Seçici Torasik Füzyonu Sagittal Profilleri Etkiliyor Ancak Sagittal veya Spinopelvik Hizalamayı Etkilemiyor: Bir Vaka Kontrol Çalışması,” *Spine*, 40(12), s 926-934, 15 Haziran 2015.

[97]. T B. Sullivan, F.G. Reighard , E.J. Osborn , K.C. Parvaresh , P.O. Newton, Kemik Eklemi Cerrahisi Am., 2017 Haziran 7;99(11):e54.

[98]. K. Hayashi Et All., Ergen idiyopatik skolyozda torasik apikal sagittal hizalamanın üç boyutlu analizi, *Omurga*, 2009 Nis, 15;34(8):792-7.



LENKE TİP 1 A ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ RADİOGRAFİK
GÖRÜNTÜLEMEDE SAGİTTAL PLAN ANALİZİ: MAKET MODEL
ÇALIŞMASI

KOCAELİ SAğLIK VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EğİTİM ENSTİTÜSÜ

AYÇAALBAY

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

2023/2024