

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ HASTALARINDA KORSE
TEDAVİSİNDE RADYOLOJİK DÜZELME ÜZERİNDE ETKİLİ
OLAN FAKTÖRLER

DR. TUNAHAN AKA

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. MURAT SONGÜR

ZONGULDAK
2025

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

ADÖLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ HASTALARINDA KORSE
TEDAVİSİNDE RADYOLOJİK DÜZELME ÜZERİNDE ETKİLİ
OLAN FAKTÖRLER

DR. TUNAHAN AKA

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. MURAT SONGÜR

ZONGULDAK

2025

ÖNSÖZ

Eğitim sürecim boyunca örnek duruşu, sakin liderliği ve çözüm odaklı yaklaşımıyla bizlere güven veren; sadece akademik değil, insani yönüyle de yolumu aydınlatan Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Ahmet BAYAR'a,

Eğitimim boyunca samimi ilgisiyle yanımda olan, bilgi ve deneyimlerini paylaşıp bana yol açan, içten ve teşvik edici tutumuyla her zaman cesaret veren değerli hocam Prof. Dr. Selçuk KESER'e,

Akademik yolculuğum boyunca düşüncelerimize gösterdiği saygı, nazik tutumu ve vizyoner bakış açısıyla bana ilham veren; tez sürecimin hem başlangıcında hem de ilerleyen her aşamasında yönlendirici katkılar sunan kıymetli hocam Doç. Dr. Murat SONGÜR'e,

Uzmanlık eğitimim boyunca engin tecrübesini ve ileri görüşlülüğünü bizlerle cömertçe paylaşan; yeni bakış açıları kazandırarak ufkumuzu genişleten, her ihtiyaç duyduğumda desteklerini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Ercan ŞAHİN'e,

Eğitimim büyük kısmında engin bilgi birikimi, yenilikçi ve yapıcı yaklaşımıyla bana rehberlik eden, her zaman destekleyici ve cesaret verici tutumuyla mesleki gelişimimde önemli bir rol oynayan saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Sancar Alp OVALI'ya,

Tezimdaki biyoistatistik analizine değerli katkılarını sunan Dr. Öğr. Üyesi M. Çağatay BÜYÜKUYSAL'a,

Asistanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan onur ve mutluluk duyduğum, bana sadece bir meslektaş değil aynı zamanda dost olduklarını hissettiren, her koşulda yanımda olan; saygı, sevgi ve samimiyetle destek veren değerli meslektaşlarım Dr. Mehmet Ali ÖZER, Dr. Agil HANİFAYEV, Dr. Osman ÇAY, Dr. Hakan BAŞAR, Dr. Gökhan BİLGİN, Dr. Hasan İŞSİZ, Dr. Mehmet Oktay GENÇAY, Dr. İsmail TAŞÇATAN, Dr. Alirıza ALTUNCU, Dr. Yasin Şerif ERHAN, Dr. Mehmet KARAMAN, Dr. Erdal KIRINTI, Dr. Abdullah Gökhan BAYRAKTAR, Dr. Berkay YILMAZ, Dr. Fatih Yasin YEŞİL, Dr. Okan GENÇ, Dr. Muhammed Haşım AKIN, Dr. Sinan GÜNDÜZ, Dr. İman İMANOV ve Dr. Samet MUZAFFER'e,

Eğitimim boyunca klinik ve ameliyathane ortamında birlikte çalıştığım, büyük bir özveri ve titizlikle görevlerini yerine getiren tüm ameliyathane hemşirelerine,

ameliyathane ve servis personeline; hasta bakımındaki hassasiyetleri ve profesyonellikleriyle süreci kolaylaştıran servis hemşirelerine; düzen ve organizasyonun kesintisiz sağlanmasında önemli rol oynayan servis sekreterine ve poliklinik sekreterine,

Hayatımın her aşamasında, karşılıksız sevgi ve fedakârlıkla beni destekleyen, zorluklar karşısında daima yanımda olan ve bugünlere gelmemde çok büyük paya sahip olan sevgili anneme, babama ve kardeşime,

Hayatımda çok önemli bir yere sahip olan, bana her zaman sıcaklık gösteren ve destek sağlayan, karşılıksız sevgi ve anlayışla yanımda olan sevgili kayınvalidem ve kayınpederime,

Her koşulda arkamda desteklerini hissettiğim, beraber geleceğe dair kurduğumuz ‘hayaller yolunda’ emin adımlarla ilerlediğimiz *Alaca* ailesinin değerleri fertleri olan ablam, abim ve küçük kızımız Aden’e,

Ve hayatımın her anında olduğu gibi bu zorlu uzmanlık eğitimi ve tez sürecinde de en büyük desteğim, en kıymetlim, can yoldaşım olan; yorulduğumda sabrıyla, umutsuzluğa kapıldığımda içten gülümsemesiyle beni yeniden ayağa kaldıran; motivasyonumu yitirdiğim anlarda verdiği cesaret ve varlığıyla sağladığı huzurla bu sürecin ve hayatımın en kıymetli dayanağı olan sevgili eşime,

Sonsuz teşekkürler...

Zonguldak-2025

Dr. Tunahan AKA

ÖZET

Tunahan Aka, Adölesan İdiyopatik Skolyoz Hastalarında Korse Tedavisinde Radyolojik Düzeltme Üzerinde Etkili Olan Faktörler, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2025.

Giriş: Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS), 10–18 yaş arasında ortaya çıkan, üç boyutlu omurga deformitesiyle seyreden kompleks bir hastalıktır. Tedavide amaç, eğriliğin ilerlemesini önlemek ve cerrahi gereksinimini azaltmaktır. Cobb açısı 20° – 45° olan hastalarda korse tedavisi temel konservatif yöntemdir. Ancak tedavi başarısını etkileyen hasta kaynaklı faktörler, özellikle eklem laksisitesi henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu çalışmada, eklem laksisitesi ve diğer hasta faktörlerinin korse tedavisindeki etkileri sistematik olarak incelenmiştir.

Gereç ve Yöntem: 2017–2024 yılları arasında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi'nde korse tedavisi gören 52 AİS hastasının retrospektif verileri analiz edilmiştir. Demografik bilgiler, radyolojik görüntülemeler, SRS-22r yaşam kalitesi anketi ve Beighton hipermobilité skorları değerlendirilmiştir. Cobb açısı değişimleri 6., 12. ve 18. aylarda incelenmiş, korse kullanım süresi ve egzersiz uyumu gibi faktörlerin etkileri araştırılmıştır.

Bulgular: Çalışmadaki hastaların %67.3'ü kız, yaş ortalaması 15.96 yıl, ortalama günlük korse kullanımı 17.8 saattir. Başlangıç Cobb açısı ortalama 26.7° iken, 18. ay sonunda 17.8° 'ye gerilemiştir ($p<0.001$). %59.6'sında $\geq 8^{\circ}$ düzeltme sağlanmış; bu grup korse uyumu ve yaşam kalitesi açısından anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.001$). Ek yakınmalar, skolyoz tipi (Lenke sınıflaması) ve korse kullanım süresi tedavi başarısında etkili bulunmuştur ($p<0.05$). Beighton skoru, egzersiz süresi, Risser evresi ve başlangıç Cobb açısı ile anlamlı ilişki saptanmamıştır.

Sonuç: AİS'te korse tedavisi erken başladığında ve yeterli süre uygulandığında Cobb açısında anlamlı iyileşme sağlanmaktadır. Tedavi başarısı, sadece radyolojik düzeltme değil, hastanın yaşam kalitesi ve psikososyal durumu ile de ilişkilidir. Gelecekte multidisipliner yaklaşımlar ve objektif tedavi uyumu ölçümlerinin öneminin artacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Adölesan İdiopatik Skolyoz, Korse Tedavisi, Eklem Laksisitesi, Radyolojik İyileşme*

ABSTRACT

Tunahan Aka, Factors Affecting Radiological Improvement in Brace Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients, Zonguldak Bülent Ecevit University Faculty of Medicine, Department of Orthopedics and Traumatology, Medical Specialty Thesis, Zonguldak 2025.

Introduction: Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is a complex pigment with three-dimensional spinal deformity that occurs between the ages of 10 and 18. The aim of treatment is to prevent the progression of the curvature and reduce surgery. Magnetic brace with a Cobb angle of 20°–45° is the basic conservative method. However, patient characteristics, especially bundle laxity, of treatment options have not yet been fully elucidated. This effective, insertion laxity and other preventive care systems in patient rights systematically separately.

Materials and Methods: Retrospective data of 52 AIS patients who received brace treatment at Zonguldak Bülent Ecevit University between 2017 and 2024 were analyzed. Demographic information, radiological imaging, SRS-22r quality of life questionnaire and Beighton hypermobility scores were evaluated. Cobb angle changes were examined at 6, 12 and 18 months, and summary results such as brace usage time and exercise sleep were investigated.

Results: 67.3% of the patients in the study were female, the mean age was 15.96 years, and the average daily brace use was 17.8 hours. While the initial Cobb angle was 26.7° on average, it decreased to 17.8° at the end of the 18th month ($p<0.001$). $\geq 8^\circ$ correction was achieved in 59.6%; this group showed a significant difference in terms of brace compliance and quality of life ($p<0.001$). Additional complaints, scoliosis type (Lenke classification) and brace usage duration were found to be effective in treatment success ($p<0.05$). No significant relationship was found with Beighton score, exercise duration, Risser stage and initial Cobb angle.

Conclusion: Conservative treatment in adolescent idiopathic scoliosis is accepted as an effective and safe intervention method. However, this effectiveness reaches its maximum level when combined with patient motivation, quality of life, social support and individualized approaches, not only with physical interventions. This study has made an original and holistic contribution to both clinical practice and literature by summarizing many factors that give direction to treatment. Conservative performance is

possible not only by giving a brace to the disease; but also by reading it correctly, supporting it in a readable and holistic way.

Keywords: *Adolescent Idiopathic Scoliosis, Brace Treatment, Joint Laxity, Radiological Improvement*



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xiii
GRAFİKLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Omurganın İşlevleri	4
2.2. Omurga Embriyolojisi	5
2.3. Omurga Anatomisi	10
2.4. Omurganın Biyomekanikliği	43
2.5. Omurganın Fizyolojik ve Patolojik Eğrilikleri	46
3. GEREÇ VE YÖNTEM	99
3.1. SRS-22r Anketi	100
3.2. Beighton Skorlaması	102
3.3. İstatistiksel Metod	103
4. BULGULAR	104
4.1. Demografik Özellikler	104
4.2. Çalışma Parametreleri	106
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	114
6. KAYNAKLAR	123
7. EKLER	137
Ek 1: Etik Kurul Onayı	137
Ek 2: SRS-22r Hasta Anketi	138

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simge/Kısaltma	Açıklaması
AİS	Adölesan İdiopatik Skolyoz
ark	Arkadaşları
n	Kişi Sayısı
m	Musculus
art	Artikularis
PHV	Peak Height Velocity
cm	Santimetre
PA	Posteroanterior
AP	Anteroposterior
BT	Bilgisayarlı Tomografi
MRG/MRI	Manyetik Rezonans Görüntüleme/Magnetic Resonance Imaging
BMI/VKİ	Body Mass Index/Vücut Kitle İndeksi
CSVL	Santral Sakral Vertikal Çizgi
SRS	Scoliosis Research Society
SOSORT	Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment
PSSE	Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercises
CTLSO	Servikotorakolumbosakral Ortez
TLSO	Torakolumbosakral Ortez
BrAIST	Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis Trial
SEAS	Scientific Exercise Approach to Scoliosis
SD	Standard Deviation

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Numarası	Şekil Başlığı	Sayfa No
1	Gastrulasyon ve paraksiyel mezodermin oluşması	6
2	Trilaminer germ diski ve somitlerin yerleşimi	7
3	Nöral tüp boyunca oluşan somitlerin aksiyel görünümü	7
4	Nöral tüp boyunca oluşan somitlerin koronal görünümü	7
5	Bir somitin gelişim aşamaları.	8
6	Kıkırdaklaşma ve kemikleşme	9
7	Vertebral kolonun üç yönden görünümü	11
8	Bir vertebranın sagittalden görünümü	12
9	Vertebra elemanları	13
10	C1, C2, C3 ve C4 vertebralara ait anatomik çizimler	14
11	C4, C5, C6 ve C7 vertebralara ait anatomik çizimler	15
12	Torakal vertebralar	16
13	Lomber vertebralar	17
14	Sakral ve koksigeal vertebralar	18
15	Vücudun kemiksel anatomisinin önden görünümünü tasvir eden bir kesit	15
16	Discus intervertebralis'in omurganın değişik bölgelerine göre yerleşimi	16
17	Diskler omurga için şok emicilerdir	21
18	Servikal vertebralara ait yüzeyel bağlar	23
19	Servikal vertebralara ait derin bağlar	24
20	Torakal vertebralara ait bağlar	25
21	Lomber vertebralara ait bağlar	26
22	Lumbosakral ve sakrokoksigeal bağlar	28
23	Her vertebral bölgenin tipik Z eklemleri	29
24	Faset eklemlerin BT ve MRG görüntüsü	30
25	Ekstrinsik sırt kasları	31
26	İntrinsik sırt kaslarının yüzeyel ve orta tabakası	33

27	İntrinsik sırt kaslarının derin tabakası	34
28	Columna vertebralis ve medulla spinalisin arteryel şeması	36
29	Omurların ve medulla spinalisin arteryel iç dolaşımı	37
30	Columna vertebralis ve medulla spinalisin venleri	38
31	Medulla spinalis ve spinal sinirlerin ön dalları	39
32	Spinal sinir köklerinin vertebralar ile ilişkisi	40
33	Medulla spinalis zarları ve sinir kö	41
34	Transvers kesitlerde spinal sinirin orijinini	42
35	Hareket Segmenti	43
36	Art. zygapophysialislerin omurganın servikal, torakal ve lumbal bölgelerindeki dizilimi	45
37	Omurganın fizyolojik eğrilikleri	46
38	Hipokrat merdiveni ve Hipokrat tahtası	48
39	Radyolojik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılan terimler	51
40	Adam's öne eğilme testi ve bazı muayene bulguları	60
41	Adam's öne eğilme testi ve skolyometrenin kullanımı	61
42	AP ve lateral grafiğin doğru çekim pozisyonu	67
43	Cobb açısı ölçüm metodu	68
44	Nash-Moe metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü	70
45	Perdriolle torsiometresi	71
46	SVA ve kifoz açısı hesaplama metodu	72
47	Ayakta lateral radyografiden değerlendirilen sagittal pelvik parametreler	73
48	Risser derecelendirmesi	75
49	Bending grafi çekim pozisyonu	77
50	3 boyutlu iskelet sistemi görüntüleme cihazı	80
51	Skolyozlu bir hastanın EOS görüntüsü	80
52	King Moe sınıflaması	82
53	Lenke sınıflaması	84
54	Lenke sınıflamasının kullanım yöntemi	85
55	PUMC sınıflaması	85

56	Gövde alçılama masası ve hastanın alçılama için hazırlanması	91
57	Alçılama yapılmış bir hastanın önden ve arkadan görünümü	91
58	Millwaukee korse (CTLSO)	93
59	Boston korse (TLSO)	94
60	Chêneau korse (TLSO)	94
61	Charleston Bending Brace (TLSO)	94
62	Beighton skorlaması fizik muayene basamakları	102



TABLolar DİZİNİ

Tablo Numarası	Tablo Başlığı	Sayfa No
1	Çalışmaya dahil edilen hastaların cinsiyete göre dağılımı	104
2	Hasta profilini tanımlayıcı bazı ortalama değerler	104
3	Hastaların Lenke sınıflamalarına göre dağılımı	105
4	Risser evrelemesine göre hasta sayıları	105
5	Yüksek ve düşük düzelme grubundaki hasta sayıları ve oranları	106
6	Ek yakınma olup olmama durumunun düzelme miktarıyla korelasyonunu gösteren SPSS tablosu	107
7	Ek yakınma olup olmama durumunun ki-kare test sonucunu gösteren SPSS tablosu	107
8	Günlük ortalama korse kullanım süresi için çalışılan Mann-Whitney U test sonucunu gösteren SPSS tablosu	109
9	Beighton skoru ve düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu	110
10	Egzersiz süresine göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu	111
11	Risser evrelemesine göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu	111
12	Başlangıç Cobb açısına göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu	112
13	BMI'ye göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu	112
14	Tahmini erişkin boya göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu	113
15	İstatiksel verilerin özeti	113

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik Numarası	Grafik Başlığı	Sayfa No
1	Ek yakınma durumlarının dağılımı	105
2	Tedavi süresince hastaların ortalama cobb açılarının değişimi	106
3	SRS-22r skoruna göre düzelme yüzdeleri	108
4	Lenke sınıflamasına göre düzelme yüzdeleri	108
5	Günlük ortalama korse kullanım süresini gösteren, SPSS'ten alınmış bir grafik	109
6	Beighton skoruna göre yüksek ve düşük düzelme gösteren hastalar	110

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Omurga deformiteleri, tıbbi literatürde en eski bilinen hastalık gruplarından biridir. Skolyoza dair ilk tanımlamalar, milattan önce 3500–1800 yılları arasında yazıldığı düşünülen Hint mitolojik metinlerine kadar uzanmaktadır. Antik çağ hekimlerinden Hipokrat, omurga deformitelerini tanımlayan ve tedavi yöntemlerini geliştirmeye çalışan ilk kişilerden biridir. Onu izleyen Galen ise skolyoz, kifoz ve lordoz terimlerini ilk defa kullanarak, omurganın anatomi ve patolojisine ilişkin temel kavramların şekillenmesine katkı sağlamıştır. Bu tarihsel bağlamda, skolyozun yalnızca klinik değil, aynı zamanda insanlığın tıbbî düşünce tarihindeki evrimi açısından da önemli bir yeri olduğu görülmektedir [1].

Modern skolyoz kavramı, 20. yüzyılın başlarında Amerikalı ortopedi cerrahı John Cobb'un geliştirdiği "Cobb açısı" ölçüm yöntemiyle daha sistematik bir hale gelmiştir. Bu yöntem, omurga eğriliğinin objektif olarak derecelendirilmesine ve hastalığın seyrinin izlenmesine olanak sağlamış; günümüzde hem tanı hem de tedavi takibi açısından klinik standardizasyonun temel taşlarından biri hâline gelmiştir [2].

Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS), 10–18 yaş arasında ortaya çıkan, bilinen bir neden olmaksızın gelişen ve omurgada üç boyutlu deformiteyle seyreden kompleks bir hastalıktır. Omurganın koronal düzlemde lateral deviasyonu, sagittal planda fizyolojik eğriliklerde bozulma ve transvers planda vertebral rotasyon gibi yapısal değişikliklerle karakterizedir. Tüm idiyopatik skolyoz vakalarının yaklaşık %80'ini oluşturan bu form, pediatrik yaş grubunda en sık karşılaşılan omurga deformitesi olup, toplumda yaklaşık %2–4 oranında bir yaygınlığa sahiptir. AİS, özellikle kız çocuklarda erkeklere göre belirgin şekilde daha sık görülmektedir [3].

AİS'in etiyolojisi halen tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte, hormonal dengesizlikler, nöromusküler faktörler, asimetric büyüme, kas-iskelet sistemi dengesizlikleri ve genetik yatkınlık gibi çok sayıda teori üzerinde durulmaktadır. AİS'li bireylerin yaklaşık üçte birinde aile öyküsünün bulunması, genetik geçişin rolünü desteklemektedir. Monozigot ikizlerdeki yüksek korelasyon oranları da bu hipotezi güçlendirmektedir. Bununla birlikte, günümüze kadar yapılan çalışmalarda tek başına herhangi bir etiyolojik faktörle hastalık gelişimi arasında evrensel bir ilişki saptanamamış olması, AİS'in multifaktöriyel bir hastalık olduğuna işaret etmektedir [4].

AİS, yalnızca postüral bir problem olarak kalmamakta, eğriliğin derecesine ve ilerleyici doğasına bağlı olarak ciddi kozmetik, fonksiyonel ve psikososyal sonuçlara da yol açabilmektedir. İleri dereceli skolyoz olgularında kardiyopulmoner kısıtlılık, kronik ağrı, postüral bozukluklar ve özsaygı kaybı gibi çok boyutlu klinik yansımalar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, hastalığın erken tanısı ve zamanında müdahalesi, uzun vadeli morbiditenin önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır [5].

AİS tedavisinde temel hedef; eğriliğin ilerlemesini durdurmak, eğriliği mümkün olduğunca düzeltmek ve cerrahi müdahale gereksinimini minimize etmektir. Tedavi kararı; hastanın yaşı, cinsiyeti, iskelet maturasyon düzeyi, eğriliğin lokalizasyonu ve Cobb açısı gibi çok sayıda parametreye göre belirlenmektedir. Konservatif tedavi modaliteleri arasında yer alan korse kullanımı, özellikle Cobb açısı 20°–45° arasında olan ve büyüme potansiyeli devam eden bireylerde, progresyonun engellenmesi açısından altın standart bir yöntem olarak kabul edilmektedir [6].

Korse tedavisinin başarısı, yalnızca mekanik prensiplere değil; aynı zamanda hasta özelliklerine, tedaviye uyum düzeyine ve bireysel biyolojik faktörlere de bağlıdır. Literatürde, korse tedavisinin başarısını etkileyen parametreler arasında cinsiyet, kronolojik yaş, iskelet maturasyon durumu, vücut kitle indeksi, başlangıç Cobb açısı, eğrilik paterni, günlük korse kullanım süresi, tedaviye başlama zamanı ve tedaviye uyum gibi birçok değişken sayılmaktadır. Bununla birlikte, bu faktörlerin radyolojik düzelme üzerindeki görece ağırlıkları halen tartışmalı olup, çeşitli çalışmalarda çelişkili sonuçlar bildirilmiştir [7].

Son yıllarda, skolyoz gelişiminde rol oynayabileceği öne sürülen eklem laksitesisi kavramı da, korse tedavisinin başarısı ile ilişkili potansiyel bir belirleyici olarak dikkat çekmektedir. Eklem laksitesinin skolyoz prevalansı üzerindeki etkisine dair bazı veriler bulunmakla birlikte, bu değişkenin korse tedavisi sürecindeki radyolojik düzelme ve genel tedavi başarısına olan katkısı henüz yeterince aydınlatılamamıştır [8].

Korse tedavisinin başarısını öngörebilecek klinik ve radyolojik prediktörlerin belirlenmesi, tedavi yaklaşımlarının bireyselleştirilmesine katkı sağlayacak; hasta uyumunu artıracak ve uzun vadeli fonksiyonel sonuçları olumlu yönde etkileyecektir. Korse tedavisinde yalnızca progresyonun engellenmesi değil, aynı zamanda radyolojik düzelmenin sağlanması da önemli bir başarı kriteri olarak kabul edilmeli; bu nedenle, bu parametreyi etkileyen faktörlerin sistematik olarak analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu nedenle, bu çalışmada eklem laksitesi ve diğerk hasta kaynaklı faktörlerin korse tedavisi ile sağlanan radyolojik düzelme üzerindeki etkilerinin sistematik olarak incelenmesi amaçlanmaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Omurganın İşlevleri

Omurga (columna vertebralis), insan vücudunun temel yapılarından biridir ve çok yönlü işlevlere sahiptir. Başta merkezi sinir sistemi olmak üzere birçok sistemi doğrudan etkileyen bu yapı, hem yapısal hem de işlevsel açıdan büyük önem taşır. Omurga, boyundan kuyruk sokumuna kadar uzanır ve 33 omurdan oluşur. Bu omurlar, servikal (boyun), torakal (sırt), lomber (bel), sakralve koksigeal (kuyruk sokumu) olmak üzere beş bölgeye ayrılır. [9]

Omurga, vücudun dik durmasını sağlayan ana destek yapısıdır. Başın, gövdenin ve üst uzuvların ağırlığını taşır. Aynı zamanda kas ve bağ dokularının tutunma noktasıdır. Bu sayede insan, yürüyebilir, koşabilir, oturabilir ve çeşitli hareketleri yapabilir. Omurgadaki kıvrımlar (servikal ve lomber lordoz, torakal ve sakral kifoz), dengeyi sağlamak ve darbelere karşı esneklik kazandırmak için anatomik olarak özelleşmiştir. [10]

Omurga, hem esnek hem de dayanıklı bir yapıya sahiptir. Omurlar arasındaki diskler ve faset eklemleri sayesinde belirli bir hareket açıklığına izin verir. [11] Bu yapı sayesinde başın çevrilmesi, belin eğilmesi, vücudun dönmesi gibi hareketler mümkün olur. Ayrıca omurgaya bağlı kaslar sayesinde hareketlerin yönü ve gücü kontrol edilir.

Omurganın en önemli işlevlerinden biri, omurilik gibi hayati öneme sahip bir yapıyı korumaktır. Omurilik, beyin ile vücut arasındaki sinirsel iletişimi sağlayan bir sinir ağıdır. Omurların ortasında yer alan omurilik kanalı (spinal kanal), bu yapıyı dış etkenlerden korur. [10] Ayrıca omurilikten çıkan sinir kökleri de omurlar arası açıklıklardan (foramen intervertebrale) geçerek vücudun çeşitli bölgelerine dağılır. Omurganın bu yapısı, merkezi sinir sisteminin güvenliğini sağlar. [11]

Omurlar arasında yer alan intervertebral diskler, jel benzeri çekirdeklere (nucleus pulposus) ve dayanıklı dış katmanlara (annulus fibrosus) sahiptir. Bu diskler, hareket sırasında oluşan şokları emer ve yükü eşit şekilde dağıtarak omurların hasar görmesini önler. Bu özellik, özellikle koşma, zıplama gibi yüksek darbeli hareketlerde omurganın bütünlüğünü korur. [11]

Omurgadaki bazı kemik yapılar (özellikle omur gövdeleri), kırmızı kemik iliği içerir. Bu ilik, vücudun ihtiyacı olan kan hücrelerinin üretildiği yerdir. [10] Alyuvarlar, akyuvarlar ve trombositler burada üretilerek dolaşım sistemine katılır. Bu işlev, bağışıklık sisteminin güçlü kalmasında ve oksijen taşınmasında dolaylı olarak omurgayı önemli bir konuma getirir.

Omurga, vestibüler sistem (denge sistemi) ile birlikte çalışarak vücut pozisyonunun korunmasına yardımcı olur. [11] Özellikle bel ve boyun bölgelerinde yer alan propriyoseptif reseptörler (pozisyon duygusu sağlayan sinir uçları), vücudun uzaydaki konumunu algılamamıza katkı sağlar. [9]

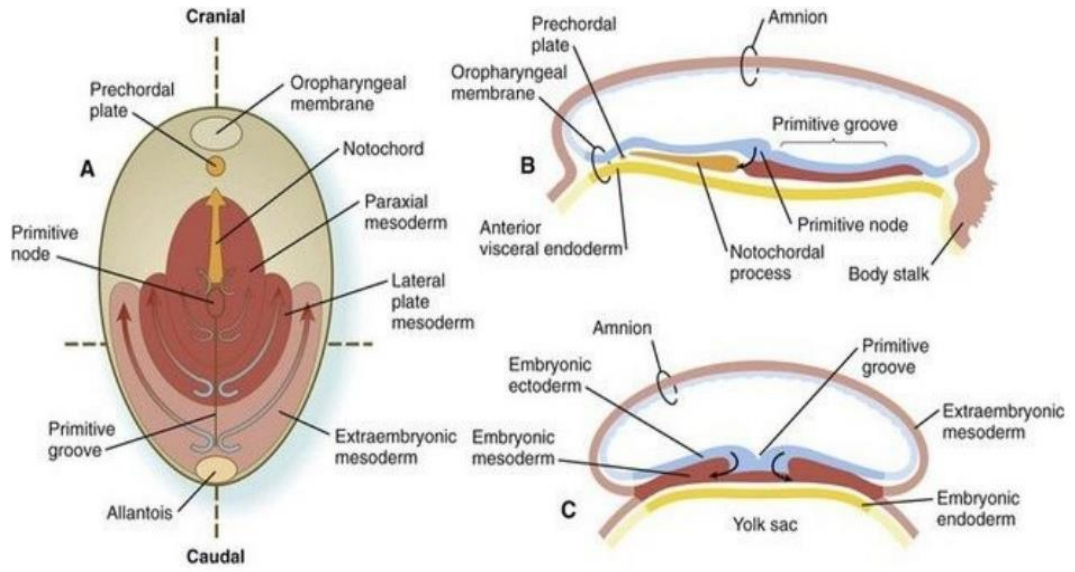
Sonuç olarak omurga sadece vücudu ayakta tutan bir yapı değil; aynı zamanda sinir sistemini koruyan, hareket kabiliyeti sağlayan, kan üretimine katkı yapan ve vücudun genel işlevselliğini sürdüren çok yönlü bir organdır.

2.2. Omurga Embriyolojisi

Omurga embriyolojisi, çok sayıda biyolojik sürecin ve hücrel dönüşümün yer aldığı karmaşık bir gelişim sürecidir. Bu süreç, embriyonun erken dönemlerinden itibaren başlar, doğuma kadar birçok aşamayı içerir ve doğumdan sonra da bazı açılardan devam eder. Her aşama belirli bir moleküler, hücrel ve anatomik dönüşümü gerektirir. Omurga embriyolojisinin her aşaması, birbiriyle bağlantılı ve son derece hassas bir şekilde gerçekleşen biyolojik süreçlerdir.

Omurga, insan vücudunun merkezi iskelet yapısını oluşturur ve sinir sistemini koruyarak vücuda destek sağlar. Omurganın embriyonik gelişimi, karmaşık ve dikkatle düzenlenmiş bir süreçtir. Bu süreçteki herhangi bir aksama, doğuştan gelen anomalilere yol açabilir. Omurga gelişimi, gastrulasyon aşamasından başlayarak, somitleşme, segmentasyon, kırıldaklaşma, kemikleşme ve intervertebral disklerin oluşumuyla devam eder.

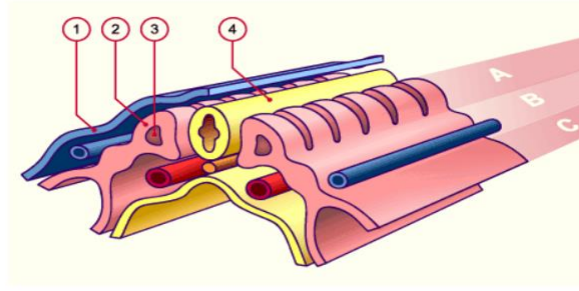
Embriyonik gelişimin üçüncü haftasında, gastrulasyon adı verilen bir süreç başlar. [12] Bu süreçte, epiblast hücreleri içeriye doğru hareket ederek üç ana germ tabakasını oluşturur: ektoderm, mezoderm ve endoderm (Şekil 1)



Şekil 1: Gastrulasyon ve paraksiyel mezodermin oluşması

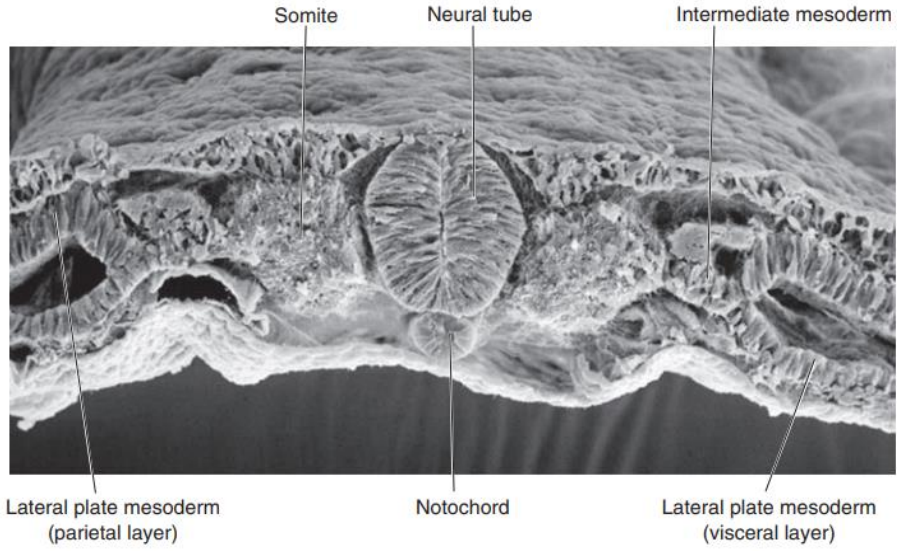
- A. Gastrulasyon sürecindeki bir insan embriyosunun dorsal (sırt) görünümü. Oklar, epiblast tabakası üzerinden ilkel çizgiye doğru, çizgi boyunca ve çizgiden uzaklaşarak yeni oluşan mezoderme doğru gerçekleşen hücre hareketlerinin yönünü göstermektedir.
- B. Aynı embriyonun kraniokaudal eksenini boyunca alınmış sagittal kesiti. Kavisli ok, hücrelerin ilkel noddan geçerek notokord (korda dorsalis) yapısına ilerlediğini göstermektedir.
- C. A panelinde gösterilen (kesikli çizgilerle belirtilmiş) ilkel çizgi seviyesinden alınmış enine kesit. [13]

Mezodermin bir bölgesi olan paraksiyal mezoderm, omurganın gelişimi için kritik öneme sahiptir. Paraksiyal mezoderm, embriyonun her iki yanında sıralanan segmentler halinde düzenlenir ve bu segmentlere somitler denir. [14](Şekil 2,3,4) İlk somit çifti yaklaşık olarak 20. günde oluşmaya başlar ve gelişim devam ettikçe toplamda 42-44 çift somit ortaya çıkar. Bu somitler, omurganın segmental yapılarının temelini atar.

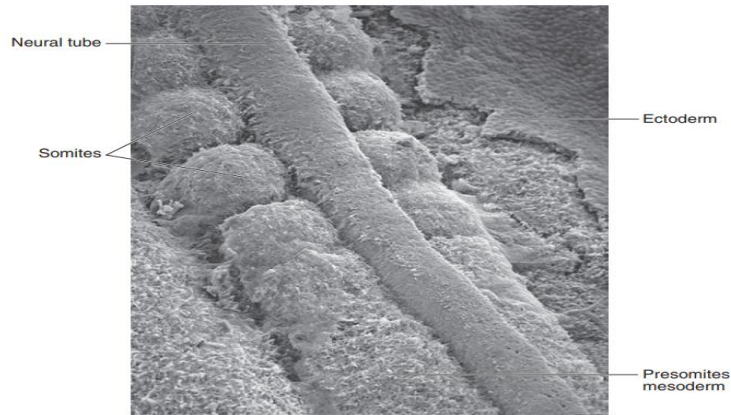


A-Paraksiyal (dorsal) mezoderm
 B-İntermediyer mezoderm
 C-Lateral mezoderm
 1-Ektoderm
 2-Somit
 3- Somitose
 4-Nöral tüp

Şekil 2: Trilaminar germ diski ve somitlerin yerleşimi [15]

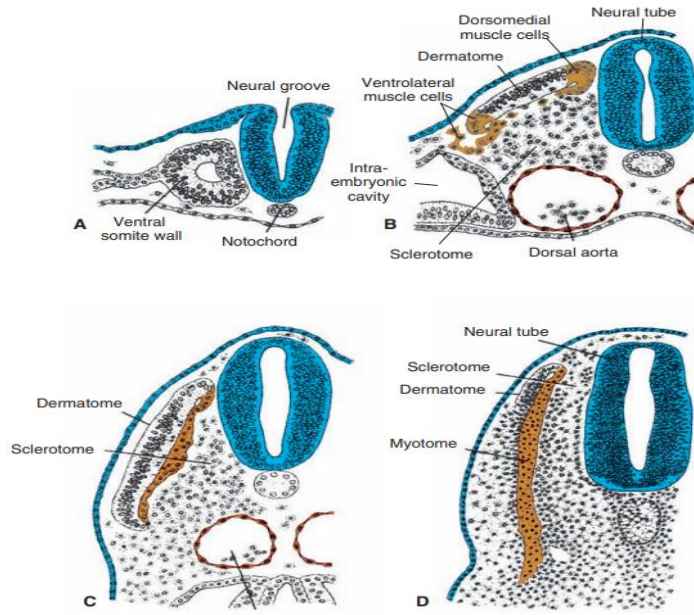


Şekil 3: Nöral tüp boyunca oluşan somitlerin aksiyel görünümü [12]



Şekil 4: Nöral tüp boyunca oluşan somitlerin koronal görünümü [12]

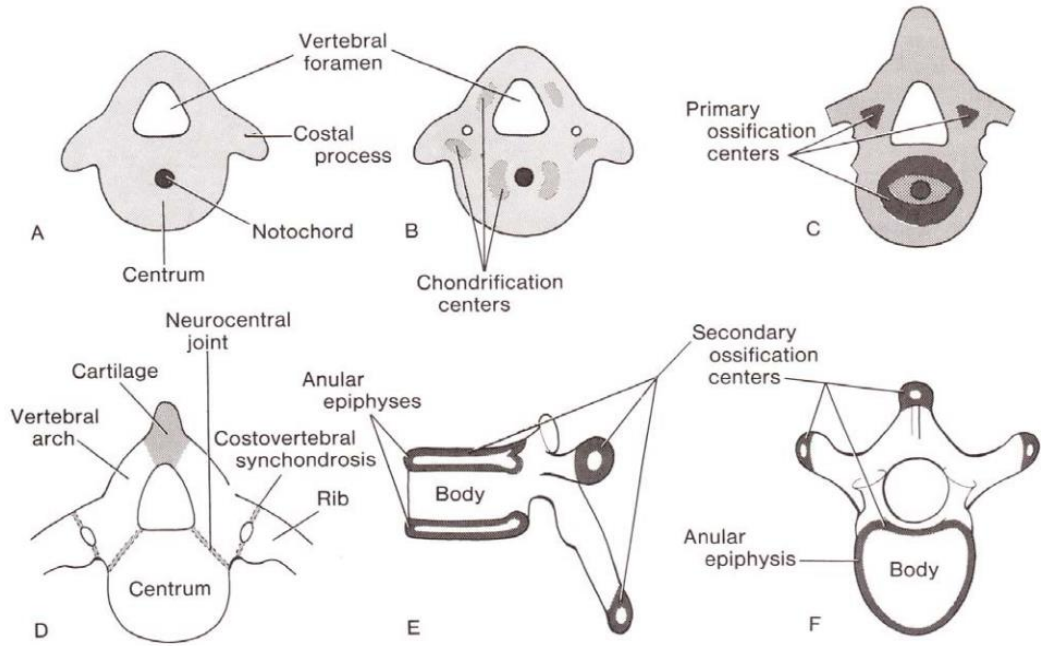
Somitler, paraksiyal mezodermin segmental yapılarıdır ve her biri üç ana bölüme ayrılır: sklerotom, miyotom ve dermatom. [12] Sklerotom, omurganın kemik yapılarını oluştururken, miyotom kas dokusunun gelişiminden sorumludur ve dermatom, derinin altındaki bağ dokusunun gelişmesini sağlar. Sklerotom hücreleri, notokord etrafında yerleşir ve omurganın doğru bir şekilde segmental olarak oluşmasına olanak sağlar. Bu hücreler, epitelyal-mesenkimal dönüşüm geçirerek daha hareketli hale gelir ve omurga gelişiminde önemli bir rol oynar.(Şekil 5)



Şekil 5: Bir somitin gelişim aşamaları. A: Epitelizasyona uğramış mezoderm hücreleri küçük bir boşluğun etrafında düzenlenir. B: Somitin ventral ve medial duvarlarındaki hücreler epitel düzenlemelerini kaybeder ve nöral tüp ve notokordun etrafında göç eder. Bu hücreler toplu olarak omurları ve kaburgaları oluşturacak olan sklerotomu oluşturur. C, D: Bu arada, dorsomedial ve ventrolateral bölgelerdeki hücreler kas öncü hücrelerine farklılaşırken, bu bölgeler arasında kalan hücreler dermatomu oluşturur. [12]

Somitlerin gelişimi sırasında, sklerotom hücreleri iki ana parçaya ayrılır. Bu süreç, omurganın düzgün bir şekilde segmental olarak oluşmasına yardımcı olur. Alt parça (kaudal parça), bir üst somitten gelir ve alt vertebra cismi ile birleşir. Üst parça (kranial parça) ise bir alt somitten gelir ve üst vertebra cismi ile birleşir. Bu süreç, her vertebranın iki farklı somitten türetilmesini sağlar ve spinal sinirlerin her omurdan düzgün şekilde çıkabilmesini temin eder. [16]

Omurganın gelişim sürecinin başında, vertebra ve omurga yapıları, hiyalin kıkırdak modelinden oluşur. [17] Bu model, omurganın şekil almasını sağlar. Kıkırdak model, omurların gelişmesi için bir temel oluşturur. 5. haftada omurga, kıkırdak yapısına sahip olur (Şekil 6). Kemikleşme süreci, doğumdan önce tamamlanmaz. Kemikleşme, doğum sonrası epifiz plakları ve epifiz cisimleri gibi ek kemikleşme merkezlerinin oluşmasıyla devam eder. Bu süreç, omurganın sağlamlık ve dayanıklılık kazanmasını sağlar.



Şekil 6:

A-5 haftalık bir embriyoda mezenkimal dokudan oluşan omur yapısı mevcuttur.

B- 6. haftada kıkırdak yapının oluşum merkezleri ortaya çıkmaktadır.

C- 7. haftada ilk kemikleşme merkezleri belirgin hale gelir.

D- Doğum anında, torasik omurda üç ayrı kemik parçası bulunur.

E- Ergenlik döneminde, tipik bir torasik omurun yandan görünümünde sekonder (ikincil) kemikleşme merkezleri izlenebilir.

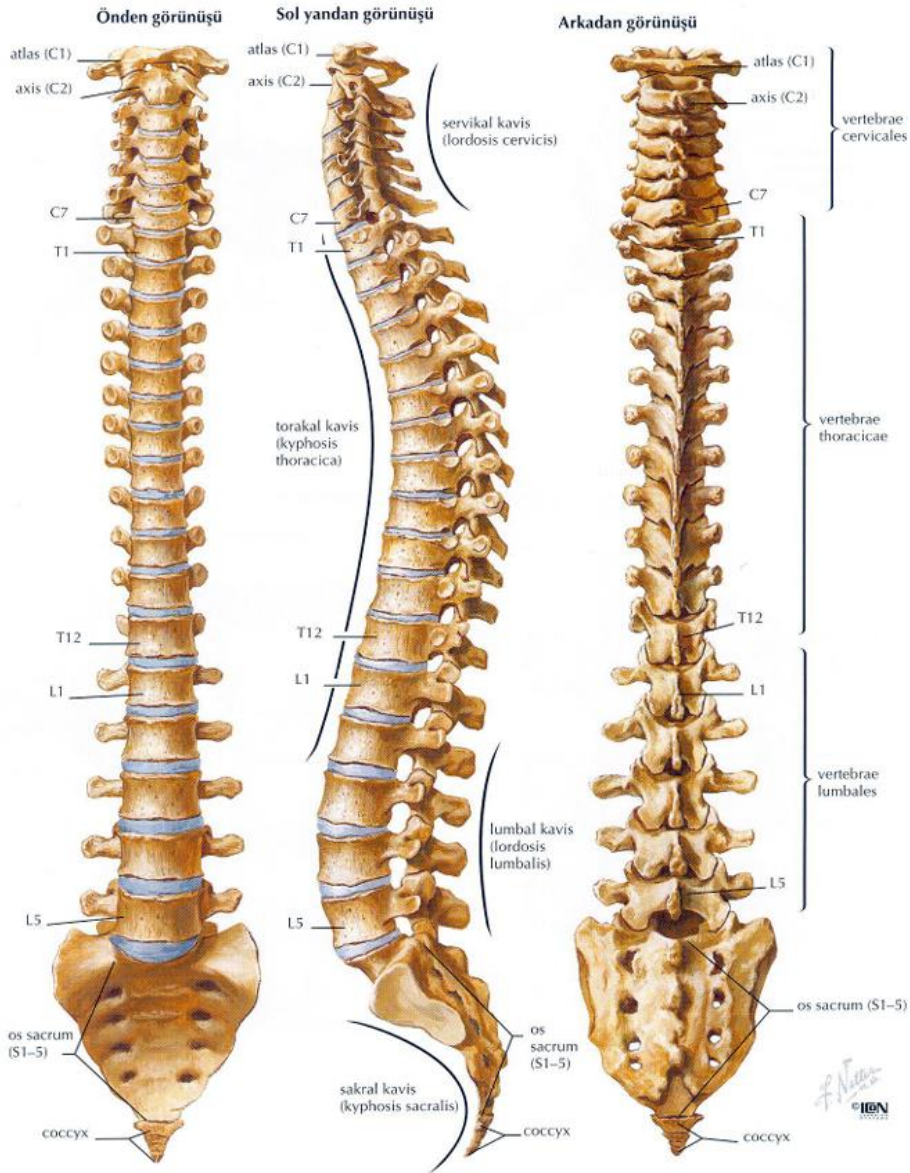
F- Aynı şekilde, puberte döneminde tipik bir torasik omurun üstten görünümünde de sekonder kemikleşme alanları gözlenmektedir. [18]

İntervertebral diskler, omurganın şok emici ve hareketli yapılarındandır. Diskler, nucleus pulposus (iç kısım) ve anulus fibrosus (dış kısım) olmak üzere iki ana yapıdan oluşur [10]. Nucleus pulposus, notokord kalıntılarından türetilir ve disklerin merkezinde bulunur. Bu yapı, disklerin şok emici işlevini yerine getirir. Anulus fibrosus ise sklerotomdan türetilir ve disklerin dış kısmını oluşturur. Anulus fibrosus, disklerin dış yapısını oluşturur ve omurlar arasındaki hareketi sınırlayarak stabilite sağlar.

2.3. Omurga Anatomisi

A) Kemiksel Anatomi

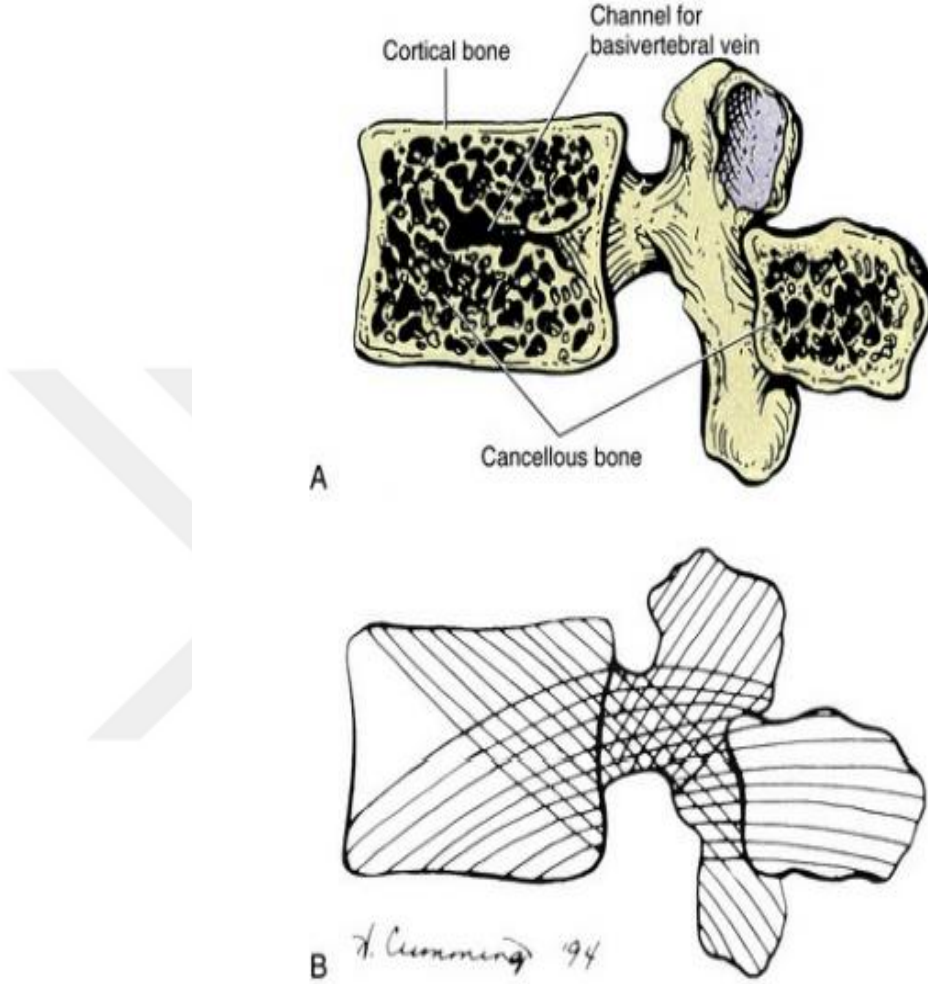
Columna vertebralis, insan vücudunda merkezi aksiyel iskeletin en temel yapılarından birini oluşturur. İnsan vücudunda omurga, başın taşınması, gövdenin dik duruşunun sağlanması, vücut ağırlığının alt ekstremitelere iletilmesi, hareket kabiliyetinin düzenlenmesi ve medulla spinalis'in korunması gibi çok sayıda hayati görevi yerine getirir. [16] Bu yapı, embriyolojik olarak sklerotomlardan türeyen ve postnatal dönemde segmental kemikleşme süreçlerini tamamlayan 33 adet vertebradan oluşur. Vertebrae anatomik olarak servikal (C1–C7), torakal (T1–T12), lumbal (L1–L5), sakral (S1–S5) ve koksigeal (Co1–Co4/5) olmak üzere beş bölgeye ayrılır. [10] (Şekil 7)



Şekil 7: Vertebral kolonun üç yönden görünümü. A, Servikal, torasik, lomber ve sakral bölgeleri gösteren önden görünüm. B, Yan görünüm. C, Vertebral kolonun arka görünümü. [19]

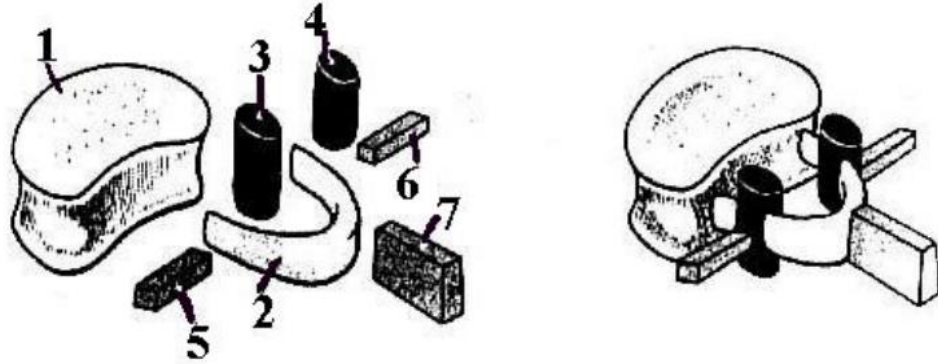
Bir omur temel olarak ön kısımdaki korpus vertebra ve arka kısımdaki arkus vertebra olmak üzere iki ana bölümden oluşur. [16]. Bu iki yapı arasında yer alan foramen vertebrale, üst üste sıralanmış omurlarla birlikte canalis vertebralis oluşturur. Burada medulla spinalis ve ona ait meninksler yer alır. Korpus vertebra, vücut ağırlığını taşıyan, anterior yerleşimli, silindirik ve süngerimsi bir kemik yapıdır. Dış yüzeyi kortikal

kemikten, iç yapısı ise trabeküler kemikten oluşur (Şekil 8). Üst ve alt yüzeylerinde discus intervertebralis ile eklemleşen hiyalin kıkırdak plakalar bulunur. [19]



Şekil 8: A. Bir vertebranın kortikal ve süngerimsi kemiği gösteren sagittal görünümü. B.Bir vertebranın trabekülasyon deseni [20]

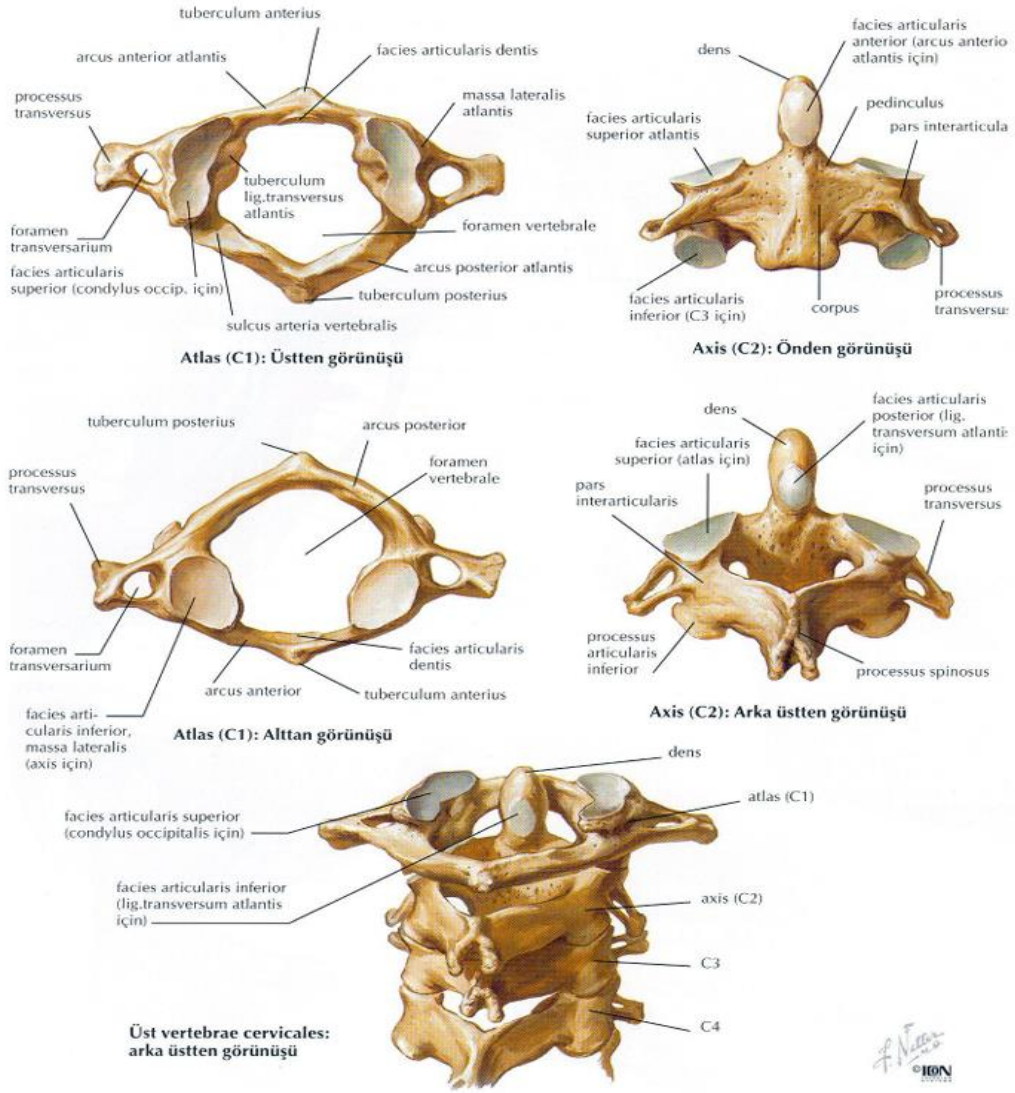
Arkus vertebra, pedikül ve laminalardan oluşarak omur deliğini arkadan sınırlar. Ayrıca arkus üzerinden çıkan çeşitli çıkıntılar (processus spinosus, processus transversus, processus articularis superior ve inferior), omurlar arası eklemlerin ve kas/bağ tutunma noktalarının oluşmasını sağlar. [16] (Şekil 9)



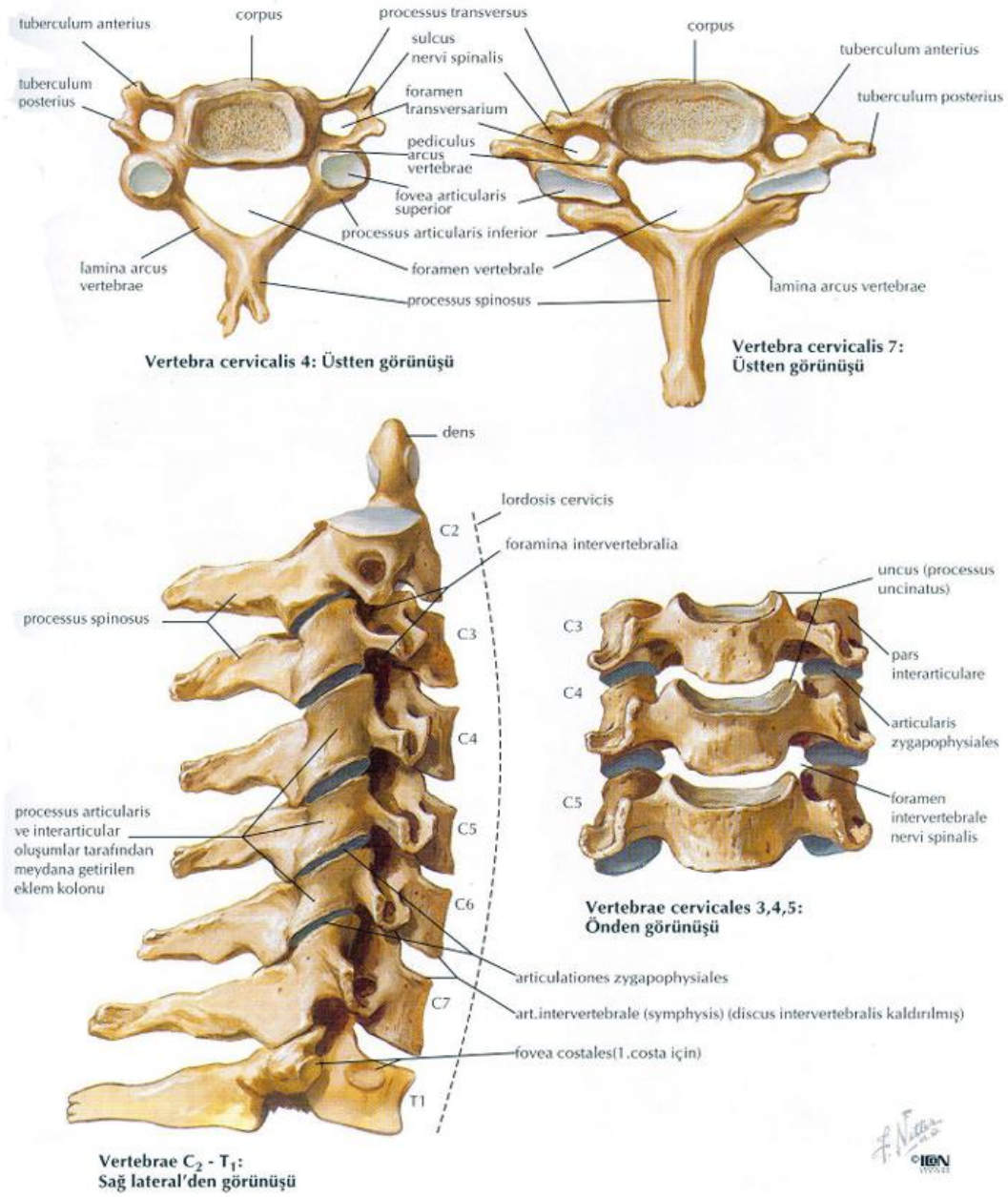
Şekil 9: Vertebra elemanları. 1) Corpus vertebrae, 2) Arcus vertebrae, 3-4) Processus articularis, 5-6) Processus transversus, 7) Processus spinosus [21]

Servikal bölge, en hareketli omurga segmentini oluşturur ve baş-boyun hareketlerinin gerçekleştirilmesinde görev alır. [22]. Tipik servikal omurlar (C3–C6), küçük ve geniş korpuslara, çatallı (bifid) spinöz çıkıntılara ve transvers proseslerinde foramen transversarium’a sahiptir. Bu foramenlerden A. vertebralis, V. vertebralis ve plexus sympathicus geçer. [19]

Atlas (C1) omuru, korpusu olmayan, ön ve arka arkuslardan oluşan bir halkadır. [16] Fovea dentis adlı çukur, Axis (C2) omurunun densi ile eklemler. [16]. Axis, kendine özgü olarak korpusundan yukarı doğru uzanan dens (odontoid çıkıntı) ile atlas ve kafatası arasında dönme hareketine olanak tanır. C7 ise “vertebra prominens” olarak adlandırılır; uzun spinöz çıkıntısı palpe edilebilir özelliktedir. [19] (Şekil 10,11)

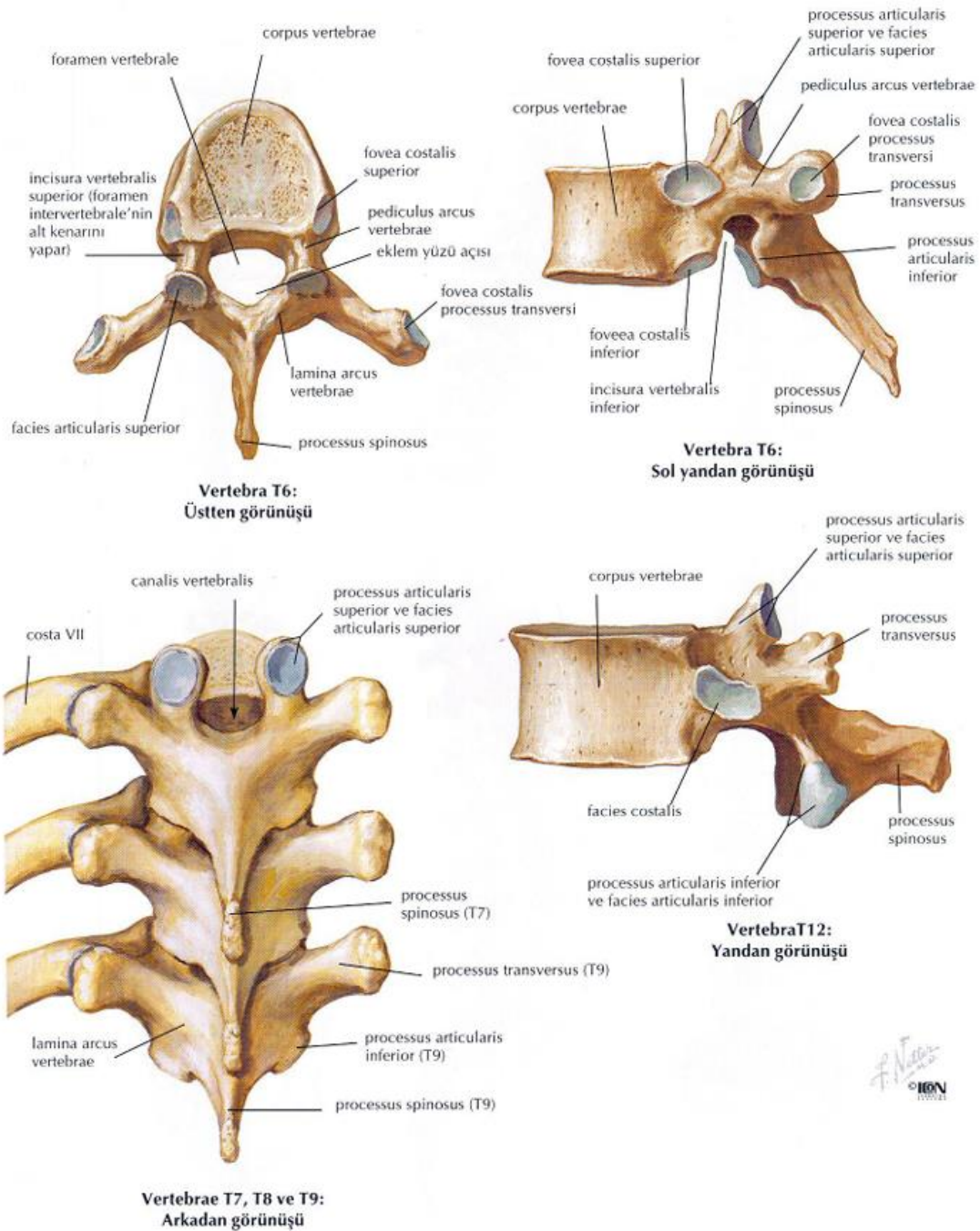


Şekil 10: C1, C2, C3 ve C4 vertebralara ait anatomik çizimler [19]



Şekil 11: C4, C5, C6 ve C7 vertebralara ait anatomik çizimler [19]

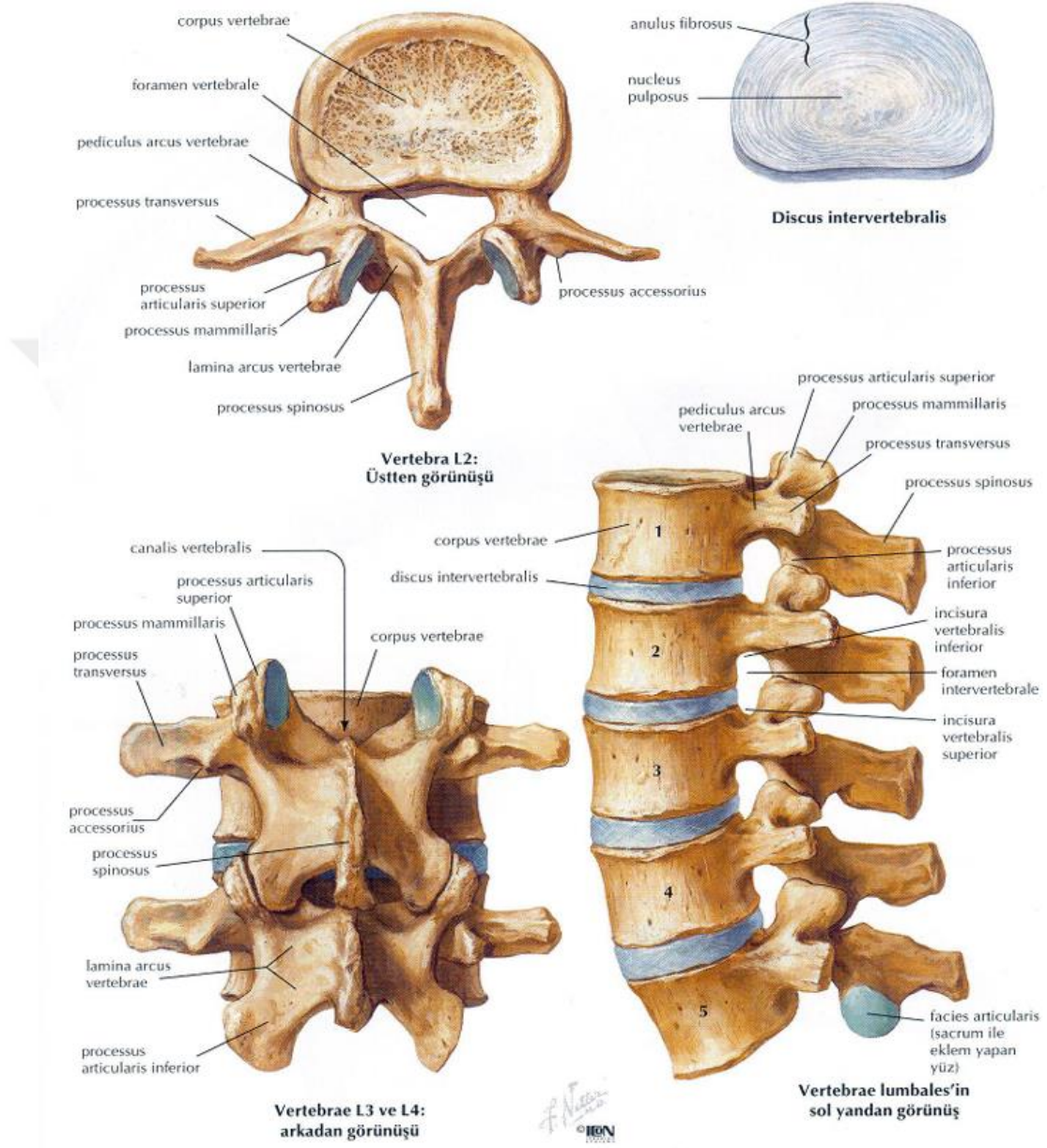
Torakal omurlar, göğüs kafesiyle eklemlenen rijit yapılardır. [22] Korpusları kalp şeklinde, spinöz çıkıntıları uzun ve aşağı eğimlidir [16]. Her torakal omur, kaburgalarla eklemlenmeye uygun olacak şekilde fovea costalis superior ve inferior isimli çukurlara sahiptir [19]. Ayrıca transvers çıkıntılarında da kaburgaların tüberkülleriyle eklemlenen yüzeyler yer alır. Faset eklemleri frontal düzlemedir ve bu sayede rotasyon hareketleri mümkün olurken fleksiyon/ekstansiyon sınırlıdır. [22] (Şekil 12).



Şekil 12: Torakal vertebralar [19]

Lumbal omurlar, vücut ağırlığının en büyük kısmını taşıdıkları için en hacimli ve güçlü omurlardır. Korpusları oval ve geniş, foramen vertebrale'si üçgen şeklindedir. Spinöz çıkıntılar kısa, kalın ve horizontal yönlüdür. [19] Transvers çıkıntılar embriyolojik olarak kostal elementlerden gelişmiş olup uzun ve incedir. Ek olarak, processus accessorii ve processus mammillaris gibi kas tutunma yüzeyleri bulunur. Faset

eklemler sagittal düzlemededir, bu da fleksiyon ve ekstansiyona olanak tanırken rotasyonu sınırlar. [16](Şekil 13).

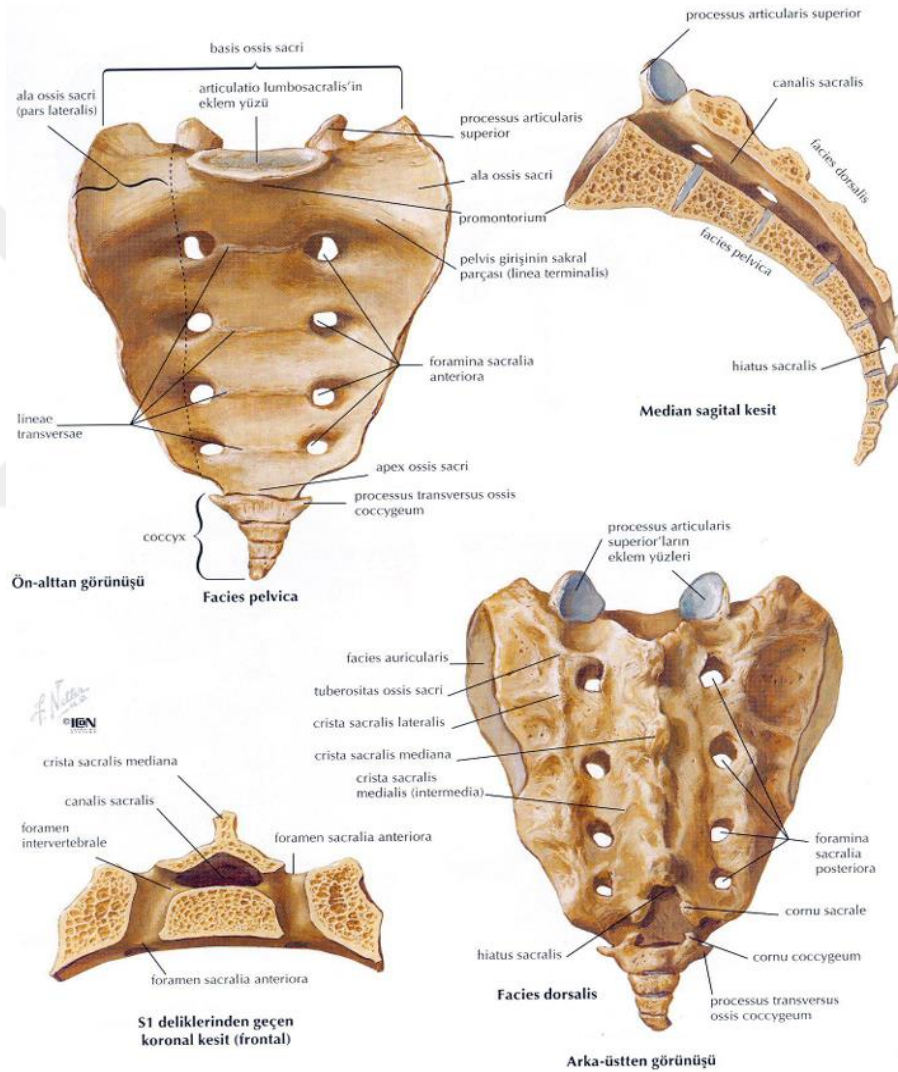


Şekil 13: Lomber vertebralar [19]

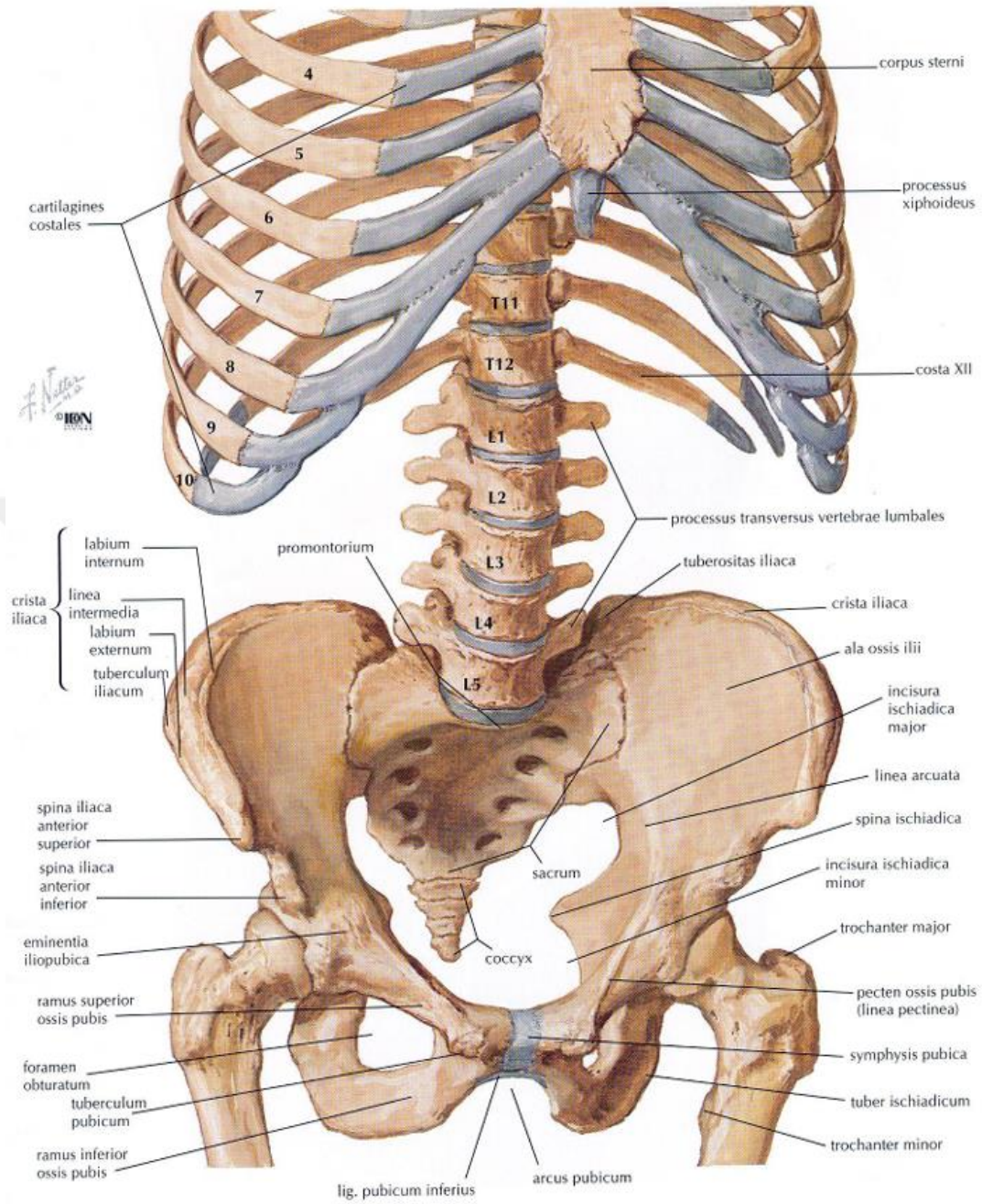
Beş sakral omur erişkin yaşta birleşerek tek bir kemik olan os sacrumu oluşturur. Sakrum, pelvisin arka duvarını oluşturur ve yükün ilium aracılığıyla alt ekstremitelere iletilmesini sağlar. [14] Canalis vertebralis burada canalis sacralis adını alır ve alt uçta hiatus sacralis ile sonlanır. Ön ve arka yüzeylerde foramina sacralia anteriora ve

posteriora bulunur; buradan spinal sinir dalları geçer. Sakrumun lateral yüzeyinde yer alan facies auricularis, os ilium ile eklemleşerek artikulatio sacroiliacayı oluşturur. [22](Şekil 14)

Kuyruk sokumu kemiği (os coccygis), rudimenter yapıdaki dört veya beş adet koksigeal omurun kaynaşmasıyla oluşur. [16] Fonksiyonel hareket yeteneği bulunmaz. Üstteki ilk koksigeal omur nispeten belirgindir ve sakrumla eklemleşen cornua coccygea çıkıntılarına sahiptir. M. coccygeus ve bazı pelvik bağların tutunduğu alandır. [22](Şekil 14)



Şekil 14: Sakral ve koksigeal vertebralar [19]

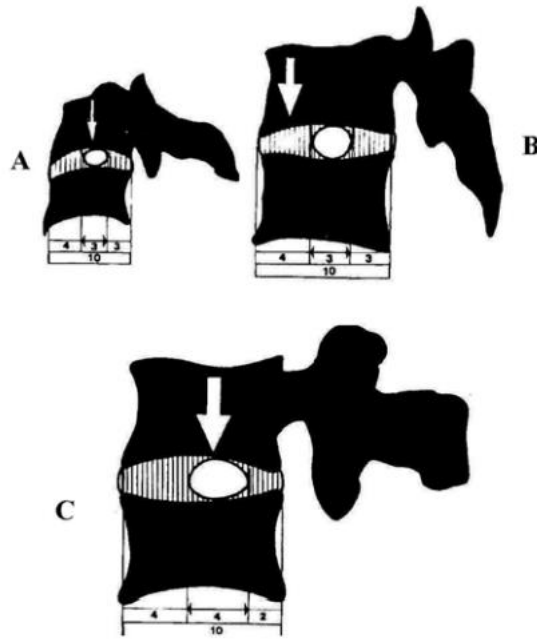


Şekil 15: Vücudun kemiksel anatomisinin önden görünümünü tasvir eden bir kesit

İnsan omurgasında bulunan discus intervertebralis, komşu iki omur gövdesi arasında yer alır ve omurganın hareketliliğini artırırken aynı zamanda yük taşıma ve şok absorpsiyonunu sağlar. Toplamda 23 adet disk bulunur; bu diskler servikal, torakal ve lumbal bölgelerde yer alırken, sakrum ve koksiks arasında bulunmazlar. Diskler, hem omurgaya esneklik kazandırır hem de omurlar arasında dengeyi sağlar. [16]

Her intervertebral disk üç ana yapıdan oluşur: anulus fibrosus, nucleus pulposus ve cartilaginous end plate (kıkırdak son plak). Dışta yer alan anulus fibrosus, konsantrik halkalar halinde düzenlenmiş yoğun kollajen liflerden oluşur. Lifler, her bir lamelde eğimli olarak yer alır ve bir sonraki lamelde eğim yönü ters olacak şekilde dizilir. Bu yapı, diskin dönme ve çekme kuvvetlerine karşı direnç göstermesini sağlar. Anulus fibrosusun periferik kısmı daha yoğun ve dayanıklıdır; iç kısımlara doğru yapı daha gevşek ve lifler daha düzensiz hale gelir. [14]

Nukleusun omur gövdesine göre ön-arka plandaki pozisyonu tam ortada olmamakla birlikte omurganın her bölümünde farklıdır (Şekil 15).



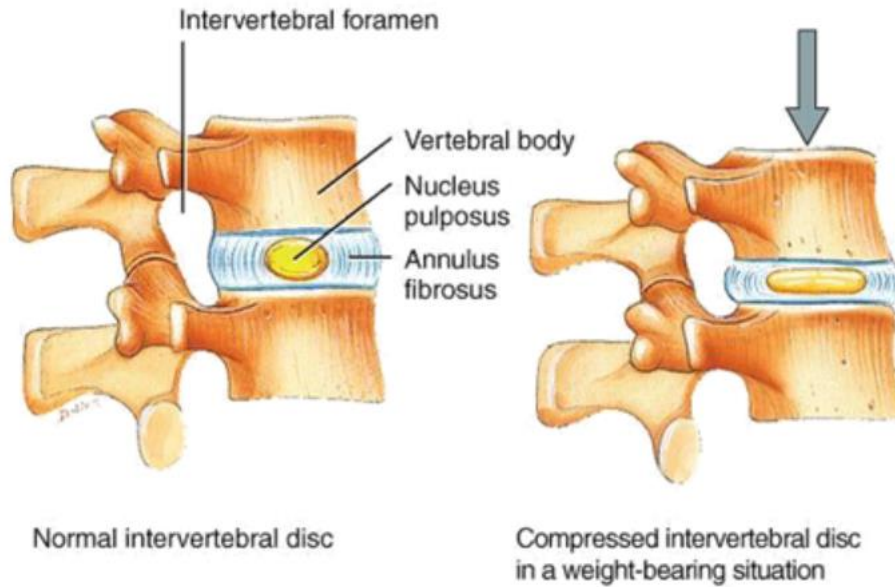
Şekil 16: Discus intervertebralis'in omurganın değişik bölgelerine göre yerleşimi. Servikal, B) Torakal, C) Lumbal [21]

Diskin ortasında yer alan nucleus pulposus ise jelatinöz yapıda, bol su ve proteoglikan içeren bir maddedir. Bu yapı embriyolojik olarak notokord kalıntısından gelişir ve diske hidrostatik destek sağlar. Yük altında nucleus pulposus dışa doğru genişlemeye çalışır ve bu kuvvet anulus fibrosus tarafından sınırlandırılır. Böylece disk, hem aksiyel yükü taşır hem de bu yükü çevresine dengeli bir şekilde dağıtır [23] Nucleus pulposusun su içeriği genç yaşlarda %90'a kadar çıkabilir; ancak yaş ilerledikçe bu oran azalır ve elastikiyeti kaybolur [24]

Anulus fibrosus ve nucleus pulposus superior ve inferior vertebra korpuslarına bağlayan cartilaginous end plateler ise diskin üst ve alt yüzeylerinde yer alan hiyalin kıkırdak yapılar olup yaklaşık 0.6–1 mm kalınlığındadır. Bu plaklar diskin beslenmesinde önemli rol oynar, çünkü erişkinlerde intervertebral disk yapısı avaskülerdir ve doğrudan damar içermez. Bu nedenle diskin metabolizması, cartilaginous end plateler aracılığıyla gerçekleşen difüzyonla sağlanır [25]

Diskın dış 1/3'lük kısmı, sinuvertebral sinir adı verilen sinir dalı tarafından innerve edilir. Bu sinir, lig. longitudinale posterius ile birlikte seyreder. Nucleus pulposus ise normal şartlarda sinir veya damar içermez [26]

Discus intervertebralisin temel biyomekanik görevleri arasında aksiyel yük taşıma, şok emilimi, omurlar arası hareketin sağlanması ve omurganın stabilitesinin korunması yer alır (Şekil 17). Diskın esnek yapısı sayesinde omurga çeşitli yönlerde hareket edebilirken, anulus fibrosus bu hareketlerin sınırlarını belirler ve kontrol eder. Özellikle lumbal bölgede diskler en fazla yük taşıyan ve en sık patolojiye uğrayan yapılardır [22]

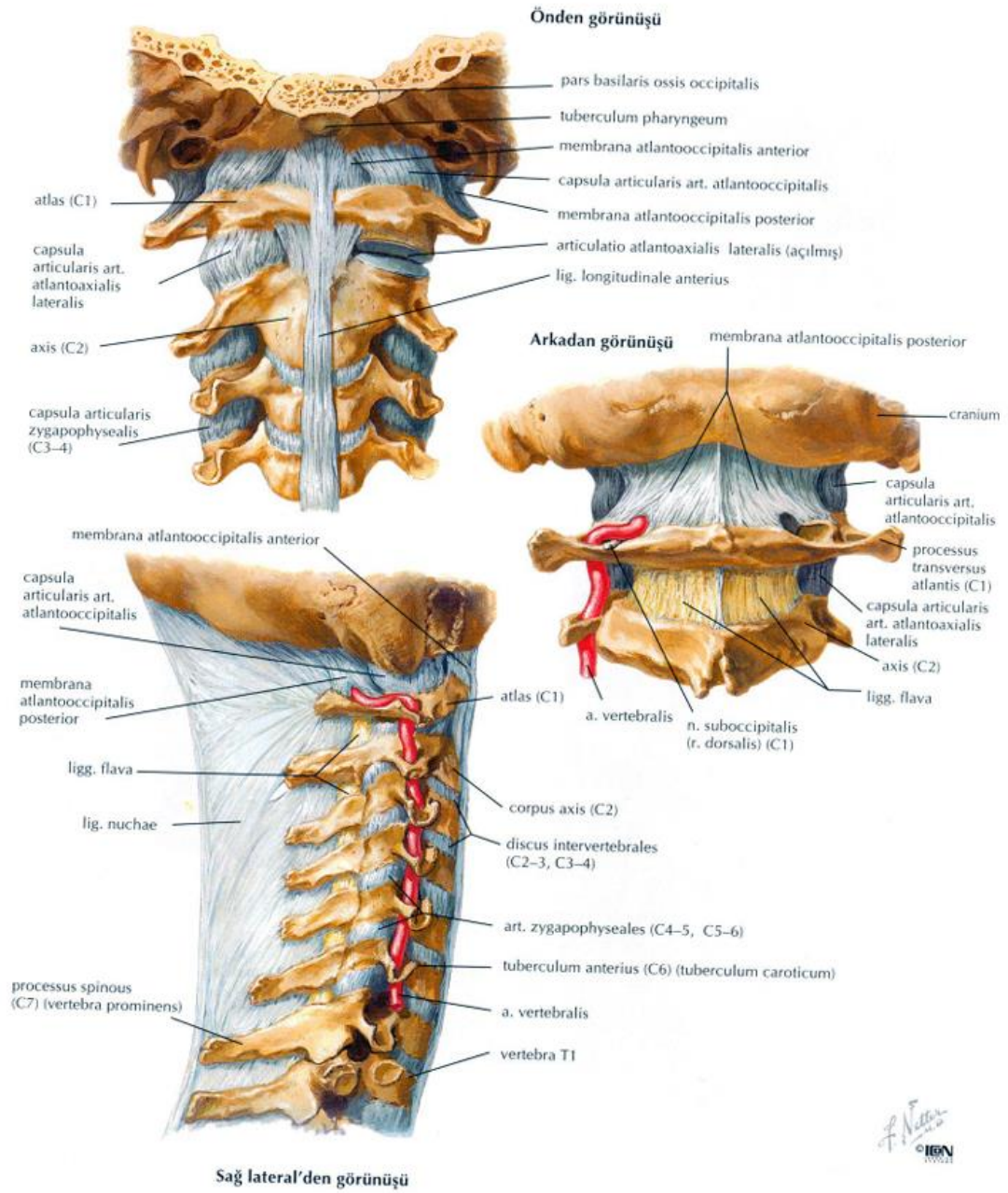


Şekil 17: Diskler omurga için şok emicilerdir [22]

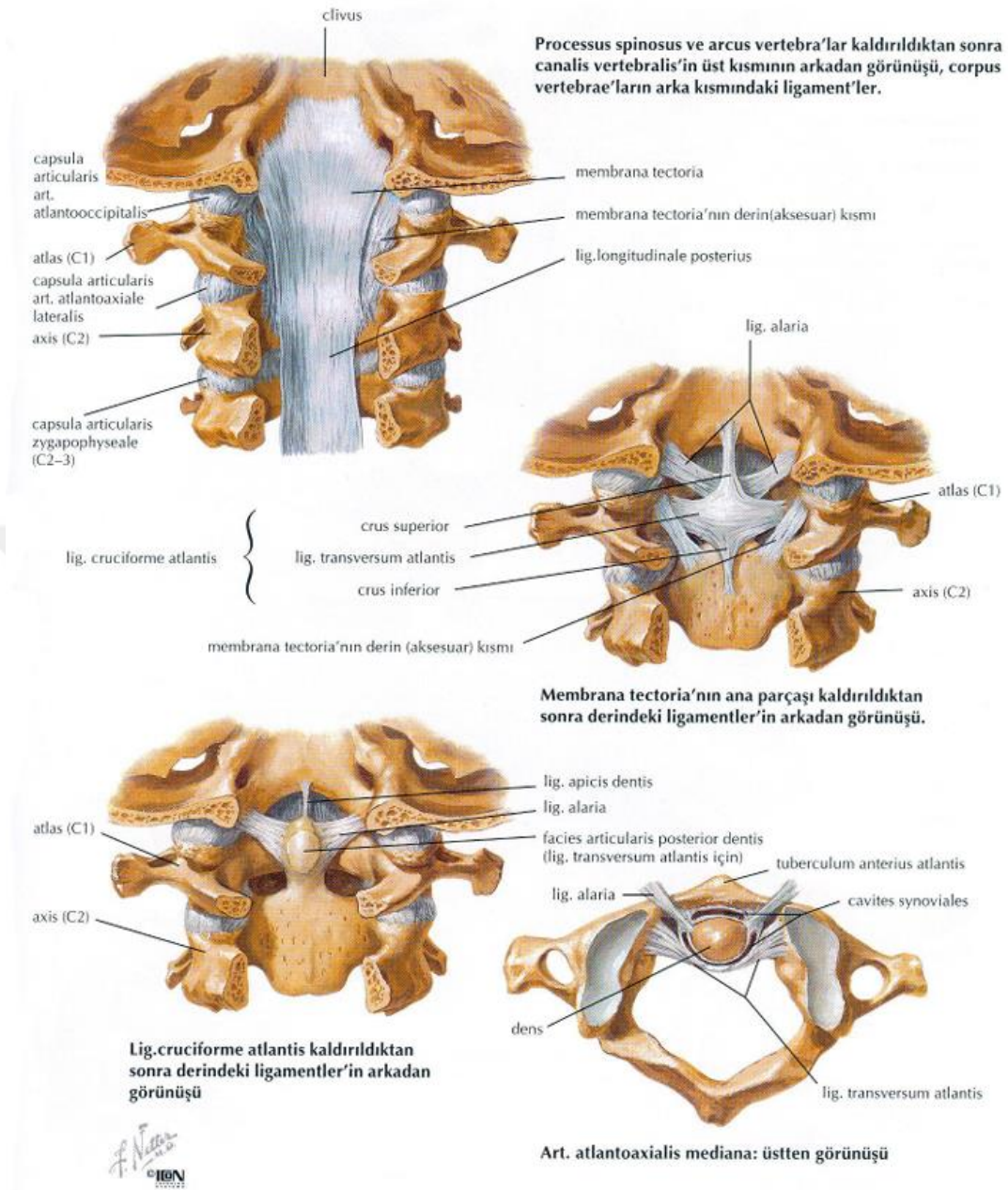
A) Eklem ve Ligamentler

Omurga, insan vücudunun ana eksenini oluşturan karmaşık bir yapıdır ve her bölgesinde farklı hareket ve destek ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde özelleşmiş eklem ve bağ (ligament) yapısına sahiptir. Omurgayı oluşturan dört ana bölge vardır: servikal (boyun), torakal (göğüs), lomber (bel) ve sakral (kuyruk sokumu) bölgeler. Her bir bölge, kendine özgü eklem bağlantılarına ve bağ sistemlerine sahiptir. [14]

Servikal bölge, yani boyun omurları C1'den C7'ye kadar uzanır ve omurganın en hareketli bölümünü oluşturur. Bu bölgede baş ile omurgayı birleştiren özel eklemler bulunur. Kafatası ile atlas (C1) arasındaki atlanto-occipital eklem, başın öne ve arkaya hareketini sağlar; bu eklem kondiloid yapıda olup fleksiyon ve ekstansiyona izin verir . [14, 16] Atlas ile axis (C2) arasında bulunan atlanto-aksiyel eklem ise başın sağa ve sola dönmesini mümkün kılar; burada median ve lateral tipte eklemler bulunur [22]. Bu bölgedeki omurlar arasında ayrıca intervertebral diskler yer alır. Disklerin yanı sıra, üst ve alt eklem çıkıntıları arasında zygapophysial (facet) eklemler bulunur. Bu eklemler oblik düzlemde yerleştiği için boyun rotasyonuna ve lateral fleksiyona izin verir [16, 22]. Ayrıca C3–C7 omurları arasında uncovertebral eklemler (Luschka eklemleri) adı verilen küçük eklem benzeri yapılar yer alır. Yaşla birlikte bu yapılar kemikleşebilir ve sinir yapılarına baskı oluşturabilir [14, 19]. Servikal bölgede ligamentum nuchae adı verilen geniş ve kalın bir bağ, supraspinöz bağın devamı niteliğindedir ve kasların tutunduğu yüzey olarak görev yapar [16]. Ayrıca ligamentum longitudinale anterius ve posterius, omur cisimlerinin ön ve arka yüzünden ilerler. Atlas ve axis düzeyinde, dens çıkıntısını yerind e tutan ve omuriliği koruyan çok önemli bağlar vardır. Bunların başında ligamentum transversum atlantis gelir; bu bağ, densi atlasla sabitler [14]. Densi kafa tabanına bağlayan ligamenta alaria ve ligamentum apicis dentis gibi bağlar da bu bölgedeki hassas dengeyi sağlar [16].(Şekil 18,19)



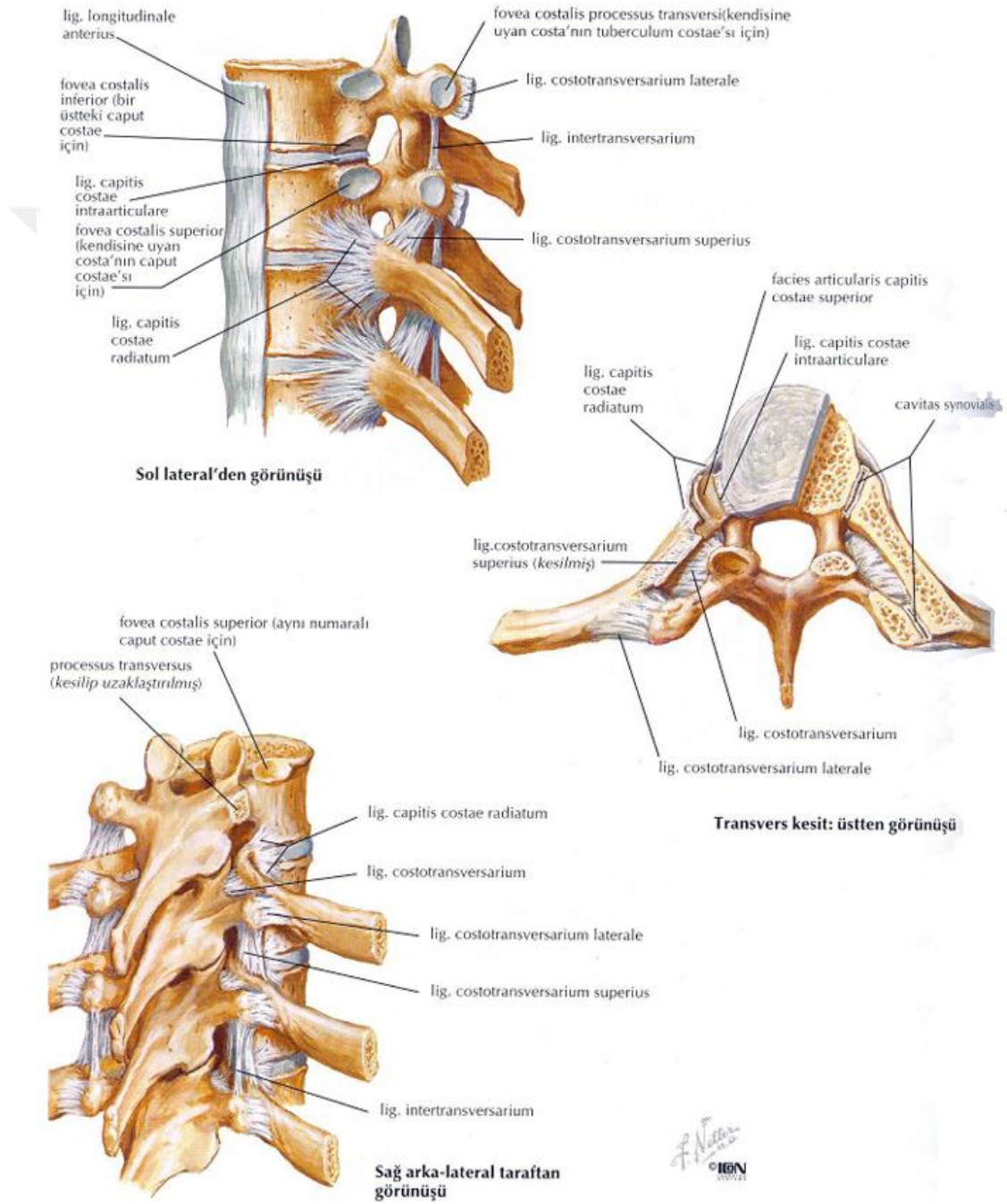
Şekil 18: Servikal vertebralara ait yüzeyel bağlar [19]



Şekil 19: Servikal vertebralara ait derin bağlar [19]

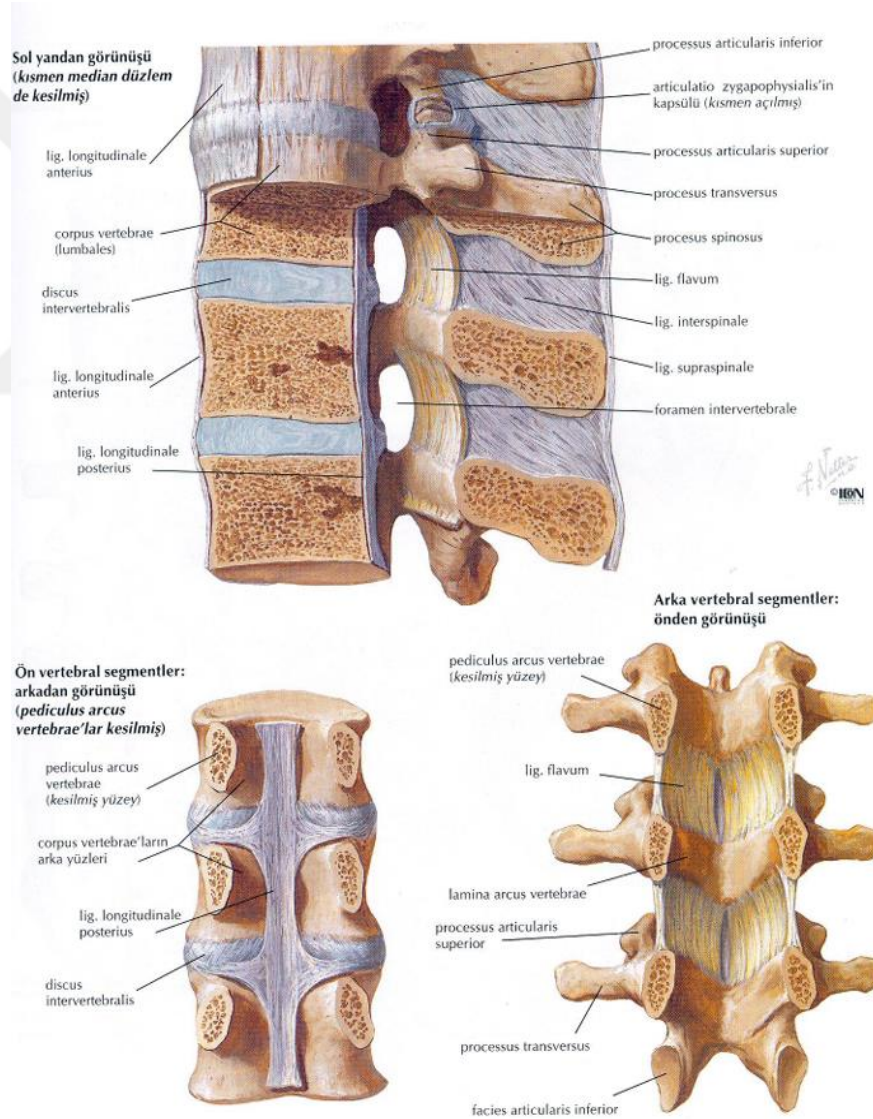
Torakal bölge, T1'den T12'ye kadar olan omurlardan oluşur ve göğüs kafesiyle birlikte çalışır. Bu bölgede hareket kabiliyeti sınırlıdır çünkü kaburgalarla eklemler bulunur. Her bir torakal omur, kostalarla hem cisim hem de transvers çıkıntı düzeyinde eklem yapar. Bu eklemlere articulatio costovertebralis ve costotransversaria adı verilir [14, 19]. Zygapophysial eklemler frontal düzlemde yer aldığı için bu bölgede rotasyon mümkün olsa da fleksiyon ve ekstansiyon sınırlıdır [22](Şekil 23,24). İntervertebral

diskler bu bölgede gövde yükünü taşır, ancak boyun ve bele göre daha incedir [16]. Bağ yapıları arasında longitudinal bağlar dışında ligamenta flava, interspinal ve supraspinal bağlar da yer alır [14]. Bu bölgede, kaburgaların omurgaya bağlantısını sağlayan ek bağlar da mevcuttur. Bunlar hem omurganın stabilitesine katkı sağlar hem de göğüs kafesinin rijitliğini korur [16].(Şekil 20)



Şekil 20: Torakal vertebralara ait bağlar [19]

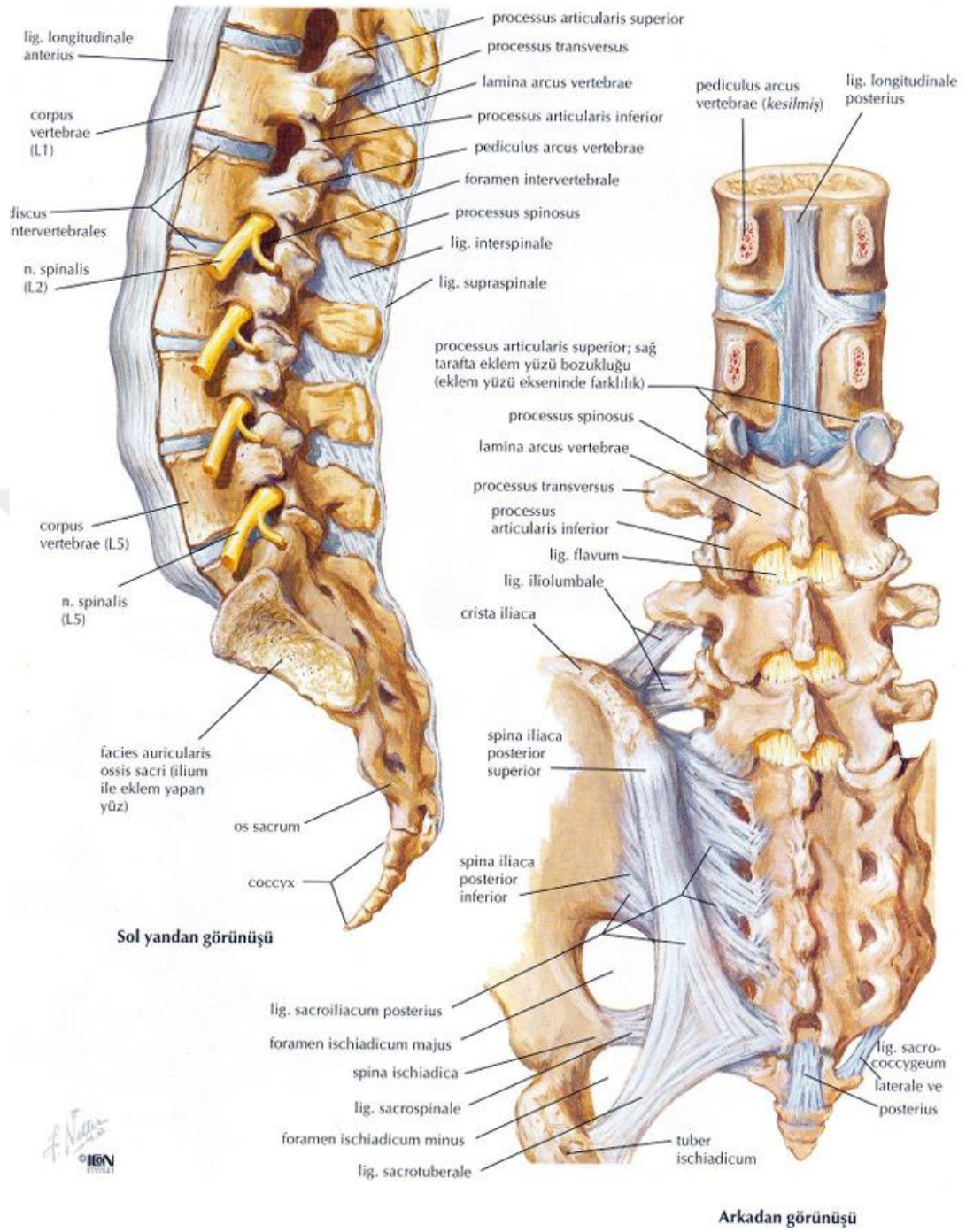
Lomber bölge, L1'den L5'e kadar olan omurları içerir ve omurganın en çok yük taşıyan kısmıdır. İntervertebral diskler bu bölgede en kalın ve sağlam disklerdir [14, 16]. Facet eklemleri burada sagittal düzlemde yer alır. Bu nedenle fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri serbestken, rotasyon oldukça kısıtlıdır [22]. Lomber bölgedeki longitudinal bağlar diskleri ve korpusları bağlayarak stabiliteyi sağlar. Özellikle ligamenta flava burada önemlidir; elastik yapısıyla omurganın ekstansiyonuna katkı sağlar [14]. Ayrıca ligamenta interspinalia ve supraspinalia, spinöz çıkıntılar arasında yer alır ve hareketi sınırlar. Bu bölgede bağların kalınlaşması (özellikle ligamentum flavum) ve disklerin bozulması sonucu spinal kanal darlığı gibi klinik durumlar ortaya çıkabilir [27].(Şekil 21).



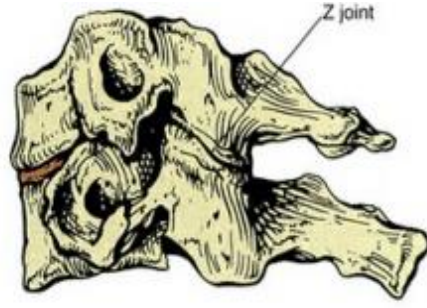
Şekil 21: Lomber vertebralara ait bağlar [19]

Sakral bölge, erişkin bir bireyde kaynaşmış beş sakral omurdan (S1–S5) oluşur ve hareketli değildir. L5 ile S1 arasında yer alan intervertebral disk, hareketli son disk olduğu için sık fıtıklaşma bölgesidir [22]. L5’in facet eklemi burada da yer alır ve stabiliteye katkı sağlar. Sakrum ile leğen kemiği (os ilium) arasındaki eklem olan *articulatio sacroiliaca*, sınırlı hareketli bir sinovyal eklemdir [14]. Bu bölgede pelvik stabiliteyi sağlayan çok sayıda bağ vardır. *Ligamentum sacroiliaca anterior*, *posterior* ve *interossea*, sakrum ile ilium arasında sıkı bağlar oluşturur [16]. Ayrıca *ligamentum sacrotuberale* ve *sacrospinale* gibi bağlar, pelvisin alt sınırlarını belirler ve sinirlerin geçtiği açıklıkları oluşturur. L5 omurunun transversal çıkıntısını iliuma bağlayan *ligamentum iliolumbale* ise lumbosakral birleşimin stabilitesinde çok önemlidir [19, 22]. (Şekil 22)

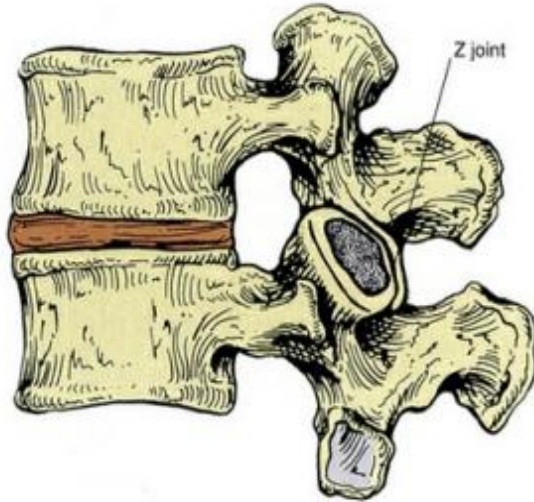
Sonuç olarak, omurga boyunca bulunan eklem ve bağ yapıları her bölgede farklı yapı ve fonksiyonlara sahiptir. Bu bölgesel farklılıklar omurganın hem sağlamlığını hem de gerekli hareketliliğini mümkün kılar. Omurganın eklem ve ligament anatomisinin bu kadar karmaşık olması, onun hem mekanik hem de nörolojik açıdan hayati işlevleri yerine getirmesi açısından gereklidir [14, 16].



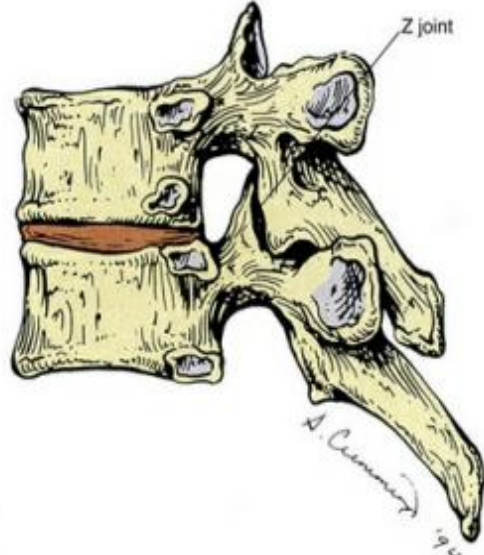
Şekil 22: Lumbosakral ve sakrokoksigeal bağlar [19]



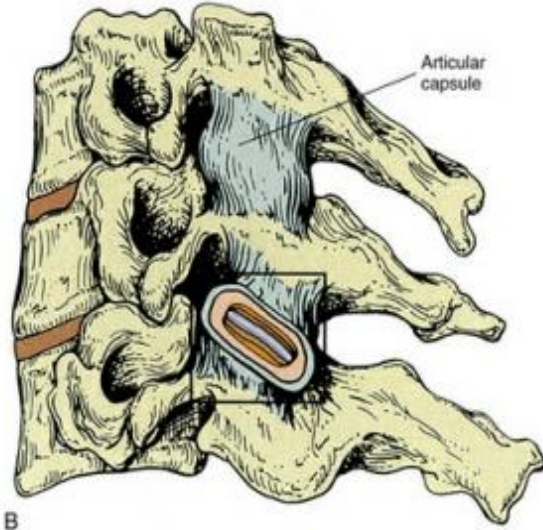
CERVICAL



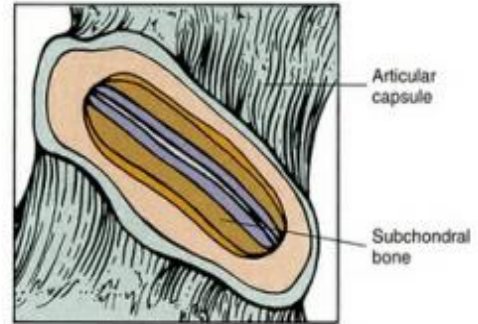
LUMBAR



THORACIC

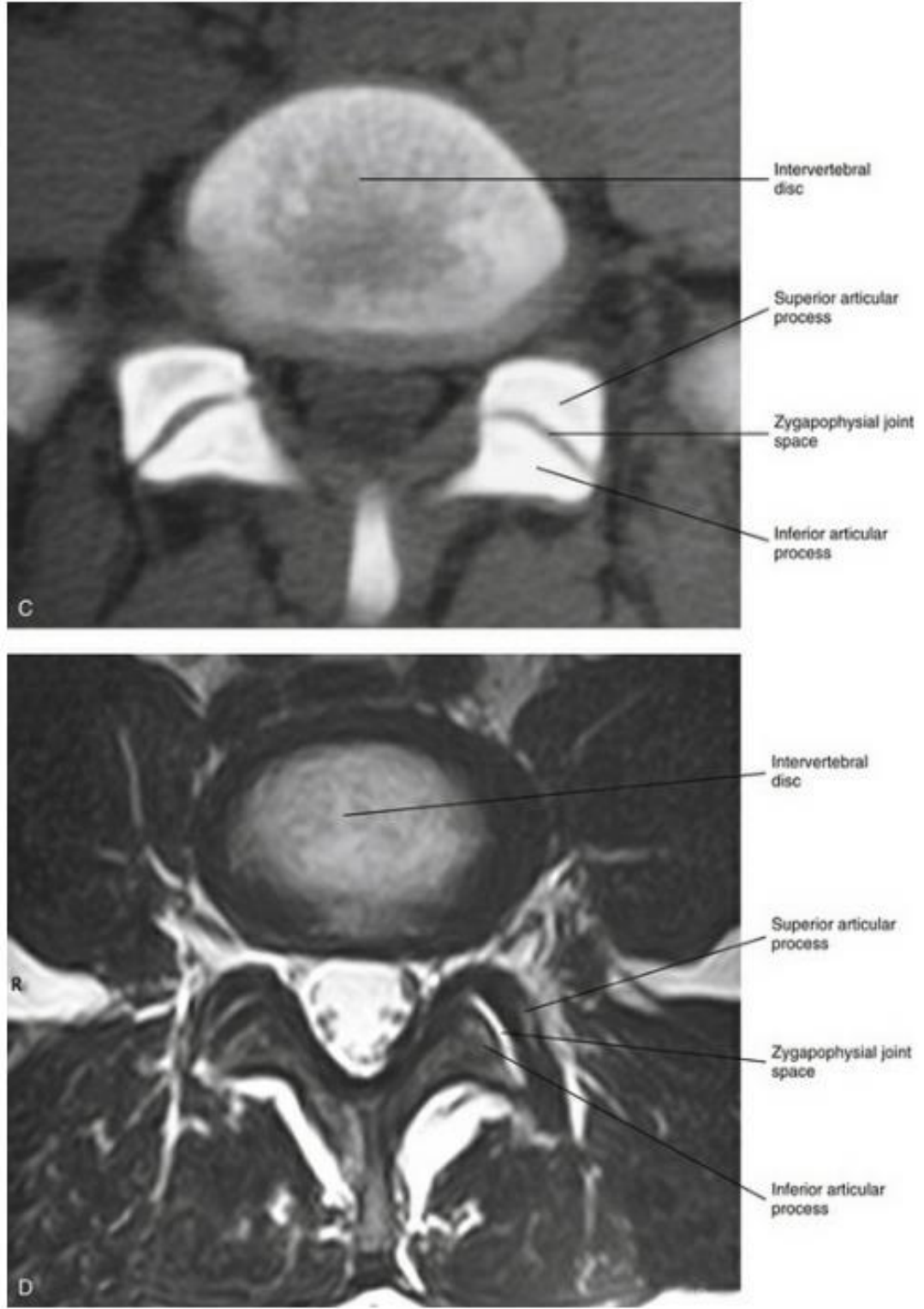


B



H. Cunningham '94

Şekil 23: Her vertebral bölgenin tipik Z eklemleri. B, Tipik Z eklemi. Parasagital kesitte görülen Z eklemi katmanları [20]



Şekil 24 : C, Lomber Z eklemlerini gösteren bilgisayarlı tomografi (BT). D, Tipik lomber vertebraların sol ve sağ Z eklemlerinden manyetik rezonans görüntüleme (MRG) taraması. [20]

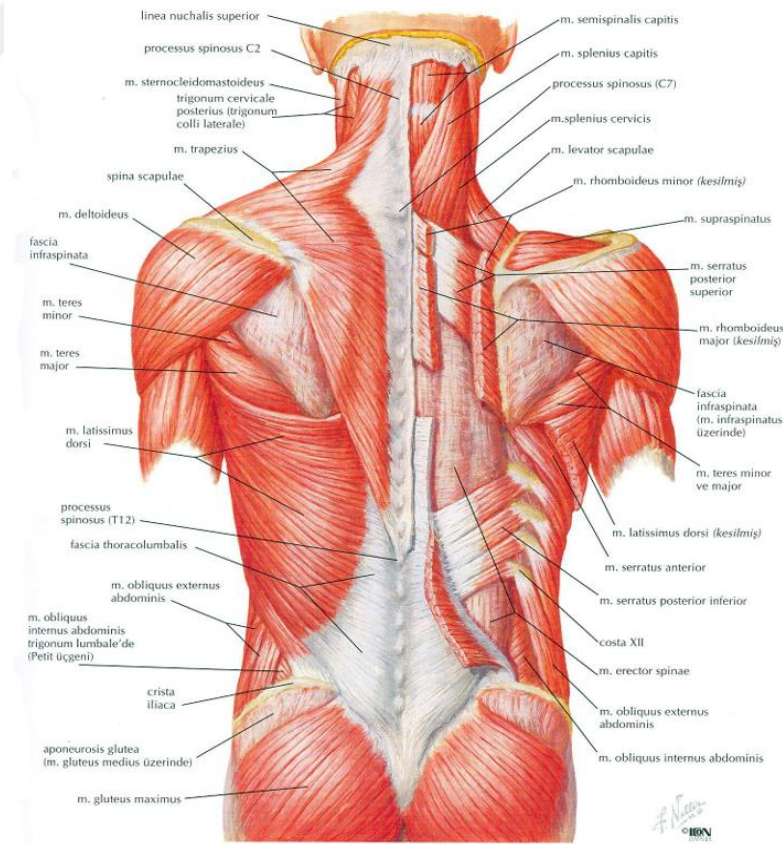
B) Kas Anatomisi

Omurganın kas anatomisi, ekstrinsik (yüzeyel) ve intrinsik (derin) sırt kasları olmak üzere iki ana grupta incelenir.

Ekstrinsik sırt kasları üst ekstremitenin hareketinden sorumlu olup omurgaya dolaylı yoldan etki ederler [14]. Bu grup, yüzeyel ve orta tabaka olarak ikiye ayrılır.

Yüzeyel tabakanın en yüzeyel ve büyük kası olan m. trapezius, linea nuchalis superior, ligamentum nuchae ve C7–T12 düzeyindeki processus spinosuslardan başlayarak clavicula, acromion ve spina scapulae'ye yapışır ve skapulanın yukarı, aşağı ve orta yönde hareketlerini sağlar [16]. Bu kas, motor innervasyonunu n. accessoriustan, propriyoseptif innervasyonunu ise C3–C4 spinal sinirlerinden alır [28].

Yine yüzeyel grupta yer alan m. latissimus dorsi, torakolumbar fasya, T7–L5 processus spinosusları, crista iliaca ve son dört kaburgadan başlayarak humerusun crista tuberculi minoris bölgesine yapışır. Omuz ekleminde ekstansiyon, adduksiyon ve internal rotasyon hareketlerini gerçekleştirir [14]. Bu kas, n. thoracodorsalis (C6–C8) tarafından innerve edilir [16](Şekil 25).



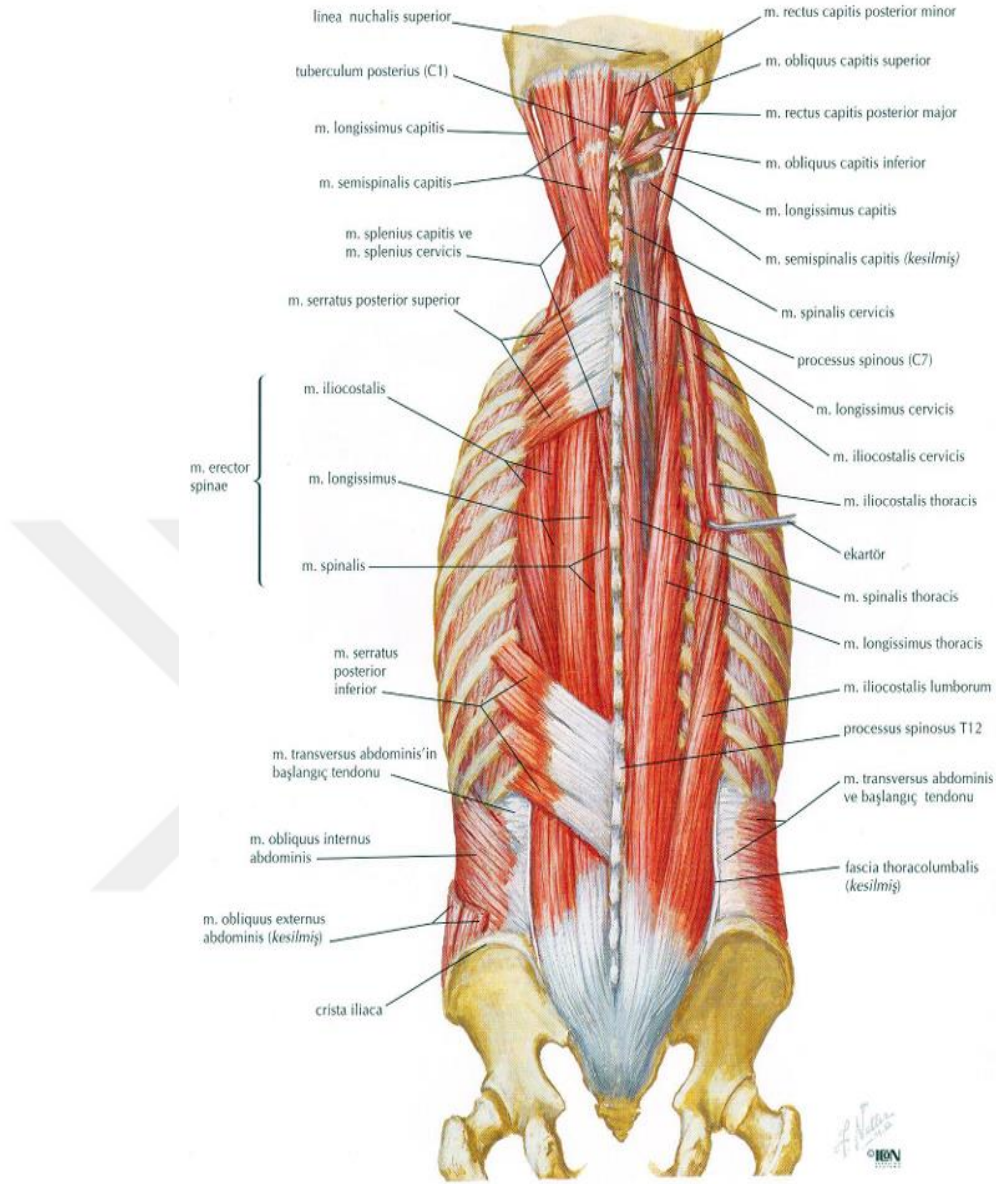
Şekil 25: Ekstrinsik sırt kasları [19]

Orta tabakada bulunan m. levator scapulae, C1–C4 vertebraların processus transversuslarından başlar ve angulus superior scapulae'ye tutunur. Skapulayı yukarı kaldırır ve iç rotasyon yaptırır [28]. Aynı tabakada yer alan m. rhomboideus major ve m. rhomboideus minor, üst torakal vertebralardan başlayarak margo medialis scapulae'ye uzanır ve skapulanın mediale ve yukarıya doğru çekilmesini sağlar. Bu iki kas da n. dorsalis scapulae tarafından innerve edilir [14](Şekil 25).

İntrinsik sırt kasları ise doğrudan omurgaya etki eden ve omurganın hareketi ile stabilitesinden sorumlu olan kaslardır. Bu grup, yüzeysel, orta ve derin tabaka olmak üzere üçe ayrılır [16].

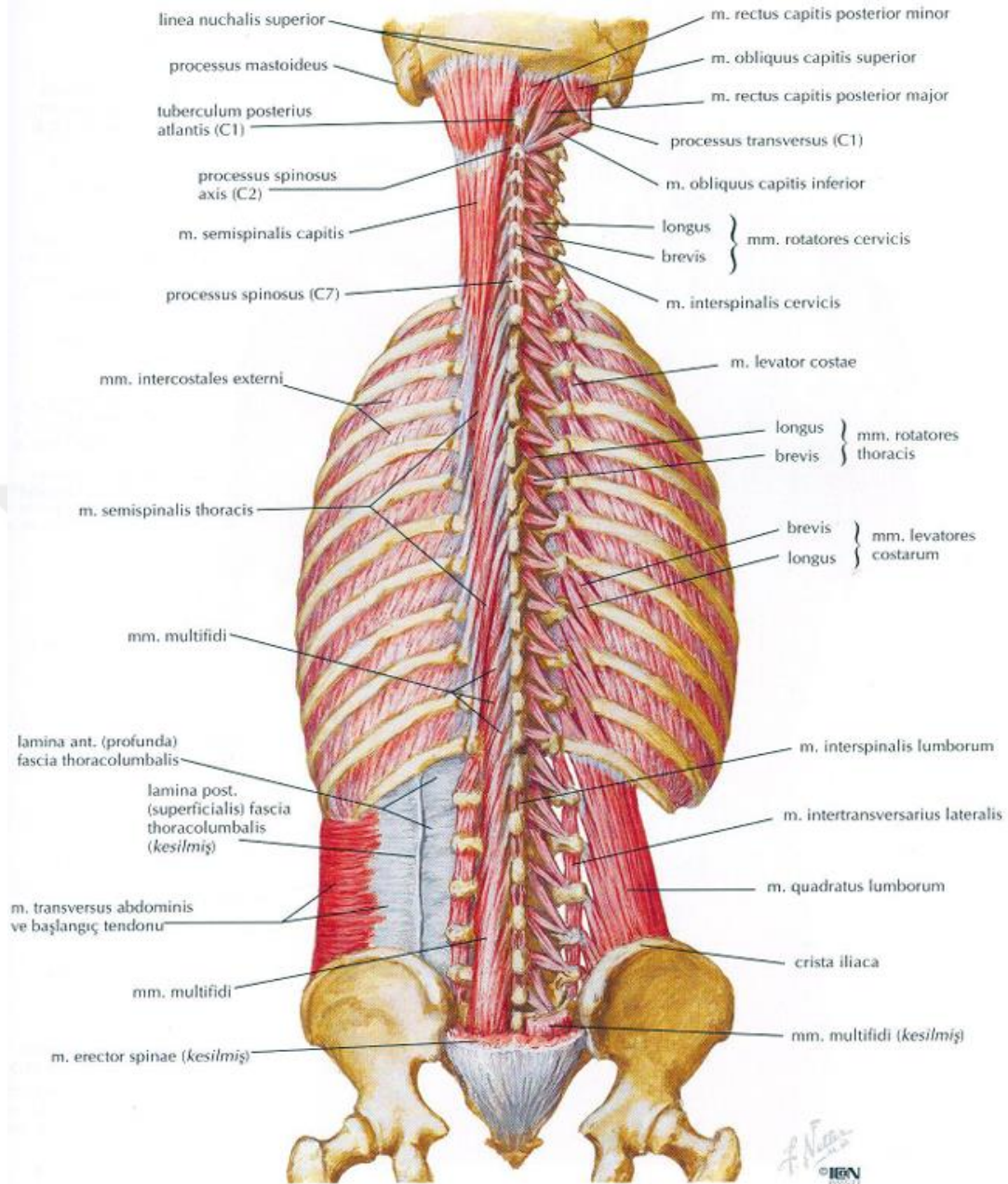
Yüzeysel tabakada yer alan m. splenius capitis ve m. splenius cervicis, ligamentum nuchae ve üst torakal vertebraların processus spinosuslarından başlayarak sırasıyla os mastoideum ve C1–C3 vertebraların processus transversuslarına tutunur. Bu kaslar, baş ve boynun ekstansiyonunu ve ipsilateral rotasyonunu sağlar [14](Şekil 26).

İntermediye tabakada yer alan erector spinae kas grubu, omurganın dik durmasını sağlayan ana kas grubudur. Bu grup üç ana kol içerir: m. iliocostalis (lateralde), m. longissimus (ortada) ve m. spinalis (medialde). M. iliocostalis; lumborum, thoracis ve cervicis segmentlerine ayrılır ve kostalara, processus transversuslara tutunur. M. longissimus, torakolumbal bölgeden başlayarak thoracis, cervicis ve capitis parçaları ile vertebralara ve os temporalenin processus mastoideusuna uzanır. M. spinalis ise processus spinosuslar arasında uzanır. Bu kasların tümü omurganın ekstansiyonunu ve lateral fleksiyonunu sağlar ve spinal sinirlerin dorsal ramusları tarafından innerve edilir [16, 28](Şekil 26).



Şekil 26: İntrinsinc sırt kaslarının yüzeyel ve orta tabakası [19]

Derin tabaka ise transversospinalis kas grubunu içerir. Bu grup m. semispinalis, m. multifidus ve mm. rotatores'ten oluşur. M. semispinalis, processus transversus'lardan başlayarak daha yukarıdaki processus spinosus'lara tutunur ve baş-boyun bölgesinde ekstansiyon ile kontralateral rotasyonu sağlar [14]. M. multifidus, en iyi lumbal bölgede gelişmiştir ve omurlar arası stabilizasyonun sağlanmasında önemli rol oynar. Mm. rotatores ise torakal bölgede belirgindir, propriyoseptif fonksiyonları yüksektir ve ince rotasyon hareketlerine katkıda bulunurlar [16](Şekil 27).



Şekil 27: İntrinsik sırt kaslarının derin tabakası [19]

Bunların yanı sıra segmental olarak adlandırılan mm. interspinales, mm. intertransversarii ve mm. levatores costarum gibi küçük kaslar da omurlar arasında yer alır ve hem ince hareketleri düzenler hem de propriyosepsiyona katkıda bulunurlar [28].

Son olarak, atlas, axis ve os occipitale arasında yer alan suboksipital kas grubu, başın hassas hareketlerini sağlar. Bu grupta m. rectus capitis posterior major ve minor

ile m. obliquus capitis superior ve inferior yer alır. Başın ekstansiyonu ve rotasyonunda görev alırlar ve n. suboccipitalis (C1 dorsal ramusu) tarafından innerve edilirler [16].

Tüm bu kas grupları, yalnızca omurganın hareketlerine değil, aynı zamanda postürün korunması ve segmental stabilitenin sağlanmasına da katkıda bulunur. Özellikle m. multifidus'un atrofisi kronik bel ağrısıyla ilişkilendirilmekte ve bu kasın rehabilitasyonu klinik açıdan önem arz etmektedir [14].

D)Vasküler Anatomi

Omurga, karmaşık bir vasküler yapıya sahiptir ve bu yapı hem arteriyel hem de venöz sistemden oluşur.

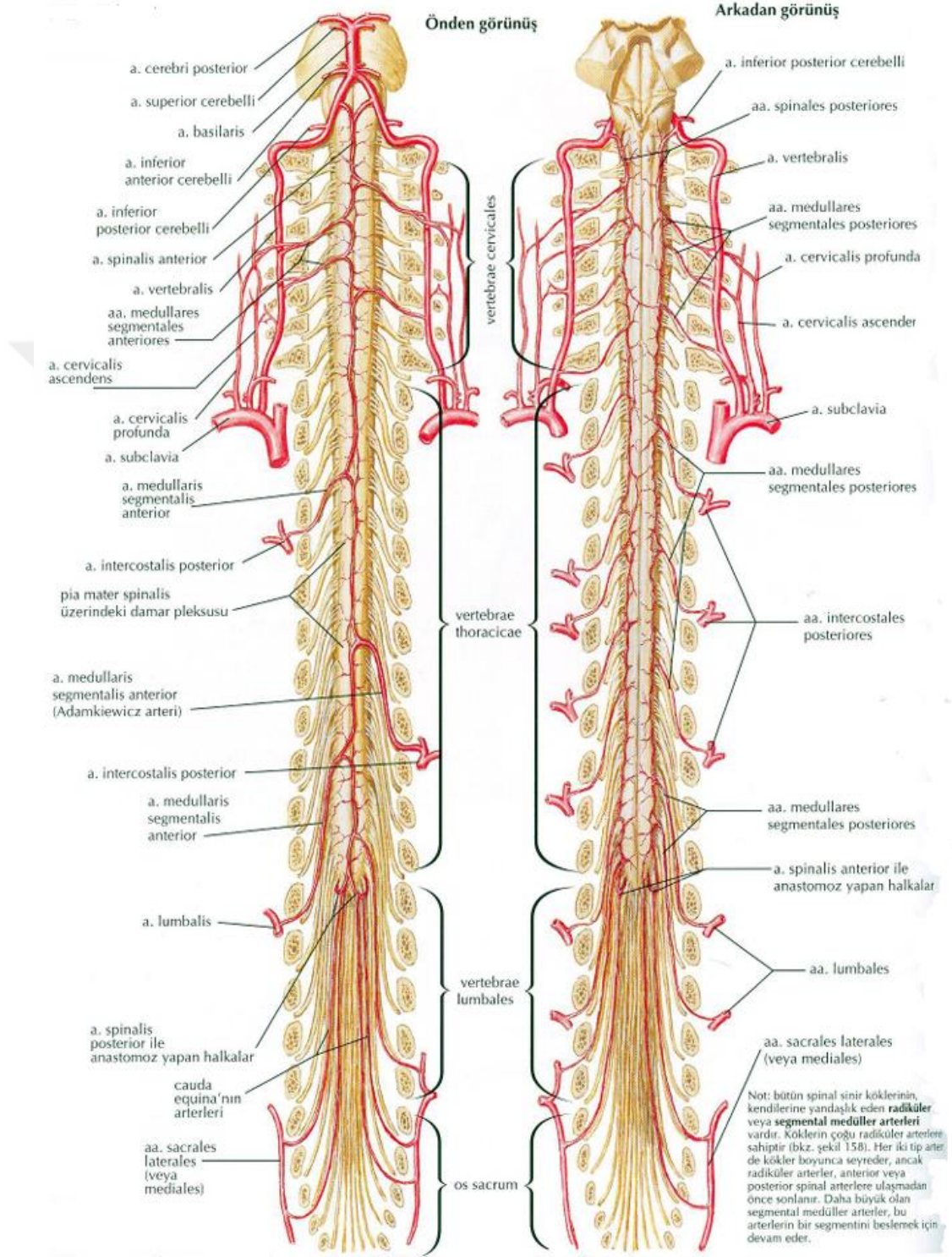
Omurgayı besleyen arterler genel olarak segmental arterlerden kaynaklanır ve her omur düzeyinde tekrarlayan bir düzende dallanır [16]. Servikal bölgedeki arteriyel beslenme esas olarak subklavyen arterin dallarından gelir. Bu bölgede en önemli arterlerden biri vertebral arterdir; bu arter foramen transversariumlardan geçerek beyin sapına ilerlerken, yol boyunca servikal vertebraların korpuslarını, arkuslarını ve spinal kord segmentlerini besleyen dallar verir [14]. Aynı zamanda inferior tiroid arterin bir dalı olan derin servikal arter de posterior elemanları besler [16].

Torakal omurga bölgesinde arteriyel beslenme torakal aortadan çıkan posterior interkostal arterler aracılığıyla sağlanır. Bu arterler her interkostal aralıkta bir çift olarak bulunur ve omurganın korpusu, arkusu, faset eklemleri ve omuriliğe giden segmental dallar verir [16]. Lomber omurlar ise abdominal aortadan çıkan lomber arterlerle beslenir. Bu arterler de segmental olarak dallanır ve intervertebral diskler, ligamentler, spinal sinirler ve vertebral kemik yapılar gibi çeşitli dokulara kan sağlar [19].

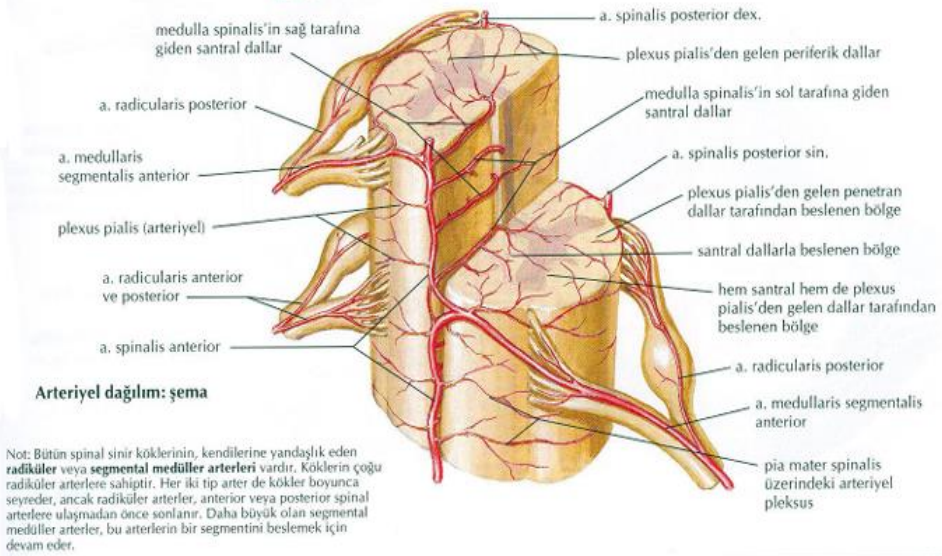
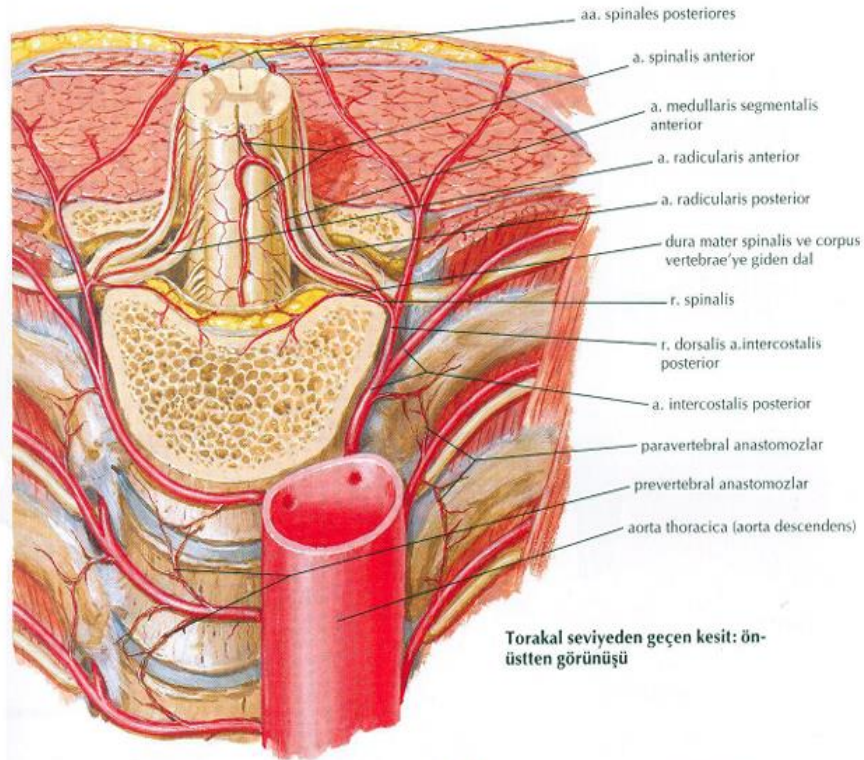
Sakral ve koksigeal bölgelerde ise kanlanma a. iliaca interna'dan çıkan lateral sakral arterler ile a. sacralis mediana tarafından sağlanır. Bu arterler sakral foraminallardan geçerek hem kemik yapıların hem de sakral sinir köklerinin beslenmesini sağlar [14].

Omurganın arteriyel sisteminde, segmental arterlerden çıkan dallar intervertebral foramenlerden geçerken üç ana dala ayrılır: anterior vertebral dal, posterior vertebral dal ve spinal dal . Spinal dal omurilik ve meningesleri besler ve bu dal üzerinden gelen en önemli damar arteria radicularis magna (diğer adıyla Adamkiewicz arteri)'dir. Bu arter

genellikle T9 ile L2 düzeyleri arasında çıkar ve medulla spinalisin alt iki üçünün kanlanmasından sorumludur [16](Şekil 28, 29).



Şekil 28: Columna vertebralis ve medulla spinalisin arteryel şeması [19]

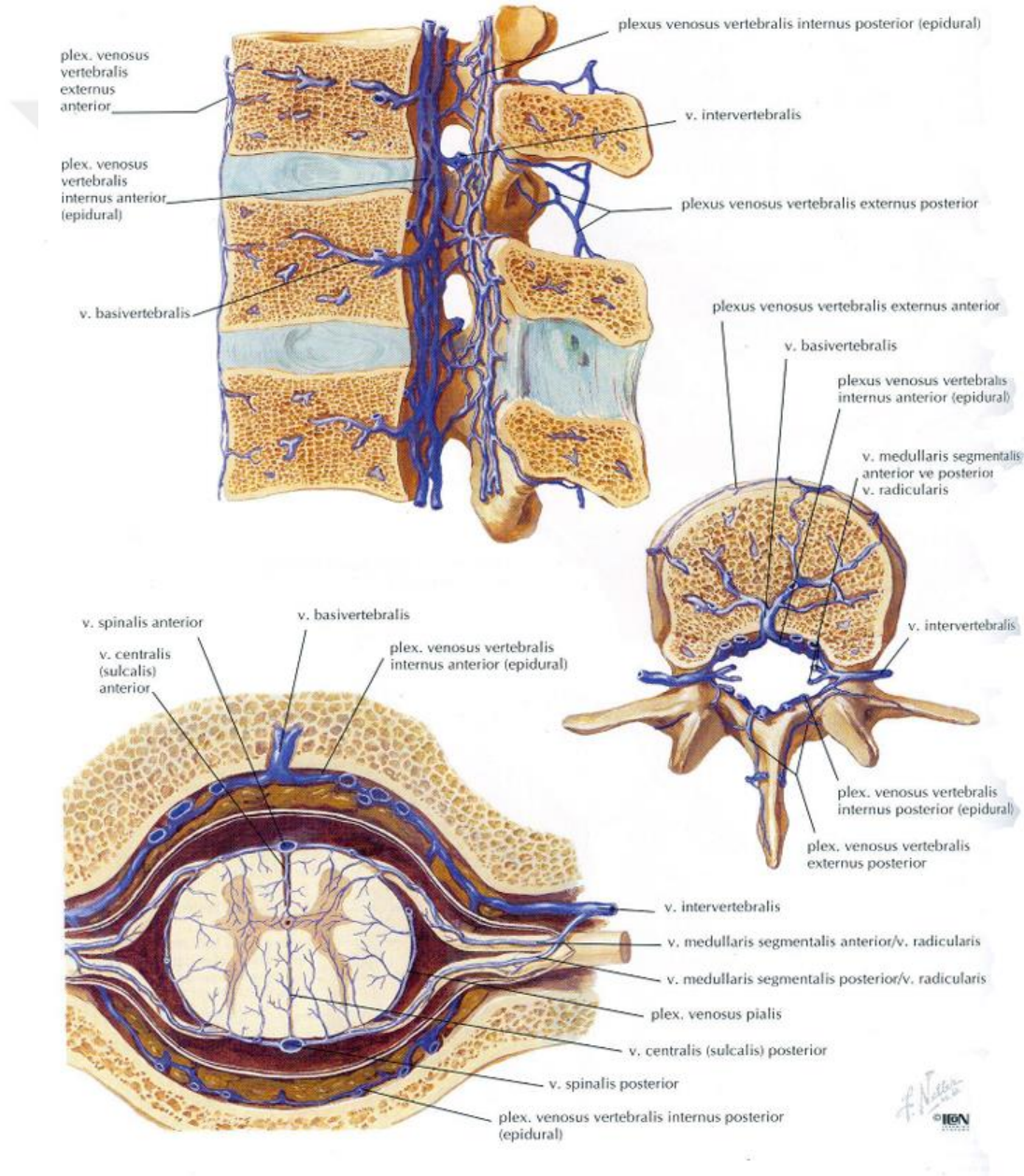


Şekil 29: Omurların ve medulla spinalisin arteriyel iç dolaşımı [19]

Venöz drenaj sistemi ise valfsiz bir yapıdadır ve bu durum venöz kanın çift yönlü akışına imkân tanır. Bu özellik, enfeksiyonların ve tümör hücrelerinin omurga boyunca yayılmasını kolaylaştırır [29, 30]. Omurganın venöz drenajı, iç ve dış vertebral venöz pleksuslar aracılığıyla gerçekleşir. Dış pleksuslar omurganın anterior ve posterior yüzeylerinde yer alırken, iç pleksuslar omurilik kanalının içinde, dura mater ile kemik arasında bulunur [16].

İç pleksusa özellikle dikkat çekilmelidir çünkü Batson pleksusu olarak da bilinen bu yapı, pelvik ve abdominal organlardan gelen venöz kanı omurgaya taşıyabilir. Bu, prostat, meme ve böbrek kanserlerinin vertebral metastazlarının en önemli mekanizmalarından biridir [29]. Ayrıca, bu sistemin valfsiz olması nedeniyle karın içi basınç artışı gibi durumlar metastaz riskini artırabilir [19].

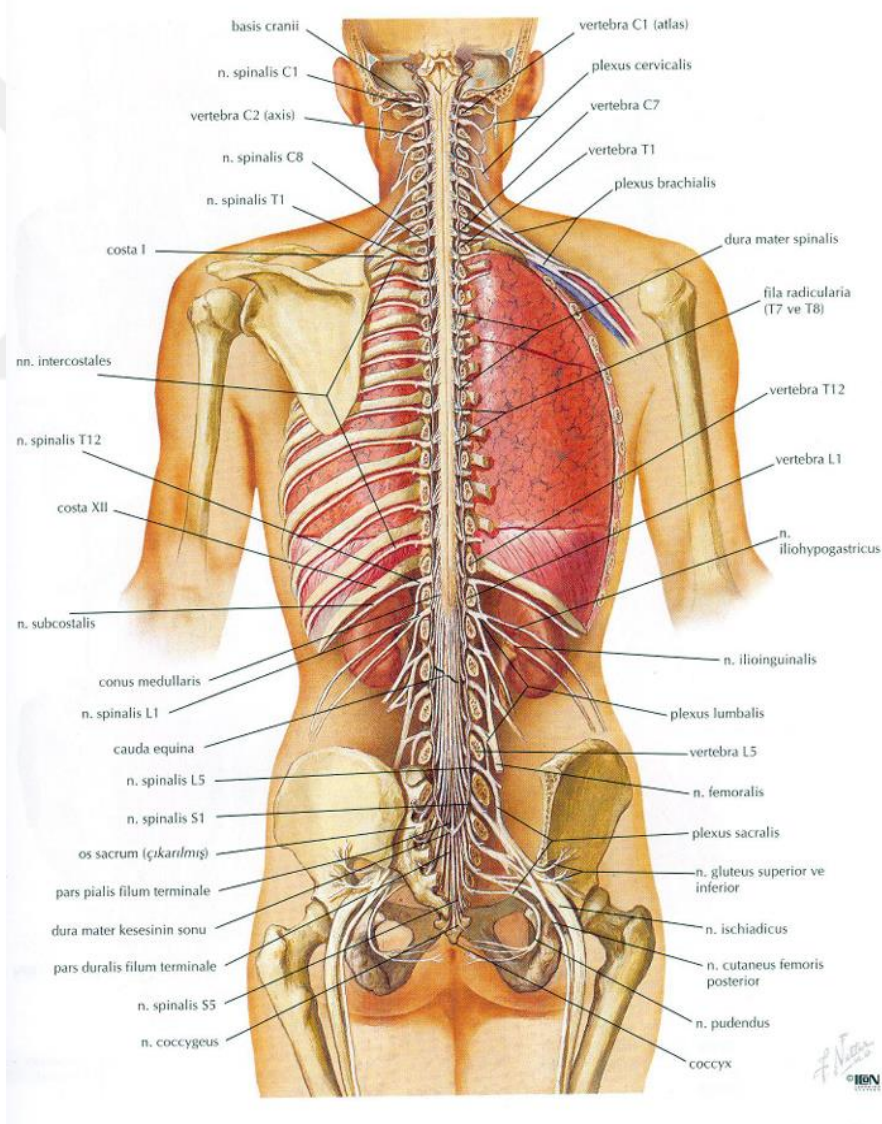
Servikal bölgede venöz kan juguler sisteme, torakal bölgede azygos-hemiazygos sistemine, lomber bölgede vena cava inferior'a ve sakral bölgede iliak venlere drene olur [30](Şekil 30)



Şekil 30: Columna vertebralis ve medulla spinalisin venleri [19]

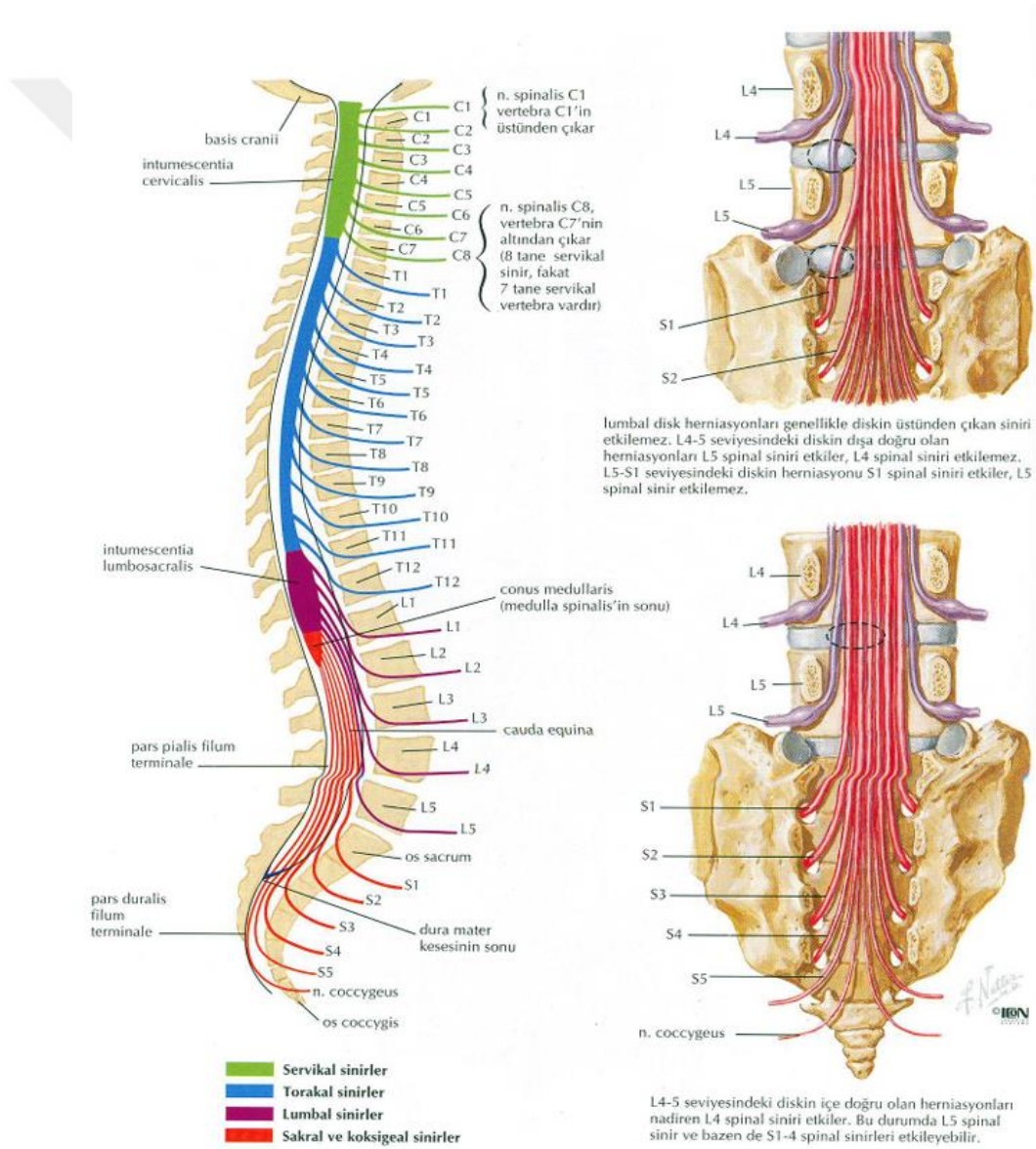
E) Medulla Spinalis ve Spinal Sinirler

Medulla spinalis, merkezi sinir sistemine ait silindirik bir yapı olup, beyin sapının alt kısmındaki medulla oblongatanın devamı olarak foramen magnumdan başlar ve erişkin bireylerde genellikle L1-L2 vertebra düzeyinde sonlanır [10]. Çocuklarda ise bu sınır daha aşağıda, L3 düzeyine kadar uzanabilir. Medulla spinalis, embriyolojik olarak nöral tüpten gelişir ve gelişiminin erken dönemlerinde vertebral kolona göre daha uzunken, doğumdan sonra omurların daha hızlı büyümesi nedeniyle görece olarak daha kısa kalır. Bu nedenle spinal sinir kökleri, özellikle alt segmentlerde, omuriliğin sonlandığı conus medullaristen kaudale doğru uzayarak “cauda equina” (at kuyruğu) adı verilen yapıyı oluşturur [12](Şekil 32).



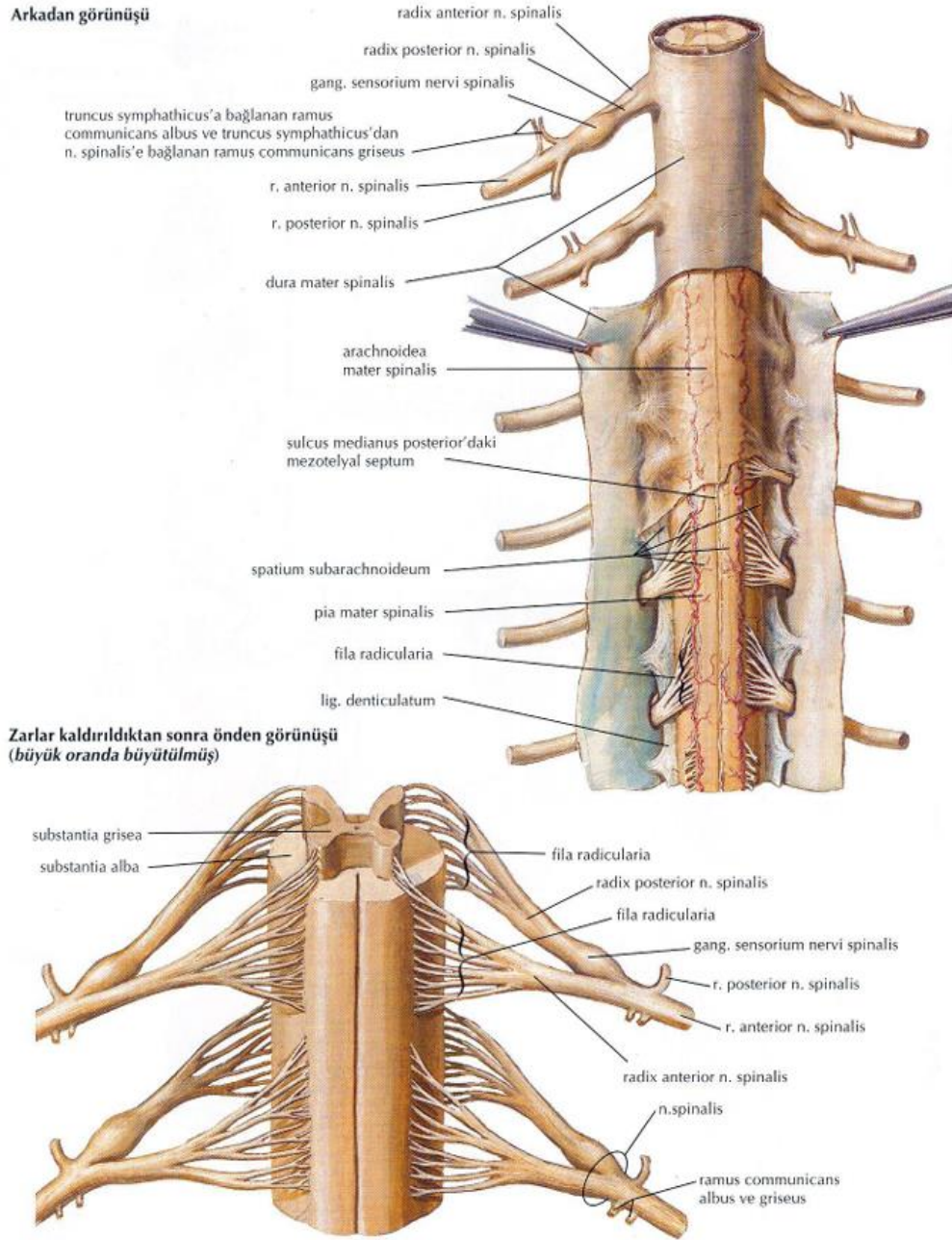
Şekil 31: Medulla spinalis ve spinal sinirlerin ön dalları [19]

Yapısal olarak medulla spinalis, dışta beyaz cevher (substantia alba) ve içte gri cevherden (substantia grisea) oluşur. Gri cevher, T şeklinde ya da kelebek şeklinde bir yapı sergiler ve üç ana boynuza ayrılır: cornu anterius (ön boynuz), cornu posterius (arka boynuz) ve yalnızca torakal ve üst lumbal segmentlerde görülen cornu laterale (yan boynuz). Ön boynuzda somatik motor nöronlar yer alırken, arka boynuzda duyuya aracılık eden internöronlar ve giriş lifleri bulunur. Yan boynuzda ise otonomik sistemle ilişkili viseral motor nöronlar bulunur; özellikle T1-L2 segmentleri arasında sempatik sistemin, S2-S4 segmentleri arasında ise parasempatik sistemin preganglionik nöronları bulunur [16](Şekil 33,34)



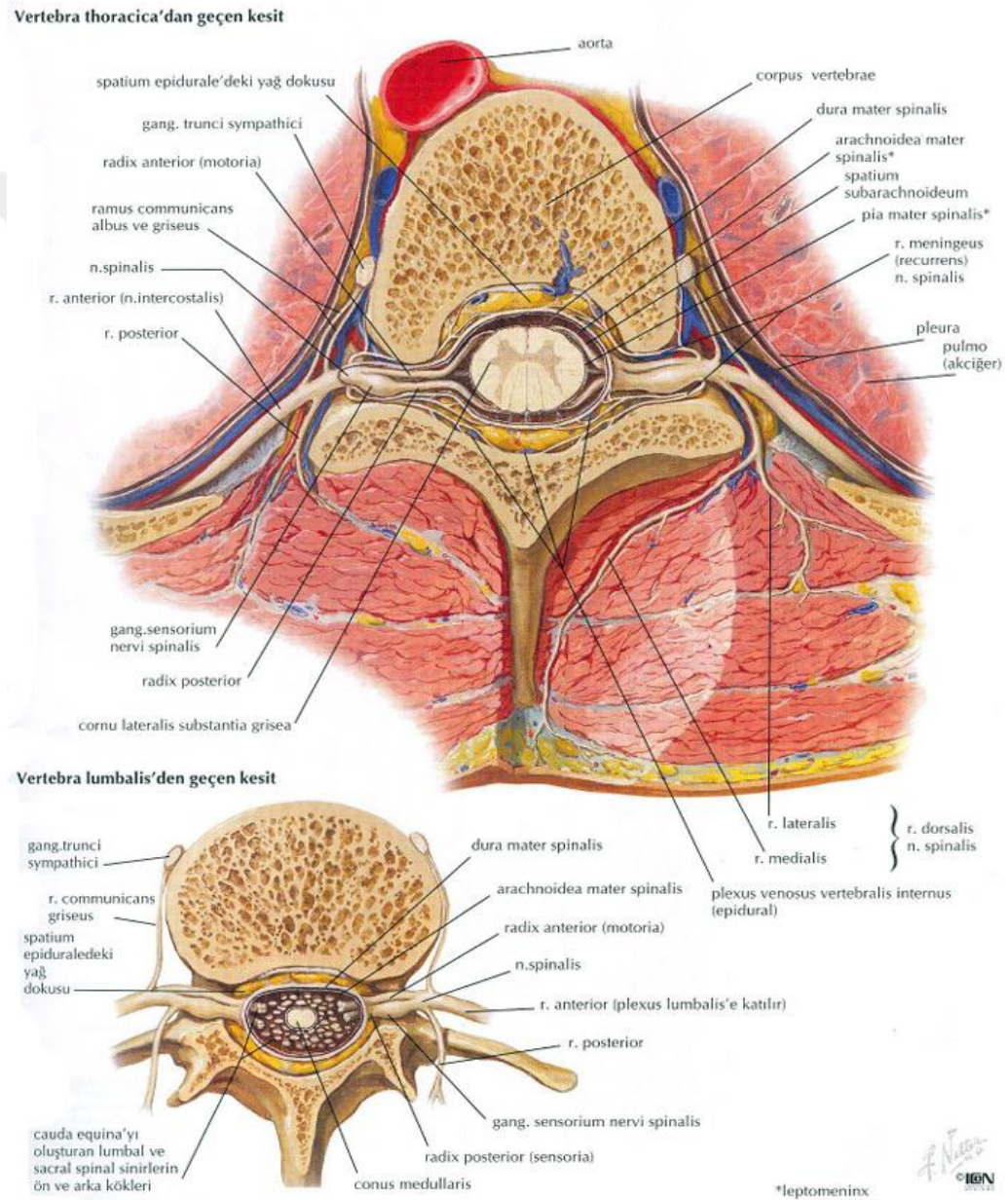
Şekil 32: Spinal sinir köklerinin vertebralara ilişkisi [19]

Omurilik, yalnızca iletici bir yapı değil aynı zamanda reflekslerin de merkezi olan bir yapıdır. Örneğin, patellar refleks gibi monosinaptik refleksler, hiçbir üst merkez aracılığı olmaksızın sadece spinal segmentlerde gerçekleşebilir. Bu reflekslerde duyu nöronları doğrudan motor nöronlara sinaps yapar ve kas kasılması meydana gelir. Böylece medulla spinalis, motor-uyaran yanıtlarını düzenleyen bağımsız bir merkez olarak da görev yapar [31].



Şekil 33: Medulla spinalis zarları ve sinir kökleri [19]

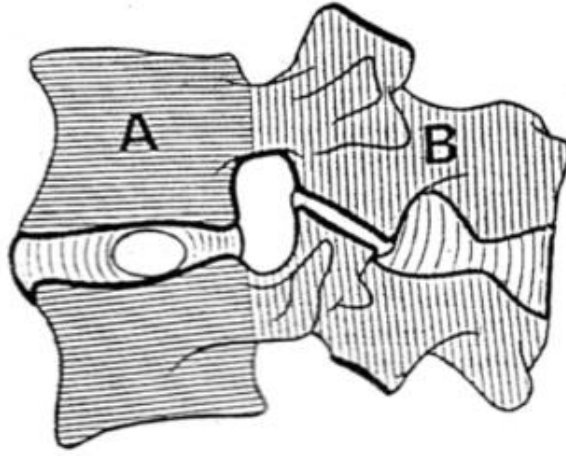
Medulla spinalisten toplam 31 çift spinal sinir çıkar. Her spinal sinir, bir ön (ventral) kök ve bir arka (dorsal) kök olmak üzere iki ana parçadan oluşur. Ön kök, somatik ve viseral motor lifleri içerirken, arka kök yalnızca duyu liflerini taşır. Arka kök üzerinde dorsal root ganglion adı verilen ve duyu nöronlarının gövdelerini içeren bir yapı bulunur. Bu iki kök, intervertebral foramen düzeyinde birleşerek bir spinal siniri oluşturur [10].(Şekil 31,32).



Şekil 34: Transvers kesitlerde spinal sinirin orijini gösteren çizim [19]

2.4. Omurganın Biyomekaniği

Omurga, her biri bir “hareket segmenti” olarak adlandırılan küçük birimlerden oluşur. Bir hareket segmenti; iki komşu vertebra, aralarındaki intervertebral disk, sağ ve sol tarafta yer alan faset eklemleri ve bunları çevreleyen ligamentler ile kaslardan meydana gelir [32](Şekil 35).



Şekil 35: Hareket Segmenti. A) Ön Segment, B) Arka Segment [33]

Omurganın temel görevleri arasında vücudu dik tutmak, baş ve gövde hareketlerini sağlamak, omuriliği korumak ve vücut yükünü alt ekstremitelere iletmek yer alır [34]. Bu görevler, omurganın farklı bölümlerinin kendine özgü biyomekanik özellikleri sayesinde gerçekleşir.

Servikal omurga (C1–C7), omurganın en hareketli kısmıdır. Özellikle C1 (atlas) ve C2 (aksis) omurları başın rotasyon hareketinde belirgin rol oynar. Atlanto-aksiyal eklem, baş rotasyonunun yaklaşık %50’sini gerçekleştirir. Atlanto-okipital eklem ise başın öne ve arkaya fleksiyonuna olanak tanır [35]. Alt servikal omurlar ise daha fazla fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketine izin verir. Bu hareket genişliği, servikal bölgede disklerin elastik yapısı ve faset eklemlerin eğimli düzlemde yerleşimi sayesinde mümkündür [34].

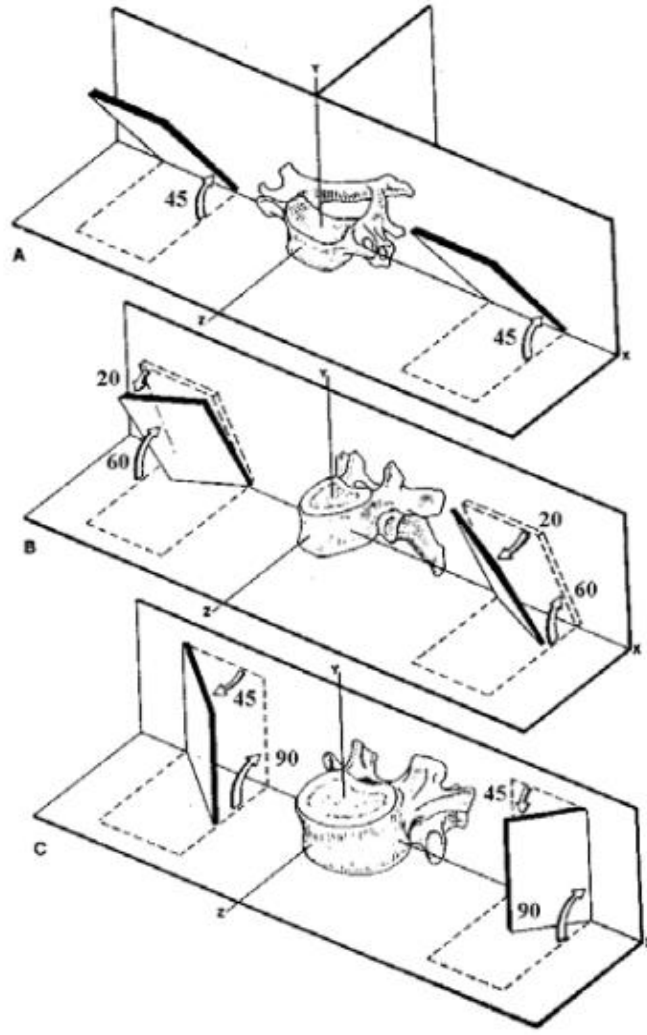
Torakal omurga (T1–T12), kaburgalar ve sternum ile bağlantılı olduğundan hareket kabiliyeti sınırlıdır. Ancak bu yapılar torakal omurgaya yüksek derecede stabilite kazandırır. En belirgin hareket türü rotasyondur; fleksiyon ve ekstansiyon

hareketleri kısıtlıdır [32]. Faset eklemler burada frontal düzlemde yer alır ve rotasyon hareketini desteklerken, göğüs kafesi hareketi sınırlayıcı bir rol oynar.

Lumbal omurga (L1–L5), omurganın en çok yük taşıyan bölgesidir. Bu nedenle, intervertebral diskler burada daha kalın ve dayanıklıdır [36]. Bu bölge, fleksiyon ve ekstansiyon açısından oldukça hareketlidir, ancak rotasyon oldukça sınırlıdır. Bunun sebebi, faset eklemlerin sagittal düzlemde yerleşmiş olmasıdır. Bu yapı, öne ve arkaya eğilmeyi desteklerken, rotasyon hareketlerini neredeyse tamamen engeller [34]. L5–S1 bileşkesi özel bir önem taşır; bu bölge hem yukarıdan gelen dikey yükü taşır hem de pelvisin eğimi nedeniyle ciddi kesme (shear) kuvvetlerine maruz kalır [37]. Bu nedenle fıtıklaşma, disk dejenerasyonu ve spondilolistezis gibi patolojiler bu seviyede daha sık görülür.

Sakrum ve koksiks, hareket etmeyen ama yük iletiminde önemli rol oynayan bölgelerdir. Sakrum, pelvis kemikleriyle yaptığı sakroiliak eklem aracılığıyla gövde yükünü alt ekstremitelere aktarır. Sakroiliak eklem yarı oynamaz bir eklemdir ve sağlam bağ dokularla çevrilidir [35]. Koksiks rudimenter bir yapı olup, çoğu bireyde hareketsizdir; ancak doğum esnasında kadınlarda öne doğru esneyerek pelvik çıkımı genişletme rolü olabilir [38].

Faset eklemler de omurganın hareket açıklığını ve yönünü belirleyen yapılardır. Servikal bölgede eğimli yerleşmiş olmaları sayesinde çok yönlü harekete izin verirken, torakal bölgede frontal düzlemde, lumbal bölgede ise sagittal düzlemde yerleşmiş olmaları nedeniyle her bölgeye özgü hareket kısıtlamaları ve izinleri tanımlar [34](Şekil 36).



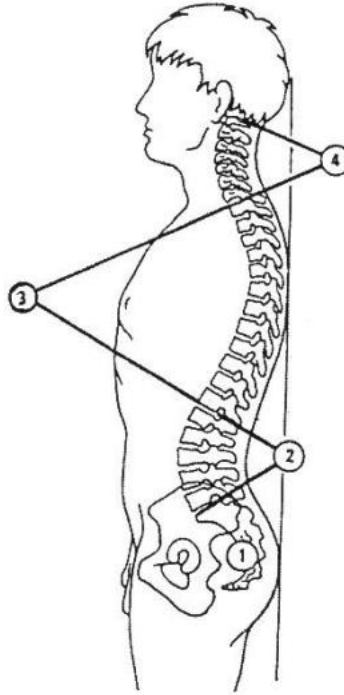
Şekil 36: Art. zygapophysialislerin omurganın servikal, torakal ve lumbal bölgelerindeki dizilimi. A) Servikal bölge, B) Torakal bölge, C) Lumbal bölge [32]

Sonuç olarak, omurga, çok yönlü hareketlere izin veren ama aynı zamanda sinir dokusunu koruyan ve yük taşıyan bir yapıdır. Her bir bölge, farklı anatomik ve biyomekanik özellikleri ile spesifik bir görevi yerine getirir. Bu yapıların dengeli bir şekilde çalışması, omurganın fonksiyonlarını sağlıklı biçimde sürdürebilmesi için zorunludur. Bu denge bozulduğunda mekanik ağrılar, disk hernileri, instabiliteler ve postural bozukluklar ortaya çıkabilir.

2.5. Omurganın Fizyolojik ve Patolojik Eğrilikleri

Omurga, insan vücudunun yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünü sağlayan, vertebral kolon olarak da adlandırılan karmaşık bir anatomik yapıdır. Bu yapı, yalnızca mekanik destek sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda omurilik gibi merkezi sinir sistemi bileşenlerini koruyarak nörolojik bütünlüğü de muhafaza eder [14]. Omurganın sagittal düzlemde fizyolojik eğrilikler göstermesi, hem şok emilimini kolaylaştırmakta hem de dik duruşun sürdürülebilmesini sağlamaktadır.

İnsan omurgasında dört temel fizyolojik eğrilik bulunur: servikal lordoz, torakal kifoz, lumbal lordoz ve sakral kifoz. Servikal ve lumbal bölgelerde lordotik eğrilikler, doğum sonrası gelişimsel süreçte ortaya çıkar ve “sekonder eğrilikler” olarak sınıflandırılırken, torakal ve sakral bölgelerdeki kifotik eğrilikler intrauterin dönemde gelişip doğuştan var oldukları için “primer eğrilikler” olarak tanımlanır [39](Şekil 37).



Şekil 37: Omurganın fizyolojik eğrilikleri. 1) sakral kifoz, 2) lumbal lordoz, 3) torakal kifoz. 4) servikal lordoz [21]

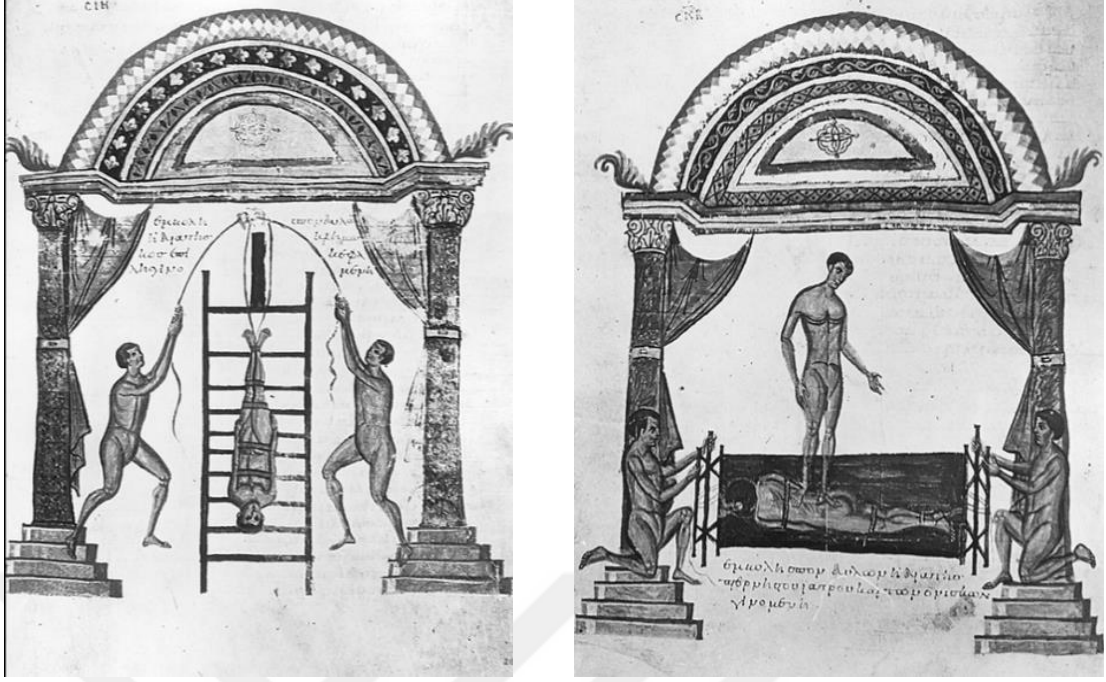
Fizyolojik sınırların ötesine geçen omurga eğrilikleri, patolojik olarak değerlendirilir. Bu tür eğrilikler; yapısal deformiteler, kas-iskelet sistemi dengesizlikleri veya nörolojik hastalıklar sonucu ortaya çıkabilir.

Torakal kifozun artışı, yani hiperkifoz, sıklıkla yaşlı bireylerde görülür ve osteoporoz kaynaklı kompresyon kırıklarıyla birlikte ortaya çıkabilir. Genç bireylerde görülen **Scheuermann kifozu**, vertebra end-platelerinin yapısal bozukluklarıyla karakterize juvenil bir deformitedir [40]. Uzun süreli hiperkifoz; postüral bozukluklara, solunum fonksiyonlarında azalmaya ve yaşam kalitesinde düşüşe neden olabilir.

Lumbal bölgedeki lordotik açının artması, hiperlordoz olarak tanımlanır. Bu durum genellikle obezite, gebelik veya pelvik kas gruplarının dengesizliği gibi nedenlerle gelişebilir. Ayrıca spondilolistezis gibi vertebra kaymalarına bağlı olarak da hiperlordoz meydana gelebilir [34]. Bel ağrısı şikâyeti ile başvuran bireylerde postüral analiz sırasında hiperlordozun varlığı dikkatle değerlendirilmelidir.

A) Skolyoz

Skolyoz, tarih boyunca tıp camiasının ilgisini çeken önemli bir omurga deformitesidir. Kelime kökeni Antik Yunanca “skolios” sözcüğüne dayanan bu terim, eğri veya kıvrık anlamına gelir. Skolyozun tıbbi literatürde ilk kez net biçimde tanımlandığı dönem Antik Yunan’dır. Hipokrat (M.Ö. 460–370), skolyozu omurganın yanlara doğru eğriliği olarak tanımlamış ve kifoz, lordoz gibi diğer omurga eğriliklerinden ayırmıştır. Ayrıca skolyozun nedenleri arasında travmaları, yanlış duruşları ve bazı hastalıkları (muhtemelen polio veya rikets gibi kas-iskelet sistemi hastalıkları) göstermiştir. Tedavi için mekanik yöntemler geliştirmiştir. Bu dönemde kullanılan “Hipokrat tahtası” ve “Hipokrat merdiveni” gibi düzenekler, omurgayı düzeltmeyi amaçlayan ilk ortopedik araçlar arasında yer almaktadır [41](Şekil 38).



Şekil 38: Omurga deformitelerinin düzeltilmesi için Hipokrat merdiveni ve Hipokrat tahtası. [42]

Hipokrat'ın ardından Roma döneminde yaşayan Galen (M.S. 129–216), skolyozu daha ayrıntılı biçimde ele almıştır. Galen skolyozun, kas zayıflıkları ve omurgadaki yapısal bozukluklar nedeniyle oluştuğunu belirtmiş, ayrıca skolyozun anatomik temellerine dair dönemi için oldukça ilerici sayılabilecek açıklamalarda bulunmuştur [41]. Galen'in skolyozu dört temel omurga bozukluğu sınıflamasına dâhil etmesi, sonraki yüzyıllarda skolyozun anlaşılabilirliğini artırmıştır.

Orta Çağ'da skolyoza dair bilgi ve tedavi yaklaşımları duraklamıştır. Dini normların hâkim olduğu bu dönemde anatomi ve cerrahi çalışmalar da sınırlandığı için skolyoz üzerine kayda değer ilerlemeler olmamıştır. Ancak İslam tıbbında, özellikle İbn Sina'nın (980–1037) eserlerinde skolyozun doğuştan olabileceği, travmalara veya hastalıklara bağlı gelişebileceği ifade edilmiştir. Yine de bu dönemde skolyoz daha çok vücut eğriliği ya da şekil bozukluğu olarak genel biçimde tarif edilmiştir [41].

Rönesans döneminde, anatomiye olan ilginin yeniden canlanmasıyla skolyoz da yeniden gündeme gelmiştir. Fransız cerrah Ambroise Paré (1510–1590), skolyozun travma sonrası gelişebileceğini savunmuş ve deri ile metal kullanarak ürettiği korselerle mekanik tedaviyi tekrar önermiştir. Bu korseler, skolyozun konservatif tedavisinde önemli bir dönüm noktası olmuştur [41]. 1741 yılında Nicolas Andry, skolyozu postür

bozukluğu temelli bir durum olarak açıklamış, çocukların erken yaşta doğru postür eğitimi ile bu durumdan korunabileceğini savunmuştur. “Orthopédie” adlı eserinde skolyozun sadece tedavi değil, önlenabilir bir deformite olduğu fikri ilk kez dile getirilmiştir [41].

19. yüzyıl, skolyozun tanı ve sınıflandırmasında önemli bir dönüm noktası olmuştur. 1865 yılında William Adams, skolyozun fizik muayene ile tanınabilmesini sağlayan öne eğilme testini (Adams testi) tanıtmıştır. Bu test skolyozun gözle görülür belirti verdiği, özellikle kostal çıkıntının fark edildiği bir klinik yöntemdir [41]. 1895’te Wilhelm Röntgen’in X-ışınlarını keşfetmesiyle skolyozun radyolojik olarak görüntülenmesi mümkün olmuş, omurga eğriliği ölçülebilir hale gelmiştir [41].

20. yüzyılda skolyozun derecesini ölçmede bir standart olarak kabul edilen Cobb açısı, 1948 yılında Dr. John Cobb tarafından geliştirilmiştir. Bu ölçüm yöntemi skolyozun ciddiyetini belirlemede ve tedaviye karar vermede hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır [43]. Aynı yüzyılda skolyozun cerrahi ve konservatif tedavisinde önemli ilerlemeler yaşanmıştır. 1950’li yıllarda Milwaukee korsesi, ilk sistematik olarak kullanılan omurga korsesi olarak tanıtılmıştır. 1960’larda ise Harrington rodları ile skolyozun cerrahi olarak düzeltilmesi mümkün hâle gelmiştir. Bu çubuklar, omurgaya içten destek sağlayarak eğriliği azaltmayı hedeflemiştir [41].

21. yüzyılda skolyozla ilgili en dikkat çekici gelişmelerden biri genetik araştırmalardır. 2011 yılında yapılan bir genom çapında ilişkilendirme çalışması, LBX1 geninin adolesan idiopatik skolyozla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur [44]. Ayrıca skolyozun takibi ve tedavisi artık ileri görüntüleme sistemleri, yapay zekâ destekli analizler ve bireyselleştirilmiş fizik tedavi protokolleri ile yürütülmektedir. Schroth terapisi gibi üç boyutlu egzersiz programları, skolyoz tedavisinde modern konservatif yaklaşımı temsil eder. Robotik cerrahi ve navigasyon destekli sistemler sayesinde cerrahi tedaviler daha güvenli ve hassas hâle gelmiştir. Bununla birlikte büyüme çağındaki çocuklar için geliştirilen vertebral body tethering (VBT) yöntemi, omurgayı kaynatmadan düzeltmeyi mümkün kılarak, füzyon cerrahisinin potansiyel olumsuzluklarını ortadan kaldırmayı hedeflemiştir [41].

Sonuç olarak skolyoz, tarih boyunca sadece bir omurga hastalığı olarak değil, aynı zamanda tıbbın düşünsel ve teknik gelişiminin bir göstergesi olarak ele alınmıştır.

Antik Yunan'dan günümüze kadar geçen süreçte, skolyoza yaklaşımda yaşanan değişimler, tıp tarihinin önemli yapı taşlarını oluşturur.

Skolyoz hastalığında evrensel bir dil oluşturulması adına kullanılan bazı terimlerin bilinmesi gerekir:

Yapısal eğrilik: Omurgada kalıcı hale gelmiş, esnekliğini yitirmiş lateral eğriliklerdir. Bu tür eğriliklerde hem yana doğru açılma hem de omurga rotasyonu mevcuttur. Hastaya lateral fleksiyon ya da traksiyon uygulandığında deformitenin tamamen düzelmediği görülür [45].

Yapısal olmayan eğrilik: Omurgada sabit rotasyon ya da kalıcı yan eğilme bulunmayan, fleksibilitesi korunan eğriliklerdir. Bu eğrilikler, traksiyon ya da yana eğilme grafiğinde neredeyse tamamen normale döner [46].

Primer eğrilik: Skolyoz sürecinde ilk olarak oluşan yapısal deformitedir ve genellikle en baskın eğriliktir [45].

Kompensatuvar (sekonder) eğrilik: Vücut mekaniğinin dengelenmesi amacıyla primer eğriliğe karşılık olarak gelişen, başlangıçta yapısal olmayan ancak zamanla dokuların uyum sağlamasıyla yapısal hale dönüşebilen ikincil eğriliktir [46].

Majör eğrilik: Skolyozda en büyük dereceye sahip ve daima yapısal nitelik taşıyan eğriliktir [45].

Minör eğrilik: Daha küçük açılı eğriliklerdir. Hem yapısal hem de yapısal olmayan özellik gösterebilirler. [45]

Çift majör eğrilik: Benzer açıda ve rotasyonda iki ayrı yapısal eğriliğin bir arada bulunduğu skolyoz formudur [46].

Apikal vertebra: Skolyoz eğrisinde orta hattan en fazla uzaklaşan ve aynı zamanda en belirgin rotasyona uğramış olan omurdur [45].

Apikal disk: Omurgada vertikal eksenden en uzak mesafedeki intervertebral disk. [45]

Apikal vertebra: Apikal vertebra ya da diskin orta noktasının sakral çizgiye olan uzaklığının milimetre cinsinden ölçümüdür. Özellikle torakolomber ve lomber bölgelerde görülen skolyozlarda omurga dengesizliğinin saptanması ve izlenmesi açısından bu ölçüm önemlidir [46].

Nötral vertebra: Eğriliğin üst ve alt sınırlarında bulunan, herhangi bir rotasyon göstermeyen ilk omurdur [45].

Stabil vertebra: Sakrumun orta hattından geçen çizginin tam ortasına denk gelen vertebradır. [45]

End vertebra: Skolyoz eğrisine katılan omurlar arasında, konkav tarafına en fazla eğilmiş olan ve eğriliğin başlangıç (üst) ve bitiş (alt) noktalarını oluşturan omurlardır [46]

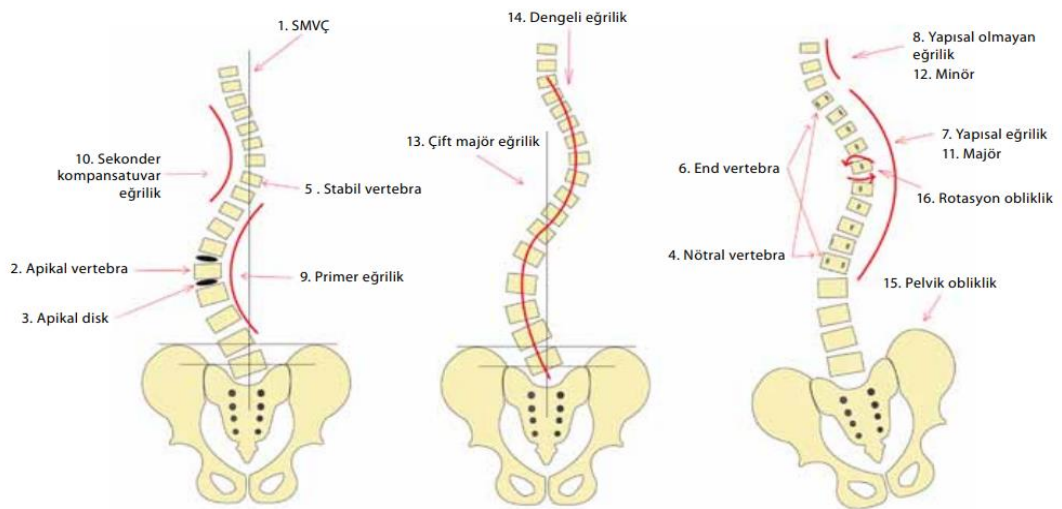
Denge ve kompensasyon: Başın (oksiput) orta hattının sakrum üzerine, omuzların ise pelvisin üzerine düşe doğrultuda hizalanmış olması durumudur. Röntgen filmlerinde denge, eğriliğin sağ ve sol tarafındaki açılarının toplamalarının eşit olmasıyla değerlendirilir [46].

Pelvik obliklik: Pelvisin frontal düzlemde, yatay eksenle yaptığı açısal sapmadır. Bu deformite bacak boyu eşitsizliğinden kaynaklanıyorsa, ölçüm öncesi eşitsizlik giderilmelidir [45].

Rotasyon: Omurganın transvers düzlemdeki dönme hareketidir, yani omurun kendi eksenini etrafında yaptığı açısal değişikliktir [46].

Sağ/sol eğrilik terimleri: Skolyoz eğrisinin konveks tarafını tanımlar. Eğriliğin ismi, apikal vertebranın bulunduğu seviyeye göre verilir [45].

Skolyoza ait deformitelerin tanımlanmasında, eğriliğin açısal büyüklüğü, yerleşim bölgesi, yönelimi ve altta yatan nedeni mutlaka ifade edilmelidir [3, 45]. Örneğin, “40 derece sağ torakolomber yerleşimli adölesan idiyopatik skolyoz” ifadesi bu kriterleri karşılayan uygun bir tanımlamadır [47].



Şekil 39: Radyolojik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılan terimler [48]

Skolyoz, omurganın özellikle koronal düzlemde olmak üzere, üç boyutlu düzlemlerde - koronal (frontal), sagittal ve transvers (aksiyel) -meydana gelen kompleks bir deformitesidir [45]. Geleneksel olarak skolyoz, omurgada 10 derece veya daha fazla lateral eğrilik olması durumunda tanı konulan bir durumdur ve bu eğrilik Cobb açısı kullanılarak radyolojik olarak ölçülür [2]. Ancak güncel literatürde skolyozun yalnızca iki boyutlu bir eğrilik değil, aynı zamanda omurların aksiyel düzlemde rotasyonu ve sıklıkla sagittal planda (lordoz ve kifoz) bozukluklar ile birlikte seyreden üç boyutlu bir deformite olduğu vurgulanmaktadır [49, 50]. Bu nedenle skolyozun tanımı sadece lateral deviasyon ile sınırlı olmayıp, spinal dengenin her üç düzlemde bozulduğu bir patoloji olarak ele alınmaktadır [51].

Skolyozun tanısında, radyolojik olarak Cobb açısının $\geq 10^\circ$ olması temel kriter olarak kabul edilir [4]. Bu değerin altında kalan eğrilikler genellikle postüral asimetri olarak değerlendirilir. Cobb açısına ek olarak, yapısal skolyoz vakalarında vertebral rotasyonun varlığı da tanıda önemli yer tutar ve bu rotasyon genellikle pedikül gölgelerinin asimetrik görünümü ile radyolojik olarak belirlenir [52]. Ayrıca skolyozun klinik muayenesinde “Adam's forward bending test” pozitifliği, özellikle yapısal skolyoz lehine önemli bir bulgudur. Bu testten ilerleyen bölümlerde bahsedilecektir. Yapısal olmayan skolyoz geçici ve düzeltilebilir. Örneğin eğilme ile düzelebilir. [53].

Skolyoz, çeşitli kriterlere göre sınıflandırılabilir. En yaygın sınıflama şekli, skolyozun etiyolojik nedenine dayalı olanıdır. İdiopatik skolyoz, tüm skolyoz vakalarının yaklaşık %80'ini oluşturur ve belirgin bir neden saptanamaz [45]. Bu tip skolyoz, yaşa göre üç alt tipe ayrılır: infantil (0–3 yaş), juvenil (4–9 yaş) ve adölesan (10 yaş ve üzeri) [54]. Adölesan idiyopatik skolyoz, en sık görülen form olup, özellikle kız çocuklarında daha yaygındır ve erkeklere oranla 7-10 kat daha fazla progresyon gösterme eğilimindedir [55].

Konjenital skolyoz, vertebraların embriyolojik dönemde oluşum ya da segmentasyon hataları sonucunda gelişir [56]. Bu tipteki deformiteler sıklıkla hemivertebra, blok vertebra veya bunların kombinasyonları şeklinde karşımıza çıkar. Konjenital skolyoz, genellikle böbrek, kalp ve spinal kanal anomalileri ile birlikte görülür ve bu nedenle multidisipliner değerlendirme gerektirir [57].

Nöromüsküler skolyoz, santral sinir sistemi veya kas iskelet sistemi bozukluklarına bağlı olarak gelişen skolyoz türüdür ve sıklıkla ilerleyici özelliktedir

[58]. Bu skolyoz tipi genellikle serebral palsi, Duchenne musküler distrofisi, spina bifida ve poliomiyelit gibi durumlarla ilişkilidir [59]. Postüral kontrolün bozulması ve kas dengesizliği, omurganın ilerleyici eğrilik geliştirmesine neden olur.

Nörofibromatoz ilişkili skolyoz, özellikle Nörofibromatozis Tip 1 hastalarında görülen ve karakteristik olarak düzensiz eğriliklere sahip olan bir skolyoz tipidir. Bu tür skolyozda eğriler genellikle kısa segmentlidir, vertebralar distorsiyona uğramıştır ve distopik eğrilikler gözlenebilir. Tedavisi zordur ve deformite hızla ilerleyebilir. [60].

Dejeneratif skolyoz, genellikle ileri yaşlarda, disk dejenerasyonu, faset eklem artropatisi ve osteoporoz gibi nedenlerle ortaya çıkar [61]. Bu skolyoz tipi genellikle bel bölgesinde meydana gelir ve çoğunlukla sağ konvektir. Dejeneratif skolyozun ayırt edici özelliklerinden biri, yaşla birlikte spinal dengenin anteriora kaymasıdır [62].

Fonksiyonel skolyoz ya da diğer adıyla postüral skolyoz, yapısal bozukluk olmaksızın, genellikle başka bir patolojik duruma sekonder olarak gelişen geçici bir eğriliktir. Örneğin, bacak boyu eşitsizliği, kas spazmları veya ağrıya bağlı antialjik postür skolyoza yol açabilir. Nedene yönelik tedavi ile eğrilik tamamen düzeltilebilir [63].

Skolyoz ayrıca morfolojik olarak da sınıflandırılır. Eğriliğin konumuna göre skolyoz servikal, torakal, torakolomber, lomber ve lumbosakral olmak üzere beş ana gruba ayrılır [64].

Eğriliğin yönüne göre skolyoz sağ konveks (daha yaygın) veya sol konveks olarak tanımlanabilir. Eğrilik sayısına göre tek eğri (C şeklinde) veya çift eğri (S şeklinde) formlar mevcuttur [65].

Cobb açısı, skolyozun şiddetinin derecelendirilmesinde temel ölçüttür. Cobb açısı 10–25° arasında olan eğrilikler hafif, 25–40° arası olanlar orta, 40° üzeri olanlar ise şiddetli skolyoz olarak sınıflandırılır [4].

a) Adölesan İdiopatik Skolyoz

Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS), genellikle 10 yaşından sonra başlayarak pubertal büyüme atağı sırasında ortaya çıkan, nedeni kesin olarak bilinmeyen, yapısal ve progresif özellik taşıyan bir omurga deformitesidir [45, 66]. Bu deformite, frontal düzlemde lateral deviasyon, sagittal düzlemde normal kifoz ve lordoz eğriliklerinde

bozulma ve transvers düzlemde vertebral rotasyon ile karakterize olan üç boyutlu yapısal bir değişimi ifade eder [67].

"İdiopatik" terimi, bu skolyoz formunun altta yatan belirgin bir nöromusküler, konjenital, travmatik veya sistemik hastalığa bağlı olmaksızın geliştiğini ifade eder [5]. Öte yandan, "adölesan" ifadesi, skolyozun başlangıç yaşının 10 yaş ve üzeri olduğunu ve çoğunlukla pubertal büyüme dönemi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu dönem, skolyoz eğriliklerinin oluşumu ve ilerlemesi açısından en kritik zamandır.

• Epidemiyoloji

AİS'in toplumdaki genel prevalansı %2–3 civarındadır [5, 45]. Ancak bu oran, eğrilik derecesine bağlı olarak değişkenlik gösterir:

10° ve üzerindeki eğrilikler tüm popülasyonun yaklaşık %2–3'ünde görülür.

20° ve üzerindeki eğrilikler yaklaşık %0.3–0.5 oranındadır.

Cerrahi gerektiren (>45°–50°) eğrilikler ise sadece %0.1–0.3 oranında görülmektedir [68].

Bu veriler, AİS'in yaygınlığını ortaya koyarken aynı zamanda progresyonun her bireyde eşit olmadığını da göstermektedir.

AİS tüm cinsiyetlerde görülebilmeye rağmen, eğrilik ilerledikçe kadınlarda daha yüksek oranda ortaya çıkar. 10–20° arasındaki eğriliklerde kız/erkek oranı yaklaşık 1:1 iken, 40° üzeri eğriliklerde bu oran 7:1 ile 10:1 arasında değişmektedir [69]. Bu durum, kız çocuklarının skolyoz progresyonuna karşı daha hassas olduğunu göstermektedir.

AİS, dünya genelinde tüm ırk ve etnik gruplarda görülmekle birlikte, bazı çalışmalarda ırksal farklılıklara dair küçük varyasyonlar bildirilmektedir:

- Asya ve Kafkas kökenli bireylerde daha yüksek prevalans oranları saptanmıştır.
- Afrika kökenli bireylerde ise ciddi eğriliklerin görülme oranı daha düşük olabilir [66].

Ancak bu farklılıklar çevresel faktörler, sağlık hizmetlerine erişim, tarama programları ve sosyoekonomik değişkenler gibi etmenlerle de ilişkili olabilir.

- **Etiyopatogenez**

Etiyolojisi tam olarak aydınlatılamamış olup, çok sayıda faktörün bir araya gelerek oluşturduğu bir bozukluk olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle AİS, multifaktöriyel bir hastalık olarak kabul edilir. Günümüzde etiyopatogenezde rol oynadığı düşünülen birçok mekanizma vardır.

AİS'in genetik temeli uzun süredir araştırılmakta olup, ailesel geçişin belirgin olduğu bilinmektedir. Çalışmalar AİS hastalarının yaklaşık %30'unun birinci derece akrabalarında skolyoz bulunduğunu göstermektedir [70]. Ayrıca ikiz çalışmaları, monozygot ikizlerde konkordans oranının dizigotlara göre çok daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur [71]. Bu bulgular, genetik yatkınlığın skolyoz gelişiminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Skolyoz ile ilişkili çeşitli gen adayları belirlenmiştir. *CHD7*, *LBX1*, *GPR126*, *PAX1*, *TBX6* ve *FBN1* gibi genlerdeki varyantların skolyoz gelişimiyle bağlantılı olabileceği gösterilmiştir [70]. Bu genlerin omurga gelişimi, kas-iskelet yapısı ve nöral organizasyon gibi farklı sistemler üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

AİS hastalarında santral sinir sistemi yapılarında çeşitli anomaliler saptanmıştır. Özellikle inferior oliv kompleksi gibi bölgelerde asimetri bildirilmiştir. Ayrıca bu bireylerde proprioseptif algıda bozulma, vestibüler sistem disfonksiyonu ve postural kontrol sorunları da tanımlanmıştır [72]. Bu durum, AİS'in sadece iskeletsel değil, aynı zamanda nörogelişimsel bir hastalık olabileceği görüşünü desteklemektedir.

AİS'li bireylerde melatonin düzeylerinde veya melatonin reseptörlerinde bozukluk saptanmıştır. Hayvan deneylerinde, örneğin pineal bezin çıkarıldığı tavşanlarda skolyoz gelişimi gözlenmiştir [73]. Bu bulgular, melatonin eksikliğinin skolyozda rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

Kadınlarda skolyozun daha sık görülmesi, östrojenin patogenezde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Östrojen reseptör genlerinde saptanan polimorfizmler, hormonal duyarlılık açısından önem arz etmektedir [70].

AİS'li bireylerde leptin düzeyleri ile omurga deformitesi arasında ilişki bulunmuştur. Leptin hem enerji dengesinde hem de kemik gelişiminde önemli bir hormondur. Düşük vücut kitle indeksine sahip hastalarda leptin düzeylerinin de düşük olduğu ve bu durumun skolyozla bağlantılı olabileceği öne sürülmüştür [74].

Adölesan dönemdeki hızlı boy artışı, omurgada asimetrik yüklenmeye neden olabilir. Bu, özellikle pubertal büyüme atağı sırasında önem kazanmaktadır. Heuter-Volkmann prensibine göre, kemik epifiz plağına uygulanan basınç büyümeyi baskılayabilirken, gerilim büyümeyi hızlandırabilir. Bu durum eğriliğin ilerlemesine katkıda bulunabilir [5].

Ayrıca, düşük kemik mineral yoğunluğu AIS'li bireylerde sık görülmekte ve bu durum skolyozun ilerlemesiyle ilişkilendirilmektedir.

AIS'li hastalarda paraspinal kasların histolojik ve fonksiyonel özelliklerinde değişiklikler saptanmıştır. Tip I/II kas lifi oranlarında dengesizlik, asimetrik kas aktivitesi ve bağ dokusunda gevşeklik gibi bulgular mevcuttur. Ehlers-Danlos sendromu gibi bağ dokusu hastalıklarında skolyoz prevalansının yüksek olması da bu durumu desteklemektedir [5].

Genetik yatkınlığa ek olarak çevresel faktörler ve epigenetik değişiklikler (örneğin DNA metilasyonu) AIS'in ortaya çıkmasında etkili olabilir. D vitamini eksikliği, yetersiz kalsiyum alımı ve fiziksel aktivite düzeyi gibi faktörlerin skolyoz gelişiminde katkısı olabileceği bildirilmektedir [5]. Ayrıca, AIS'li bireylerde sıklıkla düşük BMI'ya rastlanması, metabolik dengenin de göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir [74].

Sonuç olarak dölesan idiopatik skolyozun etiyopatogenezi, genetik, nörolojik, hormonal, mekanik ve çevresel faktörlerin kompleks etkileşimine dayanan, halen tam olarak aydınlatılamamış bir süreçtir. Bu nedenle hastalığın çok yönlü değerlendirilmesi ve bireyselleştirilmiş yaklaşımlarla izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

• Klinik Seyir

AIS'te progresyon, sadece koronal planda Cobb açısının artışıyla değil, aynı zamanda vertebral rotasyon ve sagittal dengenin bozulmasıyla da değerlendirilir.

AIS'in progresyonu ile en güçlü ilişkili faktörlerden biri büyüme potansiyelidir. Risser evresi, el ve el bileği grafileleri ve menarş durumu gibi parametrelerle değerlendirilen iskeletsel matürasyon düzeyi, eğriliğin ilerleme riskini belirlemede kritik rol oynar. Risser evresi 0–1 olan, menarş öncesi kız çocuklarında eğrilikler, özellikle

Cobb açısı 25° üzerindeyse, yüksek progresyon riski taşır [4]. Bu dönemdeki hızlı büyüme, spinal deformitenin mekanik etkilerle daha da belirginleşmesine neden olur.

Cobb açısı, AIS progresyonunun kantitatif değerlendirmesinde temel parametredir. Başlangıçta $20-30^{\circ}$ aralığında olan eğriliklerin yaklaşık %60'ı ilerleme gösterirken, 30° üzerindeki eğriliklerde bu oran %90'a kadar çıkabilmektedir [75]. Ayrıca eğriliğin yerleşim yeri de progresyon açısından belirleyicidir. Torasik bölgede apeksi bulunan eğrilikler, özellikle T7-T9 arasında yerleşmişse, lumbal eğriliklere kıyasla daha hızlı ilerleme eğilimindedir [76].

AIS'te eğriliğin neden ilerlediğini açıklayan en temel mekanizmalardan biri, Hueter-Volkman prensibidir. Bu prensibe göre, büyüme plağına uygulanan artmış mekanik yük, o bölgede büyüme hızını yavaşlatır. AIS'te omurganın konkav tarafındaki artmış yüklenme, bu bölgede büyümeyi baskılar; konveks tarafta ise daha hızlı büyüme devam eder ve eğrilik zamanla artar [77].

Cinsiyet, AIS progresyonunun biyolojik belirleyicileri arasında yer alır. AIS kızlarda hem daha sık görülür hem de ilerleme riski erkeklere kıyasla anlamlı ölçüde daha yüksektir [66]. Bunun hormonal farklılıklar, büyüme hızı ve bağ dokusu özellikleriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Progresyon, Cobb açısında 5° veya daha fazla artış olarak tanımlanır. Ancak sadece Cobb açısındaki artış değil, aynı zamanda gövde simetrisinin bozulması, vertebral rotasyon derecesi ve klinik postürel değişiklikler de progresyonun göstergeleri arasında yer alır.

AIS'in progresyonu tedavi stratejilerinin belirlenmesinde doğrudan etkili olduğundan, erken tanı ve takip büyük önem taşır. Cobb açısı $25-40^{\circ}$ arasında olan, büyüme potansiyeli devam eden bireylerde korse tedavisi altın standarttır. [75]. Cobb açısı $45-50^{\circ}$ 'yi aşan eğrilikler, ileride erişkin yaşta da progresyon riski taşıdığından, genellikle cerrahi tedavi endikasyonu oluşturur.

Sonuç olarak AIS'in progresyonu, bireysel büyüme potansiyeli, eğriliğin başlangıç derecesi ve yerleşimi gibi çoklu faktörlerin etkileşimiyle şekillenir. Erken tanı, düzenli radyolojik takip ve doğru tedavi seçimi, bu progresyonun önlenmesi veya yavaşlatılmasında belirleyici unsurlardır.

• Klinik Değerlendirme

Adölesan idiopatik skolyozun (AİS) değerlendirilmesinde anamnez, hastalığın erken tanınması, doğru sınıflandırılması ve uygun tedavi planlaması için kritik bir ilk adımdır. AİS genellikle ağrısız bir deformite olarak ortaya çıktığından, çoğu hasta tesadüfen fark edilen postüral değişiklikler ya da ebeveynlerin gözlemleri sonucunda sağlık kuruluşlarına başvurur [45]. Bu nedenle anamnezde ilk olarak başvuru nedeninin ayrıntılı olarak sorgulanması gerekir. En sık bildirilen başvuru nedenleri arasında omuz asimetrisi, gövde dengesizliği, bel çukurlarında eşitsizlik, sırt bölgesinde kamburluk (kostal hump) ve estetik kaygılar yer alır. Bazı durumlarda beden eğitimi öğretmenleri veya okul taramaları aracılığıyla fark edilen deformiteler de başvuruya yol açar [3].

Anamnez sırasında, skolyozun tipi ve ilerleme riski açısından belirleyici olan yaş ve gelişim durumu dikkatle değerlendirilmelidir. Skolyozun ilk fark edilme yaşı, progresyon riski ile doğrudan ilişkilidir; 10 yaşından önce başlayan eğrilikler daha hızlı ilerleme eğilimindedir [4]. Özellikle kız hastalarda menarş öyküsü büyük önem taşır. Menarşın gerçekleştiği yaş ve üzerinden geçen süre iskelet maturasyonu hakkında bilgi verir. Menarş öncesi ya da ilk iki yılı içeren dönemde skolyozun progresyon riski en yüksektir [78]. Bununla birlikte hastanın genel büyüme paterni (son dönemdeki boy uzaması, ayakkabı numarasındaki artış, ses değişiklikleri gibi pubertal belirtiler) de ayrıntılı şekilde sorgulanmalıdır. Çünkü büyümenin hızlı olduğu periyotlar, skolyozun eğrilik derecesinde ani artışların en sık görüldüğü dönemlerdir.

Aile öyküsü, genetik yatkınlığı değerlendirmek açısından önemlidir. AİS multifaktöriyel geçişli ve genetik etiyolojiyle ilişkili bir hastalık olup, %30'a varan oranlarda aile bireylerinde benzer deformitelere rastlanmaktadır [79]. Bu nedenle, özellikle birinci derece akrabalarda skolyoz öyküsü, cerrahi geçirmiş bireyler veya benzer omurga deformiteleri sorgulanmalıdır.

AİS çoğunlukla ağrısız seyretmesine rağmen, ağrı varlığı özel dikkat gerektirir. Özellikle istirahatte ağrı, gece uykudan uyandıran tipte şiddetli ağrı ya da lokalize lomber ağrı gibi semptomlar, skolyozdan farklı bir patolojiyi işaret edebilir. Bu durumda, siringomyeli, tümöral oluşumlar veya enfeksiyon gibi altta yatan nedenlerin dışlanması adına ileri görüntüleme yöntemleri gerekebilir [80]. Ağrı varlığı, idiopatik skolyoz tanısını sorgulatmalı ve atipik skolyozların ayırıcı tanısı mutlaka yapılmalıdır.

Nörolojik semptomlar da anamnezde titizlikle sorgulanmalıdır. Özellikle alt ekstremitelerde uyuşma, güçsüzlük, idrar veya gaita kontrolünde bozulma gibi bulgular spinal kord basısı ya da tethered cord sendromu (konjenital ya da edinilmiş nedenlere bağlı olarak medulla spinalisinkaudalk kısmının normalden daha distal bir seviyede yer alması ve omurilik hareketlerinin kısıtlanması ile karakterize, nörolojik, ürolojik ve ortopedik bozukluklara neden olabilen nöromusküler bir hastalıktır) gibi nörolojik patolojilerin habercisi olabilir [81]. Bu tür semptomların varlığında skolyozun sekonder bir durum olabileceği göz önünde bulundurularak manyetik rezonans görüntüleme (MRI) yapılmalıdır.

Ayrıca, hastanın daha önce geçirdiği travmalar, nöromusküler hastalık öyküsü, romatolojik hastalıklar veya daha önce omurga ile ilgili herhangi bir tanı alıp almadığı da anamnez kapsamında sorgulanmalıdır. Bu veriler, skolyozun gerçekten idiyopatik mi olduğu yoksa altta yatan başka bir sistemik hastalığa mı bağlı geliştiği konusunda yol gösterici olur.

Son olarak, AİS tanısı almış bireylerde, hastalığın bireyin psikolojik durumuna ve sosyal yaşantısına etkisi de göz ardı edilmemelidir. Özellikle ergenlik dönemindeki bireyler için vücut görünümü oldukça hassas bir konu olduğundan, özgüven kaybı, sosyal izolasyon ya da depresif belirtiler gibi durumlar söz konusu olabilir. Bu nedenle anamnez sırasında hastanın ve ailesinin bu süreçle psikolojik olarak nasıl baş ettikleri de gözlemlenmeli ve gerekirse multidisipliner destek planlanmalıdır [82].

Adölesan idiyopatik skolyoz tanı sürecinde temel klinik yaklaşım, fizik muayenenin dikkatli ve sistematik bir şekilde yürütülmesini gerektirir. Çünkü skolyozun erken tanınması, ilerlemesinin durdurulması ve uygun tedavi seçiminin yapılabilmesi açısından kritik öneme sahiptir [83].

Hastanın soyunmuş bir şekilde, düz zeminde çıplak ayakla durduğu pozisyonda inspeksiyon yapılır. Öncelikle önden bakışta başın orta hatla hizalı olup olmadığı, omuz seviyelerinin eşitliği, sternumun simetrisi, kostal yayı ve bel üçgenlerinin simetrisi değerlendirilir. Omuzlardan birinin aşağıda ya da yukarıda olması ya da bel çukurluklarının birinde silinme gözlenmesi skolyoz açısından uyarıcıdır. Yandan bakışta ise sagittal plandaki doğal eğrilikler olan servikal lordoz, torasik kifoz ve lomber lordoz gözlemlenir. AİS'li bireylerde, özellikle torasik hipokifoz yani kifoz açısında azalma sık rastlanan bir bulgudur [83].

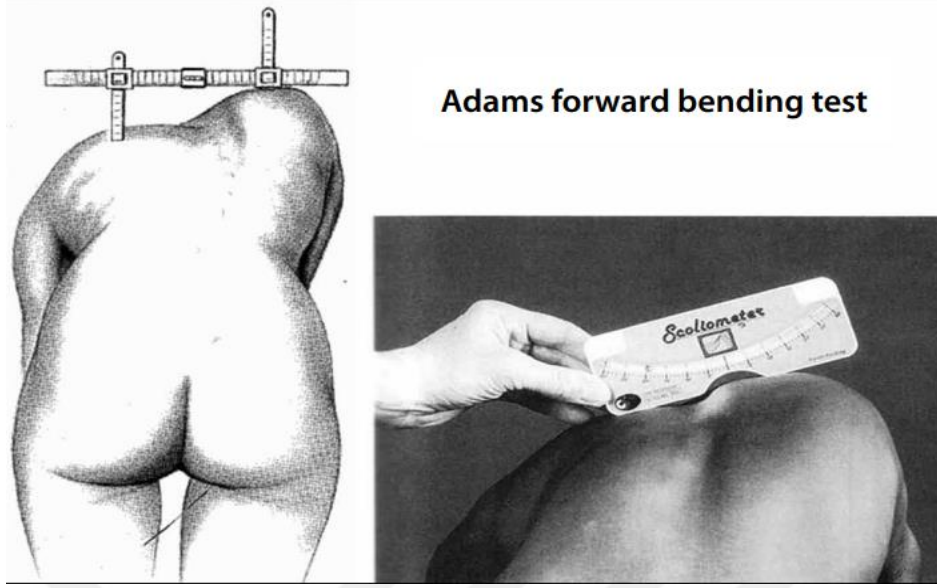
Arka plandan bakıldığında en değerli bilgiler elde edilir. Skapulaların seviyesi ve belirginliği, spinal süreçlerin orta hatla hizası ve paravertebral kas simetrisi değerlendirilir. Ayrıca pelvisin horizontal düzleme göre eğikliği incelenerek, olası bacak boyu farkı ya da pelvik asimetri tespit edilmeye çalışılır. Hafif eğrilikler bu aşamada çıplak gözle fark edilmeyebilir, bu nedenle daha fonksiyonel muayene manevraları devreye girer.



Şekil 40: Adam's öne eğilme testi ve bazı muayene bulguları [84]

Bu amaçla kullanılan en klasik test, Adam's öne eğilme testidir. Hasta düz bir zeminde ayakta dururken, elleri sarkıtılmış şekilde yavaşça öne eğilmesi istenir. Bu sırada sırtın her iki tarafı gözlenir. Bir tarafta torasik ya da lomber bölgede belirgin kabarıklık yani “rib hump” gözlenmesi, rotasyonel deformiteyi gösterir ve bu, yapısal skolyoz lehinedir [69]. Eğer öne eğilme ile bu asimetri kayboluyorsa, muhtemelen postural bir deformite söz konusudur (Şekil 40).

Bu testte gözlemin nesnelleştirilmesi amacıyla skolyometre kullanılır. Skolyometre ile 7 derece ve üzeri rotasyon ölçülmesi radyografik inceleme endikasyonu oluşturur. Normal vücut kitle indeksine sahip bireylerde, gövde üzerinde ölçülen 7 derecelik rotasyonel deformasyon, ortalama olarak yaklaşık 20 derecelik bir Cobb açısına tekabül etmektedir [83](Şekil 41).



Adams forward bending test

Şekil 41: Adam's öne eğilme testi ve skolyometrenin kullanımı [84]

Skolyoz tanısında sadece kemiksel deformitenin değil, olası nörolojik patolojilerin de göz önünde bulundurulması gerektiğinden, detaylı nörolojik muayene zorunludur. Üst ve alt ekstremitte kas gücü, duyu durumu, derin tendon refleksleri ve yürüme paterni değerlendirilmelidir. AİS'te genellikle nörolojik muayene normaldir; fakat asimetrik refleksler, klonus, Babinski refleksi gibi üst motor nöron bulguları siringomyeli, Arnold-Chiari malformasyonu ya da tethered cord gibi anomalilere işaret edebilir [69, 83]. Bu durumda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) zorunludur.

Fizik muayenede ayrıca bacak boyu uzunluk farkı olup olmadığı dikkatle değerlendirilmelidir. Uzunluk farkı varsa skolyoz, kompensatuvar yani ikincil olabilir. Bu durum skolyozun yapısal olmadığını gösterir. Ölçüm sırasında kalça kretlerinin yüksekliği, pelvis eğimi ve diz hizaları kontrol edilmelidir. Ayak altına blok yerleştirilerek postüral düzelme olup olmadığı test edilebilir [83].

Cilt yüzeyinde görülen bazı bulgular da önemlidir. Örneğin sırtta kıllı alan, lipom benzeri yapılar ya da café-au-lait lekeleri nörofibromatozis, meningesel ya da diğer spina bifida spekturumuna işaret edebilir. Bu durumlarda skolyoz sıklıkla sekonderdir ve spinal disrafizmi dışlamak amacıyla lomber MRG yapılması gerekir [69].

Ayrıca skolyozun, bazı genetik ya da bağ dokusu hastalıklarının parçası olabileceği de unutulmamalıdır. Özellikle gevşek bağ dokusu yapısı, eklem hipermobilitesi ve orantısız uzunlukta ekstremiteler gibi bulgular varsa Marfan

sendromu gibi sistemik hastalıklar akla gelmelidir. Bu bağlamda kardiyovasküler sistem muayenesi de önemlidir. Marfan sendromunda skolyozla birlikte aort dilatasyonu ve mitral valv prolapsusu bulunabilir [83].

Son olarak skolyozun ilerleme riskini belirlemede, fiziksel gelişim düzeyi kritik rol oynar. Bu nedenle Tanner evresi değerlendirilerek sekonder seks karakterlerinin gelişimi not edilir. Menarşın olup olmadığı sorgulanır ve varsa yaşı kaydedilir. Çünkü menarş sonrası büyüme hızı düşeceğinden skolyoz progresyon riski de azalır. Boy uzunluğu ve kilo ölçümleri alınarak büyüme eğrisi çıkarılır. Hızlı büyüme döneminde olan çocuklarda eğrilik artışı daha sık izlenir [69].

Tanner evrelemesi, ergenlik dönemindeki bireylerin cinsel olgunluk düzeylerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen bir sınıflandırma sistemidir. Bu bağlamda, Tanner evrelemesi, AİS'li bireylerde pubertal gelişimin ve iskeletsel büyümenin değerlendirilmesinde kullanılan temel araçlardan biridir. Bu sistem, İngiliz çocuk endokrinolog James Mourilyan Tanner tarafından ortaya konmuş ve ergenliğe özgü fiziksel değişimleri gözlemleyerek bireyleri beş ayrı evrede tanımlamıştır [85]. Değerlendirme, kızlarda meme gelişimi ve pubik kıllanma, erkeklerde ise genital gelişim ve pubik kıllanma üzerinden yapılır. Tanner evrelemesi; erken, normal ya da gecikmiş pubertal gelişimi saptamada önemli bir klinik araçtır.

Kızlarda meme gelişimi, ergenlik sürecinin ilk gözlenen işaretlerinden biridir ve “thelarche” olarak adlandırılır. Birinci evrede meme gelişimi yoktur ve göğüs duvarı çocukluk düzeyindedir. İkinci evrede meme tomurcuğu belirginleşir, areola genişlemeye başlar ve meme başı hafifçe yükselir. Üçüncü evrede meme dokusu daha belirgin hale gelirken meme hacmi artar. Dördüncü evrede areola ve meme başı, meme dokusundan ayrılarak ikinci bir çıkıntı oluşturur. Beşinci evrede ise erişkin tipi meme gelişimi tamamlanır; areola meme ile aynı düzlemde yer alır ve yalnızca meme başı çıkıntılıdır [85].

Hem kız hem erkek çocuklarda değerlendirilen bir diğer parametre pubik kıllanmadır. Bu gelişim birinci evrede hiç yoktur. İkinci evrede genital bölgede hafif, seyrek ve açık renkli tüyler görülmeye başlar. Üçüncü evrede kıllar koyulaşır, kalınlaşır ve kıvrıkcık hale gelir. Dördüncü evrede ise erişkin tipi kıllanma gelişir fakat kıllar henüz uyluk iç yüzüne yayılmaz. Beşinci evrede kıllanma tam erişkin tipindedir, üçgen şeklini alır ve uylukların iç yüzüne doğru yayılır [85].

Erkeklerde genital gelişim, testis büyüklüğü ve penis gelişimi temel alınarak değerlendirilir. Birinci evrede genital yapı çocukluk düzeyindedir; testisler ve penis küçüktür. İkinci evrede skrotum büyümeye başlar, cildi inceler ve kızarır; bu dönemde penis boyutunda belirgin bir artış gözlenmez. Üçüncü evrede penis uzamaya başlar ve testis hacminde artış olur. Dördüncü evrede penis hem uzunluk hem kalınlık olarak büyür, skrotum cildi koyulaşır. Beşinci evrede ise genital yapı erişkin formuna ulaşır [85].

AİS'te en önemli klinik hedeflerden biri, büyümenin hızlı olduğu dönem olan pubertal büyüme atağını (PHV) doğru saptamaktır. Çünkü bu dönem, skolyoz eğrisinin ilerleme hızının da en yüksek olduğu zamana denk gelir [78]. Tanner evresi 2 ile 3 arasındaki geçiş, genellikle PHV'nin hemen öncesine veya başlangıcına karşılık gelir. Bu nedenle skolyozlu bireyin bu evrede olup olmadığı, eğriliğin agresif progresyon riski açısından önemli bir gösterge kabul edilir [5].

Kız çocuklarında, meme gelişimi ve pubik kıllanma Tanner evresi temel alınarak değerlendirilir. Özellikle meme gelişimi evresi 2 ve 3 (thelarche başlangıcı ve meme hacminin artışı), büyüme hızının arttığı döneme denk gelir. Bu dönem, aynı zamanda AİS eğrisinin en hızlı ilerlediği evredir. Dolayısıyla, konservatif tedavi seçeneklerinin (örneğin korse tedavisi) zamanlaması için bu bilgi klinik olarak çok değerlidir [4]. Ayrıca, menarş (ilk adet görme), genellikle Tanner evresi 3 ile 4 arasında meydana gelir ve menarştan sonraki 18–24 ay içinde iskeletsel büyümenin büyük ölçüde tamamlandığı kabul edilir [86]. Bu nedenle menarş öyküsü ve Tanner evresi birlikte kullanıldığında, bireyin büyüme potansiyeli ve skolyoz progresyon riski daha doğru tahmin edilebilir.

Erkek hastalarda ise testis hacmi ve genital gelişim Tanner evrelemesiyle değerlendirilir. Ancak AİS, kızlarda erkeklere göre çok daha sık görüldüğü için klinik pratikte en sık kız çocuklarında kullanılmaktadır. Erkeklerde de benzer şekilde, Tanner evresi 2-3 civarı büyümenin hızlandığı ve eğriliğin ilerleme potansiyelinin yüksek olduğu dönemi temsil eder.

Sonuç olarak, Tanner evrelemesi, AİS'li hastalarda büyüme döneminin hangi aşamasında olduğunu belirlemede ve skolyoz eğrisinin ilerleme riskini öngörmede önemli bir araçtır. Özellikle non-operatif tedavi stratejilerinin zamanlamasında ve takip sıklığının belirlenmesinde hekimlere yön gösterici olmaktadır. Bu değerlendirme,

sıklıkla Risser evresi, el bileği grafileri (Sanders evrelemesi) ve menarş öyküsü ile birlikte multidisipliner olarak kullanılır [5, 78].

Tüm bu bulgular sistematik bir şekilde değerlendirilerek, skolyozun tipi, yapısal olup olmadığı, sekonder nedenler, eşlik eden anomaliler ve ilerleme potansiyeli hakkında önemli bilgiler elde edilir. Fizik muayene, tanının ilk ve en kritik adımı olmakla birlikte, radyolojik incelemelerle desteklenerek kesinleştirilmelidir.

• Radyolojik Değerlendirme

Adölesan idiopatik skolyozda deformite; koronal planda lateral eğrilik, sagittal planda normal kifoz-lordoz dengesinin bozulması ve transvers planda vertebral rotasyonla karakterizedir [45]. AİS genellikle yavaş ilerler ve başlangıç dönemlerinde semptom vermeyebilir. Ancak, özellikle büyüme atakları sırasında hızlı bir progresyon eğilimi gösterebilir [4]. Bu klinik sessizlik hali, fizik muayenede eğriliğin derecesinin veya rotasyonel bileşenin yeterince fark edilememesine neden olur. Skapular asimetri, trunkal shift, ya da omuz ve pelvis dengesizliği gibi yüzeyel ipuçları çoğu zaman skolyozun sadece koronal bileşenine işaret eder; oysa gerçek deformite üç boyutludur ve bu karmaşıklık ancak görüntüleme yöntemleriyle açığa çıkartılabilir [87].

Sonuç olarak, adölesan idiopatik skolyozda radyolojik değerlendirme yalnızca omurgadaki eğriliğin görsel temsili değil; aynı zamanda tanı, takip ve tedavi kararlarını besleyen objektif ve ölçülebilir bir veri kaynağıdır. Bu nedenle, AİS'nin etkin ve zamanında yönetimi, doğru teknikle yapılan ve doğru parametreleri içeren radyolojik analizlerle doğrudan ilişkilidir [88].

İşte bu bağlamda, radyolojik değerlendirme adölesan idiopatik skolyozun tanısal ve prognostik açıdan en güvenilir basamağını oluşturur. Yapılan görüntülemeler, skolyozun yalnızca varlığını değil, aynı zamanda yapısal doğasını, eğriliğin geometrik özelliklerini, rotasyonel deformiteyi ve sagittal denge bozukluklarını ortaya koyar [49]. Bu ölçümler, skolyozun sadece tespit edilmesini değil, hangi eğriliklerin izlenmesi, hangilerinin ortezenmesi veya cerrahi olarak düzeltilmesi gerektiğine dair karar sürecini de yönlendirir. Dolayısıyla radyolojik analiz, skolyoz yönetiminde pasif bir tanı aracı değil, doğrudan tedavi algoritmasını şekillendiren dinamik bir klinik değerlendirme aracıdır [45]

Adölesan idiopatik skolyoz (AİS), tanı ve izlem süreçlerinde hastaların genellikle büyüme çağında olması, radyasyona karşı artan duyarlılıkları nedeniyle önemli bir risk oluşturmaktadır. Özellikle tanı anında ve düzenli takiplerde çekilen seri direkt grafiler (anteroposterior ve lateral), iyonizan radyasyon maruziyetine neden olmakta ve bu maruziyet zaman içinde kümülatif bir etki yaratmaktadır. Radyasyona hassas olan meme dokusu, tiroid bezi, gonadlar ve kemik iliği gibi yapılar, özellikle çocuk ve ergen yaş grubunda bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Ronckers ve arkadaşları, skolyoz tanısı konulan ve uzun dönem takipte çok sayıda spinal radyografi çekilen kadın bireylerde meme kanseri insidansında artış olduğunu bildirmiştir. Bu bulgu, AİS hastalarının izleminde radyasyon maruziyetinin potansiyel uzun vadeli etkilerinin göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir. [89]

Bu nedenle, AİS'nin yönetiminde radyasyon dozunu minimize etmeye yönelik stratejilerin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde, düşük dozla yüksek kaliteli görüntü elde etmeyi mümkün kılan EOS görüntüleme sistemi gibi alternatif yöntemler, bu konuda önemli avantajlar sunmaktadır. EOS teknolojisi, dik pozisyonda çekim yapabilme ve aynı anda frontal ve sagittal düzlemde görüntüleme imkânı sunarak hem tanısal doğruluk sağlamakta hem de geleneksel radyografiye kıyasla %50–85 oranında daha düşük radyasyon dozuna maruz bırakmaktadır [90].

Radyasyon maruziyetini azaltmak için uygulanabilecek bir diğer yöntem, görüntüleme sırasında posteroanterior (PA) projeksiyonun tercih edilmesidir. Bu teknik, meme dokusunu doğrudan ışın kaynağından uzaklaştırarak alınan radyasyon dozunu azaltır [3]. Aynı zamanda gonad, tiroid ve diğer hassas dokular üzerine yerleştirilen kurşun koruyucuların uygun biçimde kullanımı da bu korunmayı destekleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Ancak bu tür koruyucuların kullanımı sırasında görüntü kalitesinin ve tanısal doğruluğun bozulmamasına dikkat edilmelidir.

Radyolojik izlemin sıklığı da hastanın klinik durumuna göre kişiselleştirilmelidir. Cobb açısı 20 derecenin altında olan ve iskelet maturasyonu ileri düzeyde bulunan, dolayısıyla progresyon riski düşük olan hastalarda 6 ila 12 ay aralıklarla takip yeterli olabilmektedir. Bu durum, gereksiz radyografilerin önüne geçilmesini sağlayarak hem hasta güvenliğini hem de maliyet etkinliğini artırmaktadır. Ayrıca, skolyoz takibinde ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ilkesi, yani "makul ölçüde en düşük dozda radyasyon maruziyeti" temel bir kural olarak

benimsenmelidir. Bu ilke, hem hastaların korunmasını hem de tanısal yeterliliğin korunmasını amaçlayan bir yaklaşımdır. [88]

Sonuç olarak, adölesan idiopatik skolyozun tanı ve izlem süreçlerinde radyografik görüntüleme vazgeçilmez bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte, radyasyonun potansiyel zararları göz önünde bulundurulduğunda, radyolojik değerlendirme süreçlerinin en düşük dozla ve en etkin biçimde yürütülmesi gerekir. Bu yaklaşım, hastaların uzun vadeli sağlığı açısından etik ve bilimsel bir zorunluluk olarak kabul edilmelidir.

Adölesan idiopatik skolyozda tanı, progresyon takibi ve tedavi planlaması sürecinde direkt radyografi temel görüntüleme yöntemidir ve skolyoz pratiğinde altın standart olarak kabul edilmektedir [91].

Temel olarak iki projeksiyon kullanılır: posteroanterior (PA) ve lateral. Koronal düzlemdeki eğriliğin değerlendirilmesi için PA grafi, sagittal düzlemdeki doğal omurga eğriliklerinin (kifoz ve lordoz) değerlendirilmesi için lateral grafi çekilir. Geleneksel anteroposterior (AP) yerine PA grafi tercih edilmesinin nedeni, hastanın aldığı radyasyon dozunu azaltmasıdır. Özellikle meme dokusu gibi hassas yapılar için bu tercih önemlidir ve radyasyon yükünü %85'e kadar azaltabilir [92].

PA grafi çekiminde, hasta ayakta ve çıplak ayakla veya eşit yükseklikte durmalıdır. Omuzlar aynı hizada olmalı, pelvis simetrik pozisyonda yerleştirilmelidir. Kollar yanda serbest bırakılabilir. Çekim sırasında hasta kaslarını kasmadan, doğal postüründe durmalı, bilinçli olarak dik durmaktan kaçınılmalıdır. Görüntüleme alanı, boynun altından (C7) kalçaya kadar (femur trokanter majör) tüm omurgayı kapsayacak şekilde ayarlanmalıdır [93](Şekil 42).

Lateral grafide hasta yine ayakta durur ve genellikle sol tarafı film kasetine dönük olacak şekilde yerleştirilir. Bu sayede iç organlar, özellikle de kalp ve göğüs dokusu, daha az radyasyona maruz kalır. Kollar göğüs önünde çaprazlanır ya da başın üzerine kaldırılır. Baş, çene hafif yukarıda olacak şekilde konumlandırılır; bu, servikal omurların görünürlüğünü artırır. Skapular gölgelemenin önlenmesi ve omurga eğriliklerinin net bir şekilde görülmesi için bu pozisyonlama oldukça önemlidir [93](Şekil 42).



Şekil 42: AP ve lateral graflerin doğru çekim pozisyonu [94].

Teknik açıdan, görüntü kalitesini artırmak ve büyütme hatasını azaltmak için kaynak–film mesafesigenellikle 180 cm olarak ayarlanır. Kullanılan film boyutu, tüm omurgayı gösterecek şekilde genellikle 36×91 cm'dir.

Görüntü kalitesini etkileyen faktörler arasında hastanın hareket etmesi, asimetrik duruşu veya pozisyonlama hataları sayılabilir. Özellikle Cobb açısı gibi radyolojik ölçümlerin doğruluğu için doğru pozisyonlama şarttır. Skapula ve pelvisin simetrik yerleştirilmesi, vertebral kolonun rotasyon göstermemesi ve tam olarak görüntü alanına sığması gerekir [90].

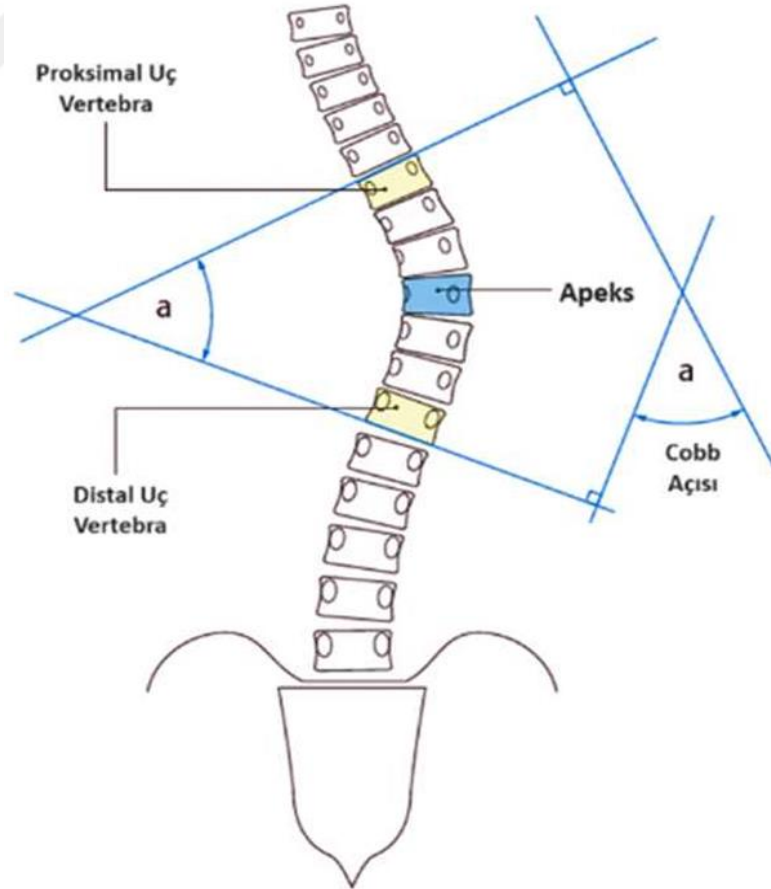
Ayrıca sol el ve el bileği posteroanterior grafisi üzerinden, özellikle falanks ve metakarp epifizlerin kapanma derecesine bakılarak yapılan Sanders sınıflaması için ve iliak krest apofizinin ossifikasyon (kemikleşme) derecesine ve füzyon (birleşme) durumuna göre yapılan Risser sınıflaması için de direk radyografi kullanılmaktadır.

Cobb açısı, skolyozun radyolojik değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilen bir ölçüm yöntemidir ve deformitenin şiddetinin kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlar. Bu açı, omurganın frontal düzlemdeki eğriliğini tanımlamak amacıyla kullanılır ve skolyozun takibi, sınıflandırılması ve tedaviye yanıtının izlenmesi açısından büyük önem taşır [5].

Cobb açısının ölçümü, genellikle ayakta çekilmiş posteroanterior (PA) omurga grafisi üzerinden yapılır. Bu yöntem, skolyozun gerçek gravite altındaki deformitesini gösterebilmesi açısından tercih edilir [45]. Ölçüm süreci, skolyoz eğrisinin en uç noktalarında yer alan ve yatay düzleme göre en fazla eğilmiş iki omurun tespiti

edilmesiyle başlar. Eğriliğin üst sınırında yer alan ve üst end plakası en çok eğilmiş olan vertebra "üst uç vertebra" olarak seçilirken, eğriliğin alt sınırındaki ve alt end plakası en fazla eğilmiş olan vertebra "alt uç vertebra" olarak tanımlanır. Bu seçim, doğru bir açı ölçümü yapabilmek için kritik öneme sahiptir, zira hatalı uç vertebra seçimi Cobb açısında ciddi farklılıklara neden olabilir [49].

Daha sonra, belirlenen üst uç vertebra'nın üst end plakasına ve alt uç vertebra'nın alt end plakasına paralel iki düz çizgi çizilir. Bu çizgiler genellikle birbirleriyle paralel olmadığından, teorik olarak uzatıldıklarında kesişecek şekilde bir açı oluştururlar. Bu açı doğrudan ölçülmez; bunun yerine, bu çizgilere dik olacak şekilde birer yardımcı çizgi çizilir. İki dik çizgi kesiştiğinde oluşan açı, Cobb açısı olarak tanımlanır. Açölçer (gonyometre) ya da dijital ölçüm yazılımları yardımıyla bu açı derece cinsinden hesaplanır. Ölçümün doğruluğu, hem uç vertebra seçimindeki hassasiyete hem de çizgilerin yerleştirilme doğruluğuna bağlıdır [65](Şekil 43).



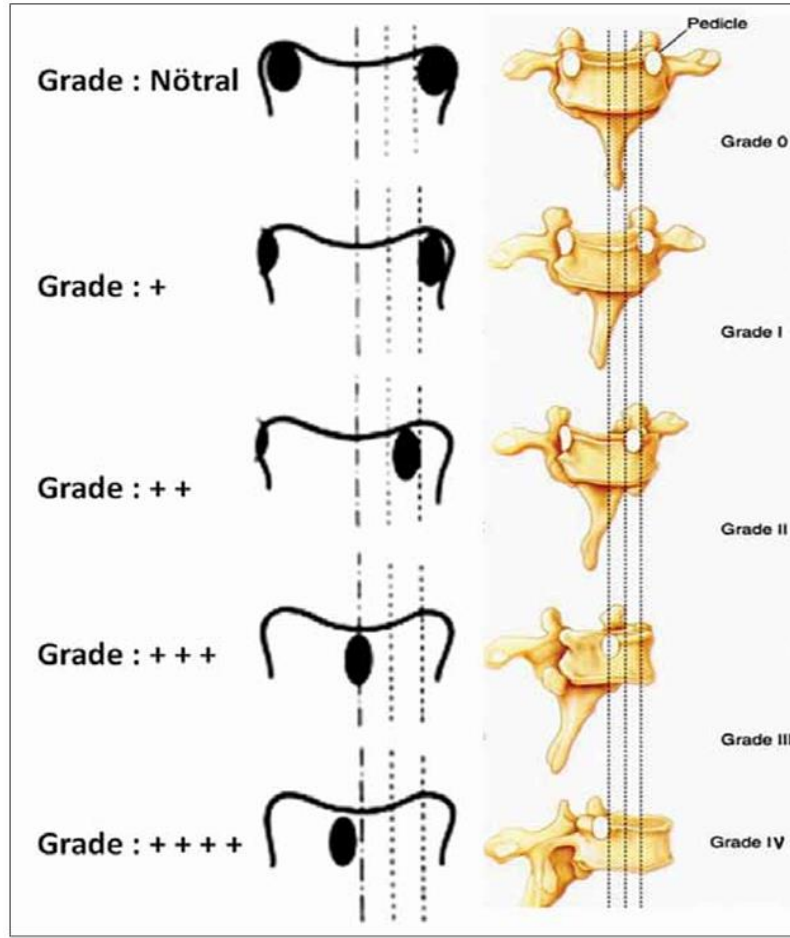
Şekil 43: Cobb açısı ölçüm metodu [65]

Sagittal düzlemde elde edilen yan omurga grafilinde, torakal kifoz açısı T4 ile T12 omurları arasında, lomber lordoz açısı ise L1 ile L5 omurları arasında Cobb yöntemi kullanılarak hesaplanır. Torakolomber bileşkenin açısı ise T11 ile L2 arasındaki segmentte aynı yöntemle değerlendirilir. Bu ölçümlerde kifotik açılar pozitif (+), lordotik açılar ise negatif (-) değerlerle ifade edilir [95, 96].

Adölesan idiopatik skolyozda vertebral rotasyon, deformitenin üç boyutlu yapısını anlamak açısından vazgeçilmez bir parametredir. Rotasyonel ölçümler, skolyozun progresyonunun takibi ve cerrahi planlama için temel verilerdir. Dolayısıyla, doğru ölçüm yönteminin seçimi, hem hasta yönetimini hem de tedavi başarısını doğrudan etkiler.

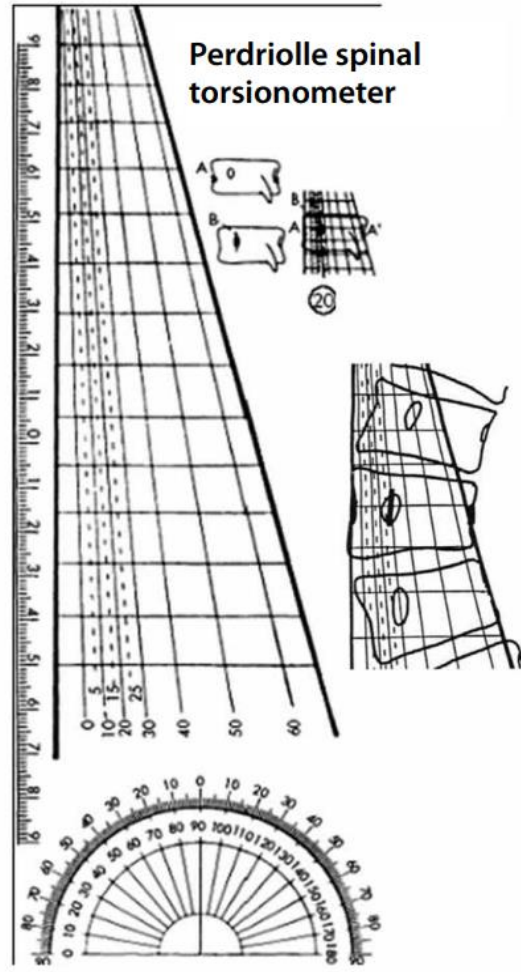
Bu amaçla en sık kullanılan iki klasik yöntem Nash-Moe ve Perdriolle yöntemleridir.

Nash-Moe yöntemi, basit ve pratik olması nedeniyle özellikle günlük klinik kullanımda tercih edilir. Bu yöntemde, skolyozlu bireylerden çekilen ön-arka (anteroposterior) omurga röntgenleri kullanılır. Omurganın arka kısmındaki pedikül adı verilen yapılar normalde simetrik görünürken, skolyozda omurun dönmesiyle birlikte bu pediküller de yer değiştirir. Nash-Moe yöntemi, pediküllerin röntgendeki konumuna göre rotasyonu 0'dan 4'e kadar derecelendirir. Derece 0, rotasyonun hiç olmadığını gösterirken; derece 4, omurun şiddetli şekilde döndüğünü ve karşı pedikülün artık görünmediğini ifade eder [52]. Bu yöntem, ölçüm cihazı gerektirmediği ve hızlı uygulanabildiği için avantajlıdır; ancak sonuçları tahmine dayalı olduğu için gözlemciler arasında farklılıklar olabilir (Şekil 44).



Şekil 44: Nash-Moe metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü. [52]

Perdriolle yöntemi ise vertebral rotasyonu daha kesin, sayısal olarak ölçmeye olanak tanır. Bu yöntemde özel olarak tasarlanmış şeffaf bir cetvel, yani Perdriolle torsionmetresi kullanılır. Bu cetvel, yine skolyozlu bireyin ön-arka röntgenine yerleştirilerek, omurun ne kadar döndüğü derece cinsinden ölçülür. Perdriolle yöntemi ile omurların rotasyonu genellikle 0 ile 40 derece arasında belirlenebilir. Özellikle omurgada en çok rotasyona uğramış olan omur seçilerek ölçüm yapılır [97]. Perdriolle yöntemi, Nash-Moe'ye göre daha doğru ve objektif sonuç verir; ancak uygulanması için özel alet gerekir ve biraz deneyim ister (Şekil 45).



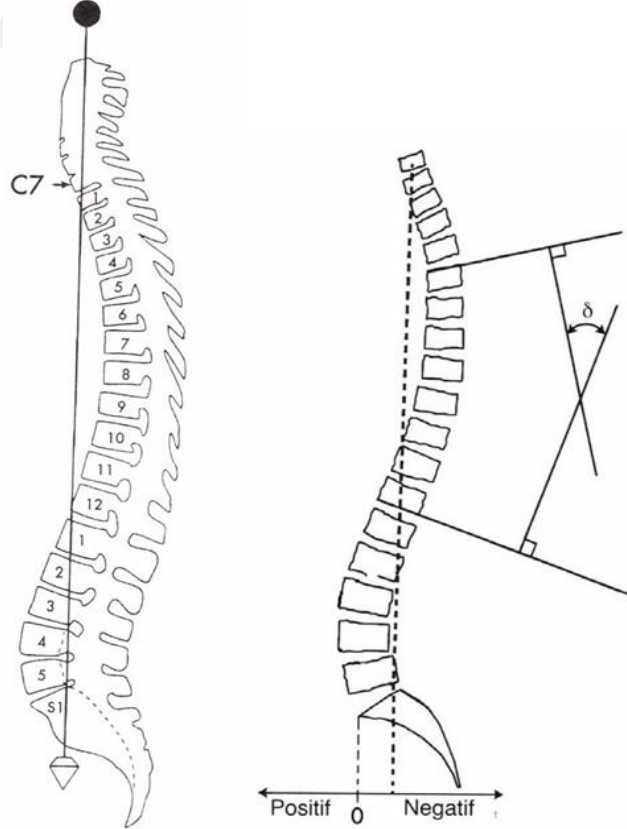
Şekil 45: Perdriolle torsiometresi [84]

Her iki yöntem de skolyoz takibinde kullanılabilir. Nash-Moe, kolaylığı ve hızı nedeniyle rutin kontrollerde yararlıdır. Perdriolle ise daha net rakamsal veriler sunduğu için özellikle skolyozun ilerleyişini takip etmede ya da cerrahi öncesinde daha güvenilir bilgiler sağlayabilir. Günümüzde bu klasik yöntemlerin yanında bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve üç boyutlu görüntüleme sistemleri de kullanılmaktadır [90, 98]. Ancak Nash-Moe ve Perdriolle yöntemleri hâlâ birçok klinikte temel değerlendirme aracı olarak önemini korumaktadır.

Frontal (koronal) denge, posteroanterior yönde çekilen omurga grafileriyle değerlendirilir. Bu düzlemde başın vücut eksenine hizalanıp hizalanmadığı, C7 vertebraının ortasından çizilen düşey çizgi (C7 plumb line) ile analiz edilir. Bu çizginin pelvisin orta noktası olan S1 vertebraının ortasına olan yatay mesafesi ölçülür. Eğer bu mesafe ± 20 mm sınırları içinde ise frontal dengenin korunduğu kabul edilir [65]. Bu

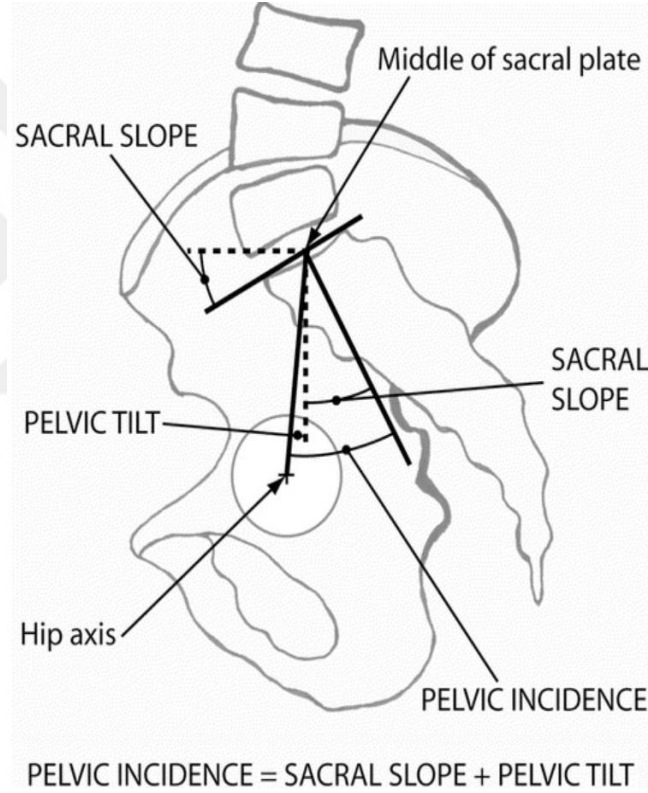
çizginin sağa ya da sola olan sapmaları, gövdenin asimetrik yerleştiğini ve frontal dengenin bozulduğunu gösterir. Ayrıca, omuz seviyeleri arasındaki fark, pelvisin eğikliği (oblikliği) ve gövde sapması (trunk shift) gibi parametreler de frontal düzlem dengesinin değerlendirilmesinde kullanılır [99]. Eğrilik derecesi ise Cobb yöntemiyle hesaplanır; bu ölçüm skolyozun şiddetinin kantitatif değerlendirilmesinde temel parametre olarak kabul edilir.

Sagittal denge, lateral grafipler ile analiz edilir ve omurganın doğal eğrilikleri olan servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz açılarının değerlendirilmesiyle yapılır. AIS hastalarında sıklıkla torakal kifoz azalır ve hipokifotik bir postür ortaya çıkar. Sagittal dengeyi değerlendirmede en sık kullanılan ölçütlerden biri Sagittal Vertical Axis (SVA)'dır. Bu ölçümde, C7 vertebraından aşağıya çizilen dikey hattın S1 vertebraının arka üst kenarına olan yatay uzaklığı hesaplanır. Bu mesafenin ± 50 mm sınırlarında kalması, sagittal dengenin korunduğunu gösterir [62]. Bu değer in öne doğru artması, gövdenin öne eğilmesine (pozitif sagittal dengesizlik), geriye kayması ise negatif dengesizliğe işaret eder (Şekil 46).



Şekil 46: SVA ve kifoz açısı hesaplama metodu [100]

Sagittal dengenin değerlendirilmesinde ayrıca pelvik morfolojiyi ve postüral kompanzasyonu yansıtan üç önemli parametre kullanılır: Pelvik İncidens (PI), Pelvik Tilt (PT) ve Sakral Slope (SS). PI, kişinin pelvik yapısını temsil eden sabit bir anatomik parametredir ve SS ile PT toplamına eşittir ($PI = PT + SS$). SS, sakrumun üst platyasının yatayla yaptığı açığı, PT ise pelvisin sagittal düzlemde ne kadar arkaya devrildiğini gösterir. Bu değerler omurganın hangi ölçüde kompanzasyon yaptığı hakkında bilgi verir [101]. Bu bağlamda, PI ile lomber lordoz (LL) arasındaki fark da önemlidir. Klinik olarak $PI - LL$ farkının 10° 'den fazla olması, sagittal dengenin bozulmuş olabileceğini ve potansiyel olarak cerrahi düzeltme ihtiyacı doğurabileceğini gösterir (Şekil 47).



Şekil 47: Ayakta lateral radyografiden değerlendirilen sagittal pelvik parametreler. Kalça eksenini femur başlarının merkezi arasında ortada yer alır. Pelvik insidans, sakral plakanın dik çizgisi ile sakral plakanın ortasını ve kalça eksenini birleştiren çizgi arasındaki açı olarak tanımlanır. Sakral eğim, sakral plaka ile yatay çizgi arasındaki açıyı temsil eder. Pelvik eğim, dikey çizgi ile sakral plakanın ortasını ve kalça eksenini birleştiren çizgi arasındaki açıdan ölçülür. Kalça eksenini sakral plakanın ortasından geçen dikey çizginin önünde yer aldığı pozitifdir. [101]

Risser evrelemesi, AIS takibinde iskeletsel olgunlaşmanın değerlendirilmesi amacıyla sıklıkla kullanılan radyografik bir yöntemdir. Bu evreleme sistemi, pelvisin iliak krest üzerinde yer alan sekonder ossifikasyon merkezi olan apofizin ossifikasyon (kemikleşme) ve füzyon (kaynaşma) derecesine dayanmaktadır. Özellikle büyüme potansiyelinin yüksek olduğu adölesan dönemde skolyozun progresyon riskinin tahmininde önemli bir prognostik araçtır [78].

Klasik Amerikan sistemine göre Risser evrelemesi altı evreden oluşmaktadır (Risser 0-5). Risser 0 evresi, iliak krest apofizinin henüz ossifiye olmadığı dönemi temsil eder. Bu dönemde büyüme potansiyeli oldukça yüksektir ve skolyozun ilerleme riski maksimum düzeydedir. Risser 1 evresinde apofizin ossifikasyonu başlamış olup bu süreç iliak krestin dış (lateral) kısmından itibaren gözlenir ve krestin yaklaşık %25'ini kapsar. Bu evre, pubertal büyüme atağının erken dönemine karşılık gelir. Risser 2 evresinde ossifikasyonun ilerleyerek krestin %50'sine ulaştığı görülür ve büyüme hızı yavaşlama eğilimindedir. Risser 3 evresinde bu oran %75'e kadar ulaşmakta olup büyümenin büyük ölçüde yavaşladığı bir döneme işaret eder. Risser 4 evresinde ossifikasyon krest boyunca tamamlanmış olsa da apofiz ile ilium henüz kaynaşmamıştır. Bu dönemde büyüme sonlanmak üzeredir. Son olarak, Risser 5 evresi apofizin iliak krest ile tamamen füze olduğu ve iskeletsel matürasyonun tamamlandığı dönemi ifade eder [77, 102](Şekil 48).

Risser evrelemesi pratik bir yöntem olmakla birlikte, bazı sınırlılıklara sahiptir. Özellikle büyümenin erken dönemlerinde (Risser 0-1), iskeletsel maturasyon hakkında yeterince hassas bilgi verememektedir. Bu nedenle Risser evresi, el ve el bileği grafilerine dayalı Sanders matürasyon evrelemesi gibi daha ayrıntılı değerlendirme yöntemleri ile desteklenebilir [78].

Risser evrelemesi, özellikle menarş öncesi ve pubertal büyüme atağı dönemlerinde skolyozun ilerleme riskini belirlemede yol gösterici olmakla birlikte, klinik karar verme sürecinde tek başına kullanılmamalıdır. Radyolojik değerlendirme bulguları, büyüme hızı, cinsiyet ve aile öyküsü gibi faktörlerle birlikte multidisipliner bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.



Şekil 48: Sıfırdan beşe kadar olan Risser derecelendirmesi. Sıfır derece, ossifikasyon olmadığı, beşinci derece ise tam kemik füzyonu olduğu anlamına gelmektedir. [103]

Sanders evrelemesi, sol el ve el bileği radyografileri kullanılarak iskeletsel matürasyonu değerlendiren ve skolyoz progresyon riskini tahmin etmede yüksek öngörü gücüne sahip, ayrıntılı ve kantitatif bir sınıflama sistemidir [78].

Sanders sınıflaması, el bileği bölgesinde yer alan metakarp, falanks, radius ve ulna epifizlerinin ossifikasyon ve füzyon durumlarına göre belirlenmiş toplam 8 evreden oluşmaktadır.

Birinci evre, büyümenin henüz başlamadığı prepubertal dönemi temsil eder. Bu dönemde el bileği kemiklerinde ossifikasyon minimal düzeydedir ve epifiz yapıları henüz belirgin değildir. İkinci evrede, epifizlerin belirginleşmeye başladığı gözlenir, ancak büyüme hâlâ yavaş seyretmektedir. Üçüncü evre, pubertal büyüme atağının hemen öncesini temsil eder ve epifizlerin genişlemeye başladığı bir dönemdir. Bu evrede skolyozun ilerleme riski artmaya başlar [78].

Dördüncü evre, büyüme hızının en yüksek olduğu, yani “peak height velocity” (PHV) dönemine karşılık gelir. Epifizlerin genişliği metafizle eşit düzeydedir. Bu evre, skolyoz progresyonu açısından en riskli dönem olarak kabul edilir ve özellikle ortez tedavisi açısından kritik öneme sahiptir [104]. Beşinci evrede, büyüme hızı yavaşlamaya başlar. Epifizlerin kapanmaya başladığı bu dönemde skolyozun ilerleme riski azalsa da, klinik takip gereklidir. Altıncı evrede, epifizler ile metafizler büyük ölçüde birleşmeye başlamıştır ve büyüme belirgin biçimde yavaşlamıştır. Yedinci evrede epifizler

neredeyse tamamen kapanmıştır ve iskeletsel matürasyon büyük ölçüde tamamlanmıştır. Son olarak, sekizinci evre, epifizlerin tamamen kapanarak iskeletin olgunluğa ulaştığı dönemi tanımlar. Bu evrede skolyozun ilerleme ihtimali yüksek görülmez [78].

Her bir Sanders evresi, büyüme potansiyeli ve skolyozun ilerleme riski ile doğrudan ilişkili olup, özellikle üçüncü ila beşinci evreler arasında riskin en yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, klinik karar verme süreçlerinde doğru evrelendirme, hem tedavi zamanlaması hem de prognoz açısından büyük önem taşır [3].

Sanders sınıflaması, özellikle Risser evrelemesine göre büyüme atağını daha erken saptayabilmesi açısından klinik kararlarda daha etkin bir öngörü sağlar. Risser işareti, iliak krestteki ossifikasyona dayandığı için büyüme atağının geç evrelerinde bilgi sunar. Buna karşılık, Sanders evreleri, PHV'yi daha doğru tahmin ettiği için tedavi planlaması ve prognoz öngörüsü açısından daha güvenilir kabul edilmektedir [3, 78].

AİS 'te deformiteninyapısal mı yoksa postüral mı olduğunun belirlenmesi, tedavi yaklaşımını belirlemek açısından kritik önem taşır. Yapısal eğrilikler, rijid olup aktif düzeltmeye dirençlidir. Buna karşılık, postüral eğrilikler kompensatuar olup esneklik gösterebilir.

Bending grafileleri, skolyoz deformitesinin hangi eğrilerden oluştuğunu, bu eğrilerin esnekliğini ve düzeltilebilirliğini ortaya koyarak, özellikle cerrahi planlamada füzyon sınırlarının doğru belirlenmesine olanak tanır. Grafileler genellikle hastanın sırtüstü (supin) pozisyonda iken sağa ve sola aktif olarak eğildiği pozisyonlarda çekilir. Bu şekilde, yerçekimi etkisi minimize edilir ve yalnızca omurganın aktif fleksibilitesi değerlendirilmiş olur. Bazı merkezlerde ayakta pozisyonda alınan eğilme grafileleri de kullanılmakla birlikte, supin pozisyon daha standart ve tutarlı sonuçlar sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir [105].

Bending grafileleri sadece frontal düzlemdeki deformiteyi değil, aynı zamanda sagittal profil üzerindeki olası etkileri de değerlendirmede yardımcı olabilir. Örneğin, rijid torakolomber eğriler genellikle lomber lordozu da etkileyerek sagittal dengenin bozulmasına neden olur. Bu nedenle, fleksibilite analizi yalnızca eğri derecelerine odaklanmakla kalmamalı, aynı zamanda global spinal dizilimi de dikkate almalıdır [106].

Teknik olarak bending grafileler, hastanın her iki tarafa lateral fleksiyonu sırasında alınır ve maksimum eğilme pozisyonunda çekilen AP grafilelerle Cobb açılarındaki

değişim ölçülür(Şekil 49). Uygulamada, hastanın aktif iş birliği önemlidir; zira yeterli eğilme sağlanamayan pozisyonlar, eğrinin olduğundan daha rijid görünmesine yol açabilir. Ayrıca, görüntü kalitesi ve radyografik standardizasyon, değerlendirme doğruluğu açısından kritik rol oynar. Radyolojik değerlendirme sürecinde, elde edilen grafiler bir önceki dik pozisyonda alınan tam omurga filmleriyle karşılaştırılarak yorumlanmalıdır [107].

Sonuç olarak, bending grafileri adölesan idiopatik skolyoz değerlendirmesinde skolyozun yapısal doğasının belirlenmesi, fleksibilite analizinin yapılması ve tedavi kararlarını yönlendirmek açısından da yüksek klinik değere sahiptir.



Şekil 49: Bending grafi çekim pozisyonu [108]

BT, AİS'nin rutin tanısında ilk basamak olarak tercih edilmemekle birlikte, bazı ayırıcı tanı ve ileri tanısal değerlendirme gerektiren durumlarda önemli bilgiler sağlar. Özellikle klinik tablo tipik değilse, örneğin eğrilik kısa segmentli, keskin açılı ya da ani başlangıçlı ise veya hastada ağrı, denge bozukluğu ya da nörolojik bulgular mevcutsa, AİS dışında olası patolojilerin dışlanması açısından BT kullanımı gündeme gelebilir. Bu gibi durumlarda BT, vertebra yapılarındaki doğuştan gelen ya da edinsel anomalileri

yüksek çözünürlükle ortaya koyarak, AİS ile konjenital skolyoz gibi yapısal omurga bozukluklarının ayırıcı tanısında değerli katkılar sunar.

Ayrıca BT, vertebral rotasyon derecelerinin kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. AİS'nin üç boyutlu doğası gereği, eğriliğin yalnızca koronal düzlemdeki komponenti değil, aynı zamanda aksiyel plandaki rotasyonel deformiteler de önem taşımaktadır. BT, bu rotasyonel komponentlerin detaylı şekilde değerlendirilmesine ve eğriliğin yapısal karakterinin belirlenmesine yardımcı olur.

Bununla birlikte, BT'nin önemli bir dezavantajı, yüksek düzeyde iyonize radyasyon içermesidir. Özellikle büyüme çağındaki bireylerde bu radyasyon, uzun vadeli sağlık risklerini artırabileceğinden, BT'nin tanı sürecinde yalnızca gerekli görülen durumlarda ve dikkatli bir endikasyonla kullanılması önerilmektedir. Bu bağlamda, BT'nin tanısall amaçlı kullanımı sınırlı tutulmakta, yalnızca atipik seyirli ya da komplike skolyoz olgularında tercih edilmektedir.

Adölesan idiyopatik skolyozda BT kullanımı cerrahi açıdan tanısall ve planlayıcı bir araç olarak oldukça değerlidir. Özellikle omurga deformitesinin üç boyutlu yapısı nedeniyle, BT görüntüleme cerrahın karar verme sürecine ve intraoperatif stratejilere doğrudan katkı sağlar. Özellikle preoperatif anatomik analiz ve pedikül vida yerleşimi planlaması açısından cerraha yardımcı olur. [109]

AİS'de MRG esas tanı aracı olmamakla birlikte, atipik seyirli skolyozlarda, nörolojik semptomların eşlik ettiği olgularda ve cerrahi öncesi değerlendirmede nöroaksiyal anomalileri dışlamak amacıyla değerli bir tanısall yöntemdir. Rutin her hastaya değil, klinik endikasyon varlığında uygulanması en uygun yaklaşımdır.

Özellikle skolyozun atipik özellikler taşıdığı olgularda (örn. eğrilik sağ torasik yerine sol torasik ise, kısa segmentli ve keskin açılı eğrilikler varsa veya başlangıç yaşı olağandışıysa) MRG kullanımı önerilir [110]. Benzer şekilde, nörolojik muayenede anormallikler (örn. asimetrik refleksler, kas güçsüzlüğü, duyuşal değişiklikler veya sfinkter kontrol sorunları) saptandığında da MRG endikasyonu mevcuttur. Bu gibi durumlarda MRG, skolyozun idiyopatik mi yoksa sekonder mi olduğunu ayırt etmede kritik rol oynar [111].

MRG ayrıca, cerrahi girişim öncesinde medulla spinalis düzeyinde yer alan olası patolojileri dışlamak için de kullanılır. Cerrahi düzeltme sırasında spinal kordun traksiyona uğraması ya da dolaşımının etkilenmesi, özellikle tethered cord veya

siringomiyeli gibi durumlarda ciddi nörolojik komplikasyonlara yol açabilir. Bu nedenle, cerrahiden önce bu tür anomalilerin dışlanması hastanın güvenliği açısından önemlidir [112].

AİS’de ultrasonografi, geleneksel tanısal görüntüleme yöntemlerine kıyasla daha az yaygın kullanılan bir yöntem olmakla birlikte, özellikle radyasyon içermemesi nedeniyle son yıllarda dikkat çeken bir alternatif olarak öne çıkmaktadır [113]. Ancak eğriliğin kesin derecelendirilmesi ve cerrahi planlama gibi ileri tanısal aşamalarda, şu an için standart görüntüleme yöntemlerinin yerini alamamaktadır [114]. Yine de teknolojik gelişmeler ve üç boyutlu ultrason sistemlerinin yaygınlaşması ile gelecekte daha aktif bir rol üstlenmesi mümkündür [115].

3 boyutlu iskelet sistemi görüntüleme (EOS) sistemi, X-ışını bazlıdır ancak geleneksel radyografiye kıyasla 6 ila 9 kat daha az radyasyon yayar [116]. Bu durum, özellikle çocuk ve adolesan hastaların sık takip gerektiren skolyoz gibi durumlarında büyük avantaj sağlamaktadır. Hastanın ayakta, doğal duruş pozisyonundayken görüntülenmesi sayesinde omurganın, pelvisin ve alt ekstremitenin üç düzlemde (koronal, sagittal, aksiyel) aynı anda değerlendirilmesi mümkündür [117].

EOS sistemi ile elde edilen biplanar (çift düzlemli) dijital görüntüler, özel yazılımlar aracılığıyla üç boyutlu olarak yeniden yapılandırılabilir. Böylece omurganın rotasyonu, torakal lordoz ya da lumbal kifoz gibi deformite parametreleri daha doğru şekilde ölçülebilir. Ayrıca omurganın pelvik morfolojiyle olan ilişkisini ve sagittal dengenin detaylarını incelemek de mümkündür. Bu özellik, AİS hastalarında cerrahi planlamanın bireyselleştirilmesine olanak tanır [118].

Özellikle cerrahi planlamada, omurga rotasyonunun belirlenmesi, sagittal profilin doğru ölçülmesi ve pelvis-omurga uyumunun analiz edilmesi açısından EOS görüntüleme oldukça faydalıdır. Ayrıca korse tedavisi gören hastalarda postüral değişikliklerin üç boyutlu olarak takibi yapılabilir. EOS sisteminin tekrarlanabilirliği yüksek, ölçüm hatası düşük olduğu için progresyon izleminde de güvenilir bir araçtır [119].

Bununla birlikte, EOS sisteminin yüksek maliyeti ve yaygınlığının henüz sınırlı olması, her merkezde erişilebilirliğini azaltmaktadır. Ayrıca yumuşak doku veya nöroaksiyal patolojilerin değerlendirilmesi mümkün olmadığından, MR gibi yöntemlerin yerini tam anlamıyla tutmaz (Şekil 50,51).



Şekil 50: 3 boyutlu iskelet sistemi görüntüleme cihazı [120]



Şekil 51: Skolyozlu bir hastanın EOS görüntüsü [120]

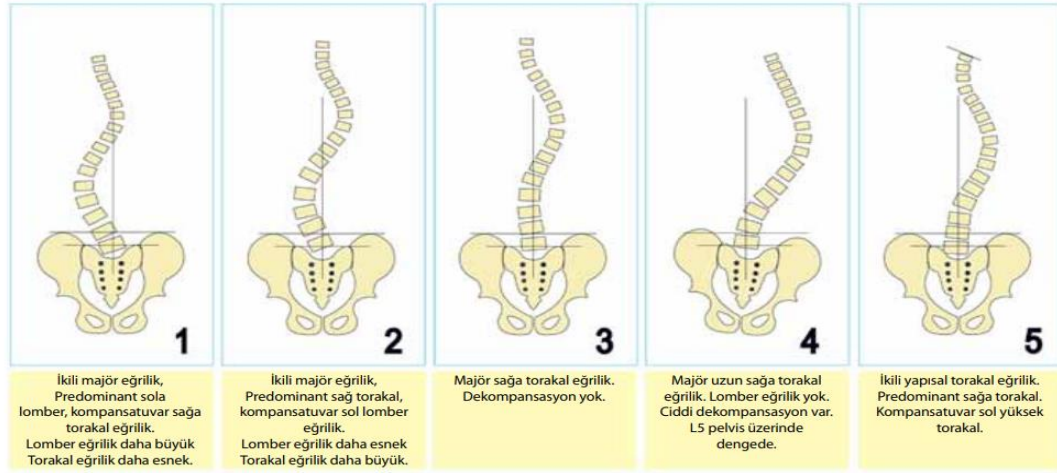
• Sınıflandırmalar

AİS değerlendirilmesi ve tedavi stratejilerinin belirlenmesinde sınıflandırma sistemleri önemli bir yer tutar. AİS’de kullanılan sınıflama sistemleri genellikle eğriliğin yeri, yapısallığı, fleksibilitesi ve sagittal düzlem özellikleri temel alınarak oluşturulmuştur. Bu sistemler, özellikle cerrahi tedavi planlamasında rehberlik sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.

İlk sistematik sınıflamalardan biri olan King-Moe sınıflaması, 1970’li yıllarda King ve Moe tarafından tanımlanmıştır. Bu sistem, özellikle torakolomber spinal füzyon yapılacak hastalarda füzyon seviyelerinin seçimini kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. King-Moe sınıflaması, eğrileri torakal ve lomber segmentlerdeki yapısal özelliklerine göre beş tipe ayırmaktadır [64](Şekil 52).

- King Tip I Eğriliği:
“S” formunda çift eğrilik görülür. Lomber eğrilik, torakal eğrilikten en az 3 derece daha belirgindir ve/veya torakal eğriliğe göre daha az fleksibldir (esnektir).
- King Tip II Eğriliği:
Yine “S” şeklinde çift eğrilik söz konusudur. Torakal eğrilik, lomber eğrilikten daha büyük ya da eşit büyüklüktedir ve daha az esneklik gösterir. Lomber eğrilik, santral sakral vertikal çizgiyi (CSVL) geçmektedir.
- King Tip III Eğriliği:
Tek yapısal torakal eğrilik bulunur. Bu eğriliğin alt ucundaki vertebra, orta hattı geçmez.
- King Tip IV Eğriliği:
Uzun ve tek majör torakal eğrilik vardır. L5 vertebra, sakrum üzerinde orta hatta hizalanmıştır. Ancak L4, eğriliğin konveks (dış bükey) tarafına eğimlidir.
- King Tip V Eğriliği:
Torakal bölgede yer alan iki yapısal eğrilik mevcuttur. T1 vertebra, üst torakal eğriliğin konveks tarafına doğru eğilmiş durumdadır.

Bu sınıflama, gözlemciler arası yüksek değişkenlik göstermesi ve fleksibilite ile sagittal profil gibi önemli parametreleri dışlaması nedeniyle zamanla yetersiz bulunmuş ve daha kapsamlı sistemlerin geliştirilmesine ihtiyaç doğmuştur.



Şekil 52: King Moe sınıflaması [48]

Adölesan idiopatik skolyozun sınıflandırılmasında tarihsel olarak kullanılan sistemlerin yetersiz kalması, daha kapsamlı ve objektif kriterlere dayalı bir sınıflandırma sistemine olan ihtiyacı doğurmuştur. Bu bağlamda geliştirilen Lenke sınıflama sistemi, günümüzde adölesan idiopatik skolyozun değerlendirilmesinde en yaygın şekilde kullanılan ve klinik geçerliliği en yüksek sınıflama sistemi olarak kabul edilmektedir [65]. Lenke ve arkadaşları tarafından 2001 yılında tanımlanan bu sistem, skolyoz deformitesini üç boyutlu bir perspektifle ele almakta ve özellikle cerrahi tedavi planlamasında füzyon seviyelerinin belirlenmesinde güçlü bir rehberlik sunmaktadır.

Lenke sınıflaması üç ana bileşenden oluşur: (1) eğri tipi, (2) lomber modifikatör ve (3) torakal sagittal profil(Şekil 53).

İlk bileşen olan eğri tipi, omurgada yapısal özellikler gösteren eğrilere göre altı ana kategoriye ayrılır. Burada “yapısal eğri”, bending filmlerinde 25° üzeri açılma gösteren ve fleksiyonla düzleşmeyen, dolayısıyla cerrahi düzeltme planlamasında füzyon içine alınması gereken eğriler olarak tanımlanır [65].

- Tip 1 (tek torakal eğri): Sadece ana torakal bölgede yapısal bir eğri vardır.
- Tip 2 (çift torakal eğri): Hem proksimal hem de ana torakal bölgede yapısal eğriler mevcuttur.
- Tip 3 (torakal + lomber eğri): Ana torakal ve torakolomber/lomber bölgede yapısal eğriler bulunur.
- Tip 4 (üçlü eğri): Proksimal torakal, ana torakal ve lomber bölgelerin her üçünde de yapısal eğriler mevcuttur.

- Tip 5 (yalnızca torakolomber/lomber eğri): Tek yapısal eğri torakolomber ya da lomber bölgededir.
- Tip 6 (çift eğri – torakal ve torakolomber/lomber): Hem torakal hem de torakolomber/lomber eğriler yapısaldır.

İkinci bileşen olan lomber modifikatör, lomber eğrinin pelvis üzerinde yer alan santral sakral vertikal hat (CSVL) ile olan ilişkisini temel alır. Bu dikey hat, sakrumun ortasından yukarı doğru çizilen düşey referans çizgidir ve omurganın orta hatta göre sapmasını değerlendirmeye yarar [65].

- Modifikatör A: Lomber eğri CSVL'nin medialinde (orta hattın iç tarafında) yer alır.
- Modifikatör B: Lomber eğrinin apex noktası CSVL'ye temas eder.
- Modifikatör C: Lomber eğrinin apeksi CSVL'nin lateralinde (dışında) konumlanmıştır.

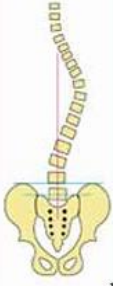
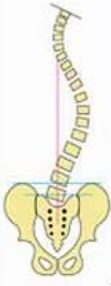
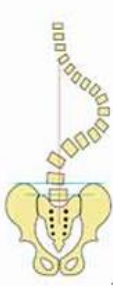
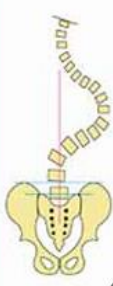
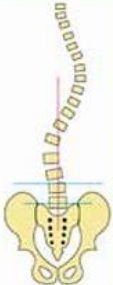
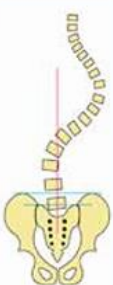
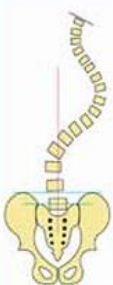
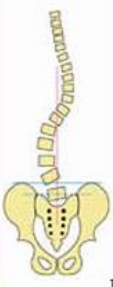
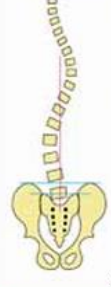
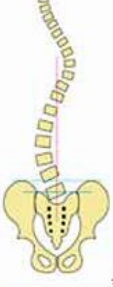
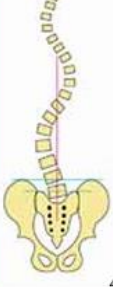
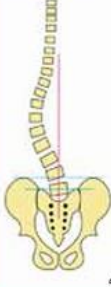
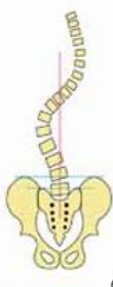
Bu sınıflama, özellikle alt omurların cerrahi füzyon sınırlarının belirlenmesinde kritik rol oynar. C tipi modifikatörde deformite daha belirgindir ve çoğu zaman lomber segmentin cerrahi olarak dahil edilmesini gerektirir [121].

Üçüncü ve son bileşen olan torakal sagittal profil, torakal omurgadaki kifotik açının büyüklüğüne göre üç farklı şekilde tanımlanır:

- – (hipokifoz): Torakal kifoz 10° 'nin altındadır.
- N (normal kifoz): Kifoz açısı 10° – 40° arasındadır.
- + (hiperkifoz): Torakal kifoz 40° 'nin üzerindedir [65].

Bu parametre, sagittal düzlemdeki dengenin sağlanması açısından büyük önem taşır. Kifozun artmış veya azalmış olması, hem cerrahi stratejiyi hem de implant seçimini doğrudan etkileyebilir.

Lenke sınıflamasının en büyük avantajı, skolyoz deformitesini yalnızca frontal düzlemdeki eğriliğe indirgememesi, bunun yerine üç boyutlu bir değerlendirme sunarak omurganın sagittal ve koronal düzlemlerini de bütünsel bir şekilde analiz etmesidir. Böylece cerrahi füzyonun gerekliliği olan yapısal eğriler ayrıntılı biçimde tanımlanmakta ve aşırı füzyon veya yetersiz düzeltme gibi riskler azaltılmaktadır. Bununla birlikte, Lenke sınıflaması detaylı görüntüleme analizleri (özellikle eğilme ve fleksibilite grafipleri) gerektirdiğinden, sistemin uygulanmasında zaman alıcı ve yoruma açık bazı zorluklar da yaşanabilmektedir [121].

Lomber spinal işaretleyici	Eğrilik tipi (1-6)					
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5	Tip 6
	Ana torakal	İkili torakal	İkili majör	Üçlü majör	TL/L	TL/L/AT
A Lomber eğrilik yok ya da minimal eğrilik	 1a	 2a	 3a	 4a		
B Orta derecede lomber eğrilik	 1b	 2b	 3b	 4b		
C Büyük lomber eğrilik	 1c	 2c	 3c	 4c	 5c	 6c
	Ana torakal eğrilik yapısal=majördür. Diğer eğrilikler kompensatuvardır.	Ana torakal ve proksimal torakal eğrilikler majör. Diğer eğrilikler kompensatuvardır.	Ana torakal ve lomber eğrilikler majör. Proksimal torakal eğrilik kompensatuvardır.	Her üç eğrilikte yapısal=majördür.	Torakolomber ve lomber eğrilikler yapısal=majördür. Diğer eğrilikler kompensatuvardır.	Ana torakal ve torakolomber eğrilikler majör. Proksimal torakal eğrilikler kompensatuvardır.
Sagittal planda değerlendirme		 ≥+20°	 ≥+20°	 ≥+20°	T ₅ -T ₁₂ Sagittal İşaretleyici -, N, + - = <10° N = 10°-40° + = >40°	
	Normal	PT kifoz	TL kifoz	PT+TL kifoz		

Şekil 53: Lenke sınıflaması [48]

Lenke sisteminin kullanımı

1. Öncelikle eğriliğin tipi belirlenir:

Hangi eğriliğin majör hangisi ya da hangilerinin minör olduğu saptanır.
Cobb açısı en büyük olan eğrilik majör eğriliktir.
Esnekliği olmayan eğrilik yapısal eğriliktir.
Sagittal işaretleyici ile + değer alan eğrilikler yapısaldır.

2. Lomber omurga işaretleyicisi:

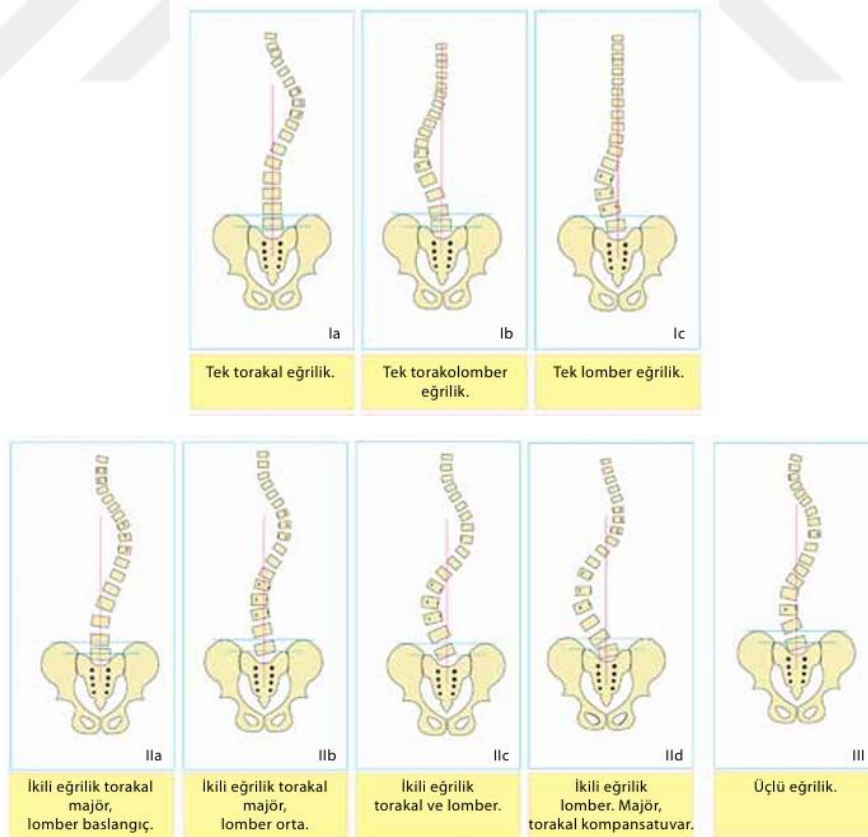
- a) SMVÇ stabil vertebrayı ort alıyor ve başka bir eğrilik yoktur.
Eğriliğin torakal bir apeksi vardır.
- b) SMVÇ lomber eğrilik apeksindeki vertebranın medialine teğet şeklindedir.
Eğriliğin torakal bir apeksi vardır.
- c) SMVÇ lomber eğrilik apeksindeki vertebranın medialindedir.
Apeks torakolomber veya lomber bölgededir.

3. Torakal omurga işaretleyicisi:

Normalde sagittal planda 5. ve 12. vertebra arasında
+10 - +40 derece fizyolojik kifoz vardır.
+10 derece altı ise - (negatif)
+10 - +40 derece arası ise N (normal)
+40 dereceden fazla ise + (pozitif)

Şekil 54: Lenke sınıflamasının kullanım yöntemi [48]

Lenke sınıflaması dışında daha sınırlı kullanım alanına sahip olan diğer sistemlerden biri de özellikle Asya kökenli bazı merkezlerde kullanılan Peking Union Medical College (PUMC) sınıflaması, eğrileri basitçe üç gruba ayırır: tek eğri (tip I), iki eğri (tip II) ve üçlü eğri (tip III)(Şekil 55). Bu sistem daha az kompleks olması nedeniyle bazı kliniklerde tercih edilse de, Lenke sınıflaması ile karşılaştırıldığında cerrahi planlama açısından daha az rehberlik sunar. [122]



Şekil 55: PUMC sınıflaması [48]

Bunlara ek olarak, Scoliosis Research Society (SRS) sınıflamasıdır. Bu sistem, skolyoz eğrilerini konveksitesinin yönüne (sağ ya da sol) ve yerleşim yerine göre (torakal, torakolomber, lomber vb.) adlandırır. Klinik takip ve deformitenin tanımlanmasında kullanılsa da, cerrahi karar verme sürecine doğrudan katkı sağlayan bir sınıflama değildir.

Sonuç olarak, adölesan idiopatik skolyozda kullanılan sınıflama sistemleri arasında Lenke sınıflaması, sağladığı kapsamlı anatomik ve mekanik değerlendirme sayesinde günümüzde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak, her sınıflama sistemi kendi içinde bazı avantaj ve kısıtlılıklara sahiptir. Bu nedenle, klinik değerlendirme ve tedavi planlamasında sınıflama sistemleri tek başına değil, hastaya özgü değerlendirmelerle birlikte ele alınmalıdır.

• Tedavi

Adölesan idiopatik skolyoz (AİS) tedavisinde, cerrahi dışı (non-operatif) yaklaşımlar tarihsel olarak her zaman var olmuş olsa da, özellikle son on yılda bu alanda kayda değer bir paradigma değişimi yaşanmış ve konservatif tedavi modalitelerinde anlamlı bir çeşitlenme gözlemlenmiştir [5]. Gelişen teknolojik olanaklar, artan hasta farkındalığı ve multidisipliner tedavi yaklaşımlarının ön plana çıkmasıyla birlikte, non-operatif yöntemler yalnızca progresyonu önleyici değil, aynı zamanda yaşam kalitesini iyileştirici stratejiler olarak yeniden konumlandırılmıştır.

Her kronik hastalıkta olduğu gibi skolyoz tedavisi planlanırken de, uygulanacak tedavi modalitesinin kısa ve uzun dönem klinik sonuçları değerlendirilirken, aynı zamanda potansiyel komplikasyonları da dikkate alınmalıdır [45]. Bu bağlamda, AİS’de cerrahi teknikler güvenlik ve etkinlik açısından önemli ilerlemeler göstermiş olsa da, temel terapötik hedef, deformitenin minimal invaziv yaklaşımlarla kontrol altına alınması ve hastanın günlük yaşam aktivitelerine en düşük tedavi yükü ile devam edebilmesinin sağlanmasıdır [1]

Bu hedefe ulaşmanın en etkili yolu ise, büyüme potansiyeli yüksek olan bireylerde erken tanı konulması ve yüksek riskli eğriliklerde zamanında, bireye özgü konservatif tedavi protokollerinin uygulanmasıdır. Skolyoz Araştırma Derneği’nin (Scoliosis Research Society - SRS) güncel tedavi algoritmalarına göre; Cobb açısı 25–

30°'nin altında olan eğrilikler düşük progresyon riski taşıdığından gözlem altında tutulmakta ve gerekirse skolyoza özgü fizyoterapi programları önerilmektedir [5]. Cobb açısı 25–45° arasında olan ve iskeletsel maturasyonu tamamlamamış bireylerde ise, fizyoterapi temelli egzersizlere korse tedavisi de entegre edilerek progresyon riski azaltılmaya çalışılmaktadır. Cobb açısı 45–50°'nin üzerinde olan eğriliklerde ise, spinal deformitenin ilerlemesini durdurmak ve dengesiz postural yüklenmeleri düzeltmek amacıyla cerrahi müdahale endikasyonu gündeme gelmektedir [88, 123]

Cerrahi tedavi, konservatif yöntemlerin yetersiz kaldığı veya deformitenin ilerleyici ve belirgin olduğu durumlarda gündeme gelir. Cerrahi endikasyonlar, yalnızca eğrilik derecesine değil; aynı zamanda eğriliğin tipi, lokalizasyonu, progresyon hızı ve hastanın fonksiyonel ve psikososyal durumuna göre de belirlenmektedir [45].

Cerrahi girişim için en genel kabul görmüş endikasyon, Cobb açısının 45-50 dereceyi aşmasıdır. Eğrilik 50 dereceyi geçtiğinde, iskelet maturasyonuna ulaşmış bireylerde bile progresyon riski devam eder ve bu durum uzun vadede koronal ve sagittal dengesizliğe yol açabilir [78]. Özellikle torasik eğriliklerde 50 derece sınırı, pulmoner fonksiyonlar açısından da kritik kabul edilir; zira bu seviyenin üzerindeki deformiteler torasik hacmi kısıtlayarak restriktif akciğer hastalığına zemin hazırlayabilir [124].

Ayrıca, hızlı progresyon gösteren eğrilikler –örneğin yılda 5 derece veya daha fazla artış gösterenler– cerrahi müdahale açısından değerlendirilmelidir. Bu özellikle Risser evresi 0-2 olan, yani büyüme potansiyeli yüksek hastalarda geçerlidir. Aynı şekilde, konservatif tedaviye –örneğin korse kullanımına– rağmen ilerleyen skolyozda cerrahi kaçınılmaz olabilir [4].

Cerrahi kararı yalnızca radyolojik parametrelerle değil, aynı zamanda kozmetik deformite, postüral dengesizlik, sırt ağrısı ve hastanın yaşam kalitesi üzerindeki etkilerle birlikte ele alınmalıdır. Özellikle vücut imajına dair memnuniyetsizlik, bazı olgularda önemli bir cerrahi gerekçe olabilir [125]. Bu noktada, tedavi planlamasında hasta ve ailesiyle multidisipliner bir karar süreci yürütülmesi önemlidir.

Cerrahi tekniklerin seçimi, deformitenin tipi, lokalizasyonu, esnekliği, hastanın iskeletsel maturasyonu ve mevcut komorbiditeleri temelinde bireyselleştirilir. Günümüzde AİS cerrahisinde başlıca dört teknik yaklaşım ön plana çıkmaktadır: posterior spinal füzyon (PSF), anterior spinal füzyon (ASF), kombine anterior-posterior girişimler ve büyümeyi koruyucu yöntemler.

Posterior yaklaşım, AIS tedavisinde en yaygın tercih edilen ve en etkin yöntemdir. Segmental pedikül vida sistemlerinin kullanımıyla omurganın üç düzlemde kontrolü mümkün hale gelmiştir. Modern PSF teknikleri, “rod derotasyonu”, “direkt vertebra rotasyonu” ve “kompresyon-distraksiyon” gibi manevralar aracılığıyla deformitenin hem koronal hem rotasyonel bileşenlerini düzeltmeyi hedefler. Bu teknik, özellikle torasik eğriliklerde yüksek düzeltme oranları ve tatmin edici kozmetik sonuçlar sağlamaktadır [126].

Anterior yaklaşım, özellikle torakolomber ve lomber bölgede sınırlı segmenti içeren eğriliklerde (örn. Lenke tip 5) tercih edilmektedir. Bu teknikte disk aralıkları eksize edilerek interbody füzyon gerçekleştirilir. ASF, daha az sayıda hareket segmentini feda etmesi nedeniyle lomber mobilitenin korunmasında avantaj sağlamaktadır. Ancak torasik bölgede pulmoner komplikasyon riski, anterior yaklaşımın sınırlayıcı faktörlerinden biridir [127].

Ağır, rijit veya çok düzlemli deformitelerde hem anterior gevşetme hem de posterior düzeltme uygulanabilir. Anterior disk eksizyonu ile eğrilik mobilize edilirken, posterior segmental enstrümantasyon ile düzeltme ve stabilizasyon sağlanır. Kombine girişimler, deformite düzeltiminde yüksek etkinlik gösterse de, operasyon süresi ve komplikasyon oranlarını artırabilmektedir [128].

İskeletsel matürasyonu henüz tamamlanmamış olgularda büyüme potansiyelini koruyan teknikler ön plana çıkmaktadır. Geleneksel uzatılabilir rod sistemlerinin yanı sıra manyetik kontrollü uzatılabilir çubuklar ve omurga gövdesine yönelik anterior germe sistemleri (anterior vertebral body tethering -VBT) gibi yenilikçi yaklaşımlar günümüzde uygulanmaktadır.

VBT tekniğinde, skolyozun konveks tarafına anterior yaklaşımla yerleştirilen poliüretan bağ aracılığıyla büyümenin asimetrik yönlendirilmesi hedeflenir. Bu teknik, füzyon gerektirmemesi ve omurga hareketliliğini koruması açısından avantajlıdır; ancak uzun dönem sonuçları hâlen değerlendirme aşamasındadır [129].

Cerrahi güvenliğin artırılması amacıyla intraoperatif nöromonitörizasyon, üç boyutlu görüntüleme destekli navigasyon sistemleri ve robotik destekli vida yerleştirme teknolojileri yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler, pedikül vidası yerleştirilmesi sırasında nörolojik komplikasyonları azaltmakta ve cerrahın doğruluğunu artırmaktadır [130].

Adölesan idiopatik skolyoz (AİS) tedavisinde, cerrahi dışı yaklaşımlar tarihsel olarak her zaman var olmuş olsa da, özellikle son on yılda bu alanda kayda değer bir paradigma değişimi yaşanmış ve konservatif tedavi modalitelerinde anlamlı bir çeşitlenme gözlemlenmiştir [5]. Gelişen teknolojik olanaklar, artan hasta farkındalığı ve multidisipliner tedavi yaklaşımlarının ön plana çıkmasıyla birlikte, non-operatif yöntemler yalnızca progresyonu önleyici değil, aynı zamanda yaşam kalitesini iyileştirici stratejiler olarak yeniden konumlandırılmıştır.

Her kronik hastalıkta olduğu gibi skolyoz tedavisi planlanırken de, uygulanacak tedavi modalitesinin kısa ve uzun dönem klinik sonuçları değerlendirilirken, aynı zamanda potansiyel komplikasyonları da dikkate alınmalıdır [1]. Bu bağlamda, AİS’de cerrahi teknikler güvenlik ve etkinlik açısından önemli ilerlemeler göstermiş olsa da, temel terapötik hedef, deformitenin minimal invaziv yaklaşımlarla kontrol altına alınması ve hastanın günlük yaşam aktivitelerine en düşük tedavi yükü ile devam edebilmesinin sağlanmasıdır [1].

Bu hedefe ulaşmanın en etkili yolu ise, büyüme potansiyeli yüksek olan bireylerde erken tanı konulması ve yüksek riskli eğriliklerde zamanında, bireye özgü konservatif tedavi protokollerinin uygulanmasıdır. Skolyoz Araştırma Derneği’nin (Scoliosis Research Society - SRS) güncel tedavi algoritmalarına göre; Cobb açısı 25–30°’nin altında olan eğrilikler düşük progresyon riski taşıdığından gözlem altında tutulmakta ve gerekirse skolyoza özgü fizyoterapi programları (PSSE) önerilmektedir [5]. Cobb açısı 25–45° arasında olan ve iskeletsel maturasyonu tamamlamamış bireylerde ise, fizyoterapi temelli egzersizlere korse tedavisi de entegre edilerek progresyon riski azaltılmaya çalışılmaktadır. Cobb açısı 45–50°’nin üzerinde olan eğriliklerde ise, spinal deformitenin ilerlemesini durdurmak ve dengesiz postural yüklenmeleri düzeltmek amacıyla cerrahi müdahale endikasyonu gündeme gelmektedir [88, 123].

Adölesan idiopatik skolyozun seyri sırasında eğriliğin ilerleme olasılığı birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler arasında en önemlileri; başlangıç Cobb açısı, iskeletsel olgunluk düzeyi (Risser evresi), hastanın biyolojik yaşı ve büyüme potansiyelidir [131]. Konservatif ya da cerrahi tedavi endikasyonu olmayan hastalarda eğriliğin izlenmesi, hastalığın doğal seyrinin anlaşılması ve gerektiğinde tedaviye geçiş zamanının doğru belirlenmesi açısından büyük önem taşır.

Skolyozda takip, öncelikle eğriliğin progresyon potansiyelinin belirlenmesine dayanır. Cobb açısı 10° ile 20° arasında olan, iskeletsel maturasyonu tamamlamamış ve belirgin bir klinik semptomu olmayan bireylerde tedaviye başlanmaz; bunun yerine düzenli aralıklarla gözlem yapılır. Bu hasta grubunda önerilen takip sıklığı genellikle 6 ayda bir spinal radyografi çekilmesi ve fiziksel muayenenin yapılmasıdır. Bu periyot boyunca Cobb açısında 5° veya üzeri artış saptanması progresyon olarak kabul edilir ve tedavi planı buna göre yeniden değerlendirilir [5].

Eğrilik açısı 21° ile 30° arasında olan ve büyüme potansiyeli yüksek (örneğin Risser 0–2 olan) hastalar, orta düzey risk grubunda yer alır. Bu hastalarda eğrilik, hızlı büyüme dönemine denk geldiğinde progresyon riski belirgin şekilde artmaktadır. Bu nedenle 4–6 ayda bir tam boy ayakta çekilen, posteriyor-anterior (PA) pozisyonundaki spinal grafiler ile Cobb açısı izlenmelidir. Aynı zamanda, bu hasta grubunda skolyoza özgü fizyoterapi ve korse uygulaması yönünden de değerlendirme yapılmalı; çünkü büyümenin hızlı olduğu bu evrede konservatif müdahale ile eğrilik ilerlemesinin önüne geçmek mümkündür [1].

İskeletsel olgunluk düzeyi Risser 3 ve üzeri olan ya da kız çocuklarında menarştan itibaren iki yıl geçmiş bireylerde, skolyoz genellikle stabil hale gelir. Bu hasta grubunda, eğrilik açısı 30°'nin altındaysa ve klinik olarak şikâyet yoksa yıllık radyolojik kontrol yeterli kabul edilir. Ancak bazı olgularda, iskeletsel matürasyon tamamlanmış olmasına rağmen eğrilik zamanla artış gösterebilir. Bu nedenle yıllık takiplerde Cobb açısının dikkatle ölçülmesi önemlidir. Ayrıca eğriliğin 40°'nin üzerine çıkması durumunda, ilerideki erişkin yaşlarda bel ağrısı ve fonksiyonel bozukluk riskinin arttığı bilindiğinden, bu hastalar cerrahi açıdan değerlendirilmelidir. [45].

Alçılama (casting), skolyoz tedavisinde özellikle infantil ve juvenil skolyoz olgularında geleneksel olarak kullanılan bir yöntem olmakla birlikte, adölesan idiopatik skolyoz (AİS) için uygulama sıklığı oldukça sınırlıdır. Bunun nedeni, AİS'in genellikle daha ileri yaşta ortaya çıkması ve iskeletsel olgunluğun artmış olması nedeniyle alçılama ile eğriliğin aktif olarak düzeltilme potansiyelinin azalmış olmasıdır [132].

Bununla birlikte, bazı özel klinik durumlarda, örneğin hızlı progresyon gösteren eğriliklerde veya korseye uyum sağlayamayan bireylerde geçici bir önlem olarak alçılama tedavisi gündeme gelebilir. Alçılama, skolyoz eğriliğinin üç boyutlu yapısını düzeltmek amacıyla uygulanan seri gövde alçılarıyla yapılır. Bu yöntemde, hastaya

anestezi altında bir gövde traksiyonu uygulanır ve düzeltici manevralarla alçı materyali uygulanarak deformitenin kontrol altına alınması hedeflenir [133](Şekil 56,57).

AİS'te alçılama genellikle cerrahi öncesi hazırlık evresi olarak veya ciddi eğriliklerde geçici progresyon kontrolü amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca, korseye geçmeden önce eğriliğin daha tolere edilebilir düzeye getirilmesi amacıyla da bazı merkezlerde alçılama tercih edilebilmektedir [134]. Ancak alçılama tedavisinin adölesan dönemde uzun süreli olarak uygulanması, hem yaşam kalitesini düşürmesi hem de cilt komplikasyonları, hareket kısıtlılığı gibi nedenlerle genellikle önerilmemektedir.



Şekil 56: Gövde alçılama masası(a) ve hastanın alçılama için hazırlanması(b)[135]



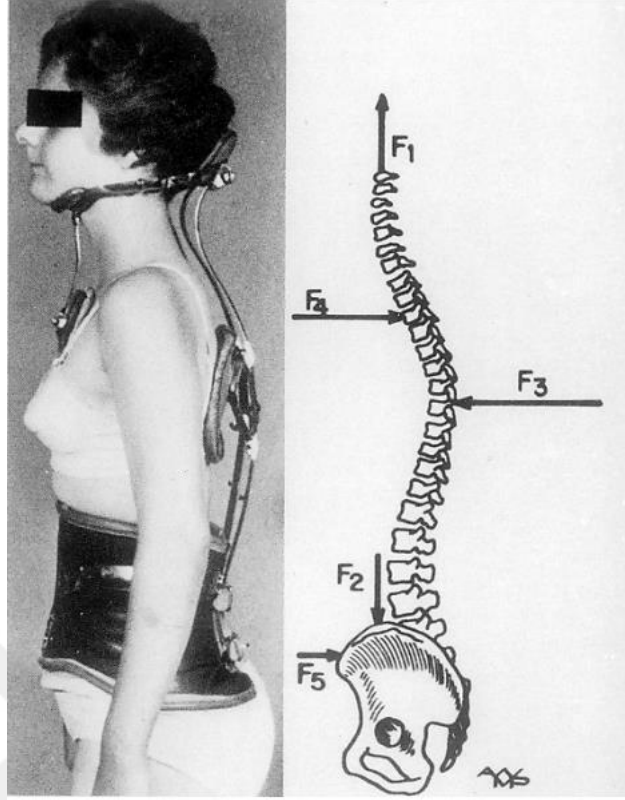
Şekil 57: Alçılama yapılmış bir hastanın önden ve arkadan görünümü Torako-abdominal bölgede anteriyordan abdomen ve diyaframın rahat hareket etmesine izin vermesi için mantar şeklinde kapak açılır (a). Eğriliğin konkav tarafında apikal kaburgaların üzerinden daha fazla derotasyona izin vermesi için posterolateral bir kapak açılır (b). [135]

Konservatif tedavi seçenekleri arasında korse tedavisi, belirli endikasyonlar dahilinde en sık tercih edilen ve bilimsel olarak en güçlü kanıtlarla desteklenen yöntemdir [1, 5].

Korse tedavisinin temel amacı, büyüme potansiyeli devam eden bireylerde eğriliğin ilerlemesini durdurmak ve cerrahi müdahale gereksinimini azaltmaktır. Bu bağlamda, korse tedavisi bir düzeltme tedavisinden çok, stabilizasyon tedavisi olarak görülmelidir. Mekanik olarak korse, gövde üzerine dışardan uyguladığı kuvvetler aracılığıyla omurgayı nötral veya mümkünse düzeltilmiş pozisyonda tutmaya çalışır. Ancak korse yalnızca mekanik bir cihaz değildir; aynı zamanda postural farkındalığı artıran, proprioseptif geri bildirim sağlayan ve bazı nöromüsküler mekanizmaları yeniden eğiten bir araçtır. Bu nedenle, korse tedavisinin etkinliği sadece kullanılan malzemenin yapısına değil, hastanın biyomekanik özelliklerine, deformitenin lokalizasyonuna, günlük kullanım süresine ve hasta uyumuna doğrudan bağlıdır [136].

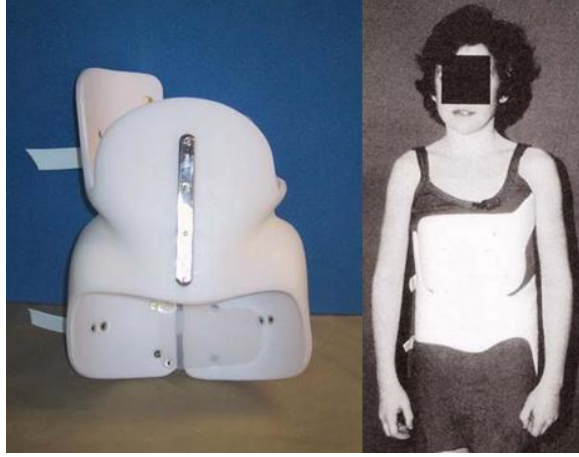
Korse tedavisinin hangi hastalara uygulanması gerektiği uluslararası kılavuzlar ve çok merkezli klinik çalışmalarla belirlenmiştir. Genellikle Cobb açısı 25–40 derece arasında olan, büyüme potansiyeli henüz yüksek (Risser evresi 0–2 olan) ve eğriliği ilerleme riski taşıyan hastalarda korse tedavisi önerilmektedir. Bununla birlikte, daha düşük açılarda olup eğrilik progresyonu gösteren vakalarda da korse tedavisi endike olabilir. Bu endikasyonlar, özellikle Scoliosis Research Society (SRS) ve SOSORT (Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment) kılavuzları tarafından tanımlanmış ve birçok klinik uygulamada referans alınmaktadır [5].

Servikotorakolumbosakral ortozlar (CTLTO) içinde yer alan Milwaukee breysi, bu ortez grubunun ilk ve en karakteristik örneğidir (Şekil 58). Milwaukee breysinin servikal bölgeye kadar uzanan yüksek profilli yapısı, özellikle ergenlik dönemindeki bireylerde estetik kaygılara ve psikososyal uyum sorunlarına neden olabilmektedir. Bu durum, günümüzde kullanım sıklığının azalmasına neden olmuş ve yerine daha estetik ve tolere edilebilir olan, benzer etkinlik düzeyine sahip düşük profilli ortozlar (örneğin TLSO grubu) yaygınlık kazanmıştır [5, 137].



Şekil 58: Millwauke korse (CTL SO) [138]

Korse tedavisinde kullanılan ortez türleri, eğriliğin tipi ve yeri, hastanın yaşı, cinsiyeti ve uyum potansiyeline göre farklılık göstermektedir. En sık tercih edilen korse türlerinden biri Boston korsesidir. Bu torakolumbosakral ortez (TLSO), düşük profilli yapısı sayesinde günlük yaşam aktivitelerine daha az engel olur ve genellikle 23 saatlik kullanım için tasarlanmıştır (Şekil 59). Alternatif olarak diğer TLSO türleri Chêneau ve Rigo-Chêneau korseleridir, 3 boyutlu skolyoz düzeltme prensiplerine uygun olarak üretilmiş olup, özellikle Avrupa’da yaygın şekilde kullanılmaktadır (Şekil 60). Gece kullanımına uygun olarak tasarlanmış Charleston Bending Brace gibi hiper-korrektif korseler ise daha çok düşük uyum riski taşıyan veya gündüz kullanımına uygun olmayan hastalarda tercih edilir [137] (Şekil 61).



Şekil 59: Boston korse (TLSO) [139]



Şekil 60: Chêneau korse (TLSO) [140]



Şekil 61: Charleston Bending Brace (TLSO) [94]

Korse tedavisinin başarısı, hastanın günlük kullanım süresine büyük ölçüde bağlıdır. Bu konuda yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri olan BrAIST (Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis Trial) çalışmasında, günde ortalama 18 saat ve üzeri süreyle korse kullanan hastalarda cerrahiye ilerleme oranının %25'in altında kaldığı, buna karşın gözlem grubunda bu oranın %72'ye ulaştığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, kullanım süresi ile tedavi başarısı arasında güçlü bir pozitif korelasyon saptanmıştır [1]. Bu bulgu, korse tedavisinde hasta uyumunun hayati önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Korse uyumu; hastanın yaşı, psikososyal durumu, aile desteği ve klinik bilgilendirme süreçlerinden etkilenmektedir. Korse kullanımına ilişkin en büyük sorunlardan biri, özellikle ergenlik döneminde sosyal kabul görme isteğiyle çatışan vücut imajı algısıdır. Bu nedenle, korse tedavisine başlanmadan önce hasta ve ailesine kapsamlı bir eğitim verilmesi ve tedavi sürecinin psikososyal yönlerinin göz ardı edilmemesi gerekir. Ayrıca son yıllarda geliştirilen giyilebilir sensör sistemleri (örneğin: Thermobrace), korsenin günlük kullanım süresini objektif olarak kaydederek tedaviye uyumun izlenmesini kolaylaştırmaktadır [136].

Korse tedavisi uygulanan hastalar, düzenli aralıklarla klinik ve radyolojik olarak izlenmelidir. Başlangıçta ilk kontrol genellikle 4–6 hafta içinde yapılır. Sonrasında ise ortalama 3–6 ay aralıklarla takipler sürdürülür. İzlemede Cobb açısı değerlendirilir; korse ile ve korsesiz çekilen radyografiler karşılaştırılarak eğriliğin değişimi takip edilir. Tedavi süreci boyunca büyüme potansiyeli tamamlanana kadar izlem devam etmeli, Risser 4–5 düzeyine ulaşılması korse tedavisinin sonlandırılması için önemli bir kriter olarak kabul edilmelidir [5].

Korse tedavisinin etkinliği kadar yan etkileri ve sınırlılıkları da iyi bilinmelidir. En sık karşılaşılan sorunlar arasında cilt irritasyonu, kas-iskelet sisteminde ağrı ve postural rahatsızlıklar yer alır. Bununla birlikte, uzun dönemli komplikasyonlar nadirdir. Daha önemli bir sınırlılık ise hastanın psikolojik etkilenmesi ve yaşam kalitesindeki olası düşüştür. Bu etkileri minimize etmek adına, fizik tedavi programları, psikososyal destek uygulamaları ve bireyselleştirilmiş takip protokolleri korse tedavisinin başarısını artıran önemli unsurlar arasında yer alır [141].

Sonuç olarak, adolesan idiopatik skolyozda korse tedavisi, eğriliği ılımlı düzeyde olan, büyümesi devam eden bireylerde cerrahisiz tedavi yaklaşımının en güçlü

dayanaklarından biridir. Uygun hasta seçimi, uygun korse tipi, doğru kullanım süresi, düzenli izlem ve multidisipliner yaklaşım, korse tedavisinin etkinliğini belirleyen temel faktörlerdir. Modern kılavuzlar ve yüksek kaliteli çalışmalar, korse tedavisinin doğru uygulandığında cerrahi müdahale gereksinimini büyük ölçüde azalttığını açıkça göstermektedir. Bu nedenle, AİS yönetiminde korse tedavisi, sadece mekanik bir düzeltme yöntemi değil; aynı zamanda tıbbi, psikolojik ve rehabilitatif yönleri olan bütüncül bir tedavi biçimi olarak ele alınmalıdır.

Fizik tedavi, skolyozun cerrahi dışı yönetiminde önemli bir yer tutmakta olup, özellikle düşük ve orta dereceli eğriliklerde (10° – 45° Cobb açısı) tercih edilen ilk basamak tedavilerden biridir. AİS'nin doğal seyri, bireyin büyüme potansiyeline ve eğriliğin karakteristik özelliklerine bağlı olarak büyük değişkenlik gösterdiğinden, fizik tedavi planlaması bireyselleştirilmiş ve fonksiyonel temelli olmalıdır [142]. Egzersiz tabanlı yaklaşımların temel amacı, omurga ve gövde çevresi kaslarının asimetrik aktivitesini düzenlemek, proprioseptif farkındalığı artırmak ve postüral kontrolü geliştirmektir. Bu süreçte, bireyin beden farkındalığını kazanması ve skolyozla başa çıkma becerilerini geliştirmesi büyük önem taşır.

Fizik tedavi uygulamalarında en yaygın ve etkin yöntemlerden biri, kendisi de AİS tanılı olan 1894 doğumlu Alman Katharina Schroth tarafından geliştirilen Schroth metodudur. Bu yaklaşım, skolyozlu bireyin üç boyutlu eğrilik paternine göre bireyselleştirilmiş egzersizler uygulanmasını temel alır. Schroth terapisi, aksiyel elongasyon, rotasyonel derotasyon, asimetrik gövde kaslarının aktivasyonu ve üç boyutlu solunum tekniklerini içerir. Terapinin önemli bir bileşeni olan yönlendirilmiş solunum, skolyozun konkav tarafındaki gövde hacmini artırarak torasik mobilitayı desteklemeyi ve dengenin sağlanmasını hedefler [143]. Bu egzersizler yalnızca fiziksel düzeyde değil, bireyin motor kontrol ve beden farkındalığı düzeyinde de önemli gelişmeler sağlar. Schroth egzersizlerinin etkinliği, randomize kontrollü çalışmalarla da desteklenmiştir. Kuru ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 12 hafta boyunca uygulanan Schroth egzersizlerinin Cobb açısında anlamlı azalma ve yaşam kalitesinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir [144].

Bir diğer önemli skolyoza özgü egzersiz yaklaşımı ise SEAS (Scientific Exercise Approach to Scoliosis) yöntemidir. SEAS, skolyozlu bireylerde postüral kontrolü ve motor koordinasyonu güçlendirmeyi hedefleyen fonksiyonel egzersizlerden oluşur. Bu

yaklaşımında, bireyin skolyoz paternine göre aktif kendini düzeltme ("active self-correction") becerisi kazandırılması esas alınır. Egzersizler, gündelik yaşam aktiviteleri ile entegre edilerek bireyin skolyoz yönetimini yaşamına adapte etmesi sağlanır [145]. SEAS yönteminin en önemli farkı, skolyozun yalnızca klinik ortamda değil, bireyin kendi yaşam alanında da yönetilmesini mümkün kılmasıdır. Monticone ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, SEAS temelli egzersizlerin eğrilik progresyonunu yavaşlattığı ve bireyin öz-yeterlilik duygusunu artırdığı gösterilmiştir [146].

Schroth ve SEAS yöntemlerinin yanı sıra, bazı araştırmalarda Pilates, yoga ve manuel terapi gibi tamamlayıcı yaklaşımların da skolyoz tedavisinde destekleyici rol oynayabileceği belirtilmiştir. Özellikle yoga, skolyozlu bireylerde gövde farkındalığını artırma, solunum kapasitesini iyileştirme ve esneklik kazandırma açısından etkili olabilmektedir. Fishman ve arkadaşlarının yürüttüğü bir çalışmada, skolyozlu bireylerde tek taraflı yoga pozlarının eğrilik üzerinde düzeltici etki gösterdiği bildirilmiştir [147]. Ancak bu tür tamamlayıcı yaklaşımların bilimsel kanıt düzeyi henüz Schroth veya SEAS kadar güçlü değildir ve standartlaştırılmış uygulamalar gerektirmektedir.

Fizik tedavinin bir diğer önemli boyutu ise korse tedavisiyle entegrasyonudur. Özellikle 20°–40° aralığındaki eğriliklerde korse kullanımı endikedir ve fizik tedavi ile kombine edildiğinde çok daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Korse kullanımı, omurgaya dışsal mekanik destek sağlayarak eğriliğin ilerlemesini mekanik olarak sınırlandırırken; fizik tedavi uygulamaları, korseye bağlı gelişebilecek kas zayıflıklarını, gövde rijiditesini ve solunum disfonksiyonunu telafi etmektedir. Özellikle korse kullanım süresi uzun olan hastalarda, gövde çevresi kasların aktivasyonu ve solunum kapasitesinin korunması için fizik tedavi vazgeçilmezdir [142]. Schroth terapisi, korse tedavisiyle kombine edildiğinde daha stabil omurga hizalanması sağlanmakta ve hasta uyumu artmaktadır.

Fizik tedavi uygulamaları sadece biyomekanik parametreleri düzeltmekle sınırlı kalmamalı; aynı zamanda psikososyal destek, eğitim ve davranışsal yaklaşımları da içermelidir. Ergenlik dönemi, beden imajına ilişkin kaygıların en yoğun yaşandığı bir dönemdir ve skolyozun görünür postüral etkileri, bireyin benlik saygısını olumsuz etkileyebilir. Fizik tedavi sürecinde psikolojik destek sunulması, egzersiz uyumunu artırmakta ve tedavi sürecinin başarısını olumlu yönde etkilemektedir [5]. Bu nedenle,

AİS tedavisinde multidisipliner bir yaklaşım benimsenmesi ve fizyoterapist, ortopedi uzmanı, psikolog ve aile iş birliği içinde çalışması büyük önem taşır.

Son yıllarda geliştirilen dijital rehabilitasyon teknolojileri, AİS yönetiminde fizik tedavi uygulamalarına yeni bir boyut kazandırmıştır. Sanal gerçeklik temelli postür egzersizleri, evde video tabanlı rehberli egzersiz uygulamaları ve giyilebilir sensörlerle postür takibi gibi teknolojik çözümler, fizik tedavi sürecini hem daha etkili hem de hasta için daha erişilebilir hale getirmiştir. Bu tür uygulamalar, özellikle pandemi sonrası dönemde evde tedaviye olan talebin artmasıyla daha fazla önem kazanmıştır.

Sonuç olarak, adölesan idiopatik skolyozda fizik tedavi, skolyozun progresyonunu yavaşlatmak, postüral kontrolü sağlamak, kas dengesizliklerini düzeltmek ve yaşam kalitesini artırmak açısından vazgeçilmez bir tedavi bileşenidir. Kanıta dayalı egzersiz yaklaşımları olan Schroth ve SEAS gibi yöntemler, bireyin eğrilik paternine özgü olarak planlanmalı ve mümkünse korse tedavisiyle entegre edilmelidir. Psikososyal destek, hasta eğitimi ve teknolojik uygulamalarla zenginleştirilmiş, multidisipliner bir fizik tedavi programı, AİS'nin etkin ve kalıcı yönetimi için en uygun yaklaşımdır.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2024/22 sayı ve 11/12/2024 tarihli onayı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Ek 1).

Bu çalışmanın amacı, adölesan idiopatik skolyoz (AİS) tanısıyla TLSO korse ile konservatif olarak izlenen olgularda, korse tedavisinin başarısını etkileyebilecek ve literatürde yeterince incelenmemiş hasta kaynaklı değişkenlerin, özellikle korse içi radyolojik düzelme üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada, mekanik olarak korsenin düzeltici etkisi üzerinde etkili olabileceği öngörülen yaş, kemik maturasyon düzeyi, boy, kilo, vücut kitle indeksi, eklem laksitesi, beklenen omurga kaynaklı uzama potansiyeli, korse kullanım süresi ve düzeni ile egzersiz uyumu gibi bireysel faktörlerin radyolojik yanıtla ilişkisi araştırılacaktır. Özellikle eklem laksitesinin skolyoz gelişimiyle olan ilişkisine dair literatürde bazı veriler mevcut olmakla birlikte, bu parametrenin korse içi radyolojik düzelme ve korse tedavi başarısı üzerindeki etkisi bugüne kadar sistematik biçimde incelenmemiştir. Bu bağlamda, çalışmanın özgün yönlerinden biri, eklem laksitesi bulunan bireylerde korse başarısının değerlendirilmesiyle bu alandaki literatür eksikliğine katkı sağlamaktır.

Bu retrospektif tanımlayıcı çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda adölesan idiopatik skolyoz (AİS) tanısıyla konservatif yaklaşımla korse tedavisi uygulanan, hastane bilgi yönetim sisteminde skolyoz grafipleri arşivlenmiş ve düzenli klinik takibi sağlanan olgularda, hasta temelli değişkenlerin korse tedavisinin başarısı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma grubunu 2017–2024 yılları arasında hastanemize başvuran, adölesan idiopatik skolyoz (AİS) tanısıyla korse tedavisi uygulanarak konservatif olarak izlenen, yaşları 10 ve üzeri olan 52 adölesan birey oluşturmuştur. İlgili olgulara ait demografik özellikler ve radyolojik parametreler, hastane bilgi yönetim sistemi üzerinden retrospektif olarak temin edilmiştir. Bu 52 hasta aynı ekip tarafından değerlendirilip, takip ve tedavisi aynı ekip tarafından yürütülmüştür.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri kapsamında, 10 yaş ve üzerindeki, adölesan idiopatik skolyoz tanısı almış hastalar değerlendirildi. Bu hastaların korse tedavisi ile konservatif olarak takip ediliyor ya da daha önce bu şekilde takip edilmiş olmaları şart koşuldu. Ayrıca, korse tedavisine başlandıktan sonra 6., 12. ve 18. ay kontrollerine düzenli olarak gelmiş olmaları ve skolyoz grafilerinin standartize edilmiş radyografik protokollere uygun şekilde çekilmiş olması gerekmektedir.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri ise, yaşın 10-20 aralığı dışında olması, infantil ya da juvenil idiopatik skolyoz, konjenital skolyoz veya nöromüsküler skolyoz tanılarından birine sahip olunması durumlarını kapsamaktadır. Ayrıca, adölesan idiopatik skolyoz tanısı almasına rağmen cerrahi tedavi uygulanmış ya da planlanmış hastalar, yalnızca radyografik takiple izlenen ve korse kullanmayan bireyler, poliklinik kontrollerine düzenli olarak katılmayan hastalar ile skolyoz grafileri eksik, düşük görüntü kalitesine sahip olan veya çekim protokollerine uygun olmayan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen hastalara hastane otomasyon sisteminde kayıtlı telefon numaralarından ulaşıp poliklinik muayenesine davet edilmiştir.

Muayeneye gelen hastalardan alınan anamnezde kaç yaşında AİS tanısı aldığı, korseyi günde kaç saat kullandığı, günde kaç saat egzerzi yaptığı, korse kullanmaya başladığı zamanki boy ve kilosu, hastanın anne ve baba boyu, ve şu anda bir yakınmasının olup olmadığı sorgulanmıştır.

Hastalara, Skolyoz Araştırma Cemiyeti tarafından düzenlenmiş, en güncel ve en kabul gören SRS-22r anketi uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir (Ek 2).

3.1. SRS-22r Anketi

SRS-22r (Revised Scoliosis Research Society-22) anketi, skolyoz hastalarında yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla kullanılan, öz bildirime dayalı bir ölçüm aracıdır. Özellikle adölesan idiopatik skolyoz (AİS) hastalarında hem konservatif hem de cerrahi tedavi sonrası sonuçların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. SRS-22r, skolyoza özgü ölçütler arasında en sık başvuru alan araçlardan biri olup, klinik pratikte olduğu kadar bilimsel araştırmalarda da önemli bir yer tutmaktadır.

Bu anket, orijinal SRS-22 ölçeğinin revize edilmiş bir versiyonudur. Orijinal formda yer alan bazı soruların anlaşılabilirliğinde ve yanıtların güvenilirliğinde saptanan sorunlar nedeniyle revizyon ihtiyacı doğmuş ve bu doğrultuda SRS-22r geliştirilmiştir. Anket, hastaların skolyozla ilişkili yaşam kalitesini beş temel boyutta değerlendirmektedir. Bunlar; fonksiyonel durum (günlük aktiviteleri gerçekleştirme becerisi), ağrı (skolyoza bağlı olarak hissedilen ağrı düzeyi), görüntü algısı (kişinin vücut görünümüne dair algısı), mental sağlık (psikolojik iyilik hali) ve tedaviye yönelik memnuniyettir. Bu beş alt ölçekten ilk dördü hem tedavi öncesinde hem de sonrasında kullanılabilirken, memnuniyet alt ölçeği yalnızca tedavi uygulanmış bireylerde değerlendirilmelidir.

Her bir alt ölçek beş sorudan oluşmakta ve her soru 1 ile 5 arasında puanlanmaktadır. Bu puanlama sisteminde 1 en olumsuz durumu, 5 ise en olumlu durumu ifade eder. Alt ölçeklerin puanı, ilgili soruların ortalaması alınarak hesaplanır. Genel SRS-22r skoru ise beş alt ölçekten elde edilen ortalamaların genel ortalamasıdır. Bu sayede hem alt boyutlar hem de genel yaşam kalitesi düzeyi nicel olarak değerlendirilmiş olur.

SRS-22r anketi, farklı kültürlerle ve dillere uyarlanmış olup, bu bağlamda Türkçe versiyonunun da geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Alanay ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışma, Türkçe SRS-22r'nin hem iç tutarlılık hem de test-tekrar test güvenilirliği açısından yeterli olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla, Türkçe konuşan hastalarda da bu anketin geçerli bir değerlendirme aracı olarak kullanılabileceği bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Sonuç olarak, SRS-22r anketi, skolyoz hastalarının yaşadığı fiziksel, duygusal ve fonksiyonel sorunların sistematik bir biçimde değerlendirilmesine olanak tanıyan, yapılandırılmış ve geçerli bir ölçüm aracıdır. Tedavi etksinliğinin objektif olarak değerlendirilmesine katkı sağladığı gibi, hastaların yaşam kalitesi üzerindeki etkilerin de bütüncül biçimde izlenmesini mümkün kılar.

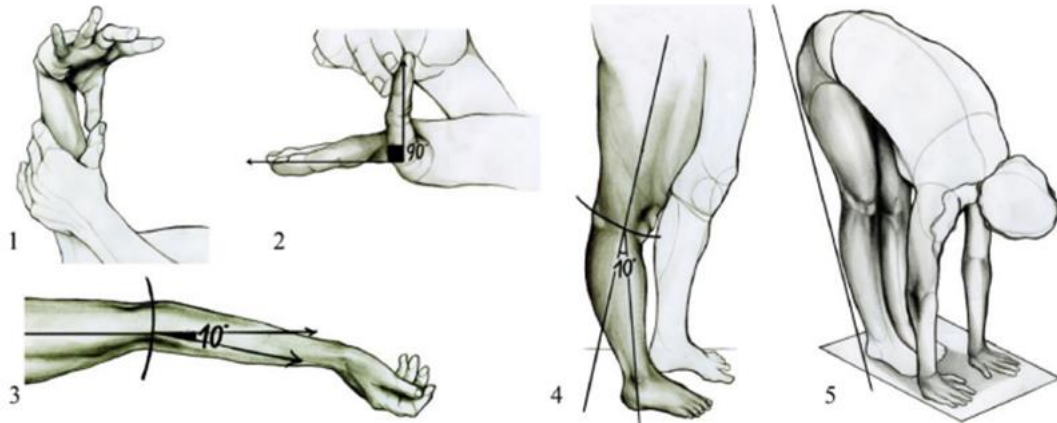
Poliklinik muayenesinde hastaların eklem laksitesi “Beighton Skorlaması” kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2. Beighton Skorlaması

Beighton skorlaması; eklem hipermobilitésinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan, pratik ve standartlaştırılmış bir klinik ölçüm aracıdır. Bu skor, özellikle konjenital bağ dokusu hastalıklarının (örneğin Ehlers-Danlos sendromu) tanısında ve genel eklem hipermobilitesi taramalarında önemli bir yere sahiptir. Skor, vücutta belirli eklemlerdeki hareket açıklığının değerlendirilmesine dayanmakta olup, toplamda dokuz puan üzerinden hesaplanır [148].

Beighton skoru beş farklı fizik muayene bulgusunu temel alır.(şekilxxx) Bu testlerin dördü bilateral olarak uygulanır ve her bir ekstremité için birer puan verilirken, bir test tüm vücut için tek puan üzerinden değerlendirilir. Değerlendirilen kriterler şunlardır: 1) küçük parmakların pasif olarak 90 derece ve üzeri ekstansiyona getirilebilmesi, 2) başparmakların pasif olarak önkol ile temas edecek şekilde fleksiyona zorlanabilmesi, 3) dirseklerin 10 derece ve üzeri hiperextensiyonu, 4) dizlerin 10 derece ve üzeri hiperextensiyonu ve 5) bireyin dizlerini bükmeden öne eğilerek avuç içlerini yere düz şekilde koyabilmesi (şekil 62). Her bir kriterin sağ ve sol tarafı ayrı ayrı değerlendirilerek toplamda dokuz puanlık bir skor elde edilir [149]

Beighton skorunun yorumlanmasında yaş, cinsiyet ve etnik farklılıklar dikkate alınmalıdır. Genellikle, dört ve üzeri puan hipermobilité açısından anlamlı kabul edilmekle birlikte, bu eřik değer özellikle çocuklarda ve kadınlarda daha yüksek olabilir. Erişkin bireylerde ≥ 4 , çocuklarda ise ≥ 6 puan hipermobilité için önerilen eřik değerler arasında yer almaktadır [150]



şekil 62: Beighton skorlaması fizik muayene basamakları [149]

Daha sonra, hastaların radyolojik görüntülemeleri incelenip; tanı aldığı sıradaki Risser evresi, Lenke sınıflamasına göre tipi, skolyozun hangi omur seviyelerinde olduğu, apikal vertebranın hangisi olduğu, cobb açısı, korse takıldıktan sonraki cobb açısı ve ilk düzelme miktarı belirlenmiştir. 6,12 ve 18. Ay takiplerindeki radyolojik görüntülemeleri de incelenip cobb açlarındaki değişim belirlenmiştir.

3.3. İstatistiksel Metod

Çalışmanın istatistiksel analizler Jamovi 2.3.28 paket programıyla yapılmıştır. Çalışmada yer alan nicel değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleriyle; nitel değişkenler frekans ve yüzde ile gösterilmiştir. Nicel değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Bağımlı 2 grup karşılaştırmalarında bağımlı örneklem t testi, bağımsız 2 grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t testi ve Mann Whitey U testleri kullanılmıştır. Nitel değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında Yates ki-kare ve Fisher-Freeman-Halton ki-kare testleri kullanılmıştır. Nicel değişkenler arası ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ile yorumlanmıştır. Çalışmadaki tüm istatistiksel analizlerde p değeri 0.05'in üstündeki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) tanısı almış 52 hastanın korse tedavisine yanıtları retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, hastaların demografik, radyolojik ve klinik özellikleri temel alınarak hem tanımlayıcı istatistiklerle hem de karşılaştırmalı analizlerle sunulmuştur.

4.1. Demografik Özellikler

Çalışma kohortu toplam 52 hastadan oluşmakta olup, cinsiyet dağılımı %67.3 kız (n=35) ve %32.7 erkek (n=17) şeklindedir (Tablo 1).

Tablo 1: Çalışmaya dahil edilen hastaların cinsiyete göre dağılımı

	n	%
Kız	35	67.3
Erkek	17	32.7

Hasta profili ve temel tanımlayıcı bulgulara bakarsak hastaların yaş ortalaması 15.96 (± 2.14) olup, tanı yaşı ortalama 12.44 (± 1.79) olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, hastaların genellikle büyüme potansiyeli halen devam eden, adölesan yaş grubuna ait olduğunu göstermektedir. Korse kullanım süresi ortalama 17.81 saattir (SD: 3.72).

Günlük egzersiz süresi ortalama 36.47 dakikadır. Laksite değerlendirmesinde kullanılan Beighton skoru ortalama 3.33 olup, hastaların çoğunluğunun hafif düzeyde hipermobil olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2: Hasta profilini tanımlayıcı bazı ortalama değerler

Yaş	15.96 (± 2.14)
Tanı yaşı	12.44 (± 1.79)
Günlük korse kullanım süresi(saat)	17.81(± 3.72)
Günlük egzersiz süresi(dakika)	36.47
Beighton laksite skoru	3.33

Ek yakınması olan hastalar (bel/sırt ağrısı vb.) %38.5 oranında gözlenmiştir (Grafik 1).



Grafik 1: Ek yakınma durumlarının dağılımı

Başvuru Lenke tiplerine göre dağılımda Lenke 1 (%44.2) ve Lenke 5 (%46.2) baskındır. Lenke 3 %9.6 oranıyla diğerlerini takip etmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: Hastaların Lenke sınıflamalarına göre dağılımı

	n	%
Lenke 1	23	44.2
Lenke 3	5	9.6
Lenke 5	24	46.2

Hastaların Risser evrelemesine göre dağılımı ise aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Risser evrelemesine göre hasta sayıları

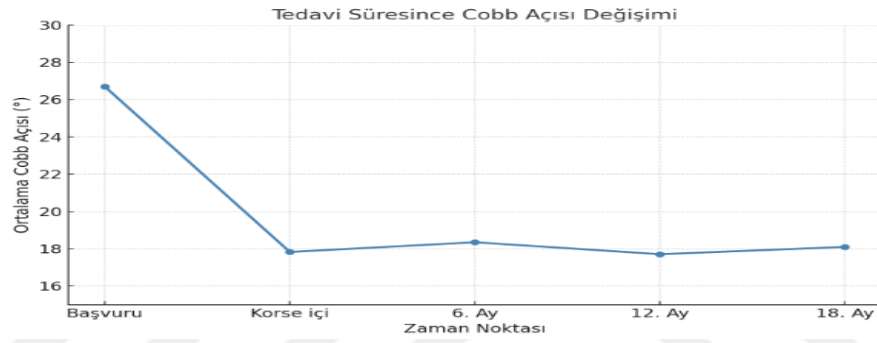
	n
Risser 0	3
Risser 1	13
Risser 2	12
Risser 3	11
Risser 4	11
Risser 5	2

4.2. Çalışma Parametreleri

Başvuru anındaki ortalama Cobb açısı 26.7° olup, korse içi ölçümde bu değer 17.83° 'ye düşmektedir. Bu, tedavinin erken dönemde ciddi oranda mekanik düzeltme sağladığını göstermektedir (Grafik 2).

Tedavi süresince Cobb açıları aşağıdaki şekilde değişmiştir:

- 6. ay: 18.35°
- 12. ay: 17.71°
- 18. ay: 18.10°



Grafik 2: Tedavi süresince hastaların ortalama cobb açılarının değişimi

Ortalama düzelme miktarı derece olarak 8.75° , yüzdesel olarak ise %32.63'tür. 18. ayda Cobb açısı ile başvuru Cobb açısı arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonucunda fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t=8.17$, $p<0.001$). Bu bulgu, korse tedavisinin genel olarak radyolojik düzelme sağladığını ortaya koymaktadır.

Daha detaylı analiz amacıyla hastalar, 18. ayda elde edilen radyolojik düzelme derecesine göre iki gruba ayrılmıştır:

- Düşük düzelme grubu: 7 derece ve altı düzelme ($n=21$, %40.4)
- Yüksek düzelme grubu: 8 derece ve üzeri düzelme ($n=31$, %59.6)(Tablo 5)

Tablo 5: Yüksek ve düşük düzelme grubundaki hasta sayıları ve oranları

	n	%
≤ 7 derece	21	40.4
≥ 8 derece	31	59.6

Bu iki grup arasında klinik ve demografik değişkenlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Ek yakınması olmayan bireylerde yüksek düzelme oranı %80.6 olarak gözlenmiştir. Buna karşılık, ek yakınması olanların %66.7'si düşük düzelme grubundadır. Ki-kare analizi sonucunda fark anlamlı bulunmuştur ($p=0.002$) (Tablo 6,7).

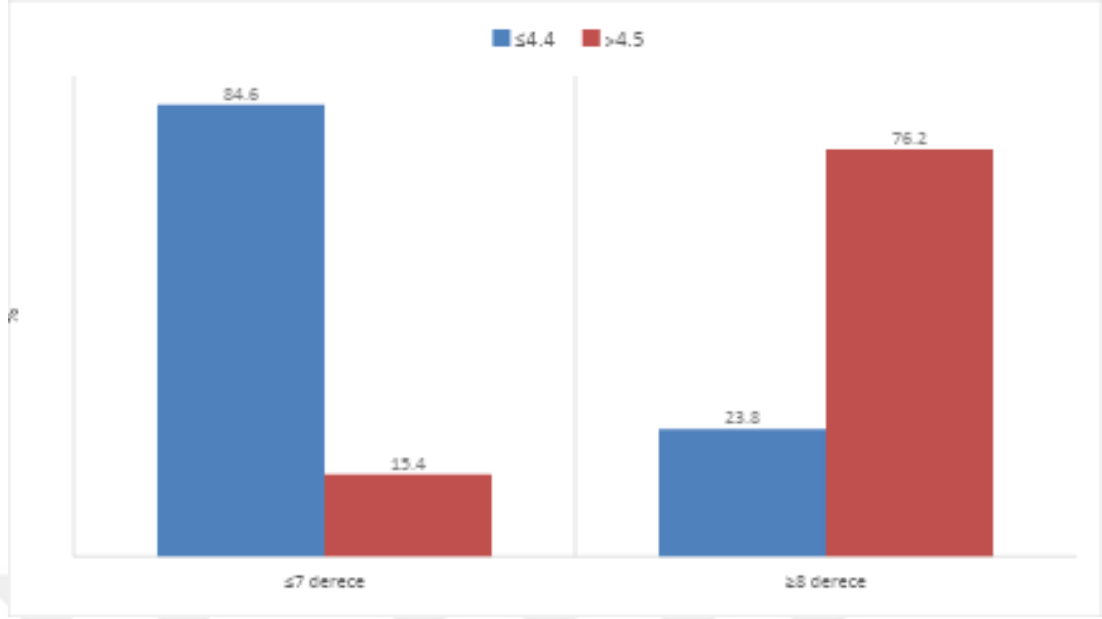
Tablo 6: Ek yakınma olup olmama durumunun düzelme miktarıyla korelasyonunu gösteren SPSS tablosu

ek_yakinma		duzelme_18ay_grup		Total
		7 derece ve alti	8 derece ve ust	
yok	Observed	7	25	32
	% within column	33.3 %	80.6 %	61.5 %
var	Observed	14	6	20
	% within column	66.7 %	19.4 %	38.5 %
Total	Observed	21	31	52
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Tablo 7: Ek yakınma olup olmama durumunun Ki-kare test sonucunu gösteren SPSS tablosu

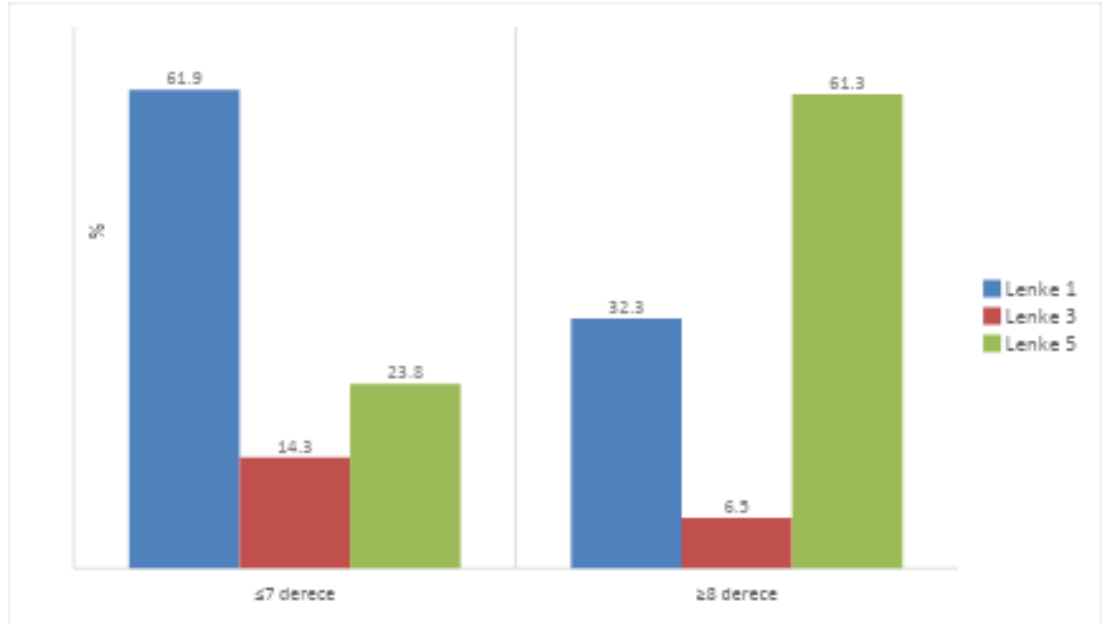
χ^2 Tests			
	Value	df	p
χ^2 continuity correction	9.93	1	0.002
N	52		

SRS yaşam kalitesi skorları dikkate alındığında, 4.5 ve üzeri skora sahip olanların %76.2'si yüksek düzelme grubundadır. Buna karşılık, 4.4 ve altı skora sahip hastaların %84.6'sı düşük düzelme grubundadır. Bu fark oldukça anlamlıdır ($p<0.001$) (Grafik 3).



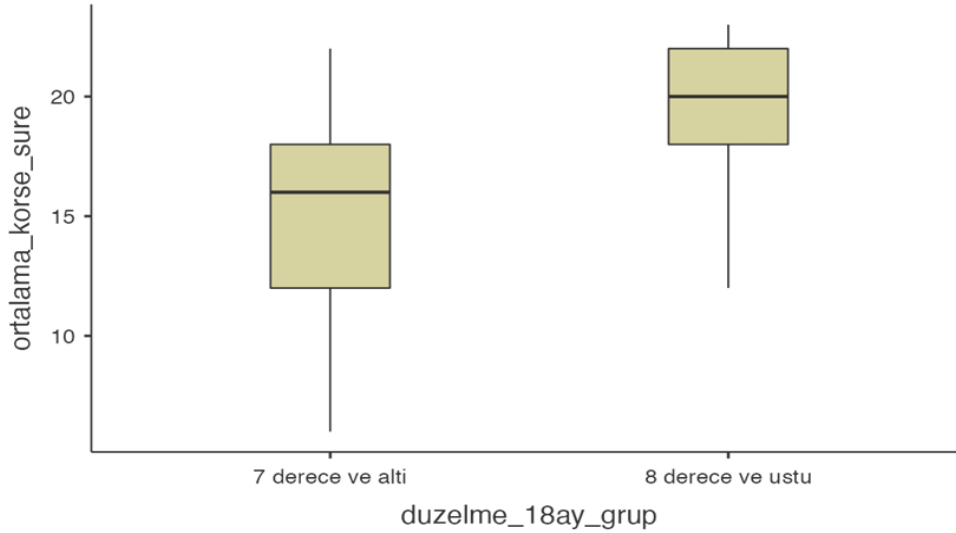
Grafik 3: SRS-22r skoruna göre düzelme yüzdeleri

Eğrilik tipi de düzelme açısından anlamlı bir değişken olarak bulunmuştur. Lenke 5 tipindeki hastaların %61.3'ü yüksek düzelme göstermiştir. Lenke 1 tipi ise daha çok düşük düzelme grubunda yer almıştır (%61.9). Ki-kare testi sonucunda anlamlılık saptanmıştır ($p=0.029$) (Grafik 4).



Grafik 4: Lenke sınıflamasına göre düzelme yüzdeleri

Yüksek düzelme grubunun ortalama korse süresi 19.6 saat iken, düşük düzelme grubunun süresi 15.1 saattir. Mann-Whitney U testi ile fark oldukça anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Grafik 5, Tablo 8).



Grafik 5: Günlük ortalama korse kullanım süresini gösteren, SPSS'ten alınmış bir grafik

Tablo 8: Günlük ortalama korse kullanım süresi için çalışılan Mann-Whitney U test sonucunu gösteren, SPSS tablosu

Independent Samples T-Test			
		Statistic	p
ortalama_korse_sure	Mann-Whitney U	94.0	<.001

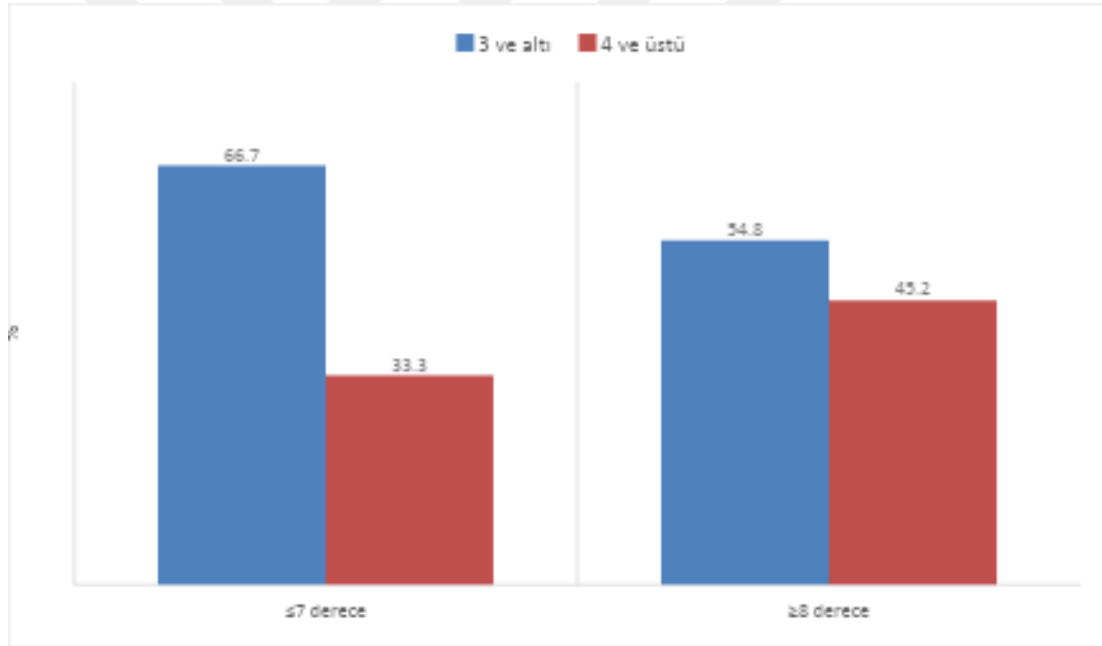
Note. $H_a \mu_{7 \text{ derece ve alti}} \neq \mu_{8 \text{ derece ve ustü}}$

Beighton skoruna göre gruplar arasında anlamlı fark yoktur ($p=0.667$). Ancak istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa dahi beighton skoru düşük olan, yani eklem laksitesi az olan, hastaların çoğunluğu daha düşük düzelme göstermişken; beighton skoru yüksek olan, yani daha fazla eklem laksitesi olan, hastaların çoğunluğu daha yüksek düzelme göstermiştir (Tablo 9, Grafik 6).

Bu da bize eklem laksitesinin artmasının düzelme için olumlu bir parametre olduğunu gösterebilir.

Tablo 9: Beighton skoru ve düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu

Beighton_grup		duzelme_18ay_grup		Total
		7 derece ve alti	8 derece ve ustu	
3 ve alti	Observed	14	17	31
	% within column	66.7 %	54.8 %	59.6 %
4 ve uzeri	Observed	7	14	21
	% within column	33.3 %	45.2 %	40.4 %
Total	Observed	21	31	52
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %



Grafik 6: Beighton skoruna göre yüksek ve düşük düzelme gösteren hastalar

30 dakikadan fazla egzersiz yapan hastaların oranı anlamlı şekilde farklılık göstermemiştir ($p=0.995$). Günlük 30 dakika ve altında egzersiz yaptığını ifade eden hasta grubu hem yüksek düzelme hem de düşük düzelme gösteren grupta çoğunluğu oluşturmaktadır (Tablo 10). Bunun sebebinin de hastalardan objektif veri alınamaması olduğu düşünülmüştür.

Tablo 10: Egzersiz süresine göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu

egzersiz_sure		duzelme_18ay_grup		Total
		7 derece ve alti	8 derece ve ustü	
30 ve alti	Observed	14	23	37
	% within column	70.0 %	74.2 %	72.5 %
30 üzeri	Observed	6	8	14
	% within column	30.0 %	25.8 %	27.5 %
Total	Observed	20	31	51
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Risser skoruna göre anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0.525$). Risser evrelemesi 2 ve üzerinde olan hastalar hem düşük düzelme gösteren hasta grubunda hem de yüksek düzelme gösteren hasta grubunda çoğunluğu oluşturmaktadır (Tablo 11). Büyüme potansiyeli ile tedaviye yanıt arasındaki ilişki bu örnekleme gösterilememiştir.

Tablo 11: Risser evrelemesine göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu

riesser_grup		duzelme_18ay_grup		Total
		7 derece ve alti	8 derece ve ustü	
<1	Observed	8	8	16
	% within column	38.1 %	25.8 %	30.8 %
2+	Observed	13	23	36
	% within column	61.9 %	74.2 %	69.2 %
Total	Observed	21	31	52
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Başlangıç Cobb açısına göre gruplandırma yapıldığında verilerin heterojen dağıldığı görülmüştür ve bu da bize istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç vermemektedir ($p=0.359$) (Tablo 12).

Tablo 12: Başlangıç cobb açısına göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu

		duzelme_18ay_grup		Total
		7 derece ve alti	8 derece ve ustü	
<=20	Observed	5	5	10
	% within column	23.8 %	16.1 %	19.2 %
21-25	Observed	8	9	17
	% within column	38.1 %	29.0 %	32.7 %
26-29	Observed	0	4	4
	% within column	0.0 %	12.9 %	7.7 %
30+	Observed	8	13	21
	% within column	38.1 %	41.9 %	40.4 %
Total	Observed	21	31	52
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Dolaylı olarak etkisi olabileceği düşünülse de düşük ve yüksek BMI grupları arasında düzelme açısından fark olmaması vücut kitle indeksinin tek başına anlamlı olmadığını ortaya koymuştur($p=0.782$) (Tablo 13).

Tablo 13: BMI 'ye göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu

		duzelme_18ay_grup		Total
bmi_grup		7 derece ve alti	8 derece ve ustü	
<=19.5	Observed	13	18	31
	% within column	61.9 %	58.1 %	59.6 %
19.5+	Observed	8	13	21
	% within column	38.1 %	41.9 %	40.4 %
Total	Observed	21	31	52
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %

Growth multiplier kullanılarak hesaplanan tahmini erişkin boy uzunluğu ile başvuru sırasındaki boy uzunluğu arasındaki farklar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır($p=0.317$)(Tablo 14).

Tablo 14: Tahmini erişkin boya göre düzelme miktarını gösteren SPSS tablosu

boyfark_grup		duzelme_18ay_grup		Total
		7 derece ve alti	8 derece ve ustü	
1-4	Observed	0	2	2
	% within column	0.0 %	6.5 %	3.8 %
5-10	Observed	2	7	9
	% within column	9.5 %	22.6 %	17.3 %
11+	Observed	19	22	41
	% within column	90.5 %	71.0 %	78.8 %
Total	Observed	21	31	52
	% within column	100.0 %	100.0 %	100.0 %

İstatiksel analizimiz sonucunda elde ettiğimiz verilerin özetlendiği tablo aşağıda sunulmuştur (Tablo 15).

Tablo 15: İstatiksel verilerin özeti

Değişken	p Değeri	Yorum
Ek yakınma	0.002	Anlamlı
SRS Skoru	<0.001	Anlamlı
Lenke Tipi	0.029	Anlamlı
Korse Süresi	<0.001	Anlamlı
Beighton Skoru	0.667	Anlamsız
Egzersiz Süresi	0.995	Anlamsız
Risser Skoru	0.525	Anlamsız
Başlangıç Cobb Açısı	0.359	Anlamsız
BMI	0.782	Anlamsız
Boy Farkı	0.317	Anlamsız

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Adölesan idiopatik skolyoz (AİS), adölesan çağda sıklıkla karşılaşılan, etiyojisi büyük ölçüde bilinmeyen, ancak multifaktöriyel etkenlerin rol oynadığı bir omurga deformitesidir. Bu deformite çoğunlukla progresif seyir gösterdiğinden, özellikle büyüme potansiyeli devam eden çocuklarda konservatif tedavi stratejileri büyük önem taşımaktadır [5]. Sunulan bu çalışmada, AİS tanısı almış 52 hastanın 18 ay boyunca takip edilerek Cobb açısındaki değişimin değerlendirilmesi ve bu değişimle ilişkili olabilecek demografik, klinik ve fonksiyonel değişkenlerin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen bulgular hem klinik hem de akademik açıdan dikkat çekici sonuçlar sunmakta; konservatif tedavinin etkinliği, tedaviye uyumu etkileyen faktörler ve skolyozun heterojen seyri hakkında önemli çıkarımlar yapılmasına olanak tanımaktadır. Tartışma bölümünde elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilecek; çalışmanın güçlü ve zayıf yönleri ile birlikte, klinik pratiğe ve gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler geliştirilecektir.

Çalışmada başlangıç Cobb açısı ortalaması 26.69° iken, 6. ayda bu değer 18.35°, 12. ayda 17.71° ve 18. ayda ise 18.10° olarak ölçülmüştür. Bu değişim, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$) ve konservatif tedavi stratejilerinin, özellikle korse kullanımının ve egzersizin birlikte uygulanmasının, eğrilik derecesini belirgin şekilde azaltabileceğini göstermektedir.

Başlangıç Cobb açısına kıyasla 18. ayda saptanan anlamlı azalma (ortalama 8.60°), konservatif tedavinin eğrilik progresyonunu durdurmada ve geriletmede etkili olabileceğini güçlü şekilde desteklemektedir. Özellikle ilk 6 ayda gözlenen yüksek düzeydeki düzelme, korse tedavisinin erken dönem etkisini ve sürekliliğinin önemini vurgulamaktadır.

Bu bulgu, AİS tedavisinde korse kullanımının etkililiğini gösteren önceki yüksek kaliteli çalışmaları destekler niteliktedir. Örneğin, Weinstein ve ark. tarafından yürütülen randomize kontrollü çalışmada, günde 13 saatten fazla korse kullanan hastalarda eğrilik progresyonunun anlamlı şekilde azaldığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada, korse tedavisi uygulanan grubun yalnızca %25'inin cerrahi sınır olan 50° Cobb açısına ulaştığı, bu oranın tedavi almayan grupta %58 olduğu bildirilmiştir [1]. Bu

sonuçlar, konservatif tedavinin, cerrahiye gidişi önleyici bir müdahale olarak uygulanmasının rasyonel olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde, Negrini ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada, 25–45° aralığındaki eğriliklerde korse tedavisi ile Cobb açısında ortalama %40’a varan düzelmelerin sağlandığı bildirilmiştir [151]. Mevcut çalışmadaki düzelme miktarı bu orandan bir miktar düşük olmakla birlikte, hasta uyumu, korse süresi ve başlangıç eğriliğinin farklılığı bu farkın muhtemel nedenleri arasındadır.

Cobb açısındaki en büyük düzelmenin ilk 6 ayda gerçekleştiği ve 12. ve 18. aylarda bu düzeyin büyük ölçüde korunduğu görülmektedir. Bu durum, bracing tedavisinin ilk aylarda en yüksek etkiyi gösterdiğini ve ardından etkisini sürdürdüğünü göstermektedir. Aulisa ve ark, korse tedavisinde ilk 6 ayın “kritik cevap süresi” olduğunu ve bu dönemdeki düzelmenin uzun dönem sonuçları büyük oranda belirlediğini vurgulamaktadır [152]. Çalışmamızda da benzer bir eğilim gözlenmiştir; 6. ayda elde edilen kazanımların büyük ölçüde korunduğu saptanmıştır.

Bu çalışmanın en belirgin bulgularından biri, Cobb açısındaki düzelmenin, ortalama korse kullanım süresi ile anlamlı düzeyde ilişki göstermesidir. 18. ayda $\geq 8^\circ$ düzelme gösteren hastaların ortalama korse süresi 19.6 ± 2.42 ay iken, $< 8^\circ$ düzelme gösterenlerde bu süre yalnızca 15.1 ± 3.75 ay olarak kaydedilmiştir. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p < 0.001$) görülmektedir. Bu durum, literatürde sıkça vurgulanan “doz-yanıt” ilişkisini açıkça ortaya koymaktadır: ne kadar uzun süre korse kullanılırsa, Cobb açısındaki düzelme o kadar fazla olmaktadır.

Katz ve ark, günde 16 saatten fazla korse kullanan hastalarda, progresyon oranının %10’un altına düştüğünü bildirmiştir. Aynı çalışmada, günlük kullanım süresi 8 saatin altında olan hastalarda ise progresyon oranı %80’e yaklaşmıştır [153]. Bu dramatik fark, korseye uyumun yalnızca tedavinin etkinliğini değil, aynı zamanda skolyozun doğal seyrini de radikal biçimde değiştirebileceğini göstermektedir.

Ancak literatürde, yalnızca kullanım süresinin değil, uyumun kalitesinin de önemli olduğuna dikkat çekilmektedir. Karol ve ark, sıcaklık sensörü ile yapılan ölçümlerde, yalnızca yüksek kaliteli ve kesintisiz korse kullanımının anlamlı Cobb düzelmesiyle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur [154]. Mevcut çalışmada sensör verisi kullanılmamış olsa da, toplam kullanım süresindeki anlamlı farklar, hasta uyumunun düzelme üzerinde önemli rol oynadığını düşündürmektedir.

Ayrıca, korse tedavisinin erken dönemde bırakılmasının, daha önce kazanılan düzelmenin kaybına neden olabileceği de literatürde vurgulanmaktadır. Landauer ve ark, erken bırakılan korse tedavisinden sonra eğriliklerin eski değerlerine dönebildiğini ve bazılarında progresyonun hızlandığını belirtmiştir [155]. Bu durum, tedavi süresinin yeterli uzunlukta tutulmasının önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Çalışmada kullanılan SRS-22 (Scoliosis Research Society-22) skoru, AIS hastalarının yaşam kalitesini değerlendiren, fonksiyonel durum, psikolojik etki ve memnuniyet gibi alanları kapsayan çok boyutlu bir ölçüm aracıdır. Bu skarlama sisteminin ≥ 4.5 olduğu bireylerde Cobb açısında $\geq 8^\circ$ 'lik düzelme oranı %76.2 iken, ≤ 4.4 olanlarda bu oran yalnızca %23.8'dir ($\chi^2 = 11.9$, $p < .001$). Bu durum, yaşam kalitesi algısı yüksek olan bireylerin tedaviye daha fazla uyum sağladığını ve buna bağlı olarak daha olumlu klinik sonuçlar elde ettiğini düşündürmektedir.

Reichel ve Schanz, korse tedavisine uyumun, hastanın psikososyal durumu ve yaşam kalitesi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir [82]. Özellikle beden algısı, sosyal destek düzeyi ve günlük yaşam fonksiyonları, tedavi sürecinde önemli rol oynamaktadır. Benzer şekilde, Parent ve ark. tarafından yapılan çalışmada, SRS skorunun yalnızca yaşam kalitesini değil, aynı zamanda tedavi süresince gösterilecek motivasyonu da öngörebileceği bildirilmiştir [156].

Bu bulgu, aynı zamanda psikososyal perspektiften de değerlendirilebilir. Skolyoz gibi görünürlük potansiyeli taşıyan yapısal deformitelerde, bireyin kendi bedenine yönelik algısı, sosyal ortama adaptasyonu ve öz-yeterliliği, tedavi sürecindeki davranışları önemli ölçüde etkilemektedir [157]. Dolayısıyla, sadece radyolojik veya biyomekanik değil, psikososyal faktörlerin de skolyoz tedavisinde klinik başarıyı belirlediği anlaşılmaktadır.

Çalışmada, ek yakınması olmayan bireylerin büyük bir çoğunluğu (%80.6) $\geq 8^\circ$ düzelme gösterirken; ek yakınması olan bireylerin yalnızca %19.4'ü bu eşiği geçmiştir ($\chi^2 = 9.93$, $p = 0.002$). Bu dramatik fark, korse tedavisi ve egzersiz programına olan uyumun, mevcut ağrı ya da eşlik eden kas-iskelet sistemi problemlerinden ciddi şekilde etkilenebileceğini göstermektedir.

Grivas ve ark, skolyoz hastalarında ağrı yakınmalarının hem fiziksel aktiviteyi hem de korse toleransını düşürdüğünü, bunun da tedavi başarısını doğrudan etkilediğini vurgulamıştır [158]. Özellikle sırt ağrısı, yorgunluk ve postüral dengesizlik gibi

belirtiler, hastaların egzersiz protokolüne devam etmesini zorlaştırabilmekte ve dolayısıyla tedaviye uyumu azaltabilmektedir.

Ayrıca, eşlik eden semptomların bireyde "hastalık yükü" algısını artırarak psikolojik stres yaratabileceği, bunun da yaşam kalitesini düşürerek tedaviye bağlılıkta azalma oluşturabileceği bilinmektedir [159]. Bu noktada, fiziksel bulgularla birlikte psikolojik durumun da değerlendirilmesi ve gerekirse multidisipliner yaklaşımla psikolojik destek sağlanması, tedavi başarısını artırıcı etki yapabilir. Dolayısıyla, yalnızca eğriliğe odaklanan bir tedavi yaklaşımı yerine, hastanın tüm klinik profilini dikkate alan bütüncül bir tedavi planı benimsenmelidir.

Lenke sınıflaması, skolyozun yapısal karakteristiklerini değerlendirerek cerrahi planlamada sıklıkla kullanılan bir sistem olmakla birlikte, konservatif tedaviye olan yanıt üzerinde de etkili olabilir. Çalışmada Lenke 5 tipi hastaların %61.3'ü $\geq 8^\circ$ düzelme göstermiştir. Lenke 1 tipi hastalarda bu oran %32.3'tür ($\chi^2 = 7.10$, $p = 0.029$).

Literatürde, eğrilik tipinin korse tedavisine yanıtı etkileyip etkilemediği konusunda çelişkili bulgular mevcuttur. Negrini ve ark, korse tedavisinin en iyi yanıtı torasik major eğriliklerde (Lenke 1) verdiğini bildirirken; Zaina ve ark, lumbal-dominant eğriliklerde korseni olumlu etkisinin daha belirgin olduğunu savunmuştur [151, 160]. Bizim çalışmamızda da Lenke 5 tipinde daha olumlu sonuçların gözlenmesi bu çalışmayla paralel sonuçlar elde ettiğimizi göstermektedir.

Çalışmada, Risser evresi düşük olan (<1) ve yüksek olan (≥ 2) hastalar karşılaştırıldığında, $\geq 8^\circ$ düzelme oranı sırasıyla %25.8 ve %74.2 olarak bulunmuştur; bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0.525$). Risser evresi, skolyoz progresyon riskinin öngörülmesinde sıkça başvuru alan pratik bir yöntemdir; ancak, özellikle büyümenin erken evrelerinde (Risser 0-1) iskelet maturasyonu hakkında yeterli duyarlılıkta bilgi sunamayabilir. Risser evresi, özellikle menarş öncesi dönem ile pubertal büyüme atağının yaşandığı süreçte skolyoz progresyon riskini öngörmede değerli bir araç olsa da, klinik karar verme aşamasında tek başına belirleyici kabul edilmemelidir. Bu nedenle, bu evreleme sistemi, daha ayrıntılı bilgi sağlayabilen el ve el bileği grafilerine dayalı Sanders maturasyon sistemi gibi yöntemlerle desteklenmeli ve, büyüme hızı, hastanın cinsiyeti ve aile öyküsü gibi diğer klinik parametrelerle birlikte, çok yönlü ve bütüncül bir değerlendirme yaklaşımı benimsenmelidir. [78].

Literatürdeki bazı çalışmalar Risser evresi ile birlikte menarş durumu, Sanders skoru gibi ölçütlerin birlikte kullanılmasını önermektedir [162, 163].

Sanders ve ark, büyüme plakalarının açık olduğu evrede (Risser 0–1) eğrilik progresyonu riskinin %68'e kadar çıkabildiğini ve bu dönemde aktif tedaviye başlanmasının kritik olduğunu bildirmiştir [161]. Ancak Risser evresi, pelvik gelişim üzerinden ölçülen dolaylı bir gösterge olduğu için, tüm olgular için progresyon potansiyelini net şekilde yansıtmayabilir.

Çalışmamızda sadece Risser skoruna göre değerlendirme yapılmış olması, büyüme potansiyelinin yeterince ayrıntılı analizine engel olmuş olabilir.

Çalışmada Beighton hipermobilité skorunun Cobb açısındaki düzelme ile ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır ($p = 0.667$). Ancak istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa dahi Beighton skoru düşük olan, yani eklem laksitesi az olan, hastaların çoğunluğu daha düşük düzelme eğilimi göstermişken; Beighton skoru yüksek olan, yani daha fazla eklem laksitesi olan, hastaların çoğunluğu daha yüksek düzelme eğilimi göstermiştir. Bu da bize eklem laksitesinin artmasının düzelme için olumlu bir parametre olabileceğini gösterebilir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilememesini sebebi, bağ gevşekliğinin korse tedavisine yanıt açısından tek başına belirleyici olmayabileceğini göstermektedir.

Boachie-Adjei ve ark, bağ dokusu gevşekliği olan bireylerde skolyoz progresyonunun daha sık izlendiğini, çünkü bu olgularda spinal stabilitenin mekanik olarak daha zayıf olduğunu belirtmiştir [164]. Ancak bağ gevşekliği ile korse tedavisinin başarısı arasında net bir korelasyon gösterilememiştir. Czaprowski ve ark ise skolyoz hastalarında hipermobilitenin daha sık görüldüğünü, ancak bu durumun korse etkinliğini zayıflatabileceğine dair yeterli veri olmadığını ifade etmiştir [165].

Beighton skorunun 4 ve üzeri olduğu bireylerde bağ dokusu laksitesi daha belirgin olsa da, çalışmamızda bu grupta da Cobb açısındaki düzelme oranlarının anlamlı olarak düşük olmaması, skolyozun multifaktöriyel doğasının bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla, Beighton skoru tek başına bir prognostik belirteç olarak kullanılamayabilir; skolyoz alt tipleri, eğrilğin fleksibilitesi ve kas tonusu gibi diğer faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir.

Egzersiz süresi ile Cobb açısında düzelme arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p = 0.995$). Bu durum, egzersizin etkisinin yalnızca süresine değil; uygulama kalitesi, tipi, şiddeti ve bireysel uyuma da bağlı olduğunu göstermektedir.

Monticone ve ark, egzersiz programlarının Cobb açısındaki ilerlemeyi durdurmada etkili olduğunu bildirmiş; ancak bu etkinin, egzersizlerin bireysel olarak fizyoterapist eşliğinde düzenli uygulanması durumunda ortaya çıktığını vurgulamıştır [166]. Aynı şekilde, Kuru ve Yeldan, Schroth egzersizlerinin eğriliği azaltıcı etkisini gösterirken, hasta başına düşen profesyonel destek süresinin etkinlik üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymuştur [144].

Çalışmamızda egzersiz süresi beyana dayalı olarak ölçülmüş ve egzersizlerin tipi standardize edilmemiştir. Bu durum, verilerin iç geçerliliğini sınırlayan bir faktördür. Ayrıca egzersiz süresinin objektif cihazlarla (örneğin aktivite monitörleri, dijital uygulamalar) izlenmemesi, hasta beyanlarının güvenilirliğini düşürebilir. Bu nedenle, egzersizle ilgili çalışmaların metodolojik olarak daha sağlam şekilde tasarlanması gereklidir.

Çalışmamızda, başlangıç Cobb açısına göre yapılan gruplandırmalarda elde edilen verilerin heterojen dağılım göstermesi nedeniyle, düzeltme miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ($p=0.359$). Bu durum, başlangıç deformite derecesinin korse tedavisine yanıt üzerindeki belirleyici etkisini desteklememektedir. Literatürde bazı çalışmalar başlangıç Cobb açısının tedavi başarısını etkileyebileceğini önermektedir. Ancak bizim örneklemimizde eğrilik derecelerinin gruplar arası homojenliğinin sağlanamaması, bu ilişkinin istatistiksel olarak ortaya konmasına engel teşkil etmiş olabilir.

Vücut kitle indeksi (BMI) temelinde yapılan analizlerde ise, düşük ve yüksek BMI grupları arasında düzeltme miktarları bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0.782$). Bu bulgu, BMI'nin tek başına tedavi yanıtını belirlemede yeterli bir parametre olmadığını düşündürmektedir. Her ne kadar bazı çalışmalarda yüksek BMI'nin korse uyumunu olumsuz etkileyebileceği ve dolayısıyla tedavi başarısını azaltabileceği yönünde bulgular mevcut olsa da, mevcut verilerimiz bu varsayımı desteklememektedir. Korse kullanımına bağlı tedavi yanıtının yalnızca sayısal verilere indirgenemeyeceği ve hasta uyumu, hasta psikolojisi ve deformite paterni gibi diğer faktörlerin de dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu konuya başka bir

pencereden bakacak olursak daha önce ‘AİS’in Etiyolojisi’ bölümünde de bahsedildiği üzere AİS tanılı bireylerde, leptin düzeyleri ile omurga deformitesi arasında anlamlı bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Özellikle düşük vücut kitle indeksine sahip hastalarda leptin seviyelerinin de düşük olduğu gözlemlenmiş ve bu hormonal dengenin skolyoz gelişimiyle bağlantılı olabileceği düşünülmüştür [74]. Bu perspektiften bakarsak düşük leptin seviyelerine ve düşük vücut kitle indeksine sahip hastalarda korse tedavisinin görece daha az başarılı olmasının sebebi de bu olabilir.

Ek olarak, growth multiplier yöntemiyle hesaplanan tahmini erişkin boy uzunluğu ile başvuru sırasındaki boy uzunluğu arasındaki farkların değerlendirilmesi sonucunda da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır ($p=0.317$). Bu bulgu, büyüme potansiyelinin -özellikle düzelme potansiyeli açısından teorik bir avantaj sunmasına rağmen-korse tedavisine doğrudan yansıyan bir etki yaratmadığını düşündürmektedir. Literatürde büyüme kapasitesi yüksek bireylerde tedaviye daha iyi yanıt alınabileceği öne sürülmekle birlikte, pratikte bu potansiyelin klinik anlamlılık taşımayabileceği görülmektedir. Çalışmamız bu açıdan mevcut literatüre yeni bir bakış sunmakta ve büyüme potansiyelinin yalnız başına bir prognostik belirteç olarak kullanılmasının sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Korse tedavisinin etkinliği, yalnızca skolyoz eğrisine uygulanan mekanik kuvvetlerle sınırlı değildir; tedavinin başarısı aynı zamanda hastaya özgü faktörler, tedaviye bağlılık düzeyi ve bireysel biyolojik özellikler gibi çok sayıda değişkene bağlıdır. Mevcut literatürde, korse tedavisinin başarısını etkileyen unsurlar arasında hastanın cinsiyeti, kronolojik yaşı, iskeletsel olgunluk durumu, vücut kitle indeksi, başlangıç Cobb açısı, deformite paterni, korseyi günlük kullanım süresi, tedaviye ne zaman başlandığı ve hastanın tedavi sürecine olan uyumu gibi çeşitli parametreler yer almaktadır. Ancak, bu faktörlerin radyolojik düzelme üzerindeki göreceli etkileri konusunda literatürde net bir fikir birliği bulunmamaktadır; farklı çalışmalarda bu değişkenlerle ilgili birbirinden farklı ve zaman zaman çelişkili sonuçlar bildirilmiştir [7].

Bu çalışmanın güçlü yönleri arasında, 18 aylık uzun dönemli izlem verisi sunulması, değerlendirmelerin yalnızca kısa dönemli değil, tedavi süreci boyunca elde edilen radyolojik değişimleri kapsaması açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, çok sayıda klinik ve fonksiyonel değişkenin bir arada ele alınmış olması,

adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) hastalarının çok boyutlu değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

Çalışmada t-testi, ki-kare analizi, Mann-Whitney U testi ve korelasyon analizleri gibi istatistiksel olarak güçlü yöntemlerin uygulanmış olması, elde edilen sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Son olarak, AİS'te tedaviye verilen yanıtı etkileyebilecek çok sayıda faktörün birlikte analiz edilmesi, çalışmayı literatürdeki benzerlerinden ayıran önemli bir metodolojik üstünlük olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları da mevcuttur. Öncelikle, retrospektif tasarımı nedeniyle gruplar arasında randomizasyon sağlanamamış ve değerlendirmelerde standart protokoller tam olarak uygulanamamıştır. Bu durum, elde edilen bulguların yorumlanmasında dikkatli olunmasını gerektirir.

Ayrıca, korse kullanım süresi ve egzersiz verileri, tamamen hastaların subjektif beyanına dayanmakta olup, bu tür öz bildirimler hatırlama yanlılığına ve ölçüm hatalarına açık olabilir. Kullanılan korse türünün (TLSO) uygulama detayları ile egzersiz protokolünün bireyler arasında farklılık göstermesi, tedaviye yanıt üzerindeki etkilerin standartlaştırılmasını güçleştirmiştir.

Bunun yanı sıra, hipermobilité ve büyüme potansiyelini daha hassas şekilde değerlendirebilecek Sanders skoru ya da menarş durumu gibi gelişimsel göstergelerin dahil edilmemiş olması, büyüme ve gelişimle ilişkili faktörlerin etkisini yeterince ortaya koymayı zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) hastalarında korse tedavisinin başarısını artırmaya yönelik çeşitli klinik ve araştırma temelli önerilerde bulunulabilir.

Öncelikle, korse tedavisinin etkinliği açısından erken dönemde başlanması büyük önem taşımaktadır. Uygulamanın kemik gelişiminin tamamlanmasına kadar sürecek şekilde planlanması, radyolojik düzelme açısından daha başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Tedavi planlamasında yalnızca radyolojik veriler değil, SRS skoru gibi yaşam kalitesi göstergeleri de dikkate alınmalıdır. Bu skoru düşük olan bireylerde, psikososyal uyumu desteklemek amacıyla psikolojik danışmanlık veya sosyal destek mekanizmalarının devreye sokulması önerilmektedir.

Ayrıca, çalışmada ek yakınması (örneğin bel ya da sırt ağrısı) bulunan bireylerde tedaviye yanıtın daha zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle bu hasta grubunda ağrı yönetimi öncelikli hale getirilmeli; aksi halde tedaviye uyum düşebilmektedir.

Egzersiz protokollerinin standardize edilmesi, tedavi etkinliğini artırabilecek bir diğer önemli adımdır. Egzersizlerin, tercihen fizyoterapist gibi profesyonel eşliğinde ve bireye özgü olarak uygulanması; ayrıca sensör teknolojileri veya dijital izleme araçlarıyla objektif biçimde takip edilmesi, tedavi uyumunu ve sonuçların izlenebilirliğini artıracaktır.

Son olarak, gelecek çalışmalarda büyüme potansiyelini etkileyebilecek daha ayrıntılı biyolojik ve gelişimsel verilerin (örneğin Sanders skoru, menarş yaşı ve genetik belirteçler) dahil edilmesi, skolyoz tedavisinde bireyselleştirilmiş yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada AİS hastalarında konservatif tedavinin Cobb açısı üzerinde etkili olduğu gösterilmiş; özellikle korse kullanım süresi, yaşam kalitesi (SRS), ek yakınma varlığı ve eğrilik tipi gibi faktörlerin tedavi başarısı üzerinde önemli rol oynadığı ortaya konmuştur. Bununla beraber literatürle tutarlı biçimde, konservatif tedavinin cerrahiden kaçınma açısından en etkili ve güvenli müdahale olduğunun altı bir kez daha çizilmiştir.

Tedaviye yanıt değerlendirilirken yalnızca radyolojik bulgular değil; aynı zamanda biyopsikososyal çerçeve de değerlendirilmelidir. Korse tedavisinin etkinliği, hasta uyumu ve motivasyonu ile doğrudan bağlantılıdır.

Sonuç olarak, adölesan idiopatik skolyozda konservatif tedavi, etkili ve güvenli bir müdahale biçimi olarak kabul edilmektedir. Ancak bu etkinlik, yalnızca fiziksel müdahalelerle değil, hasta motivasyonu, yaşam kalitesi, sosyal destek ve bireyselleştirilmiş yaklaşımlarla birleştğinde maksimum düzeye ulaşmaktadır. Bu çalışma, tedaviye yön veren çok sayıda faktörü kapsamlı biçimde ele alarak hem klinik pratiğe hem de literatüre özgün ve bütüncül bir katkı sağlamıştır. Konservatif tedavinin başarısı, hastaya sadece korse vermekle değil; onu doğru okumak, anlamak ve bütüncül olarak desteklemekle mümkündür.

6. KAYNAKLAR

1. Weinstein, S.L., Dolan, L. A., Wright, J. G., & Dobbs, M. B., Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *New England Journal of Medicine*, 369(16), 1512–1521. 2013.
2. Cobb, J.R., Outline for the study of scoliosis. *American Academy of Orthopaedic Surgeons Instructional Course Lectures*, 5, 261–275. 1948.
3. Hresko, M.T., Adolescent idiopathic scoliosis: current perspectives. *Orthopedic Research and Reviews*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.2147/ORR.S36419>. 2013.
4. Lonstein, J.E., & Carlson, J. M., The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 66(7), 1061–1071. 1984.
5. Negrini, S., et al., 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 13(3), 3. <https://doi.org/10.1186/s13013-018-0178-6>. *Scoliosis Spinal Disord*, 2018. **13**: p. 3.
6. Miller, F., & Kuru, T., SOSORT consensus paper: indications for conservative management of scoliosis (brace treatment). *Scoliosis*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-7-1>. 2012.
7. Fan, Y., Ren, Q., To, M. K. T., et al., Effectiveness of scoliosis-specific exercises for alleviating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 495. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03517-6>. 2020.
8. Josr-online.biomedcentral.com., the role of joint laxity in scoliosis. *Journal of Orthopedic Surgery & Research*. Retrieved from <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-023-04430-z>. 2023.
9. Marieb, E.N. and K. Hoehn, *Human anatomy & physiology*. 2007: Pearson education.
10. Moore, K.L. and A.F. Dalley, *Clinically oriented anatomy*. 2018: Wolters kluwer india Pvt Ltd.
11. Tortora, G.J. and B.H. Derrickson, *Principles of anatomy and physiology*. 2018: John wiley & sons.

12. Sadler, T.W., et al., Langman's medical embryology. 2019, Wolters Kluwer: Philadelphia.
13. Bruce M. Carlson, M., PhD, Human Embryology and Developmental Biology (5th edition). 2014.
14. Moore, K.L. and A.F. Dalley, Agur, A.M.R, Clinically Oriented Anatomy, 8th Edition. Wolters Kluwer. 2018.
15. Mutluay, D., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Genel Embriyoloji ders notları (Ders Kodu: 15207). <https://uyg.mehmetakif.edu.tr/vetadh/files/guz/sinif-2/15207-embriyoloji/embriyoloji.pdf>. (t.y.).
16. Standring, S., Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, 42nd Edition. Elsevier, 2020. 2020.
17. Carlson, B.J.S.E., Philadelphia, Human embryology and developmental biology 5th edition. 2014.
18. Moore KL, P.T., The Developing Human: Clinically Oriented Embryology, 5th edition, 354-360. . 1998, Philadelphia.
19. Netter, F.H., Atlas of Human Anatomy, 7th Edition. Elsevier, 2019.: Elsevier health sciences.
20. Gregory D. Cramer, D., PhD Susan A. Darby, PhD, Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord, and ANS, Third Edition. 2013.
21. Buyruk, H.M., İnsan omurgasının biyomekaniği. Omurilik ve Omurga Cerrahisi 1998; 1(4): 54-61.
22. Kapandji, I.A., The Physiology of the Joints. Volume 3. The Trunk and the Vertebral Column Churchill Livingstone, 2008.
23. Nordin, M., Frankel, V.H., Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, 4th Edition. Lippincott,. 2012.
24. Urban, J.P., Roberts, S., "Degeneration of the intervertebral disc." Arthritis Research & Therapy, 5(3), 120–130. 2003.
25. Raj, P.P., "Intervertebral disc: Anatomy–physiology–pathophysiology–treatment." Pain Practice, 8(1), 18–44. 2008.
26. Bogduk, N., "The innervation of the lumbar spine." Spine, 8(3), 286–293. 1983.
27. Blumenfeld, H., Neuroanatomy through clinical cases (2nd ed.). Sinauer Associates. 2010.

28. Paulsen, F., & Waschke, J., Sobotta Atlas of Human Anatomy (16th ed.). Elsevier. 2019.
29. Batson, O.V., The Function of the Vertebral Veins and Their Role in the Spread of Metastases. 1940.
30. Moore, K.L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R., Clinically Oriented Anatomy, 9th Edition. 2023.
31. Bear, M.F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A., Neuroscience: Exploring the brain (4th ed.). Wolters Kluwer. 2015.
32. White, A.A.P., M.M., Clinical Biomechanics of the Spine (2nd ed.). Lippincott Williams & Wilkins. 1990.
33. Karataş M. Beyazova, M.a.K.Y.G., Lomber omurganın fiziksel özellikleri ve fonksiyonel biyomekaniği. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi, 459-475. . 2000.
34. Bogduk, N., Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum (4th ed.). Elsevier Churchill Livingstone. 2005.
35. Edition), G.s.A.s., The Anatomical Basis of Clinical Practice. Elsevier. 2016.
36. Adams, M.A.D., P.(2005), Spine biomechanics. Journal of Biomechanics, 38(10), 1973–1983.
37. Adams, M.A.H., W.C., The mechanical function of the lumbar apophyseal joints. Spine, 5(3), 243–248. 1980.
38. Kapandji, I.A., Fizyolojik Eklem Hareketleri: Kas-İskelet Sistemi Biyomekaniği (Vol. 3). Nobel Tıp Kitabevi. 2007.
39. Drake, R.L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. M., Gray's anatomy for students (4th ed.). Elsevier. 2020.
40. Yanik, H.S., Cinar, B. M., & Mutlu, H., Scheuermann's kyphosis: Diagnostic and therapeutic approach. Turkish Neurosurgery, 29(1), 1–9. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.23326-18.2.2019>.
41. Grivas, T.B., Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. Scoliosis, 4(6). 2009.
42. SG., M., Hipokrat tıbbı. Marketos SG, ed. Resimli Tıp Tarihi. Atina: Zita,. 1993: 53–74.
43. Radiopaedia., Cobb angle. <https://radiopaedia.org/articles/cobb-angle>. 2024.

44. Takahashi, Y., Kou, I., Takahashi, A., Johnson, T. A., Kono, K., Kawakami, N., & Ikegawa, S., A genome-wide association study identifies common variants near LBX1 associated with adolescent idiopathic scoliosis. *Nature Genetics*, 43(12), 1237–1240. 2011.
45. Weinstein, S.L., Dolan, L. A., Cheng, J. C., Danielsson, A., & Morcuende, J. A., Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*, 371(9623), 1527–1537. 2008.
46. Ghandhari, H., Ameri, E., Shariatzadeh, H., Ghanbari, R., Ameri, E., & Safari, S., Evaluation and management of scoliosis: A review. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 4(1), 9–17. 2016.
47. Scoliosis Research Society. (n.d.). Adolescent idiopathic scoliosis. Retrieved May 3, from <https://www.srs.org/professionals/online-education-and-resources/conditions-and-treatments/adolescent-idiopathic-scoliosis>.
48. Erbil Oğuz, Şafak Ekinçi, and Ö. Erşenç, Review of radiological assessment and classification systems of adolescent idiopathic scoliosis. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*. 2013 Feb 17;12(1):73–82..
49. Stokes, I.A.F., Three-dimensional terminology of spinal deformity. *Spine*, 19(2), 236–248. 1994.
50. Labelle, H., Roussouly, P., Berthonnaud, E., Dimnet, J., & O'Brien, M., The importance of spino-pelvic balance in L5-S1 spondylolisthesis. *Spine*, 30(6), S82–S89. 2005.
51. Suk, S.I., Lee, C. K., Kim, W. J., Chung, Y. J., & Park, Y. B., Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*, 28(5), 484–491. 2003.
52. Nash, C.L., & Moe, J. H., A study of vertebral rotation. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 51(2), 223–229. 1969.
53. Adams, W., Lectures on the pathology and treatment of lateral and other forms of curvature of the spine. London: Churchill. 1865.
54. Mehta, M.H., The natural history of early infantile scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 86, 20–28. 1972.
55. Roach, J.W., Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthopedic Clinics of North America*, 30(3), 353–365. 1999.

56. McMaster, M.J., & Ohtsuka, K., The natural history of congenital scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 64(8), 1128–1147. 1982.
57. Winter, R.B., Moe, J. H., & Lonstein, J. E., The incidence and treatment of spinal deformities in congenital anomalies. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 50(2), 230–238. 1968.
58. Bridwell, K.H., McAllister, J. W., Betz, R. R., Huss, G. K., & Clancy, M., Neuromuscular scoliosis. *Spine*, 24(24), 2603–2616. 1999.
59. James, J.I., Idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 58(2), 146–149. 1976.
60. Abe, M., Shiba, R., & Asano, S., Spine deformities in neurofibromatosis. *Spine*, 13(11), 1232–1236. 1988.
61. Aebi, M., The adult scoliosis. *European Spine Journal*, 14(10), 925–948. 2005.
62. Glassman, S.D., Berven, S., Bridwell, K., Horton, W., & Dimar, J. R., Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. *Spine*, 30(6), 682–688. 2005.
63. Willner, S., & Uden, A., A prospective prevalence study of scoliosis in southern Sweden. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 53(2), 233–237. 1982.
64. King, H.A., Moe, J. H., Bradford, D. S., & Winter, R. B., The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 65(9), 1302–1313. 1983.
65. Lenke, L.G., Betz, R. R., Harms, J., Bridwell, K. H., Clements, D. H., Lowe, T. G., & Blanke, K., Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 83(8), 1169–1181. 2001.
66. Konieczny, M.R., Senyurt, H., & Krauspe, R., Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Children’s Orthopaedics*, 7(1), 3–9. . 2013.
67. Koumbourlis, A.C., Scoliosis and the respiratory system. *Paediatric Respiratory Reviews*, 7(2), 152–160. . 2006.
68. Cheng, J.C.Y., Castelein, R. M., Chu, W. C. W., Danielsson, A. J., Dobbs, M. B., Grivas, T. B., ... & Weinstein, S. L., Adolescent idiopathic scoliosis. *Nature Reviews Disease Primers*, 1(1), 1–21. 2015.

69. Reamy, B.V., & Slakey, J. B., Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *American Family Physician*, 64(1), 111–116. 2001.
70. Wise, C.A., Gao, X., Shoemaker, S., Gordon, D., & Herring, J. A., Understanding genetic factors in idiopathic scoliosis, a complex disease of childhood. *Current Genomics*, 9(1), 51–59. 2008.
71. Grauers, A., Rahman, I., & Gerdhem, P., Heritability of scoliosis. *European Spine Journal*, 21(6), 1069–1074. . 2012.
72. Wang, D., Shi, L., Chu, W. C., et al., Abnormal cerebral cortical thickness in adolescent girls with idiopathic scoliosis. *NeuroImage*, 54(Suppl 1), S258–S263. 2011.
73. Machida, M., Dubousset, J., Imamura, Y., Iwaya, T., Yamada, T., Kimura, J., & Hasegawa, K., Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomized chickens. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 77(3), 410–418. 1995.
74. Qiu, Y., Mao, S. H., Qian, B. P., et al., Leptin secretion and its correlation with skeletal growth and spinal deformity in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 32(24), 2703–2709. 2007.
75. Weinstein, S.L., Dolan, L. A., Cheng, J. C. Y., Danielsson, A., & Morcuende, J. A., Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*, 381(9870), 1527–1537. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62140-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62140-2), 2013.
76. Roaf, R., The basic anatomy of scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 42(2), 162–171. 1960.
77. Stokes, I.A.F., Analysis and simulation of progressive adolescent scoliosis by biomechanical growth modulation. *European Spine Journal*, 16(10), 1621–1628. 2007.
78. Sanders, J.O., Khoury, J. G., Kishan, S., Browne, R. H., Mooney, J. F., Arnold, K. D., & Finegold, D. N., Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: A simplified classification during adolescence. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 90(3), 540–553. 2008.
79. Kesling, K.L., & Reinker, K. A., Scoliosis in twins: A 30-year follow-up study. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 79(10), 1365–1370. 1997.

80. Ahn, U.M., Ahn, N. U., Nallamshetty, L., & Dormans, J. P., Importance of lumbar pain in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 22(12), 1345–1350. 1997.
81. Pang, D., & Wilberger, J. E., Tethered cord syndrome in adults. *Journal of Neurosurgery*, 57(1), 32–47. 1982.
82. Reichel, D., & Schanz, J., Developmental psychological aspects of scoliosis treatment. *Pediatric Rehabilitation*, 6(3–4), 221–225. . 2003.
83. Diab, M., Physical examination in adolescent idiopathic scoliosis. *Neurosurgical Clinics of North America*, 18(2), 229–236. 2007.
84. Yaman, O. and S.D., *Turkish Neurosurgery 2014*, Vol: 24, Supplement: 1, 38-52.
85. Marshall, W.A., & Tanner, J. M., Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of Disease in Childhood*, 44(235), 291–303. 1970.
86. Malina, R.M., Bouchard, C., & Bar-Or, O., Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics*. 2004.
87. Parent, S., Newton, P. O., Wenger, D. R., & Marks, M. C., Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long-term treatment effects. *Scoliosis*, 5(1), 2. 2010.
88. Richards, B.S., Bernstein, R. M., D'Amato, C. R., & Thompson, G. H., Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine*, 30(18), 2068–2075. 2005.
89. Ronckers, C.M., Doody, M. M., Lonstein, J. E., Stovall, M., & Land, C. E., Multiple diagnostic X-rays for spine deformities and risk of breast cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 19(5), 1269–1277. 2010.
90. Ilharreborde, B., & Skalli, W., EOS imaging: Applications in pediatric orthopaedics. *Current Opinion in Pediatrics*, 25(1), 43–47. 2013.
91. Kadzman, L.I., Gray, J. M., & Upasani, V. V, The role of radiography in adolescent idiopathic scoliosis: When, why, and how often? *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(5), 497–504. 2020.
92. Boice, J.D., Preston, D., Davis, F. G., & Monson, R. R., Frequent chest x-ray fluoroscopy and breast cancer incidence among tuberculosis patients in Massachusetts. *Radiation Research*, 153(2), 220–228. 2000.

93. Newton, P.O., Upasani, V. V., Chambers, R. C., & Marks, M. C., Radiographic assessment of surgical correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 95(7), 640–647. 2013.
94. Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, N.Y.W.B.S. and -. Company.
95. Bernhardt, M., & Bridwell, K. H., Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*, 14(7), 717–721. 1989.
96. Vrtovec, T., Janssen, M. M. A., Likar, B., & Castelein, R. M., A review of methods for evaluating spine curvature: Description, reliability, and limitations. *European Spine Journal*, 18(5), 593–607. 2009.
97. Perdriolle, R., & Vidal, J., Thoracic idiopathic scoliosis curve evolution and prognosis. *Spine*, 10(9), 785–791. 1985.
98. Aaro, S., & Dahlborn, M., Estimation of vertebral rotation and the spinal and rib deformity in scoliosis by computer tomography. *Spine*, 6(5), 460–467. 1981.
99. Watanabe, K., Lenke, L. G., Daubs, M. D., Hensley, M., Bridwell, K. H., & Kim, Y. J., Is coronal spinal balance after surgical treatment of idiopathic scoliosis correlated with preoperative parameters? *Spine*, 30(7), 777–783. 2005.
100. S.T., F.B.L.S.a.K.C., Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Edition. Mosby, Philadelphia, 2003. Volume 2, 1751-1837
101. Mac-Thiong, J.M., Roussouly, P., Berthonnaud, E., Guigui, P., & Labelle, H., Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*, 35(25), E1193–E1202. 2010.
102. Risser, J.C., The iliac apophysis: An invaluable sign in the management of scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 11, 111–119. 1958.
103. Kültür, Y., Preoperative evaluation and surgical indications in adolescent idiopathic scoliosis. 2022.
104. Little, D.G., Song, K. M., Katz, D., & Hresko, M. T., Estimating the likelihood of curve progression for adolescent idiopathic scoliosis: A new tool for clinicians. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 98(10), 856–861. . 2016.

105. Sanders, J.O., Browne, R. H., Cooney, T. E., & McConnell, S. J., Correlation of skeletal maturity and curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 30(1), 68–73. 2005.
106. Newton, P.O., Yaszay, B., Upasani, V. V., & Bastrom, T. P., Spinal growth and deformity progression in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*, 1(1), 1–7. 2010.
107. Parent, S., Labelle, H., Skalli, W., de Guise, J. A., & Aubin, C. E., Morphometric analysis of anatomic scoliotic specimens: Comparison with a nondeformity group. *Spine*, 30(24), 2832–2841. 2005.
108. Siribumrungwong, K., Dhanachanvisith, N., A comparative study of supine traction, supine side-bending radiographs, and supine MRI to determine coronal flexibility in degenerative lumbar scoliosis patients. *Spine Deform* 11, 423–432 (2023).
109. Schlösser, T.P.C., van Stralen, M., Brink, R. C., et al., Three-dimensional characterization of idiopathic scoliosis: The role of CT imaging. *European Spine Journal*, 23(3), 341–351. 2014.
110. Zhou, Q., Ma, Y., Dong, J., & Li, S., Prevalence and risk factors of intraspinal abnormalities in patients with presumed adolescent idiopathic scoliosis: Magnetic resonance imaging analysis of 500 consecutive cases. *Spine*, 38(10), 844–848. . 2013.
111. Fischer, M.A., Zeller, R., Farshad, M., & Boos, N., The role of MRI in idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*, 21(2), 197–204. 2012.
112. Lewonowski, K., King, H. A., Nelson, M. D., et al., Routine use of MRI in idiopathic scoliosis patients less than eleven years of age. *Spine*, 17(6), 613–619. 1992.
113. Parent, E.C., Zhang, P., Hill, D. L., Mahood, J. K., & Lou, E., Sensitivity-to-change of ultrasound imaging to monitor spinal deformity in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 35(24), E1453–E1460. 2010.
114. Knott, P., Mardjetko, S., & Techy, F., The use of surface topography in scoliosis screening. *Spine Deformity*, 1(3), 195–200. 2006.

115. Zubovic, A., Mahood, J. K., Lou, E., & Hill, D., The use of ultrasound in the assessment of vertebral rotation in scoliosis. *European Spine Journal*, 17(11), 1527–1532. 2008.
116. Deschenes, S., Charron, G., Beaudoin, G., Labelle, H., Dubois, J., Miron, M. C., & Parent, S., Diagnostic imaging of spinal deformities: Reducing patients' radiation dose with a new slot-scanning X-ray imager. *Spine*, 35(9), 989–994. 2010.
117. Ilharreborde, B., & Mazda, K., EOS imaging: Applications in pediatric orthopaedics. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 100(1 Suppl), S149–S153. 2014.
118. Berthonnaud, E., Hilmi, R., Dimnet, J., Roussouly, P., & Labelle, H., 3D analysis of the spine and pelvis in frontal and sagittal planes. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 8(1), 27–35. 2005.
119. Dubousset, J., Charpak, G., Skalli, W., Kalifa, G., & Lazenec, J. Y., EOS: A new imaging system with low dose radiation in standing position for spine and bone & joint disorders. *Journal of Musculoskeletal Research*, 8(2–3), 119–125. 2005.
120. Tarhan, T., Froemel, D. & Meurer, A., EOS-Imaging. *Orthopäde* 44, 977–988 (2015).
121. Hedequist, D., & Emans, J., Adolescent idiopathic scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 98(5), 427–437. 2016.
122. Qiu, Y., Zhu, Z., Wang, B., Yu, Y., & Zhang, J., A classification of scoliosis in the Chinese population. *Spine*, 30(4), 442–445. 2005.
123. Negrini, S., Minozzi, S., Bettany-Saltikov, J., Chockalingam, N., Grivas, T. B., Kotwicki, T., ... & Zaina, F., Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), CD006850. 2015.
124. Newton, P.O., Faro, F. D., Gollogly, S., Betz, R. R., Lenke, L. G., & Lowe, T. G., Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 87(9), 1937–1946. 2005.
125. Reem, J.A., Mehlman, C. T., & DiPasquale, T. G., Adolescent idiopathic scoliosis: a health-related quality of life perspective. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 35(5), 478–482. 2015.

126. Kim, Y.J., Lenke, L. G., Cho, S. K., & Bridwell, K. H., Comparative analysis of 2- and 3-dimensional evaluation of surgical outcomes in idiopathic scoliosis. *Spine*, 32(3), 265–271. 2007.
127. Kanter, A.S., Shaffrey, C. I., & Mummaneni, P. V., Anterior thoracolumbar surgery. In *Spine Surgery* (pp. 953–965). Elsevier. 2010.
128. Lonner, B.S., Newton, P. O., Betz, R. R., & Harms, J., Operative treatment of idiopathic scoliosis. *Instructional Course Lectures*, 51, 537–546. 2002.
129. Samdani, A.F., Ames, R. J., Kimball, J. S., Pahys, J. M., Grewal, H., & Betz, R. R., Anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: Two-year results. *Spine*, 40(1), 54–60. 2015.
130. Vitale, M.G., Skaggs, D. L., Pace, G. I., & Roye, D. P., Best practices in intraoperative neuromonitoring in pediatric spinal deformity surgery: The 2010 POSNA consensus statement. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 30(5), 486–494. 2010.
131. Sanders, J.O., Browne, R. H., Cooney, T. E., McConnell, S. J., Seth, M., Finegold, D. N., & Duren, D. L., Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 90(1), 64–73. 2008.
132. Mehta, M.H., Growth as a corrective force in the early treatment of progressive infantile scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 87(9), 1237–1247. 2005.
133. Vitale, M.G., Matsumoto, H., Gomez, J. A., & Roye, D. P., Casting in infantile scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 30(3 Suppl), S49–S53. 2010.
134. Demirkiran, G., Yazici, M., & Alanay, A., Conservative treatment approaches in early onset scoliosis. *Journal of Turkish Spinal Surgery*, 31(Suppl 1), S18–S23. 2020.
135. Mustafa Caner Okkaoğlu, İ.D., Murat Altay, Body casts and indications. 2018.
136. Donzelli, S., Zaina, F., & Negrini, S., In defense of adolescent bracing for idiopathic scoliosis. *Pediatric Rehabilitation*, 15(3), 304–309. 2012.
137. Zhu, Z., Xu, L., Zhu, F., Sun, X., Qiu, Y., & Qian, B. P., Long-term results of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: A 20-year follow-up study. *Spine*, 46(4), 217–223. 2021.

138. and, A.A.W. and M.M. Panjabi, Reprinted with permission from Clinical Biomechanics of the Spine, 2nd Edition, Lippincott, . 1990.
139. JP., D., Pediatric Orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics. 1st Edition. Elsevier Mosby, Philadelphia, 2005. 265-278.
140. Nair, J., & Menon, K. V., Orthotc Management n Adolescent Idopathc Scoloss (AIS). In B. Zachara, S. D. C. Raja, & N. KV (Eds.), Paedatrc Scoloss, Sprnger (pp. 115–137). Sprnger. . 2023.
141. Aulisa, A.G., Guzzanti, V., Perisano, C., Marzetti, E., Specchia, A., & Galli, M., Correlation between compliance and effectiveness of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis. Orthopedic Reviews, 9(2), 70–74. 2017.
142. Negrini, S., Fusco, C., Minozzi, S., Atanasio, S., Zaina, F., & Romano, M., Exercises reduce the progression rate of adolescent idiopathic scoliosis: Results of a comprehensive systematic review of the literature. Disability and Rehabilitation, 33(10), 772–785. 2011.
143. Weiss, H.R., The method of Katharina Schroth–history, principles and current development. Scoliosis, 5(1), 6. 2010.
144. Kuru, T., Yeldan, İ., Dereli, E. E., Özdiñçler, A. R., Dikici, F., & Çolak, İ., The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: A randomised controlled clinical trial. Clinical Rehabilitation, 30(2), 181–190. 2016.
145. Negrini, S., Negrini, A., Fusco, C., Zaina, F., & Romano, M., SEAS: A school of experience for scoliosis management. Disability and Rehabilitation, 30(10), 763–771. 2008.
146. Monticone, M., Ambrosini, E., Cazzaniga, D., Rocca, B., & Ferrante, S., Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis: Results of a randomised controlled trial. European Spine Journal, 25(10), 3120–3129. 2016.
147. Fishman, L.M., Groessl, E. J., & Sherman, K. J., Yoga for scoliosis: A look at the evidence. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine, 7(2), 121–126. 2014.
148. Beighton, P., Solomon, L., & Soskolne, C. L., Articular mobility in an African population. Annals of the Rheumatic Diseases, 32(5), 413–418. 1973.

149. Malfait, F., Francomano, C., Byers, P., Belmont, J., Berglund, B., Black, J., ... & Tinkle, B., The 2017 international classification of the Ehlers–Danlos syndromes. *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics*, 175(1), 8–26. 2017.
150. Castori, M., Tinkle, B., Levy, H., Grahame, R., Malfait, F., & Hakim, A., A framework for the classification of joint hypermobility and related conditions. *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics*, 175(1), 148–157. 2017.
151. Negrini, S., Aulisa, A. G., Aulisa, L., et al., 2008 SOSORT consensus paper: Guidelines on “standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research”. *Scoliosis*, 3(1), 1–8. 2008.
152. Aulisa, A.G., Guzzanti, V., Perisano, C., Marzetti, E., Lupparelli, S., & Aulisa, L., Treatment of lumbar curves in adolescent females with progressive idiopathic scoliosis: A prospective study. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 12(1), 1–8. 2017.
153. Katz, D.E., Durrani, A. A., & Newton, P. O., Results of bracing in adolescent idiopathic scoliosis. *The Journal of Pediatric Orthopaedics*, 30(2), 123–130. 2010.
154. Karol, L.A., Virostek, D., Felton, K., & Wheeler, L., Effect of compliance monitoring on brace use and success in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 98(1), 9–14. 2016.
155. Landauer, F., Wimmer, C., & Behensky, H, Estimating the final outcome of brace treatment for idiopathic thoracic scoliosis at 6-month follow-up. *Pediatric Rehabilitation*, 6(3–4), 201–207. 2003.
156. Parent, E.C., Hill, D., Mahood, J. K., Moreau, M., Raso, J. V., Lou, E. H., & Hedden, D. M., Discriminative and predictive validity of the SRS-22 in adolescents with idiopathic scoliosis. *Spine*, 35(6), E214–E219. 2010.
157. MacLean, W.E., Green, N. E., Pierre, C. B., & Ray, D. C., Stress and coping with scoliosis: Psychological effects on adolescents and their families. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 27(3), 345–349. 2007.
158. Grivas, T.B., Vasiliadis, E., Mouzakis, V., Mihas, C., & Koukos, K., Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis*, 1(1), 9. 2006.

159. Misturska, E., Głowacki, M., & Harasymczuk, J., Personality traits of adolescents with idiopathic scoliosis and their correlation with scoliosis-related stress and coping strategies. *Scoliosis*, 4(1), 1–9. 2009.
160. Zaina, F., Donzelli, S., Lusini, M., & Negrini, S, Bracing for scoliosis in 2014: State of the art. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(1), 93–110. 2014.
161. Sanders, J.O., Browne, R. H., Cooney, T. E., McConnell, S. J., Margraf, S. A., & Finegold, D. N., Maturation of the adolescent spine as a predictor of progression of adolescent idiopathic scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 90(3), 540–553. 2008.
162. Tanner, J.M., Healy, M. J. R., Goldstein, H., & Cameron, N., *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)* (3rd ed.). London: W.B. Saunders. 2000.
163. Nault, M.L., Parent, S., Phan, P., Roy-Beaudry, M., Labelle, H., & Sato, K., A modified Risser grading system predicts curve progression in adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 92(4), 1027–1034. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00482>. 2010.
164. Boachie-Adjei, O., Lonner, B. S., & Kuklo, T. R., Spinal deformities in syndromic and neuromuscular conditions. In *The textbook of spinal surgery* (3rd ed., pp. 1497–1515). Lippincott Williams & Wilkins. 2006.
165. Czaprowski, D., Pawłowska, P., Stoliński, Ł., & Kotwicki, T., Joint hypermobility in children with idiopathic scoliosis: SOSORT award 2011 winner. *Scoliosis*, 6(1), 1–6. 2011.
166. Monticone, M., Ambrosini, E., Cazzaniga, D., Rocca, B., & Ferrante, S., Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomized controlled trial, 13(1), 1–11. 2014.

7. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı

	T.C. ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı
TOPLANTI TARİHİ	: 11/12/2024
TOPLANTI NO	: 2024/22
KARARLAR :	
19-	Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Murat SONGÜR'un sorumluluğunda yürütülecek olan "Adölesan İdiyopatik Skolyoz Hastalarında Korse Tedavisinde Radyolojik Düzeltme Üzerinde Etkili Olan Faktörler" konulu çalışmanın Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,
Oy birliği ile karar verilmiştir.	
A S L I / G İ B İ D İ R	
Prof. Dr. Günnur ÖZBAKİŞ DENGİZ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı	

Ek 2: SRS-22r Hasta Anketi

SRS-22r HASTA ANKETİ

Hasta Adı : _____ Doğum Tarihi : ____ / ____ / ____
Ad Soyad _____ Gün Ay Yıl
Bugünün Tarihi : ____ / ____ / ____ Yaş : ____ + ____
Gün Ay Yıl Yıl Ay
Dosya Numarası : _____

Bu anketle sırtınız ve belinizin şu andaki durumunu değerlendirmek istiyoruz. Bu nedenle bu soruları kendinizin yanıtlaması bizim için **çok önemli**. Lütfen tüm sorularda kendinize **en uygun olan cevabı** daire içine alınız.

1 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi geçtiğimiz 6 ay süresince sizin yaşadığınız ağrıyı en iyi şekilde tarif eder ?

Hiç
Hafif
Orta
Orta-Şiddetli
Şiddetli

2 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi geçtiğimiz 1 ay süresince sizin yaşadığınız ağrıyı en iyi şekilde tarif eder ?

Hiç
Hafif
Orta
Orta-Şiddetli
Şiddetli

3 . Son 6 ay boyunca çok sinirli bir kişi miydiniz ?

Hiçbir zaman
Çok nadir
Bazen
Çoğu zaman
Her zaman

4 . Eğer hayatınızın geri kalanını sırtınızın şu andaki şekli ile geçirecek olsanız, bu konudakendinizi nasıl hissederdiniz ?

Çok mutlu
Mutlu
Ne mutlu ne de mutsuz
Mutsuz
Çok mutsuz

5 . Şu anda ne kadar hareket edebiliyorsunuz ?

Yatağal/ Tekerlekli sandalyeye bağlı olarak
Tek başıma hareket edemiyorum
Hafif işler, ev işleri yapabiliyorum
Orta ağırlıkta işler ve yürüyüş, bisiklet sürme gibi hafif sporlar yapabiliyorum
Hiçbir kısıtlama olmaksızın her hareketi yapabiliyorum

6 . Kriyafednizin içinde kendinizin nasıl göründüğünü düşünüyorsunuz ?

Çok güzel
Güzel
Orta güzellikte
Kötü
Çok kötü

7 . Son 6 ay içerisinde hiçbirşeyin sizi neşelendiremeyeceği kadar moraliniz bozuk oldu mu ?

Çok sık
Sık
Arada sırada
Çok ender
Hiçbir zaman

8 . İstirahat sırasında bel veya sırt ağrınız oluyor mu ?

Çok sık
Sık
Arada sırada
Çok ender
Hiçbir zaman

9 . Şu anda iş ya da okulda ne kadar hareket edebildiğinizi düşünüyorsunuz ?

%100 normal hareket ediyorum
%75 normal hareket ediyorum
%50 normal hareket ediyorum
%25 normal hareket ediyorum
%0 normal hareket ediyorum

10 . Aşağıdaki cevaplardan hangisi gövdenizin görünüşünü en iyi şekilde tarif eder ?

Çok güzel
Güzel
Orta güzellikte
Kötü
Çok kötü

11 . Aşağıdakilerden hangisi beliniz veya sırtınız için kullandığınız ilaçları en iyi şekilde tarif eder ?

Hiç ilaç kullanmıyorum
Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Öm:Aspirin, Novalgin,Pard, Voltaren, Apranax, Naprosyn, Vioxx)

Uyuşturucu özelliği olmayan ağrı kesicileri günlük kullanıyorum.
Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri haftada bir veya daha az kullanıyorum. (Öm:Morfın, Dolantin)
Uyuşturucu özelliği olan ağrı kesicileri günlük olarak kullanıyorum.

12 . Beliniz veya sırtınızdaki problem ev içinde yaptığınız işlere engel oluyor mu ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Nadiren
Çoğu zaman

13 Son 6 ay boyunca kendinizi ne kadar süre sakin ve huzurlu hissettiniz ?

Her zaman
Çoğu zaman
Bazen
Çok ender
Hiçbir zaman

14 . Beliniz veya sırtınızın durumunun başka insanlarla olan ilişkilerinizi etkilediğini düşünüyor musunuz?

Etkilemiyor
Biraz etkiliyor
Orta derecede etkiliyor
Sıklıkla etkiliyor
Çok fazla etkiliyor

15. Beliniz veya sırtınızdaki problem ailenizin ekonomik sıkıntılar çekmesine neden oluyor mu ?

Bu problem ailemin ekonomik sıkıntılar çekmesine :
Çok fazla neden oluyor
Sıklıkla neden oluyor
Orta derecede etkiliyor
Biraz etkiliyor
Hiç etkilemiyor

16. Son 6 ay içerisinde kendinizi hiç mutsuz ve kederli hissettiniz mi ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık

17 . Son 3 ay içinde işten/ okuldan hiç sırt/ bel ağrısı nedeniyle izin aldınız mı ? Eğer aldıysanız kaç gün ?

0 gün aldım (hiç almadım)
1 gün aldım
2 gün aldım
3 gün aldım
4 veya daha fazla gün aldım

18 . Beliniz veya sırtınızın durumu, arkadaşlarınız ya da ailenizle dışarı çıkmamanızı kısıtlıyor mu ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Arada sırada
Sık sık
Çok sık

19 . Beliniz veya sırtınızın şu anki haliyle kendinizi çekici buluyor musunuz ?

Evet, kendimi çok çekici buluyorum
Evet, kendimi oldukça çekici buluyorum
Ne çekici ne değilim
Hayır, pek fazla değilim
Hayır, kendimi hiç çekici bulmuyorum

20 . Son 6 ay içinde mutlu bir insan mıydınız ?

Hiçbir zaman
Çok ender
Bazen
Çoğu zaman
Her zaman

21 . Bel veya sırt ağrınıza uygulanan tedavinin sonucundan tatmin oldunuz mu ?

Çok memnun kaldım
Memnun kaldım
Ne memnunum, ne de değilim
Biraz hayal kırıklığı oldu
Tamamen hayal kırıklığı oldu

22 . Şu anki değerlendirmemiz sonucunda, aynı hastalık için size yine aynı tedavi önerilseydi kabul eder miydiniz ?

Kesinlikle evet
Muhtemelen evet
Emin değilim
Muhtemelen etmezdim
Kesinlikle etmezdim

Bu anketi sabırla tamamladığınız için teşekkür ederiz.
Lütfen yorumunuz varsa yazınız.