



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İDİYOPATİK SKOLYOZ OLGULARINDA EĞRİLİĞİN
YÖNÜ VE COBB AÇISI DEĞERLERİ İLE AYAK TABANI
BASINÇ DAĞILIMI VE SALINIM ANALİZİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN PEDOBAROGRAFİ CİHAZI İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

SERAP BİLİR KARAOĞLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. TUNCAY VAROL

MANİSA-2016



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İDİYOPATİK SKOLYOZ OLGULARINDA EĞRİLİĞİN YÖNÜ
VE COBB AÇISI DEĞERLERİ İLE AYAK TABANI BASINÇ
DAĞILIMI VE SALINIM ANALİZİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
PEDOBAROGRAFİ CİHAZI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

SERAP BİLİR KARAOĞLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. TUNCAY VAROL

TEZ SINAV JÜRİSİ

PROF. DR. TUNCAY VAROL
PROF. DR. METE ERTÜRK
DOÇ. DR. ENİS CEZAYİRLİ

MANİSA-2016

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAVI TUTANAĞI

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü ANATOMİ Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Serap Bilir KARAOĞLAN'ın Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığı “**İDİYOPATİK SKOLYOZ OLGULARINDA EĞRİLİĞİN YÖNÜ VE COBB AÇISI DEĞERLERİ İLE AYAK TABANI BASINÇ DAĞILIMI VE SALINIM ANALİZİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN PEDOBAROGRAFİ CİHAZI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı bu çalışma, jürimizce Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek “**KABUL**” kararı verilmiştir. / /

İmza

Jüri Üyesi:

Prof. Dr. Tuncay VAROL (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Mete ERTÜRK (Anatomi Öğretim Üyesi)

Doç. Dr. Enis CEZAYIRLI (Anatomi AD Öğretim Üyesi)

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun / / tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ayşe AKTAŞ

Enstitü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışım olmadığını beyan ederim.

Serap Bilir KARAOĞLAN

TEŐEKKÜR

Tezimin her aŐamasında emeği geÇen değerli hocam sayın Prof. Dr. Tuncay VAROL'a ve DoÇ. Dr. Enis CEZAYİRLİ'ye, yardımlarını esirgemeyen Uzm. Dr. Serkan ÖZGÜR'e ve dönem arkadaşım Sebahat KÖKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bana her zaman eğitimlerim konusunda destek olan aileme ve sevgili eşim Ümit KARAOĞLAN'a, oğlum Umut ve doğacak olan oğlum ÇaĐan'a da teşekkürlerimi sunarım.

Serap Bilir KARAOĞLAN

KISALTMALAR

A-P	ön-arka yönde
APexc	Ön-arka yönde salınım
Area	ağırlık merkezi iz düşümünün % 95 oranında içinde yer aldığı alan
Art.	articulatio
Artt.	articulationes
BasPRMK	ayak başparmağının altındaki maskeleme bölgesi
BT	bilgisayarlı tomografi
CA	temas alanı
Cm	santimetre
COG:	ağırlık merkezi iz düşümü
COM	ağırlık merkezi
CP	temas basıncı
DigerMTT	3-5. metatars alanını ilgilendiren maskeleme bölgesi
DigerPRMK	diğer ayak parmaklarını ilgilendiren maskeleme bölgesi
Dist	distance; ağırlık merkezi iz düşümünün toplam salınım mesafesi
DTA:	destek taban alanı
Force	kuvvet
FrstMTT	1. metatars alanını ilgilendiren maskeleme bölgesi
Gr	gram
GRF	yer tepkime kuvveti
Kg	kilogram
Kpa	Kilopaskal
Lig.	ligamentum
Ligg.	ligamenta
L-R	sol-sağ yönde
LRexc	sol-sağ yönde salınım
Midfoot	ayağın 1/3 orta bölümü
MR	manyetik rezonans
N	Newton
Os	kemik
Ossa	kemikler
PCP	tepe temas basıncı
PF	tepe kuvvet değeri
proc.	processus
ROM	hareket genişliği
ScndMTT	2. metatars alanını ilgilendiren maskeleme bölgesi
SMVH	sakral median vertikal hat
Topuk	ayağın 1/3 arka bölümü
Var	variance; ağırlık merkezi iz düşümünün hareket değişkenliği

ŞEKİL VE RESİMLER DİZİNİ

Şekil 1	A- 17. günde embriyo, B- 21. günde embriyo, frontal kesitlerde notokord oluşumu görülmektedir	7
Şekil 2	A- 18. günde paraksial mezoderm ve nöral plağın katlanmaya başladığı görülmektedir, B- Nöral tüp oluşmuş, her iki yanında somit çiftleri belirmiştir	8
Şekil 3	26. günde somit çiftlerinde sklerotom ve dermomyotom farklılaşır (A). 28. günde dermatom ve myotom farklılaşarak 3 farklı yapı ayırd edilir (B)	8
Şekil 4	4 haftalık embriyonun transvers (A) ve frontal kesiti (B); 5 haftalık embriyonun transvers (C) ve frontal kesiti (D)	10
Şekil 5	Vertebraların gelişim evreleri	11
Şekil 6	Lumbal vertebra, üstten görünüş	13
Şekil 7	Omurganın eklem ve bağları, lumbal bölgede, dıştan görünüş	15
Şekil 8	Servikal bölge eklem ve bağları, dış-yan görünüşü	16
Şekil 9	Os occipitale, atlas ve axis arasındaki eklem ve bağlar, arkadan görünüş	16
Şekil 10	Thorax önden görünüş	18
Şekil 11	Sternum ve kostalar arasındaki eklemler ve bağların önden görünüşü	19
Şekil 12	Kostovertebral eklemler ve bağları, dış-yandan görünüş	20
Şekil 13	Kostovertebral eklemler ve bağları, üstten görünüş	20
Şekil 14	Ayak kemiklerinin üstten görünüşü	21
Şekil 15	Ayak eklem ve bağları, alttan görünüş	24
Şekil 16	Ayakta dik duruş, lateral görünüm. Vertikal hat kırmızı çizgi ile gösterilmektedir	38
Şekil 17	Düzgün postürde vertikal hattın yandan ve arkadan görünümü	39

Şekil 18 King-Moe sınıflamasına göre frontal planda omurga eğrilik tipleri 50

Şekil 19 Cobb açısı ölçümü 52

Resim 1 Statik denge (salınım) analizi ekran görüntüsü 40

Resim 2 Hippokrat tarafından tasarlanan ve omurga deformitelerini düzeltmek için kullanılan traksiyon düzeneği 43

Resim 3 Galen tarafından tasarlanan ve omurga deformitelerini düzeltmek için kullanılan traksiyon düzeneği 43

Resim 4 Cobb açısı ölçümü 55

Resim 5 Maskelenen alanlardan elde edilen pedobarografik veriler 56

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1	Eğrilik tipine göre olguların demografik verileri	53
Tablo 2	Olguların eğrilik tipine göre statik denge parametreleri	58
Tablo 3	“C” tipi eğriliği olan olguların, maskelenmiş ayak tabanı basınç değerlerinin sağ ve sol ayak için karşılaştırılması	69
Tablo 4	“S” tipi eğriliği olan olguların, maskelenmiş ayak tabanı basınç değerlerinin sağ ve sol ayak için karşılaştırılması	62
Tablo 5	“C tipi” ve “S tipi” skolyozda, sağ ve sol ayak pedobarografik parametrelerinin Cobb açısı ile korelasyonu	65

İÇİNDEKİLER

1.ÖZET	1
1. ABSTRACT.....	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
4. GENEL BİLGİLER.....	7
4.1. Embriyoloji	7
4.1.1. Columna vertebralis'in gelişimi.....	9
4.2. Anatomi.....	12
4.2.1. Aksiyel iskeletin kemik, eklem ve bağları.....	12
4.2.2. Ayak kemik, eklem ve bağları.....	21
4.3. Biyomekanik.....	27
4.3.1. Kuvvet nedir?	27
4.3.2. Hareket nedir?	29
4.3.3. Biyomekanik'in temel prensipleri	29
4.3.4. Omurga biyomekanik'i.....	32
4.3.5. Denge	34
4.3.6. Postür ve postürel kontrol	35
4.3.7. Ayakta dik duruş.....	37
4.3.8. Yürüme.....	40
4.4. Skolyoz	41
4.4.1. Skolyozun sınıflandırılması	44
4.4.2. Skolyozun tanısı.....	47
4.4.3. Denge değerlendirilmesi	52
5. GEREÇ VE YÖNTEM	53
5.2. Radyografik Değerlendirme	54
5.3. Pedobarografik Ölçüm	54
5.3.1. Statik pedobarografik ölçüm:.....	54
5.3.2. Dinamik pedobarografik ölçüm:	55
5.4. İstatistiksel Değerlendirme	56
6. BULGULAR.....	58
7. TARTIŞMA.....	71

8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
9. KAYNAKLAR.....	77
10. EKLER.....	84



Başlık: İdiyopatik Skolyoz Olgularında Eğriliğin Yönü ve Cobb Açısı Değerleri İle Ayak Tabanı Basınç Dağılımı ve Salınım Analizi Arasındaki İlişkinin Pedobarografi Cihazı ile Değerlendirilmesi

Öğrencinin adı: Serap Bilir KARAOĞLAN

Danışman: Prof. Dr. Tuncay VAROL

Anabilim Dalı: Anatomi

1.ÖZET

Amaç: Skolyozda, statik ve dinamik denge parametrelerinin, eğriliğin yönü, derecesi ve tipi ile ilişkisi yönünden, pedobarografik yöntemle incelenmesi.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 23 gönüllü bayan katıldı. Gönüllülerin AP radyografileri üzerinde Cobb açısı ölçümleri yapıldı, eğrilik tip ve yönü belirlendi. Eğrilik tipine göre tek eğrilik gösterenler “C tipi” (n=14), iki eğrilik gösterenler ise “S tipi” (n=9) olarak ayrıldı. Gönüllülere pedobarografi cihazı ile gözü açık olarak statik denge ölçümü yapıldı. Mid-gait protokolü ile pedobarografik verileri alındı ve 7 bölgele maskeleme yapıldı. Veriler sağ ve sol ayak yönünden, eğrilik tipine, yönüne ve eğrilik açısı ile ilişkisine göre değerlendirildi.

Bulgular: Statik denge parametreleri eğrilik tipine göre karşılaştırıldığında; C tipi eğriliği olanlar ile S tipi eğriliği olanlar arasında Dist parametresinde fark saptandı. Dinamik denge parametreleri eğrilik yönü bakımından farklılık göstermezken, C tipi eğriliği olanlarda iki ayak arasında sadece TopukCA’da; S tipi eğriliği olanlarda topuk bölgesinde PF ve PCP değerleri sol tarafta, 3-5. metatarsal maskeleme bölgeleri arasında PF ve PCP sol tarafta, başparmak CA parametresi sağ tarafta yüksek

bulundu.

S tipi eğrilikte Cobb açısı ile korelasyon saptanmadı. C tipi eğrilikte sağ ayağın total ve mediyal maskeleme alanlarında (FrstMTT, Basprmk) PF ve PCP parametreleri anlamlı korelasyon gösterdi; sol ayağın topuk bölgesinde Force, CP, PF ve PCP parametreleri ile lateral maskeleme alanlarında (ScndMTT, DigerMTT) PF ve PCP parametreleri anlamlı korelasyon gösterdi.

Sonuç: Skolyoz olgularında statik dengenin eğrilik tipine göre farklılık göstermediği; C tipi eğrilikte dinamik verilerde basınç değerlerinin sağ ayak tabanında daha çok medialde, sol ayak tabanında ise lateralde yüksek olduğu ve sağ-sol farklılığı gösterdiği gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Statik denge; dinamik denge; pedobarografi; scoliosis

Title: Assessment of the relationships between the direction of the curve and Cobb angle, plantar pressure distribution and sway in idiopathic scoliosis using pedobarography

Student name: Serap Bilir KARAOĞLAN

Supervisor: Prof. Dr. Tuncay VAROL

Department: Anatomy

1. ABSTRACT

Aim: To investigate the relationship between static and dynamic balance and type, degree and direction of the curve in scoliosis by pedobarographic method.

Material and Method: Twenty-three female volunteers participated in the study. Cobb angle was measured on the AP radiographs of the subjects and the type and direction of the curve were determined. Depending on the type of the curve, subjects were divided into two groups: “type-C” (n=14) subjects had a single curve while “type-S” (n=9) subjects had two curves. Subjects had static balance measurements with their eyes open. Pedobarographic data were collected with mid-gait protocol and 7 regions were defined. Relations between the right and left foot data and the type, direction and Cobb angle of the curve were examined.

Findings: There was a significant difference between type-C and type-S subjects in Dist parameter. Dynamic balance parameters did not correlate significantly with the direction of the curve. In type-C subjects, TopukCA was higher in the right foot. In type-S subjects, PF and PCP measurements were higher in the left heel and left 3rd-5th metatarsal regions and CA was higher in the right big toe region.

In type-S subjects, there was no correlation between increased plantar pressure and Cobb angle. In type-C subjects, PF and PCP significantly correlated in the whole of the right sole and medial masked regions (FrstMTT, Basprmk) while there were significant correlations in Force, CP, PF and PCP in the left heel region and PF and PCP in the lateral masked regions (ScndMTT, DigerMTT).

Conclusion: There is no significant relation between static balance and the type of curve in scoliosis patients. Dynamic pressure data showed that pressures on medial side of the sole of the right foot and lateral side of the sole of the left foot were greater in subjects with type-C curve and there was a left-right difference.

Key words: Static balance; dynamic balance; pedobarography; scoliosis

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Tüm cisimler çeşitli kuvvetlerin etkisi altındadır. Bunlardan yerçekimi kuvveti cisimler üzerine etki eden en önemli kuvvetlerin başında gelir. Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğunda cisim denge halindedir. Bu durum Newton'un 1. yasasında tanımlandığı şekli ile "Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olduğunda ya hareketsiz olarak kalır veya sabit bir hızla hareketine devam eder". İnsan vücudu da yerçekimi kuvvetine maruz kalmakta ve ayakta dik duruşu veya hareketi sırasında pozisyonunu korumaya çalışmaktadır. Bu durumda kütle merkezinin iz düşümü ayaklarının bastığı alan (destek taban alanı) içinde tutulur.

Denge, ağırlık merkezinin iz düşümünü (COG) destek taban alanı (DTA) içinde tutabilme yeteneğidir. Vücudun bütünü veya vücut bölümlerinin fiziksel durumu ile yakından ilişkilidir.

Postur kişinin vücudunun tümü veya herhangi bir vücut bölümünün yerçekimi vektörüne göre durumunu ifade eder(Winter 1995). Vücudun veya vücut bölümlerinin farklı konumlandığı postürel pozisyonlar, ağırlık merkezinin destek taban alanındaki yerini belirler.

İnsan bipedal bir canlı olarak gelişmiştir. Bu nedenle destek taban alanı küçük ve ağırlık merkezinin izdüşümü omurganın ön tarafında yer aldığından, dengenin korunması aktif kas faaliyeti gerektirmektedir. COG nin destek taban alanı içinde dengede tutulabilmesi, sürekli olarak pozisyon ile ilgili duyuşal informasyonun merkezi sinir sistemi tarafından işlenmesi ve hızlı bir şekilde efektör organlar tarafından gerekli konumsal düzeltmelerin yapılabilmesine bağlıdır(Gollhofer ve ark 2013).

Statik ya da dinamik dengenin sağlanmasında ve istenen postürün sürdürülmesinde, fiziksel yapının normal ölçülerde ve dizilimde olması, vücut parçalarının birbirine göre konumlarında önemli bir asimetri olmaması önemlidir. İster gebelik gibi kısa dönemde ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler ya da obezite gibi uzun

dönemde ortaya çıkan değişiklikler, ağırlık merkezinin öne doğru yer değiştirmesine ve vücudun daha kararsız bir pozisyona gelmesine neden olur(Nagai ve ark 2009, Inanir ve ark 2014). Ortaya çıkan yeni durum postür ve dengenin sağlanması ve sürdürülmesinde rol oynayan, hareket sisteminin pasif ve aktif komponentleri için yeni bir yük dağılımı ortaya çıkarır. Bu durum düşme ve buna bağlı yaralanmaların artmasına da neden olmaktadır.

Düzgün bir postür için omurganın doğru dizilimi ve konumlanması önemlidir. Omurganın hem kemik ve bağ dokusu yapısında hem de, üzerine etkili kasların durumunda meydana gelen değişiklikler, vücut veya vücut bölümleri üzerine etkili olan yerçekimsel kuvvetlerde değişikliğe ve buna bağlı olarak yeni bir denge durumunun gelişmesine neden olurlar. İleri yaşlarda ortaya çıkan kifotik değişiklikler, kas zayıflıkları ile birlikte, ağırlık merkezinin öne doğru yer değiştirmesine ve düşme riskinin artmasına neden olmaktadır(Johansson ve ark 2016).

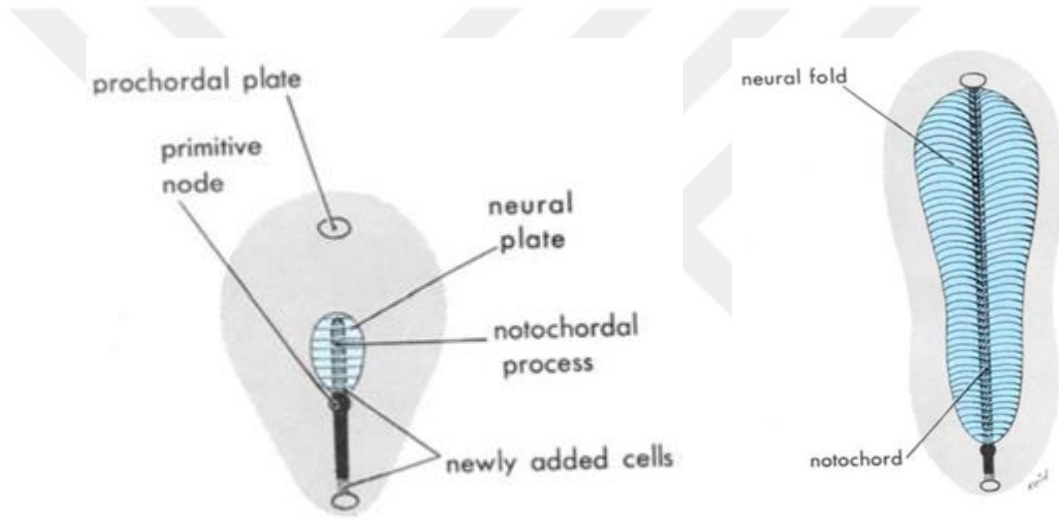
Normal bir insanda omurgada sagittal planda fizyolojik bazı eğrilikler bulunmaktadır. Bunlar servikal lordoz, torakal kifoz ve lumbal lordoz olarak tanımlanmaktadır. Bu eğriliklerin yüksek derecelerde olması patolojik omurga bozuklukları olarak tanımlanmaktadır. Ancak omurganın frontal planda eğrilik göstermemesi gerekmektedir. Bu tip eğrilikler skolyoz olarak tanımlanır. Skolyozda sadece frontal planda değil, aynı zamanda vertikal ekseninde rotasyonel deformite de gelişmektedir. Frontal planda omurganın yük taşıma hattı ortada ve düzdür. Skolyozda ise bu sapma göstermektedir. Skolyoz frontal planda orta hattan sapma olarak tanımlanmaktadır. Bu deviasyona eğriliğin apeksinde en fazla olmak kaydıyla rotasyon da eşlik etmektedir. Diğer bir deyişle skolyoz columna vertebralis'in lateral deviasyonu ve aksiyel rotasyonu ile karakterize bir deformitedir(Grivas 2012). Bu durumda derecesine ve tipine göre değişmek üzere, ağırlık merkezinde değişiklik ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklik zamanla ve ilerleyici bir karakter göstermektedir. Bu değişikliklere vücudun adaptasyonu ve denge ile ilgili yeni bir kararlılık durumu oluşturması bakımından yeterli literatür bilgisi bulunmamaktadır.

Bu amaçla skolyoz olgularında, skolyozun derecesi ve yönü ile statik ve dinamik denge durumlarının değerlendirilmesi amacıyla bu çalışmayı planladık.

4. GENEL BİLGİLER

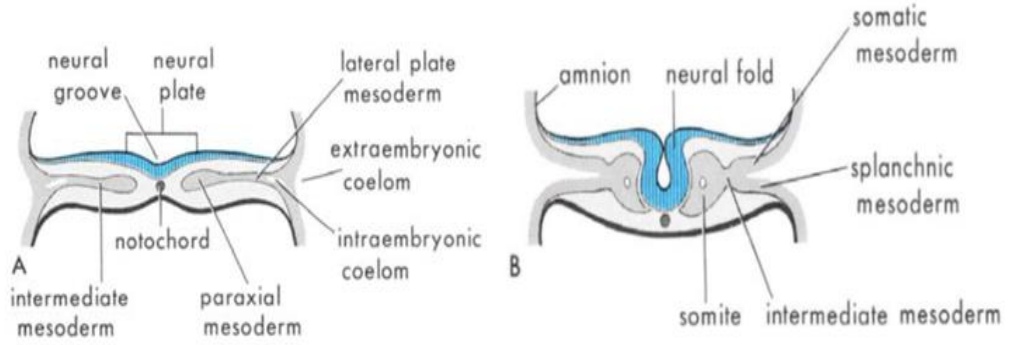
4.1. Embriyoloji

İskelet sistemini oluşturan kıkardak ve kemik dokuları, embriyolojik olarak mezoderm kökenlidir. Embriyoner yaşamın 2. haftasının sonunda gastrulasyonun tamamlanması ile ektoderm ve endoderm ortaya çıkar, bu iki germ yaprağı arasında chorda dorsalis (notochord) ve esas mezoderm oluşur(Moore ve ark 2015).



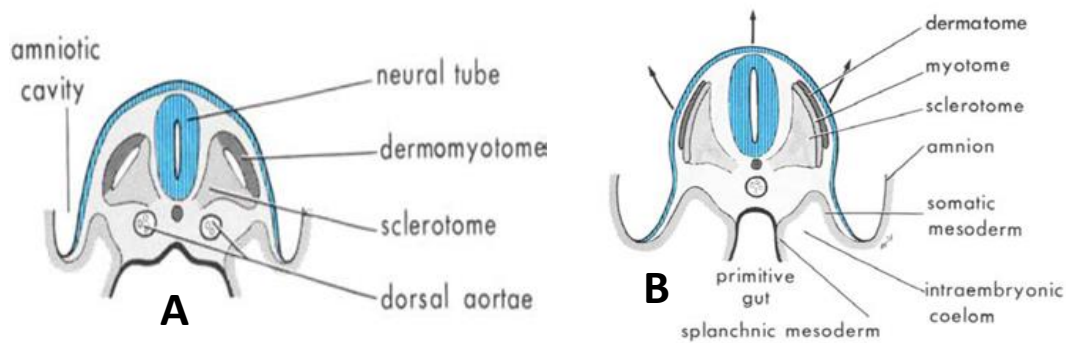
Şekil.1. A- 17. günde embriyo, B- 21. günde embriyo, frontal kesitlerde notochord oluşumu görülmektedir(Moore, 2015).

Notokordal hücrelerin varlığı, ektodermin kalınlaşmasını azaltarak nöral plak oluşumuna neden olur. 18. günde nöral plağın uçları yukarıya doğru kıvrılması ile nöral oluk, bu uçların birleşmesi ile de nöral tüp oluşur. Chorda dorsalis ve nöral tüpün her iki yanında bulunan mezodermden longitudinal sütun halinde kalınlaşan paraksiyel mezoderm oluşur. 19. günde paraksiyel mezodermin segmentasyona uğraması sonucu somit çiftleri oluşmaya başlar(Moore, 2015).



Şekil 2. A- 18. günde paraksial mezoderm ve nöral plağın katlanmaya başladığı görülmektedir, B- Nöral tüp oluşmuş, her iki yanında somit çiftleri belirmiştir.

Chorda dorsalisin iki yanında içi boş küpçükler olarak dizilen somitlerin 20.günde 4 çift olan sayıları, 5. haftanın sonunda 42–44 çifte ulaşır. Ortaya çıkan somitler 4 oksipital, 8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 8-10 koksigeal olarak baştan kuyruğa doğru sıralanırlar. İlk oksipital somit ortaya çıkar çıkmaz kaybolurken, son 3-5 somitin atrofiye uğraması sonucu, geriye kalan somitler vertebral kolunu oluştururlar. Her bir somit çifti medialden laterale doğru 3 yapıya farklılaşır(Moore, 2015).



Şekil 3. 26. günde somit çiftlerinde sklerotom ve dermomyotom farklılaşır (A). 28. günde dermatom ve myotom farklılaşarak 3 farklı yapı ayırd edilir (B).

4.1.1. Columna vertebralis'in gelişimi

Columna vertebralis'in gelişimi 3 evreden oluşmaktadır:

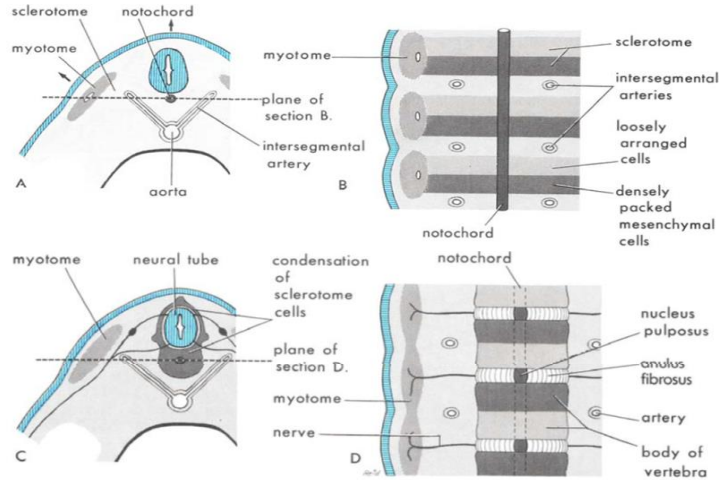
4.1.1.1. Mezenkimal evre (prekartilaginöz):

A- Chorda dorsalis çevresindeki gelişim: Chorda dorsalis çevreleyen mezenkim hücreleri her bir sklerotomun kranial yarımında gevşek, kaudal yarımında sıkıca bir araya gelir. Sıkıca toplanmış mezenkimal hücrelerden bir kısmı kraniale doğru göç ederek myotom merkezi hizasında birikir ve intervertebral diski oluşturur. Geriye kalan sıkıca toplanmış mezenkim hücreleri bir alt seviyedeki sklerotomun gevşek hücreleri ile kaynaşarak vertebranın mezenkim taslağını oluştururlar (Şekil 4 A,B).

Gelişimin erken evresinde her sklerotoma bir myotom bölümü düşerken, gelişim sürecinde her bir omurun iki ayrı sklerotomdan oluşmasıyla, başlangıçtaki dizilimini koruyan myotom iki ayrı omura yapışır. Chorda dorsalis gelişen vertebra cisimleri tarafından çevrenir ve dejenerasyona uğrayarak kaybolur. İntervertebral disk seviyesinde chorda dorsalis, varlığını sürdürerek, nükleus pulposusu oluşturur (Şekil 4 B,C).

B- Canalis neuralis çevresindeki gelişim: Bu bölgede yer alan mezenkimal hücrelerin nöral kanalı her iki yandan kuşatarak arkada birleşmesi ile arcus vertebra oluşur (Şekil 4 C).

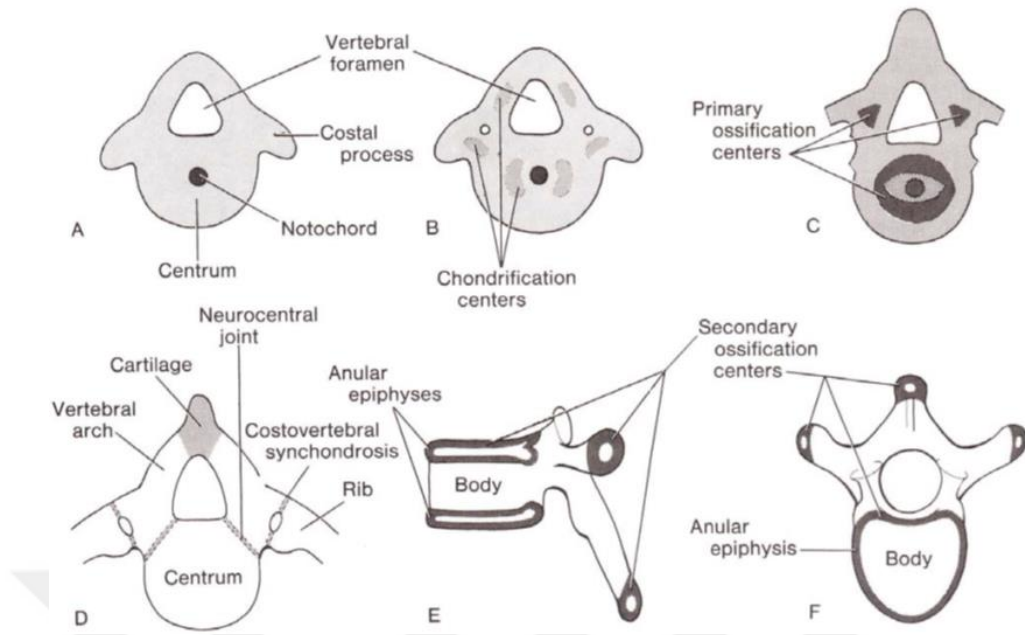
C- Gövde duvarında gelişim: Gövde duvarı yönünde laterale ve anteriora doğru göç eden mezenkimal hücreler, kaburga çıkıntılarını oluştururlar. Torakal bölgede bu çıkıntılardan kaburgalar (costae) gelişmektedir (Şekil 5 A).



Şekil 4. 4 haftalık embriyonun transvers (A) ve frontal kesiti (B); 5 haftalık embriyonun transvers (C) ve frontal kesiti (D).

4.1.1.2. Kartilaginöz evre:

6. haftada membranöz omurga mezenkiminde 6 tane kırıldaklaşma merkezi belirir. Embriyonik dönem sonunda (8.hafta) bu merkezlerin ikisi notochord'un lateralinde görülür ve birleşerek omurga cisminin kırıldaklaşma merkezini oluşturur. Nöral kanalın lateralinde yoğunlaşan iki kırıldaklaşma merkezinin dorsal füzyonu arcus vertebrae ve processus spinosus'u oluşturur. Arcus vertebrae ve cisme ilave olarak iki kırıldaklaşma merkezi daha belirir ve bunların lateral uzantıları processus transversus'ları oluşturur. 7. ve 8. haftalarda kırıldak omurgayı çevreleyen interstisyel matriksten, anterior ve posterior bağlar oluşur (Moore, 2015).



Şekil 5. Vertebraların gelişim evreleri

4.1.1.3. Kemik evre:

Tipik vertebranın ossifikasyonu embriyonik dönemin 8. haftasında başlar ve genellikle 20'li yaşlarda tamamlanır. Embriyonik periyod sonunda omurga cismi merkezinde 1, her bir arcus vertebra yarımında da birer adet olmak üzere, 3 primer ossifikasyon merkezi bulunmaktadır. Doğumda her omur, birbirlerine kıkırdak ile bağlanmış 3 kemik parçasından oluşur (Şekil 5 C,D)(Moore, 2015).

Doğum sonrası 3-5. yıllar arasında arcus vertebrae yarımaları kaynaşır. Laminaların bu birleşmesi önce lomber bölgede gerçekleşir, daha sonra kraniyale doğru devam eder. Arcus vertebrae ile cisim arasındaki nörosantral eklemler ise 6. yaşta kemikleşerek vertebral cismi ile arkuslar birbirlerine kaynaşmış olurlar(Moore, 2015).

Puberteyle birlikte her bir omurda beş yeni ikincil kemikleşme merkezi belirir; biri processus spinosusunun ucunda, ikisi processus transversuslarının ucunda, ikisi de vertebra korpusunun epifiz bölgelerinde dairesel olarak görülür. İkincil kemikleşme

odaklarının yayılıp birbiriyle kaynaşmaları yirmibeş yaşın sonunda biter (Moore, 2015).

4.2. Anatomi

4.2.1. Aksiyel iskeletin kemik, eklem ve bağları

4.2.1.1. Columna vertebralis

Columna vertebralis cranium'dan coccyx'in ucuna kadar uzanır ve aksial iskeletin de ana bölümünü oluşturur. Columna vertebralis;

- Medulla spinalis ve spinal sinirleri korur
- Vücut ağırlığını taşır
- Vücut için kısmen sağlam, bükülebilir bir eksen ve baş için de bir destek sağlar.
- Postür ve harekette önemli bir rol oynar (Arıncı ve Elhan 2014).

Columna vertebralis servikal, torakal, lomber, sakral ve koksigeal olmak üzere 5 bölümden oluşmaktadır. Servikal bölümde 7 adet, torakal bölgede, 12 adet lomber bölgede 5 sakral bölgede 5 ve koksigeal bölgede ise 4-6 adet, toplamda 33 adet omur taslağı bulunmaktadır. Gelişimin tamamlanması ile birlikte bu taslaklardan sakral omurlar kaynaşarak sacrum'u ve koksigeal omurlar kaynaşarak coccyx'i meydana getirirler. Böylece erişkin bir insanda omurgada 26 adet kemik bulunmaktadır (Netter 2014).

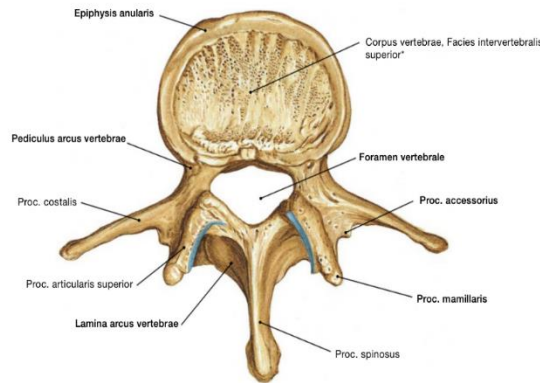
Omurgada hareket sadece servikal, torakal ve lumbal bölgedeki 24 omur arasında görülür. Vertebralar sacrum'a kadar aşağıya indikçe büyürler ve sonra coccyx'in ucuna doğru da gittikçe küçülürler. Bu büyüyüp küçülme omurların taşıdığı yükü doğru orantılıdır (Arıncı ve Elhan 2014).

Yetişkinlerde columna vertebralis servikal, torakal, lumbal ve sakral olmak üzere dört kavis yapar. Kavisler omurgaya binen yükü absorbe etmeleri nedeniyle önemli

role sahiptirler. Torakal ve sakral bölge kavisleri öne doğru (kifoz), servikal ve lumbal bölge kavisleri de arkaya doğru (lordoz) konkavdır. Torakal ve sakral bölge kavisleri fetal dönem boyunca gelişen primer kavislerdir (curvaturae primaria). Boyun ve bel bölgesi kavisleri fetal dönemde boyun bölgesinde görülmeye başlayan, fakat doğuma kadar açık olarak seçilemeyen sekonder kavislerdir (curvaturae secundariae). Lordosis cervicalis çocuk başını dik tutmaya başladığı zaman, lordosis lumbalis ise yürümeye ve dik durmaya başladığı zaman belirginleşir. Genellikle kadınlarda daha belirgin olan bu kavis, 5. lumbal vertebranın sacrum ile birleştiği yerde oluşan angulus lumbosacralis'te sonlanır. Kyphosis sacralis de kadınlarda daha belirgindir. Kyphosis thoracica'nın artması kamburluğa neden olur (Moore ve ark 2013).

4.2.1.1.1 Vertebraların yapı ve fonksiyonları

Atlas ve axis hariç tüm vertebralar aynı temel yapısal oluşumları içerirler. Bunlar; corpus vertebrae, arcus vertebrae, processus spinosus, 2 adet processus transversus (lumbal vertebralarda bulunmazlar ve burada processus costarius adı verilen, kosta taslaklarının çıkıntıları bulunur) ve 4 adet processus articularis (Şekil 6). Bu yapılar kas ve ligamentler için tutunma yerleridir ve torakal vertebraların gövdeleri kostovertebral eklemleri oluştururlar. Foramen vertebrae, corpus vertebrae ve arcus vertebrae tarafından sınırlanır. Bu foramenler birlikte canalis vertebralis'i oluştururlar.



Şekil 6. Lumbal vertebra, üstten görünüş.

4.2.1.1.2. Columna vertebralis'in eklem ve bağları

Columna vertebralis üzerinde yer alan ligamentler, omurları birbirine bağlayan sağlam yapılardır ve büyük kuvvetlere karşı koyabilirler. Vertebraalar arasında oluşan eklemler ve bu eklemlere fonksiyonel olarak destek olan ligamentler sayesinde, omurga hareketlerinde önemli biyomeknik avantajlar sağlanır. Columna vertebralis'in ligamentleri arcus vertebrae ve corpus vertebrae ligamentleri diye iki kısma ayrılabilir.

Omurganın servikal bölümünde 3 ile 7. servikal vertebraalar arasında corpusların yan kenarlarında oluşan çıkıntılara uni corporis vertebrae denir. Bu çıkıntılar unkovertebral eklem görüntüsü oluşturur ve servikal omur hareketleri için fonksiyonel bir avantaj sağlar.

Corpus vertebraalar arasında discus intervertebralis denilen yapı bulunur. Bu yapı annulus fibrosis denilen bir dış fibröz halka ve nucleus pulposus denilen bir jelinöz çekirdek içerir. Corpus vertebraaların ön tarafında uzanan ligamentum longitudinale anterius ile arka yüzlerinde uzanan lig. longitudinale posterius sayesinde, discus intervertebralis'ler iki kemik yüzey arasında belirli bir gerilimde sıkışmış halde bulunurlar (Şekil 7) (Netter 2014).

Arcus vertebra üzerinde yer alan processus articularis superior ve processus articularis inferior'lar, omurların benzer çıkıntıları ile sinovyal eklem oluştururlar. Bunlara artt. zygapophysiales adı verilir (Şekil 7). Arcus vertebra üzerinde yer alan çeşitli bağlar ise, bu eklemleri hareketleri üzerinde hem sınırlandırıcı, hem de eski pozisyonuna gelirken, elastik potansiyel enerjileri yardımı ile kaslara yardımcı fonksiyon görürler. Bu bağlar bazı bakımlardan syndesmosis cinsi eklemler olarak kabul edilebilir (Şekil 7) (Netter 2014). Buradaki bağlar(Arıncı ve Elhan 2014);

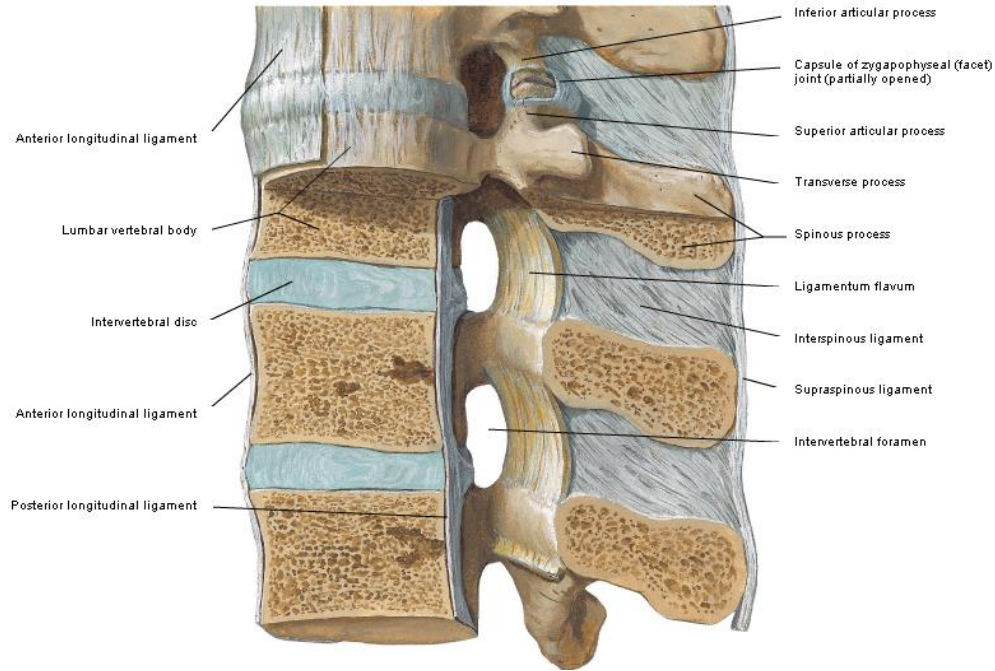
- Ligg. flava: lamina arcus vertebraalar arasında, bol elastik lif içeren ve bu nedenle sarı renkli görünen bağlardır (Şekil 7).

- Ligg. interspinale: processus spinosuslar arasında uzanan ve omurga fleksiyonunda aşırı hareketleri kısıtlayan bağlardır (Şekil 7, 8)

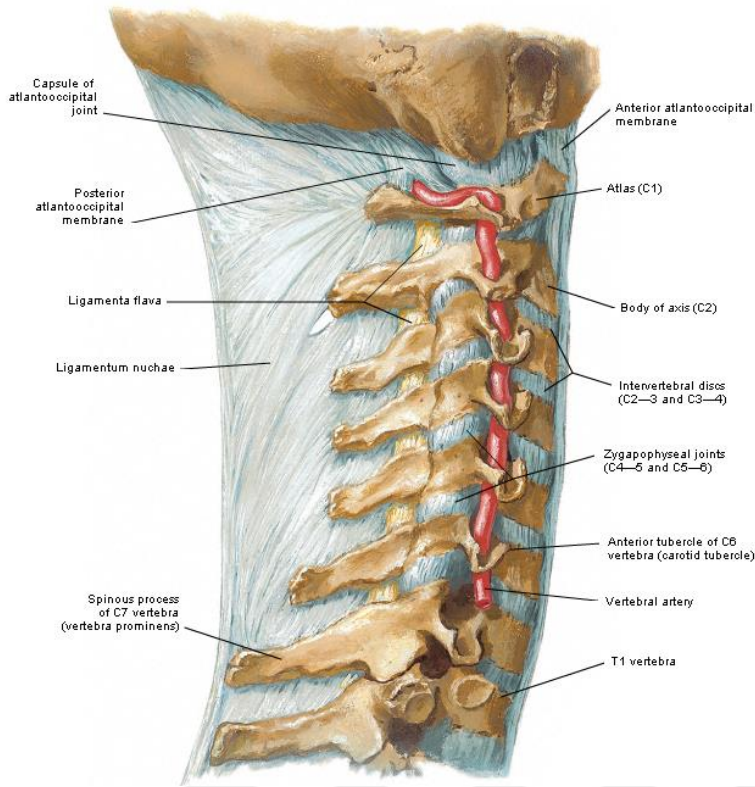
- Lig. supraspinale: proc. spinosus'ların uçları boyunca uzanan ve yine omurga fleksiyonunda aşırı hareketleri kısıtlayan bağlardır (Şekil 7, 8). Protuberantia

occipitalis externa ile 7. servikal vertebra arasındaki bölümü lig. nuchae olarak adlandırılır (Şekil 8).

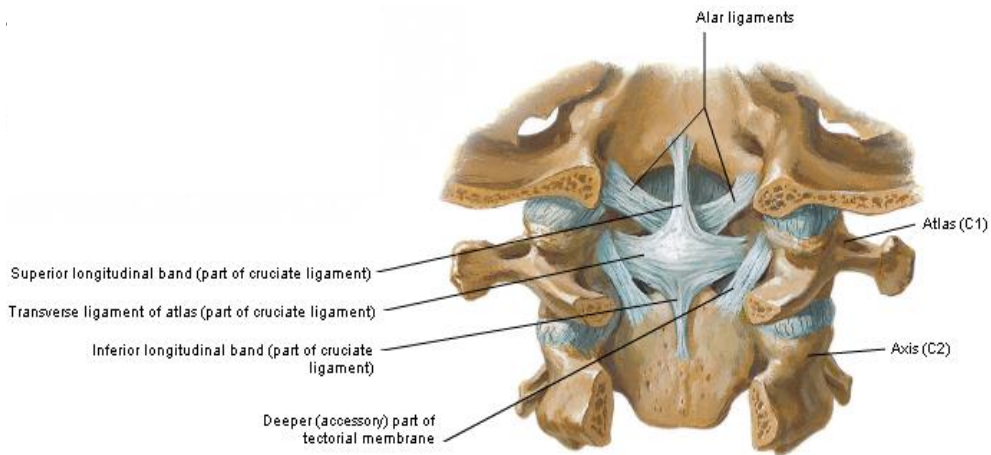
- Ligg. intertransversaria: omurların transvers çıkıntıları arasında uzanan ligamentlerdir.
- Membrana tectoria: lig. longitudinale posterius'un başlangıç bölümüdür.
- Lig. cruciforme atlantis: longitudinal (lig. fasciculi longitudinalis) ve transvers (lig. transversum atlantis) liflerden oluşur. Transvers lifler oldukça kuvvetlidir ve dens axis'i arkadan çevreleyerek, atlas arasındaki art. atlantoaxialis mediana'nın oluşumuna katılır (Şekil 9).
- Ligg. alaria: dens axis ile for. magnum kenarları arasında uzanan ve rotasyonel hareketi kısıtlayan bağlardır (Şekil 9).
- Lig. apicis dentis: dens axis'in tepesi ile for. magnum arasında uzanan bir bağdır (Şekil 9).



Şekil 7. Omurganın eklem ve bağları, lumbal bölgede, dıştan görünüş.



Şekil 8. Servikal bölge eklem ve bağları, dış-yan görünüşü



Şekil 9. Os occipitale, atlas ve axis arasındaki eklem ve bağlar, arkadan görünüşü.

4.2.1.2. Thorax

Göğüs kafesi 12 çift kaburga, 1 göğüs kemiği (sternum) ve 12 adet göğüs omurundan oluşmuştur. Bu yapının oluşmasında çeşitli eklem, bağlar ve interkostal kaslar yer alır. Göğüs kafesi boşluğunun (cavitas thoracis) üst girişine apertura thoracis superior, alt çıkışına ise apertura thoracis inferior denir. Göğüs kafesinin şekli yaş, cinsiyet ve hatta kişiden kişiye farklılık gösterir. Yeni doğanda kaburgalar çok az bir eğime sahiptir hemen hemen yatay konumdadır. Yaşın ilerlemesiyle göğüs kafesi önden arkaya basık bir konum alır ve alt girişi daralır. Genellikle kadınların göğüs kafesi erkeklere göre daha dar ve kısadır.

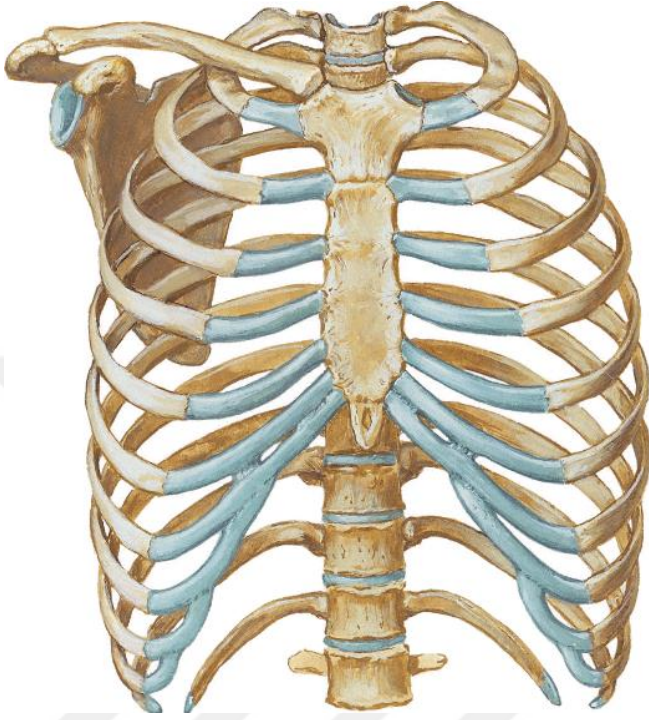
Kaburgaların sayıları 12 çifttir. Her bir kaburganın kendine has şekli vardır. Sternuma bağlanan ilk 7 çift kaburgaya costa verae (gerçek kaburga) son 5 çift kaburgaya ise costae spuria (yalancı kaburga) adı verilir. 8., 9. ve 10. kıkırdak kaburgalar indirekt olarak sternuma bağlanırlar. Bunların ön uçları kendi aralarında birleşerek 7. kıkırdak kaburgaya tutunur ve arcus costalis adı verilen kavisleri oluştururlar. Son iki kaburga ise karın duvarı kasları içinde serbest olarak sonlanır ve costae fluctuantes (yüzen kaburgalar) adını alır (Şekil 10) (Arıncı ve Elhan 2014).

Sternum, göğüs ön duvarında yer alır. Kostalar ve clavicula'ya bağlantı oluşturan yassı bir kemiktir ve üç bölümden oluşur.

- Manubrium sterni
- Corpus sterni
- Proc. xiphoideus

Çocuk ve gençlerde manubrium, corpus ve xiphoideus birer kıkırdak doku aracılığıyla eklemleşir (synchondrosis manubriosternalis ve synchondrosis xiphosternalis). Zamanla bu dokular kemikleşir. Manubrium'un üst sınırını yapan çentiğe incisura jugularis adı verilir. Incisura jugularis'in her iki yanında yer alan açıklıkları posterolaterale bakan artikuler çukurluklar (incisura clavicularis), clavicula ile eklemleşir. Manubrium ile 1. ve 2. kıkırdak kostanın üst bölümü eklemleşir. Corpus sterni ile 2. kostanın alt yarısı ve 3-7. kıkırdak kostalar eklemleşir. Proc. xiphoideus

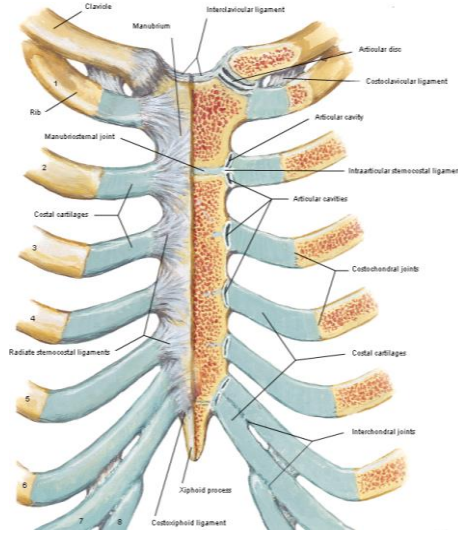
sternumun kostalarla eklemleşmeyen ve en çok varyasyon gösteren bir çıkıntısıdır (Arıncı ve Elhan 2014) (Şekil 10).



Şekil 10. Thorax önden görünüşü.

4.2.1.2.1. Sternum ve kostalar arasındaki eklemler ve bağlar:

1. kıkırdak kostanın sternum ile yaptığı eklem synchondrosis tipi olup, diğer 6 kıkırdak kosta sternum ile art. plana tarzı sinovyal eklem oluşturur. Bu sinovyal eklemler de ileri yaşlarda tamamen kemikleşebilir. Sternum ile kıkırdak kostalar arasındaki oluşan eklemler, dışta lig. sternocostalis radiatum adı verilen bağlarla desteklenmiştir (Arıncı ve Elhan 2014).



Şekil 11. Sternum ve kostalar arasındaki eklemler ve bağların önden görünüşü.

4.2.1.2.2. Kostovertebral eklemler ve bağlar:

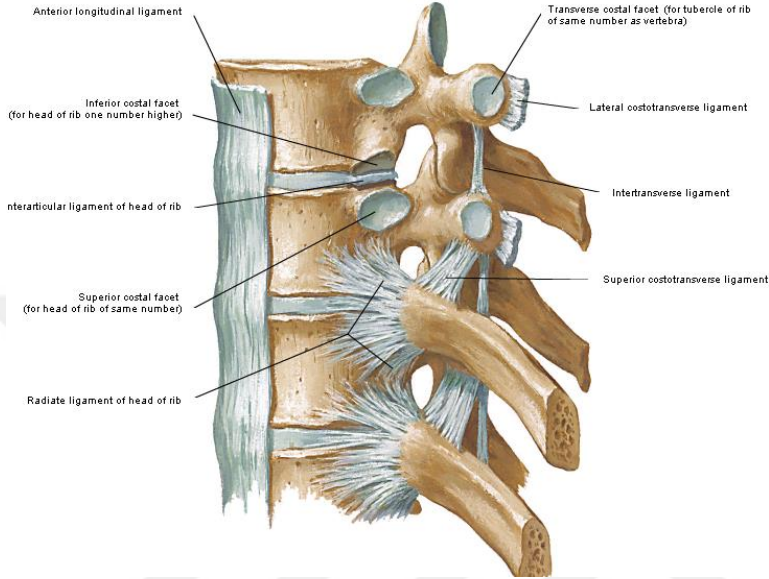
Kostalar ve vertebralar birbirleriyle art. capitis costae ve art. costotransversaria adı verilen eklemler oluşturur. Art. capitis costae, 2.-10. kaburgalar arasında caput costa üzerindeki bölünmüş eklem yüzleri iki komşu vertebrada bulunan eklem yüzleri (fovea costalis superior ve fovea costalis inferior) ile eklemleşir. Crista capitis costae'den discus intervertebralis'e uzanan ve eklem boşluğunu ikiye ayıran bağa ise lig. capitis costae intraarticulare denir. 1., 11., ve 12. kostalar tek bir omur gövdesi ile eklem yaparlar. Eklem kapsülleri ön taraftan lig. capitis costae radiatum denen bağlarla güçlendirilmiştir.

Art. costotransversaria, 1-10. kostaların tuberculum costae'sı üzerindeki facies articularis tuberculi costae ve omurların transvers çıkıntıları üzerindeki fovea costalis transversalis arasında oluşan eklemlerdir. 11. ve 12. kostalarda tuberculum costa bulunmadığından, bu ekleme rastlanmaz(Arıncı ve Elhan 2014).

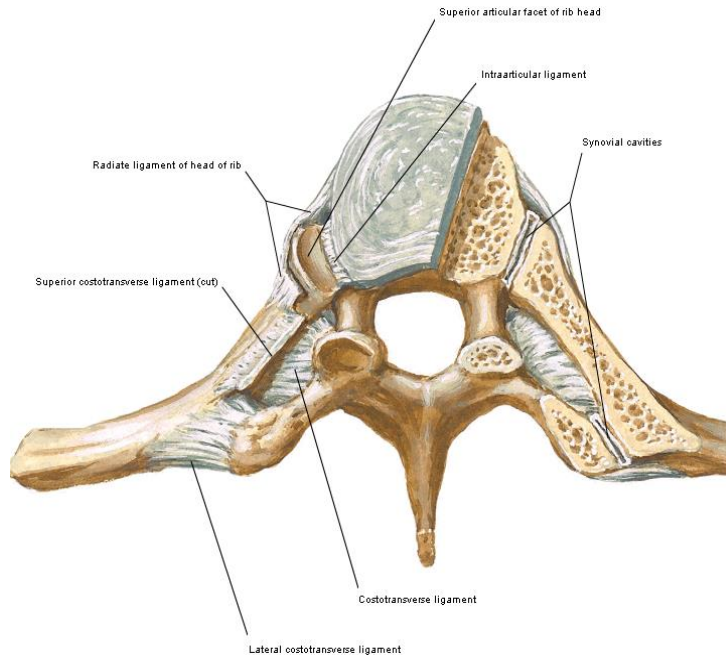
Eklem ve kapsüllerini dıştan güçlendiren üç tane bağ vardır. Bunlar;

- lig. costotransversarium laterale (omurların proc. transversus'u ile tuberculum costae arasında uzanır)

- lig. costotransversarium (collum costae ile proc. transversus arasında uzanır)
- lig. costotransversarium superius (collum costae ile bir üstteki omurun proc. transversus arasında uzanır).



Şekil 12. Kostovertebral eklemler ve bağları, dış-yandan görünüş.



Şekil 13. Kostovertebral eklemler ve bağları, üstten görünüş.

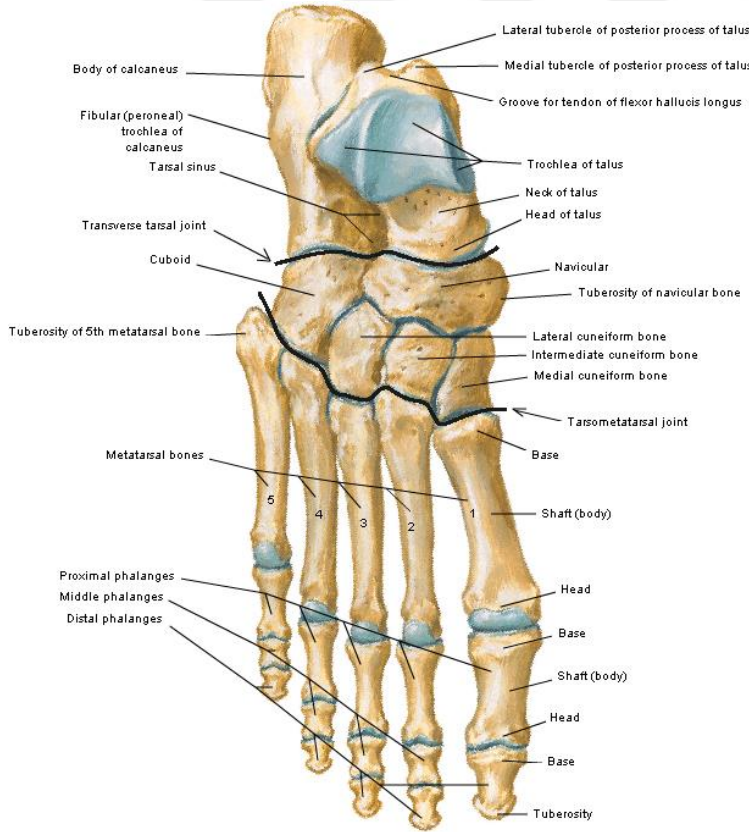
4.2.2. Ayak kemik, eklem ve bağları

Ayak anatomik olarak 3 bölümden meydana gelir. Toplam 26 kemikten oluşur (Şekil 14).

- Ossa tarsi, (ayak bilek kemikleri) 7 kemikten oluşur.
- Ossa metatarsi, (ayak tarak kemikleri) 5 kemikten oluşur.
- Ossa digitorum, (ayak parmak kemikleri) 14 kemikten oluşur.

Fonksiyonel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- Ard ayak (calcaneus ve talus)
- Orta ayak (os cuboideum, os naviculare, os cuneiforme mediale, os cuneiforme intermedium, os cuneiforme laterale ve ossa metatarsi)
- Ön ayak (phalanx proximalis, phalanx media ve phalanx distalis).



Şekil 14. Ayak kemiklerinin üstten görünüşü.

4.2.2.1. Ard ayak kemikleri

Calcaneus: Ayağın arka kısmında bulunan ayağın en büyük ve en kalın kemiğidir. Pozisyonu ve fonksiyonu itibariyle vücuda binen yük dağılımında önemli rolü vardır. Vücuttaki en kuvvetli tendonlardan biri olan aşıl tendonuna bağlanma noktası oluşturur. Talus ve cuboid kemikle eklem yapar (Şekil 14) (Arıncı ve Elhan 2014).

Talus: Calcaneus'dan sonra gelen ikinci büyük ayak kemiğidir. 3 bölümü vardır. Caput tali collum tali ve corpus tali. Trochlea tali olarak adlandırılan makara şeklindeki üst bölüm kırık doku ile kaplıdır ve tibia ve fibula için eklem yüzeyi oluşturmaktadır. Üstte tibia ve fibula, altta calcaneus, önde navicula ve cuboid kemikle eklenir (Şekil 14). Talus vücutta kas yapışmayan tek kemiktir (Arıncı ve Elhan 2014).

4.2.2.2. Orta ayak kemikleri

Os naviculare: Distal sıra tarsal kemiklerin arasında yer alır. Önde üç cuneiform arkada çaput tali ile eklenir. Navicula bazı ayak deformiteleri için ölçüm noktası oluşturur (Şekil 14).

Cuboideum: Tarsal kemiklerin lateralinde bulunur. Arkada calcaneus, medialinde 3. Cuneiform ve navicula, önde 4. ve 5. metatarsal kemiklerle eklenir (Şekil 14).

Cuneiforme: 3 adet cuneiform kemik medialden laterale cuneiform mediale, cuneiform intermedium ve cuneiform laterale olarak sıralanır. Cuneiform mediale, arkada navicula, önde 1. metatarsal ve 2. metatarsal kemikle ve lateralde cuneiform intermedium ile eklenir (Şekil 14). Cuneiforme intermedium, 3 kemiğin en küçüğü olup ortada yer almaktadır. Ön yüzü 2. Metatarsal kemikle, arka yüzü naviculare ile medial yüzü os cuneiforme mediale ile, lateral yüzü os cuneiforme laterale ile eklenir (Şekil 14). Cuneiforme laterale, bazen 2. ve 4. metatarsal kemiklerle de bağ yaptığı gözlenir. Bu kemik asıl önde 3. metatarsal, lateralde os cuboideum,

medialde os cuneiforme intermedium ile eklem yapmaktadır (Şekil 14)(Arıncı ve Elhan 2014).

Ossa metatarsi: 5 adet ve ince ve uzun yapıda olup içten dışa doğru numaralandırılmaktadır. İlk üçü medialde, son ikisi lateralde yer almaktadır. Proksimalden distale doğru incelen metatarsal kemiklerin proksimal uçlarına basis ossis metatarsi, distal uçlarına ise caput ossis metatarsi adı verilmektedir. Corpus ossis metatarsi adı verilen gövdeleri yuvarlak olup konveksliği dorsalde yer alan hafif bir yay çizer. Proksimal kısımlar birbirleriyle ve tarsal kemiklerle eklem oluşturmaktadır. Metatarsal kemiklerin sadece distal uçları yerle temas halinde bulunmaktadır(Standring ve Borley 2008).

4.2.2.3. Ön ayak kemikleri

Ossa digitorum: Phalanges adı verilen bu kemikler başparmakta 2, diğer parmaklarda 3 adet olmak üzere, toplam 14 adettir. Proksimal uçlarına basis phalangis, orta kısmına corpus phalangis, distal uçlarında caput phalangis adı verilir. Basis phalangisler metatarsal kemiklerin caput ossis metatarsi ile eklem yapmaktadır(Arıncı ve Elhan 2014).

4.2.2.4. Ayak eklem ve bağları

Art. talocruralis: Talocrural eklem tibia ve fibulanın distal uçları ile trochlea tali arasında oluşmuştur ginglimus tipi bir eklemdir. Bu ekleme iyi bir kemik ve bağ stabilizasyonu sağlar ve ayakta dururken gövdenin stabilizasyonuna yardımcı olur. Bununla beraber trochlea tali'nin şekline bağlı olarak (üst yüzün ön kısmı, arkaya göre yaklaşık 5-6 mm daha geniştir) eklemin kemik stabilizasyonu fleksiyonda ekstansiyona göre çok daha kuvvetlidir(Schünke ve ark 2006).



Şekil 15. Ayak eklem ve bağları, alttan görünüş.

- Lig. collaterale mediale: Deltoid ligaman olarak da adlandırılır. Bu bağ üçgen şeklinde geniş kuvvetli bir bağdır. Bu bağ 3 adet yüzeysel, 1 adet derin bölümde yer alan, toplam 4 yapıdan oluşmaktadır.
 - Pars tibionavicularis
 - Pars tibiocalcanea
 - Pars tibiotalaris posterior
 - Pars tibiotalaris anterior
- Lig. collaterale laterale
 - Lig. talofibulare anterius
 - Lig. talofibulare posterius
 - Lig. calcaneofibulare

Syndesmosis tibiofibularis: Tibia ile fibula'nın distal uçları arasında hemiarthrosis grubu olan bir eklemdir. Eklem konveks eklem yüzü fibula'da, konkav yüzüde tibia'da bulunur (Arıncı ve Elhan 2014).

Bağları

- Lig. tibiofibulare anterius
- Lig. tibiofibulare posterius

Artt. intertarsalia: Tarsal kemikler arasında oluşan eklemlerdir.

Art. subtalaris (Art. talocalcanea): Talus ve calcaneus arasında oluşan plana tipi eklemdir.

Bağları

- Lig. talocalcaneum laterale
- Lig. talocalcaneum mediale

Art. talocalcaneonavicularis ile art. subtalaris arasındaki boşluğa sinus tarsi denir. Bu aralıkta lig. talocalcaneum interosseum bulunur. Bu bağ talus ve calcaneus arasındaki en kuvvetli bağıdır (Linklater ve ark 2009, Perrich ve ark 2009). Sinus tarsi uzun ekseni boyunca geçen bir eksen etrafında eversiyon ve inversiyon hareketi yaptırır. Art. tarsi transversa ve art. talocalcaneonavicularis'te bu harekete katılır (Moore, 2013).

Art. tarsi transversa (Chopart eklemi)

Bu eklem art. talocalcaneonavicularis ve art. calcaneocuboidea adlı iki eklemden oluşur. Ayağın inversiyon ve eversiyonunda rol oynar. Kayma ve rotasyon hareketlerine izin verir. Ayrıca pronasyon ve supinasyona da katılır (Arıncı ve Elhan 2014).

a) Art. talocalcaneonavicularis bağları

- Lig. talocalcaneum interosseum
- Lig. talonaviculare
- Lig. calcaneonaviculare plantare
- Lig. bifurcatum (Lig. calcaneocuboideum, lig. calcaneonaviculare) (Melão ve ark 2009)

Art. subtalaris ile birlikte hareket eder. Belirli bir eksenini yoktur. Ayağın abduksiyon ve eversiyon hareketi bu eklemler üzerinden gerçekleşir (Standring ve Borley 2008).

b) Art. calcaneocuboidea bağları

- Lig. bifurcatum
- Lig. calcaneocuboideum plantare
- Lig. plantare longum (Melão, 2009)

Articulationes tarsometatarsales (Lisfranc Eklemi): 3 os cuneiforme ve os cuboideum ile metatarsal kemikler arasında oluşan plana tipi bir eklemlerdir. Lisfranc eklemi de denir.

Bağları

- Ligg. tarsometatarsalia dorsalia
- Ligg. tarsometatarsalia plantaria
- ligg. cuneometatarsalia interossea (Panchbhavi ve ark 2013)

Articulationes intermetatarsalis: Metatarsal kemiklerin proksimal uçlarının birbirlerine bakan yüzleri arasında oluşan plana tipinde eklemlerdir

Bağları;

- Ligg. metatarsalia interossea
- Ligg. metatarsalia dorsalia ve plantare (Arıncı ve Elhan 2014).

Articulationes metatarsophalangeae: Metatarsal kemikler ile proksimal phalanxlar arasında oluşan elipsoidea tipi bir eklemdir.

Bağları

- Ligg. plantaria,
- Lig. metatarsale transversum profundum
- Lig. collateralia

Articulationes interphalangea pedis: Başparmakta 1 diğerlerinde proksimal ve distal olmak üzere 2 adet bulunan ginglymus tipi eklemdir. Transvers eksen üzerinde fleksiyon- ekstensiyon hareketi yaptırır (Arıncı ve Elhan 2014)

4.3. Biyomekanik

4.3.1. Kuvvet nedir?

Belirli bir kütleyle sahip cisme hareket kazandıran veya cismin şeklini değiştiren etkiye kuvvet denir. Kuvvet'in birimi Newton (N) olarak tanımlanır. Kuvvet yönü ve şiddeti olan vektöriyel bir büyüklüktür. Dolayısıyla bir cisme etki eden kuvvet yönü doğrultusunda ve şiddetinin büyüklüğüne göre bir cismin şeklini veya pozisyonunu değiştirir. Newton'un 2. yasasına göre bir cisim üzerine uygulanan kuvvet, kuvvetin büyüklüğü ile doğru, kütlesi ile ters orantılı olarak cisme hız kazandırır. Bu hızın zamana bağlı değişimi cismin momentumunu verir (Knudson 2007).

Bir cisim üzerine etki eden kuvvetler ile cisim arasındaki ilişkiyi açıklayan ve Isaac Newton tarafından tanımlanmış hareket ile ilgili 3 yasa bulunmaktadır:

1. Yasa (eylemsizlik yasası): Bir cisim üzerine dengelenmemiş bir dış kuvvet etki etmedikçe, cisim durumunu (hareketsizlik veya sabit hızlı hareket) korur.
2. Yasa: Bir cisim üzerindeki net kuvvet, cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımına eşittir.

3. Yasa: Bir cisme etki eden kuvvete, eşit, zıt yönde ve aynı doğrultuda tepki kuvveti vardır (etki-tepki) (Knudson 2007).

Gözlenebilir hızlarda geçerliliği deneysel olarak ispatlanmış olan bu yasalar, mekaniğin temelini oluşturmaktadır ve biyomekanik olarak ifade edilen, mekaniğin canlı sistemler üzerine uyarlamalarında da geçerlidir.

Cisimler çeşitli kuvvetlerin etkisi altında kalabilir. Doğal ortamda cisimlere etki eden çeşitli dış kuvvetler mevcuttur. Vücudun veya bir cismin ağırlığı, onu yere doğru çeken bir kuvvettir. Bu kuvvete aynı zamanda yerçekimi kuvveti de denmektedir. Ağırlık olarak ifade edilen aslında, vücuda temas etmese bile dünyanın tüm cisimlere uyguladığı bir kuvvettir ve yönü daima dünyanın merkezine doğrudur. Burada Newton'un 3. yasası geçerlidir. Yani dünyanın vücudumuza uyguladığı kuvvete eş ve zıt yönde karşı kuvveti, vücudumuz da dünyaya uygulamaktadır.

İnsan vücudu söz konusu olduğunda, vücuda etki eden iç kuvvetlerden bahsetmek gerekir. Bu kuvvetlerin en önemlisi kaslar tarafından meydana getirilir. Kaslar başta yerçekimi kuvveti olmak üzere vücut kütlesi üzerine etki eden kuvvetlere karşı koymakta ve böylece postürün ve dengenin sağlanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Aynı zamanda en basitinden en karmaşığına kadar vücudun tüm hareketlerinin yapılmasında kaslar rol oynamaktadırlar. Yüz ifadesi, konuşma gibi yüksek beyin fonksiyonlarının ifadesinde yine kaslar söz konusudur. Harekette rol oynayan kaslar, genellikle kemiklere tendonlar aracılığıyla doğrudan veya fasyalar aracılığı ile dolaylı olarak tutunarak, eklemlerde farklı kaldıraç mekanizmalarını kullanarak hareketi sağlarlar. Tabii ki sabit konumda vücudun tümünün veya çeşitli hareketler sırasında bazı vücut bölümlerinin tespit edilmesinde kasların önemli rolü vardır.

Basınç vücuda uygulanan kuvvetle ilişkili bir terimdir. Basitçe dikey olarak bir yüzeye uygulanan kuvvetin, birim alana bölünmesi ile elde edilen değer basıncı vermektedir. Özellikle çalışma konumuzla ilgili olarak ayak tabanının ister ayakta sabit dururken, ister ise yürüme sırasında yer ile doğrudan etki-tepki etkileşimi, ayak tabanında bir basınç dağılımına neden olur. Basınç uygulanan alanın büyüklüğü ile ilişkilidir (Okuno ve Fratin 2014).

Ağırlık merkezi (centre of mass-COM) homojen bir cismin geometrik merkezi olarak tanımlanabilir. Düzensiz bir cisimde, örneğin insan vücudunda COM söz konusu olduğunda, vücuda her yönden etki eden tüm gravitasyonel kuvvetlerin toplamından söz etmek gerekir. Burası bir nokta olarak hayal edildiğinde, yerçekiminin uygulama noktası olarak ifade edilir. Bu nokta vücudun tüm yönlerde dengede olduğu bir noktadır ve yaklaşık olarak ayaktan itibaren vücut yüksekliğinin %56 sında, ön-arka mesafenin ortasında bir yerdedir(Tözeren 2000, Johnson 2007, Okuno ve Fratin 2014, Peterson ve ark 2014). Ayakta dik duran bir kişide ağırlık merkezinin vertikal vektörü iki ayak ve bunlar arasındaki alanda bir sanal nokta olarak tanımlanabilir.

4.3.2. Hareket nedir?

En basit tanımla bir cismin çeşitli kuvvetlerin etkisiyle, etki eden kuvvetin veya farklı yönlerdeki kuvvetlerin bileşkesi yönünde yer değiştirmesidir. İnsan vücudu söz konusu olduğunda vücudun bütününe veya belirli uzuvların referans noktaya göre yer değiştirmesine hareket diyebiliriz. Vücudun veya bölümlerinin hareketi dış kuvvetlerin etkisiyle olabileceği gibi, çoğunlukla bu kuvveti vücutta yer alan kaslar oluşturmaktadır. Kasların istemli, otomatik veya refleks kontraksiyonları amaca veya vücudun yararına uygun hareketlerin yapılmasını sağlar. Hareketin yapılması sırasında statik veya dinamik postürün sağlanmasında, belirli vücut bölümlerinin tespitinde yine kasların önemli rolü vardır. Sadece hareket değil aynı zamanda vücuda etki eden gravitasyonel kuvvetlerin dengelenmesinde ve bu sayede iki ayak üzerinde dengede kalabilmek bakımından da kaslar önemli rol oynamaktadır.

4.3.3. Biyomekanikğin temel prensipleri

Mekanik, kuvvet veya çeşitli kuvvetlerin etkisi altındaki cisimlerin sabit veya hareketli durumlarını inceleyen bilim dalıdır. Mekanik biliminde kuvvet etkisi altında kalan cisim meydana getiren tüm parçaların birbirine göre izafi olarak şekil

değiştirmedeği duruma “katı cisimler mekaniği” ve bu cisme de “katı cisim” denir. Katı cisim ideal bir cisimdir ve gerçekte böyle bir cisim yoktur. Tüm cisimler kuvvet etkisi altında elastik veya plastik (deformasyon) şeklinde değişime uğrarlar(Awrejcewicz 2012, Ünal ve ark 2016).

Canlı sistemler üzerine uyarlanan mekanik, biyomekanik olarak ifade edilebilir. Mekanik prensiplerinin biyolojik sistemlerdeki problemleri çözmek üzerine uyarlanmasında, kütle, zaman ve mesafe gibi temel değişkenler biyomekanikte de geçerlidir. İnsanlarda özellikle hareket sistemini ilgilendiren katı vücut modellemeleri, katı cisimler mekaniğinin iki temel alt bölümü olan statik ve dinamik olarak incelenebilir:

1-Statik katı cismin (vücudun) durağan veya sabit bir hareket halindeki denge durumunu inceler

2-Dinamik ise çeşitli kuvvetlerin etkisiyle hızlandırılan katı cismin (vücudun), hareket halindeki denge durumunu inceler. Dinamik temel olarak kinematik ve kinetik olarak 2 alt gruba ayrılabilir:

Kinematik hareketin tanımlanmasıdır. Vücudun veya vücut bölümlerinin doğrusal ve/veya açısal hareketlerini tanımlar.

Kinetik ise hareketi oluşturan veya etkileyen sebepleri inceler. Bu bağlamda, örneğin yürüme sırasında ayak tabanı ile yer arasındaki kuvvetler hareketi etkileyen faktörler olarak kinetiğin konusuna girmektedir(Awrejcewicz 2012).

Biyomekanik uygulamalarında geçerli bazı prensipler bulunmaktadır. Bunlar:

1-Kuvvet-hareket: Ayakta dik duruş sırasında ağırlık merkezinin izdüşümü (COG), yer tepki kuvveti (ground reaction force-GRF) sayesinde iki ayak arasında dengededir. Bu durumda vücuda etki eden horizontal ve vertikal kuvvetler küçüktür. Vücudun konumunu değiştirmek istediğimizde dengelenmemiş kuvvetler vücuda etki eder ve bu durumda bacakların oluşturması gereken kuvvet daha büyük olmalıdır.

2-Kuvvet-zaman: Hareketin büyük oranda değişikliği bir anda olmaz. Böyle bir değişikliğin zamana bağlı olduğu açıktır. Böyle bir durumda sadece vücudun

hareketini arttıran kuvvet miktarı değil, aynı zamanda uygulandığında bir hareketi etkileyen kuvvetin etki süresi de önemlidir. Bu durumu Newton'un 2. yasası ile açıklamak mümkündür.

3-Eylemsizlik: Newton'un 1. yasası ile açıklandığı gibi eylemsizlik, bir cismin veya vücudun konumunu değiştirmeye karşı gösterdikleri direnç olarak tarif edilir. Bazen enerjinin bir vücut bölümünden diğerine aktarılmasında kullanılabilir.

4-Hareket genişliği (range of motion-ROM): Vücut bölümlerinin doğrusal veya açısal hareket genişliği olarak ifade edilebilir. Farklı hareketler daha büyük hız ve kuvvet oluşumu için, farklı vücut bölümlerinin daha fazla hareket genişliğine ihtiyaç duyarken, bazı hareketlerde bu hareket genişliğinin daha kısıtlı olması gerekir.

5-Denge: Vücudun ağırlık merkezi vertikal izdüşümünün destek taban alanı içinde tutulabilmesidir. Denge açısından bakıldığında, postürde kararlılık ve hareketlilik birbirleriyle ters ilişkili kavramlardır. Destek taban alanının küçüldüğü durumlarda kararlılık azalırken, bu durum hareketliliğin artmasına yardımcı olabilmektedir (sprinterin başlangıçtaki pozisyonunda olduğu gibi).

6-Koordinasyon: Kas faaliyeti ve vücudun farklı bölümlerinin hareketinin zamanlaması koordinasyon olarak adlandırılır. En iyi kas faaliyeti veya segmental hareketin zamanlamasının belirlenmesi hareketin amacına bağlıdır.

7-Segmental etkileşim: Vücut üzerine etkili olan kuvvetler, vücut bölümlerini birbirine bağlayan eklemler gibi oluşumlar sayesinde, bir bölümden diğerine transfer edilebilirler. Burada aynı zamanda segmental momentum transferi, vücudun farklı bölümlerinin konumunu değiştirmek suretiyle sağlanabilir. Aynı zamanda farklı açısal ve rotasyonel hareketlerin yapılmasında segmental etkileşim sık olarak kullanılmaktadır.

8-Öngörü: Belirli bir amaca yönelik hareketin yapılması sırasında, gereken açısal öngörü ve kuvvet öngörüsü olmadan hareketin başarıya ulaşması mümkün olamaz. Örneğin bir basketbolcu potaya olan mesafeyi, bu mesafeye gönderilecek topun ağırlığını ve gereken kuvveti öngörmek zorundadır.

9-Dönme: Özellikle toplu sporlarda öngörünün bir parçasıdır. Örneğin topa verilecek dönme hareketi, topun seyrini ve ona uygulanacak kuvveti değiştirecek bir özelliktir (Knudson 2007).

4.3.4. Omurga biyomekaniği

Omurga 24 ayrı vertebra ve ek olarak sacrumdan oluşmaktadır. Bu kolon medulla spinalis'i korur, gövdeye hareket kabiliyeti sağlar, gövde ve başın yükünü alt ekstremitelere aktarılmasında rol oynar. Omurga sagittal düzlemdeki fizyolojik eğrilikler ve vertebraların arasını dolduran esneyebilen intervertebral diskler ile kompleks bir yapı haline gelmekte ve şok abzorbe edici görev alarak şok dalgalarının beyine ulaşmasına engel olmaktadır. Omurganın stabilitesi pasif olarak intervertebral diskler ve bunları saran ligamentler, spinal kaslar ile sağlanmaktadır.

Omurga servikal, torakal, lomber, sakral olarak 4 bölgeye ayrılmaktadır. Servikal ve lomber bölgeler diğer bölgelere göre daha hareketli ve travma, dejenerasyon ile daha çok ilgili olmaktadır. Torasik bölge göğüs kafesinin bir parçası olmakla birlikte, bu yapının doğası itibarıyla daha az mobilite gösterir. Sakral ve koksigeal bölge birleşmiş olan vertebraları içermekle birlikte sakroiliak eklemleri oluşturarak pelvisin yapısını meydana getirir.

Hareket segmenti, 2 vertebra ve arasını dolduran bağ dokudan oluşan birimdir. Servikal 1 ve 2. vertebra, atlas ve axis olarak adlandırılmakta ve özel bir eksene sahip olarak başın rotasyonuna izin vermektedir. Diğer servikal, torakal ve lomber vertebralar yük aktarımında önemli olan corpus vertebralar ve kasların tutunmasında rol alan spinöz çıkıntı ve transvers çıkıntılara sahiptir.

Vertebra cisimleri vücut ağırlığı ve kasların oluşturduğu kompresif yüke karşı direnecek şekilde gelişmiştir. Servikalden lomber bölgeye doğru bu yapının boyutları artış gösterir. İç kısmı trabeküler yapıda kemikten, dış kısmı ise sert bir kemikten oluşur. Bu sert kemik kabuk yapı sadece 0,35-0,5 mm kalınlıktadır. Trabeküler kemik

vertikal kompresif yüklere karşı, sert kemik ise torsiyon ve kesme kuvvetlerine karşı direnç oluşturur (Panjabi ve ark 1976). Vertebral dayanım değişik testlerde çok değişik sonuçlar alınmıştır. Bunun sebebi kemik dansitesinin değişikliği, kemiğin yapısı ve vertebranın geometrisindeki farklılıklar sebebiyledir (Bürklein ve ark 2001). Vertebral direnç ile volumetrik kemik yoğunluğunun güçlü korelasyon gösterdiği ve vertebrada yorulma süresinin siklik uygulanan yükün yoğunluğu ve kompresif yükün süresine göre değişiklik gösterdiği ortaya konmuştur(Crawford ve ark 2003).

İntervertebral disk kompresyon, bükülme, döndürme kuvvetlerine karşı direnç sağlar. Dönme ve bükülmeye karşı direnç anulusu saran ligamentlerce sağlanır. Aksiyel yükler nukleus pulposus'un yüke maruz kalmasıyla oluşur ve yapısı gereği dairesel oluşan bu basınç, etrafındaki annulus fibrosus ile soğurulur. Nukleus pulposus'a uygulanan yükün 4-5 kat daha fazlası annulus fibrosus'a stres yükü olarak aktarılır (Galante , Brinckmann ve ark 1983).

Yük paylaşımı faset eklemlerde, direk veya matematiksel modellerle ölçülebilir. Hiperekstensiyon durumunda faset eklemlere %30 civarında yük binmekle birlikte, dik dururken oluşan kompresif yük %10-20 olmaktadır. Öne doğru fleksiyon pozisyonunda faset eklemler, ön makaslama yüklerinin %50 sine kadar dayanım göstermekte ve 2000 N yüke direnebilmektedir (Cyron ve ark 1976).

Omurgada yer alan ligamentlerin gerilme özellikleri ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, ligamentlerin gerilim miktarına bağlı olarak başlangıçta ortaya çıkan nötral bölgede düşük bir gerilim varken, gerilim arttıkça elastik bölgeye geçilir ve bu bölgede kuvvet ile gerilim arasında lineer bir ilişki vardır. Bu noktaya kadar ligamentlerin durumu fizyolojik sınırlar içerisindedir. Gerilim daha fazla artar ise deformasyonun geri dönüşümsüz olduğu plastik durum ortaya çıkar(Tkaczuk 1968, Panjabi ve ark 1976).

Kaslar, omurganın mekanik cevabını büyük ölçüde etkiler. Kompresif kuvvetler, omurganın hareketli segmentlerinde sertleşmeye neden olur(Boos ve Aebi 2008). Omurga dik postürü sırasında kasların faaliyeti ekonomik seviyede olup, omurgayı oluşturan vertebraların diziliminde meydana gelebilecek değişiklikler kasların iş yükünü arttırır(Pesce ve ark 2013). Bu durumda omurganın farklı düzlemlerdeki

deformasyonları, kasların omurga üzerindeki etkilerinin de asimetrik olmasına neden olabilecektir.

4.3.5. Denge

Yukarıda anlatıldığı gibi insan vücudu üzerine çeşitli kuvvetler etki etmektedir. Bu kuvvetlerin başında yer çekimi gelmektedir. Bipedal bir canlı olan insanın iki ayak üzerinde durması evrimsel süreçte önemli yapısal ve nörolojik gelişmeleri gerektirmiştir. Zaten kararsız bir yapıda bulunan ve ağırlık merkezinin omurganın önünde yer alması nedeniyle öne devriye olmaya müsait vücut yapısı, aynı zamanda küçük bir destek taban alanı (DTA) nedeniyle dik duruşun sürdürülmesinde quadripedal canlılara göre çok daha zor bir biyomekanik tasarımıdır. Bir cismin statik pozisyonda ağırlık merkezi vektörünün destek taban alanı içinde bulunduğu durumda dengede olduğundan bahsederiz. İnsan vücudu için söz konusu olduğunda denge, ayakta sabit dik duruşta ağırlık merkezinin vertikal izdüşümünün iki ayak ve bu ayaklar arasında kalan alan içinde tutulabilmesi yeteneği olarak tanımlanabilir.

Denge durumu ve kararlılık başlıca 4 faktöre bağlıdır:

- 1- Yere göre ağırlık merkezinin yüksekliği
- 2- Destek taban alanının büyüklüğü
- 3- Ağırlık merkezi vertikal izdüşümünün destek taban alanı içindeki lokasyonu; vertikal izdüşüm destek taban alanının merkezine ne kadar yakınsa kararlılık o kadar fazladır.
- 4- Vücudun ağırlığı ne kadar fazlaysa, kararlılık o kadar fazladır.

Vücut, ağırlık merkezi üzerine etki eden kuvvetlerin toplamının sıfır olduğu durumda denge durumundadır(Okuno ve Fratin 2014).

4.3.6. Postür ve postürel kontrol

Postür vücudun bütününün herhangi bir zaman dilimindeki pozisyonu veya vücut parçalarının birbirlerine göre durumlarını ifade eden bir terimdir. Bu durum bilinçli veya bilinç dışı oluşabildiği gibi sadece hareket değil aynı zamanda duygulanım ve kültür ile de ilgili olup, çevresel faktörlerden etkilenebilir. İster isteğimiz ile ister isteğimiz dışında olsun, postürün oluşumu, sürdürülmesi ve değiştirilmesi nöromuskuler mekanizmalar vasıtasıyla olmaktadır.

Vücut denge durumunda kalmak için, çeşitli reseptörler tarafından sağlanan geribildirim merkezi sinir sisteminde değerlendirilerek, kaslara sürekli uyarılar gönderir. Böylece ağırlık merkezi vektörü destek taban alanı içinde tutulmaya çalışılır. Postürel kontrolü sürdürmek bakımından temel 2 strateji mevcuttur:

1- Telafi edici (reaktif) postürel kontrol stratejisinde, beklenmeyen etkiye karşı bir hareket veya kas cevabı olur. Daha önceden tecrübe edilmeyen ve beklenmeyen bir kuvvet etkisinde denge ve postür bozulduğunda, denge ve postürün tekrar sağlanmasına yönelik merkezi sinir sisteminin komutları ile kaslarda ortaya çıkan kasılmalar bütünüdür.

2- Öngörülen (prediktif) postürel kontrol stratejisinde ise, öngörülen postürel bozukluğu önlemeye yönelik istemli hareket veya kas aktivitesinde artış olmalıdır. Daha önceden denge ve postürün bozulmasına neden olduğu tecrübe edilen bir durum öncesinde, merkezi sinir sisteminin tekrar bu durumun oluşmasını önlemeye yönelik kontrol mekanizmaları ile oluşturduğu kas faaliyetleri bütünü söz konusudur.

Gerektiğinde bu iki stratejinin birlikte kullanılması ile postürel kontrol sağlanmaktadır (Gollhofer, 2013).

Merkezi sinir sistemi postürel kontrolü sağlamak için 4 temel geribildirim kaynağından faydalanmaktadır:

1- Görme duyusu

2- Vestibuler sistem

3- Proprioseptif duyu

4- Taktıl duyu

1- Görme duyu, kişinin bulunduğu ortamı algılaması ve çevredeki oluşumlarla arasındaki mesafe konusunda fikir sahibi olmasını sağlayarak, dengeye ve postürel kontrole katkı sağlar. Özellikle retinanın periferik alanı bu konuda öne çıkmaktadır. Periferik retinanın, sadece görme alanındaki cisimlerin mesafesi ile değil, daha önemlisi, görme alanının hareketi ile yakından ilgili olduğu ve bu durumda sadece primer görme alanının değil, aynı zamanda prefrontal korteks, pariyetal korteks ve bilateral serebellar korteks ile de bağlantılarının olduğunu göstermektedir. Görme alanının hareketinin (moving room) denge bozukluklarına neden olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Lee ve Aronson 1974). Görme duyusunun spinal reflekslerle de bağlantıları bulunmaktadır. Gözleri kapatılan bir kişide, postürel kontrolde önemli rol oynayan soleus kasına ait H-refleksinin azaldığı ve postürel salınım arttığı gösterilmiştir (Earles ve ark 2000).

2- Vestibüler sistem bakış ve postürel kontrolde önemli rol oynamaktadır. Üç boyutlu olarak özellikle başın rotasyonel ve lineer hareketlerine duyarlı reseptörlerin yer aldığı vestibuler yapılar, serebral ve serebellar alanlarla karşılıklı bağlantılara sahiptir. Utriculus ve sacculus statik, semisirküler kanallar ise dinamik olarak baş pozisyon ve hareketine duyarlıdır. Bu reseptörlerden çıkan ve vestibuler çekirdeklere giden uyarılar, postürel kontrol ve okulomotor kontrol bakımından önemli rol oynarlar. Bu kontrol mekanizmalarında vestibulookuler, vestibulokollik ve vestibulospinal refleksler yer alır. Vestibulospinal refleks, bilateral olarak daima aktif olup, medulla spinalis ön kordonunda ipsilateral aşağı uzanarak ekstensor motonöronları uyarır(Gollhofer, 2013).

3- Proprioseptif duyu diğer faktörler olmadığında bile dik postürün sürdürülebilmesine olanak sağlayan geribildirim sağlar. Bu geri bildirim intrafusul kas içciklerinden gelen grup Ia ve II afferentler ile kas tendonlarındaki golgi tendon organlarından gelen grup Ib afferentleri vasıtasıyla merkezi sinir sistemine iletilir. Özellikle ayakta dik duruşta ayak bileği eklemi proprioepsiyonu bu bakımdan önemli

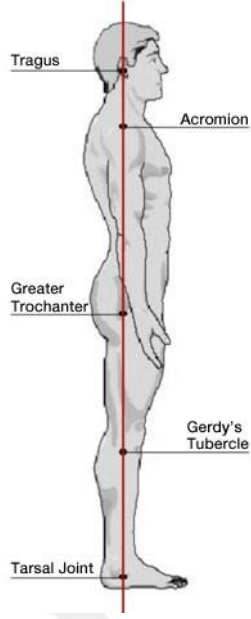
rol oynar (Gollhofer, 2013). Yanı sıra boyun kasları da, özellikle kas iğcikleri bakımından zengindir. Boyunla ilgili koordinasyon egzersizlerinin postürel salınımı azalttığı gösterilmiştir (Jull ve ark 2007).

4- Taktil duyular tam olarak net olmasa da, özellikle ayak tabanı derisindeki temas ve basınç ile hafif teması algılayan reseptörlerin, özellikle ayak tabanına yüklenme ve her iki ayak arasında yük dağılımının düzenlenmesinde rol oynadıkları düşünülmektedir. Ayak tabanında hassasiyetin azaldığı durumlarda, hassasiyetin azaldığı tarafa yüklenmenin görece azaldığı ve gövdenin sağlam taraftaki kalçaya doğru kompensatuvar bir yüklenme yaptığı gösterilmiştir (Horak ve ark 1990). Yine taktil duyuların vücudun bütünü veya bir bölümünde azaldığında, kişinin uzuv büyüklüğü ile ilgili oryantasyonunu bozulduğunu, lokal anestezi yapılan insanların tecrübe ettiği bir gerçektir. Tüm bunlar postürel kontrolün sağlanmasında deriden gelen informasyonun rol oynadığını göstermektedir.

4.3.7. Ayakta dik duruş

Postürün en kolay tanımlanabileceği pozisyon ayakta hareketsiz dik duruştur. Bu durumda vücut çok hafif salınım dışında hareket etmez. Bu sayede sağlıklı veya patolojik sorunu olan bir kişinin postürel değerlendirmesi oldukça kesin bir şekilde yapılabilir. İdeal dik duruş için şu belirli noktalardan geçen hat üzerinde dizilim olmalıdır:

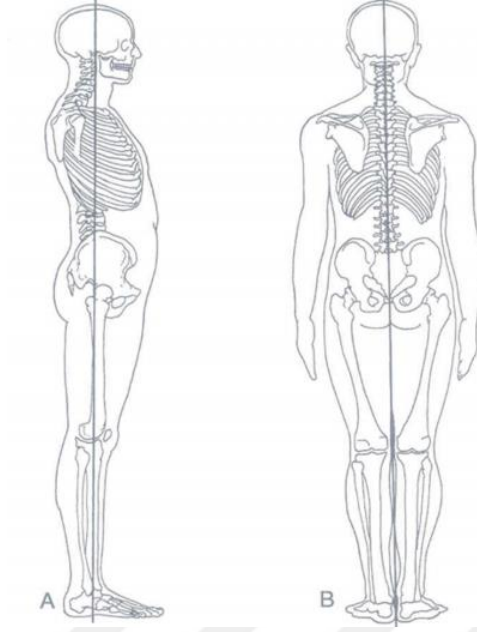
Lateralden bakıldığında vertikal hat (yerçekimi hattı) koronal sütürün arkasından, meatus acusticus externus'tan, dens axis'ten, kulak memesi, acromion'un ucu, torakal vertebraların önünden, lumbal vertebraların cisimlerinin ön bölümünden, promontorium'dan, (pelvisin ortasından), trochanter major'dan, patellanın hafif arkasından, nötral pozisyondaki ayakta malleolus lateralis'in hafif önünden geçer (Şekil 16).



Şekil 16. Ayakta dik duruş, lateral görünüm. Vertikal hat kırmızı çizgi ile gösterilmektedir.

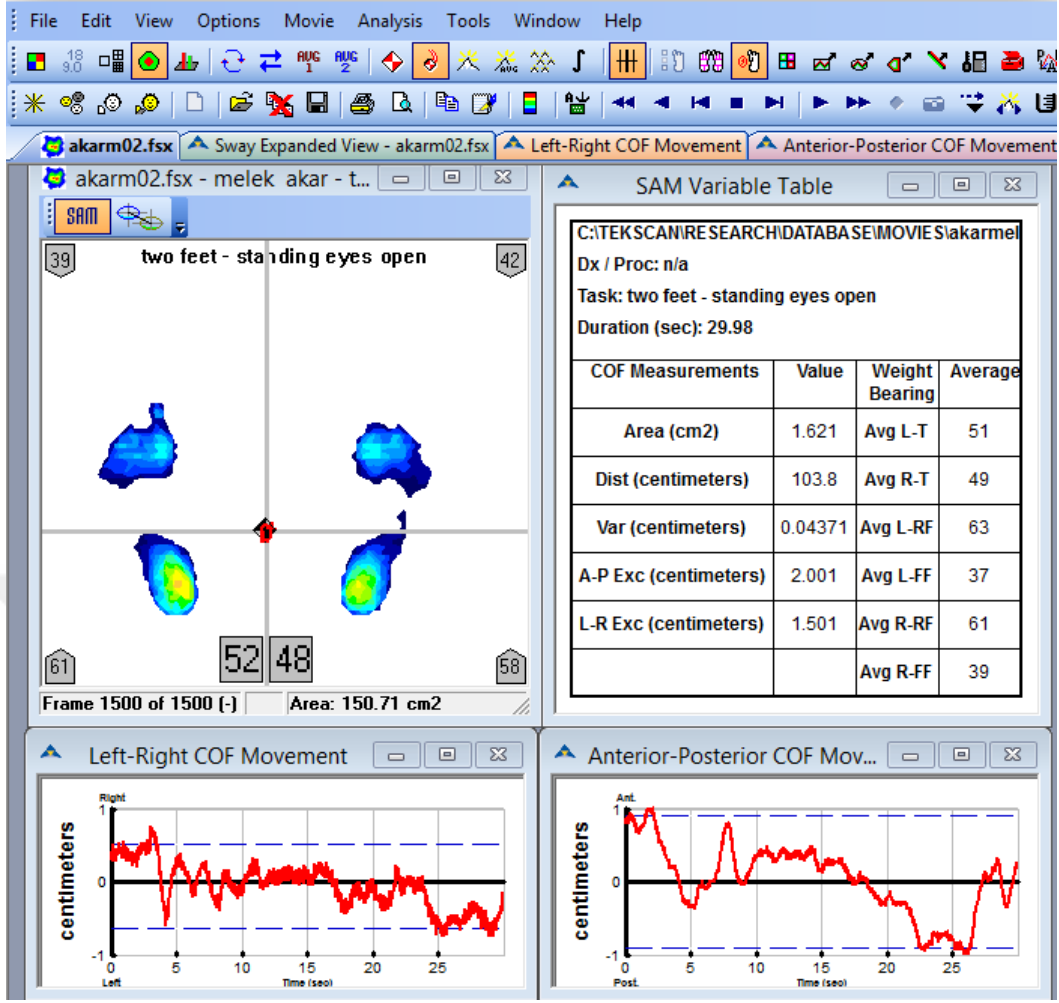
Önden bakıldığında vertikal hat median düzlemde yer alır ve vücut iki eşit parçaya bölünür. Baş dik ve ortada, omuzlar eşit seviyede ve düzlemde, sternum orta hatta her iki spina iliaca anterior superior aynı seviyede ve düzlemde, uyluklar hafifçe birbirinden ayrı, dizler aynı düzeyde ve belirgin uzaklık veya temas olmamalı, ayağın normal kavisleri olmalı ve ayaklar hafif abduksiyonda olmalıdır.

Arkadan bakıldığında vertikal hat midsagittal düzlemde yer alır ve vücut iki eşit parçaya bölünür. Baş dik ve ortada, omuzlar eşit seviyede ve düzlemde, processus spinosus'lar orta hatta her iki spina iliaca posterior superior aynı seviyede ve düzlemde, uyluklar hafifçe birbirinden ayrı, dizler aynı düzeyde ve belirgin uzaklık veya temas olmamalı, calcaneus düzgün olmalı (Şekil 17) (Lippert 2011).



Şekil 17. Düzgün postürde vertikal hattın yandan ve arkadan görünümü.

Dik duruş sırasında sağlıklı bir insanda, COG izdüşümü destek tabanı içinde ön-arka (A-P) ve sağ-sol (L-R) yönde salınım yapmaktadır. Bu durum, vücudun denge kontrol sisteminden gelen hata uyarılarına karşı oluşturduğu düzeltme hareketleridir. Bu hareketlerden A-P salınım özellikle ayak bileği üzerine etkili olan plantar fleksör ve dorsifleksör kasların aktiviteleri ile kontrol edilirken (Horak ve Nashner 1986), L-R yöndeki salınım kalça abduktor ve adduktorleri ile kontrol edilmektedir (Resim 1) (Winter ve ark 1996).



Resim1. Statik denge (salınım) analizi ekran görüntüsü.

4.3.8. Yürüme

Ayakları kullanarak bir yerden diğerine hareket etmenin bir yoludur. Genellikle istemli başlatılan ve müdahale edilebilen otomatikleşmiş bir harekettir. Yürüme tarzı kişiye özgüdür ve kişinin ruhsal durumundan dahi etkilenir. Yürüme temelde alt ekstremitelerin gerçekleştirdiği bir hareket olsa da, denge ve postürün önemi dolayısıyla gövde başta olmak üzere tüm vücudu ilgilendirir.

Bir yürüyüş döngüsü, bir ayağın yere temasından, aynı ayağın tekrar yere temasına kadar geçen süre olarak tanımlanabilir. Bu döngü iki adım içerir. Adım uzunluğu, bir yürüyüş döngüsü sırasında kat edilen mesafedir (Lippert 2011).

Yürüme döngüsünün 2 temel evresi vardır:

1- Duruş (stance) evresi: Yürüme döngüsünün yaklaşık %60 lık bölümünü oluşturur. Bir ayağın topuğunun yere vurması ile başlar ve ayakucunun yerden temasının kesilmesine kadar sürer.

2- Sallama (swing) evresi: Ayakucunun yerden temasının kesilmesinden, tekrar aynı ayağın topuğunun yere temasına kadar geçen, yer temasının olmadığı evredir (Lippert 2011).

Spinal deformiteler mörömskuler patolojiler serebral ve serebellar disfonksiyonlar ortopedik problemler gibi birçok neden sayılabilmektedir. İnsan saydığımız bu patolojilere çeşitli kompensasyonlar geliştirmiştir. Bu kompensasyonlar sayesinde ayakta dengede durabilmektedir. Vücutta en net görülebilen kompensasyon ayaklarda oluşmaktadır. Çünkü ayaklarda oluşan basınç ayakta duruş ve normal yürüyüş esnasında yer reaksiyon kuvvetine eşittir. Böylelikle gelişen anormal duruş ve yürüyüş paternleri ayaklarda eşit olmayan bir yük dağılımına neden olmaktadır. Bu da zamanla ayak biomekaniğini bozmakta ve çeşitli deformitelere sebep olmaktadır. Bu anlamda günümüzde bu konuyla ilgili birçok çalışmalar yapılmakta ve bu yük dağılımını belirlemede çeşitli pedobarografi cihazları kullanılmaktadır.

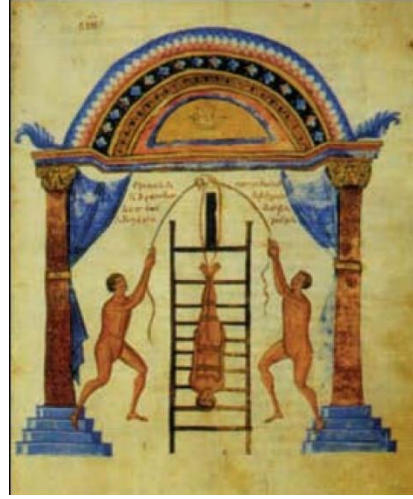
4.4. Skolyoz

Skolyoz omurganın lateral deviasyon ve aksiyel rotasyonu ile karakterize bir omurga deformitesidir. Diğer bir ifade ile, frontal planda omurga eğriliğinin 10 erecenin üzerinde olması, 3 boyutlu olarak da orta hattan omurganın deviasyonu, eğriliğin en tepe noktasındaki vertebranın transvers düzlemde maksimal rotasyonu ile karakterizedir (Stokes ve ark 1986). Antik Yunan da tanımlanmasından günümüze anatomik ve yapısal değişimler tanımlanmış olmasına rağmen, etyolojisi konusundaki araştırmalar devam etmektedir. Etyolojik olarak nöromüsküler, konjenital ve sendromların eşlik ettiği olgular da görülmesi ile birlikte, bu hastaların çok büyük bir

kısımında etiyoloji saptanamayarak idiyopatik olarak sınıflandırılmaktadır (Newton ve O'Brien 2011).

Omurga deformiteleri birçok kültürü etkilemiştir. Bu konuda en eski kayıtlar Hindu kutsal kitabı olan Srimad Bhagwad Mahapuranam (milattan önce 3500-1800 arası) da rastlanmaktadır. Kitapta skolyozu olan bir kadın çenesinden bağlanıp, bastırarak ve ileriye doğru çekilerek deformitenin tedavi edilmeye çalışıldığı görülmektedir (Kumar 1996). Antik Yunanda MÖ 1600 de Santorini adalar grubunda yer alan Akroitiride, “Boks Yapan İnsanlar” freskinde günümüz medikal standartlarına göre teşhis edilebilir bir spinal deformite resmedilmiştir. Yıllar sonra antik Yunanda hekim olan Hipokrat spinal anatomiyi tanımlamış ve deformitelerin düzeltilmesi için çeşitli araçlar tasarlamıştır. Kendi adını taşıyan insanların ayaklarından asılarak traksiyon ve manipülasyon yapıldığı hipokratik ladder bu dönemde kullanılmıştır (Resim 2). Daha sonra gelen yine antik Yunan hekim Galen vertebral kolon ve spinal sinirlerin detaylı anatomisini çıkartarak traksiyonun yanı sıra bastırarak ve derin nefes egzersizleri ile spinal deformiteleri tedavi etmeye çalışmıştır (Resim 3) (Moen ve Nachemson 1999).

16 yüzyılda Ambroise Pare tarafından skolyoz tedavisinde destekleyici cihazlar ilk defa kullanılmaya başlanmıştır. Demirden bir korse ile koronal plandaki deformiteler tedavi edilmeye çalışılmıştır. 1800 lü yıllarda Lewis Albert Sayre tarafından aksiyel traksiyon için alçı kullanılmıştır ve kalıplar alınarak destekleyici tedavi kişiye özgü hale gelmiştir (Risser 1964). Günümüz modern tıbbında spinal deformiteler, destekleyici cihazlar, traksiyon, kişiye özgü kalıplar ve cerrahi ile düzeltilmektedir.



Resim 2. Hippokrat tarafından tasarlanan ve omurga deformitelerini düzeltmek için kullanılan traksiyon düzeneği



Resim 3. Galen tarafından tasarlanan ve omurga deformitelerini düzeltmek için kullanılan traksiyon düzeneği

Hipokrat'ın çalışmalarında skolyoz terimi spinal eğrilikle ilgili tüm patolojileri tanımlamak için kullanılmıştır ve bunların etiolojilerinin tüberküloz ya da yataktaki duruş bozukluklarına bağlı olduğundan bahsetmiştir. Tarih boyunca her ne kadar

düzeltilmeye çalışılsa da, cerrahi olarak ilk gerçek anlamda düzeltme spinal enstrüman ile 1962 yılında Paul Harrington tarafından spinal implantlarla gerçekleştirilmiştir (Harrington 2002).

4.4.1. Skolyozun sınıflandırılması

Skolyoz birçok görüntüleme ve fiziksel bakıyla tanımlandığından dolayı radyo-anatomik, yapısal- yapısal olmayan, 3 boyutlu yapı gibi birçok şekilde sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmalara kısaca bakacak olursak;

4.4.1.1. Yapısal olmayan skolyoz

Vertebra ve intervertebral yapılarda anatomik bir değişim olmaksızın spinal dengenin geçici veya pasif olarak düzeltilebilir şekilde bozulmasıdır. Alt ekstremitte uzunluk farkları, unilateral paravertebral kas kontraktürü, kontraktür, tortikollis, üst ekstremitte anomalisi gibi birçok patoloji bu tip skolyoza neden olabilmektedir.

Stagnara tarafından 3 ana kategoriye ayrılmaktadır (Stagnara 1969)

- a) Postür defektleri; çocukluk döneminde belli bir sebep olmadan ortaya çıkan skolyotik postürlerdir. Vertebral rotasyon görülmez ve puberte döneminde kaybolur.
- b) Redüktibl skolyotik kurvatür; genelde ağrı dolayısıyla geliştirilen postürdür.
- c) Kompanzasyon kurvatürü; vertebra ya uzak defektlerin neden olduğu dengenin sağlanması için geliştirilen kompanzasyon mekanizmasıdır. Alt ekstremitte boyut farklılıkları, kalça anomalileri neden olabilir.

4.4.1.2. Yapısal skolyoz

Omurganın lateral deviasyonu, eğilme ve rotasyonu ile bunu destekleyen osteoligamentöz yapı patolojilerini temsil eden skolyoz vakalarını tanımlar.

- a) İdiopatik skolyoz, yapısal skolyozun en çok rastlanan formudur. İnfantil tip 1-3 yaş, juvenil skolyoz 4 yaş- puberte başlangıcına kadar, adölesan skolyoz puberteden kemik maturasyonu oluşana kadar olan zamanı kapsamaktadır.
- b) Nöromusküler skolyoz; nöropatik yada miyojenik nedenli olabilir. Santral motor nöron(serebral palsi, spinoserebellar dejenerasyon, medüller tümörler, travma...) periferik motor nöron hasarları (polimiyozit, meningomiyelomal, travma) bu tip skolyoza neden olabilirler. Duchenne ve becker müsküler distrofisi, konjenital hipotoni, distrofik miyotoni... müsküler kaynaklı olarak skolyoza neden olabilir.
- c) Konjenital skolyoz; hemivertebral yada segmentasyon anomolileri gibi sebeplerle oluşabilir.
- d) Dismetabolik sebepler; rikets, osteogenezis imperfekta, juvenil osteoporoz nedenli olabilir.
- e) Torakojenik skolyoz; toraks cerrahisi, travma, konjenital toraks deformiteleri torakojenik skolyoza neden olabilir.
- f) Metabolik hastalıklar kaynaklı skolyoz; mukopoliskkaridozlar, ehler danlos sendromu, marfan sendromu....
- g) Tümör kaynaklı skolyoz

4.4.1.2.1. İdiyopatik skolyoz:

Skolyozların büyük bir kısmın herhangi bir etiyolojiye dayandırılmamakta ve bilinmeyen anlamında idiyopatik skolyoz terimi kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı günümüzde yoğun bir şekilde araştırılan konulardan biridir.

İdiyopatik skolyozda nöromüsküler teoriler üzerinde önemle durulan konulardandır. Bazı hastalarda paravertebral kasların elektromiyografik olarak asimetrisi gözlenmiş, takip eden çalışmalarda kas fiber tipleri ve yapısal olarak farklılıklar saptanmıştır (Avikainen ve ark 1999, Gaudreault ve ark 2005). Aktin ve myosin içeren anormal trombositlerin neden olabileceği düşünülmüş ancak bu veri doğrulanamamıştır(Kindsfater ve ark 1994).

Skolyozun birçok nörolojik hastalıkla, beyin tarafından kontrol edilen periferik sinir sistemi patolojileriyle ilişki araştırılmıştır. Özellikle MR çalışmalarının ilerlemesiyle birlikte medulla spinalis'te syrinx adı verilen kavitelerin sanılandan daha fazla olduğu ve bunların daha az görülen eğrilik tiplerine eşlik ettiği gösterilmiştir(Herring 2016).

Bazı bağ dokusu hastalıklarında skolyoz etyolojisi ile ilişkilendirilmektedir. Marfan veya Ehler-danlos sendromu bireylerde artan oranda idiyopatik skolyoz vakaları yer alır. Yapılan çalışmalarda kollajen üretimindeki bu defektlerin aynı zamanda sekonder olarak skolyozu da neden olduğu gösterilmiştir(De Paepe ve ark 1996).

Skolyozun etyolojisinde genetik temelli olduğu düşünülmüş ve bu konuda yapılan çalışmalarda multifaktöriyel şekilde gelişme gösterdiği gösterilmiştir(Sparrow ve ark 2012). İkizlerle yapılan çalışmada tek yumurta ikizlerinin benzer vertebral kolon deformitesi göstermesi, skolyozun etyolojisinde genetik temelin rolünü destekleyen önemli bir bulgudur(Greenwood ve Bogar 2014).

Görüldüğü üzere skolyozu tek bir sebebe bağlamak imkansızdır ve günümüzde henüz etyolojisi belirlenememiş olgular idiyopatik olarak adlandırılmaktadır. Bizim çalışmamızda skolyoz tanısı konan olgularda, belirli bir nedene dayandırılmayan skolyoz olguları yani idiyopatik skolyoz olguları kullanılmıştır.

4.4.2. Skolyozun tanısı

Skolyoz genellikle tesadüfen farkedilen bir deformitedir. Klasik olarak bayan hasta paçalarını kıvrırken sorun yaşama ya da kıyafetin bir tarafa doğru eğimli olması gibi sebeplerle kliniğe başvurabilir. Bunun dışında özellikle okul çağında, okullardaki tarama programları sırasında Adams eğilme testinin pozitif çıkması ile hastalar doktora başvurmaktadır.

Skolyozda gövde asimetrisi en sık fizik muayene bulgularından birisidir. Gövdenin bir tarafa doğru kayması ya da göğüs kafesi ve kollar arasındaki açıklığın fazla olması göze çarpar. Çekül kullanımı burada asimetriyi gözlemlemek için yararlı olabilir. Oksiput servikal vertebra hattından çekül tutulduğunda, torakalde orta hattın 2 cm veya daha fazla lateralinde yer alması skolyoz yönünde önemli bir bulgudur. Adams eğilme testi özellikle tarama çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kişi öne doğru eğildiğinde vertebral kolondaki rotasyonla asimetrisinin saptanması esasına dayanır. Bu hareketin ağırlı olması, rotasyon, eğrilik seviyesi ve eğrilik yönü gibi özelliklerin not alınması, tanıya gitmeyi kolaylaştırmaktadır.

Skolyometre bir diğer yardımcı tanı aracıdır. vertebraların processus spinosuslarına koyularak Adams eğilme testi sırasında sübjektif gözlemden kantitatif gözlem yapılmasını sağlar. 7 derece altı ölçümler normal olarak kabul edilmektedir.

Bacak boyları arasındaki farklar pelvik seviye farkına neden olmakta ve kompanzatuvar skolyoza neden olmaktadır. Bir çocuğun 3 cm kadar alt ekstremitte farkı fonksiyonel olarak herhangi bir patolojiye neden olmamakta fakat öne eğilme testi yapıldığında kısıtlılık saptanmaktadır. Bundan dolayı gelen hastalarda spina iliaca anterior superior dan medial malleole uzunluk ölçümleri yapılmalıdır.

4.4.2.1. Radyolojik değerlendirme

Görüntüleme teknikleri ile vertebral kolon eğriliğinin kantitatif olarak derecesi ve skolyozun neden olduğu yada skolyaza neden olan deformiteler saptanabilir.

4.4.2.1.1. Direkt grafiler

Ön arka ve lateral grafiler alt servikal çıkıntı, omuzlar, torakolomber kolon, ve pelvisi içermelidir. Çekimi sırasında iskelet sistemi mümkün olduğunca dengede olmasına özen gösterilmelidir. Bu grafiler ayakta dururken çekilebileceği gibi otururken ve supin pozisyonda da çekilmektedir. Supin pozisyonda yer çekimi etkisinin olmaması en büyük dezavantajdır değişik zamanlardaki değişik çekimlerde farklı eğrilik dereceleri ve spinal dengeleri gözlemlenebilir. Lateral grafilerde kifozun derecesi de ölçülünerek Lenke sınıflaması gerçekleştirilebilir.

4.4.2.1.2. Bilgisayarlı tomografi

İdiyopatik skolyozda ileri derecede rotasyona uğramış eğriliklerde ve konjenital eğriliklerde yararlıdır. Sagittal ve koronal kesitler alınarak operasyon öncesi pedikül çapları hesaplanarak ameliyat tekniği ve vidaların boyutları hakkında karar verilebilir. Programlar yardımıyla vertebral kolon 3 boyutlu görsel haline getirilerek eğriliğin düzeyi ve rotasyonu konusunda daha detaylı incelemelere olanak tanır. Radyasyon içermesi en büyük dezavantajı olarak söylenebilir(Grivas 2012).

BT, vertebral rotasyonun ölçümünde en iyi görüntüleme yöntemlerinden biridir. Ön-arka ve lateral direk grafilerden Nash–Moe ve Perdriolle metodları kullanılarak çeşitli derecelendirmeler yapılarak rotasyon ölçümleri gerçekleştirilebilir. Bu metodlar BT ile gerçekleştirilen ölçümler ile kıyaslandığında, BT nin daha yüksek doğruluk gösterdiği gösterilmiş olsa da, BT çekimi sırasında daha fazla radyasyona maruz kaldığı açıktır (Grivas 2012).

4.4.2.1.3. Manyetik rezonans görüntüleme

MR özellikle yumuşak dokuların gösterilmesinde başarılı bir görüntüleme yöntemidir. Nöral aksı içeren skolyoz patolojilerine sahip bireylerin görüntülenmesinde tanıya oldukça yardımcıdır. MR en büyük avantajı iyonize radyasyon içermemesidir. Fakat yüksek manyetik alan oluşturması dolayısıyla ferromagnetik implantlarla çekim yapıldığında ısı oluşumu gerçekleşir(Grivas 2012).

4.4.2.2. Anatomik-radyolojik skolyoz sınıflaması

Skolyoz araştırma derneğine göre skolyotik eğrilik tipleri apikal vertebranın lokasyonuna göre değişmektedir. Eğriliğin en yüksek dereceli olduğu bölüme primer eğrilik, bu eğriliğin aşağısında ya da yukarısında primer eğriliği dengeleme amaçlı ya da bağımsız olarak ortaya çıkan yapısal ya da yapısal olmayan eğriliği de sekonder eğrilik adı verilir.

Skolyotik eğriliklerin lokalasyonu ve sayısına göre aşağıdaki şekilde alt sınıflandırması yapılmıştır (Qiu ve ark 2005):

- Tek yüksek torasik (servikotorasik)
- Tek torasik
- Tek torakolumbar
- Tek lumbar
- Çift, major torasik ve lumbar
- Çift major torasik
- Çift major torasik ve torakolumbar
- Çok sayıda eğrilikler

Skolyoz konusunda daha birçok sınıflama yer almaktadır. Bunlardan en kabul görenlerinden biri de King-Moe tarafından skolyozun 5 tipe ayrıldığı sınıflama şeklidir

(King ve ark 1983). Bu sınıflamada eğriliğin bulunduğu bölgeye göre sınıflama gerçekleştirilmektedir (Şekil 18):

Tip 1. “S” şeklinde deformitede her iki eğrilik te yapısal olup, sakral median vertikal hattı (SMVH) yi aşmaktadır. Lumbar eğrilik torakal olandan daha büyüktür.

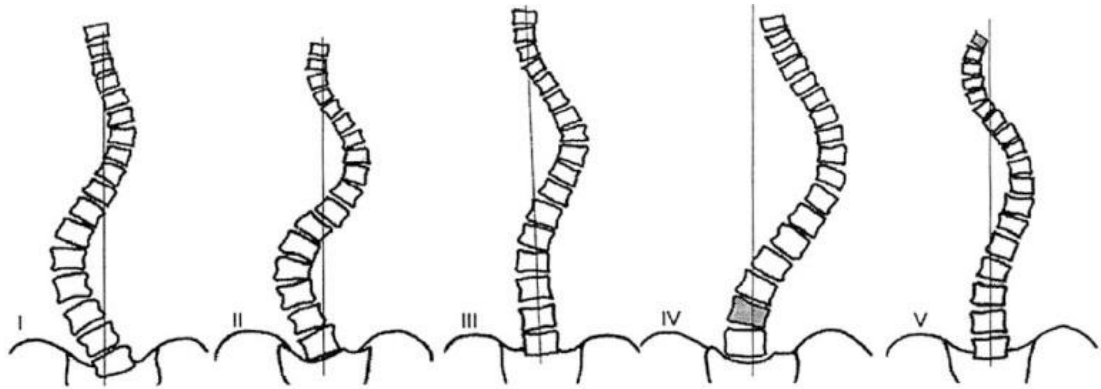
Tip 2. “S” şeklinde deformitede her iki eğrilik te yapısal olup, SMVH yi aşmaktadır. torakal eğrilik lumbar olandan daha büyük veya eşittir

Tip 3. Major torasik eğrilik vardır ve sadece torasik eğrilik yapısaldır ve SMVH yi geçer.

Tip 4. Uzun “C” şeklinde torasik eğrilik vardır. L5 vertebranın sakrum üzerinde merkezde yer aldığı, L4 vertebranın ise torasik eğriliğe katıldığı skolyoz tipidir.

Tip 5. Çift torasik eğrilik vardır.

King sınıflamasının düşük reliabilite göstermesi dolayısıyla 2001 yılında Lawrence Lenke tarafından yeni bir sınıflama geliştirilmiştir. Eğrilik tipi, lomber durumu ve eğriliğin sagittal profilide ilk defa bu sınıflamaya dahil edilmiştir.



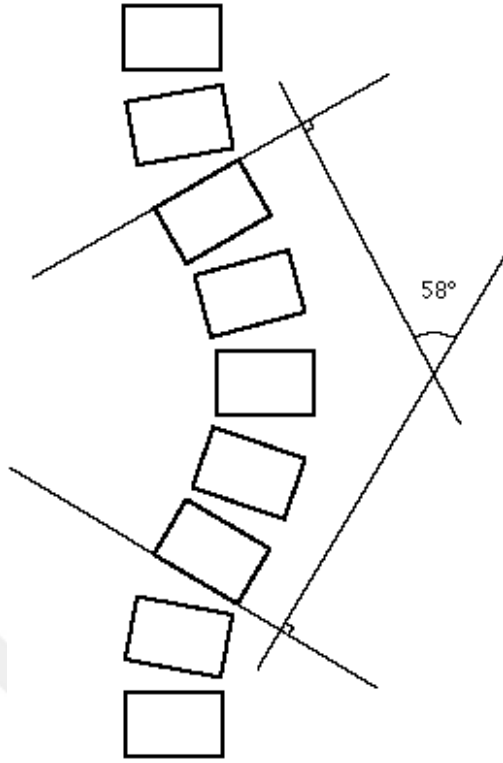
Şekil 18. King-Moe sınıflamasına göre frontal planda omurga eğrilik tipleri.

4.4.2.3. Cobb açısı ölçümü

1948 yılında John Cobb tarafından frontal planda eğriliğin derecesini ölçmek için tanımlanmıştır; buna göre öncelikle eğriliğe katılan en üst ve en alt vertebranın tespit edilmesi gerekmektedir. Burada en yukarıdaki vertebranın cisminin üst düzleminin, en aşağıdaki vertebranın cisminin ise alt düzleminin horizontal hat ile yaptığı açının en büyük olanı değerlendirmeye alınmaktadır. Bir kolaylık olarak kaide olmasa da eğriliğin konkav tarafında, en üst vertebranın altındaki intervertebral boşluk dar olup, üzerindeki intervertebral boşluk geniş veya paralelken, en alt vertebranın üzerindeki intervertebral boşluk dar, altındaki intervertebral boşluk ise geniş veya paraleldir. Bu şekilde vertebraların tespitinden sonra üst vertebranın üst düzleminden geçen hat ile alt vertebranın alt düzleminden geçen hatta çekilen dikey çizgilerin birbirlerine doğru kesiştirilecek şekilde uzatılmasıyla, iki dik arasında oluşan açı "Cobb açısı" olarak adlandırılır(Cobb 1948)(Şekil 19). Eğrilik açısının ölçümünde 3-5 derecelik yanlıgılar bu yöntemde normal olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle eğriliğin progresyonunun takibinde en az 5 derecelik değışimler anlamlı olarak kabul edilmektedir (Newton ve O'Brien 2011).

Terminolojik olarak bakıldığında Cobb açısının 10^0 den büyük olması durumu patolojik olarak kabul edilmekte ve skolyoz tanımlaması yapılmaktadır. Frontal plandaki 5- 10^0 arasındaki eğrilikler ise skolyotik postür olarak ifade edilmektedir (Grivas 2012).

Cobb açısı sadece skolyozda değil, sagittal düzlemde kifoz ve lordoz derecesi içinde bir ölçüm yöntemi olarak kullanılmaktadır. Uygulanan çeşitli tedavilerin etkinliğini değerlendirmek ve hastalığın progresyonunu takip etmek için pratik ve etkili bir yöntemdir.



Şekil 19. Cobb açısı ölçümü

4.4.3. Denge değerlendirilmesi

Koronal planda denge basit olarak çekül hattıyla değerlendirilebilir. C7 çekül hattı yukarıda C7 vertebral gövdenin ortasından, aşağıda S1 in ortasından geçmektedir. Bir diğer teknikte sakral median vertikal hat (SMVH) yani sakral birinci vertebradan dikey çıkan hat kullanılır. C7 çekül hattı ve SMVH arasında coronal planda 1-2 cm lik fark görülebilir.

Sagittal planda denge lateral grafiplerde C7 vertebra gövdesi ortasından sakruma doğru uzanan hattı tanımlar. Normalde bu hattın sakral gövdenin hemen ortasından geçmesi beklenir. Adölesan idiopatik skolyozda sagittal planda en çok torasik lordoz veya hipokifozis görülür. Torasik hipokifozun yüksek dereceli olması, servikal ve lomber kolonun hizalanmasını da etkilemektedir (Grivas 2012).

5. GEREÇ VE YÖNTEM

5.1. Gönüllüler:

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hafsa Sultan Hastanesi'ne başvuran ve farklı kliniklerde skolyoz tanısı konulan hastalardan, Cobb açısı 10^0 yi aşanlardan çalışmamıza katılmayı kabul edenler araştırmaya dahil edildi. Çalışma öncesi Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulundan etik onay alındı.

Gönüllüler çalışmaya başlamadan önce yapılacak ölçümler ve işlemler ile ilgili bilgilendirilerek gönüllü onam formunu doldurmaları ve imzalamaları istendi. Katılımcılar, yürümelerine engel olabilecek hastalıklar (nörolojik, romatizmal, alt ekstremitte patolojisi vs) yönünden sorgulandı. Bağımsız veya normal yürütmesine engel durumu olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışmaya 23 adet gönüllü bayan alındı. Gönüllülerin demografik verileri ve mevcut filmlerinden Cobb açısı değerleri hesaplandı (Tablo 1). Omurga eğrilik durumuna göre olgular 2 gruba ayrıldı; tek eğriliğe sahip olgular C tipi (n=14), 2 eğriliği olan olgular ise S tipi (n=9) olarak adlandırıldı.

Tablo 1. Eğrilik tipine göre olguların demografik verileri

	EgrilikTipi				p
	C		S		
	Mean	Standard Deviation	Mean	Standard Deviation	
Yas	26,07	9,7	25,56	9,99	,900
Boy	162,89	3,97	158,33	9,21	,305
Kilo	59,15	10,49	54,86	5,29	,403
VKİ	22,3	3,97	22,01	2,79	,975
Cobb	16,27	6,53	20,96	6,54	,072

5.2. Radyografik Değerlendirme

Olguların hastanemizde çekilen ön-arka direk radyografilerinde, öncelikle Cobb açısı ölçümü literatürde tanımlandığı şekilde yapıldı (Cobb 1948). Daha sonra eğrilik tipi değerlendirilerek gruplandırma yapıldı. Buna göre frontal planda tek eğrilik gösterenler “C tipi”, iki eğrilik gösterenler ise “S tipi” olarak gruplandırıldı.

5.3. Pedobarografik Ölçüm

Pedobarografik ölçümler, Anabilim Dalımız envanterinde bulunan HR Mat (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) platformu ile yapıldı. Bu cihaz resistif basınç sensörü teknolojisine sahip, 48.77 x 44.70 cm ebatlarında ölçüm alanı içinde, 4 sensör/cm² sensör içeren bir platformdur. Sensörler 180 Hz tarama frekansına kadar tarama yapabilmektedir. Her bir sensör 862 KPa ölçüm kapasitesine sahiptir ve platform kalınlığı 0.57 cm dir. Cihazın ölçüm değerleri cihaza ait HR Mat Research software 6.70 aracılığı ile elde edildi.

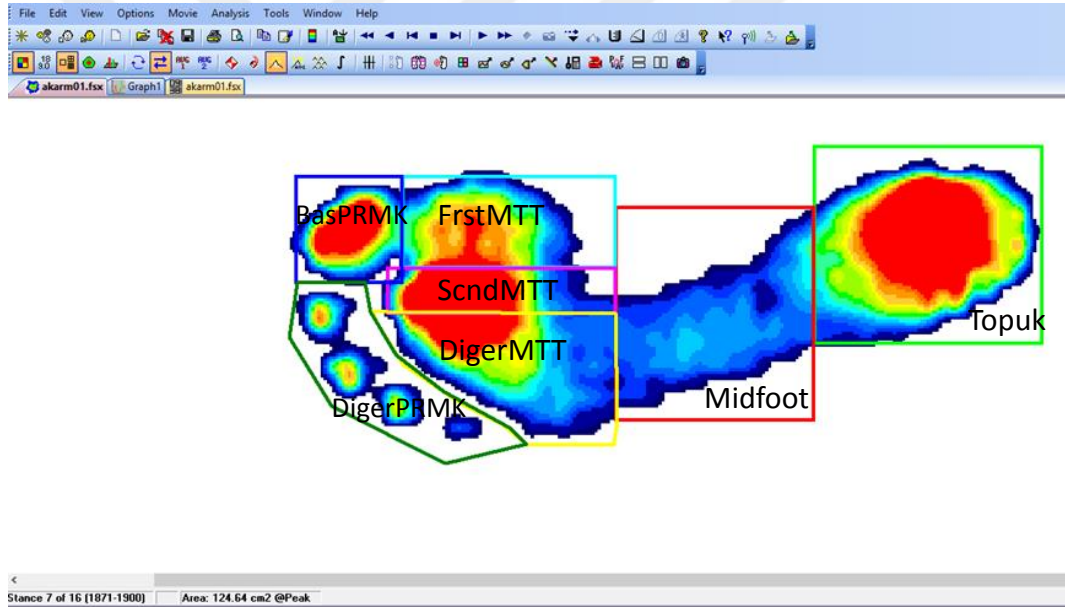
Gönüllülerde statik ve dinamik pedobarografik ölçüm yapıldı.

5.3.1. Statik pedobarografik ölçüm:

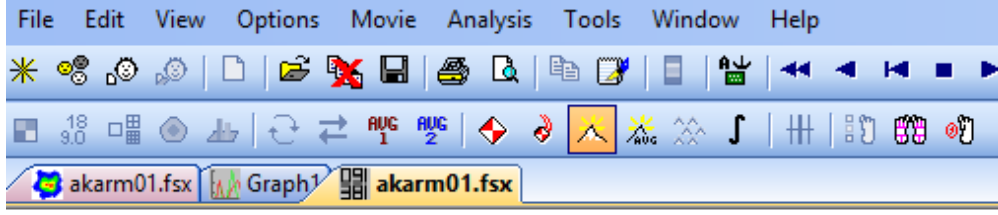
Gönüllüler dinlenmiş halde ve çıplak ayaklı olarak statik ölçüme alındı. Her ölçüm öncesi gönüllünün ağırlığına göre cihazın kalibrasyonu yapıldı. Ölçümler gönüllü ayakta dik konumda, yaklaşık 2 metre mesafede göz hizasındaki hedefe bakar durumda yapıldı. 30 saniye süre ile ve 50 Hz frekansta yapılan ölçüm sırasında gönüllünün hareket etmemesi istendi. Ölçüm sonucunda Area, Distance, Variance, APexc ve LRexc parametre değerleri elde edildi.

5.3.2. Dinamik pedobarografik ölçüm:

Dinamik ölçüm için mid-gait yürüme protokolü kullanıldı. Bu protokolde 8 metrelik bir yürüme yolu oluşturuldu. Yürüme hattı 0.5 mm kalınlığında sentetik materyal ile döşendi ve yürüme hattının ortasındaki boşluğa pedobarografi platformu yerleştirildi. Gönüllülerden bu yürüme hattında yürüyerek platforma basıp geçmeleri istendi. Başarılı 3 sağ ve 3 sol ayak pedobarografik verisi elde edildiğinde prosedür sonlandırıldı. Elde edilen pedobarografik veriler üzerinde 7 bölgele maskeleme yapıldı (Resim 4, 5).



Resim 4. Pedobarografik verinin 7 bölgele maskelemesi.



	<i>akarm01.fsx</i>					
Frame	Peak					
Time	Peak	Box	Box	Box	Box	Polygon
Force	678,86	501,96	100,92	178,38	240,38	213,13
Object Area	2180,12	50,32	46,97	21,68	11,61	27,1
Contact Area	124,64	35,35	25,03	15,74	10,32	22,71
Object Pressure	3	100	21	82	207	79
Contact Pressure	185	186	41	124	336	133
Peak Force	65,74	44,92	7,55	22,82	65,74	37,57
Peak Object Pressure	637	435	73	221	637	364

Resim 5. Maskelenen alanlardan elde edilen pedobarografik veriler (cihazın yazılımı tarafından hesaplanmaktadır).

5.4. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen pedobarografik veriler, SPSS 15.0 for Windows programına yüklendi. Demografik verilere tanımlayıcı istatistik ve eğrilik tipine göre karşılaştırma amacıyla Mann Whitney-U test yapıldı.

Statik ölçüm sonuçlarında, tüm olgular için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplandı. Daha sonra eğrilik tipi değişkenine göre denge parametrelerine Mann Whitney-U testi yapıldı.

Dinamik ölçümde elde edilen verilerden, her ayak için 3 ölçümün ortalama ve standart sapma (SD), minimum ve maksimum değerleri hesaplandı. Daha sonra sağ ve sol ayak verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı Wilcoxon testi ile karşılaştırıldı. Eğriliğin tipine göre ayrılan gruplarda, Cobb açısı ile

sağ ve sol ayaktaki maskeleme alanlarındaki basınç verileri arasında Pearson korelasyon testi yapıldı.

Değişkenler arasındaki farklarda $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi.



6. BULGULAR

Gönüllülerin eğrilik tipine göre ayrılmasından sonra, statik ölçüm parametreleri karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlardan sadece Dist parametresinde gruplar arasında anlamlı fark saptandı (Tablo 2).

Tablo 2. Olguların eğrilik tipine göre statik denge parametreleri

	Eğrilik tipi	Ort	SD	min-max	p
Area	C (n=14)	0,884	0,888	0,046-3,507	0,186
	S (n=9)	0,739	0,629	0,274-2,270	
Dist	C (n=14)	53,383	37,615	5,815-132,7	0,023*
	S (n=9)	76,070	43,553	12,75-153,5	
Var	C (n=14)	0,040	0,028	0,020-0,154	0,753
	S(n=9)	0,039	0,015	0,017-0,071	
APexc	C (n=14)	1,414	0,785	0,241-2,913	0,378
	S (n=9)	1,458	0,546	0,780-2,561	
LRexc	C (n=14)	1,022	0,622	0,253-3,072	0,345
	S (n=9)	0,949	0,381	0,604-1,742	

* p< 0.05

Eğrilik tipine göre ayrılan olgulardan frontal düzlemde tek eğrilik gösteren olgularda (C tipi), dinamik pedobarografik ölçümlerin maskelenmesi ile elde edilen verilerde sağ ve sol ayak arasındaki verilerin istatistik olarak karşılaştırılması sonucu; sadece TopukCA parametresinde anlamlı farklılık saptandı. Burada sağ topuk CA değeri sola göre daha yüksek bulundu (Tablo 3)

Tablo 3. “C” tipi eğriliği olan olguların, maskelenmiş ayak tabanı basınç değerlerinin sağ ve sol ayak için karşılaştırılması.

	Ortalama	SD	Min-Max	p
SolToTaLFORCE	713,6243	112,60642	497,34-904,49	0,683
SagToTaLFORCE	729,3852	127,64009	519,52-1056,26	
SolToTaLCA -	105,4121	12,62899	89,89-137,98	0,279
SagToTaLCA	104,4421	13,64495	89,89-141,16	
SolToTaLCP -	173,6245	34,69214	124,58-221,39	0,778
SagToTaLCP	175,4421	37,38183	119,15-234,35	
SolToTaLPPF -	60,9881	18,18378	36,6-93,82	0,300
SagToTaLPPF	56,0736	12,38466	39,59-79,61	
SolToTaLPCP -	590,8195	176,15011	354,54-908,94	0,300
SagToTaLPCP	543,2188	119,98050	383,56-771,24	
SolTopukFORCE -	483,8936	89,71402	331,38-640,69	0,149
SagTopukFORCE	509,5043	81,73845	344,31-635,04	
SolTopukCA -	28,1776	3,24852	24,26-34,84	0,018*
SagTopukCA	28,7795	3,12870	24,17-34,67	
SolTopukCP -	207,4181	33,74315	154,1-256,24	0,551
SagTopukCP	212,4443	30,88686	164,81-262,95	
SolTopukPPF -	40,3371	10,58698	25,96-57,42	0,683
SagTopukPPF	40,8305	10,94367	28,57-67,82	
SolTopukPCP -	390,7690	102,55400	251,55-556,23	0,683
SagTopukPCP	395,5490	106,01713	276,8-656,97	
SolMidfootFORCE -	83,1469	48,40679	13,57-188,35	0,875
SagMidfootFORCE	94,9393	70,10969	11,24-206,7	
SolMidfootCA -	22,0893	6,91081	7,14-30,97	0,221
SagMidfootCA	20,8788	7,87487	6,45-32,51	
SolMidfootCP -	42,5855	14,03390	19,98-65,79	0,158
SagMidfootCP	52,8167	25,17607	27,11-111,41	
SolMidfootPPF -	8,8660	2,95863	3,55-13,05	0,551
SagMidfootPPF	10,7729	6,37843	3,61-25,73	
SolMidfootPCP -	86,0467	28,36474	36,55-126,36	0,510

SagMidfootPCP	104,7393	61,37753	35,37-249,22	
SolFrstMTTFORCE -	149,9174	52,14327	74,17-231,88	0,109
SagFrstMTTFORCE	135,9988	55,24434	37,56-202,04	
SolFrstMTTCA -	12,5288	2,91467	8,77-19,1	0,950
SagFrstMTTCA	12,1729	3,02405	8,35-20,73	
SolFrstMTTCP -	137,5771	40,88963	83,74-200,79	0,140
SagFrstMTTCP	129,2579	48,27684	44,19-207,07	
SolFrstMTTPF -	24,6317	8,58672	14,25-38,03	0,177
SagFrstMTTPF	23,0507	9,76443	8,8-45,94	
SolFrstMTTCP -	238,6219	83,18822	138,07-368,41	0,177
SagFrstMTTCP	223,3057	94,58745	85,24-445,05	
SolScndMTTFORCE	197,5771	72,40617	77,98-315,04	0,683
SagScndMTTFORCE	200,7724	60,90711	126,96-314,94	
SolScndMTTCA -	10,8024	1,84070	7,83-14,45	0,851
SagScndMTTCA	10,7402	1,81027	8,77-15,4	
SolScndMTTCP -	224,6221	67,48307	94,63-388,28	0,826
SagScndMTTCP	224,9219	40,04718	177,72-326,86	
SolScndMTTPF -	39,7902	14,99415	13,71-78,06	0,875
SagScndMTTPF	39,4036	8,10973	31,28-61,05	
SolScndMTTCP -	385,4705	145,25786	132,78-756,18	0,875
SagScndMTTCP	381,7240	78,55816	302,99-591,42	
SolDigerMTTFORCE	199,6912	75,04114	52,12-331,41	0,331
SagDigerMTTFORCE	220,9643	58,48282	126,53-312,11	
SolDigerMTTCA -	15,4593	2,41063	10,67-18,67	0,638
SagDigerMTTCA	15,0905	1,49032	13,16-18,41	
SolDigerMTTCP -	145,0198	50,83910	57,38-261,51	0,109
SagDigerMTTCP	164,1060	39,16875	104,98-243,47	
SolDigerMTTPF -	34,6471	18,64544	10,64-93,82	0,096
SagDigerMTTPF	37,0840	9,03442	26,18-59,51	
SolDigerMTTCP -	335,6450	180,63026	103,09-908,94	0,096
SagDigerMTTCP	359,2555	87,52089	253,65-576,51	
SolBasPRMKFORCE	152,4955	64,07764	64,43-266,92	0,397
SagBasPRMKFORCE	135,8181	55,76329	64,8-257,16	
SolBasPRMKCA -	8,3193	1,15171	6,62-10,32	0,638

SagBasPRMKCA	8,1969	1,46021	6,28-11,7	
SolBasPRMKCP -	194,4952	64,09690	102,88-287,18	0,433
SagBasPRMKCP	177,2374	64,32374	101,46-323,1	
SolBasPRMKPF -	49,3207	19,97568	22,83-80,48	0,470
SagBasPRMKPF	44,1819	16,76660	21,14-70,97	
SolBasPRMKPCP -	477,7936	193,50873	221,16-779,67	0,470
SagBasPRMKPCP	428,0117	162,42446	204,76-687,53	
SolDigerPRMKFORCE	57,7529	30,19078	15,13-145,47	0,470
SagDigerPRMKFORCE	60,7938	21,81324	19,71-101,24	
SolDigerPRMKCA -	8,0124	2,33509	4,47-12,3	0,286
SagDigerPRMKCA	8,6017	1,91561	4,39-11,18	
SolDigerPRMKCP -	83,7548	28,57383	44,36-138,14	0,730
SagDigerPRMKCP	83,4595	26,33969	53,91-145,44	
SolDigerPRMKPF -	19,9467	8,03910	6,76-36,01	0,778
SagDigerPRMKPF	19,4805	6,85641	11,27-32,53	
SolDigerPRMKPCP -	193,2436	77,88503	65,5-348,84	0,778
SagDigerPRMKPCP	189,2676	66,02725	109,12-315,16	

* $p < 0.05$

Eğrilik tipine göre ayrılan olgulardan frontal düzlemde iki eğrilik gösteren olgularda (S tipi), dinamik pedobarografik ölçümlerin maskelenmesi ile elde edilen verilerde sağ ve sol ayak arasındaki verilerin istatistik olarak karşılaştırılması sonucu; Topuk bölgesinde PF ve PCP değerleri sol tarafta, 3-5. metatarsal maskeleme bölgeleri arasında PF ve PCP sol tarafta, başparmak maskeleme bölgeleri arasında CA parametresi sağ tarafta anlamlı olarak yüksek bulundu (Tablo 4).

Tablo 4. “S” tipi eğriliği olan olguların, maskelenmiş ayak tabanı basınç değerlerinin sağ ve sol ayak için karşılaştırılması.

	Ortalama	SD	Min-Max	p
SolToTaLFORCE	648,216	112,345	483,27 - 782,29	0,953
SagToTaLFORCE	643,049	65,944	538,13 - 705,15	
SolToTaLCA -	113,338	12,562	97,72 - 133,42	0,767
SagToTaLCA	112,535	14,038	86,28 - 128,09	
SolToTaLCP -	151,806	39,577	99,75 - 227,21	0,139
SagToTaLCP	139,653	29,112	102,15 - 203,05	
SolToTaLPPF -	49,366	15,457	31,42 - 87,44	0,594
SagToTaLPPF	47,510	11,809	34,03 - 72,3	
SolToTaLPCP -	478,235	149,740	304,42 - 847,11	0,594
SagToTaLPCP	460,249	114,390	329,65 - 700,38	
SolTopukFORCE -	458,897	83,435	333,71 - 569,98	0,066
SagTopukFORCE	427,800	76,180	277,29 - 521,96	
SolTopukCA -	28,139	3,841	21,33 - 34,07	0,859
SagTopukCA	28,273	3,522	24 - 33,81	
SolTopukCP -	200,056	54,020	154,43 - 327,13	0,139
SagTopukCP	182,387	32,222	136,94 - 240,37	
SolTopukPPF -	40,977	18,862	23,95 - 87,44	0,021*
SagTopukPPF	34,123	10,453	21,55 - 56,65	
SolTopukPCP -	396,963	182,726	232,02 - 847,11	0,021*
SagTopukPCP	330,564	101,257	208,75 - 548,8	
SolMidfootFORCE -	123,827	59,090	55,75 - 238,38	0,374
SagMidfootFORCE	111,819	57,032	19,43 - 192,5	
SolMidfootCA -	26,074	4,352	20,21 - 34,07	0,260
SagMidfootCA	24,123	7,167	7,31 - 29,59	
SolMidfootCP -	54,584	20,765	38,52 - 104,05	0,678
SagMidfootCP	52,859	17,962	28,95 - 83,2	
SolMidfootPPF -	11,648	3,891	7,78 - 18,55	0,953
SagMidfootPPF	11,818	5,202	6,32 - 22,92	
SolMidfootPCP -	112,838	37,696	75,35 - 179,72	0,953
SagMidfootPCP	114,488	50,398	61,25 - 222,02	

SolFrstMTTFORCE -	128,212	54,718	64,78 - 219,38	0,260
SagFrstMTTFORCE	144,386	40,631	71,61 - 205,66	
SolFrstMTTCA -	12,990	2,043	10,24 - 15,4	0,066
SagFrstMTTCA	14,167	2,048	10,75 - 16,95	
SolFrstMTTCP -	113,029	48,602	67,98 - 200,56	0,515
SagFrstMTTCP	119,879	29,550	60,47 - 160,6	
SolFrstMTTPF -	22,446	8,261	13,9 - 37,32	0,594
SagFrstMTTPF	24,033	9,629	16,18 - 46,23	
SolFrstMTTCP -	217,439	80,033	134,69 - 361,53	0,594
SagFrstMTTCP	232,826	93,294	156,7 - 447,89	
SolScndMTTFORCE	163,826	49,050	94,7 - 242,36	0,441
SagScndMTTFORCE	156,584	27,651	119,19 - 215,08	
SolScndMTTCA -	10,524	1,964	7,66 - 13,76	0,859
SagScndMTTCA	10,418	1,067	9,12 - 12,22	
SolScndMTTCP -	193,470	41,122	119,72 - 247,25	0,214
SagScndMTTCP	181,868	26,515	154,59 - 237,98	
SolScndMTTPF -	31,828	6,981	18,78 - 40,37	0,173
SagScndMTTPF	29,729	4,619	24,52 - 40,34	
SolScndMTTCP -	308,339	67,639	181,92 - 391,11	0,173
SagScndMTTCP	287,992	44,738	237,5 - 390,74	
SolDigerMTTFORCE	232,703	72,502	127,47 - 378,29	0,110
SagDigerMTTFORCE	180,670	65,809	104,87 - 337,7	
SolDigerMTTCA -	17,463	2,974	14,45 - 23,48	0,086
SagDigerMTTCA	15,800	3,594	10,67 - 21,94	
SolDigerMTTCP -	140,371	35,022	88,34 - 196,52	0,139
SagDigerMTTCP	122,631	30,194	89,54 - 175,19	
SolDigerMTTPF -	35,209	11,527	15,92 - 51,46	0,038*
SagDigerMTTPF	27,219	6,503	19,72 - 37,25	
SolDigerMTTCP -	341,082	111,679	154,2 - 498,55	0,038*
SagDigerMTTCP	263,683	63,004	191,03 - 360,87	
SolBasPRMKFORCE	97,197	47,404	58,79 - 188,8	0,066
SagBasPRMKFORCE	139,101	42,974	62,85 - 197,72	
SolBasPRMKCA -	8,201	1,304	5,42 - 9,55	0,008*
SagBasPRMKCA	9,080	0,944	7,06 - 10,23	

SolBasPRMKCP -	124,864	51,203	77,52 - 223,67	0,086
SagBasPRMKCP	164,923	64,756	76,44 - 294,69	
SolBasPRMKPF -	28,223	10,385	14,89 - 45,39	0,051
SagBasPRMKPF	42,068	16,417	20,84 - 72,3	
SolBasPRMKPCP -	273,409	100,600	144,24 - 439,71	0,051
SagBasPRMKPCP	407,530	159,038	201,89 - 700,38	
SolDigerPRMKFORCE	61,351	25,409	25,33 - 106,11	0,314
SagDigerPRMKFORCE	69,304	28,226	36,83 - 118,43	
SolDigerPRMKCA -	9,969	2,764	5,77 - 14,19	0,207
SagDigerPRMKCA	10,656	1,923	7,66 - 13,93	
SolDigerPRMKCP -	72,500	28,875	35,68 - 127,99	0,594
SagDigerPRMKCP	78,882	40,610	42,62 - 166,8	
SolDigerPRMKPF -	16,699	6,396	7,14 - 28,5	0,260
SagDigerPRMKPF	21,310	13,597	8,92 - 52,13	
SolDigerPRMKPCP -	161,769	61,963	69,13 - 276,07	0,260
SagDigerPRMKPCP	206,440	131,734	86,45 - 505,01	

*p < 0.05

Eğrilik tipine göre ayak tabanından alınan pedobarografik verilerin korelasyonuna bakıldığında, S tipi eğrilikte hiçbir parametre ile anlamlı korelasyon gözlenmedi. Buna karşılık C tipi eğrilikte çok sayıda parametrede anlamlı korelasyon saptandı. Elde edilen verilerde sağ ayak tabanında daha çok mediale, sol ayak tabanında ise laterale doğru bir basınç artışı gözlemlendi (Tablo 5).

Tablo 5. “C tipi” ve “S tipi” skolyozda, sağ ve sol ayak pedobarografik parametrelerinin Cobb açısı ile korelasyonu.

		Cobb (C tipi) (n=14)	Cobb (S tipi) (n=9)
SagTotalFORCE	Pearson corelation	0,116	0,135
	Sig. (2 tailed)	0,693	0,728
SolTotalFORCE	Pearson corelation	0,407	-0,024
	Sig. (2 tailed)	0,149	0,951
SagTotalCA	Pearson corelation	-0,168	0,352
	Sig. (2 tailed)	0,566	0,353
SolTotalCA	Pearson corelation	-0,188	0,309
	Sig. (2 tailed)	0,519	0,418
SagTotalCP	Pearson corelation	0,265	-0,33
	Sig. (2 tailed)	0,361	0,385
SolTotalCP	Pearson corelation	0,413	-0,111
	Sig. (2 tailed)	0,142	0,776
SagTotalPF	Pearson corelation	0,638*	-0,139
	Sig. (2 tailed)	0,014	0,722
SolTotalPF	Pearson corelation	0,393	-0,193
	Sig. (2 tailed)	0,165	0,618
SagTotalPCP	Pearson corelation	0,638*	-0,139
	Sig. (2 tailed)	0,014	0,722
SolTotalPCP	Pearson corelation	0,393	-0,193
	Sig. (2 tailed)	0,165	0,618
SagTopukFORCE	Pearson corelation	0,174	-0,052
	Sig. (2 tailed)	0,552	0,894
SolTopukFORCE	Pearson corelation	0,541*	-0,02
	Sig. (2 tailed)	0,046	0,959
SagTopukCA	Pearson corelation	0,017	-0,09
	Sig. (2 tailed)	0,953	0,818
SolTopukCA	Pearson corelation	0,009	0,022

	Sig. (2 tailed)	0,976	0,956
SagTopukCP	Pearson correlation	0,204	-0,105
	Sig. (2 tailed)	0,484	0,787
SolTopukCP	Pearson correlation	0,584*	-0,044
	Sig. (2 tailed)	0,028	0,91
SagTopukPF	Pearson correlation	0,397	0,105
	Sig. (2 tailed)	0,16	0,787
SolTopukPF	Pearson correlation	0,636*	0,123
	Sig. (2 tailed)	0,014	0,753
SagTopukPCP	Pearson correlation	0,397	0,106
	Sig. (2 tailed)	0,16	0,787
SolTopukPCP	Pearson correlation	0,636*	0,123
	Sig. (2 tailed)	0,014	0,753
SagMidfootFORCE	Pearson correlation	-0,555*	-0,059
	Sig. (2 tailed)	0,04	0,881
SolMidfootFORCE	Pearson correlation	-0,384	-0,074
	Sig. (2 tailed)	0,176	0,849
SagMidfootCA	Pearson correlation	-0,389	0,259
	Sig. (2 tailed)	0,17	0,501
SolMidfootCA	Pearson correlation	-0,309	0,126
	Sig. (2 tailed)	0,282	0,747
SagMidfootCP	Pearson correlation	-0,467	-0,44
	Sig. (2 tailed)	0,092	0,236
SolMidfootCP	Pearson correlation	-0,231	-0,247
	Sig. (2 tailed)	0,428	0,522
SagMidfootPF	Pearson correlation	-0,551*	-0,474
	Sig. (2 tailed)	0,041	0,197
SolMidfootPF	Pearson correlation	-0,395	-0,186
	Sig. (2 tailed)	0,163	0,633
SagMidfootPCP	Pearson correlation	-0,549*	-0,474
	Sig. (2 tailed)	0,042	0,197
SolMidfootPCP	Pearson correlation	-0,391	-0,186

	Sig. (2 tailed)	0,167	0,633
SagFrstMTTFORCE	Pearson correlation	0,403	0
	Sig. (2 tailed)	0,153	1
SolFrstMTTFORCE	Pearson correlation	0,001	-0,035
	Sig. (2 tailed)	0,996	0,929
SagFrstMTTCA	Pearson correlation	0,11	0,343
	Sig. (2 tailed)	0,709	0,366
SolFrstMTTCA	Pearson correlation	-0,016	0,338
	Sig. (2 tailed)	0,956	0,373
SagFrstMTTCP	Pearson correlation	0,493	-0,275
	Sig. (2 tailed)	0,073	0,473
SolFrstMTTCP	Pearson correlation	-0,098	-0,126
	Sig. (2 tailed)	0,74	0,747
SagFrstMTTPF	Pearson correlation	0,693**	-0,196
	Sig. (2 tailed)	0,006	0,613
SolFrstMTTPF	Pearson correlation	0,076	-0,268
	Sig. (2 tailed)	0,795	0,485
SagFrstMTTCP	Pearson correlation	0,693**	-0,196
	Sig. (2 tailed)	0,006	0,613
SagScndMTTFORCE	Pearson correlation	-0,006	-0,029
	Sig. (2 tailed)	0,983	0,94
SolScndMTTFORCE	Pearson correlation	0,477	-0,016
	Sig. (2 tailed)	0,085	0,967
SagScndMTTCA	Pearson correlation	0,146	0,22
	Sig. (2 tailed)	0,618	0,57
SolScndMTTCA	Pearson correlation	0,116	0,222
	Sig. (2 tailed)	0,692	0,565
SagScndMTTCP	Pearson correlation	-0,123	-0,249
	Sig. (2 tailed)	0,675	0,519
SolScndMTTCP	Pearson correlation	0,519	-0,376
	Sig. (2 tailed)	0,057	0,318
SagScndMTTPF	Pearson correlation	-0,057	-0,32

	Sig. (2 tailed)	0,847	0,401
SolScndMTTPF	Pearson correlation	0,542*	-0,359
	Sig. (2 tailed)	0,045	0,342
SagScndMTTPCP	Pearson correlation	-0,057	-0,32
	Sig. (2 tailed)	0,847	0,401
SolScndMTTPCP	Pearson correlation	0,542*	-0,359
	Sig. (2 tailed)	0,045	0,342
SagDigerMTTFORCE	Pearson correlation	-0,096	0,003
	Sig. (2 tailed)	0,744	0,994
SolDigerMTTFORCE	Pearson correlation	0,262	-0,39
	Sig. (2 tailed)	0,365	0,3
SagDigerMTTCA	Pearson correlation	0,342	0,308
	Sig. (2 tailed)	0,232	0,42
SolDigerMTTCA	Pearson correlation	-0,001	-0,021
	Sig. (2 tailed)	0,999	0,956
SagDigerMTTCP	Pearson correlation	-0,15	-0,375
	Sig. (2 tailed)	0,609	0,319
SolDigerMTTCP	Pearson correlation	0,362	-0,504
	Sig. (2 tailed)	0,203	0,167
SagDigerMTTPF	Pearson correlation	0,259	-0,508
	Sig. (2 tailed)	0,37	0,162
SolDigerMTTPF	Pearson correlation	0,540*	-0,616
	Sig. (2 tailed)	0,046	0,078
SagDigerMTTPCP	Pearson correlation	0,259	-0,508
	Sig. (2 tailed)	0,37	0,162
SolDigerMTTPCP	Pearson correlation	0,540*	-0,616
	Sig. (2 tailed)	0,046	0,078
SagBasPRMKFORCE	Pearson correlation	0,403	-0,144
	Sig. (2 tailed)	0,153	0,711
SolBasPRMKFORCE	Pearson correlation	-0,065	0,272
	Sig. (2 tailed)	0,826	0,48
SagBasPRMKCA	Pearson correlation	0,103	0,311

	Sig. (2 tailed)	0,726	0,415
SolBasPRMKCA	Pearson correlation	-0,077	0,469
	Sig. (2 tailed)	0,793	0,203
SagBasPRMKCP	Pearson correlation	0,435	-0,172
	Sig. (2 tailed)	0,12	0,658
SolBasPRMKCP	Pearson correlation	-0,074	0,215
	Sig. (2 tailed)	0,802	0,578
SagBasPRMKPF	Pearson correlation	0,652*	-0,021
	Sig. (2 tailed)	0,012	0,956
SolBasPRMKPF	Pearson correlation	-0,115	0,493
	Sig. (2 tailed)	0,695	0,177
SagBasPRMKPCP	Pearson correlation	0,652*	-0,021
	Sig. (2 tailed)	0,012	0,956
SolBasPRMKPCP	Pearson correlation	-0,115	0,493
	Sig. (2 tailed)	0,694	0,177
SagDigerPRMKFORCE	Pearson correlation	0,125	0,031
	Sig. (2 tailed)	0,671	0,936
SolDigerPRMKFORCE	Pearson correlation	0,121	0,289
	Sig. (2 tailed)	0,68	0,451
SagDigerPRMKCA	Pearson correlation	-0,296	0,547
	Sig. (2 tailed)	0,304	0,128
SolDigerPRMKCA	Pearson correlation	-0,143	0,58
	Sig. (2 tailed)	0,625	0,102
SagDigerPRMKCP	Pearson correlation	0,396	-0,156
	Sig. (2 tailed)	0,161	0,689
SolDigerPRMKCP	Pearson correlation	0,518	0,033
	Sig. (2 tailed)	0,058	0,933
SagDigerPRMKPF	Pearson correlation	0,363	-0,162
	Sig. (2 tailed)	0,202	0,677
SolDigerPRMKPF	Pearson correlation	0,512	0,082
	Sig. (2 tailed)	0,061	0,834
SagDigerPRMKPCP	Pearson correlation	0,358	-0,162

	Sig. (2 tailed)	0,209	0,677
SolDigerPRMKPCP	Pearson corelation	0,512	0,082
	Sig. (2 tailed)	0,061	0,834
SolFrstMTTPCP	Pearson corelation	0,076	-0,268
	Sig. (2 tailed)	0,795	0,485

* p< 0,05

**p<0,01



7. TARTIŞMA

Başta omurga ve pelvisin normal anatomik yapısını etkileyen bir deformite olan skolyozun, vücudun ağırlık merkezinin dağılımında meydana getirdiği değişikliklerin pedobarografik olarak incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, elde edilen bulgular; statik denge ile ilgili parametrelerde eğrilik yönüne göre farklılık göstermediğini, eğrilik tipine göre ise sadece toplam salınım mesafesi (dist) parametresinde anlamlı farklılık olduğunu ($p<0.05$), diğer salınım parametrelerinin farklılık göstermediğini ortaya koydu.

Chen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hem statik hem de dinamik ölçüm yapılmış olup, statik ölçümde 30 (8 tanesi King I, 11 tanesi King II, 4 tanesi King III, 3 tanesi King IV ve 4 tanesi King V) adolesan idiyopatik skolyoz olgusu, 15 sağlıklı birey ile karşılaştırılmıştır. Statik denge ile ilgili parametreler 6 farklı postürel konumda ve hem gözü açık, hem de gözü kapalı yapılmıştır. Gözü açık konumda bizim kullandığımız şablona uygun postürde (topuklar yakın, başparmaklar arası 30^0 açılı) salınım alanı (area) ve lateral salınım (LRexc) kontrol grubuna göre anlamlı farklılık göstermişken, sagittal salınım (APexc) fark göstermemiştir (Chen ve ark 1998).

Yine idiyopatik skolyozlu hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda ayakta dik duruşta denge problemleri(Giakas ve ark 1996) ve kontrol grubuna göre kötü postürel stabilite ile büyük salınım alanı (sway area) gösterdikleri bildirilmiştir(Chen, 1998). Çalışmamızda kontrol grubu verisi kullanılmamış olmasına karşılık, normal olgularda yaptığımız önceki ölçümlerimize göre denge parametrelerinin daha kötü olduğunu söyleyebiliriz. Diğer yandan eğrilik tipine göre değerlendirdiğimiz iki olgu grubunda “C tipi” eğrilik gösteren olgularda “S tipi” eğrilik gösteren olgulara göre Dist parametresinde anlamlı farklılık gösterdiği saptanmıştır. Bu parametre, 50Hz frekansta 30 saniye boyunca alınan toplam salınım mesafesinin büyüklüğünü göstermektedir ki, denge ve postürel kararlılığı sağlamak için vücudun fazlası ile düzeltme yapmak zorunda kaldığını göstermektedir.

Adolesan idiyopatik skolyozda postural stabilitenin değerlendirildiği bir diğer çalışmada, Cobb açısına göre 2 gruba ayrılan bayan gönüllülerde (Grup I 5-14⁰, Grup II 15-25⁰) yapılan salınım testinde, Grup II olguları göz açık ve kapalıyken salınım alanı (area) ve sadece gözler kapalı iken lateral salınım (LRexc) bakımında daha kötü bir denge durumu göstermiştir (Haumont ve ark 2011). Bizim çalışmamızda ise bu çalışmadan farklı olarak eğrilik tipine göre gruplandırma yapılmış olup, sadece toplam salınım mesafesi (dist) bakımından anlamlı fark saptanmış, diğer statik denge parametreleri ile eğrilik tipi arasında fark saptanamamıştır.

Diğer yandan dinamik dengenin değerlendirilmesi için yapılan yürüme analizi ile elde edilen ayak tabanı basınç verilerinin maskelenmesi ve bu maskelenen alanların değerlendirilmesi sonucunda, sol ayakta topuk bölgesinde (Force, CP, PF, PCP) ve ayağın ön bölümünün lateralinde yani ScndMTT ve DigerMTT maskeleyen alanlarında (PF, PCP) sağa göre anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Buna karşılık sağ ayak için total PF ve PCP parametreleri ($p<0.05$) ile ayağın ön bölümünün medial bölümü, yani FrstMTT ve BasPRMK bölümlerinde PF ve PCP parametreleri sola göre anlamlı olarak farklı bulundu (sırasıyla $p<0.01$ ve $p<0.05$). Bu bulguların değerlendirilmesinde, sol ayağın topuk bölgesinde basınç ve kuvvet verilerinin artması, buna karşılık ayağın ön kısmında, sol ayağın lateral, sağ ayağın mediyal bölümlerinde PF ve PCP değerlerinin yüksek kaydedilmesi, yürüme sırasında eğriliğin yönünden bağımsız, asimetrik bir adımlama ve yüklenme olduğunu göstermektedir. Schwab ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yaş etkisini belirlemek üzere planlanan ve yaşa göre 3 gruba ayrılarak (21-40 yaş, 41-60 yaş ve >60 yaş), hem AP hem de lateral omurga grafileri çekilen 75 sağlıklı gönüllüde, bu çekimler sırasında forceplate ile alınan senkronize ölçümlerin kombine edilmesi ile, tüm gönüllülerde, yaş farkına bakılmaksızın frontal planda ağırlık merkezinin izdüşümünün (COG) sol tarafa doğru kayma gösterdiği saptanmıştır (Schwab ve ark 2006). Benzer sonuç, Gangnet ve arkadaşlarının sağlıklı 34 bireyde (18 bayan, 16 erkek) yaptığı çalışmada da gösterilmiş ve ağırlık merkezi hattının, baş, omurga ve pelvis segmentlerine göre, sola lateralizasyon bulunmuştur. El Fegoun ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise sağlıklı gönüllüler ve skolyozlu olgularda yapılan benzer çalışmada, ağırlık merkezi izdüşümünün C7 vertebradan çekilen dikey hattın sağ tarafına kaydığını ve bunun her iki grup ve tüm yaş gruplarında benzer olduğu, gösterilmiştir (El Fegoun ve ark 2005).

El Fegoun'un çalışmasındaki bir diğer önemli bulgu, skolyoz değerlendirmesinde kullanılan C7 den çekilen dikey hat ile forceplate'ten elde edilen ağırlık merkezi hattı arasında anlamlı farklılık olması ve radyografik C7 izdüşümü ile ağırlık merkezi izdüşümü arasında korelasyon olmamasıdır.

Ayakkabı içi sensör (F-scan) kullanılarak yapılan dinamik pedobarografik çalışmada, pedobarografik verilerin 7 bölgeye maskelenmesi yapılarak, skolyoz açısı ile korelasyonuna bakılmıştır. Elde edilen verilerde Cobb açısının artışı ile basınç verilerinin artışı arasında korelasyon bulunmuştur (Park ve ark 2009). Park ve arkadaşlarının çalışmasında Cobb açısı değerlerinin 5^0 den küçük olması bir limitasyondur. Buna karşılık basınç dağılımında asimetrinin görülmesi bizim bulgularımızla uyumluluk göstermektedir.

Skolyozun gövde ve pelvisi ilgilendiren bir deformite olması, özellikle hareket halindeyken asimetric momentuma neden olmaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan bir 3D kinematik (VICON kameralar ile) ve kinetik (forceplate ile) çalışmada 10 gönüllü skolyotik olguda (sol lumbar, sağ torasik eğrilik gösteren, ortalama yaşı 14.4), yürüme sırasında transvers planda baş ve pelvisin simetric davranışına karşılık, gövdenin rotasyonel davranışında anlamlı asimetri saptanmıştır. Bu asimetri özellikle gövdenin sağ üst bölümünde belirgindir. Bunun yansıması olarak sol topukta maksimal torsiyon meydana geldiği (ortalama 11.4^0) ve torasik deformitenin ağırlığı ile korele olduğu gösterilmiştir (Kramers-de Quervain ve ark 2004). Bu çalışmada diğer statik denge parametreleri arasında sağ-sol asimetrisi gösterilememiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, de Quervain ve arkadaşlarının çalışması ile paralellik göstermektedir. Özellikle gövdede meydana gelen asimetric rotasyonel hareket, yer tepkime kuvvetinde bir asimetriye neden olmaktadır. Bunun sonucunda çalışmamızda dinamik ayak taban basınç verilerini maskeleyerek elde ettiğimiz verilerdeki asimetric bulgular, aslında gövdedeki rotasyonel asimetrinin bir yansıması olduğunu açıklamaktadır. Bizim çalışmamızda sol TopukCA değerinin sağdan anlamı derecede yüksek olması ve ayrıca her iki ayağın ön kısmına bakıldığında sol ayak ön-dış ile sağ ayak ön-iç kısmında diğer taraftaki benzer maskeleme alanlarından anlamlı farklılığın görülmesi sonuçları desteklemektedir. Burada açıklığa kavuşturulması gereken konu, bizim çalışmamızda asimetric dağılım C tipi yani tek eğrilik gösteren skolyoz

olgularında görülmemesi, de Quervain'in çalışmasında olduğu gibi 2 eğrilik gösteren S tipi olgularda görülmesidir(Kramers-de Quervain, 2004).



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda Cobb açısı 10^0 den büyük skolyoz olgularında statik ve dinamik denge ve postürel değişiklikleri araştırdık. Olguların hepsi bayan olmak üzere, 14 tanesi tek yönlü eğrilik gösterirken (C tipi), 9 olgu iki yönlü eğrilik (S tipi) göstermekteydi. Elde ettiğimiz sonuçlar eğrilik yönünün statik denge parametreleri ile ilişkisi olmadığını, buna karşılık S tipi eğrilikte sadece ağırlık merkezi iz düşümünün toplam salınım mesafesinin (Dist), C tipi eğriliği olanlara göre anlamlı farklılık gösterdiği bulundu.

Dinamik parametrelere baktığımızda 7 bölge maskeme uyguladığımız ayak tabanı basınç verilerinde asimetri olduğunu gözlemledik. Elde edilen sayısal verileri analiz ettiğimizde bu asimetrinin C tipi eğrilikte sadece sağ TopukCA'da sola göre anlamlı yüksek olduğu; buna karşılık S tipi eğrilikte sol Topuk PF ve sol Topuk PCP, sol DiğerMTTPF ve sol DiğerMTTPCP sağa göre, sağ BasPRMKCA sola göre anlamlı olarak yüksek bulundu. Özetle S tipi eğrilikte ayağın ön bölümünde, sağ ayağın mediyalindeki maskeme alanları sola göre ve sol ayağın lateral maskeme alanlarında sağa göre daha büyük basınç değerleri gösterdiği saptandı. Yine aynı bölgelerin basınç dağılımının Cobb açısı ile pozitif korelasyon gösterdiği (en yüksek sağ FrstMTTPF ve sağ FrstMTTPCP olmak üzere) gözlemlendi.

Literatür bilgileri birlikte değerlendirildiğinde, asimetrinin sola doğru rotasyonel bir zorlanma şeklinde olduğu, buna bağlı olarak ayak tabanına etki eden yer tepkime kuvvetlerinin asimetric bir dağılım gösterdiği, bu asimetriden özellikle gövdenin transvers düzlemde asimetric rotasyonel momentumunun etkili olduğu sonucuna varıldı. Aynı zamanda özellikle kompensatuvar eğriliğin oluşmadığı C tipi eğrilikte bu rotasyonel zorlanmaya bağlı basınç değişikliklerinin S tipi eğrilikte olduğu kadar belirgin olmadığı düşünüldü.

Sonuç olarak eğriliğin tipi ve yönü, statik ve dinamik denge üzerine etkili olmaktadır. Statik denge bakımından gözü açık olarak yapılan değerlendirmelerde, erişkin yaş döneminde denge konusunda bir düzeltme stratejisinin oluştuğu, statik denge parametrelerinin önemli bir bozulma göstermediği, buna karşılık dinamik denge

ve yürüme paterninde eğrilik tipine göre farklı durumların ortaya çıktığı ve vücut biyomekaniğinin bozulmasına bağlı ortaya çıkan yeni kuvvetlerin yansımasının pedobarografik olarak kolaylıkla değerlendirilebileceğini görüşüyoruz.



9. KAYNAKLAR

Arıncı, K. and A. Elhan (2014). *Anatomi*. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri.

Avikainen, V. J., A. Rezasoltani and H. A. Kauhanen (1999). "Asymmetry of paraspinal EMG-time characteristics in idiopathic scoliosis." *Clinical Spine Surgery* **12**(1): 61-67.

Awrejcewicz, J. (2012). *Classical mechanics: kinematics and statics*, Springer Science & Business Media.

Boos, N. and M. Aebi (2008). *Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment*, Springer Berlin Heidelberg.

Brinckmann, P., W. FROBIN, E. HIERHOLZER and M. HORST (1983). "Deformation of the vertebral end-plate under axial loading of the spine." *Spine* **8**(8): 851-856.

Bürklein, D., E.-M. Lochmüller, V. Kuhn, J. Grimm, R. Barkmann, R. Müller and F. Eckstein (2001). "Correlation of thoracic and lumbar vertebral failure loads with in situ vs. ex situ dual energy X-ray absorptiometry." *Journal of biomechanics* **34**(5): 579-587.

Chen, P.-Q., J.-L. Wang, Y.-H. Tsuang, T.-L. Liao, P.-I. Huang and Y.-S. Hang (1998). "The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents." *Clinical biomechanics* **13**(1): S52-S58.

Cobb, J. (1948). "Outline for the study of scoliosis." *Instr Course Lect* **5**: 261-275.

Crawford, R. P., C. E. Cann and T. M. Keaveny (2003). "Finite element models predict in vitro vertebral body compressive strength better than quantitative computed tomography." *Bone* **33**(4): 744-750.

- Cyron, B., W. Hutton and J. Troup (1976). "Spondylolytic fractures." *Bone & Joint Journal* **58**(4): 462-466.
- De Paepe, A., R. B. Devereux, H. C. Dietz, R. C. Hennekam and R. E. Pyeritz (1996). "Revised diagnostic criteria for the Marfan syndrome." *American journal of medical genetics* **62**(4): 417-426.
- Earles, D., D. Koceja and C. Shively (2000). "Environmental changes in soleus H-reflex excitability in young and elderly subjects." *International journal of neuroscience* **105**(1-4): 1-13.
- El Fegoun, A. B., F. Schwab, L. Gamez, N. Champain, W. Skalli and J.-P. Farcy (2005). "Center of gravity and radiographic posture analysis: a preliminary review of adult volunteers and adult patients affected by scoliosis." *Spine* **30**(13): 1535-1540.
- Galante, J. "0.(1967) Tensile properties of the human lumbar annulus fibrosus." *Acta orthop. scand. Suppl* **100**: 1-91.
- Gaudreault, N., A. B. Arsenault, C. Larivière, S. J. DeSerres and C.-H. Rivard (2005). "Assessment of the paraspinal muscles of subjects presenting an idiopathic scoliosis: an EMG pilot study." *BMC Musculoskeletal Disorders* **6**(1): 1.
- Giakas, G., V. Baltzopoulos, P. H. Dangerfield, J. C. Dorgan and S. Dalmira (1996). "Comparison of gait patterns between healthy and scoliotic patients using time and frequency domain analysis of ground reaction forces." *Spine* **21**(19): 2235-2242.
- Gollhofer, A., W. Taube and J. B. Nielsen (2013). *Routledge handbook of motor control and motor learning*, Routledge.
- Greenwood, D. and W. Bogar (2014). "Congenital scoliosis in non-identical twins: case reports and literature review." *The Journal of the Canadian Chiropractic Association* **58**(3): 291.
- Grivas, T. B. (2012). *Recent Advances in Scoliosis*, InTech.

- Harrington, P. R. (2002). "Treatment of Scoliosis." *J Bone Joint Surg Am* **84**(2): 316-316.
- Haumont, T., G. C. Gauchard, P. Lascombes and P. P. Perrin (2011). "Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls." *Spine* **36**(13): E847-E854.
- Herring, J. A. (2016). "Idiopathic Versus Syring-Related Scoliosis: How Different Are They?" *J Bone Joint Surg Am* **98**(4): e16.
- Horak, F., L. Nashner and H. Diener (1990). "Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss." *Experimental Brain Research* **82**(1): 167-177.
- Horak, F. B. and L. M. Nashner (1986). "Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations." *Journal of neurophysiology* **55**(6): 1369-1381.
- Inanir, A., B. Cakmak, Y. Hisim and F. Demirturk (2014). "Evaluation of postural equilibrium and fall risk during pregnancy." *Gait & posture* **39**(4): 1122-1125.
- Johansson, J., A. Nordström and P. Nordström (2016). "Greater Fall Risk in Elderly Women Than in Men Is Associated With Increased Gait Variability During Multitasking." *Journal of the American Medical Directors Association*.
- Johnson, A. T. (2007). *Biomechanics and exercise physiology: quantitative modeling*, CRC Press.
- Jull, G., D. Falla, J. Treleaven, P. Hodges and B. Vicenzino (2007). "Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes." *Journal of Orthopaedic Research* **25**(3): 404-412.
- Kindsfater, K., T. Lowe, D. Lawellin, D. Weinstein and J. Akmakjian (1994). "Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis." *J Bone Joint Surg Am* **76**(8): 1186-1192.

- King, H. A., J. H. Moe, D. S. Bradford and R. B. Winter (1983). "The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis." *J Bone Joint Surg Am* **65**(9): 1302-1313.
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of biomechanics*, Springer Science & Business Media.
- Kramers-de Quervain, I. A., R. Müller, A. Stacoff, D. Grob and E. Stüssi (2004). "Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis." *European Spine Journal* **13**(5): 449-456.
- Kumar, K. (1996). "Spinal deformity and axial traction." *Spine* **21**(5): 653-655.
- Lee, D. N. and E. Aronson (1974). "Visual proprioceptive control of standing in human infants." *Perception & Psychophysics* **15**(3): 529-532.
- Linklater, J., C. L. Hayter, D. Vu and K. Tse (2009). "Anatomy of the subtalar joint and imaging of talo-calcaneal coalition." *Skeletal Radiol* **38**(5): 437-449.
- Lippert, L. S. (2011). *Clinical kinesiology and anatomy*, FA Davis.
- Melão, L., C. Canella, M. Weber, P. Negrão, D. Trudell and D. Resnick (2009). "Ligaments of the transverse tarsal joint complex: MRI–anatomic correlation in cadavers." *American Journal of Roentgenology* **193**(3): 662-671.
- Moen, K. Y. and A. L. Nachemson (1999). "Treatment of scoliosis: an historical perspective." *Spine* **24**(24): 2570.
- Moore, K. L., A. F. Dalley and A. M. R. Agur (2013). *Clinically Oriented Anatomy*, Wolters Kluwer Health.
- Moore, K. L., T. V. N. Persaud and M. G. Torchia (2015). *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, Elsevier Health Sciences.
- Nagai, M., M. Isida, J. Saitoh, Y. Hirata, H. Natori and M. Wada (2009). "Characteristics of the control of standing posture during pregnancy." *Neuroscience letters* **462**(2): 130-134.
- Netter, F. H. (2014). *Atlas of Human Anatomy*, Elsevier Health Sciences.

Newton, P. O. and M. F. O'Brien (2011). Idiopathic scoliosis: The Harms Study Group treatment guide, Thieme.

Okuno, E. and L. Fratin (2014). Biomechanics of the Human Body, Springer.

Panchbhavi, V. K., D. Molina, J. Villarreal, M. C. Curry and C. R. Andersen (2013). "Three-dimensional, digital, and gross anatomy of the Lisfranc ligament." *Foot & ankle international* **34**(6): 876-880.

Panjabi, M. M., R. A. Brand and A. A. White (1976). "Mechanical properties of the human thoracic spine as shown by three-dimensional load-displacement curves." *J Bone Joint Surg Am* **58**(5): 642-652.

Panjabi, M. M., R. A. Brand and A. A. White (1976). "Three-dimensional flexibility and stiffness properties of the human thoracic spine." *Journal of Biomechanics* **9**(4): 185-192.

Park, J.-H., S. Noh, H. Jang, W. Yu, M. Park and H. Choi (2009). The study of correlation between foot-pressure distribution and scoliosis. 13th International Conference on Biomedical Engineering, Springer.

Perrich, K. D., D. W. Goodwin, P. J. Hecht and Y. Cheung (2009). "Ankle ligaments on MRI: appearance of normal and injured ligaments." *AJR Am J Roentgenol* **193**(3): 687-695.

Pesce, V., A. Piazzolla, L. Moretti, S. Carlucci, C. Parato, P. Maxy and B. Moretti (2013). "The vertebral biomechanic previous and after kyphoplasty." *Aging clinical and experimental research* **25**(1): 71-74.

Peterson, D. R., J. D. Bronzino and A. T. Johnson (2014). Exercise Physiology. Biomechanics: Principles and Practices, CRC Press: 19-11-19-12.

Qiu, G., J. Zhang, Y. Wang, H. Xu, J. Zhang, X. Weng, J. Lin, Y. Zhao, J. Shen and X. Yang (2005). "A new operative classification of idiopathic scoliosis: a Peking Union Medical College method." *Spine* **30**(12): 1419-1426.


- Risser, J. C. (1964). "Scoliosis: past and present." *J Bone Joint Surg Am* **46**(1): 167-199.
- Schünke, M., L. M. Ross, E. Schulte, U. Schumacher and E. D. Lamperti (2006). *Thieme Atlas of Anatomy: General Anatomy and Musculoskeletal System*, Thieme.
- Schwab, F., V. Lafage, R. Boyce, W. Skalli and J.-P. Farcy (2006). "Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position." *Spine* **31**(25): E959-E967.
- Sparrow, D. B., G. Chapman, A. J. Smith, M. Z. Mattar, J. A. Major, V. C. O'Reilly, Y. Saga, E. H. Zackai, J. P. Dormans and B. A. Alman (2012). "A mechanism for gene-environment interaction in the etiology of congenital scoliosis." *Cell* **149**(2): 295-306.
- Stagnara, P. (1969). "Scoliosis in adults. Surgical treatment of severe forms." *Excerpta Med Found Int Cong* **192**: 947.
- Standring, S. and N. R. Borley (2008). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, Churchill Livingstone/Elsevier.
- Stokes, I. A., L. C. Bigalow and M. S. Moreland (1986). "Measurement of axial rotation of vertebrae in scoliosis." *Spine* **11**(3): 213-218.
- Tkaczuk, H. (1968). "Tensile properties of human lumbar longitudinal ligaments." *Acta Orthopaedica Scandinavica* **39**(sup115): 1-69.
- Tözeren, A. (2000). *Human body dynamics: Classical mechanic and human movement*. New York (NY), Springer-Verlag.
- Ünal, M., O. Akkuş and R. E. Marcus (2016). *Fundamentals of Musculoskeletal Biomechanics. Musculoskeletal Research and Basic Science*. F. Korkusuz. Cham, Springer International Publishing: 15-36.
- Winter, D. A. (1995). "Human balance and posture control during standing and walking." *Gait & posture* **3**(4): 193-214.

Winter, D. A., F. Prince, J. Frank, C. Powell and K. F. Zatz (1996). "Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance." *Journal of neurophysiology* **75**(6): 2334-2343.




10. EKLER

EK 1. Gönüllü Onam Formu



T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

ARASTIRMANIN ADI :
İdiyopatik skolyoz olgularında eğriliğin yönü ve Cobb açısı değerleri ile ayak tabanı basınç dağılımı ve salınım analizi arasındaki ilişkinin pedobarografi cihazı ile değerlendirilmesi.

ÇALIŞMANIN AÇIK ADI
Nedeni bilinmeyen omurga eğriliğinde, omurga eğriliğinin yönü ve derecesi ile ayak tabanı basınç dağılımı ve denge arasındaki ilişkinin ayak tabanı basınç dağılımı ölçüm cihazı ile değerlendirilmesi.

Gönüllünün Baş Harfleri << >>

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamamız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. **Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız.**

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDA MIYIM?:

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirseniz imzalanmanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?:

İdiyopatik skolyozda erken dönem tanı ve tedavi önemlidir. Yürüme yeteneğinin elişebilmesi için ayakta dik durabilme temeldir; dik duruş kararlılığı vücudun dik tutulabilmesine, düzgün kas aktivitesine, denge ve ayak yapısı gibi faktörlere bağlıdır. Skolyozda ağırlık merkezinin yer değiştirmesi ve yeni bir kararlılık durumuna geçilmesi nedeniyle hem yürüme şekli hem de ağırlık merkezinin izdüşümü yer değiştirir. Bu özelliklerine bakarak skolyoz olgularında salınım analizi yaparak, yeni oluşan denge durumu ve normal örneklerden farkının elirlenmesi amaçlanmaktadır.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

Çalışma öncesi boy, kilo ve ayak ölçümleriniz yapılacak, kısa bilgi sorgulaması yapılacak. Daha sonra ayak tabanı basınç ölçüm cihazı ile 30 saniye süreyle ayakta sabit durarak (3kez) ve 2 adım atarak basınç platformunun üzerinden geçmek suretiyle (10 kez) dinamik ayak tabanı basınç dağılımı ve ağırlık,merkezi izdüşümü ölçümleri yapılacaktır.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIM NE GİBİ OLASI YAN ETKİLERİ, RİSKLERİ VE RAHATSIZLIKLARI VARDIR?

Bu çalışmaya katılmanın herhangi bir yan etkisi ve riski bulunmamaktadır. Sadece ayak ölçümleri alınacak ve bir platformda yürümeniz ve 30 saniye süreyle beklemeniz istenecektir.



CALISMAYA KATILMANIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Ayak rahatsızlığı olan veya tüm vücut postüründe dengesizliğe yol açan rahatsızlıkların tanısı ve tedavisinin başarısının takibinde topluma faydanız dokunacaktır. Skolyoz gibi bir rahatsızlıkta denge ve postür ile ilgili bilişsel birikim sağlanmış olacaktır.

CALISMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?

Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneniz ve yapılacak ölçüm ile testler çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmış olmanızdan dolayı herhangi bir zarar görürseniz Çalışma destekleyicisi bunu, Türkiye Cumhuriyeti yasalarına uygun olarak karşılayacaktır.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Kişisel bilgileriniz gizli tutulacak ve hiçbir şekilde açıklanmayacaktır.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER

Prof. Dr. Tuncay Varol 05355660575
Dr. Serkan Özgür 05068373875

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartışım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü / Hastanın adresi:

Gönüllü / Hastanın telefonu:

Gönüllü / Hastanın Adı Soyadı:

İmzası

Tarih

Yeli / Vasinin Adı Soyadı:

İmzası

Tarih

Yeli / Vasinin adresi ve telefonu:

Rıza alım işlemine başından

Somuno kadar inatlık eden

Adı Soyadı Görevi

İmzası

Tarih

Açıklamaları yapan araştırmacının

Adı Soyadı

İmzası

Tarih

EK 2. Etik Kurul Onayı

Sayı :297 **13.12.2012**

Konu: Araştırma Hakkında

Sn. Prof. Dr. Tuncay VAROL

"İdiyopatik skolyoz olgularında eğriliğin yönü ve Cobb açısı değerleri ile ayak tabanı basınç dağılımı ve salınım analizi arasındaki ilişkinin pedobarografi cihazı ile değerlendirilmesi" isimli araştırmanız incelenmiş; Etik açıdan uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

1. Söz konusu bilimsel çalışmanız onaylandığı başlangıç tarihten itibaren 6 ay içinde başlamaması durumunda Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığına yazılı rapor vermeniz;
2. Araştırmanın isim ve yazarlarının değiştirilmesi talebi durumunda gerekçesi ile birlikte Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığına bildirilmesi ve onay alınması;
3. Araştırmanız yurtiçi ve yurtdışı bir dergide basıldı ise bir örneğinin gönderilmesi gerekmektedir.

Gereğini rica ederim

Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ
Başkan

EK 3. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Serap BİLİ KARAOĞLAN

Doğum Yeri: Bergama Doğum Tarihi :11.03.1982

Uyruğu: T.C. Tel:05339229572

E-mail: serapbilir@hotmail.com

Eğitim Düzeyi:Lisans mezunu

Mezun Olduğu Kurumun Adı /Mezuniyet Yılı

Bergama Anadolu lisesi-2000

9 Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu-2005

İş Deneyimi

Görevi Kurum Süre (Yıl - Yıl)

Etik Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi-2005-2007

Yedigün Tıp Merkezi-2007-2008

Alsancak Fizik Tedavi Dal Merkezi-2008-2009

Yedigün Tıp Merkezi -2009-2011.....,

Celal Bayar Üniversitesi Hastanesi
Yabancı Dilleri Okuduğunu Anlama-Konuşma-Yazma

İngilizce orta-orta-orta

Bilgisayar Bilgisi

Program Kullanma becerisi:

Orta

Yabancı Dil Sınav Notu:50 Üds

Ales Puanı

Sayısal -Eşit Ağırlık-Sözel:60 67 65

EK 4. Turnitin Orjinallik Raporu

27.06.2016

Turnitin
Doküman Görüntüleyici

Turnitin Orjinallik Raporu

Sistem kancdu: 24-Haz-2016 18:25 GST
NUMARA: 666130750
Kasime Saygin, 15514
Gönderildi: 1

Serap_Tez Serap Bilir Karaoglan tarafından

Benzersizlik Endeksi	Kaynağa göre Benzersizlik
%17	İnternet Kaynaklar: %13 Yayımlar: %9 Öğrenci Ödevleri: %9

yenile

4% match (17-May-2015 tarihli internet)
<http://www.istanbulusaglik.gov.tr>

1% match (13-Haz-2016 tarihli öğrenci ödevleri)
Submitted to Celal Bayar Üniversitesi on 2016-06-13

1% match (yayımlar)
World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development, Volume 12, Issue 1 (2016)

1% match (21-Nis-2005 tarihli öğrenci ödevleri)
Submitted to UNIVERSITY OF HİSAM KONSANS 2005-04-21

1% match (13-Haz-2016 tarihli öğrenci ödevleri)
Submitted to Celal Bayar Üniversitesi on 2016-06-13

<1% match (11-Mar-2016 tarihli internet)
<http://scikerisim.deu.edu.tr>

<1% match (yayımlar)
Friedrich A. Hayek's Liberalism: A Reappraisal
Anne-Violette Bruyneeel, "Dynamical asymmetries in idiopathic scoliosis during forward and lateral initiation step..."

<1% match (23-Eki-2015 tarihli internet)
www.istanbulusaglik.gov.tr

<1% match (yayımlar)
Anne-Violette Bruyneeel, "Dynamical asymmetries in idiopathic scoliosis during forward and lateral initiation step..."

Prof. Dr. Tuğcan Yılmaz

1034

https://turnitin.com/new/report_classic.asp?lang=tr&id=686130750&f=1&bypass_cv=1