

**T.C.  
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**LUMBAR İNTERVERTEBRAL DİSKLERİN  
VE LUMBAR VERTEBRALARIN YAŞA VE CİNSİYETE  
BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Pelin DİLMEN  
ANATOMİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Erdem GÜMÜŞBURUN**

**Aralık – 2006**

T.C.  
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ

LUMBAR İNTERVERTEBRAL DİSKLERİN  
VE LUMBAR VERTEBRALARIN YAŞA VE CİNSİYETE  
BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Pelin DİLMEN

ANATOMİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Erdem GÜMÜŞBURUN

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmalarım sırasında bilgisini ve desteğini esirgemeyen sayın hocam, Anabilim Dalı Başkanımız ve tez danışmanım Prof. Dr. Erdem GÜMÜŞBURUN'a,

Tezimin yazılım aşamalarında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Yrd. Doç. Dr. Neşe KIZILKAN'a ve Doç. Dr. Hülya ERBAĞCI'ya,

Klinik bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Ercan MADENCİ'ye,

İstatiksel değerlendirmelerde yardımını gördüğüm Öğr. Gör. Dr. Neriman Aydın'a, Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ayfer Mavi'ye ve bu tezin hazırlanmasında emeği geçen herkese,

Uzmanlık eğitimim süresince gösterdikleri sabır ve destekleri için eşime ve oğluma, En içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Pelin Dilmen

Gaziantep Aralık 2006

## İÇİNDEKİLER

I	ÖNSÖZ-TEŞEKKÜR.....	I
II	İÇİNDEKİLER.....	II
III	ÖZET.....	IV
IV	ABSTRACT.....	V
V	TABLO LİSTESİ.....	VI
VI	ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
VII	RESİM LİSTESİ.....	VIII
VIII	GRAFİKLER LİSTESİ.....	IX
1.	GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.	GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.	COLUMNA VERTEBRALİS.....	3
2.1.1.	Columna vertebralis'in Embriyolojisi.....	3
2.1.2.	Vertebrae Anatomisi.....	7
2.1.3.	Vertebrae Lumbales.....	8
2.1.4.	Columna vertebralis'in Eklemleri.....	10
2.1.5.	Columna vertebralis'in Arterleri.....	14
2.1.6.	Columna vertebralis'in Venleri.....	15
2.1.7.	Columna vertebralis'in Eğrilikleri.....	17
2.1.8.	Columna vertebralis'in Hareketleri.....	17
2.2.	DİSCUS İNTERVERTEBRALİS.....	19
2.2.1.	Anatomisi.....	19
2.2.2.	Histolojisi.....	24
2.2.3.	Discus intervertebralis'in Kanlanması.....	27
2.2.4.	Discus intervertebralis'in Beslenmesi.....	28
2.2.5.	Discus intervertebralis'in İnnervasyonu.....	29
2.2.6.	Discus intervertebralis'in Mekanik Davranışları.....	31
2.2.7.	Discus intervertebralis'in Biyomekaniği.....	32
2.2.8.	Discus intervertebralis'in Klinik Önemi.....	34

3.	MATERYAL VE METOD.....	35
4.	BULGULAR.....	40
5.	TARTIŞMA.....	45
6.	SONUÇLAR.....	51
7.	KAYNAKLAR.....	52

**ÖZET****LUMBAR İNTERVERTEBRAL DİSKLERİN VE LUMBAR VERTEBRALARIN YAŞA VE CİNSİYETE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Dr. Pelin DİLMEN, Uzmanlık Tezi, Anatomi Anabilim Dalı  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Erdem GÜMÜŞBURUN  
ARALIK 2006, 58 Sayfa

Bu çalışmada, lumbal intervertebral disklerde ve vertebralarda yaş ve cins ile meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek amacı ile 310 bireyin herhangi bir patoloji saptanmayan lateral lumbosakral grafileri incelendi.

Lumbal intervertebral disklerin anterior yükseklik ölçümleri ile lumbal vertebraların ön kenar yükseklik ve orta yükseklik ölçümleri lateral lumbosakral vertebra grafileri üzerinde yapıldı. Her lumbal vertebra için konkavite indeks değerleri belirlendi. Her disk seviyesi için elde edilen ölçümler ve belirlenen konkavite indeks'lerinin her iki cinsten yaş gruplarıyla ilişkisi incelendi.

Lumbar intervertebral disklerin yüksekliklerinin kadın ve erkekte yaş ile birlikte diskin bulunduğu seviyeye göre değiştiği bulundu. Kadınlarda disk 2, disk 3, disk 4 ile erkeklerde disk 5 ve disk 6 yüksekliklerinin 50 yaşına kadar arttığı, 50 yaş sonrası azaldığı, yine erkeklerde disk 2, disk 3, disk 4 ile kadınlarda disk 6 yüksekliğinin 40 yaşına kadar arttığı, 40-49 yaş grubunda yüksekliğini koruduğu ve 50 yaş sonrası artmaya devam ettiği tesbit edildi. Lumbal vertebraların konkavite indeks değerlerinin yaşa bağlı değişimi ise kadın ve erkeklerde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı. Bu sonuca göre konkavite indeksi'nin yaşlanma için belirleyici bir kriter olmadığı düşünüldü.

Sonuç olarak elde ettiğimiz sonuçların radyolojik tanı ve klinik değerlendirmelere katkı sağlayacağı kanısındayız.

**Anahtar Kelimeler:** Lumbar intervertebral disk, Disk yüksekliği, Konkavite indeksi, Yaş, Cinsiyet.

**ABSTRACT****RESEARCH OF CHANGES IN THE LUMBAR INTERVERTEBRAL DISCS  
AND LUMBAR VERTEBRAES WITH AGE AND GENDER.**

Dr. Pelin Dilmen, Department of Anatomy  
Thesis Director: Prof. Dr. Erdem GÜMÜŞBURUN  
DECEMBER 2006, 58 Pages

In this study, to evaluate changes in lumbar intervertebral discs and vertebrae related with age and sex, lateral lumbosacral graphics of 310 subjects, were researched.

Anterior height measurements of lumbar intervertebral discs and measurements of anterior margin height and midheight of lumbar vertebrae on lateral lumbosacral vertebra graphics, were established. Concavity index values for each lumbar vertebra were designed. Obtained measurements for each disc level designed concavity indexes' relations in both sex-age groupings were researched.

In females and males, height of lumbar intervertebral disc heights related with disc level had changed with age, was reached. In females height of disc 2, disc 3, disc 4 and in males height of disc 5 and disc 6 was increasing until 50 years of age, was decreasing after 50 years of age, in males height of disc 2, disc 3, disc 4 and females disc 6 was increasing until 40 years of age, remain steady between 40-49, and continue to increase after 50 years of age, was determined. Concavity index values of lumbar vertebrae in men and women related with age were not found significant. With this result, concavity index was not determined criteria for aging, was thought.

In conclusion, we are of the opinion that, our results for radiological diagnosis and clinical researches to be contributed.

**Key words:** Lumbar intervertebral disc, Disc height, Concavity index, Age, Gender.

**TABLO LİSTESİ**

Sayfa no:

Tablo 1. Çalışmaya katılan bütün bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı.....	35
Tablo 2. Bütün bireylerin disk yüksekliklerinin yaş gruplarına göre dağılımı.....	40
Tablo 3. Erkeklerde disk yüksekliklerinin yaş gruplarına göre Dağılımı.....	41
Tablo 4. Kadınlarda disk yüksekliklerinin yaş gruplarına göre dağılımı.....	41
Tablo 5. Erkeklerde konkavite indeks değerlerinin yaş gruplarına göre dağılımı.....	43
Tablo 6. Kadınlarda konkavite indeks değerlerinin yaş gruplarına göre dağılımı.....	43



## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa no:

Şekil 1. Columna vertebralis'in embriyolojisi.....	5
Şekil 2. İkinci lumbal vertebranın üstten görünüşü.....	9
Şekil 3. Columna vertebralis'in pars lumbaris'inin lateral görüntüsü .....	10
Şekil 4. Columna vertebralis'in ligamentleri.....	12
Şekil 5. Vertebranın arteriyel beslenmesi, üstten görünüşü.....	15
Şekil 6. Columna vertebralis'in venleri.....	16
Şekil 7. Discus intervertebralis'in şematik üç boyutlu yapısı.....	20
Şekil 8. Annulus fibrosus ve Nucleus pulposus'un yapısı.....	22
Şekil 9. Discus intervertebralis'in beslenmesi.....	28
Şekil 10. Discus intervertebralis'in innervasyonu.....	30
Şekil 11. L4 discus intervertebralis'in yapısı, komşulukları ve innervasyonu.....	31
Şekil 12. Değişik konumlarda lumbal intervertebral diskteki basınç değişiklikleri.....	33
Şekil 13. Discus intervertebralis'in ölçüm metodu.....	37

## RESİM LİSTESİ

Sayfa no:

Resim 1. Lateral lumbosakral grafide discus intervertebralis yüksekliğinin ölçüm metodu.....	38
Resim 2. Lateral lumbosakral grafide konkavite indeksi'nin ölçüm metodu.....	39

**GRAFİKLER LİSTESİ**

	Sayfa no
Grafik 1. Erkeklerde yaş gruplarına göre disk yüksekliğinin değişimi.....	42
Grafik 2. Kadınlarda yaş gruplarına göre disk yüksekliğinin değişimi.....	42
Grafik 3. Erkeklerde lumbar vertebraların yaş gruplarına göre konkavite indeks değerlerinin değişimi.....	44
Grafik 4. Kadınlarda lumbar vertebraların yaş gruplarına göre konkavite indeks değerlerinin değişimi.....	44

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Discus intervertebralis, columna vertebralis'te iki corpus vertebrae arasında bulunan symphysis intervertebralis'in yapısına katılan elastik bir yapıdır (1). Bu yapı en içte yarı sıvı olan nucleus pulposus, nucleus'u çevreleyen kalın birçok iç içe fibröz liflerden oluşan annulus fibrosus ve bu iki yapıyı alt ve üstte corpus vertebrae'lerden ayıran iki kıkırdak plaktan (kartilaj end plate) meydana gelmiş fibrokartilajinöz bir komplekstir (2).

Discus intervertebralis'in fonksiyonu deforme olabilen vertebralar arası mesafeyi korumaktır. Discus intervertebralis fleksibl olup kalınlıkları vertebralar arasındaki hareketin genişliğini tayin eder ve lokomotor sistemin hareketini arttırarak intervertebral mesafenin devamlılığını sağlar (3).

Discus intervertebralis'in yapı ve fonksiyonu, nucleus pulposus ve annulus fibrosus'un biyokimyasal ve histolojik yapısına bağlıdır. İnsanda nucleus pulposus'un normal yapısı 3. dekada kadar devam eder. Bu dönemden sonra hem hücre hem de hücrelerarası matrikste ilerleyici dejeneratif değişiklikler görülür (3).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, discus intervertebralis'in yaş ve travmanın etkisi ile değişikliklere uğradığını göstermiştir (4,5). Bu çalışmalarda çocukların, adolosanların ve yetişkinlerin disk kollogenlerinin yapısı arasında belirgin farklılıklar görülmüştür. Doğumdan itibaren diskte meydana gelen histolojik ve biyokimyasal değişiklikler dejeneratif olmaktan öte bir adaptasyondur. Discus intervertebralis yaşlanma ile birlikte değişen fonksiyonel şartlara uyum sağlamaktadır (3). Disk içinde meydana gelen bu değişiklikler dikkate değer biçimde columna vertebralis'in hareketlerini etkilemektedir. İntervertebral disklerin mekanik özellikleri bir vertebradan diğerine iletilen kuvvetlerin miktarını ve yönünü belirlemektedir. Diskin bu mekanik özelliğinin zayıflaması bel ağrısının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (6).

Discus intervertebralis'te meydana gelen değişiklikleri belirlemede genellikle disk yükseklik ölçümleri değerlendirilmiştir. Disk yüksekliği ayrıca diskin kalınlığını da

belirtmektedir. Yaşlanmaya bağlı değişimlerin diskin kalınlığına etkisi olduğu yönünde genel bir görüş olmakla birlikte, yaşlanmanın lumbal disklerin kalınlıklarına etkisi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (6-9). Bunlardan birisi yaşı ilerlemesine bağlı olarak columna vertebralis'in boyunda kısalma görüldüğü ve bu durumun discus intervertebralis'in yüksekliğindeki azalmaya bağlı olduğunu savunmaktadır (8). Ancak yaşlanma ile oluşan boy kaybının corpus vertebrae'lerin yüksekliğindeki azalmaya bağlı olduğunu ve bu durumdan disk yüksekliğinin sorumlu olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (9,10). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise yaş ile birlikte disk yüksekliğinin arttığı yönünde genel bir görüş ortaya çıkmıştır (6,7,9,11,12).

Yaşlılarda nucleus pulposus'un zamanla su kaybetmiş olmasına ve dejenerasyonuna bağlı olarak incelmesi bildirilmiştir (8,13). Ancak bazı çalışmalara göre diskteki yaşlanmaya bağlı değişiklikler, diskin incilmesi ve kuruması (dehidratasyon) gibi patolojik tanımlar içerisinde değerlendirilemez. Bununla birlikte diskin katılaşması gibi fonksiyonel değişiklikler yaşlanmaya eşlik edebilir (7,10).

Buna göre hem normal yaşlanma süreci içerisinde hemde patolojik değişikliklerin gelişimi sırasında discus intervertebralis'te oluşan morfolojik değişikliklerin sonuçları açısından literatürde çelişkiler bulunmaktadır.

Bu araştırma çok sayıda örnek ve farklı yaş gruplarında lumbal vertebra ve intervertebral disklerin yüksekliklerinin ve konkavite indeks değerlerinin yaşa ve cinsiyete bağlı değişimlerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızda elde edilen değerlerin klinikte; radyolojik tanı ve cerrahi girişimlere katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. COLUMNA VERTEBRALİS

Aksial iskeletin bir parçası olan columna vertebralis; gövdenin arka tarafında, orta hat üzerinde yer alan bir sütundur. Kafa tabanından başlar, aşağıya doğru uzanır ve pelvis ile eklem yaparak sonlanır. Baş, göğüs ve karın bölgesinde bulunan organları taşır ve bunların ağırlığını pelvis aracılığı ile alt ekstremitelere iletir. Vücut dengesinde ve vücut postüründe önemli rol oynar. İçinde bulundurduğu medulla spinalis'i bir kafes gibi sarar ve korur (1,13).

Columna vertebralis, her biri ayrı 33 vertebra kemiğinin üst üste dizilmesi ile meydana gelen bir sütundur. Bu sütunu oluşturan ilk 24 vertebra birbirleriyle eklemler vasıtasıyla bağlanmışlardır. Bundan dolayı bu vertebralara gerçek vertebralalar, hareketli vertebralalar veya presakral vertebralalar adı verilmektedir. Geriye kalan 9 vertebra'nın ilk 5 tanesi kendi arasında birleşerek tek bir kemik olan os sacrum'u ve sacrum'un distalinde kalan 4-5 tane düzensiz kemikte kendi arasında birleşerek os coccygis'i oluştururlar. Bu vertebralara da yalancı vertebralalar yada sabit vertebralalar denilmektedir (1,13,14).

Columna vertebralis'i oluşturan vertebralalar buldukları bölgelere göre isimlendirilirler. İlk 7'si vertebrae cervicales (C1-C7), 12'si vertebrae thoracicae (T1-T12), 5'i vertebrae lumbales (L1-L5)'dir. Os sacrum'u oluşturanlar vertebrae sacrales (S1-S5), os coccygis'i oluşturanlar vertebrae coccygeae (Co1-Co4)'dir (13,15).

#### 2.1.1. Columna Vertebralis'in Embriyolojisi

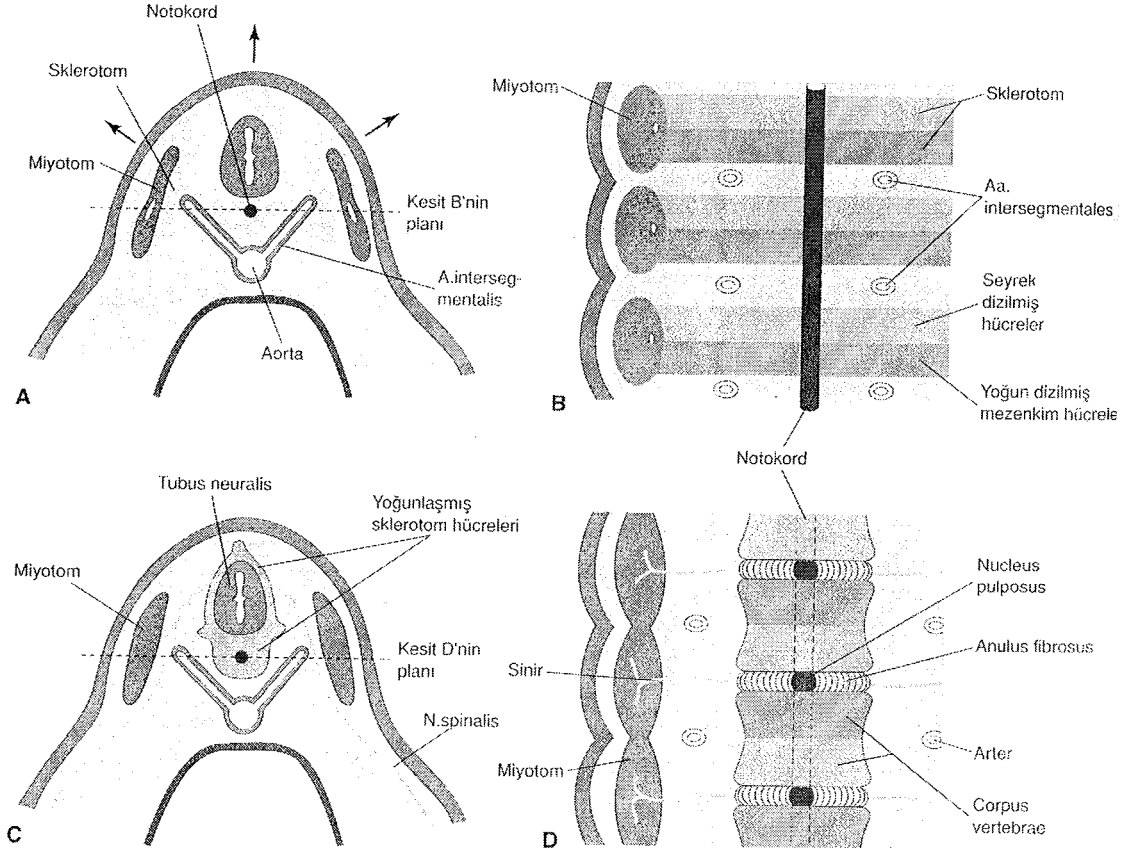
Columna vertebralis'in gelişimi gestasyonun 3. haftasında gerçekleşen gastrulasyon safhasında başlar. Aksiyal iskeletin gelişeceği embriyonun primordial eksenini olan notokord bu safhada meydana gelir (16,17).

Gastrulasyon; embriyonik diskin kaudalinde, epiblast tabakasının yüzeyinde primitif çizginin belirmesiyle başlar ve her üç germ tabakasının gelişmesiyle sonlanır. Primitif çizginin kranial ucunda çoğalan epiblast hücreleri notokord'un da gelişeceği primitif düğümü oluşturur. Primitif çizgi boyunca invajinasyona uğrayan epiblast hücreleri ise endoderm ve mezoderm adı verilen germ tabakalarını oluşturur. Primitif düğümden kraniale doğru ilerleyen prenotokordal hücreler ektoderm ile endoderm arasında yer alacak olan notokord uzantısını meydana getirirler. Gelişimin ileri evresinde meydana gelen notokord plağı içe doğru katlanarak embriyonun orta hat eksenini oluşturan notokord'u meydana getirirler. Columna vertebralis'in gelişimi notokord'un etrafında somit'lerin oluşumu ile başlar. Notokord'un her iki tarafındaki mezoderm kalınlaşır ve longitudinal hücre kolonlarını oluşturur. Bu kompakt mezenşimal hücre kolonları da 20. günde somit çiftlerine bölünür. Sonuçta 4 oksipital, 8 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral ve 10 koksigeal olmak üzere 44 çift hücre kitlesi ortaya çıkar. Somit'lerin ventro-medial duvarları skleretom'ları oluşturur. Columna vertebralis'in gelişimi 3 safhada gerçekleşir (17,18).

#### **Prekartilajinoz safha:**

Gestasyonun 4. haftasının başlarında somit'lerin skleretom'larındaki hücreler pozisyonlarını değiştirirler. Çevre yapıların farklı büyümelerinden etkilenen bu hücreler; notokord çevresinde, nöral tüp çevresinde ve gövde duvarında yoğunlaşırlar (19), (Şekil 1A,C). Notokord'un her iki yanında mezenşimal hücre kümeleri şeklinde görülen skleretom'ların, pars caudalis'inde sık dizilmiş hücreler, pars rostralis'inde gevşek dizilmiş hücreler grubu bulunmaktadır (Şekil 1B). Bir skleretom'un pars caudalis'i diğer skleretom'un pars rostralis'i ile birleşerek corpus vertebrae'nin taslağını yani mezenkimal merkezini oluştururlar. Skleretom'un pars caudalis'inde sık dizilmiş hücrelerin bir kısmı da myotom merkezinin aksine hareket ederek discus intervertebralis'i oluştururlar (Şekil 1D). Pars caudalis'in dış mezenşimal hücreleri kendi aralarında lameller şeklinde dizilirler ve fibroblastlara farklılaşarak Tip I kollogen depolamaya başlarlar. Diskin gelişimi ilerledikçe lamellerin sayısı ve kalınlığı artar ve lamellerin fibrilleri yatay açılarla yerleşirler (16,20). Corpus vertebrae'lerin gelişmesiyle aralarında bulunan notokord dejenere olur ve kaybolur. Vertebral

arasında yer alan notokord ise genişleyerek discus intervertebralis'in odağını yani nucleus pulposus'u oluşturur (Şekil 1D).



Şekil 1. Columna vertebralis'in embriyolojisi. A) Dört haftalık bir embriyonun transvers kesiti. Oklar tubus neuralis'in dorsale doğru büyümesini göstermektedir. B) Bu embriyonun frontal kesitinin diyagramı. C) Beş haftalık bir embriyonun transvers kesiti; D) Frontal kesit diyagramında, corpus vertebrae'nin oluşumunu ve notokord'un nucleus pulposus dışında yok oluşunu göstermektedir ( 18'den alınmıştır).

Nucleus pulposus intervertebral notokord'un genişlemesi ve primitif kartilajın gelişmesiyle oluşan iç hücre kitlesi şeklindedir. Nucleus pulposus geliştikçe yüzey maddesi yumuşar ve gevşek bir matriksin oluşmasına neden olur (16). Nucleus pulposus annulus fibrosus'la birlikte discus intervertebralis'i meydana getirir. Sinirler discus intervertebralis seviyesinde, intersegmentel arterler ise corpus vertebrae'nin her iki yanında bulunurlar (17,18), (Şekil 1D). Nöral tüp çevresinde yoğunlaşan mezenkimal hücreler arcus vertebrae'i, gövde duvarındakiler ise kostaları oluşturacak olan processus (proc.) costalis'leri oluştururlar (18).



### **Kartilajinöz safha:**

Gestasyonun 6. haftasında mezenkimal vertebra taslağında kıkırdaklaşma merkezleri ortaya çıkmaya başlar. Bu merkezlerin bir çifti notokord çevresinde oluşur ve embriyonik dönemin sonunda birleşerek kıkırdak merkezi meydana gelir. Aynı dönemde arcus vertebrae'de ikinci çift oluşur ve nöral ark ile proc. spinosus'u oluşturmak üzere birleşirler. Üçüncü çift ise arcus vertebrae'nin uzantıları şeklinde olan proc. transversus'ları oluşturmak üzere yanlarda oluşur. Kıkırdaklaşma tümüyle kıkırdak bir columna vertebralis oluncaya kadar devam eder (18).

### **Ossificasyon safhası:**

Embriyonik hayatta başlar ve postnatal hayatta devam eder. Corpus vertebrae'nin ön ve arkasında birer tane olmak üzere merkeze ait iki tane centrum ossificationis primarium vardır. Bunlar hemen birleşir ve tek merkez haline döner.

Embriyonik hayatın sonuna kadar corpus vertebrae'de bir, arcus vertebrae'nin her iki tarafında da birer tane olmak üzere üç tane primer kemikleşme merkezleri vardır. Yenidoğan döneminde vertebralar kıkırdaklarla birbirine bağlanmış 3 kemik bölgesine sahiptir. Arcus vertebrae'i oluşturan kemik kısımları hayatın 3 ile 5. yılları arasında birleşirler. Arcus vertebrae, corpus vertebrae ile kıkırdak yapıda olan nörosentral eklemlerle eklemleşir. Bu eklemler sayesinde medulla spinalis büyüdükçe, arcus vertebrae'ler de büyür. Hayatın 3 ile 6. yıllarında arcus vertebrae ile corpus vertebrae birleştiğinde bu eklemler kaybolur.

Puberteye kadar primer merkezler büyümeye devam eder. Puberteden sonra ortaya çıkan centrum ossificationis sekundarium'un bir tanesi proc. spinosus'un ucunda, iki tanesi her bir proc. transversus'ların ucunda ve diğer iki tanesi corpus vertebrae'lerin üst ve alt kenarında epiphysis anulare'de bulunur. Sekonder merkezlerin tamamı ise vertebranın diğer parçaları ile 25 yaş civarında birleşir (1,18).

Columna vertebralis'te bazı vertebralar bu tipik kemikleşmenin dışında bir kemikleşme gösterirler. Örneğin lumbal vertebralar da bu kemikleşme merkezlerine ek olarak proc. mamillaris'ine ait iki tane merkez daha bulunur. Bazen birinci lumbal vertebranın proc. transversus'u ayrı olarak kemikleşir ve hayat boyunca corpus vertebrae ile birleşmez. Böyle durumlarda bu parça lumbal costa olarak isimlendirilir (1,18).

### 2.1.2. Vertebrae Anatomisi

Columna vertebralis'i oluşturan vertebrae buldukları bölgelere göre farklı özellikler gösterirler. Tipik bir vertebra ön tarafta yer alan corpus vertebrae ve arka tarafta yer alan arcus vertebrae'den oluşur (1,13,14).

#### Corpus vertebrae

Vertebrae'nin ön tarafında yer alan silindirik şekilli bir yapıdır. Corpus vertebrae'lerin alt ve üst yüzleri pürüzlü ve süngerimsi görünümündedir. Facies intervertebralis adı verilen bu eklem yüzleri aralarında yer alan discus intervertebralis'ler ile eklem yaparlar. Discus intervertebralis'in yerleştiği alanın dışında kalan kenarlar kompakt kemikle çevrelenmiştir. Bu kısma apophysis anularis adı verilir (1). Corpus vertebrae'nin ön, yan ve arka yüzleri konkavdır. Bu yüzlerde besleyici damarların geçtiği delikler bulunur. Bunların arasındaki en büyük delik foramen (for.) basivertebrale'dir (13,21,22), (Şekil 2).

#### Arcus vertebrae

Vertebrae'nin arka kısmını oluşturan yapıdır. Arcus vertebrae'nin corpus vertebrae ile birleşen kısmına pediculus arcus vertebralis, arkada kalan kısmına lamina arcus vertebralis adı verilir. Pediculus arcus vertebralis'ler kısa ve kalın çıkıntılar şeklindedir. Üst tarafındaki çentiğe incisura vertebralis superior, alt tarafındaki daha derin olan çentiğe incisura vertebralis inferior denilir. Columna vertebralis'te bu çentiklerin karşı karşıya gelmesiyle for. intervertebrale denilen içinden spinal sinirlerin ve kan damarlarının geçtiği delikler oluşur. Pediculus arcus vertebralis arkaya doğru yassılaşıp devam eder ve lamina arcus vertebralis adını alır. İki lamina arcus vertebralis ortada birleşir ve buradan proc. spinosus denilen çıkıntı arkaya doğru uzanır (1,24), (Şekil 2,3).

### **Foramen vertebrae**

Önde corpus vertebrae ile arkada arcus vertebrae'nin sınırladığı deliktir. Eklem yapmış columna vertebralis'te bu deliklerin üst üste sıralanmasıyla canalis vertebralis denilen içerisinde medulla spinalis'in bulunduğu yapı meydana gelir (14,22).

### **Processus vertebrales**

Arcus vertebrae üzerinde yer alan, çeşitli kasların ve ligamentlerin tutunduğu yapılardır. Proc. vertebrales üç grupta incelenir:

Proc. transversus; pedikül ve lamina arcus vertebralis'in birleşme yerinden laterale doğru uzanan çıkıntılardır.

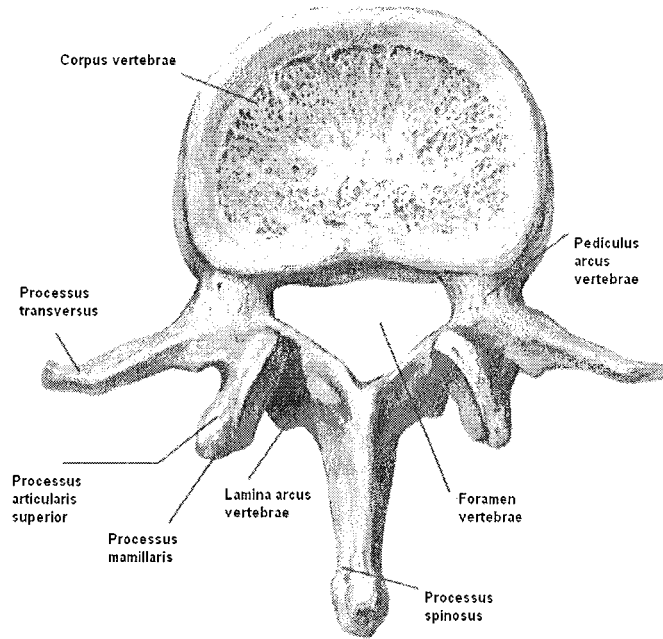
Proc. spinosus; arcus vertebrae'nin tam ortasından posteriora doğru olan çıkıntıdır.

Proc. articularisler; iki tanesi üstte, iki tanesi altta olmak üzere vertikal yerleşimli eklem çıkıntılarıdır. Bunlardan üstteki proc. articularis superior (zygapophysis superior), alttakine ise proc. articularis inferior (zygapophysis inferior) denir. Üstekinin eklem yüzü posteriora, alttakinin eklem yüzü anteriora bakar. Altteki vertebranın proc. articularis superior'u üstteki vertebranın proc. articularis inferior'u ile sinovial bir eklem ile birleşir (14,15,21), (Şekil 3).

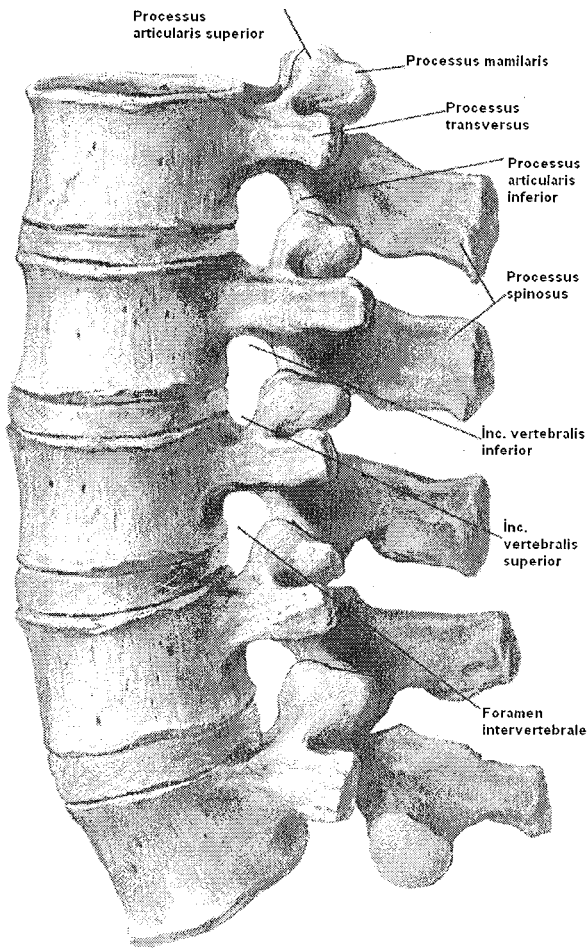
### **2.1.3. Vertebrae Lumbales (L1-L5)**

Presakral vertebraların en büyük ve en sağlam vertebralarıdır. Üzerlerine binen yükün fazla olması nedeniyle corpus vertebrae'leri daha kalın ve daha geniş olup, böbrek görünümündedir. Corpus vertebrae'nin arka kısmı ön kısmından daha kalındır. L1'den L4'e kadar arka yüzleri konkav veya düz iken L5'in hafif konvektir. Ayrıca corpus vertebrae'lerin üst ve alt yüzleri de hafif konkavdır. For. basivertebrale'si oldukça geniştir. Pedikulus arcus vertebralis'i kalın olup, corpus vertebrae'nin üst yarısına tutunur. Arkaya doğru devam eden lamina arcus vertebralis'i kısa, geniş ve kalındır. Proc. spinosus'u kalın ve kısa olup, dörtgen görünümündedir. Proc. articularis superior'daki eklem yüzü konkav olup posteromedial pozisyonadadır. Proc. articularis inferior'daki eklem yüzü konveks olup anterolateral pozisyonadadır. Proc.

transversus'lar proc. articularis'lerin anteriorunda bulunurlar. Uzun ve silindirik bir yapıdadırlar. İlk üç vertebrada horizontal düzleme paralel pozisyondayken diğer iki vertebrada aşağıya doğru eğimlidirler. Özellikle alt lumbal vertebraların proc. transversus'larında belirgin iki çıkıntı gözlenir. Bunlardan üstte, proc. articularis superior'un posteriorunda yer alan proc. mamillaris, altta proc. transversus'un posteriorunda yer alana ise proc. accessorius denilir. Lumbal vertebraların for. vertebrale'leri üçgen şeklinde olup, torakal vertebralardan büyük, servikal vertebralardan küçük boyuttadır (22,25). Ayrıca lumbal vertebralar for. transversarium'larının olmaması ile servikal vertebralardan, corpus vertebrae'lerinde ve proc. transversus'larında eklem yüzlerinin olmaması ile de torakal vertebralardan ayrılırlar (1,13,14), (Şekil 2,3).



Şekil 2. İkinci Lumbal vertebra'nın üstten görünüşü (23'den alınmıştır).



Şekil 3. Columna vertebralis'in pars lumbaris'inin lateral görüntüsü (23'den alınmıştır).

#### 2.1.4. Columna Vertebralis'in Eklemleri

C2 ile S1 arasında yer alan tüm vertebralar, corpus vertebrae'leri arasında kartilajinöz, proc. articularis'leri (zygapophyses) arasında sinovial, lamina arcus vertebralis, proc. transversus ve proc. spinosus'ları arasında fibröz yapılarla eklemlenirler (25).

### A. Corpus vertebrae' ler arasındaki eklemler

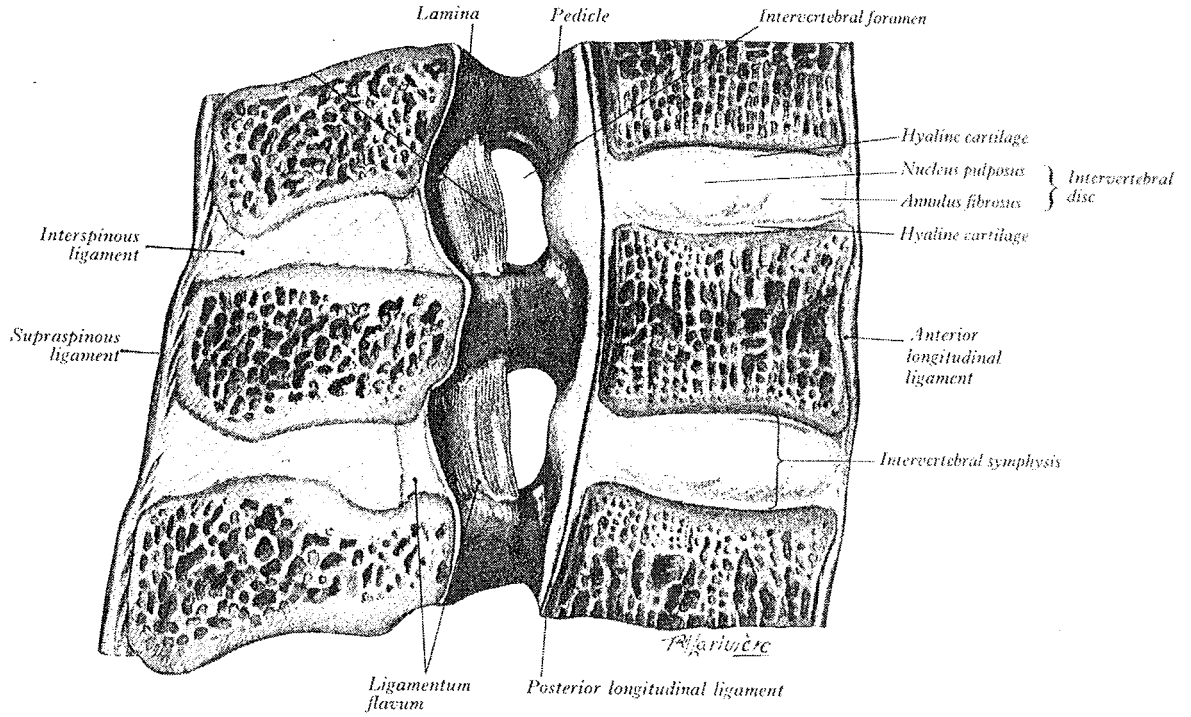
Corpus vertebrae'ler aralarında yer alan discus intervertebralis'ler aracılığıyla symphysis tipi eklem oluştururlar. Bu ekleme ön ve arkadan ligamentum (lig.) longitudinale (long.) anterius ve lig. long. posterius destek olur ve eklem yapısına katılır (13,25), (Şekil 4).

Lig. long. anterius; tüm corpus vertebrae'lerin ve discus intervertebralis'lerin ön yüzü boyunca uzanan bir bağıdır. Sacrum'un ön yüzünden geniş bir şekilde başlar ve yukarıya doğru daralarak çıkar. Axis'in gövdesinin önünden, atlas'ın tuberculum anterius'undan geçer ve os occipitale'nin pars basillaris kısmında sonlanır. Seyri sırasında discus intervertebralis'lerin ve corpus vertebrae'lerin superior ve inferior kenarlarına sıkıca, corpus vertebrae'lerin orta kısmına ise gevşek olarak tutunur. Fakat bu bölgelerde daha kalın ve daha dar yapı sergiler. Ligamentin lifleri birkaç tabakadan oluşur. En uzun lifler en yüzeyledir, yüzeyledekiler 4-5 vertebra atlayarak, orta kısımdakiler 2-3 vertebra atlayarak sonlanırlar. En derinde yer alanlar iki corpus vertebrae arasında uzanırlar (1,25).

Lig. long. posterius; tüm corpus vertebrae'lerin arka yüzleri boyunca uzanan bir bağıdır. Axis'in gövdesi ile sacrum arasında uzanır. Seyri sırasında discus intervertebralis'lerin ve corpus vertebrae'lerin superior ve inferior kenarlarına sıkıca, corpus vertebrae'lerin orta kısmına gevşek olarak tutunur. Servikal ve üst torakal bölgelerde geniş ve uniform iken alt torakal ve lumbal bölgelerde discus intervertebralis'lerin hizasında geniş, corpus vertebrae'lerin orta kısımlarında dar olarak bulunur. Ligament lifleri birkaç tabakadan oluşur. En uzun lifler en yüzeyledir. Yüzeyledekiler 3-4 vertebra atlayarak sonlanırken ,kısa olanlar iki corpus vertebrae arasında uzanırlar (1,13,25).

Lig. long. posterius, lig. long. anterius'dan daha incedir ve diske yapışan lateral kısmı da daha zayıftır. Nucleus pulposus herniasyonlarının daha çok posterolateral olmasının nedeni bu zayıflıktır (1).

Discus intervertebralis; Axis ile sacrum arasındaki tüm corpus vertebrae'ler arasında yer alan fibrokartilajinöz bir yapıdır. Corpus vertebrae'ler arasındaki ana bağıdır (1,24,25), (Şekil 4).



Şekil 4. Columna vertebralis'in ligamentleri ( 25'den alınmıştır).

## B. Arcus vertebrae' ler arasındaki eklemler

Vertebralarda proc. articularis'leri (zygapophyses) arasındaki eklemler sinovial yapıda olup, buldukları vertebral seviyeye göre değişen görünümündedirler. Lamina arcus vertebralis, proc. transversus ve proc. spinosus ile lig. flavum, lig. interspinosus, lig. supraspinosus, lig. intertransversus ve lig. nuchae tarafından oluşturulan syndesmosis tarafından birleştirilir. Bazı otoriteler bu değişik fibröz yapıları zygapophyseal eklemlerin aksesuar ligamentleri olarak sınıflandırmayı tercih ederken diğerleri syndesmosis adıyla sınıflamaktadır (25).

### (a) Articulationes zygapophysiales

Ard arda gelen vertebralardan üstteki vertebranın proc. articularis inferior'ları ile alttaki vertebranın proc. articularis superior'ları arasında oluşur ve art. plana tipindedir. Eklem yüzlerinin büyüklükleri, şekilleri ve topolojisi columna vertebralis'in

seviyelerine göre değişkenlik gösterir (1). Capsula articularis ince ve gevşek olup, ekleme katılan çıkıntılıların eklem yüzü kenarlarına tutunurlar (25).

### **b) Syndesmosis intervertebrales**

#### **Lig. flavum**

Komşu vertebraların lamina arcus vertebra'larını birleştiren bağdır. Atlas'tan birinci sakral vertebraya kadar devam eder. Bu bağ lifleri komşu iki lamina arasında vertikal yönde seyreder. Lig. flavum, canalis vertebralis'in arka duvarını yapar (Şekil 4). Her bir bağın lifleri yan yana dizilmiş olup aralarında venlerin geçebileceği aralıklar bulunur. Ligament servikal bölgede ince, torakal bölgede kalın, lumbal bölgede en kalın ebattadır. Columna vertebralis'in anterior fleksiyonu sırasında laminaların birbirinden uzaklaşmasını engeller, fleksiyondan sonra dik pozisyona gelmeye yardım eder (13,25,26).

#### **Lig. supraspinale**

Yedinci servikal vertebra'dan sacrum'a kadar proc. spinosus'ların apekslerini birleştiren güçlü bir bağdır (Şekil 4). Yüzeyel lifleri 3-4, derin lifleri 2-3 vertebra üzerinde ve en derindegiler iki vertebra arasındadır. Yedinci servikal vertebra'nın proc. spinosus'undan yukarıya doğru uzanan parçasına lig. nuchae adı verilir ve protuberantia occipitalis externa'da sonlanır (1,13,25).

#### **Lig. nuchae**

Çift laminalı fibroelastik bir bağdır. Lig. supraspinale ve lig. interspinale'ler ile homolog bir yapı teşkil eder. Yedinci servikal vertebra ile protuberantia occipitalis eksterna arasında uzanır. Boynun derinlerinde atlas'ın tuberculum posterius'una ve diğer servikal vertebraların proc. spinosus'larına tutunarak boyun kaslarının tutunduğu bir yapı oluşturur. İnsanlarda hayvanlara göre daha elastik bir yapıdadır. Hayvanlarda daha iyi gelişmiş olup özellikle başın dik tutulmasında önemli bir rol oynar (13,25).



### **Lig. interspinale**

Üst üste gelen proc. spinosus'ları birleştirir. İnce ve membranöz bir bağıdır. Önde lig. flavum, arkada lig. supraspinale ile birleşir (Şekil 4). Servikal bölgede iyi gelişmemiş olan bu ligament torakal bölgede dar ve uzun, lumbal bölgede geniş ve dördügendir. Kalınlığı üst lumbal vertebrada 1-2 mm iken alt lumbal vertebrada 2-3 mm'ye çıkar (1,13,25).

### **Lig. intertransversaria**

Servikal bölgede düzensiz lifler, torakal bölgede yuvarlak bağlar ve lumbal bölgede ince ve membranöz yapısıyla komşu iki proc. transversus'u birleştiren bağıdır (1,13).

### **Art. lumbosacralis**

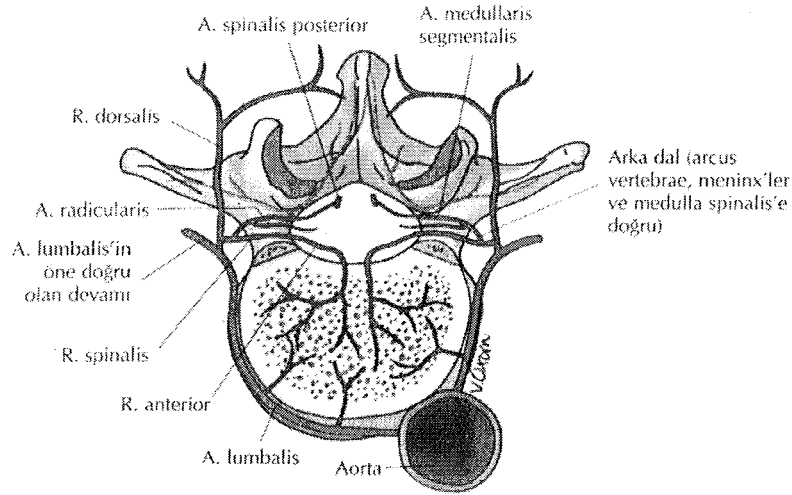
Beşinci lumbal vertebra ile birinci sacral vertebra arasında oluşur. Corpus vertebrae'lerin arasında yer alan büyük bir intervertebral disk, lig. long. anterior ve lig. long. posterior ile birleşirler. Bu eklem sacral eklem yüzü posteromedial, lumbal eklem yüzü anterolateral pozisyonudadır. Böylece beşinci lumbal vertebranın öne kayması engellenir (25).

Lig. iliolumbalis beşinci lumbal vertebranın proc. transversus'u ile ilium'un crista iliaca'sı arasında uzanır. Bu pozisyonuyla vertebranın sacrum üzerinde dönmesini engellemiş olur (25).

### **2.1.5. Columna Vertebralis'in Arterleri**

Columna vertebralis'in pars cervicalis'i a. vertebralis'in rr. spinales'leri (radiculares) tarafından, pars thoracica'sı aa. intercostales posteriores'in dalı olan r. dorsalis'in r. spinalis dalından, pars lumbaris'i aorta abdominalis'in dalı olan aa. lumbales'ler tarafından kanlanır. Aa. lumbales'ler aorta abdominalis'in dorsal yüzünden ayrılan dört çift segmenter arterlerdir. L1-L4 arasında bu segmenter arterler aorta'dan çıkarak iki yana doğru ilerler. For. intervertebrale'ye gelinceye kadar corpus vertebrae'lerin önünde ve yan taraflarında seyreder. Proc. transversus'lar arasında ramus dorsalis dalını verir. Bu dal arkaya doğru ilerler ve sırttaki kasları, eklemleri ve deriyi besler. Ramus spinalis dalı ise for. intervertebrale'den canalis vertebralis'e girer

ve conus medullaris'i, cauda equina'yı, meninkleri ve vertebra'yı besler (13,27), (Şekil 5). Os sacrum ve os coccygis a.sacralis media ve a.sacralis lateralis'in dalları tarafından kanlanır (21,27).



Şekil 5. Vertebra'nın arteriyel beslenmesi, üstten görünüşü (21'den alınmıştır).

### 2.1.6. Columna Vertebralis'in Venleri

Columna vertebralis'in tamamı boyunca canalis vertebralis'in içinde ve dışında kompleks bir plexus oluştururlar. Bu iki grup ven vv. intervertebralis'ler aracılığıyla birbirleriyle serbestçe ve aralarında kapak olmaksızın anastomoz yaparlar. Fötal hayatın erken dönemlerinde de bu plexuslar ve longitudinal venler arasında yaygın ara bağlantılar vardır (25,26).

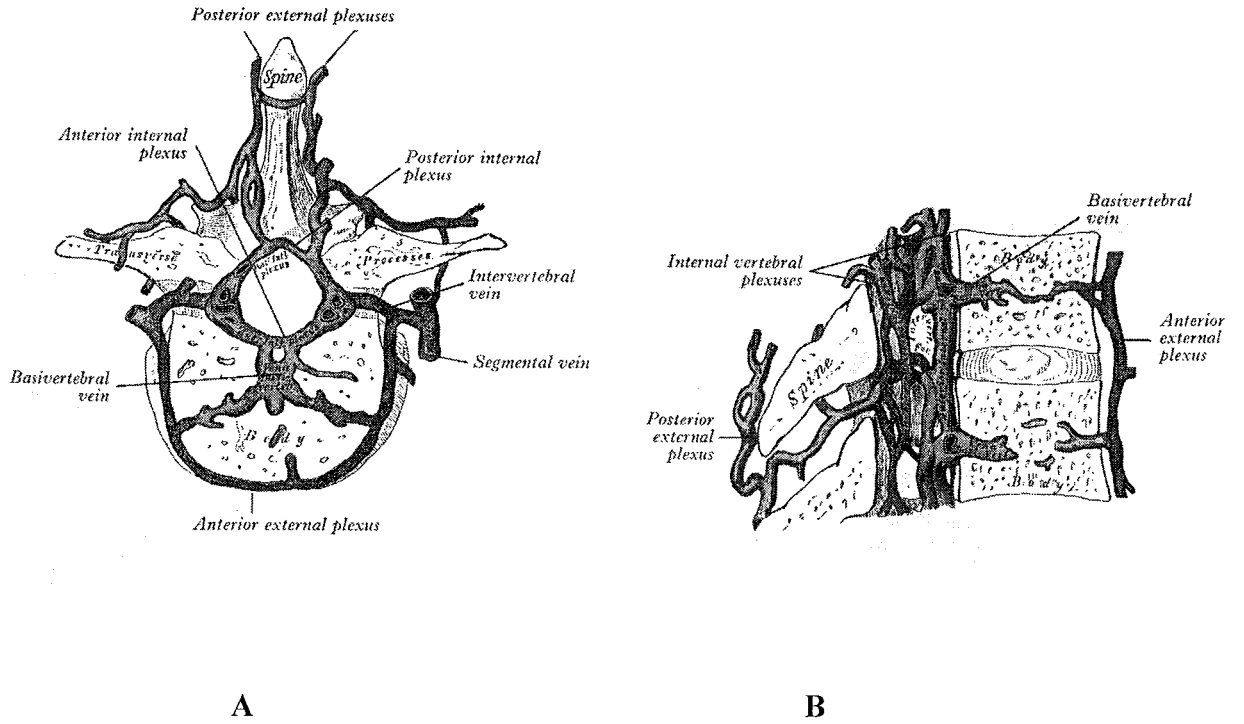
Plexus venosus vertebralis externus; anterior ve posterior olarak iki kısma ayrılmıştır. Plexus venosus vertebralis externus anterior, corpus vertebrae'lerin önünde seyrederek. Plexus venosus vertebralis externus posterior ise lamina arcus vertebrae, proc. spinosus, proc. transversus ve proc. articularis'lerin arkasında yerleşiktir. Komşu venlerle, v. basivertebralis'le ve v. intervertebralis'ler ile anastomoz yaparlar (13,26), (Şekil 6A,B).

Plexus venosus vertebralis internus; canalis vertebralis'in içinde duramater spinalis ile periosteum arasında bulunur ve medulla spinalis, kemik iliği ve kemiklerin drenajını

sağlar. External plexustan daha yoğun bir ağ oluşturur. For. intervertebrale aracılığıyla plexus venosus vertebralis externus ile bağlantı kurar (13,26), (Şekil 6A,B).

Vv. basivertebrales corpus vertebrae içerisinde geniş ve kıvrımlı kanallar şeklinde seyrederek ve for. basivertebrale'lerden kemiği terk ederler. Kranial kemiklerde bulunan diploik venlere benzerlik gösterirler. Plexus venosus vertebralis externus ile plexus venosus vertebralis internus arasında bağlantıyı sağlarlar. İlerleyen yaşla genişlerler (25,27), (Şekil 6A,B).

Vv. intervertebrales, for. intervertebrale'de spinal sinirlerle birlikte bulunur ve medulla spinalis, plexus venosus vertebralis externus ve internus'u drene ederler. V. vertebralis, v. intercostalis, v. lumbalis, vv. sacralis lateralis'e açılırlar (13,27).



Şekil 6. Columna vertebralis'in venleri (25'den alınmıştır).

### 2.1.7. Columna Vertebralis'in Eğrilikleri

Fizyolojik olarak sagittal ve frontal düzlemde columna vertebralis'in farklı bölgelerinde farklı yönlerde doğru olan eğrilikler mevcuttur (13,14).

#### I- Sagittal düzlemdeki eğrilikler

Yetişkinlerde columna vertebralis farklı yönlerde eğrilikler oluşturarak S harfi şeklinde bir yapı sergiler. Bu eğriliklerden servikal ve lumbal bölgelerde arkaya doğru olan konkavite, servikal ve lumbal lordoz olarak adlandırılır. Torakal ve sakral bölgelerdeki arkaya doğru olan konveksiteye de torakal ve sakral kifoz adı verilir. Columna vertebralis'te var olan bu eğriliklerden torakal ve sakral kifoz, fetustada bulunduğu için bu eğrilikler primer eğrilikler olarak isimlendirilir. Servikal ve lumbal lordoz ise postnatal dönemde başın dik tutulması, oturma ve yürüme gibi motor gelişim döneminde şekillenir ve sekonder eğrilik olarak isimlendirilir (1,13,21,28). Columna vertebralis'te var olan bu eğrilikler vücut ağırlığının taşınmasında ve dengenin sağlanmasında önemlidirler. Gebelik, obesite ve bazı doğumsal anomaliler bu eğriliklerde pozitif veya negatif değişime neden olabilirler. Örneğin gebeliğin son dönemlerinde fetusun ağırlık ve boyutlarının artması annenin ağırlık merkezinin yerinin değişmesine neden olarak lumbal konkaviteyi artırır (13,14,24).

#### II-Frontal düzlemdeki eğrilikler

Çocukluk çağında columna vertebralis'in torakal bölgesinde yer alan hafif lateral eğrilikler fizyolojik olarak kabul edilir. Kişinin el kullanımındaki (sağ veya sol) tercihi ile bu eğriliklerin oluşum yönü birbirleriyle ilişkilidir (13,14).

### 2.1.8. Columna Vertebralis'in Hareketleri

Komşu vertebra arasında kısıtlı olarak yapılan hareketler, columna vertebralis'in bütününde daha geniş açılarla yapılabilmektedir. Columna vertebralis üç temel eksen etrafında hareket edebilir. Axis transversalis'te fleksiyon- ekstensiyon, axis sagittalis'te lateral fleksiyon ve axis verticalis'te rotasyon hareketleri yapabilir. Ayrıca columna vertebralis üç ana eksenini kullanarak sirkumdüksiyon hareketi de yapabilir. Bu hareketlerin derecesi kişiye göre değişiklik gösterebilmekte ve egzersiz ile artırılabilir (1,13,14).

Fleksiyon hareketinde lig. long. anterior gevşer ve discus intervertebralis'in anterior'u sıkışır ve yüksekliği azalır. Buna karşılık lig. long. posterius, ligg. flava, ligg. interspinalia, ligg. supraspinalia, ligg. intertransversalia ve discusun arka lifleri gerilir. Laminalar ve proc. spinosus'lar arasındaki mesafe genişler. Proc. articularis inferior'lar superior'lar üzerinde yukarıya ve hafif öne doğru kayar. Özellikle yük taşırken columna vertebralis'in fleksiyonunu engelleyen en önemli etkenlerden biri de sırttaki ekstensör kaslardır (1,13).

Ekstensiyon hareketinde lig. long. posterius gevşer, lig. long. anterior gerilir ve discus intervertebralis'in anterior lifleri gerilir. Laminalar ve proc. spinosus'lar birbirine yaklaşır ve hareketi kısıtlar. Ekstensiyonda hareketin yapıldığı eksen proc. articularis'lerin posterior'undadır. Tam ekstensiyondan fleksiyona geçildiğinde eksen anteriora doğru yer değiştirir. Tam fleksiyonda ise corpus vertebrae'nin ortasından geçer (13,25).

Lateral fleksiyon hareketinde discus intervertebralis'lerin eğildiğimiz taraftaki dış kısmı sıkışır ve inceler. Çevrede bulunan ligamentler ve discus intervertebralis bu hareketi sınırlayan yapılardır (1,25).

Rotasyon hareketi bir vertebranın diğer vertebra üzerinde dönmesiyle meydana gelir. Hareket esnasında arada yer alan diskusun lifleri sıkışır ve hareketi hemen sınırlar. Ayrıca diğer ligamentler ve proc. articularis'ler de hareketi sınırlarlar. Bu nedenle iki vertebra arasındaki rotasyon sınırlı derecede yapılabilir. Her bir vertebra arasındaki bu sınırlı rotasyonların toplamı columna vertebralis'in yaptığı rotasyonu oluşturur. Bu hareket en geniş servikal bölgede yapılır, aşağıya inildikçe hareketin genişliği azalır ve en az lumbal bölgede gerçekleşir (1,13,25).

Columna vertebralis'te yapılan hareketlerin türü ve genişliği, facies articularis'lerin şekline ve pozisyonuna bağlıdır. Buna bağlı olarak servikal bölgede vertebraların proc. articularis superior'undaki facies articularis'inin düze yakın şekilde olması ve pozisyonun superoposterior olması fleksiyon ve ekstensiyon hareketinin geniş olarak yapılmasına imkan verir. Torakal bölgede vertebraların proc. articularis inferior'ların facies articularis'lerinin frontal düzleme yakın ve birbirlerine dönük pozisyonda olmaları ve ayrıca kaburgalarla eklem yapmaları nedeniyle fleksiyon ve ekstensiyon hareketi sınırlı olarak yapılabilmektedir. Lumbal bölgede ise vertebraların proc. articularis superior'ları tamamen birbirlerine dönük pozisyonda olmaları silindirik bir

yapı oluşturan konveks ve konkav eklem yüzlerinin birbirine tam uygun olmaması fleksiyon ve ekstensiyon hareketinin geniş olarak yapılmasına imkan verirken, lateral fleksiyon hareketini sınırlamaktadır (1,13).

Columna vertebralis'in fleksiyon, ekstensiyon ve lateral fleksiyon hareketinde en çok değişiklik, servikal ve lumbal bölgelerinde meydana gelir (1).

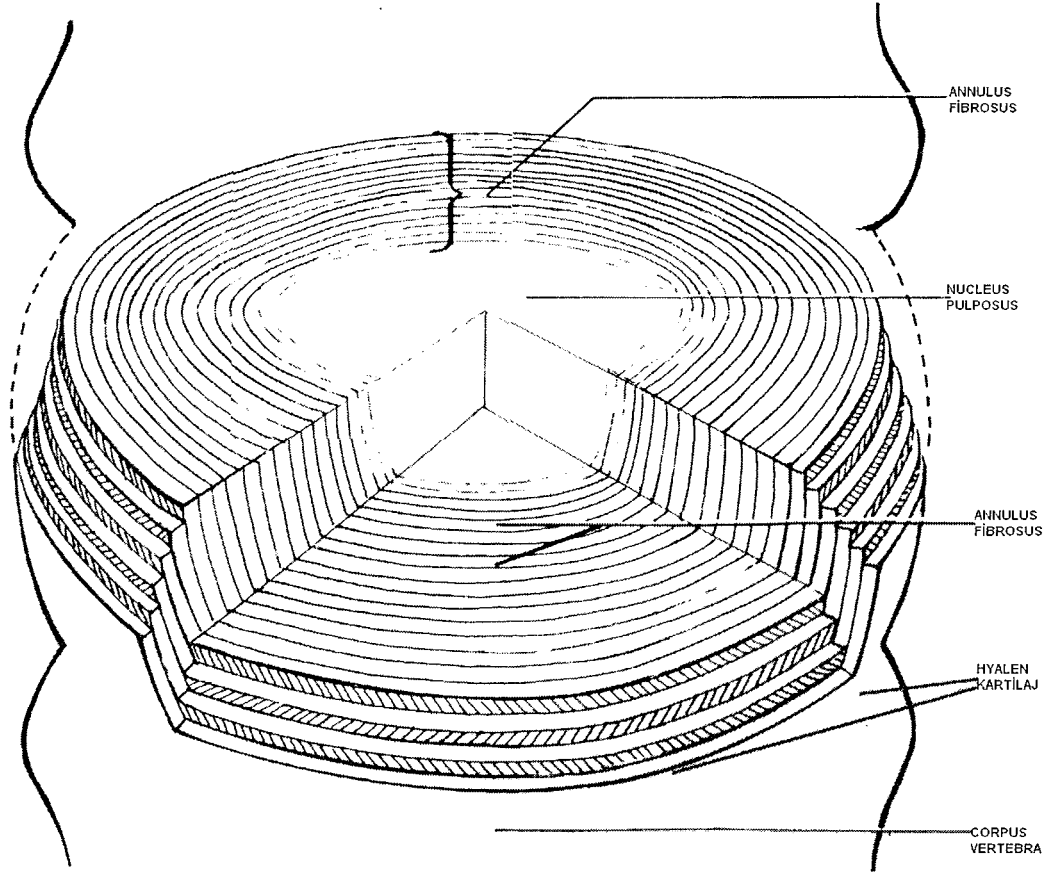
## **2.2. DISCUS İNTERVERTEBRALİS**

### **2.2.1. Anatomisi**

Discus intervertebralis'ler C2 ile S1 corpus vertebrae'leri arasında yer alan intervertebral eklem temellerinin birisidir. Humzah'a (3) göre toplam 23 tane olan diskler, ilk kez Vesalius tarafından anatomik bir antite olarak tanımlanmıştır. Os sacrum ve os coccygis'in birbirleriyle kaynaşmış olan segmentleri arasında, ayrıca atlas ile axis arasında bulunmaz (1,13,14). Fakat Humzah ve ark.(3) füzyon halindeki sakral segmentler arasında ilave disklerin olabileceğini söylemişlerdir. Diskler aralarında yer aldığı corpus vertebrae'lerin şekline uyum gösterirler. Sadece servikal bölgede corpus vertebrae'nin eklem yüzünün transvers çapından biraz daha küçüktür (1,13). Discus intervertebralis'lerin kalınlıkları üzerlerine binen yüklerle doğru orantılıdır. Bundan dolayı en ince diskler üst torakal bölgede yer alırken en kalın olanlar ise lumbal bölgede bulunurlar. Bir diskin her tarafı aynı kalınlıkta olmayabilir. Servikal ve lumbal bölgelerde anterioru kalınken, torakal bölgedeki her bir diskin kalınlığı hemen hemen her yerde aynıdır. Her biri 5-12 mm kalınlığında olan bu fibrokartilaginöz yapılar columna vertebralis uzunluğunun yaklaşık  $\frac{1}{4}$  ünü oluştururlar. Corpus vertebrae'lerin eklem yüzlerinde bulunan hyalin kıkırdağa sıkıca yapışmışlardır. Semielastik bir yapıya sahip olması sayesinde sert corpus vertebrae'ler arasında sınırlı ve kontrollü hareket olanağı sağlar ve ayrıca darbe emici olarak rol oynar. Discus intervertebralis, vertebraların eklem çıkıntılarındaki sinovial eklemlerle birlikte tüm baskı yaratan yüklerin taşınmasında da önemlidirler (1,13,14,25).

Discus intervertebralis, en içte yarı sıvı olan nucleus pulposus, nucleusu çevreleyen kalın birçok iç içe fibröz liflerden oluşan annulus fibrosus ve bu iki yapıyı alt ve üstteki

corpus vertebrae'lerden ayıran iki kartilajöz end plate (kıkırdak plak)'den oluşur (3,29,30), (Şekil 7).



Şekil 7. Discus intervertebralis'in şematik üç boyutlu yapısı (25'den alınmıştır).

#### a-) Annulus fibrosus

Discus intervertebralis'in periferik kısmını oluşturan, histolojik olarak kollajenöz fibröz doku ve fibröz kıkırdaktan oluşan fibrokartilajinöz bir dokudur. Bu dokunun iç ve dış bölgesi farklı şekilde yapılanmıştır. Dış annulus fibrosus oldukça organize bir yapı

sergiler. İç annulus fibrosus dışı göre daha geniş olup daha az kollogen içerir. Temel olarak fibröz kıkırdaktan oluşmuştur (30,31), (Şekil 8A).

Annulus fibrosus'un lamellerinin yerleşimi disk içerisinde farklılıklar gösterir. Lameller diskin arka tarafında daha ince ve daha sıkışık bir yapıda iken diskin önünde daha sağlam yapıdadır. İç bölgede lamellerin konveks yüzleri nucleusla karşılıklı gelecek şekilde içe doğru kıvrılmış olarak bulunur. Dışarıya doğru lamellerin şekli değişir ve en dışta ise lameller kavis şeklinde disklerin kenarlarına paralel durumdadır (3). Dıştaki lamellerin lifleri, iki corpus vertebrae arasında, bir korpustan diğerine doğru, birbirine paralel fakat komşu lamellerden farklı bir yönde (oblik) uzanır. Böylelikle her bir lamelin lifleri de birbirlerini çaprazlayacak şekilde farklı yönlerde seyrederek. Karşıdan bakıldığında iki laminanın lifleri birbirlerini X harfi şeklinde çaprazlamış olarak görülür. Columna vertebralis'in bükülme hareketleri ard arda gelen bu lamellerin gerilmeleri ile sınırlandırılır (1,3).

Lamellerin sayısı, boyları, kalınlığı ve oblik dizilişi kişiden kişiye, anatomik seviyeye ve aynı diskin farklı bölümlerinde değişiklikler gösterebilir (3). Genel olarak lamellerin kalınlığı içten dışı doğru artar (200-400 µm). Lamellerin yapısını kalınlıkları 0.1-0.2 µm arasında değişen fibrillerden oluşan paralel fibril bantları oluşturur (32). Boyları 10-50 µm arasında değişen bu fibril bantları lameller içinde 30° veya daha fazla açı ile yerleşir. Disk üzerindeki kompresyon ve gerilme durumlarında bu açı sabit kalmayıp değişebilir (2,3), (Şekil 8B).

İç annulus fibrosus'un fibrokartilajinöz lamelleri annular bölgenin fonksiyonuyla ilişkili olarak diskin ön ve arka tarafında yoğunlaşmıştır. Yan taraflarda ise bu yoğunluk görülmez. Lamellerin bant yapıları tam bir halka oluşturmayıp, bölünmeler veya diğer bantlarla devamlılıkları gözlenebilir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte annulus fibrosus'un yapısında makroskopik ve mikroskopik değişiklikler oluşur. Diskin posterolateral bölgesinde gözlenen düzensizlikler yaşın ilerlemesiyle birlikte iyice zayıflar ve herniasyona zemin oluşturur (2,33). Ayrıca annulus fibrosus'ta radial tarzda yırtılmalar ve kartilajinöz metaplaziler de görülebilir (3).

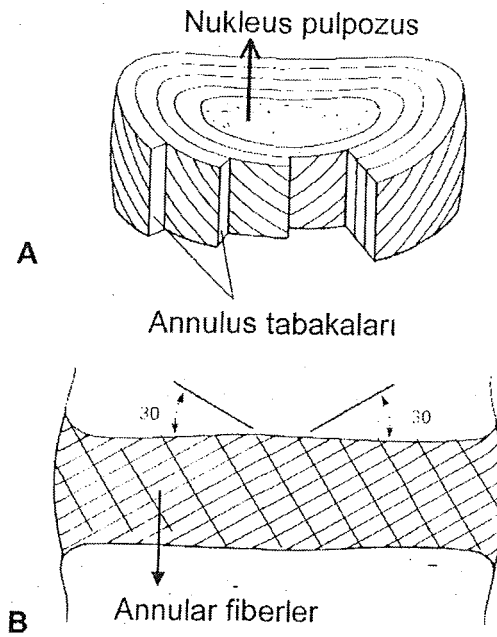
Elektron mikroskopu ile yapılan çalışmalarda fetusda bulunan discus intervertebralis'in lameller yapısı ve fibril kalınlıklarının farklı olduğu gözlenmiştir (3). Fetus annulus fibrosus'unda kollogen liflerin sayısı 10 ile 24. haftalar arasında sabit kalmaktadır. Nucleus pulposus ve annulus fibrosus'un fibril boylarındaki artış



doğumdan sonra başlamaktadır (34). Yapılan çalışmalar fetus annulus fibrosus'unda kollogen liflere ek olarak elastik liflerinde olduğunu göstermiştir (35).

Annulus fibrosus komşu corpus vertebrae'lere iki şekilde tutunur. İlki corpus vertebrae yüzlerini örten hyalin kıkırdak aracılığıyla. Nucleus pulposus'un yüzeyinde bulunan elastik lifler hyalin kıkırdağı delerek nucleus ile kıkırdak arasındaki bağlantıyı kurar. İkincisi kemik yapının yoğun olduğu kenarlarda hyalin kıkırdağı delerek subcondral kemik trabeküllerine tutunan kollogen lifler aracılığıyla (sharpey lifleri). Bu kollogen lifler, kemik trabeküllerin fibriler yapıdaki lamelleriyle birbirine karışmış durumdadır. Annulus fibrosus'tan çıkan çok sağlam sharpey lifleri kemiği deler, corpus vertebrae'nin periosteumuna ve longitudinal ligamentin yapısına karışır (2,32,36).

Annulus fibrosus'un su içeriği nukleustan daha düşük olup % 60-70 arasındadır. Kuru ağırlığının yaklaşık olarak % 60'ı kollogen, % 20'si proteoglikandır. Çok az oranda da elastik lifler içerir (37).



Şekil 8. Annulus fibrosus ve Nucleus pulposus'un yapısı. A; Annulus fibrosus nucleus pulposus'u tabakalar halinde çevreler, B; Annulus fibrosus'u oluşturan fibriller 30 derece açılanma gösterirler (2'den alınmıştır).

## **b-) Nucleus pulposus**

Nucleus pulposus, discus intervertebralis'in ortasında yer alan sarımtırak renkli, jelatinoz bir yapıdır (1), (Şekil 7, 8A). Yüksek derecede hidrofilik özelliğe sahip olan yapısının % 80-90'ını su oluşturur. Kuru ağırlığının yaklaşık olarak % 65'i proteoglikanlar, % 20'si kollogenler ve kalanında elastin ve diğer minör komponentlerdir (38). Nucleus pulposus, chorda dorsalis'in embriyolojik bir artığı olup en iyi lumbal bölgede gelişmiştir (1).

Nucleus pulposus yenidoğanda birkaç notokordal hücrelerin yer aldığı geniş, yumuşak, jelatinöz ve mukoid bir oluşumdur. Bu mukoid oluşum yaş ilerledikçe yerini fibröz kıkırdağa bırakır. Notokordal hücreler ise hayatın ilk dekatında arkalarında kartilajinöz end plate'den göç etmiş olan kondrositik hücreler grubu bırakarak kaybolurlar (25,30). Nucleus pulposus, infantlarda ve çocuklarda dikdörtgen şeklindedir. Yetişkinlerde şekli değişerek oval şeklini alır (3).

Nucleus pulposus, annulus fibrosus tarafından sıkıca çevrelenmiş olup iki yapı arasında belirgin bir sınır yoktur. Fakat çalışmalar sonucunda ikisi arasında transizyonel zon adı verilen bir bölge tanımlanmıştır (39). Bu bölge ince asellüler bir fibro zemindir. Fiziksel, kimyasal ve hormonal etkilere duyarlı olup yeniden yapılanmayı sağlamaktadır. Ayrıca maksimum metabolik aktiviteyede sahip olması nedeniyle nucleus pulposus'un büyüme plağı olarak düşünülmüştür (30,39).

Nucleus pulposus, glikozaminoglikan (mukopolisakkaritler), kollogen lifler, mineral tuzlar, su ve çeşitli hücreler içeren heterojen bir yapıdır. Nucleus pulposus'un su içeriği yenidoğanda % 80-88 civarında iken yaşın ilerlemesiyle 4. dekattan sonra progresif olarak azalmaya başlar ve ileri yaşlarda % 70'e kadar düşebilir (38). Su içeriğindeki değişikliklerin olması nucleus pulposus'un şeklinin ve renginin değişmesine (kahverengileşir) ve daha ileri yaşlarda tamamen şeklini kaybetmesine neden olmaktadır. Fibrotik görünümünün artması elastik ve su tutucu jel halinin kaybolmasına yol açmaktadır (3,28).

Discus intervertebralis'in hidrasyonu günlük değişimler göstermektedir. Discus intervertebralis'in kalınlığı sabahları (istirahat sonrası), akşama doğru (uyku öncesi) kıyaslandığında daha kalın olduğu gözlenmektedir. Çünkü gün boyunca diskin turgorunda azalma meydana gelmektedir (3,40).

### c-) Kartilajinöz end plate

Discus intervertebralis için önemli bir yapı da hyalin kıkırdaktır. Hyalin kıkırdak corpus vertebrae'lerin alt ve üst yüzünde bulunan ve diskin anatomik sınırını belirleyen bir yapıdır (Şekil 7). Bu yapının kalınlığı periferde 1mm kadar olup merkeze doğru azalır (10). Hyalin kıkırdak; vertebrayı basınç sonucu gelişen patolojilere karşı korur, annulus fibrosus ve nucleus pulposus'u anatomik sınırlar içinde tutar ve yarı geçirgen bir membran gibi davranarak disk ile corpus vertebrae arasında osmotik yol ile sıvı alışverişini sağlar (28,33). Bazı yazarlar bu sıvı alışverişinin hyalin kıkırdak üzerinde bulunan delikler tarafından sağlandığını söylemişlerdir (41). Fakat daha sonra yapılan mikroskopik çalışmalarla bu deliklerin olmadığı gösterilmiştir (32). Boya ve radyoaktif madde kullanılarak yapılan permeabilite çalışmaları sonucunda sadece santral bölgenin geçirgen olduğu gözlenmiştir (41).

İnfantil dönemde hyalin kıkırdak, corpus vertebrae'ye kalsifiye materyal içeren ince bir tabaka ile tutunmuştur. Çocuklarda bu kıkırdak tabakası corpus vertebrae'leri bir şapka gibi çepeçevre sarar. 10-13 yaşlarında kıkırdağın çevredeki bölümü enkondral kemikleşme ile kemikleşir ve alttaki kemik ile kaynaşır, ortada kalan hyalin kıkırdak ise yaşam boyu kemikleşmeden kalır (33). Yine bu dönemde vertebradan hyalin kıkırdağa doğru uzanan çok sayıda küçük damarlar bildirilmiştir. Bu damarlar hyalin kıkırdağı geçerek annulus fibrosus'un iç lamellerine kadar ulaşır. Böylece kıkırdakla kemik iliği bağlantısı kurulur ve diskin beslenmesinde hyalin kıkırdak önemli rol oynar. Yaşın ilerlemesiyle hyalin kıkırdak üzerindeki damarlar kaybolur hatta 30'lu yaşlarda büyük bir kısmı oblitere olur. 40'lı yaşlara gelindiğinde, ossifikasyon belirtileri gözlenmeye başlanır ve gittikçe sertleşir (32,33,42).

### 2.2.2. Histolojisi

Diğer bütün bağ dokularında olduğu gibi, discus intervertebralis'ler de hücreler, hücre dışı matriks ve sudan oluşur. Su, doku yaş ağırlığının en büyük bileşenini oluşturur. Kuru ağırlığının büyük bir kısmını oluşturan hücre dışı matriks (kollogenler, proteoglikanlar) diske şeklini ve mekanik özelliklerini verir (2)

### a) Discus İntervertebralis'in Hücreleri

Sağlıklı bir disk dokusunun biyolojik temeli, uygun fonksiyon gösteren disk hücrelerine dayanır. Hem nucleus pulposus hem de annulus fibrosus'un hücresel elemanlarının önemli fonksiyonu, dokuya özgü hücre dışı matriks komponentlerinin sağlanması ve omurganın, yüklenme ve hareket gereksinmelerini tam olarak yapabilmesi için hücre dışı matriksinin sürdürülmesidir (3,43).

Discus intervertebralis hücreden fakir bir dokudur. Hücreler hacminin % 1-5 kadarını oluşturur. Hücre sayısı kartilajinöz end plate'den nucleusa doğru azalmaktadır. Dış annulusta hücreler iğsi biçimli ve fibroblastik iken iç annulusta yuvarlak ve kondrosit niteliğindedirler (44). Nucleus pulposus'da genel olarak 2 tip hücre olup, bunlardan biri notokord hücreleri, diğeri kondrosit benzeri hücrelerdir. İnsanda nucleus pulposus hücreleri yaşa bağlı olarak dramatik değişiklikler gösterir (3,44). 26-28 haftalık fetusta kondrosit benzeri hücreler yaygın olarak bulunurken, notokord hücreleri daha az sayıdadır (45,46). Yaşla birlikte notokord hücrelerinin sayısı azalırken, matriks içinde dev kondroid hücreler ve kondromlar görülmeye başlar (46,47).

Scanning elektron mikroskopunda bütün disk hücrelerinin çok sayıda sitoplazmik çıkıntı içerdiği ortaya konmuştur. İşlevi henüz bilinmeyen bu yapıların diskin mekanik direncine katkısı olabileceği düşünülmektedir (48).

### b) Discus İntervertebralis'in Hücre Dışı Matriksi

Hücreleri çevreleyen hücre dışı matriks, su ve makromoleküllerden oluşur. Discus intervertebralis'in hücre dışı yapısal makromoleküllerini kollogenler ile proteoglikanlar ve elastik lifler gibi kollogen dışı proteinler oluşturur (3,40). Hücre dışı matriks hücrelere olan uzaklıklarına göre perisellüler, teritorial ve interteritorial bölgelere ayrılmıştır. Perisellüler matrikste kollogen olmayan proteinler ve proteoglikanlar bulunur. Teritorial matriks ise perisellüleri çevreler ve içerdiği kollogen liflerle hücrelerin çevresinde koruyucu bir mekanik kafes meydana getirir. İnterteritorial matriksde hücre dışı matriksin büyük bir bölümünü oluşturur ve içerdiği yoğun kollogen lifleri ile diskin bilinen mekanik özelliklerinin çoğunu üstlenir (49).

## **Kollogenler**

Normal erişkinlerin intervertebral disklerindeki kollogenlerin % 80 kadarı fibriler kollogen Tip I ve II dir. Bu kollogen liflerin miktarı dış annulus'tan nucleus pulposus'a doğru azalır ve tipi de değişir (3,30). Farklı yaş gruplarında ve farklı bireylerden elde edilen disklerde kollogen liflerin dağılımı incelenmiştir (50). Dış annulusta Tip I kollogen yoğun iken iç annulusta Tip II kollogenin yoğun olarak bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca annulus'ta Tip III (% 3), Tip IV (% 3), Tip VI (% 10) ve Tip IX (% 1-2) kollogenlerde bulunur. Nucleus pulposus da ise yalnız Tip II kollogen görülmektedir. Fakat yapılan bazı çalışmalarda nucleustaki hücrelerin daha az miktarlarda Tip VI (% 15-20), Tip IX (% 1-2) ve Tip XI (% 3) kollogeni de sentezlediği bulunmuştur (51,52). Tip I ve Tip V kollogenler diskin fibroblast hücreleri tarafından, Tip II kollogen genellikle kondrositler tarafından sentez edilir. Bu nedenle Tip I kollogenin annulusun dış bölgesinde, Tip II kollogenin ise geçiş zonu, nucleus ve kartilajinöz end platede bulunması beklenen bir olaydır. Tip I kollogen tendonlar için, Tip II kollogen eklem kıkırdağının tutunması için uygun bir yapıya sahiptir. Bu yapılarda kompresif kuvvetler yaygındır. Böylelikle annulus fibrosus'un kompresyon ve gerilmeye karşı olan dayanıklılığı açıklanmış olur (3). Yaşın ilerlemesiyle birlikte disk kollogenlerinin nitelik, nicelik ve yerleşim yerlerinde önemli değişiklikler görülür (3,29,30).

## **Elastik lifler**

Elastik lifler dokuya dinamik bir esneklik verir. Bu durum diskin fonksiyonu için çok önemlidir. Elastik lifler annulus fibrosus içerisinde longitudinal, sirküler ve oblik yönde dizilmişlerdir. Aralarını ise esas dominant olarak bulunan kollogen lifler doldurur (46,53).

## **Proteoglikanlar**

Discus intervertebralis içerisinde bulunan proteoglikanlar temel bir protein ve buna bağlı glikozaminoglikanlardan oluşur. Annulus fibrosus ve nucleus pulposus'ta en

azından dört farklı proteoglikan bulunur (54). Bunların başlıcaları; kondrotin sülfat, keratin sülfat, hyaluronik asit ve dermatan sülfattır. Diskte bunlardan ilk ikisi yoğun olarak bulunmaktadır (50,52). Daha az olarak dekorin biglikan, fibromodulin ve lumikan bulunmaktadır (55).

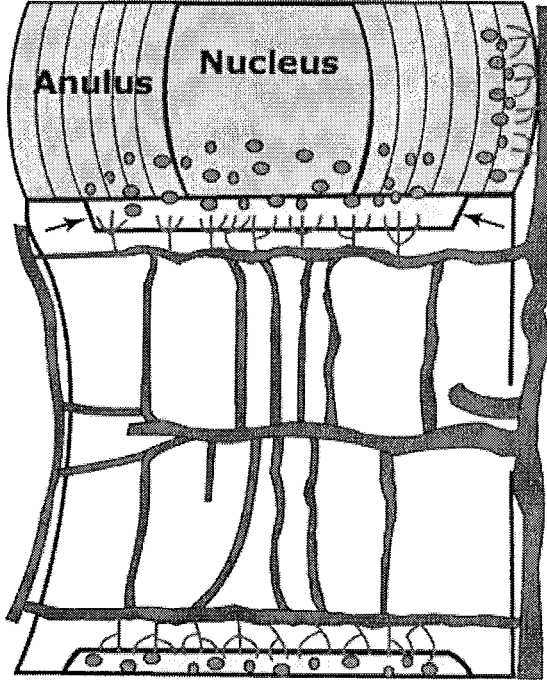
Biyokimyasal olarak nucleus pulposus'un hücrelerarası matriksi incelendiğinde büyük yoğunlukta bulunan proteoglikanların normal hyalin kıkırdak proteoglikanlarından daha küçük yapıda olduğu, daha çok keratin sülfat ve protein, daha az kondratin sülfat içerdiği bulunmuştur (56). Proteoglikanlar diskin su tutma fonksiyonu ile ilgilidir. Bazen büyük lumbal disklerde nutrisyonel şartlar iyi olmayabilir ve buna bağlı olarak nucleus pulposus'un proteoglikan komponentinde azalma olabilir. Sonuçta nucleus pulposus amorf hale gelir, rengi değişir, su bağlama kapasitesi ve elastikiyeti azalır (3,29). Ayrıca yaşın ilerlemesiyle disk içindeki proteoglikan ve su miktarında azalma meydana gelir (3,57).

### **2.2.3. Discus İntervertebralis'in Kanlanması**

Kan damarları gelişmenin ilk dönemlerinde discus intervertebralis'in etrafını sarmış durumdadır. Sonraki dönemlerde ise kan damarları ortadan kaybolur ve damarsız bir yapı şekline dönüşür (58). Normal erişkin bir bireyin disk yapısında kan damarları, sinir uçları ve lenfatik damarlar bulunmaz (37,59,60). 20'li yaşlara kadar annulus fibrosus'ta görülebilen kan ve lenfatik damarlar hayatın hiçbir döneminde nucleus pulposus'ta bulunmamaktadır (29). Dış annulus fibrosus'un yüzeyinde görülen küçük kan damarları diskin içine ancak 1-2 mm kadar girebilir. Ayrıca diskin merkezi bölümlerinin, en yakın kan damarlarına 6-8 mm uzaklıkta bulunmaları discus intervertebralis'in, insan vücudundaki en büyük avasküler yapı olmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak gelişimini tamamlamış disklerin vasküler (dış annulus) ve avasküler kısımlarının yaralanmaya karşı gösterdikleri reaksiyonlarda farklı olmaktadır (1,61).

### 2.2.4. Discus İntervertebralis'in Beslenmesi

Normal discus intervertebralis'lerin çoğu avasküler yapıdadır. Bu nedenle beslenmesi için temel olay diffüzyondur (29,30,40). Discus intervertebralis'in beslenmesi iki şekilde olur. Bunlardan ilki ve en önemlisi corpus vertebrae'yi örten hyalin kıkırdağın santral bölgesinde gerçekleşen diffüzyondur. Beslenmenin büyük çoğunluğu bu bölgede bulunan kapiller yataklar tarafından sağlanır (29), (Şekil 9). Hyalin kıkırdağın dolaşımıyla ilgili yapılan çalışmada bu kapiller damarların drenajının ya subkondral postkapiller pleksusa veya corpus vertebrae'nin içindeki ilik boşluğuna olduğu görülmüştür (63). İkincisi ise annulus fibrosus vasıtasıyla çevre damarlardan gerçekleşen diffüzyondur (1,29), (Şekil 9).



Şekil 9. Discus intervertebralis'in beslenmesi (62'den alınmıştır).

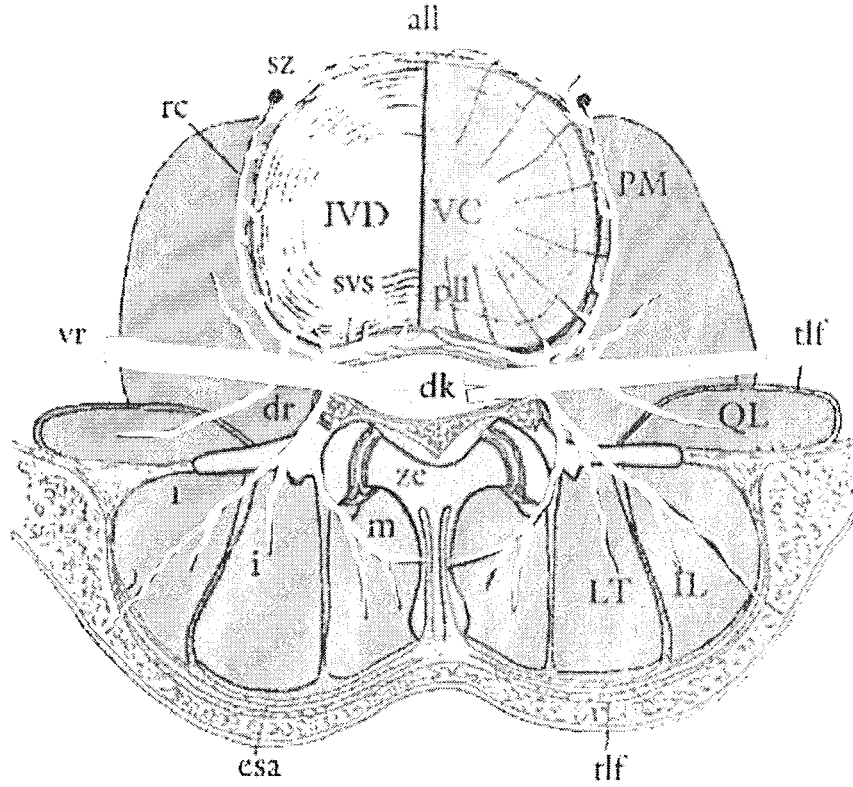
Ayakta dururken columna vertebralis üzerine binen aksiyel güç nedeniyle nucleusun jelatinöz matriksi içindeki su, hyalin kıkırdağ aracılığı ile corpus vertebrae içine kaçar ve disk inceler. Yatınca aksiyel yer çekim gücü ve kas tonusu azalır ve su nucleusa geri döner, disk kalınlaşır. Böylece diskin beslenmesi sağlanır. Bununla birlikte diskin

beslenmesi ve su absorpsiyonu için yatmak tek yol değildir, günlük aktiviteler sırasında da disk suyunu kaybeder ve tekrar kazanır. Örneğin fleksiyonda intervertebral disk önde sıkışarak suyunu kaybederken arkada açılarak sıvıyı içine alır. Buna rağmen diskin esas beslenmesi gece yatınca olmaktadır (64).

### **2.2.5. Discus İntervertebralis'in İnnervasyonu**

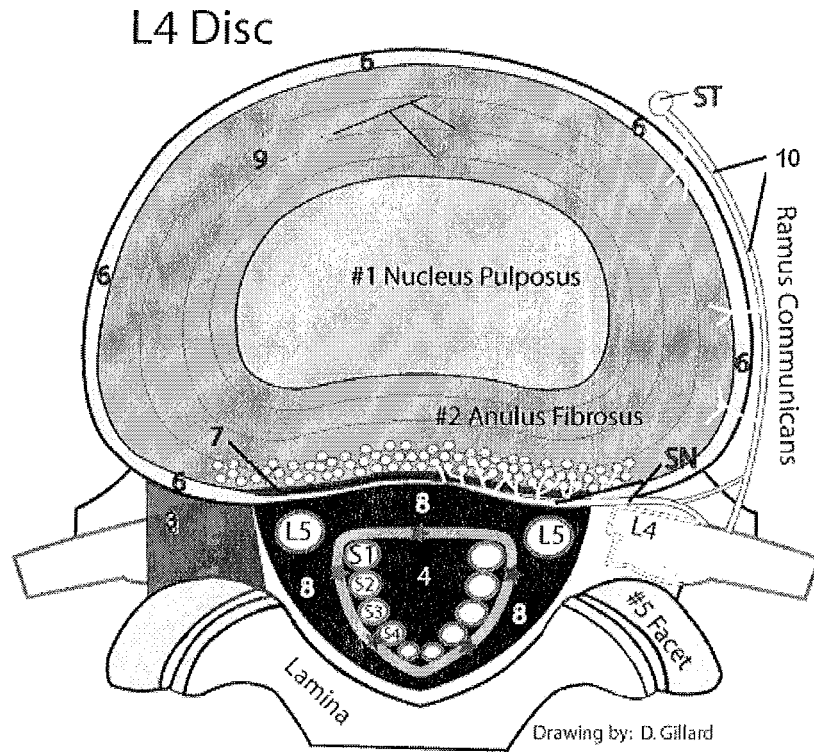
Vertebralalar arasındaki eklemlerin innervasyonu ramus posterior ve ramus meningeus tarafından sağlanır. Ramus meningeus (sinuvertebral sinir), Humzah'a (3) göre ilk defa 1858 de Luschka tarafından tanımlanmıştır. Sinuvertebral sinir; gang.spinale'nin hemen distalinden ayrılır ve rami communicantes'ten gelen bir sempatik dal ile birleşir (64-66). 0.5-1mm kalınlığında farklı lifler içeren bu sinir dalı, for. intervertebrale yoluyla tekrar canalis vertebralis'e döner ve kanal içerisinde orta hatta doğru ilerleyerek girdiği seviyedeki diskin üzerine ve altına doğru yan dallar vererek diskin innervasyonunu sağlar (65), (Şekil 10,11). Yapılan çalışmalarda lig. long. posterius'un diske tutunma yerlerinde de ince myelinsiz sinir liflerinin varlığı bulunmuştur. Fetus ve yetişkinlerde yapılan bir çalışmada bu sinirin dağılımı tekrar incelenmiş ve sonuçta lig. long. anterius ve posterius'da, lig. long. posterius ile annulus fibrosus arasındaki bağ dokuda ve hatta annulusun 1-2 mm lik dış kısmında ince myelinsiz ve kapsülsüz sinir lifleri bulunmuştur. Fakat diskin nucleus pulposus'unda sinir liflerine rastlanmamıştır. Yine aynı çalışmada diskin innervasyonunun yalnızca sinuvertebral sinire ait olmadığı, diskin ön bölümünde myelinsiz sinir liflerinde olduğu bildirilmiştir (30). Spinal sinirin ramus posterior'u ise for. intervertebrale'nin lateralinde medial ve lateral dallara ayrılır. Medial dalı proc. articularis'lerin innervasyonunu sağlarken, lateral dalı lumbal bölgenin cildine giden duyu dallarını verir (64).





Şekil 10. Discus intervertebralis'in innervasyonu

( all:ant long. lig.;lig. long. anterior, tlf:torakolomber fasias;facies thoracolumbalis, dr:dorsal ramus;ramus dorsalis, dk:dural kese;duramater, esa:erector spina aponevrosis;m.erector spina'nın aponevrosu, rc:ramus communicans, i:internodal dal;ramus intermedialis, IL:iliocostalis lumborum;m.iliocostalis lumborum, LT: longissimus thoracis;m.longissimus thoracis, m:medial dal;ramus medialis, pll:post. long. lig.;lig. long. posterius, PM:psoas major;m.psoas major, QL:quadratus lumborum;m.quadratus lumborum, sz:sempatik zincir;truncus sympathicus, sv:sinuvertebral sinir;n. sinuvertebralis, IDV:intervertebral disk, VC: vertebra cismi; corpus vertebrae), (67'den alınmıştır).



Şekil 11. L4 discus intervertebralis'in yapısı, komşulukları ve innervasyonu

(1: annulus fibrosus, 2:nucleus pulposus, 3:for. intervertebrale, 4: cauda equina, 5:facet eklem 6: apophysis annularis, 7: lig. long. posteriorus, 8: spatium epidurale, 9: lameller, 10: ramus communicans grisea, ST: truncus sympatichus, SN: sinuvertebral sinir), (62'den alınmıştır).

### 2.2.6. Discus İntervertebralis'in Mekanik Davranışları

Mekaniksel olarak discus intervertebralis viskoelastik bir yapı özelliğinde olup, bütünlüğü bozulmadan ağırlıklara büyük ölçüde dayanabilir. Disk üzerine klinik olarak sadece gerilme kuvveti uygulanmasa da laboratuvar çalışmalarında disk dokusunun germe kuvvetlerine, kompresyon kuvvetlerine oranla daha az dayanıklı olduğu bildirilmiştir (68). Yapılan çalışmalarda annulus fibrosus'un gerilme kuvveti 15-50 kg/cm, corpus vertebrae'nin ise 8-10 kg/cm arasında bulunmuştur (69). Disk ile corpus vertebrae'nin birleştiği bölümde gerilme yetersizdir. Longitudinal ligamentlerin gerilme kuvveti ise yaklaşık 200 kg/cm'dir. Bu kuvvet disk rüptürüne karşı önemli bir rezistans oluşturur. Disk ve corpus vertebrae üzerine uygulanan kompresyon kuvvetinde; corpus vertebrae'nin kompresyon kuvveti servikal bölgede 3000 Newton, lumbal bölgede 5000 Newton ve torakal bölgede 1900-15000 Newton'dur. Disk rüptür olmadan önce 20

kg/cm'lik kompresif kuvvetlere karşı koyabilir özelliktedir (70). Disk kompresif kuvvetinin corpus vertebrae'nin kompresif kuvvetinden daha büyük olması nedeniyle, vertebra kırıkları diskin rüptürü olmadan meydana gelir (30). Discus intervertebralis'in torsiyon hareketine maruz kalması halinde hem aksiyel hem horizontal planda yırtıcı kuvvetlere maruz kalır. Eğer üçlü artikulasyon bozulmamış ise diskin torsiyonel kuvveti 40 kg/cm'dir. Disk izole edilip test edildiği zaman bu kuvvet 21 kg/cm olduğu bulunmuştur (71).

### **2.2.7. Discus İntervertebralis'in Biyomekaniği**

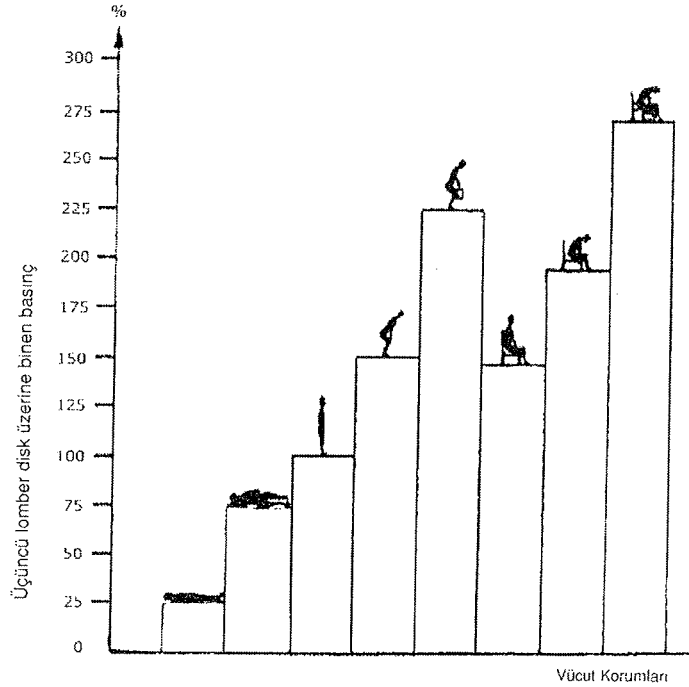
Columna vertebralis'te discus intervertebralis'ler önemli biyomekanik rolleri olan yapılardır. Discus intervertebralis'ler vertebra aralarında bağlantıyı sağlama işlevi yanı sıra yük emici olarak da görev yaparlar. Bu işlev esas olarak nucleus pulposus ile annulus fibrosus'un yapısal özelliğine bağlıdır (3,72).

Diske dışarıdan bir yük uygulandığında, matriks makromoleküllerinde bir deformasyon, interstisyel sıvı basıncında artış ve sonuçta disk matriksinden dışarıya sıvı kaçıışı olur. Bu olay proteoglikan yoğunluğunun artmasına yol açar. Artan yoğunluk ve negatif yükler de osmotik basıncı arttırarak dışarıdan gelen yükün dengelenmesini sağlar. Yük uygulandığında bir başlangıç deformitesi oluşur ve daha sonra doku semptomatik olmayan sınıra kadar yavaşça deforme olmaya devam eder. Yüklenme kalkınca disk dokularında önce erken bir düzelme görülür ve ardından disk yavaş yavaş başlangıçtaki halini alır. Sağlıklı bir diskte deformasyon ve düzelme hızları birbirine eşittir (2,28,30).

Disk üzerindeki yüklenmede; annulus fibrosus'un iç bölgesindeki fibriller şok emici olarak işlev görürken, dışta yer alan daha gergin lifler yükleri absorbe eder ve dairesel olarak dağıtır. Normal annulusun yüksek gerilme katsayıları, diskte fıtıklaşmayı engeller. Günlük hayatta karşılaşılan anormal fonksiyonel stresler sonucu annulus fibrosus'ta yırtıklar oluşturur. Sıkıştırıcı yükler sonucunda önce vertebra end plate'leri çöker, bunun sonucunda disk içi basınç artar ve nucleus pulposus herniye olur (2,30).

Normal günlük faaliyetler sırasında disk üzerinde uzun süreli ve düşük amplitüdümlü yüklenmeler meydana gelirken, koşma ve atlama gibi faaliyetler sırasında kısa süreli, yüksek amplitüdümlü yüklenmeler meydana gelir. Disk üzerindeki bu kısa süreli, yüksek

amplitüdü yüklenmeler diskin dayanma sınırını aştığı zaman diskte dejeneratif değişiklikler oluşur. Discus intervertebralis'ler üzerlerine binen yük arttıkça esneklikleri azalır, sertleşir ve stabil bir hal alır (28).



Şekil 12. Değişik konumlarda lomber intervertebral diskteki basınç değişiklikleri. Ayakta dik durma konumu % 100 olarak alınmıştır (64'den alınmıştır).

Columna vertebralis üzerindeki yüklenme kişinin postürüyle önemli derecede değişmektedir. L3-L4 aralığındaki disk içi basınç, oturan bir kişide ayakta olduğundan daha fazladır. En düşük disk içi basınç, kişinin sırt üstü yattığı pozisyondadır (Şekil 12). Kişi ayaktayken bütün yüklenmeler (sıkıştırıcı yükler) diskler ve faset eklemler üzerindedir. Discus intervertebralis'ler üzerine binen eğilme ve torsiyon yükleri, diske sıkıştırıcı yüklerden daha fazla zarar verir. Özellikle torsiyon yükleri, belirli sınırlardan sonra annulus fibrosus'ta hasara neden olmaktadır. Yükler, discus intervertebralis'lerde herniye neden olmazken, aksial rotasyon tüm hareketlerden daha zararlıdır (13,64).

### 2.2.8. Discus İntervertebralis'in Klinik Önemi

Discus intervertebralis'ler, anatomik özellikleri ve dayanıklı yapıları ile columna vertebralis'in normal şeklini korumak ve fiziksel hareketlerini devam ettirmekle yükümlü oluşumlardır (1,3). Ancak diskler çeşitli sportif hareketler sırasında, kazalarda ve en yoğununda günlük aktiviteler sırasında çeşitli yüklenmeler, zorlanmalarla karşı karşıya kalabilmektedir (2,28).

Gençlerde discus intervertebralis'ler çok sağlam yapıdadırlar. Öyle ki columna vertebralis üzerine olan aşırı yüklenmelerde diskin dejenerasyonundan önce, diskin çevresindeki kemik doku hasara uğrar. Yüklenmenin derecesi arttıkça diskte de dejeneratif değişiklikler başlar (1,28,29).

Normalde 20'li yaşlardan sonra diskte dejeneratif değişiklikler görülmeye başlanmaktadır. Bunlardan ilki discus intervertebralis'in annulusunun bütünlüğünü kaybetmeden nucleusunun disk içerisinde kalacak şekilde dejenerasyonunun olmasıdır. Burada disk, herniasyon göstermeden kollaps olmaktadır (2,29). Hayatın 2, 3, 4 ve belki 5. dekatlarında bu bozuk disk materyaline olan aşırı yüklenme, nucleusta yırtıkların oluşmasına ve disk kökenli ağrıya (diskogenic pain) neden olacaktır. Diğerleri ise minor gerilmelerde annulusun yırtılarak nucleusun protruzyon ve herniasyonu ile gerçekleşen klinik tablodur. Nucleusun protruzyonu ile öncelikle kas spazmı ve ani şiddetli ağrı ile karakterize 'akut lumbalji' tablosu açığa çıkar. Nucleus pulposus'un herniasyonu gerçekleştiğinde sinir köklerine bası meydana gelerek siyatalji veya femoralji olarak isimlendirilen, disk herniasyonunun seviyesine uygun olarak motor zayıflık, idrar ve gaita inkontinansı ve seksüel fonksiyonlarda kayıp şeklinde radiküler bulgular ortaya çıkacaktır (2,29,64).

### 3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, çeşitli şikayetlerle Gaziantep 25 Aralık Devlet Hastanesi Nöroşirurji, Ortopedi ve Travmatoloji Poliklinikler'i ile Gaziantep Üniversitesi Şahinbey Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniği'ne başvuran 310 bireyin, hiçbir patoloji saptanmayan lateral lumbosakral grafileri kullanılarak yapıldı.

Bel travması, lumbal vertebra ve disk operasyonu hikayesi olanların grafileri çalışma grubuna dahil edilmedi. Çekilen radyografilerde osteoporosis, lumbal skolyosis, columna vertebralis'e olan metastatik bulgular ve spondilolistesis gibi patolojik bulguları olanlar çalışma grubuna alınmamıştır.

Radyografiler standart radyografik çekim tekniğine uygun olarak, hastalar yana yatar pozisyonda ve kalça ve dizler 45° fleksiyonda iken röntgen ışınları 100 cm uzaklıktan 3. lumbal vertebra üzerine sabitlenerek çekilmiştir. Bu tekniğin uygulanmasıyla magnifikasyon önemsiz olarak kabul edilmiştir.

Çalışma grubumuz 145'i (% 47) erkek ve 165'i (% 53) kadın olmak üzere toplam 310 bireyden oluşmuştur. Çalışma grubundaki kişiler 20 ile 75 yaşları arasında olup, yaş ortalamaları  $36.9 \pm 13.1$ 'dir. çalışmaya katılan bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya katılan bireylerin yaş ve cinse göre dağılımı

Yaş grubu	Erkek	Kadın	Toplam
20-29	57	47	104
30-39	42	43	85
40-49	30	36	66
50-↑	39	19	55

## Ölçümler

Bir lumbal vertebranın lateral lumbal grafideki silüeti Şekil 13A'da görülmektedir. Bu silüette tanımlanan noktalar corpus vertebrae'nin ön ve arka köşelerini göstermektedir.

Çalışmamızda ölçtüğümüz intervertebral diskler; disk 1 (T12-L1), disk 2 (L1-L2), disk 3 (L2-L3), disk 4 (L3-L4), disk 5 (L4-L5), disk 6 (L5-S1) olarak belirlendi.

Lateral grafide değerlendirdiğimiz disk yükseklikleri için Frobin ve ark.'nın (73) ölçüm metodu kullanıldı (Şekil 13A, Resim 1). Bu yöntemle göre:

- 1) Diskin üst ve altındaki corpus vertebrae'lerin sınırları belirlendi (1,2,3,4).
- 2) Üst corpus vertebrae'nin grafi üzerindeki görüntülerinde ön ve arka kenarların orta noktaları (ventral, dorsal midpoint) bulundu. Bu noktalardan geçen düzlem 'orta hat (midplane) çizgisi' olarak tanımlandı.
- 3) Üst vertebrada olduğu gibi alt vertebrada da ikinci bir orta hat çizgisi elde edildi.
- 4) İki orta hat çizgisi arasındaki eşit uzaklıktan geçen 'bisectrix çizgisi' oluşturuldu.
- 5) Üst vertebranın ön alt köşesinin (4) bisectrix çizgisine olan dik uzaklığı ( $x$ ) ile alt vertebranın ön üst köşesinin (2) bisectrix çizgisine olan dik uzaklığı ( $y$ ) ölçüldü. Her iki uzaklığın toplamı ile disk yüksekliğinin değeri ( $x+y$ ) elde edildi.

Bu yöntemin seçilmesinin geometrik temellerini Frobin ve ark. (73) şu şekilde açıklamıştır:

1. Disk yüksekliği vertebral kontörlerde yer alan köşe noktaları ve bu köşe noktalarından oluşturulan geometrik şekillere (orta hat çizgiler ve bu orta hat çizgiler arasındaki uzaklığı iki eşit parçaya bölen bisectrixler) bağlı olacaktır.

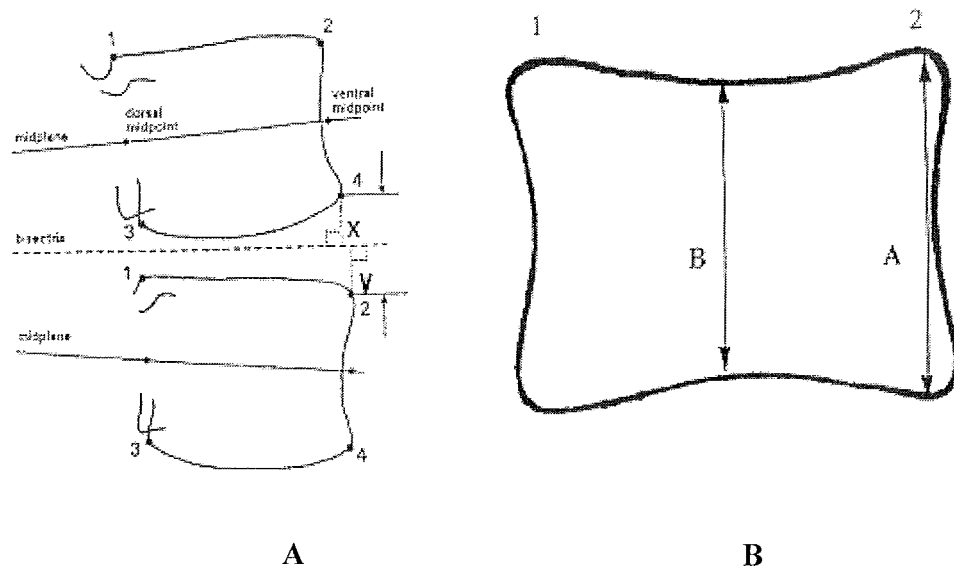
2. Ön köşeler (2,4), ön ve arka orta noktalar, orta hat çizgiler ve bisectrixler postürden etkilenmemektedir. Tersine arka köşeler (1,3) postürden etkilenmektedir.

3. Disk yüksekliği ölçümünde; üstteki vertebranın 4 no'lu köşesi ile alttaki vertebranın 2 no'lu köşesi arasındaki uzaklığı direk ölçmek yerine, bu köşelerin bisectrix'e olan uzaklığını ölçmek spondilolistesis ya da retrolistesis'de sagittal düzlem değişikliğinden disk yüksekliğinin etkilenmesinin önlenildiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz diğer parametre konkavite indeksi'dir. Lumbal vertebralara ait konkavite indeks'leri konkavite indeks 1 (L1), konkavite indeks 2 (L2),

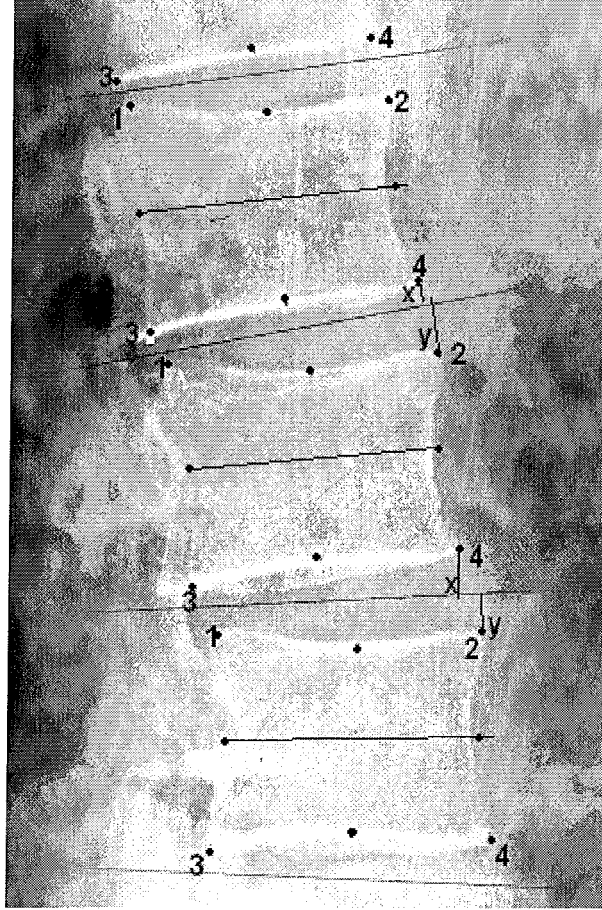
konkavite indeks 3 (L3), konkavite indeks 4 (L4) ve konkavite indeks 5 (L5) olarak belirlendi. Konkavite indeksi, grafilerde görüntülenen corpus vertebrae'lerin orta yükseklik uzunluğunun ön kenar uzunluğuna bölünmesi ile elde edildi (  $B/A$  ), (Şekil 13B, Resim2).

Çalışmamızda elde edilen değerler SPSS programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ve t- testi ile değerlendirildi. Ortalamalar standart sapmasıyla birlikte verildi.

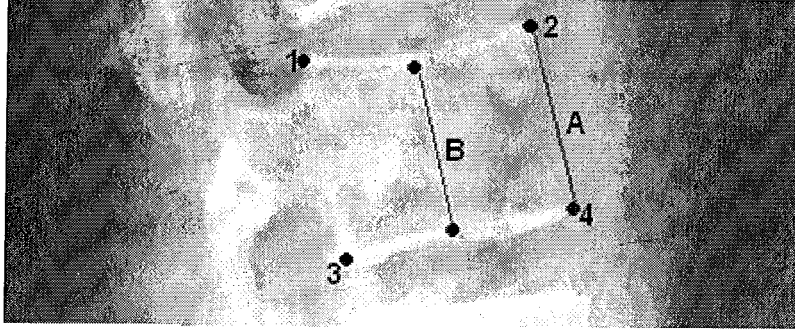


Şekil 13. A) Discus intervertebralis'in ölçüm metodu. ( ventral , dorsal midpoint:ön ve arka noktalar, midplane: orta hat çizgisi, bisecrix: iki orta hat çizgisine eşit uzaklıkta bulunan çizgi, x: üst vertebra'nın ön alt köşesinin bisecrix çizgisine olan dik uzaklığı, y: alt vertebra'nın ön üst köşesinin bisecrix çizgisine olan dik uzaklığı B) Konkavite indeksi'nin ölçüm metodu ( A: corpus vertebrae'nin ön kenar uzunluğu, B: corpus vertebrae'nin orta yüksekliği). (73'den alınmıştır).





Resim 1. Lateral lumbosakral grafide discus intervertebralis yüksekliğinin ölçüm metodu.



**Resim 2. Lateral lumbosakral grafide konkavite indeksi'nin ölçüm metodu**

## 4. BULGULAR

310 bireyin tüm yaş gruplarında ortalama disk yüksekliği disk 1'den disk 6'ya doğru artmıştır. Disk 6, 20-29 ve 30-39 yaş grubunda, bu artışa eşlik etmemiş ve azalma göstermiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Bütün bireylerin disk yüksekliklerinin yaş gruplarına göre dağılımı (mm)

	20-29		30-39		40-49		50-↑	
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS
Disk 1	10,1	0,99	9,2	0,17	10,4	0,77	9,2	0,17
Disk 2	10,6	0,17	11,6	0,21	11,9	0,21	11,6	0,17
Disk 3	12,8	0,21	13,8	0,21	13,6	0,22	14,0	0,24
Disk 4	14,1	0,22	15,6	0,28	15,6	0,21	15,2	0,26
Disk 5	16,0	0,27	17,6	0,28	17,1	0,31	15,9	0,37
Disk 6	15,6	0,36	17,0	0,42	17,2	0,41	18,1	0,36

ORT: ortalama, SS: standart sapma

Lumbal intervertebral disklerin seviye değişiklikleri cinsiyete göre incelendiğinde; Erkeklerde ortalama disk yükseklik değerleri genel olarak tüm yaş gruplarında disk 1'den disk 6'ya doğru artmıştır. Disk 6, 20-29 ve 30-39 yaş gruplarında bu artışa eşlik etmemiş, hafif azalarak yüksekliğini koruma eğilimi göstermiştir (Tablo 3).

Kadınlarda tüm yaş gruplarında ortalama disk yükseklik değerleri genel olarak disk 1'den disk 6'ya doğru artmıştır. Disk 6 seviyesinde, 50-↑ yaş grubunda bu artışa eşlik etmiştir, ancak diğer yaş gruplarında hafif azalarak yüksekliğini koruma eğilimi göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 3. Erkeklerde disk yüksekliklerinin yaş gruplarına göre dağılımı (mm)

Disk seviyesi	20-29		30-39		40-49		50-↑	
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS
Disk 1	10,1*	0,95	9,7*	0,17	9,6*	0,15	9,7*	0,14
Disk 2	11,1	0,20	12,2	0,21	11,9	0,22	12,1	0,14
Disk 3	13,1	0,20	14,5	0,21	13,1	0,23	14,6	0,28
Disk 4	14,4	0,22	16,0	0,28	15,7	0,19	15,8	0,20
Disk 5	16,1	0,26	17,8	0,28	18,0	0,24	16,0	0,38
Disk 6	15,9	0,38	17,5	0,29	18,6	0,20	18,5	0,43

ORT: ortalama, SS: standart sapma, \*:  $p \geq 0.05$

Tablo 4. Kadınlarda disk yüksekliklerinin yaş gruplarına göre dağılımı (mm)

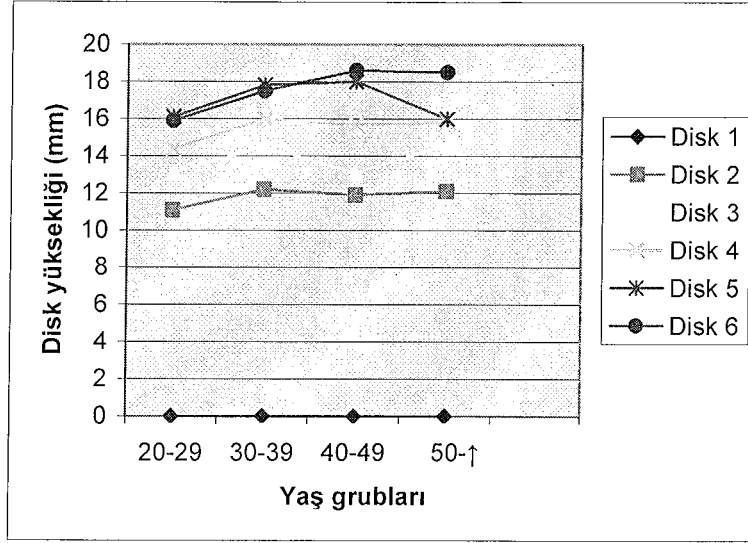
Disk seviyesi	20-29		30-39		40-49		50-↑	
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS
Disk 1	10,1*	1,08	8,7*	0,16	11,0*	1,04	9,0*	0,17
Disk 2	10,0	0,10	11,0	0,19	11,8	0,19	11,3	0,17
Disk 3	12,4	0,22	13,2	0,19	14,0	0,19	13,7	0,21
Disk 4	13,8	0,21	15,1	0,25	15,5	0,21	14,9	0,27
Disk 5	16,0*	0,29	17,4*	0,28	16,3*	0,33	15,9*	0,36
Disk 6	15,2	0,34	16,3	0,51	15,9	0,50	18,0	0,33

ORT: ortalama, SS: standart sapma, \*:  $p \geq 0.05$

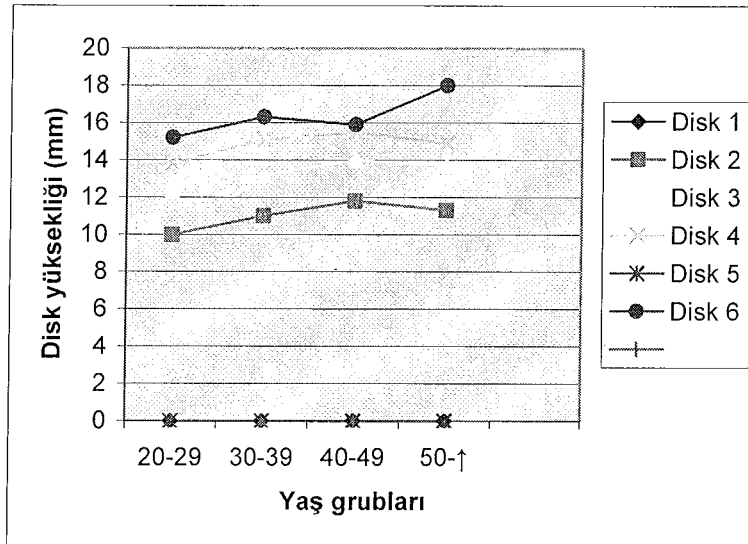
Lumbal intervertebral diskin yaş ile ilişkisi incelendiğinde; **Erkeklerde**, disk 1 dışındaki tüm diskler ile yaş grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ). 20-29 ile 30-39 yaş grupları arasında tüm disklerin yüksekliklerinde artış görülmüştür. 30-39 ile 40-49 yaş grupları arasında disk 5 ve disk 6 yüksekliklerinde artış varken diğer disklerin yüksekliğinde azalma gözlenmektedir. 40-49 ile 50-↑ yaş grupları arasında disk 5 ve disk 6 yüksekliklerinde azalma gözlenirken, diğer disk yüksekliklerinde artış olmaktadır (Tablo 3, Grafik 1).

**Kadınlarda**, disk 1 ve disk 5 dışındaki tüm diskler ile yaş grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ). 20-29 ile 30-39 yaş grupları

arasında disk 2, disk 3, disk 4 ve disk 6 yüksekliklerinde artış görülmüştür. 30-39 ile 40-49 yaş grubları arasında disk 2, disk 3 ve disk 4 yüksekliklerinde artış varken disk 6 yüksekliğinde azalma gözlenmektedir. 40-49 ile 50-↑ yaş grubları arasında disk 2, disk 3 ve disk 4 yüksekliklerinde azalma gözlenirken, disk 6 yüksekliğinde artış olmaktadır (Tablo 4, Grafik 2).



Grafik 1. Erkeklerde yaş gruplarına göre disk yüksekliğinin değişim



Grafik 2. Kadınlarda yaş gruplarına göre disk yüksekliğinin değişimi

Çalışmamızda tesbit edilen konkavite indeks değerlerinin cinsiyet ile ilişkisine bakıldığında konkavite indeks 1, 2, 3 değerleri erkeklerde daha yüksek değerde olduğu istatistiksel olarak bu farkın anlamlı olduğu saptanmıştır (sırasıyla;  $p=0,00$   $t=5,93$ ,  $p=0,00$   $t=5,29$ ,  $p=0,001$   $t=3,35$ ).

Konkavite indeks değerlerinin yaş ile olan ilişkisi incelendiğinde; kadınlarda ve erkeklerde istatistiksel açıdan anlamlı bir sonuç bulunamamıştır ( $p \geq 0.05$ ), (Tablo 5,6, Grafik 3,4).

Tablo 5. Erkeklerde konkavite indeks değerlerinin yaş gruplarına göre dağılımı (mm)

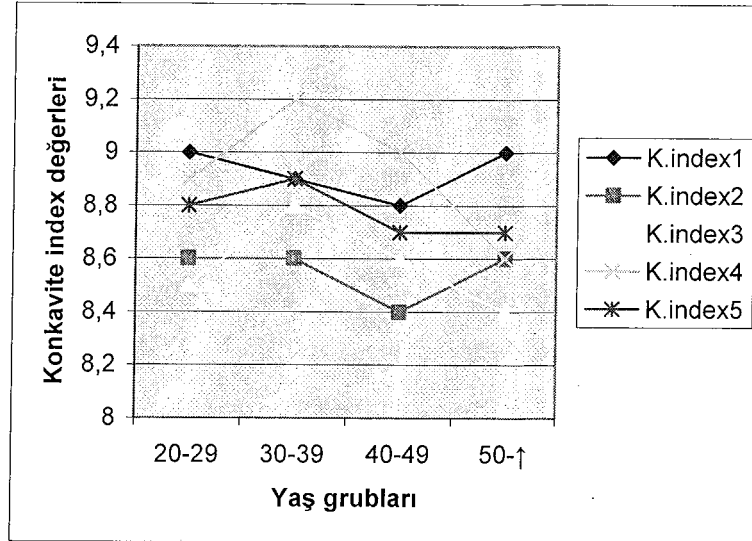
	20-29		30-39		40-49		50-↑	
	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS	ORT	SS
K.indeks1	9,0	0,10	8,9	0,08	8,8	0,08	9,0	0,06
K.indeks2	8,6	0,09	8,6	0,07	8,4	0,07	8,6	0,10
K.indeks3	8,5	0,07	8,8	0,07	8,6	0,10	8,4	0,07
K.indeks4	8,9	0,08	9,2	0,06	9,0	0,11	8,6	0,07
K.indeks5	8,8	0,06	8,9	0,07	8,7	0,08	8,7	0,08

ORT: ortalama, SS: standart sapma, \*:  $p \leq 0,05$

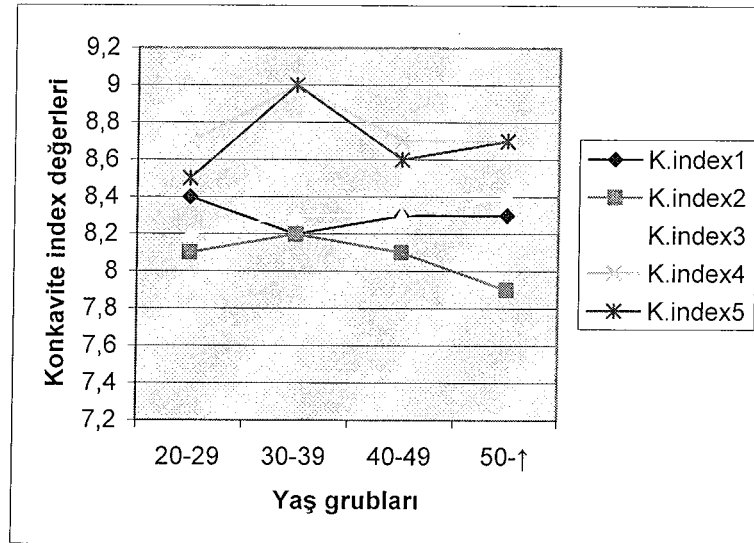
Tablo 6. Kadınlarda konkavite indeks değerlerinin yaş gruplarına göre dağılımı (mm)

	20-29		30-39		40-49		50-↑	
	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD
K.indeks1	8,4	0,07	8,2	0,08	8,3	0,07	8,3	0,15
K.indeks2	8,1	0,07	8,2	0,08	8,1	0,08	8,2	0,07
K.indeks3	8,2	0,06	8,3	0,07	8,3	0,07	8,4	0,07
K.indeks4	8,7	0,07	9,0	0,07	8,7	0,08	8,7	0,07
K.indeks5	8,5	0,1	9,0	0,08	8,6	0,07	8,7	0,07

ORT: ortalama, SS: standart sapma, \*:  $p \leq 0,05$



Grafik 3. Erkeklerde lumbar vertebraların yaş gruplarına göre konkavite indeks değerlerinin değişimi



Grafik 4. Kadınlarda lumbar vertebraların yaş gruplarına göre konkavite indeks değerlerinin değişimi

## 5. TARTIŞMA

Discus intervertebralis, columna vertebralis'e binen yüklerin emilip dağıtılmasına ve columna vertebralis'in düzgün olarak hareket etmesine olanak veren discoïd bir fibrokartilaj dokudur (69). Discus intervertebralis; annulus fibrosus, nucleus pulposus ve kartilajinöz end plateler ile birlikte columna vertebralis'i stabilize eder ve esneklik, genişleme ve rotasyon hareketlerine olanak sağlar (3). Diskler yapısı ve konumu itibariyle vertebraların amortüsörü gibi çalışır. Discus intervertebralis'lerin yapısı, hastalıkları ve önemi konusunda bugün bile pek çoğu geçerli olan bilgiler, Georg Schmorl ve arkadaşlarının 1926-1932 yılları arasında yaptıkları kapsamlı çalışmaların sonucunda elde edilmiştir (37).

Doğumdan itibaren olgunlaşma dönemi boyunca discus intervertebralis'te sürekli ve kompleks bir şekilde biyokimyasal, histolojik, morfolojik, vasküler ve fonksiyonel değişimler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler en çok 3. dekatta, hormonal ve genetik faktörlerin etkisi ile olmaktadır (3). Daha önceki çalışmalar diskte meydana gelen biyokimyasal ve histolojik değişimleri, yaşa bağlı dejenerasyon olarak tanımlarken (8,42), Humzah (3) ile Oda ve ark. (74) columna vertebralis'te yaşlanma ile meydana gelen fonksiyonel değişikliklere discus intervertebralis'in uyum sağladığını ve bu değişimlerin dejenerasyon olarak değerlendirilmediğini bildirmişlerdir.

Discus intervertebralis'te meydana gelen değişiklikleri belirlemede genellikle disk yükseklik ölçümleri değerlendirilmiştir. Disk yüksekliği ayrıca diskin kalınlığını da belirtmektedir. Yaşlanmaya bağlı değişimlerin diskin kalınlığına etkisi olduğu yönünde genel bir görüş olmakla birlikte, yaşlanmanın lumbal disklerin kalınlıklarına etkisi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (6-9) Bu görüşlerden birisi disk yüksekliğinin yaşa bağlı azaldığını (8), diğeri disk yüksekliğinin yaş ile birlikte arttığını savunmaktadır. (6,7,9,11,12).

Vernon-Roberts ve ark. (8) yaptıkları kadavra çalışmalarında lumbal vertebra ve disklerin yüksekliklerini ölçmüş ve yaşa bağlı değişiklikleri histolojik olarak



incelemişlerdir. Lumbal vertebra ve disklerde yaşlanmaya bağlı dejeneratif değişiklikler olduğunu ve bu durumun diskte incelmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Yaşlanma ile kişinin boy uzunluğunda kısalma olduğunu ve bu durumun discus intervertebralis'in yüksekliğindeki azalmaya bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda genel olarak disk yüksekliği yaşın ilerlemesiyle artmıştır. Bu durum, iki çalışma arasındaki materyal ve metod farklılığından kaynaklanabilir.

Twomey ve Taylor (9,10) çalışmalarında disklerin anterior ve posterior yüksekliklerini 'gerçek ortalama disk yüksekliği' diye ifade ettikleri bir indeks kullanarak değerlendirmişlerdir. Lumbal intervertebral disklerin ortalama yüksekliklerinin her iki cinsiyette yaşlanma ile korunduğunu hatta arttığını ve columna vertebralis'in kısalmasının corpus vertebrae'lerin yüksekliğindeki azalmaya bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da disk yüksekliği her iki cinsten bazı yaş gruplarında yüksekliğini koruma eğilimi göstermesine rağmen genel olarak yaşın ilerlemesiyle artma eğilimindedir. Çalışmamızın sonucu bu çalışmaların sonuçları ile uygunluk göstermiştir.

Amonoo-Kuofi'nin (6) lateral lumbal radyografi çalışmasında, anterior disk yüksekliği kadınlarda 3. dekada (20-29) azalma, 3. dekadan 5. dekada (40-49) kadar artma, erkeklerde 2. dekadan (10-19) 6. dekada (50-†) kadar artma göstermiştir. Bu değişiklikler kadın ve erkeklerde üst üç diskte, alt iki diskten daha fazla gözlenmiştir. Amonoo-Kuofi anterior disk yüksekliğinin genel olarak her iki cinsten 50'li yaşlara kadar düzenli olarak arttığını 50 yaş sonrasında azaldığını belirtmiştir.

Bizim çalışmamızda, kadınlarda disk 2, disk 3, disk 4 yükseklikleri 50 yaşına kadar artmış, 50 yaş sonrasında azalmıştır. Disk 6, 20-29 yaş grubundan itibaren yaşın ilerlemesiyle artmış, 40-49 yaş grubunda hafif azalarak yüksekliğini koruma eğilimi göstermiş ve 50 yaş sonrasında artışa devam etmiştir. Erkeklerde disk 2, disk 3, disk 4 yükseklikleri 40 yaşına kadar yaşın ilerlemesi ile yüksekliğini koruma eğilimi göstermiş ve 50 yaş sonrasında tekrar artmıştır. Disk 5 ve disk 6 yükseklikleri 50 yaşına kadar artmış, 50 yaş sonrası azalmıştır. Çalışmamızda kadınların disk 2, disk 3 ve disk 4 yükseklik değerleri ile erkeklerin disk 5 ve disk 6 yükseklik değerlerinin yaş ile ilişkisi Amonoo-Kuofi'nin çalışmasındaki sonuçları ile uygunluk göstermiştir. Amonoo-Kuofi dekadlar arasındaki değişikliklerin her iki cinsten daha çok üst üç diskte gözlendiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda bu değişiklikler kadınların üst üç diski ile erkeklerin

alt iki diskinde daha belirgin olarak gözlenmiştir. Böylece kadınlarda üst üç disk daha çok harekete katılır iken, erkeklerde alt iki disk daha fazla harekete katılmaktadır. Bu sonuca göre disk yüksekliğini etkileyen disklerin segmental hiper-mobilite ve instabilite özelliği, kadın ve erkeklerde farklılık göstermektedir.

Aydınlioğlu ve ark.'nın (12) lateral lumbosakral grafi çalışmasında, anterior disk yüksekliği kadınlarda dekadlar arasında önemli değişimler göstermemiştir. Yalnız alt iki disk, 5. dekada yükselmiş 6. dekada tekrar eski seviyesine dönmüştür. Kadınlarda yaşla birlikte anterior disk yüksekliğinde değişme gözlenmemiştir. Erkeklerde 4. dekada kadar düşme eğilimi, 4.-5. dekad arası yükselme, 5.-6. dekad arasında ise üst seviye disklerinde düşme fakat alt seviye disklerinde yükselme görülmüştür. Aydınlioğlu ve ark. genel olarak yaş ile birlikte disk yüksekliğinin erkeklerde arttığını, kadınlarda bir değişme olmadığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda disk yüksekliği genel olarak kadınlarda ve erkeklerde yaş ile birlikte artmaktadır. Çalışmamızdaki erkeklerin disk yükseklik sonuçları bu çalışmanın sonuçları ile uygunluk göstermektedir. Aynı çalışmada disklerin seviye değişiklikleri her iki cinste incelendiğinde; anterior disk yüksekliğinin tüm yaş gruplarında yukarıdan aşağıya doğru arttığı, L5-S1 diskinin erkeklerde 2. dekad ile kadınlarda 2., 3. ve 4. dekada bu artışa eşlik etmediği ve bir üst seviyeye göre azaldığı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda disk yükseklikleri tüm yaş gruplarında disk 1'den disk 6'ya, yukarıdan aşağıya doğru artış göstermiştir. Bu artışa her iki cinste disk 6 düzenli eşlik etmemiş, erkeklerde 20-29 ve 30-39 yaş gruplarında, kadınlarda 20-29, 30-39 ve 40-49 yaş gruplarında hafif bir azalarak, yüksekliğini koruma eğilimi göstermiştir. Bu sonuca göre disk 6'nın bu yaş gruplarında columna vertebralis'in hareketine daha az katılabileceği düşünülmüştür.

Frobin ve ark. (11) çalışmasında erkeklerde disk yüksekliklerinin T12-L1'den L5-S1'e doğru yaşa paralel olarak arttığını bildirmişlerdir. Shao ve ark. (7) çalışmasında her iki cinste lumbal disk yüksekliklerinin yaşla arttığını belirtmişlerdir. Bu iki çalışmanın sonuçları çalışmamızın sonucucu ile uyumlu idi. Çalışmamızda kadınlarda disk 6 ile erkeklerin disk 2, disk 3, disk 4 yükseklik değerleri 40 yaşına kadar yaş ile birlikte artmış 40-49 yaş grubunda hafif azalarak yüksekliğini korumuş ve 50 yaş sonrasında tekrar artmaya devam etmiştir.

Discus intervertebralis'ler columna vertebralis'teki konumları ve fonksiyonları sebebiyle sürekli strese maruz kalırlar. Disklerin fonksiyonunu sağlıklı bir şekilde

sürdürebilmesi için birbirini takip eden bozulma ve rejenerasyon olaylarının bulunması gereklidir (6). Bu görüş çalışmamızdaki 40-49 yaş grubunda bulunan kadın ve erkeklerde disk yükseklik azalmasının ve 50 yaş sonrasında tekrar artmasının nedenini açıklayabilir. 40-49 yaş grubunda disklerde oluşan bozulma, 50 yaş sonrası disk rejenerasyonuna dönüşebilmektedir.

Amonoo-Kuofi (6) yaş grupları arasındaki değişikliklerin büyüme ve yeniden yapılanma şeklinde tekrarlayan peryotlar ile karakterize olduğunu bildirmiştir. Tanner ve ark. (75) adölesanlar üzerindeki çalışmada, columna vertebralis'in (dolayısıyla discus intervertebralis'in) başlangıçta hızlı büyüdüğünü, yetişkinlerde büyüme hızında azalma olduğunu söylemişlerdir. Oda ve ark. (74) disk üzerindeki histolojik çalışmalarında yetişkinlerde disklerde histolojik ve biyokimyasal değişikliklerin devam ettiğini göstermiştir.

Ratcliffe (76) yaşla birlikte vertebraların arterizasyonunda değişiklikler olduğunu belirtmiştir. Yetişkin vertebralarda santral ve periferik olmak üzere iki tip intraosseöz arter tesbit edilmiştir. Yaşla birlikte periferik arterlerde artma olmakta ve kan akım yönünü dıştan içe olarak değiştirmektedir. Bu değişim enfekte ve artık materyallerin dağıtımını için gerekli bir değişimdir. Disklerin de vertebralardan beslendiği düşünüldüğünde, yaşla birlikte meydana gelen arterial değişimler diskin beslenmesini etkileyerek yaş grupları arasındaki disk yükseklik farklılıklarına neden olabilmektedir.

Columna vertebralis'teki disklerin segmental hiper-mobilitesi ve instabilitesi diskin beslenmesini pozitif ya da negatif etkileyerek disk yüksekliğinin değişmesine neden olabilmektedir (77). Ayrıca yaşın ilerlemesiyle kişinin postüründe olan değişiklikler diske olan sıvı akışını dolayısıyla beslenmesi arasındaki ilişkiyi değiştirmektedir. Bu değişim yaşın ilerlemesiyle meydana gelen disk yükseklik farklılıklarını açıklayabilir.

Eriksen (78) ile Preteux ve ark. (79) tarafından yapılan morfolometrik çalışmalar; vücudun değişen ihtiyaçlarına karşılık olarak, vertebraların yaşam boyu sürekli bir büyüme ve yeniden modellenme süreci içinde olduğunu göstermiştir. Porter ve ark. (80) tarafından yapılan kinezyolojik çalışmada, 18 yaş ve üstü kişilerde, lumbal vertebra ve discus intervertebralis'lerin dayanıklılığının arttığını tesbit etmişlerdir. Aynı çalışmalarda bu artışın fiziksel aktivitenin artması ile ilgili olduğu düşünülmüştür.

Amonoo-Kuofi (6) disk yüksekliğinde meydana gelen değişimlerin yaşa ve cinsiyete bağlı olması yanında, bireyin yaşam koşullarına bağlı olarak columna

vertebralis üzerindeki ağır fiziksel ve fonksiyonel yüklerin de disk yüksekliğini etkilediğini ve osteofit oluşumunu attırdığını belirtmişlerdir.

Schmitt ve ark. (81) maraton koşucularının disk yükseklik sonuçlarını referans değerler ile karşılaştırdığında; maraton koşucularının referans popülasyondan daha az disk yüksekliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Granhed ve ark.'nın (82) yaptığı bir çalışmada 13 eski haltercinin 8'inde L1-L2 seviyesindeki disk yüksekliğinin % 50'den fazla azaldığını belirtmişlerdir. Bu durum columna vertebralis üzerindeki aşırı baskılayıcı yüklerin discus intervertebralis'in beslenmesini negatif etkileyerek disk yüksekliğinde azalmaya neden olduğunu açıklayabilir. Biz çalışmamızda bu bilgiler ışığında, spor yapmayan ve ağır fiziksel şartlarda çalışmayan bireyleri değerlendirdik.

Adams ve ark. (83) diskin yüksekliğindeki reversibl değişiklikleri diskte meydana gelen günlük (diurnal) değişimler olarak belirtmiştir. Disk üzerindeki kompresyon güçlerinin oluşturduğu etkiler, disk içinde oluşan osmotik basınç tarafından dinamik bir şekilde dengelenir (84). Kişi ayakta dururken columna vertebralis'e binen aksiyel yük nedeniyle nucleusun jelatinöz matriksi içerisindeki su, corpus vertebrae içerisine kaçarak diskin incelmeye neden olur. Yatma pozisyonunda, aksiyel yer çekim gücü ve kas tonusu azalır ve nucleusa yeniden su girişi olur ve disk kalınlaşır (64). Gün boyunca devamlı yük altında kalan diskler biraz yassılaşır ve yüksekliğinde azalma meydana gelir. Gece yatarak istirahat sırasında azalan disk yüksekliği artar ve sabahleyin eski yüksekliğine ulaşır (1,64). Bizim çalışmamızda tüm radyografiler sabahın erken saatlerinde çekildiği için disk yükseklik ölçümleri diurnal değişikliklerden etkilenmemiştir.

Çalışmamızda değerlendirilen diğer bir parametre konkavite indeksi'dir. Konkavite indeksi, disk ile corpus vertebrae arasındaki yüzeyde yaşlanmaya bağlı meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesinde kullanılır (7). Konkavite indeksi osteoporosis tanısında radyografik tanı kriterlerinden birisi olarak halen günümüzde kullanılmaktadır. Genel olarak konkavite indeksi yaşlanma ile birlikte azalır. Fakat bu konuda farklı görüşler bulunmaktadır.

Barnett ve Nordin (85) konkavite indeksi'ni osteoporosis'in karakteristik özelliği olan end plate'lerin vertebra corpuslarına doğru yaptığı yay şeklindeki çökmeyi lumbal vertebralarda ölçmek amacıyla kullanmışlardır. Sonuç olarak konkavite indeksi'nin osteoporosis tanısında bir dereceye kadar kullanılabilir olduğunu fakat normal yaşlanma

ile ilişkili olmadığı sonucuna varmışlardır. Dequeker (86) aynı tekniği kullanmış ve yaş ile konkavite indeksi arasında önemli bir ilişki bulamamıştır. Arnold ve ark. (87) lumbal çökmeyi (cupping) corpus vertebrae'nin orta yüksekliği ile ortalama yan yüksekliği arasındaki fark olarak ölçmüş ve bu farkın yaş ile arttığını saptamıştır. Ericksen (78) yalnız beyaz erkeklerde konkavite indeksi'nin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu, beyaz kadınlar ile siyah erkek ve kadınlarda sonucun anlamlı olmadığını bildirmiştir. Shao ve ark. (7) yaptıkları çalışmada lumbal vertebraların konkavite indeksi'nin yaş arttıkça azaldığını, böylece yaşlandıkça konkavliğin arttığını belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda konkavite indeksi ile yaşlanma arasındaki ilişkiyi değerlendirdiğimizde kadın ve erkek çalışma gruplarında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunamadı. Bunun nedeni olarak çalışmamıza alınan lateral radyografik örneklerde osteoporosis'in olmadığı düşünüldü.

Osteoporotik problemleri olmayan insanlar arasında konkavite indeksi'nde yaşa bağlı değişiklikler anlamsız bulunmaktadır (85,86,88). Bu sonuçlarımıza göre konkavite indeksi ancak osteoporosis için önemli bir belirleyici olarak tanımlanabilir. Normal bireylerde yaşa bağlı bir değişiklik olarak değerlendirilemez.

Anatomik ve fonksiyonel olarak columna vertebralis'in önemli yapıları olan discus intervertebralis'lerin yüksekliklerinin yaşa ve cinse bağlı değişimlerini inceleyen bu çalışmanın radyolojik tanı ve lumbal bölge üzerindeki cerrahi girişimlere katkı sağlayacağı kanısındayız.

## 6. SONUÇLAR

- Lumbal intervertebral disklerin ortalama disk yükseklik değerleri; erkeklerde genel olarak tüm yaş grublarında disk 1'den disk 6'ya doğru artmıştır. Disk 6, 20-29 ve 30-39 yaş gruplarında bu artışa eşlik etmemiş, hafif azalarak yüksekliğini koruma eğilimi göstermiştir
- Lumbal intervertebral disklerin ortalama disk yükseklik değerleri; kadınlarda genel olarak tüm yaş gruplarında disk 1'den disk 6'ya doğru artmıştır. Disk 6 seviyesinde, 50-† yaş grubunda bu artışa eşlik etmiştir, ancak diğer yaş gruplarında hafif azalarak yüksekliğini koruma eğilimi göstermiştir.
- Lumbar intervertebral disklerin yüksekliklerinin kadın ve erkekte yaş ile birlikte diskin bulunduğu seviyeye göre değiştiği bulundu. Kadınlarda disk 2, disk 3, disk 4 ile erkeklerde disk 5 ve disk 6 yüksekliklerinin 50 yaşına kadar arttığı, 50 yaş sonrası azaldığı, yine erkeklerde disk 2, disk 3, disk 4 ile kadınlarda disk 6 yüksekliğinin 40 yaşına kadar arttığı, 40-49 yaş grubunda yüksekliğini koruduğu ve 50 yaş sonrası artmaya devam ettiği tesbit edildi.
- Lumbal vertebraların konkavite indeks değerlerinin yaşa bağlı değişimi kadın ve erkeklerde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı.

## 7. KAYNAKLAR

1. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 1.cilt. 2. baskı, Ankara, Güneş kitabevi, 1997:74-83, 146-152
2. Özer AF. Lomber Disk Hastalığı. 1.baskı, İstanbul, Logos Tıp Yayıncılığı, 1996;19-37, 73-88
3. Humzah MD, Soames RW. Human intervertebral disc: Structure and Function. The Anat Rec. 1988; 220:337-356
4. Taylor JR. Growth of the human IVD and vertebral bodies. J Anat. 1975; 120:149-161
5. Pogozhwa TI. Ultrastructure of intervertebral disc in children and adolescents. Arkh Anat Gistol Embriol. 1982; 83:46-54
6. Amonoo-Kuofi HS. Morphometric changes in the heights and anteroposterior diameters of the lumbar intervertebral disc with age. J Anat. 1991; 175:159-168
7. Shao Z, Rompe G, Schiltewolf M. Radiographic changes in the lumbar intervertebral discs and lumbar vertebrae with age. Spine. 2002; 27(3):263-268
8. Vernon-Roberts B, Pirie CJ. Degenerative changes in the IVD of the lumbar spine and their sequalea. Rheum and Rehabil. 1977; 16:13-21
9. Twomey L, Taylor J. Age changes in lumbar intervertebral discs. Acta Orthop Scand. 1985; 56:496-499
10. Twomey LT, Taylor JR. Age changes in lumbar vertebrae and intervertebral discs. Clin Orthop. 1987; 224:97-104
11. Frobin W, Brinkmann P, Biggemann M. Objective measurement of the height of lumbar intervertebral discs from lateral roentgen views of the spine. Z Orthop. 1997; 135:394-402
12. Aydınlioğlu A, Diyarbakırlı S, Keles P. Heights of the lumbar intervertebral discs related to age in Turkish individuals. Tohoku J Exp Med. 1999; 188:11-22
13. Gökmen FG. Sistematik Anatomi. 1.baskı, İzmir, Nobel Tıp Kitabevleri, 2003:23-29, 101-104, 233-235, 292-293, 308, 320-324, 358-359
14. Snell RS: Klinik Anatomi (Çev. M Yıldırım). İstanbul, Nobel Tıp Yayınevleri, 1.baskı, 1998:822-831

15. Ozan H. Ozan Anatomi. 1.baskı, Ankara, Nobel Tıp Kitabevleri, 2004:26-27, 29-30, 81-83
16. Taylor JR, Twomey LT. The development of the human intervertebral disc. In: Ghosh P, editor. The biology of the intervertebral disc. Boca Raton, FL: CRC Pres, 1988:39-82
17. Sadler TW: Langman's Medikal Embriyoloji (Çev. Prof. Dr. AC Başaklar). Ankara, Palme yayıncılık, 7. baskı, 1996:61-63, 153-156
18. Moore KL, Persaud TVN: Klinik Yönleri İle İnsan Embriyolojisi (Çev. M Yıldırım, İ Okar, H Dalçık). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 1.baskı, 2002:412-414
19. Gasser RF. Evidence that sclerotomal cells do not migrate medially during normal embriyonic development of the rat. Am J Anat. 1979; 154:509
20. Wybun GM. Observations on the development of the human intervertebral column. J Anat. 1944; 78:39-42
21. Moore KL, Agur ANR: Temel Klinik Anatomi (Çev. A Elhan). Ankara, Güneş Kitabevi, 2. baskı, 2006:276-293
22. Dere F. Anatomi Atlası ve Ders Kitabı cilt-1. 5.baskı, Adana, Nobel Tıp Kitabevi, 1999:177, 186-187, 192-195, 198-199
23. Netter FH. The Ciba Collection of Medical Illustrations Volume 8, Musculoskeletal System Part 1. 1.baskı, New Jersey, Donnelley & Sons Company, 1987:15
24. Taner D. Fonksiyonel Anatomi: Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. 3.baskı, Ankara, Hekimler Yayın Birliği, 2003:214-218
25. Williams PL, Banisster LH, Dyson M, Warwick R: Gray's Anatomy (37th ed.). Churchill Livingstone, Edinburgh, 1989:315-316, 322-331, 489-492, 810-812
26. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar Puncture: Anatomical Review of a Clinical Skill. Clin Anat. 2004; 17:544-553
27. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 2.cilt. 3.baskı, Ankara, Güneş Kitabevi, 2001:38-62, 95
28. Ferguson SJ, Steffen T. Biomechanics of the aging spine. Eur Spine J. 2003; 10:586-621
29. Martin MD, Boxell CM, FACS, Malone DG. Pathophysiology of lumbar disc degeneration: a review of the literature. Neurosurg Focus. 2002; 13(2):E1



30. Walker MH, Anderson DG. Molecular basis of intervertebral disc degeneration. *The Spine Journal*. 2004; 4:158-166
31. Guiot BH, Fessler RG. Molecular biology of degenerative disc disease. *Neurosurgery*. 2000; 47(5):1034-1040
32. Inoue H. Three dimensional observations of collagen framework of intervertebral disc in rats, dogs and humans. *Arch Histol Jpn*. 1973; 36:39-56
33. Kazarian L. Injuries to the human spinal column: Biomechanics and injury classification. *Exerc Sport Sci Rev*. 1981; 9:297-352
34. Naylor A, Happey F, Turner RD, Shetal RD, West DC, Richardson C. Enzyme and immunological activity in intervertebral disc. *Orthop Clin North Am*. 1975; 6:51-58
35. Hickey DS, Hawkins DWL. Collagen fibril diameters and elastic fibres in the annulus fibrosus of human foetal intervertebral disc. *J Anat*. 1981; 133:351-357
36. Inoue H. Three dimensional architecture of lumbar intervertebral disc. *Spine*. 1981; 6:139-146
37. Collins DH. *The Pathology of Articular and Spinal Disease*. Edward Arnold & Co, London, 1949: 256
38. Roughley PJ, Alini M, Antoniou J. The role of proteoglycans in aging, degeneration and repair of the intervertebral disc. *Biochem Soc Trans*. 2001; 30:869-874
39. Taylor TKF, Ghosh P, Bushell GR. The contribution of the intervertebral disc to the scoliotic deformity. *Clin Orthop*. 1981; 156:79-90
40. Malko JA, Hutton WC, Fajman WA. An in vivo magnetic resonance imaging study of changes in the volume (and fluid content) of the lumbar intervertebral discs during a simulated diurnal load cycle. *Spine*. 1999; 24(10):1015-1022
41. Nachemson A, Lewin T, Maroudas A, Freeman MAR. In vitro diffusion of dye through the end plates and the annulus fibrosus of human lumbar intervertebral disc. *Acta Orthop Scand*. 1970; 41:589-607
42. Pritzker KPH. Aging and degeneration in the lumbar IVD. *Orthop Clin North Am*. 1977; 8:65-77
43. Gruber HE, Fisher EC, Desai B. Human intervertebral disc cells from the annulus: Three-dimensional culture in agarose or alginate and responsiveness to TGF-beta1. *Exp Cell Res*. 1997; 235(1):13-21
44. Urban JPG, Roberts S, Ralphs JR. The nucleus of the intervertebral disc from development to degeneration. *Am Zool*. 2000; 40(1):53-61

45. Trout JJ, Buckwalter JA, Moore KC. Ultrastructure of the human intervertebral disc: Cells of the nucleus pulposus. *Anat Rec.* 1982; 204:307-314
46. Roberts S. Disc morphology in health and disease. *Biochem Soc Trans.* 2001; 30:864-869
47. Peereboom JWC. Some biochemical and histochemical properties of the age pigment in the human IVD. *Histochemie.* 1973; 37:119-130
48. Errington RJ, Puustjarvi K, White IRF. Characterisation of cytoplasmfilled processes in cells of the intervertebral disc. *J Anat.* 1998; 192:369-378
49. Gruber HE, Hanley EN. Analysis of aging and degeneration of the human intervertebral disc- Comparison of surgical specimens with normal controls. *Spine.* 1998; 23(7):751-757
50. Adams P, Eyre DR, Muir H. Biochemical aspects of development and aging of human lumbar intervertebral discs. *Rheum Rehabil.* 1977; 16:22-29
51. Rufai A, Benjamin M, Ralphs JR. The development of fibrocartilage in the rat intervertebral disc. *Anat Embryol.* 1994; 192(1):2619-2625
52. Chelberg MK, Banks GM, Geiger DF. Identification of heterogeneous cell-populations in normal human intervertebral disc. *J Anat.* 1995; 186:43-53
53. Johnson EF, Chetty K, Moore IM, Stewart A, Jones A. Distribution and arrangement of elastic fibres in intervertebral discs of adult humans. *J Anat.* 1982; 135:301-309
54. Krajickova J, Polakovar R, Smetana K. Age dependent changes in proteoglycan biosynthesis in human intervertebral discs. *Folia Biol.* 1995; 41(1):41-51
55. Gotz W, Barnert S, Bertagnoli R. Immunohistochemical localization of the small proteoglycans decorin and biglycan in human intervertebral discs. *Cell Tissue Res.* 1997; 289(1):185-190
56. Berthet C, Hulmes DJS, Miller A, Timmins PA. Structure of collagen in cartilage of IVD. *Science* 1978; 199(4328):547-549
57. Adams MA, McNally DS, Dolan P. 'Stress' distributions inside intervertebral discs. The effects age and degeneration. *J Bone Joint Surg. Br* 1996; 78:965-972
58. Hassler O. The Human IVD: A microangiographical study on its vascular supply at various ages. *Acta Orthop Scand.* 1969; 40:765-772

59. Baba H, Maezawa Y, Furusawa N. Herniated cervical intervertebral discs: histological and immunohistochemical characteristics. *Eur J Histochem.* 1997;41(4):261-270
60. Palmgren T, Gronblad M, Virri J. An immunohistochemical study of nerve structures in the annulus fibrosus of human normal lumbar intervertebral discs. *Spine.* 1999; 24(20):2075-2079
61. Smith JW, Walmsley R. Experimental incision of the IVD. *J Bone Joint Surg.(Br)* 1951; 33:612-625
62. Disc Anatomy. [http:// www.chirogeek.com/000\\_Disc\\_Anatomy.htm](http://www.chirogeek.com/000_Disc_Anatomy.htm).
63. Crock HV, Goldwasser M. Anatomic studies of the circulation in the region of the vertebral endplate in adult greyhounds. *Spine.* 1984; 9:702-706
64. Oğuz H, Dursun E, Dursun N. *Tıbbi Rehabilitasyon cilt-3. 2. baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2004:1131-1150*
65. Roofe PG. Innervation of annulus fibrosus and posterior longitudinal ligaments. *Arch Surg.* 1940; 40:384-416
66. Pederson HE, Blunck CF, Gardner F. The anatomy of lumbosacral posterior rami and meningeal branches of spinal nerves with an experimental study of their function. *J Bone Surg. (Am)* 1956; 38:377-381
67. Koç ÖN: İnstabilitesi olmayan dejeneratif lomber spinal stenoz olgularında tek taraftan yaklaşımla bilateral mikrodekompresyonun klinik sonuçları. Uzmanlık tezi, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroşirürji Kliniği. İstanbul 2005 (yayımlanmamış), s.
68. Wolfe HJ, Putsch GJ, Wilson CB. Lumbar spondylosis: Diagnosis, Management and Surgical Treatment. Chiacco and London: Year Book. 1977:13-87
69. Van den Hooff A. Histological age changes in the annulus fibrosus of the human intervertebral disc. *Gerontology* 1964; 9:136-149
70. Virgin WJ. Experimental investigation into the physical properties of the intervertebral discs. *J Bone Joint Surg.* 1951; 33B:607-611
71. Farfan HF, Cossette JW, Robertson GH, Wells RV, Kaus H. The effects of torsion of the lumbar intervertebral joints: The role of torsion in the production of disc degeneration. *J Bone Joint Surg.* 1970; 52A:468-497
72. Aydın S, Sivrioğlu K. Lomber disk hastalıklarında genetik. Derleme . <http://www.ftr.org.tr/Dergi/TEMMUZ2003/KON%C3%A7uysivri5.htm>.

73. Frobin W, Brinckmann P, Biggemann M, Tillotson M, Burton K. Precision measurement of disc height, vertebral height and sagittal plane displacement from lateral radiographic views of the lumbar spine. *Clin Biomech.* 1997; 12(suppl 1):1-61
74. Oda J, Tanaka H, Tsuzuki N. Intervertebral disc changes with aging of human cervical vertebrae from the neonate to the eighties. *Spine.* 1988; 13:1205-1211
75. Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight,height velocity and weight velocity: British children. *Arc Dis Child.* 1966; 41:613-635
76. Ratcliffe JF. Arterial changes in the human vertebral body associated with aging. The ratios of peripheral to central arteries. *Spine.* 1986; 11:235-240
77. Inoue H, Ohmori K, Miyasaka K, Hosoe H. Radiographic evaluation of the lumbosacral disc height. *Skeletal Radiol.* 1999; 28:638-643
78. Ericksen MF. Some aspects of aging in the lumbar spine. *Am J Phys Anthropol.* 1976; 45:575-580
79. Preteux F, Bergot C, Laval-Jeanter AM. Automatic quantification of vertebral cancellous bone remodelling during aging. *Anat Clin.* 1985; 7:203-208
80. Porter RW, FRCS, Adams MA, Hutton WC. Physical activity and the strenght of the lumbar spine. *Spine.* 1989; 14:201-203
81. Schmitt H, Dubljanin E, Schneider S, Schiltewolf M. Radiographic changes in the lumbar spine in former elite athletes. *Spine.* 2004; 29(22):2554-2559
82. Granhed H, Morelli B. Low back pain among retired wrestlers and heavy-weight lifters. *Am J Sports Med.* 1988; 16:530-3
83. Adams MA, Dolan P, Hutton WC, Porter RW. Diurnal changes in spinal mechanics and their clinical significance. *J Bone Joint Surg. (Br)* 1990; 72:266-270
84. Ioedsome IR, Lessoway V, Susak LE, Gaqnon FA, Gaqnon R, Wing PC. Diurnal changes in the lumbar intervertebral distance, measured using ultrasound. *Spine.* 1996; 21:1671-1675
85. Barnett E, Nordin BEC. The radiological diagnosis of osteoporosis: A new approach. *Clin Radiol.* 1960; 11:166-174
86. Dequeker J. Bone loss in normal and pathological conditions. Leuven University Pres, 1972
87. Arnold JS, Wei JK, Cochran TH, Ament CM, Mcneill GC, Gitta PS. External and trabecular morphologic changes in lumbar vertebrae in aging. In: Second conference on

progress in methods of bone mineral measurement. National Inst Health, Bethesda. 1970:352-409

88. Grados F, Fardellone P, Benammar M, Muller C, Roux C, Sebert JL. Influence of age and sex on vertebral shape indices assessed by radiographic morphometry. *Osteoporosis Int.* 1999; 10:450-455