

EKLEM ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ



EDİTÖR

DR. ÖĞR. ÜYESİ AHMET TURAN URHAN

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © NİSAN 2026

ISBN • 978-625-8762-10-5

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruyenyayinevi.com

e-mail: seruyenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

EKLEM ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ

EDİTÖR

DR. ÖĞR. ÜYESİ AHMET TURAN URHAN¹

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Artova Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü,
Engelli Bakımı ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Tokat, Türkiye, ahmetturan.urhan@gop.edu.tr,
Orcid: 0000-0002-1178-2998

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

OMUZ EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ

Bedrettin ÇİNPOLAT..... 1

BÖLÜM 2

DİRSEK EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ

Berna DOĞAN..... 19

BÖLÜM 3

KALÇA EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ

Mustafa Furkan ÖZTÜRK 35

BÖLÜM 4

DİZ EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ

Ahmet Turan URHAN..... 47

Sevgili Okurlar,

Bu kitabı sizlere sunarken, insan hareket sisteminin temelini oluşturan eklemlerin anatomik yapısını ve klinik önemini bütüncül bir yaklaşımla ele almayı amaçladık. Omuz, dirsek, kalça ve diz eklemleri; günlük yaşam aktivitelerinden sportif performansa, travmadan dejeneratif hastalıklara kadar geniş bir klinik yelpazede merkezi rol oynayan yapılarıdır. Bu nedenle söz konusu eklemlerin yalnızca morfolojik özelliklerinin değil, aynı zamanda fonksiyonel biyomekaniğinin ve sık karşılaşılan klinik tablolarının birlikte değerlendirilmesi gerektiğine inanıyoruz.

Kitapta omuz, dirsek, kalça ve diz eklemlerinin, anatomik temelleri, bağ-kas ilişkileri, biyomekanik özellikleri ve klinik yansımaları ile sistematik bir düzen içinde sunulmuştur. Böylece okuyucunun temel anatomi bilgisi ile klinik pratiği arasında güçlü bir köprü kurması hedeflenmiştir.

Bu eserin, öğrencilerden klinik uygulayıcılara kadar geniş bir okuyucu kitlesi için anlaşılır, bilimsel açıdan güvenilir ve uygulamaya katkı sağlayan bir başvuru kaynağı olmasını temenni ediyorum.

Kitabın hazırlanma sürecinde emeği geçen tüm yazarlara ve çalışmanın ortaya çıkmasına katkıda bulunan herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Değerli okurlarımıza yararlı olması dileğiyle.

Saygılarımla,

Editör

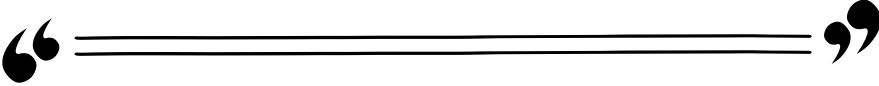
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Turan URHAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Bölüm 1

OMUZ EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ



Bedrettin ÇİNPOLAT¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Dişçilik Hizmetleri Bölümü, Tokat, Türkiye, bedrettincinpolat@gop.edu.tr, Orcid: 0000-0002-3325-1522

1. GİRİŞ

Omuz eklemi, insan vücudunda hareket açıklığı en geniş olan eklem kompleksidir ve üst ekstremitenin çok yönlü fonksiyonlarını yerine getirebilmesinde temel rol oynar. Günlük yaşam aktivitelerinde, mesleki işlevlerde ve sportif performansta kolun serbestçe kullanılmasını sağlayarak bireyin fonksiyonel bağımsızlığına önemli katkı sunar. Omuzun bu üstün hareket kapasitesi; fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon, addüksiyon, internal ve eksternal rotasyon gibi farklı düzlem ve eksenlerde gerçekleşen çok yönlü hareketlere imkan tanır.

Omuz eklemi, çoğu zaman tek bir eklem olarak değerlendirilse de, gerçekte dört ayrı eklemin birbiriyle uyumlu ve eş zamanlı çalışmasıyla oluşan fonksiyonel bir eklem kompleksidir. Bu sayede üst ekstremitenin geniş bir hareket açıklığına sahip olmasını sağlar (Akan & Temelli 2017; Moore, Dalley & Agur, 2018; Neuman, 2017; Standring, 2020).

Omuz eklem kompleksi; *articulatio humeri* (*articulatio glenohumeralis*), *articulatio acromioclavicularis*, *articulatio sternoclavicularis* ve anatomik olarak bir sinovyal eklem olmamakla birlikte fonksiyonel açıdan büyük öneme sahip olan *articulatio scapulothoracica*'dan oluşur. Bu eklemlerden *articulatio sternoclavicularis*, üst ekstremitenin aksiyal iskeletle tek kemiksel bağlantısını sağlar (Martini ve ark., 2015; Neuman, 2017; Standring, 2020).

Bu eklemler içerisinde en geniş hareket açıklığına sahip olanı, *caput humeri* ile *cavitas glenoidalis scapulae* arasında yer alan *articulatio humeri*'dir. Küresel (sferoid) tipte bir sinovyal eklem olan bu yapıda; sagittal, koronal ve transvers düzlemlerde sırasıyla fleksiyon-ekstansiyon, abdüksiyon-addüksiyon ve internal-eksternal rotasyon olmak üzere hareketler gerçekleşir. Omuz ekleminin bu geniş hareket açıklığı ve *fossa glenoidalis*'in humerus başına oranla yüzey alanının küçük olması, eklemin intrinsik kemik stabilitesini azaltmakta; bu durum eklem kapsülü, bağlar, labrum ve özellikle rotator manşet kaslarının fonksiyonel bütünlüğünü çok önemli hâle getirmektedir. Dolayısıyla omuz eklemi, statik ve dinamik stabilizatörler arasındaki hassas dengeye bağımlı bir yapı sergilemektedir (Arifoğlu, 2021; Demirhan & Gök-san 1993; Neuman, 2017; Standring, 2020; Taner ve ark., 2017).

Bu anatomik ve fonksiyonel özellikler nedeniyle omuz eklemi, travmatik yaralanmalar, instabilite, *impingement* sendromları, rotator manşet patolojileri ve dejeneratif hastalıklar açısından yüksek risk taşımaktadır. Özellikle tekrarlayıcı mikrotravmalar, yaşa bağlı dejeneratif değişiklikler ve sportif aktiviteler sırasında ortaya çıkan aşırı yüklenmeler, omuz patolojilerinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Armfield ve ark., 2003; Akçal, 2023).

Omuz ekleminin anatomik yapılarının, bu yapılar arasındaki fonksiyonel ilişkilerin ve biyomekanik prensiplerin iyi anlaşılması; doğru klinik

değerlendirme, uygun görüntüleme yöntemlerinin seçimi ve etkili tedavi stratejilerinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, omuz eklemine detaylı anatomik ve klinik anatomik özelliklerinin ele alınması, hem temel bilimler hem de klinik uygulamalarda tanı, tedavi ve rehabilitasyon süreçlerinin doğru planlanabilmesi için vazgeçilmez bir altyapı oluşturmaktadır.

2. OMUZ KOMPLEKSİ VE EKLEMLER

2.1. Omuz Eklemi Embriyolojisi

Embriyolojik gelişimin dördüncü haftasının sonunda, üst ekstremité to-murcukları ventrolateral vücut duvarından dışa doğru çıkıntı yaparak morfolojik olarak gözlemlenebilir hale gelir. Ekstremitenin distal ucunda yer alan ektoderm tabakası belirgin bir şekilde kalınlaşarak apikal ektodermal çıkıntıyı oluşturur ve bu gelişim proksimalden distale doğru ilerlemeye devam eder. Üst ekstremitéye ait kemik, kıkırdak ve bağ dokusu yapıları mezenşimal merkezden köken alır. Bu merkezde yer alan hücreler öncelikle kondrifikasyon ile kıkırdak taslaklarını oluşturur, ardından endokondral ossifikasyon süreciyle kemik dokular meydana gelir.

Eklem bölgelerinin gelişimi, gestasyonun 5. haftasında karşılıklı iki kıkırdak taslağı arasında mezenkimal yoğunlaşmanın belirginleşmesiyle başlamaktadır. Bu dönemde periferde kondrojenik hücre tabakaları farklılaşmaya başlamakta; 6. haftada ise iki periferik kondrojenik tabaka ile bunların arasında yer alan gevşek mezenkimal hücre tabakasından oluşan üç katmanlı eklem interzonu şekillenmektedir. İlerleyen haftalarda interzonun orta kısmında bulunan gevşek mezenkimal tabaka rezorpsiyona uğramakta ve bu bölgede kavitasyon süreci başlamaktadır. Sürecin progresyonu ile eklem boşluğu gelişmekte ve nihayetinde cavitatis articularis oluşmaktadır. Periferde yer alan kondrojenik tabakalar artiküler kıkırdağa farklılaşırken, çevredeki mezenkimal dokudan eklem kapsülü, sinovyal membran ve ligamentöz yapılar gelişmektedir (Gardner & O’Rahilly, 1968; Pansky, 1982; Sadler, 2015).

Üst ekstremité kaslarının gelişimi, gestasyonun 5. haftasında periferik sinirlerin mezenşimal doku içerisine ilerlemesiyle başlar. Kas dokusu, paraksiyal mezoderm kökenli miyotom hücrelerinin migrasyonu sonucu oluşur. 6. haftada üst ekstremité kas kitleleri dorsal (ekstansör) ve ventral (fleksör) olmak üzere iki gruba ayrılır. Bu ayrım, erişkin dönemdeki fonksiyonel kas organizasyonunun temelini oluşturur (Pansky 1982; Sadler, 2015).

Gestasyonun 7. haftasında, articulatio glenohumeralis ile çevresindeki bursalar arasında bağlantılar oluşmaya başlar. Aynı hafta içerisinde ekstremiteler ventrale doğru yer değiştirir ve üst ekstremité, uzun eksenini etrafında yaklaşık 90 derece dış rotasyona uğrar. Bu rotasyon sonucunda dirsek eklemi posteriora yönelirken, ekstansör kas grupları posterior ve lateral yerleşim ka-

zanır. Bu dönemde bursa muscoli coracobrachialis iel birlikte musculus supraspinatus, musculus infraspinatus ve musculus biceps brachii tendonlarının gelişimi belirgin hale gelir. 8. haftada, articulatio glenohumeralis morfolojik olarak erişkin dönemdeki yapısına büyük ölçüde benzerlik gösterir (Gardner & O’Rahilly, 1968; Pansky 1982; Sadler, 2015).

2.2. Omuz Eklemi Anatomisi

Üst ekstremitenin etkin kullanımında ve günlük aktivitelerin gerçekleştirilmesinde temel rol oynayan omuz eklemi, ekstremitenin gövdeye bağlanmasını sağlayan, hareket açıklığı en geniş ve yapısal olarak oldukça karmaşık eklem kompleksidir. Omuzun kemik iskeleti pektoral kuşağı oluşturan scapula ve clavícula ile humerus’tan meydana gelir. Klinik olarak tek bir eklem gibi değerlendirilse de omuz bölgesi;

- **Articulatio humeri (articulatio glenohumeralis),**
- **Articulatio acromioclavicularis**
- **Articulatio sternoclavicularis**
- **Articulatio scapulothoracica** (fonksiyonel bir eklemdir)

olmak üzere, üst ekstremitayı gövdeye bağlayan dört ayrı eklemden oluşur. Bu eklemler birlikte çalışarak omuzun geniş hareket açıklığını ve stabilitesini sağlar; bu nedenle omuz bölgesi anatomik ve fonksiyonel açıdan “omuz kompleksi” olarak değerlendirilir (Arıncı & Elhan, 2025; Martini ve ark., 2015; Ozan, 2014).

2.2.1. Omuz Eklemine Katılan Kemik Yapılar

Clavícula: üst ekstremitayı gövdeye bağlayan clavícula horizontale yakın konumlanmış S harfine benzer bir uzun kemiktir. Medialde manubrium sterni ve costa prima ile, lateralde ise scapula ile eklem yapar. Medial ucu daha yuvarlak ve dörtgenimsi olan extremitas sternalis, facies articularis sternalis aracılığıyla sternumla ve kısmen birinci costanın kırırdağıyla eklenir. Lateral ucu daha yassı olup extremitas acromialis olarak adlandırılır ve scapula’daki acromion ile eklem yapar (Martini ve ark., 2015; Ozan, 2014; Taner ve ark., 2017).

Scapula: Omuz kavşağının posteriorunda yer alan scapula, büyük ve yassı bir kemik olup yaklaşık olarak 2.-7. costalar düzeyinde uzanmaktadır. Kemik; margo superior, margo medialis ve margo lateralis olmak üzere üç kenara; angulus superior, angulus inferior ve angulus lateralis olmak üzere üç köşeye; facies costalis ve facies posterior olmak üzere iki yüze sahiptir. Ayrıca spina scapulae, acromion ve processus coracoideus olmak üzere üç belirgin çıkıntı içermektedir. Facies costalis üzerinde yer alan ve m. subscapularis tarafından doldurulan fossa subscapularis, kemiğin ön yüzünün en geniş çukurluğunu oluşturur. Facies posterior ise spina scapulae tarafından iki bölü-

me ayrılmakta; spina'nın superiorunda fossa supraspinata, inferiorunda ise fossa infraspinata bulunmaktadır. Bu fossalar sırasıyla m. supraspinatus ve m. infraspinatus tarafından doldurulmaktadır. Spina scapulae laterale doğru genişleyerek acromion'u meydana getirir ve bu yapı clavícula ile eklemleşerek omuz çatısını oluşturur. Margo superior üzerinde incisura scapulae yer alır. Margo medialis'e m. rhomboideus major ve minor, m. levator scapulae ile m. serratus anterior tutunurken; margo lateralis'e m. teres major ve m. teres minor yapışmaktadır. Angulus lateralis'te bulunan cavitas glenoidalis, humerus başı ile eklemleşerek articulatio glenohumeralis'i oluşturur. Cavitas glenoidalis'in superiorunda yer alan tuberculum supraglenoidale'ye m. biceps brachii'nin caput longum'u, inferiorunda bulunan tuberculum infraglenoidale'ye ise m. triceps brachii'nin caput longum'u tutunmaktadır (Arıncı & Elhan, 2025; Ozan, 2014; Şahin, 2025).

Humerus: üst ekstremitenin en büyük ve en uzun kemiği olan humerus; proksimalde caput humeri, collum anatomicum, collum chirurgicum, tuberculum majus ve tuberculum minus; orta bölümde corpus humeri ve distalde önkol kemikleriyle eklemleşen yapılardan oluşmaktadır. Caput humeri, scapula'nın cavitas glenoidalis'i ile eklemleşerek articulatio glenohumeralis'i oluşturur. Anatomik boyun (collum anatomicum), caput humeri'yi tuberculumlardan ayıran dar segmenttir. Tuberculum majus ve tuberculum minus, omuz stabilitesinde önemli rol oynayan rotator manşet kaslarının tutunma yüzeylerini oluşturur. Tuberculum majus'a m. supraspinatus, m. infraspinatus ve m. teres minor; tuberculum minus'a ise m. subscapularis tutunmaktadır. Bu iki çıkıntı arasında yer alan sulcus intertubercularis'ten m. biceps brachii'nin caput longum tendonu ile a. circumflexa humeri anterior'un bir dalı geçmektedir. Tuberculumlar ile corpus arasındaki collum chirurgicum, humerus kırıklarının en sık görüldüğü bölge olup klinik açıdan önem taşımaktadır. Bu seviyede seyreden n. axillaris ile a. ve v. circumflexa humeri posterior, travmatik yaralanmalar açısından risk altındadır. Corpus humeri'nin ön yüzünde m. deltoideus'un tutunduğu tuberositas deltoidea bulunur. Bunun posteriorunda oblik seyir gösteren sulcus nervi radialis yer almakta olup bu olukta n. radialis ve a. profunda brachii'nin dalları ilerlemektedir. Humerus'un distal ucu ise önkol kemikleriyle eklemleşen ve condylus humeri olarak adlandırılan eklem yüzlerini içerir; bu bölümde humerus, radius ve ulna ile eklem yaparak dirsek eklemının kemiksel bileşenini oluşturur (Arıncı & Elhan, 2025; Ozan, 2014; Taner ve ark., 2017).

2.2.2. Omuz Kompleksini Oluşturan Eklemeler

Articulatio humeri (articulatio glenohumeralis)

Caput humeri ile scapula'nın cavitas glenoidalis'i arasında yer alan spheroid tipte bir eklemdir. Cavitas glenoidalis'i çevreleyen labrum glenoidale, sığ olan eklem yüzünü derinleştirerek eklemının stabilitesine katkı sağlar. Capsula

articularis, superior'da cavitas glenoidalis çevresine, inferior'da ise collum anatomicum humeri'ye tutunur. Eklem kapsülünün dinamik stabilitesi, rotator cuff kasları tarafından sağlanır; anteriordan m. subscapularis, posteriordan m. infraspinatus ve m. teres minor, superiordan m. supraspinatus ve inferiordan m. triceps brachii'nin caput longum'u kapsülü destekler (Arıncı & Elhan, 2025; Arifoğlu, 2021).

Capsula articularis'in alt bölümü en zayıf kısımdır ve bu nedenle omuz çıkıkları en sık inferior yönde meydana gelir. Articulatio humeri'nin ligamentöz destekleri; ligg. glenohumeralia (lig. glenohumerale superius, medius ve inferius), lig. coracohumerale ve lig. transversum humerale'dir. Bunlar arasında lig. glenohumerale inferius eklem stabilitesinde temel rol oynar, lig. glenohumerale superius ise kolun addüksiyonunu sınırlar (Arıncı & Elhan, 2025; Neuman, 2017; Standring, 2020).

Spheroid tipte bir eklem olması nedeniyle articulatio humeri; fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon, addüksiyon, internal ve eksternal rotasyon olmak üzere üç ana eksenle hareket yapabilir. Gevşek yapılı eklem kapsülü bu geniş hareket açıklığını mümkün kılar; ancak bu durum omuz eklemine vücutta çıkığın en sık görüldüğü eklem hâline getirir. Çıkıklar en sık caput humeri'nin anterior ve inferior yönde yer değiştirmesiyle oluşur. Klinik olarak omuz konturunun bozulması, acromion'un belirginleşmesi ve altında çöküklük oluşması "apolet belirtisi" olarak tanımlanır (Arifoğlu, 2021; Neuman, 2017; Standring, 2020).

Omuz eklemine ait belirgin bursalar arasında bursa subtendinea muscoli infraspinati, subscapularis, teretis majoris, latissimi dorsi, tricipitis brachii ve coracobrachialis ile bursa subacromialis ve bursa subdeltoidea yer alır. Bursa subdeltoidea, çoğu bireyde bursa subacromialis ile bağlantılı olup birlikte "subacromial-subdeltoid bursa" kompleksini oluşturur ve bu kompleks vücutta ki en geniş bursalar arasında yer alır. (Arıncı & Elhan, 2025; Arifoğlu, 2021; Neuman, 2017).

Articulatio acromioclavicularis

Articulatio acromioclavicularis, acromion ile clavícula arasında yer alan, plana tipte bir eklem olup esas olarak kayma hareketleri yapar. Eklem yüzleri fibroz kıkırdak ile örtülüdür. Eklem bağları; capsula articularis, lig. coracoclavicularis (lig. conoideum ve lig. trapezoideum), lig. acromioclavicularis ve discus articularis'ten oluşur. Bu ligamentler clavícula'yı scapula'ya bağlayarak eklem stabilitesini sağlar ve scapula'nın articulatio acromioclavicularis etrafında aşırı hareket etmesini engeller (Arıncı & Elhan, 2025; Arifoğlu, 2021).

Articulatio sternoclavicularis

Clavícula ile sternum arasında yer alan, sellar tipte bir eklemdir. Eklem yüzleri fibroz kıkırdak ile örtülüdür ve eklem içerisinde discus articularis

bulunur. Eklem ligamentöz destekleri; lig. sternoclaviculare anterius, lig. sternoclaviculare posterius, lig. interclaviculare ve lig. costoclaviculare'den oluşur. Bu ligamentler arasında lig. costoclaviculare, eklem stabilitesini sağlayan en önemli bağıdır. *Articulatio sternoclavicularis*, üst ekstremitayı aksiyal iskelete bağlayan tek eklem olması nedeniyle anatomik ve fonksiyonel açıdan özel bir öneme sahiptir (Neuman, 2017; Ozan, 2014; Standring, 2020; Şahin, 2025).

Articulatio scapulothoracica

Gerçek bir anatomik eklem olmayıp kemik yüzler arasında doğrudan bir eklemleşmenin bulunmadığı fizyolojik (fonksiyonel) bir eklemdir ve bu nedenle fonksiyonel torasik eklem olarak da adlandırılır. Bu mekanizma, scapula ile toraks arasındaki kas ve yumuşak doku yapılarının oluşturduğu dinamik bir ilişkiye dayanır. Scapula'nın göğüs duvarı üzerinde yaptığı doğrusal ve dairesel hareketler, esas olarak *articulatio sternoclavicularis* ve *articulatio acromioclavicularis*'in birleşik hareketleriyle mümkün olur. Bu iki anatomik eklem ile *articulatio scapulothoracica* birlikte kapalı bir kinetik zincir oluşturur ve bu zincirin herhangi bir halkasında meydana gelen hareket, diğerlerinde de eş zamanlı harekete yol açar (Arıncı & Elhan, 2025; Neuman, 2017; Ozan, 2014; Standring, 2020).

2.2.3. Omuz Eklemine Katılan Kaslar

Omuz bölgesinde hareketin sağlanması ve stabilitenin korunmasında yüzeysel ve derin kas grupları birlikte görev yapar. En fazla işlev gören yüzeysel kaslar *m. pectoralis major*, *m. deltoideus* ve *m. trapezius*'tur. *M. deltoideus*, omuzun temel abdüksiyon kası olup fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine de katkı sağlar; *m. pectoralis major* üst ekstremitenin addüksiyon, fleksiyon ve internal rotasyonunda etkilidir. *M. trapezius* ise scapula'nın elevasyon, depresyon, retraksiyon ve yukarı rotasyonunu sağlayarak omuz kuşağının koordineli hareketinde önemli rol oynar (Arıncı & Elhan, 2025; Ozan, 2014; Şahin, 2025).

Omuzun derin kas grubunu oluşturan ve dört ayrı kastan meydana gelen rotator manşet kasları (*m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. teres minor* ve *m. subscapularis*), *caput humeri*'yi *cavitas glenoidalis* içerisinde santralize ederek dinamik eklem stabilitesini sağlar. Omuzun anterior bölümünde daha derinde yer alan *m. biceps brachii*, özellikle *caput longum*'u aracılığıyla omuz eklem kapsülünü destekler ve fleksiyon ile stabilizeye katkıda bulunur (Arıncı & Elhan, 2025; Ozan, 2014; Standring, 2020).

Gövde etrafında yer alan *m. serratus anterior*, *m. rhomboideus major* ve *m. rhomboideus minor*, *m. levator scapulae* ve *m. latissimus dorsi scapula*'nın toraks üzerindeki pozisyonunu kontrol ederek omuzun sabitlenmesinde ve etkili kuvvet aktarımında rol oynar. Bu kasların uyumlu çalışması, omuz ek-

leminin geniş hareket açıklığına rağmen stabilitesinin korunmasını sağlar. M. trapezius scapula ve clavicula'yı gövdeye bağlayan temel kaslardan biri iken, m. deltoideus scapula ve clavicula'yı üst ekstremité ile birleştirerek omuz hareketlerinin gerçekleştirilmesinde merkezi bir rol üstlenir (Arıncı & Elhan, 2025; Neuman, 2017; Ozan, 2014).

2.2.3. Omuz Eklemine Kanlanması ve İnnervasyonu

Omuz eklemine geniş hareket açıklığı ve fonksiyonel bütünlüğünün sürdürülmesi açısından bölgenin kanlanması ve sinirsel innervasyonu büyük önem taşır.

Arteriyel dolaşım, venöz drenaj ve lenfatik akım:

Omuz eklemine başlıca arteriyel kanlanması a. circumflexa humeri anterior ve a. circumflexa humeri posterior tarafından sağlanır. Bu damarlar, arteria axillaris'in dalları olup caput humeri ve eklem kapsülünün beslenmesinde önemli rol oynar. A. circumflexa humeri posterior, nervus axillaris ile birlikte foramen quadrangulare'den geçerek özellikle eklem posterior ve inferior bölümlerini besler. A. suprascapularis ise genellikle a. subclavia kaynaklı olup scapula çevresindeki kaslara ve omuz eklemi kapsülüne katkıda bulunur. Venöz drenaj, büyük ölçüde arterlere eşlik eden venae comitantes aracılığıyla gerçekleşir ve başlıca vena axillaris'e dökülür. Bu venöz dönüş, üst ekstremitenin derin venöz sistemi ile entegre şekilde ilerler. Lenfatik drenaj ise omuz eklemi ve çevre yumuşak dokulardan toplanan lenfin öncelikle bölgesel lenf nodlarına iletilmesi yoluyla sağlanır. Başlıca drenaj, nodi lymphoidei axillares'e gerçekleşir. Özellikle humeral (lateral) grup lenf nodları, üst ekstremiteden gelen lenfi toplarken; santral ve apikal gruplar aracılığıyla lenf, truncus subclavius'a ve ardından venöz dolaşıma katılır (Arıncı & Elhan, 2025; Arifoğlu, 2021; Ozan, 2014).

İnnervasyon:

Omuz eklemi, plexus brachialis'in dalları tarafından innerve edilir. N. axillaris, eklem kapsülünün özellikle inferior ve posterior bölümlerinin duyusal innervasyonunu sağlar ve m. deltoideus ile m. teres minor'un motor innervasyonunda görev alır. N. suprascapularis, eklem posterior-superior bölümüne duyusal dallar verirken m. supraspinatus ve m. infraspinatus'un motor innervasyonunu sağlar. N. musculocutaneus ise dolaylı olarak eklem kapsülüne katkıda bulunur ve özellikle anterior bölgenin duyusal innervasyonunda rol oynar. Bu sinirlerin birlikte çalışması, omuz eklemine hem stabilitesinin hem de koordineli hareketlerinin sürdürülmesini mümkün kılar (Arıncı & Elhan, 2025; Arifoğlu, 2021; Ozan, 2014).

3. OMUZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Üst ekstremitenin ana gövdesinin ve elin uzayda konumlandırılmasında

temel rol oynayan omuz, kol ve gövde ile uyumlu biçimde çalışan son derece dinamik bir eklem kompleksidir ve vücutta hareket kabiliyeti ile eklem hareket açıklığı en geniş olan eklem bölgesini oluşturur. Omuz eklemine hareketleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, üst ekstremitenin vücudun hemen her bölgesine ulaşabilmesini mümkün kılar (Culham & Peat, 1993; Halder ve ark., 2000; Pratt, 1994).

Omuz kompleksine ait hareketler fonksiyonel açıdan iki ana başlık altında incelenir:

- Articulatio humeri'ye ait hareketler
- Scapula'nın toraks üzerindeki hareketleri.

3.1. Articulatio humeri hareketleri:

Bu eklem scapula'nın cavitas glenoidalis'i ile humerus başı arasında yer alan, çok eksenli (triaxial) tipte bir eklem olup bu eklemden, fleksiyon-ekstansiyon, abdüksiyon-addüksiyon, internal-eksternal rotasyon hareketleri ve bu hareketlerin bir kombinasyonu olan sirkumdüksiyon hareketi gerçekleşir (Akalın & Temelli 2017; Halder ve ark., 2000; Jansen ve ark., 2001; Pratt, 1994).

Fleksiyon: omuz fleksiyonu toplam 180°'lik bir harekettir ve üç fazda gerçekleşir. İlk fazda (0-60°) hareket esas olarak glenohumeral eklemden oluşur; primer kas m. deltoideus'un ön (pars clavicularis) lifleri olup m. coracobrachialis ve m. pectoralis major'un klaviküler lifleri yardımcıdır. İkinci fazda (60-120°) skapulotorasik rotasyon başlar ve m. trapezius ile m. serratus anterior aktive olur. Üçüncü fazda (120-180°) vertebral kolon ekstansiyonu ve lomber lordoz artışı harekete katkı sağlar (Halder ve ark., 2000; Lugo ve ark., 2008; Peat, 1986; Pratt, 1994).

Ekstansiyon: omuz ekstansiyonu yaklaşık 60°'dir. Primer olarak m. deltoideus'un arka (pars spinalis) lifleri ve m. latissimus dorsi görev yapar; m. teres major ve m. teres minor yardımcıdır. Ekstansiyon sırasında skapular addüksiyon için mm. rhomboidei ve m. trapezius'un orta lifleri de aktive olur (Halder ve ark., 2000; Lugo ve ark., 2008; Peat, 1986; Pratt, 1994).

Abdüksiyon: toplam 170-180° olup üç fazda meydana gelir. İlk 30°'de hareket glenohumeral eklemden, m. supraspinatus ve m. deltoideus ile gerçekleşir. 30-90° arasında skapulanın yukarı rotasyonu başlar ve skapulohumeral ritim (2:1) oluşur. 90-180° arasında m. trapezius ve m. serratus anterior etkin olup klavikula elevasyonu ve dış rotasyonu yapar; humerusun dış rotasyonu tuberculum majus'un akromiona çarpmasını önler. Klavikulanın hareketi kısıtlanırsa abdüksiyon 120° ile sınırlanır. Humerusun dış rotasyonu gerçekleşmezse toplam hareket yaklaşık 120° olur (Halder ve ark., 2000; Lugo ve ark., 2008; Peat, 1986; Pratt, 1994).

Adduksiyon: 30-45°'dir ve primer olarak m. pectoralis major ile m. latissimus dorsi tarafından gerçekleştirilir; m. teres major ve m. subscapularis yardımcı kaslardır (Halder ve ark., 2000; Lugo ve ark., 2008; Peat, 1986; Pratt, 1994).

İnternal (iç) ve eksternal (dış) rotasyon: dirsek 90° fleksiyondayken kolun pozisyonuna göre değişir. Kol 90° abduksiyonda iken iç ve dış rotasyon yaklaşık 90°'dir. Kol 0° abduksiyonda iken iç rotasyon 90-95°, dış rotasyon ise 70-80°'dir. İç rotasyonda başlıca m. subscapularis olmak üzere m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major ve m. deltoideus'un ön lifleri görev yapar. Dış rotasyonda ise m. infraspinatus (en güçlü), m. teres minor ve m. deltoideus'un arka lifleri etkindir (Akalın & Temelli 2017; Halder ve ark., 2000; Jansen ve ark., 2001).

3.2. Scapula'nın toraks üzerindeki hareketleri

Skapulotorasik eklem anatomik olarak gerçek bir sinovyal eklem değildir; skapulanın içbükey ön yüzü (facies costalis scapulae), toraksın posterolateral duvarı üzerinde yer alır. Skapulanın ön yüzü m. subscapularis ile, göğüs duvarına komşu yüzey ise m. serratus anterior ile örtülüdür ve bu iki kas tabakası arasında kayma mekanizması sayesinde skapular hareketler gerçekleşir. Skapulotorasik bileşke; elevasyon-depresyon, protraksiyon-retraksiyon (abduksiyon-adduksiyon) ve anterior-posterior tilt hareketlerini gerçekleştirir. Elevasyonda skapula kraniale, depresyonda kaudale yer değiştirir. Protraksiyonda skapulanın medial kenarı vertebral kolondan uzaklaşır (kolların öne uzatılması/çaprazlanması), retraksiyonda ise medial kenar kolona yaklaşır (skapulaların birbirine çekilmesi). Anterior tilt'te skapulanın medial kenarı toraksa doğru ve öne yönelirken, posterior tilt'te torakstan uzaklaşarak posteriora hareket eder (Akçal, 2023; Arıncı & Elhan, 2025; Arifoğlu, 2021; Neumann, 2017; Ozan, 2014).

Skapulanın harekete katılımı çeşitli işlevler sağlar: Toraks üzerindeki rotasyonu ile omuzun toplam hareket açıklığını artırır; glenoid kavitenin humerus başını hareket boyunca takip etmesini sağlayarak glenohumeral stabiliteyi geliştirir; humerus başının akromiyon altına çarpmasını (subakromiyal sıkışma) azaltır ve rotator manşet kas-tendon yapılarının optimal uzunluk-gerilim ilişkisini korur. Skapular hareketler, sternoklavikular ve akromiyoklavikular eklemlerin koordineli hareketi sayesinde ortaya çıkar. Sternoklavikular eklemlerde hareketler, sternuma göre klavikula üzerinden tanımlanır ve üç ekseninde gerçekleşir: ön-arka eksen etrafında elevasyon ve depresyon, dikey eksen etrafında protraksiyon ve retraksiyon, yatay eksen etrafında ise yaklaşık 50°'lik anterior ve posterior rotasyon gerçekleşir. Kol abduksiyonu ya da öne elevasyon sırasında klavikulanın elevasyonu, retraksiyonu ve özellikle posterior rotasyonu artış gösterir. Akromioklavikular eklemlerde hareketler, klavikulaya göre skapula üzerinden tanımlanır. Skapular

düzlemde kol abdüksiyonu sırasında bu eklemde skapula; skapular düzleme dik eksen etrafında yaklaşık 15° yukarı rotasyon, dikey eksen etrafında yaklaşık 4° iç rotasyon ve medialden laterale uzanan eksen etrafında yaklaşık 7° posterior eğim hareketi yapar (Cruz ve ark., 2025; Jildeh ve ark., 2021; Peeters ve ark., 2022).

4. OMUZ EKLEMİNİN KLİNİK ANATOMİSİ

4.1. Omuz Çıkıkları (Glenohumeral Dislokasyon)

Articulatio glenohumeralis, geniş hareket açıklığına sahip olması nedeniyle büyük eklemler arasında en sık çıkığı görülen eklemdir. Cavitas glenoidalis'in sığ yapıda olması ve caput humeri'nin yalnızca sınırlı bir bölümünü kavraması, eklem mobilitesini artırırken stabilitesini azaltır. Çıkıkların yaklaşık %90-95'i anteroinferior yönde gerçekleşir. Bu durum özellikle capsula articularis'in ön-alt bölümünün relatif zayıflığı ve ligamentum glenohumeralis inferius kompleksinin abdüksiyon ve dış rotasyon pozisyonunda en fazla gerilim altında kalması ile ilişkilidir. Üst ekstremitenin abdüksiyon, ekstansiyon ve dış rotasyon kombinasyonunda travmaya maruz kalması sonucunda caput humeri cavitas glenoidalis'ten anteroinferior yönde yer değiştirir (Armfield ve ark., 2003; Goth ve ark. 2025; Kanatli ve ark., 2005; Moya ve ark., 2021; Turkel ve ark., 1981).

Bu çıkıklarda sıklıkla labrum glenoidale'nin anteroinferior kısmında ayrılma ile karakterize Bankart lezyonu görülür. Buna ek olarak caput humeri'nin posterolateral yüzünde, glenoid kenarına çarpma sonucu oluşan impresyon kırığı (Hill-Sachs lezyonu) saptanabilir. Bu lezyonlar eklem statik stabilizatörlerini zayıflatarak rekürren instabiliteye zemin hazırlar. Glenohumeral eklem stabilitesi statik (labrum glenoidale, capsula articularis, ligamenta glenohumeralia, negatif intraartiküler basınç) ve dinamik (özellikle rotator manşet kasları ve m. deltoideus) yapılar tarafından sağlanmaktadır. Bu yapısal hasarlar omuz stabilitesini bozarak tekrarlayan çıkıklara zemin hazırlayabilir (Ladd ve ark., 2021; Longo ve ark. 2020; Park ve ark., 2020).

Çıkıklarda en sık etkilenen periferik sinir nervus axillaris'tir. Bu sinir, collum chirurgicum humeri çevresinden geçerek spatium quadrangulare'den ilerlediği için caput humeri'nin yer değiştirmesi sırasında gerilme veya kompresyona maruz kalabilir. Klinik olarak m. deltoideus paralizisi, abdüksiyon hareketinde özellikle 15° sonrası güç kaybı ve regio deltoidea lateralis'te (regimental badge alanı) hipoestezi gözlemlenebilir. Posterior luksasyonlar ise daha nadir olup genellikle konvülsiyon, elektrik akımı veya direkt travma sonrası gelişir; bu durumda güçlü iç rotator kasların ani kontraksiyonu caput humeri'nin posterior yönde deplasmanına neden olur (Ladd ve ark., 2021; Longo ve ark. 2020; Park ve ark., 2020).

4.2. Rotator Manşet Patolojileri

Rotator manşet kasları; m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor ve m. subscapularis'ten oluşan ve articulatio glenohumeralis'in dinamik stabilitesinde temel rol oynayan kas grubudur. Bu kasların tendonları capsula articularis ile bütünleşerek caput humeri'nin cavitas glenoidalis içerisinde santralizasyonunu sağlar ve özellikle elevasyon hareketleri sırasında yukarı translasyonunu sınırlar. Rotator manşet patolojileri; tendinopati, parsiyel veya tam kat rüptürler ve dejeneratif değişiklikleri kapsayan klinik tabloları içerir. Musculus supraspinatus, bu kasların en sık etkilenen komponentidir. Fossa supraspinata scapulae'dan orijin alan bu kas, acromion'un altından geçerek tuberculum majus humeri'nin facies superior'unda sonlanır ve burada tendo musculi supraspinati olarak capsula articularis ile yakın komşuluk gösterir. Subacromial aralıkta seyretmesi nedeniyle özellikle arcus coracoacromialis altında mekanik stres ve kompresyona maruz kalır. Bu anatomik yerleşim, tendonun dejeneratif değişikliklere ve yırtıklara yatkınlığını artırır (Coifman ve ark., 2022; Goetti ve ark., 2020).

Dejeneratif rüptürler özellikle ileri yaşlarda sık görülür ve genellikle tendonun insertio'ya yakın bölgesinde gelişir. Yaşla birlikte kollajen liflerde dejenerasyon, vaskülaritede azalma ve tekrarlayan mikrotravmalar tendinopatiye zemin hazırlar. Parsiyel kalınlıkta yırtıklar zamanla tam rüptüre ilerleyebilir. M. supraspinatus, omuz abdüksiyonunun ilk yaklaşık 15 derecesinden sorumludur ve caput humeri'nin cavitas glenoidalis içinde santralizasyonuna katkı sağlayarak dinamik stabilizatör görevi görür. Bu nedenle yırtık varlığında abdüksiyonun başlangıç fazında güç kaybı ortaya çıkar; ilerleyen evrelerde m. deltoideus tek başına yeterli stabilizasyon sağlayamadığından hareket sırasında superior migrasyon eğilimi görülebilir (Bedi ve ark., 2020; Genter ve ark., 2024; Goetti ve ark., 2020).

4.3. Subacromial Sıkışma Sendromu (Impingement Sendromu)

Supraspinatus tendonu ve subacromial bursanın acromion altında sıkışması sonucu gelişir. Özellikle 60°-120° abdüksiyon aralığında ağrı görülür. Subacromial sıkışma sendromu, arcus coracoacromialis altında yer alan yapılarının mekanik kompresyona uğraması sonucu gelişen klinik bir tablodur. Arcus coracoacromialis ile caput humeri arasında kalan spatium subacromiale içerisinde başlıca tendo musculi supraspinati ve bursa subacromialis yer alır. Bu anatomik bölgedeki daralma veya tekrarlayan sürtünme, özellikle supraspinatus tendonunda tendinopatiye ve bursada inflamasyona yol açar (AlAnazi ve ark., 2022; Seitz ve ark. 2011; Trommer ve ark., 2006).

Klinik olarak en belirgin bulgu, omuz abdüksiyonu sırasında ortaya çıkan ağrıdır. Özellikle 60°-120° arasındaki abdüksiyon aralığında görülen "ağrılı ark" fenomeni tipiktir. Bu aralıkta caput humeri'nin tuberculum majus'u acromion altına yaklaşarak subacromial yapıların kompresyonunu artırır.

Uzun süreli kompresyon, supraspinatus tendonunda dejeneratif değişikliklere ve parsiyel ya da tam kat rüptürlere zemin hazırlayabilir. Ayrıca scapular disfonksiyon, acromion morfolojisi (özellikle kanca tip acromion) ve rotator cuff zayıflığı subacromial sıkışmanın gelişiminde predispozan faktörlerdir. Bu nedenle subacromial sıkışma sendromu, hem anatomik daralma hem de dinamik stabilizasyon bozuklukları ile ilişkili multifaktöriyel bir patolojidir (AlAnazi ve ark., 2022; Seitz ve ark. 2011; Trommer ve ark., 2006).

4.4. Adheziv Kapsülit (Donuk Omuz)

Adheziv kapsülit, articulatio glenohumeralis'in capsula articularis'inde kalınlaşma, fibrozis ve kontraktür gelişimi ile karakterize kronik inflamatuvar bir tablodur. Patogeneizde sinovyal inflamasyonun ardından kapsüller fibrozis ve özellikle recessus axillaris ile ligamentum glenohumerales inferius kompleksinde belirgin kalınlaşma görülür. Kapsüller elastisitenin azalması sonucunda eklem hacmi daralır ve caput humeri'nin cavitas glenoidalis içerisindeki fizyolojik translasyonu kısıtlanır (Le ve ark., 2017; Lowe ve ark. 2019; Patel ve ark., 2020).

Klinik olarak hem aktif hem de pasif eklem hareketleri belirgin derecede sınırlanır; bu özellik adheziv kapsüliti diğer rotator manşet patolojilerinden ayıran temel bulgudur. En erken ve en belirgin kısıtlılık genellikle dış rotasyon hareketinde ortaya çıkar; bunu abdüksiyon ve fleksiyon kısıtlılığı izler. Ağrı başlangıç döneminde ön planda olup özellikle gece artış gösterebilir; ilerleyen evrede ise hareket kısıtlılığı baskın hale gelir. Kapsüller kontraktür nedeniyle humerus başının fizyolojik kayma (glide) mekanizması bozulur ve elevasyon hareketleri belirgin şekilde azalır. Bu durum, eklem hem statik hem de dinamik fonksiyonunun etkilenmesine yol açar ve omuz kompleksinde global hareket kaybı ile sonuçlanır (Le ve ark., 2017; Lowe ve ark. 2019; Patel ve ark., 2020).

Glenohumeral Osteoartrit

Glenohumeral osteoartrit, articulatio glenohumeralis'in dejeneratif eklem hastalığı olup cartilago articularis'in progresif kaybı, subkondral kemik değişiklikleri ve osteofit formasyonu ile karakterizedir. Caput humeri ile cavitas glenoidalis'i örten hyalin kıkırdak dokunun aşınması sonucunda eklem yüzeylerinde düzensizlik gelişir ve zamanla eklem aralığında daralma ortaya çıkar. Subkondral kemikte skleroz ve kistik değişiklikler izlenebilir (Aleem ve ark., 2019; Ansok & Muh, 2018; Chalmers ve ark., 2016; Yamamoto ve ark., 2023).

Primer (idiopatik) formu daha nadir olmakla birlikte, sekonder osteoartrit daha sık görülür ve genellikle travma, tekrarlayan luksasyonlar, rotator manşet yırtıkları, avasküler nekroz veya inflamatuvar hastalıklar sonrası gelişir. Rotator manşet bütünlüğünün bozulduğu durumlarda caput humeri'nin

superior migrasyonu meydana gelir ve bu biyomekanik değişiklik glenoid yüzeyde asimetrik yüklenmeye neden olarak dejeneratif süreci hızlandırır (Burbank ve ark., 2008; Buttaci ve ark., 2004; Conley ve ark., 2023; Saltzman ve ark., 2018).

Klinik olarak ağrı, hareket kısıtlılığı ve krepitasyon başlıca bulgulardır. Özellikle abdüksiyon ve rotasyon hareketleri sırasında ağrı artar. İleri evrelerde hem aktif hem pasif hareket açıklığı azalır. Anatomik olarak kıkırdak kaybına bağlı olarak caput humeri ile cavitas glenoidalis arasındaki uyum bozulur ve eklem yüzeylerinde osteofitik çıkıntılar oluşabilir. Bu yapısal değişiklikler glenohumeral eklemin hem statik hem de dinamik stabilitesini etkileyerek fonksiyonel kapasitenin azalmasına yol açar (Burbank ve ark., 2008; Buttaci ve ark., 2004; Conley ve ark., 2023; Saltzman ve ark., 2018).

5. SONUÇ

Omuz eklemi, karmaşık anatomik organizasyonu ve vücuttaki en geniş hareket açıklığına sahip eklem olması nedeniyle klinik açıdan özel bir öneme sahiptir. *Articulatio glenohumeralis* başta olmak üzere *articulatio acromioclavicularis*, *articulatio sternoclavicularis* ve *scapulothoracica* fonksiyonel eklemi birlikte omuz kompleksini oluşturur. Bu yapılar arasındaki koordineli hareket, üst ekstremitenin üç düzlemde serbestçe hareket edebilmesini sağlar. Ancak bu yüksek mobilite, göreceli olarak az kemiksel stabilite ile dengelenmektedir.

Cavitas glenoidalis'in sığ yapısı nedeniyle eklemin stabilitesi büyük ölçüde yumuşak dokular tarafından sağlanır. *Labrum glenoidale*, *kapsula articularis* ve *ligamenta glenohumeralia* statik stabilizatörleri oluştururken; rotator manşet kasları, *m. deltoideus* ve *scapular stabilizatör* kaslar dinamik stabiliteyi temin eder. Bu yapılar arasındaki anatomik ve fonksiyonel ilişkinin bozulması, instabilite, *impingement* sendromu, rotator manşet rüptürleri ve dejeneratif değişiklikler gibi çeşitli patolojilere zemin hazırlayabilir.

Ayrıca omuz bölgesi önemli nörovasküler yapıların geçiş alanıdır. *Plexus brachialis* dalları (özellikle *n. axillaris*, *n. suprascapularis*) ve *a. circumflexa humeri anterior* ile *posterior* gibi damar yapıları, cerrahi girişimler ve travmatik yaralanmalar açısından klinik önem taşır. Bu nedenle kemik, ligamentöz, kas ve nörovasküler yapıların topografik anatomisinin ayrıntılı biçimde bilinmesi; doğru klinik değerlendirme, görüntüleme bulgularının yorumlanması, cerrahi planlama ve rehabilitasyon süreçleri için temel bir gerekliliktir. Omuz ekleminin anatomik bütünlüğü ile fonksiyonel kapasitesi arasındaki hassas denge, bu bölgenin klinik anatomi açısından ayrıcalıklı bir konuma sahip olmasını sağlamaktadır.

Kaynaklar

- Akalan, N., Temelli, Y. (2017). *Temel kinezyomekanik klinik örnekli anlatım*, 1. Baskı, İstanbul, İstanbul Tıp Kitapevleri.
- Akçal, M., A. (2023). Biomechanics in athlete's shoulder. *TOTBİD Dergisi*, 22(3), 195-202. <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi.2023.29>.
- AlAnazi, A., Alghadir, AH., Gabr, SA. (2022). Handgrip Strength Exercises Modulate Shoulder Pain, Function, and Strength of Rotator Cuff Muscles of Patients with Primary Subacromial Impingement Syndrome. *Biomed Res Int*, 30;2022:9151831. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36082154/>
- Aleem, AW., Chalmers, PN., Bechtold, D., Khan, AZ., Tashjian, RZ., Keener, JD. (2019). Association Between Rotator Cuff Muscle Size and Glenoid Deformity in Primary Glenohumeral Osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*, 6;101(21):1912-1920. <https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00086>
- An, KN., Browne, AO., Korinek, S., Tanaka, S., Morrey, BF. (1991). Three-dimensional kinematics of glenohumeral elevation. *J Orthop Res*, 9(1):143-9. <https://doi.org/10.1002/jor.1100090117>
- Ansok, CB., Muh, SJ. (2018). Optimal management of glenohumeral osteoarthritis. *Orthop Res Rev*, 23;10:9-18. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30774456/>
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2025). *Anatomi*, 8. Baskı. 1. Cilt. Güneş Tıp Kitapevleri.
- Arifoğlu, Y. (2021). *Her Yönüyle Anatomi*, 3. Baskı. İstanbul Tıp Kitapevleri.
- Armfield, DR., Stickle, RL., Robertson, DD., Towers, JD., Debski, RE. (2003). Biomechanical basis of common shoulder problems. *Semin Musculoskelet Radiol*, 7(1):5-18. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12888940/>
- Bedi, A., Bishop, J., Keener, J., Lansdown, DA., Levy, O., MacDonald, P., Maffulli, N., Oh, JH., Sabesan, VJ., Sanchez-Sotelo, J., Williams, RJ. 3rd, Feeley, BT. (2024). Rotator cuff tears. *Nat Rev Dis Primers*, 8;10(1):8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38332156/>
- Burbank, KM., Stevenson, JH., Czarnecki, GR., Dorfman, J. (2008). Chronic shoulder pain: part I. Evaluation and diagnosis. *Am Fam Physician*, 15;77(4):453-60. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18326164/>
- Buttaci, CJ., Stitik, TP., Yonclas, PP., Foye, PM. (2004). Osteoarthritis of the acromioclavicular joint: a review of anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *Am J Phys Med Rehabil*, 83(10):791-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15385790/>
- Chalmers, PN., Salazar, DH., Steger-May, K., Chamberlain, AM., Stobbs-Cucchi, G., Yamaguchi, K., Keener, JD. (2016). Radiographic progression of arthritic changes in shoulders with degenerative rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg*, 25(11):1749-1755. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27592370/>
- Coifman, I., Brunner, UH., Scheibel, M. (2022). Dislocation Arthropathy of the Shoulder. *J Clin Med*, 4;11(7):2019. <https://doi.org/10.3390/jcm11072019>

- Conley, B., Bunzli, S., Bullen, J., O'Brien, P., Persaud, J., Gunatillake, T., Dowsey, MM., Choong, PFM., Lin, I. (2023). Core Recommendations for Osteoarthritis Care: A Systematic Review of Clinical Practice Guidelines. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 75(9):1897-1907. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36762545/>
- Cruz, IAND., Fagundes, MC., Silva, LNMD., Araújo, FF, Gonçalves, DVC., Schor, B., Nico, MAC., Rhodes, NG., Guimarães, JB., Ormond Filho, AG. (2025). Scapulothoracic Disorders: Anatomy, Kinematics, Clinical Assessment, and Multimodality Imaging. *Radiographics*, 45(1):e240097. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39636754/>
- Culham, E., Peat, M. (1993). Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18(1):342-50. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8348135/>
- Demirhan, M., Göksan, MA. (1993). Omuz eklemi biomekaniği ve kas kontrolü. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 27:212-217.
- Gardner, E., & O'Rahilly, R. (1968). The early development of the knee joint in staged human embryos. *J Anat*, 102(Pt 2), 289-299.
- Genter, J., Croci, E., Oberreiter, B., Eckers, F., Bühler, D., Gascho, D., Müller, AM., Mündermann, A., Baumgartner, D. (2024). The influence of rotator cuff tear type and weight bearing on shoulder biomechanics in an ex vivo simulator experiment. *J Biomech*, 166:112055. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38522362/>
- Goetti, P., Denard, PJ., Collin, P., Ibrahim, M., Hoffmeyer, P., Lädermann, A. (2020). Shoulder biomechanics in normal and selected pathological conditions. *EFORT Open Rev*, 10;5(8):508-518. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.5.200006>
- Goth, AP, Klug, A., Gosheger, G., Hiort, ML., Akgün, D., Schneider, KN. (2025). Traumatic Anterior Shoulder Dislocation: Epidemiology, Diagnosis, and Treatment. *Dtsch Arztebl Int*, 21;122(4):89-95. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2024.0254>
- Greene, WB., Heckman, JD. (1994). *The Clinical Measurement of Joint Motion* (1st ed.) Rosemont IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
- Halder, AM., Itoi, E., An, KN. (2000). Anatomy and biomechanics of the shoulder. *Orthop Clin North Am*, 31(2):159-76. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70138-3](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70138-3)
- Jansen, T., Thorns, C., Oestern, HJ. (2001). Anatomie des Schultergelenkes [Anatomy of the shoulder joint]. *Zentralbl Chir*, 126(3):168-76. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11301881/>
- Jildeh, TR., Ference, DA., Abbas, MJ., Jiang, EX., Okorooha, KR. (2021). Scapulothoracic Dyskinesia: A Concept Review. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 14(3):246-254. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33822304/>
- Kanatli, U., Bölükbaşı, S., Ekin, A., Ozkan, M., Simşek, A. (2005). Glenohumeral eklem instabilitesinin anatomik, biyomekanik ve patofizyolojik özellikleri [Anatomy, biomechanics, and pathophysiology of instability of the glenohumeral joint]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 39 Suppl 1:4-13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15925914/>

- Ladd, LM., Crews, M., Maertz, NA. (2021). Glenohumeral Joint Instability: A Review of Anatomy, Clinical Presentation, and Imaging. *Clin Sports Med*, 40(4):585-599. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2021.05.001>
- Le, HV., Lee, SJ., Nazarian, A., Rodriguez, EK. (2017). Adhesive capsulitis of the shoulder: review of pathophysiology and current clinical treatments. *Shoulder Elbow*, 9(2):75-84. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28405218/>
- Longo, UG., Ciuffreda, M., Locher, J., Casciaro, C., Mannering, N., Maffulli, N., Denaro, V. (2020). Posterior shoulder instability: a systematic review. *Br Med Bull*, 9;134(1):34-53. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldaa009>
- Lowe, CM., Barrett, E., McCreesh, K., De Búrca, N., Lewis, J. (2019). Clinical effectiveness of non-surgical interventions for primary frozen shoulder: A systematic review. *J Rehabil Med*, 3;51(8):539-556. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31233183/>
- Lugo, R., Kung, P., Ma, CB. (2008). Shoulder biomechanics. *Eur J Radiol*, 68(1):16-24. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18511227/>
- Martini, FH., Timmons, MJ., & Tallitsch, RB. (2015). *Human anatomy*, 8th ed. Pearson Education.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2018). *Clinically oriented anatomy* (8th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Moya, D., Aydin, N., Yamamoto, N., Simone, JP., Robles, PP., Tytherleigh-Strong, G., Gobbato, B., Kholinne, E., Jeon, IH. (2021). Current concepts in anterior glenohumeral instability: diagnosis and treatment. *SICOT J*, 7:48. <https://doi.org/10.1051/sicotj/2021048>
- Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation* (3rd ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
- Ozan, H. (2014). *Ozan Anatomi*, 3. Baskı. Klinisyen Tip Kitabevleri.
- Pansky, B. (1982). *Rewiew of Medical Embriyology development of the Limbs Mecmillan Publishing Co, inc.* New York.
- Park, I., Oh, MJ., Shin, SJ. (2020). Effects of Glenoid and Humeral Bone Defects on Recurrent Anterior Instability of the Shoulder. *Clin Orthop Surg*, 12(2):145-150. <https://doi.org/10.4055/cios19060>
- Patel, R., Urits, I., Wolf, J., Murthy, A., Cornett, EM., Jones, MR., Ngo, AL., Manchikanti, L., Kaye, AD., Viswanath, O. (2020). A Comprehensive Update of Adhesive Capsulitis and Minimally Invasive Treatment Options. *Psychopharmacol Bull*, 15;50(4 Suppl 1):91-107. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33633420/>
- Peat, M. (1986). Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther*, 66(12):1855-65. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3786416/>
- Peeters, I., Braeckvelt, T., Palmans, T., Van Tongel, A., De Wilde, L. (2022). Kinematic analysis of scapulothoracic movements in the shoulder girdle: a whole cadaver study. *JSES Int*, 21;7(1):147-152. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36820418/>

- Pratt, NE. (1994). Anatomy and biomechanics of the shoulder. *J Hand Ther*, 7(2):65-76. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8038879/>
- Sadler, TW. (2015). *Langman's Medical Embryology*. Wolters Kluwer Health.
- Saltzman, BM., Leroux, TS., Verma, NN., Romeo, AA. (2018). Glenohumeral Osteoarthritis in the Young Patient. *J Am Acad Orthop Surg*, 1;26(17):e361-e370. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30095514/>
- Seitz, AL., McClure, PW., Finucane, S., Boardman, ND., 3rd, Michener, LA. (2011). Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both? *Clin Biomech (Bristol)*, 26(1):1-12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20846766/>
- Standring, S. (Ed.). (2020). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (42nd ed.). London, UK: Elsevier.
- Şahin, B. (2025). *Temel İnsan Anatomisi Hareket Sistemi*, 1. Cilt. Ankara Nobel Tıp Kitabevi.
- Taner, D., Sancak, B., Akşit, D., İlgi, S. (2017). *Temel Anatomi*. 6. Baskı. Cumhuriyet Meşureset (ed). ODTÜ Yayıncılık.
- Trommer, T., Fuhrmann, R., Liesaus, E., Venbrocks, RA. (2006). Das subakromiale Impingementsyndrom [The subacromial impingement syndrome]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 144(5):R83-R101. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16991048/>
- Turkel, SJ., Panio, MW., Marshall, JL., Girgis, FG. (1981). Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am*, 63(8):1208-17. <https://doi.org/10.2106/00004623-198163080-00002>
- Yamamoto, N., Szymiski, D., Voss, A., Ishikawa, H., Muraki, T., Cunha, RA., Ejnisman, B., Noack, J., McCarty, E., Mulcahey, MK., Itoi, E. (2023). Non-operative management of shoulder osteoarthritis: Current concepts. *J ISAKOS*, 8(5):289-295. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37321293/>



Bölüm

2

DİRSEK EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ



Berna DOĞAN¹

¹ Arş. Gör. Dr. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı,
Tokat, Türkiye, berna.dogan@gop.edu.tr, Orcid: 0000-0002-9232-359X

1. Dirsek Eklemi Embriyolojisi

İskelet sistemi, embriyonik dönemde esas olarak mezoderm kökenli mezenşimal dokudan gelişmekte olup, bazı yapılarda nöral crista hücrelerinin de katkısı bulunmaktadır (Kayalı, Şatıroğlu, & Taşyürekli, 1992; Moore & Persaud, 1998; Sadler, 2006). Üst ve alt ekstremitelere ait gelişim süreci, embriyonun ventrolateral vücut duvarında ortaya çıkan ekstremiter tomurcukları ile başlar. Bu tomurcuklar, gelişimin dördüncü haftasında küçük kabartılar şeklinde belirginleşir (Sadler, 2006).

Ekstremiter gelişimi, lateral mezodermde yer alan mezenşimal hücrelerin proliferasyonu ve farklılaşması ile başlar. Gelişimin yaklaşık 26–27. günlerinde üst ekstremiter tomurcukları oluşmaya başlar ve bu yapıların uzamasıyla ekstremitenin proksimodistal eksenini belirginleşir (Arıncı & Elhan, 2014; Diren, 1994). Beşinci haftada ekstremiteler hızla uzarken, mezenşimal hücrelerin yoğunlaşması sonucu gelecekteki kemiklerin taslağını oluşturan mezenşimal modeller meydana gelir. Bu modeller kısa süre içerisinde kıkırdak dokuya dönüşerek ekstremiter iskeletinin primer yapısını oluşturur (Moore & Persaud, 1998; Sadler, 2006). Altıncı haftanın sonuna kadar tüm ekstremiter iskeleti kıkırdak yapıdadır. Yedinci hafta itibarıyla ise uzun kemiklerin kıkırdak modellerinin orta kısmında yer alan primer ossifikasyon merkezlerinden kemikleşme süreci başlar. Bu süreç, ilerleyen haftalarda kemiklerin şekil ve boyutlarının belirginleşmesini sağlar (Moore & Persaud, 1998; Sadler & Başaklar, 2017).

Eklemlerin gelişimi, komşu kemik taslaklarının birbirine bakan uç kısımlarında yer alan mezenşimal dokunun farklılaşması ile gerçekleşir. Bu bölgede hücreler konsantrik ve düzenli halkalar halinde çoğalarak “interzon” olarak adlandırılan alanı oluşturur. İnterzon bölgesi, ilerleyen dönemde eklem boşluğu, eklem kıkırdığı, bağ yapıları ve kapsül gibi eklemi oluşturan temel yapıların gelişeceği alanı temsil eder (Langman, 1981; Sadler & Başaklar, 2017; Sokoloff, 1978).

Gebeliğin yaklaşık on ikinci haftasında dirsek eklemi oluşturan kemiklerde ossifikasyon belirgin hale gelmeye başlar. Bu süreç öncelikle humerus’un distal epifizinde görülür; bunu sırasıyla ulna’nın incisura trochlearis bölgesi ve radius’un caput radii’si izler. Embriyolojik dönemin sonuna doğru, olecranon ile epicondylus medialis arasında belirgin bir oluk oluşur (Al-Qattan, Yang, & Kozin, 2009; Mérida-Velasco et al., 1997). Bu oluk, ulnar sinirin geçişine zemin hazırlayan anatomik yapının temelini oluşturur. N. ulnaris’in geçtiği kanal epicondylus medialis’in arka yüzünde gelişirken, bunu humeroulnar ve humeroradial eklemlere ait eklem boşluklarının oluşumu izler. Daha ileri aşamada lig. anulare radii genişler ve son olarak art. radioulnaris proximalis’e ait eklem boşluğu şekillenmesini tamamlar (Al-Qattan, Yang, & Kozin, 2009; Mérida-Velasco et al., 1997).

2. Dirsek Eklemine Oluşturan Kemik Yapılar

2.1. Distal Humerusun Anatomisi

Humerus, koronal düzlemde genel olarak doğrusal bir seyir izlemekle birlikte, sagittal düzlemde orta ve distal üçte birlik kısımların birleşme düzeyinde posteriora doğru hafif bir eğrilik gösterir. Bu posterior konveksitenin ortalama yaklaşık 10° olduğu bildirilmektedir (Schwarz et al., 2020). Humerus kanalının kesit şekli proksimalde dairesel iken, distal humerusta üçgen bir yapı kazanır ve bu seviyede kemik medial ve lateral olmak üzere iki ayrı kolona ayrılarak genişler (Brownhill, King, & Johnson, 2007; Goldberg et al., 2007).

Distal humerusta lateral kolon capitulum humeri'yi, medial kolon ise trochlea humeri'yi oluşturur. Lateral kolonun humerus shaftından medial kolona göre daha belirgin şekilde uzaklaşması nedeniyle, makaraya benzer bir yapı gösteren trochlea humeri humerus shaftının uzun eksenine ile büyük ölçüde aynı doğrultuda ve distal humerusun merkezine yakın bir konumda yer alır (Miyasaka, 1999). Capitulum humeri klasik anlamda küresel bir eklem yüzü olmayıp, medial-lateral yönde daha geniş bir eğrilik yarıçapına sahip elipsoidal bir morfoloji sergiler (Sabo et al., 2011). Trochlea humeri, belirgin bir labium mediale ve daha küçük bir labium laterale olmak üzere iki çıkıntıdan oluşur. Bu iki yapı, merkezde yer alan sulcus trochlearis ile birbirinden ayrılır. Sulcus trochlearis'in derinliği ve çıkıntıların konfigürasyonu, koronal düzlemde ortalama yaklaşık 142° 'lik açık bir açı oluşturur ve bu yapı ulna'nın processus coronoideus'unun medial ve lateral yüzleriyle uyumlu bir eklemleşme sağlar (G. Giannicola et al., 2016). Trochlea humeri'nin medial çıkıntısının lateral çıkıntıya göre daha belirgin olması, ulna ile olan eklem ilişkisi sırasında yaklaşık $6-8^\circ$ 'lik bir valgus eğiminin oluşmasına neden olur. Bu durum, humerus'un uzun eksenine ile ulna'nın uzun eksenine arasında oluşan ve angulus cubiti olarak tanımlanan taşıma açısının temel anatomik belirleyicilerinden biridir (Goldfarb et al., 2012). Capitulum humeri'nin sagittal düzlemde ortalama yaklaşık 40° anteriora doğru eğimli olduğu bildirilmiştir (Simanovsky et al., 2008).

Bu anatomik özellikler nedeniyle dirsek eklemine fleksiyon-ekstansiyon eksenine koronal düzleme tam olarak paralel değildir ve yaklaşık 14° 'lik bir iç rotasyon gösterir (Sabo, Athwal, & King, 2012). Bu durum, dirsek fleksiyondan ekstansiyona geçerken taşıma açısında meydana gelen değişkenliğin morfolojik temelini oluşturur (An, Morrey, & Chao, 1983; Golden et al., 2007). Taşıma açısı erişkin erkeklerde ortalama $10-15^\circ$, kadınlarda ise $15-20^\circ$ arasında değişmektedir (G. Giannicola et al., 2016). Dirsek eklemine gerçek fleksiyon-ekstansiyon eksenine, trochlea humeri ve capitulum humeri'nin geometrik merkezlerinden geçen bir hat olarak tanımlanır (Bottlang et al., 2000). Klinik uygulamada ise epicondylus medialis humeri ile epicondylus lateralis

humeri arasında uzanan trans-epikondiler eksen, dirsek ekleminin fonksiyonel hareket eksenine oldukça yakın olması nedeniyle cerrahi girişimler ve klinik değerlendirmelerde güvenilir bir anatomik referans noktası olarak kabul edilmektedir (Tan et al., 2017).

2.2. Proksimal Ulnanın Anatomisi

Proksimal ulna, dirsek ekleminin osseöz stabilitesinde temel rol oynayan bir kemik segmentidir. Processus coronoideus ulnae, proksimal ulna'nın ön yüzünden yükselen üçgen şekilli bir kemik çıkıntı olup anatomik olarak facies anteromedialis, facies anterolateralis ve basis processus coronoidei olmak üzere üç ana bölümde incelenir. Medialde tuberculum ulnae, lateralde incisura radialis ulnae yer alır ve bu yapının hemen distalinde crista supinatoria uzanır. Bu anatomik oluşumlar, dirsek ekleminin bağ komplekslerinin kemik tutunma alanlarını oluşturarak proksimal ulna'nın fonksiyonel stabilitesine önemli katkı sağlar (Doornberg & Ring, 2006). Processus coronoideus ulnae'nin yüksekliği ortalama yaklaşık 15 mm olup, bu değer ulna'nın toplam yüksekliğinin yaklaşık %40'ına karşılık gelmektedir (Matzon et al., 2006). Olecranon ile processus coronoideus arasında yer alan açı ortalama 33–38° arasında bildirilmiştir (Shimura et al., 2016). Dirsek eklemi kapsülünün processus coronoideus'a olan geniş ve güçlü tutunması ile birlikte değerlendirildiğinde, bu osseöz yapıların eklem uyumu ve dirsek ekleminin hareket ekseninin belirlenmesinde önemli bir anatomik temel oluşturduğu görülmektedir (Kholinne et al., 2019; Phillips et al., 1997; Shimura et al., 2016).

Olecranon ve processus coronoideus ulnae birlikte ulna'nın incisura trochlearis ulnae'sini oluşturur. Bu çentik, distal humerusta yer alan trochlea humeri ile eklemlenerek dirsek ekleminin menteşe tipi hareket mekanizmasının osseöz temelini sağlar. Olecranon, ulna'nın humerusa göre anterior yöndeki translasyonunu sınırlayan posterior bir kemik blok görevi görürken, processus coronoideus özellikle ileri derecedeki ekstansiyon sırasında ulna'nın posterior translasyonuna karşı direnç sağlayan önemli bir ön osseöz yapı olarak işlev görür (AN, MORREY, & CHAO, 1986). Proksimal ulna, koronal planda değerlendirildiğinde apeksi radiale yönelmiş bir varus angulasyon sergiler. Bu varus konfigürasyon, ulna shaftının uzun eksenine eklem segmenti arasında belirgin bir açılanma oluşturur. Bu anatomik özellik, ulna'nın humerus ile olan eklem uyumunu destekleyerek dirsek ekleminin taşıma açısının oluşumuna katkıda bulunan osseöz faktörlerden biridir (G. Giannicola et al., 2016). Aksiyel planda ise proksimal ulna, distal ulnaya göre karşılaştırıldığında belirgin bir torsiyon gösterir. Bu torsiyon, olecranonun posterior yüzeyinin distale doğru dış rotasyon göstermesi şeklinde tanımlanır ve proksimal ulna torsiyon açısı olarak adlandırılır. Ölçüm yöntemlerine bağlı olarak bu açının ortalama 11° ile 22° arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu torsiyonel konfigürasyon, olecranonun distal humerusta yer alan trochlea humeri ile uyumlu bir eklem yüzeyi oluşturmasına

katkı sağlayan önemli bir morfolojik özelliktir (Goldfarb et al., 2012; Miya-saka, 1999).

2.3. Proksimal Radiusun Anatomisi

Proksimal radius, dirsek eklemine stabilitesi ve ön kol rotasyon hareketlerinde önemli rol oynayan bir kemik segmentidir. Caput radii, genel olarak dairesel ya da hafif eliptik bir şekil gösterir ve eklem yüzünün merkezinde fovea capitis radii olarak adlandırılan, ortalama 1–2 mm derinliğinde hafif çökük bir alan bulunur (Captier et al., 2002; Giuseppe Giannicola et al., 2016). Caput radii, proksimalde humerusta yer alan capitulum humeri ile, medialde ise ulna'nın incisura radialis ulnae'si ile eklenmiştir. Caput radii'nin eklem yüzünün yaklaşık üçte ikilik kısmı kalın eklem kıkırdağı ile örtülüdür; buna karşılık eklenmeyen yaklaşık üçte birlik bölümde kıkırdak tabaka daha incedir (Caputo, Mazzocca, & Santoro, 1998). Radius nötral pozisyondayken eklem kıkırdağının en kalın olduğu bölgenin posteromedial kısım olduğu bildirilmiştir (Yeung et al., 2015). Eklenmeyen alan, radius distalinde yer alan processus styloideus radii ile dorsaldeki tuberculum dorsale radii (Lister tüberküli) doğrultusuna karşılık gelecek şekilde konumlanır.

Caput radii'nin eklenmeyen yüzünün karşı tarafında bulunan tuberositas radii, anatomik bir referans noktasıdır. Caput radii'nin konkav eklem yüzeyi, humerusta yer alan capitulum humeri'nin konveks yüzeyi ile uyumlu bir şekilde eklenerek dirsek eklemine stabilitesine katkı sağlar. Bu yapı, konkav–konveks yüzey uyumu sayesinde kompresyon mekanizması ile eklem stabilitesini destekler ve aynı zamanda lig. collaterale laterale kompleksinin gerginliğine katkıda bulunur (Weiss & Hastings II, 1992). Caput radii'nin konkav eklem yüzünün eliptik şekilli olduğu, ancak bu eliptiklik derecesinin sınırlı olduğu ve çaplar arasındaki farkın genellikle 1–2 mm arasında değiştiği bildirilmiştir (Jensen, Olsen, & Søjbjerg, 1999; Yeung et al., 2015). Ortalama caput radii çapı farklı çalışmalarda yaklaşık 20–29 mm arasında rapor edilmiştir (Jensen, Olsen, & Søjbjerg, 1999; Puchwein et al., 2013; Święszkowski et al., 2001; Yeung et al., 2015). Caput radii'nin merkezi ile fovea capitis radii'nin merkezi anatomik olarak tam olarak çakışmaz. Fovea capitis radii'nin, caput radii çevresine göre hafif eksantrik yerleşim gösterdiği ve ön kolun pronasyon–supinasyon hareketleri sırasında konumunun değiştiği bildirilmiştir (Beredjiklian et al., 1999; Yeung et al., 2015). Bu morfolojik özellik, caput radii'nin tam olarak tek bir merkez etrafında dönmemesine neden olur ve ön kol rotasyonunun fizyolojik özelliklerine katkı sağlar (Puchwein et al., 2013; Van Riet et al., 2003). Caput radii'nin ortalama yüksekliği yaklaşık 9,8–11,9 mm arasında bildirilmiştir (Puchwein et al., 2013; Shannon et al., 2015; Van Riet et al., 2003). Collum radii ile radius diafizi arasındaki açı genellikle 152–178° arasında değişmektedir (Koslowsky et al., 2007; Puchwein et al., 2013; Van Riet et al., 2004). Ayrıca caput radii'nin, collum radii'ye göre ortalama 2–3°'lik hafif bir eğim gösterdiği bildirilmiştir (Van Riet et

al., 2003). Proksimal radiusun ulnar çentığı, ön kol nötral pozisyondayken ulna'nın incisura radialis ulnae'sine göre iç rotasyon göstermekte olup, bu tor-siyonel konfigürasyon ön kolun rotasyonel biyomekaniğine katkıda bulunan anatomik bir özellik olarak kabul edilmektedir.

3. *Articulatio cubiti* ve Eklem Türleri

Articulatio cubiti (dirsek eklemi), tek bir kapsül içinde işlevsel olarak birlikte çalışan üç sinovyal eklemden oluşan bileşik (*art. composita*) bir eklemdir (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024). Bu kompleks; *art. humeroulnaris*, *art. humeroradialis* ve *art. radioulnaris proximalis* eklemlerinden meydana gelir (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024)

Art. humeroulnaris, humerus distalindeki *trochlea humeri* ile ulna proksimalindeki *incisura trochlearis ulnae* arasında kurulmuş olup morfolojik olarak *ginglymus* (menteşe tipi) bir eklem özellikleri gösterir. Bu eklem yüzleri, birbirine uyumlu olacak şekilde biçimlenmiştir; *incisura trochlearis*'in kenar yapısı ve eklem yüzü konfigürasyonu eklem uyumunu artırarak yanlara kaymayı sınırlandıran osseöz bir stabilite zemini oluşturur (Arıncı & Elhan, 2014).

Art. humeroradialis, humerustaki *capitulum humeri* ile radius başındaki *fovea articularis capitis radii* arasında yer alır. Bu eklem, eklem yüzlerinin şekline bağlı olarak *spheroidea* grubu özellikler göstermekle birlikte, dirsek kompleksinin genel biyomekaniği içinde *humeroulnar* eklemle birlikte uyumlu hareket eden bir bileşen olarak değerlendirilir (Arıncı & Elhan, 2014).

Art. radioulnaris proximalis ise ulna'daki *incisura radialis ulnae* ile radius başındaki *circumferentia articularis capitis radii* arasında kurulur; ayrıca bu eklemde *lig. anulare radii* ile oluşan osteofibröz halkanın katkısı belirgindir. Morfolojik olarak bu eklem *trochoidea* (pivot tipi) eklem grubunda sınıflandırılır (Arıncı & Elhan, 2014).

Humerusun distalinde yer alan *trochlea humeri* ile *capitulum humeri*, birbirleriyle süreklilik gösteren eklem yüzleri olup, bunların proksimalinde sırasıyla *fossa coronoidea* ve *fossa radialis*, posteriorunda ise *fossa olecrani* bulunur (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Frank & Netter, 2019). Bu fossalar, dirsek hareketleri sırasında ulna ve radiusun proksimal osseöz çıkıntılarının yerleşimine olanak tanıyarak eklem hareket açıklığının sağlanmasına katkıda bulunur. Dirsek eklemine oluşturan eklem yüzlerinin tamamı hiyalin kıkırdak ile örtülüdür (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Frank & Netter, 2019).

4. Eklem Kapsülü ve Bağlar

Dirsek eklemi kapsülü, eklemi çevreleyen fibröz bir yapı olup ön, arka, medial ve lateral bölümleriyle eklem stabilitesine katkı sağlar. Eklem kapsülü

ön tarafta fossa coronoidea ve fossa radialis çevresinden başlar; distalde processus coronoideus ulnae'nin ön kenarına ve lig. anulare radii'ye tutunur. Ön kapsül ince yapılı olmakla birlikte, dirsek ekstansiyondayken varus ve valgus streslerine karşı eklem stabilitesine katkıda bulunur (Morrey & An, 1983). Eklem kapsülü arka tarafta proksimalde fossa olecrani çevresine, distalde ise olecranon'a tutunur. Kapsül, hem medialde hem de lateralde kollateral bağlar tarafından güçlendirilmiştir. Eklem kapsülü içinde yer alan yağ yastıkları, ön tarafta fossa coronoidea ve fossa radialis'te, arka tarafta ise fossa olecrani'de bulunur (Murphy & Siegel, 1977).

4.1. Medial Kollateral Ligament Kompleksi

Medial kollateral ligament kompleksi (lig. collaterale ulnare), anterior, posterior ve transvers olmak üzere üç bileşenden oluşur. Anterior medial kollateral ligament (AMCL), valgus stresine karşı dirsek eklemının birincil statik stabilizatörüdür (Morrey & An, 1983; Schwab et al., 1980). AMCL, epicondylus medialis humeri'nin anteroinferior bölümünden köken alır ve processus coronoideus ulnae'nin tabanında, ucundan ortalama 18 mm posteriora tutunur (Neill Cage et al., 1995). Medial kollateral ligamentin posterior bantı, AMCL'ye göre daha ince yapılıdır ve valgus streslerine karşı daha sınırlı katkı sağlar. Bu bant, AMCL'nin kökenine göre daha posterior bir noktadan başlar ve incisura trochlearis ulnae'nin posteromedial kenarına doğru yelpaze şeklinde yayılır. Transvers bant (Cooper bağı), olecranon ile processus coronoideus arasında uzanır ve çoğu zaman eklem kapsülünden ayırt edilmesi güçtür. Medial kollateral ligament kompleksi, dirsek eklemının özellikle valgus ve posteromedial rotasyonel stabilitesinde önemli rol oynar (Bryce & Armstrong, 2008; Safran & Baillargeon, 2005).

4.2. Lateral Kollateral Ligament Kompleksi

Lateral kollateral ligament kompleksi, lig. collaterale radiale, lig. anulare radii ve lig. collaterale ulnare laterale olmak üzere üç ana bileşenden oluşur. Lig. anulare radii, caput radii'yi çevreleyerek incisura radialis ulnae'nin ön ve arka kenarlarına tutunur ve proksimal radioulnar eklemın stabilitesini sağlar. Lig. collaterale radiale, epicondylus lateralis humeri'den köken alır ve lifleri yelpaze şeklinde açılarak lig. anulare radii'ye tutunur; ayrıca caput radii'nin stabilitesine katkıda bulunur (Ahmed & Mistry, 2015; Bryce & Armstrong, 2008; Safran & Baillargeon, 2005). Lateral kollateral ligament kompleksinin fonksiyonel açıdan en önemli bileşeni lig. collaterale ulnare laterale'dir. Bu bağ, epicondylus lateralis humeri'den köken alarak proksimal ulna'da crista supinatoria'ya tutunur ve posterolateral dirsek instabilitesini önlemede temel rol oynar (O'Driscoll, Bell, & Morrey, 1991). Lateral kollateral ligament kompleksi, dirsek eklemının posterolateral rotasyonel stabilitesinde kritik öneme sahiptir.

4.3. Dirsek Eklemi Bursaları

Dirsek eklemi çevresinde, özellikle olecranon bölgesinde yer alan bursalar, kemik çıkıntılar ile deri veya tendon yapıları arasındaki sürtünmeyi azaltarak eklem hareketleri sırasında yumuşak doku bütünlüğünün korunmasına katkı sağlar. Bu bursalar normal koşullarda ince duvarlı yapılardır. En yüzeysel yerleşimli bursa, bursa subcutanea olecrani olup, olecranon ile deri arasında konumlanır. Bu bursa, özellikle dirseğin ekstansiyon pozisyonunda sert yüzeylerle temas sırasında mekanik sürtünmeyi azaltır. Klinik olarak en sık etkilenen bursa olup, inflamasyonu “olecranon bursiti” olarak adlandırılır (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Frank & Netter, 2019; Morrey & An, 1983; Morrey & An, 1985). Olecranon ile m. triceps brachii tendonu arasında yer alan bursa subtendinea olecrani, triceps tendonunun kemik üzerinde serbestçe kaymasına olanak tanır. Bazı bireylerde bu bursa ile tendon lifleri arasında yer alan bursa intratendinea olecrani tanımlanmıştır. Bu bursa, özellikle tekrarlayıcı ekstansiyon hareketleri sırasında triceps tendonuna binen yükün azaltılmasında rol oynar (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Frank & Netter, 2019; Morrey & An, 1983; Morrey & An, 1985). Dirsek eklemi bursaları, travma, tekrarlayıcı mekanik stres veya enfeksiyon varlığında klinik açıdan belirgin hale gelebilir. Bu nedenle özellikle posterior dirsek ağrısı ve şişlik ayırıcı tanısında dikkate alınması gereken anatomik oluşumlardır.

5. Damar, Sinir ve Lenfatik Anatomisi

Dirsek çevresi, kolun medial kısmından geçen a. brachialis’in çok sayıda dal vermesi nedeniyle zengin bir kollateral dolaşıma sahiptir. Bu kollateral dolaşım sayesinde, dirsek seviyesinde brakiyal arterin yaralanması çoğu durumda distalde belirgin iskemiye yol açmaz. A. brachialis, kol boyunca n. medianus ile birlikte seyreder; başlangıçta sinirin medialinde yer alırken, orta humerus düzeyinde sinirin arkasından geçerek lateralinde konumlanır (Miyasaka, 1999; Morrey & An, 1983). Distal kolda arter ve sinir, m. biceps brachii’nin medialinde ve m. brachialis üzerinde bulunur. A. brachialis, antecubital bölge seviyesinde a. radialis ve a. ulnaris olmak üzere iki terminal dala ayrılır. A. radialis, pronator teres ile brachioradialis kasları arasından ön kola girer ve brachioradialis kasının altında distale doğru seyreder. A. recurrens radialis, a. radialis’in başlangıcına yakın düzeyde ayrılarak proksimale yönelir ve a. collateralis radialis ile anastomoz yapar. Bu arterin, dirsek bölgesine yönelik cerrahi yaklaşımlarda sıklıkla karşılaşılan bir dal olduğu bildirilmiştir (Miyasaka, 1999; Morrey & An, 1983). A. ulnaris ise ulnar yöne doğru kıvrılarak m. pronator teres’in iki başından geçer ve önkol boyunca n. ulnaris ile birlikte distale ilerler. N. ulnaris, distal kolda m. triceps brachii’nin medial başının anteromedialinde yer alır ve dirsek seviyesinde cubital tünelden geçer. Cubital tünel, distal humerusta epicondylus medialis humeri’nin arka yüzünde bulunan bir oluk ile olecranon arasında uzanır ve çatısı medial epikondilden olecranon’a uzanan bir retina-

kulum tarafından oluşturulur.

N. ulnaris, bu seviyede dirsek eklemi kapsülüne dallar verdikten sonra önkolda m. flexor carpi ulnaris'in iki başı arasından geçerek distal seyrine devam eder (Miyasaka, 1999; O'Driscoll et al., 1991). N. medianus, kolda a. brachialis ile birlikte seyrederek ve dirsek seviyesinde lacertus fibrosus'un altından geçerek m. pronator teres'in iki başı arasından ön kola girer. Bu bölgede sinirin, lacertus fibrosus ve pronator teres kası ile yakın komşuluk ilişkisi içinde olduğu bildirilmiştir (Morrey & An, 1983). N. interosseus anterior, medial epikondilin yaklaşık 5 cm distalinde n. medianus'tan ayrılır (Hariri & McAdams, 2010).

N. radialis, kolun orta kısmında humerus etrafında spiral bir seyir izleyerek m. triceps brachii ve m. anconeus'a motor dallar verir ve kolun distal üçte birlik kısmında septum intermusculare laterale'yi geçer. Bu seviyede m. brachioradialis ve m. brachialis arasında yer alır ve daha sonra dirsek seviyesinde yüzeysel ve derin dallarına ayrılır (Morrey & An, 1983). Derin dal, m. supinator'un proksimal kenarında yer alan arcus tendineus musclicus supinatoris'in altından geçerek n. interosseus posterior olarak devam eder (Morrey & An, 1985).

Dirsek çevresinde cerrahi açıdan önem taşıyan yüzeysel kutanöz sinirler bulunmaktadır. N. cutaneus antebrachii medialis, v. basilica ile birlikte seyrederek ve kolun orta-distal birleşim düzeyinde fasyayı geçerek subkutan yerleşim kazanır (Morrey & An, 1983). N. cutaneus antebrachii lateralis, n. musculocutaneus'un terminal dalı olup m. biceps brachii ve m. brachialis arasından çıkarak dirsek ön yüzünde yüzeysel olarak izlenir. N. cutaneus antebrachii posterior ise n. radialis'ten ayrılarak dirsek arka yüzünün deri duyusunu sağlar (Morrey & An, 1983).

Lenfatik drenaj açısından, epicondylus medialis humeri'nin proksimalinde bir veya iki adet nodi lymphoidei epitrochleares bulunur. Elin ulnar tarafı ve ulnar önkoldan gelen yüzeysel lenfatikler bu düğümlere drene olur (Frank & Netter, 2019).

6. Dirsek Eklemine Klinik Önemi

Dirsek eklemi, üst ekstremitenin en sık kullanılan eklemlerinden biri olması ve yüzeysel anatomik yapılarla yakın komşuluk göstermesi nedeniyle travmatik, dejeneratif ve nörolojik patolojilere sık maruz kalan bir eklemdir. Eklem yüzlerinin uyumu ve güçlü bağ yapıları sayesinde stabilitesi yüksek olmakla birlikte, maruz kaldığı kuvvetler çoğu zaman çıkıktan ziyade kırıklar ile sonuçlanır.

6.1. Radius ve Ulna Kırıkları

Radius ve ulna'nın birlikte kırıkları genellikle yüksek enerjili travmalar sonucu oluşur. Doğrudan darbe mekanizması çoğunlukla her iki kemiğin

orta üçte birlik kısmında, aynı seviyede gelişen transvers kırıklara yol açar. Radius veya ulna'nın izole kırıkları da görülebilmekle birlikte, bu kemiklerin diyafizlerinin membrana interossea antebrachii ile sıkı biçimde birbirine bağlanmış olması nedeniyle, tek kemik kırıkları sıklıkla komşu eklem çıkıkları ile birliktelik gösterir (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

Radius'un distal ucunun kırıkları, özellikle 50 yaş üzeri bireylerde ve osteoporoz sıklığının daha yüksek olması nedeniyle kadınlarda daha sık görülür. Radius'un distal 2 cm'lik kısmında meydana gelen tam transvers kırık Colles kırığı olarak adlandırılır ve önkolun en sık görülen kırık tipidir. Bu kırık genellikle, düşme sırasında kişinin açık el üzerine düşmesi ve elin zorla ekstansiyona gelmesi sonucu oluşur. Distal fragmanın dorsale yer değiştirmesi ve arkaya doğru angülasyonu, klinikte tipik olarak "çatal deformitesi" olarak tanımlanan görünümü oluşturur. Distal radiusun zengin vaskülarizasyonu nedeniyle kemik kaynaması çoğu olguda iyidir. Çocuklarda distal radius kırıkları sıklıkla epifiz plağını içerir. Bu tip yaralanmalar, iyileşme sürecinde epifizyal dizilim bozukluğuna yol açarak radiusun longitudinal büyümesini olumsuz etkileyebilir (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

6.2. Olecranon Kırıkları

Olecranon, subkutan yerleşimli ve belirgin bir kemik çıkıntısı olması nedeniyle travmaya açık bir yapıdır. Olecranon kırıkları genellikle dirsek üzerine düşme ile eş zamanlı olarak m. triceps brachii'nin ani ve güçlü kasılması sonucu meydana gelir. Triceps kasının çekişi nedeniyle kırık parça proksimale doğru yer değiştirir ve bu nedenle olecranon kırıkları sıklıkla avulsiyon kırığı olarak bilinir. Bu biyomekanik özellik nedeniyle çoğu olguda cerrahi tespit gereklidir ve iyileşme süreci görece uzun olabilir (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

6.3. Lateral Epikondilit (Dirsek Tendiniti)

Lateral epikondilit, önkolun yüzeysel ekstansör kaslarının tekrarlayıcı kullanımını sonucu gelişen, dirseğin en sık görülen aşırı kullanım sendromlarından biridir. Ağrı tipik olarak epicondylus lateralis humeri üzerinde lokalizedir ve önkolun posterior yüzüne doğru yayılabilir. El bileğinin tekrarlayan ve kuvvetli fleksiyon-ekstansiyon hareketleri, ortak ekstansör tendonun yapışma yerinde mikrotravmaya ve periostal inflamasyona yol açar. Bu durum klinikte yaygın olarak "tenisçi dirseği" olarak adlandırılır (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

6.4. Dirsek Seviyesinde Ulnar Sinir Yaralanmaları

Üst ekstremité sinir lezyonlarının önemli bir kısmı n. ulnaris'i etkiler. Ulnar sinir yaralanmalarının en sık görüldüğü bölge, sinirin epicondylus

medialis humeri'nin posteriorundan geğtiği alandır. Bu bölgede sinir yüzeyel yerleşimli olduğu için travmaya ve basıya açıktır. Klinik olarak avuç iinin medial kısmında ve 4. ile 5. parmakta parestezi, uyuşma ve ilerleyen olgularda motor fonksiyon kaybı ortaya çıkar (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015). Ulnar sinirin cubital tünel içinde sıkışması sonucu gelişen cubital tünel sendromu, dirsek seviyesindeki en sık tuzak nropatilerden biridir. İleri olgularda intrinsik el kaslarının denervasyonu sonucunda pençe el deformitesi gelişebilir. Bu deformite, interosseöz kasların atrofisi ve ekstansör kasların karşılanmayan etkisi sonucu ortaya çıkar (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

Kaynaklar

- Ahmed, I., & Mistry, J. (2015). The management of acute and chronic elbow instability. *Orthop Clin North Am*, 46(2), 271-280. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2014.11.008>
- Al-Qattan, M. M., Yang, Y., & Kozin, S. H. (2009). Embryology of the upper limb. *J Hand Surg Am*, 34(7), 1340-1350. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2009.06.013>
- An, K., Morrey, B., & Chao, E. (1983). Carrying angle of the human elbow joint. *Journal of orthopaedic research*, 1(4), 369-378.
- AN, K.-N., MORREY, B. F., & CHAO, E. (1986). The effect of partial removal of proximal ulna on elbow constraint. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 209, 270-279.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014). *Anatomi : kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar* (5.baskı ed.). Güneş Tıp Kitabevleri.
- Beredjikian, P. K., Nalbantoglu, U., Potter, H. G., & Hotchkiss, R. N. (1999). Prosthetic radial head components and proximal radial morphology: a mismatch. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 8(5), 471-475.
- Bottlang, M., O'rouke, M., Madey, S., Steyers, C., Marsh, J., & Brown, T. (2000). Radiographic determinants of the elbow rotation axis: experimental identification and quantitative validation. *Journal of orthopaedic research*, 18(5), 821-828.
- Brownhill, J. R., King, G. J., & Johnson, J. A. (2007). Morphologic analysis of the distal humerus with special interest in elbow implant sizing and alignment. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 16(3), S126-S132.
- Bryce, C. D., & Armstrong, A. D. (2008). Anatomy and Biomechanics of the Elbow. *Orthopedic Clinics of North America*, 39(2), 141-154. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocl.2007.12.001>
- Captier, G., Canovas, F., Mercier, N., Thomas, E., & Bonnel, F. (2002). Biometry of the radial head: biomechanical implications in pronation and supination. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 24(5), 295-301.
- Caputo, A. E., Mazzocca, A. D., & Santoro, V. M. (1998). The nonarticulating portion of the radial head: anatomic and clinical correlations for internal fixation. *The Journal of hand surgery*, 23(6), 1082-1090.
- Diren, B. (1994). *Manyetik Rezonans Görüntüleme: Temel ilkeler*.
- Doornberg, J. N., & Ring, D. (2006). Coronoid fracture patterns. *The Journal of hand surgery*, 31(1), 45-52.
- Drake, R. L., Paulsen, F., & Waschke, J. (2024). *Gray's anatomy for students, fifth edition*. Elsevier.
- Frank, H., & Netter, M. (2019). *Atlas of human anatomy*. Elsevier Inc.
- Giannicola, G., Scacchi, M., Sedati, P., & Gumina, S. (2016). Anatomical variations of the trochlear notch angle: MRI analysis of 78 elbows. *Musculoskelet Surg*,

100(Suppl 1), 89-95. <https://doi.org/10.1007/s12306-016-0407-2>

- Giannicola, G., Sedati, P., Polimanti, D., Cinotti, G., & Bullitta, G. (2016). Contribution of cartilage to size and shape of radial head circumference: magnetic resonance imaging analysis of 78 elbows. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 25(1), 120-126.
- Goldberg, S. H., Omid, R., Nassr, A. N., Beck, R., & Cohen, M. S. (2007). Osseous anatomy of the distal humerus and proximal ulna: implications for total elbow arthroplasty. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 16(3), S39-S46.
- Golden, D. W., Jhee, J. T., Gilpin, S. P., & Sawyer, J. R. (2007). Elbow range of motion and clinical carrying angle in a healthy pediatric population. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 16(2), 144-149.
- Goldfarb, C. A., Patterson, J. M. M., Sutter, M., Krauss, M., Steffen, J. A., & Galatz, L. (2012). Elbow radiographic anatomy: measurement techniques and normative data. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 21(9), 1236-1246.
- Hariri, S., & McAdams, T. R. (2010). Nerve injuries about the elbow. *Clin Sports Med*, 29(4), 655-675. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2010.06.001>
- Jensen, S. L., Olsen, B. S., & Søjbjerg, J. O. (1999). Elbow joint kinematics after excision of the radial head. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 8(3), 238-241.
- Kayalı, H., Şatıroğlu, G., & Taşyürekli, M. (1992). *İnsan embriyolojisi*. Alfa Yayıncılık. <https://books.google.com.tr/books?id=Z1OSoAEACAAJ>
- Kholinne, E., Lee, H.-J., Deslivia, M. F., Ga Yeong, K., Lee, S.-J., Lim, S., & Jeon, I.-H. (2019). Neuroanatomical distribution of sensory receptors in the human elbow joint capsule. *Shoulder & Elbow*, 11(4), 300-304.
- Koslowsky, T. C., Beyer, F., Germund, I., Mader, K., Jergas, M., & Koebke, J. (2007). Morphometric parameters of the radial neck: An anatomical study [Article]. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 29(4), 279-284. <https://doi.org/10.1007/s00276-007-0206-4>
- Langman, J. (1981). *Medical embryology* (4th ed.). Williams & Wilkins.
- Matzon, J. L., Widmer, B. J., Draganich, L. F., Mass, D. P., & Phillips, C. S. (2006). Anatomy of the coronoid process. *The Journal of hand surgery*, 31(8), 1272-1278.
- Mérida-Velasco, J. A., Sánchez-Montesinos, I., Espín-Ferra, J., Mérida-Velasco, J. R., Rodríguez-Vázquez, J. F., & Jiménez-Collado, J. (1997). Development of the human knee joint ligaments. *Anat Rec*, 248(2), 259-268. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0185\(199706\)248:2<259::Aid-ar13>3.0.Co;2-o](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0185(199706)248:2<259::Aid-ar13>3.0.Co;2-o)
- Miyasaka, K. C. (1999). Anatomy of the elbow. *Orthopedic Clinics of North America*, 30(1), 1-13.
- Moore, K. L., Agur, A. M. R., & Dalley, A. F. (2015). *Essential clinical anatomy* (Fifth edition ed.). Wolters Kluwer Health.
- Moore, K. L., & Persaud, T. V. N. (1998). *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*. Saunders. <https://books.google.com.tr/books?id=wlp9rBlAVrUC>

- Morrey, B. F., & An, K.-N. (1983). Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. *The American journal of sports medicine*, 11(5), 315-319.
- Morrey, B. F., & An, K. N. (1985). Functional anatomy of the ligaments of the elbow. *Clin Orthop Relat Res*(201), 84-90.
- Murphy, W. A., & Siegel, M. J. (1977). Elbow fat pads with new signs and extended differential diagnosis. *Radiology*, 124(3), 659-665. <https://doi.org/10.1148/124.3.659>
- Neill Cage, D. J., Abrams, R. A., Callahan, J. J., & Botte, M. J. (1995). Soft Tissue Attachments of the Ulnar Coronoid Process: An Anatomic Study With Radiographic Correlation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 320, 154-158. https://journals.lww.com/clinorthop/fulltext/1995/11000/soft_tissue_attachments_of_the_ulnar_coronoid.26.aspx
- O'Driscoll, S., Horii, E., Carmichael, S., & Morrey, B. (1991). The cubital tunnel and ulnar neuropathy. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 73-B(4), 613-617. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.73b4.2071645>
- O'Driscoll, S. W., Bell, D. F., & Morrey, B. F. (1991). Posterolateral rotatory instability of the elbow. *JBJS*, 73(3). https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/1991/73030/posterolateral_rotatory_instability_of_the_elbow_.15.aspx
- Phillips, D., Petrie, S., Solomonow, M., Zhou, B.-H., Guanche, C., & D'Ambrosia, R. (1997). Ligamentomuscular protective reflex in the elbow. *The Journal of hand surgery*, 22(3), 473-478.
- Puchwein, P., Heidari, N., Dorr, K., Struger, L., & Pichler, W. (2013). Computer-aided analysis of radial head morphometry. *Orthopedics*, 36(1), e51-e57.
- Sabo, M. T., Athwal, G. S., & King, G. J. (2012). Landmarks for rotational alignment of the humeral component during elbow arthroplasty. *JBJS*, 94(19), 1794-1800.
- Sabo, M. T., McDonald, C. P., Ng, J., Ferreira, L. M., Johnson, J. A., & King, G. J. (2011). A morphological analysis of the humeral capitellum with an interest in prosthesis design. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 20(6), 880-884.
- Sadler, T. W. (2006). *Langman's Medical Embryology*. Lippincott Williams & Wilkins. <https://books.google.com.tr/books?id=yUQn-ioFtZwC>
- Sadler, T. W., & Başaklar, A. C. (2017). *Langman medikal embriyoloji*. Palme Yayınları. <https://books.google.com.tr/books?id=hJOZswEACAAJ>
- Safran, M. R., & Baillargeon, D. (2005). Soft-tissue stabilizers of the elbow. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 14(1, Supplement), S179-S185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.09.032>
- Schwab, G. H., Bennett, J. B., Woods, G. W., & Tullos, H. S. (1980). The Role of the Medial Collateral Ligament. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 146, 45-52. https://journals.lww.com/clinorthop/fulltext/1980/01000/the_role_of_the_medial_collateral_ligament.7.aspx
- Schwarz, G. M., Zak, L., Hirtler, L., & Wozasek, G. E. (2020). Anatomical considerations of intramedullary humeral nailing and lengthening. *Journal of Clinical*

Medicine, 9(3), 806.

- Shannon, H. L., Deluce, S. R., Giles, J. W., Johnson, J. A., & King, G. J. (2015). The effect of radial head implant shape on radiocapitellar kinematics during in vitro forearm rotation. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 24(2), 258-264.
- Shimura, H., Nimura, A., Nasu, H., Fujishiro, H., Imatani, J., Okawa, A., & Akita, K. (2016). Joint capsule attachment to the coronoid process of the ulna: an anatomic study with implications regarding the type 1 fractures of the coronoid process of the O'Driscoll classification. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 25(9), 1517-1522.
- Simanovsky, N., Lamdan, R., Hiller, N., & Simanovsky, N. (2008). The measurements and standardization of humerocondylar angle in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 28(4), 463-465.
- Sokoloff, L. (1978). *The Joints and Synovial Fluid*. Academic Press. <https://books.google.com.tr/books?id=7iFsAAAAMAAJ>
- Świąszkowski, W., Skalski, K., Pomianowski, S., & Kędzior, K. (2001). The anatomic features of the radial head and their implication for prosthesis design. *Clinical Biomechanics*, 16(10), 880-887.
- Tan, Z., Ng, Y., Yew, A., Poh, C., Koh, J., Morrey, B., & Sen, H. (2017). GEOMETRIC ACCURACY OF ELBOW FLEXION-EXTENSION (FE) AXIS BASED ON APPROXIMATION TO THE EPICONDYLAR AXIS. *Orthopaedic Proceedings*,
- Van Riet, R., Van Glabbeek, F., Neale, P., Bimmel, R., Bortier, H., Morrey, B., O'Driscoll, S., & An, K. (2004). Anatomical considerations of the radius. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*, 17(7), 564-569.
- Van Riet, R. P., Van Glabbeek, F., Neale, P. G., Bortier, H., An, K.-N., & O'Driscoll, S. W. (2003). The noncircular shape of the radial head. *The Journal of hand surgery*, 28(6), 972-978.
- Weiss, A.-P. C., & Hastings II, H. (1992). The anatomy of the proximal radioulnar joint. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 1(4), 193-199.
- Yeung, C., Deluce, S., Willing, R., Johnson, M., King, G. J., & Athwal, G. S. (2015). Regional variations in cartilage thickness of the radial head: implications for prosthesis design. *The Journal of hand surgery*, 40(12), 2364-2371. e2361.



Bölüm

3

KALÇA EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ



Mustafa Furkan ÖZTÜRK¹

¹ *Dr. Öğr. Üyesi* Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Artova Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Tokat, Türkiye, mustafafurkan.ozturk@gop.edu.tr, Orcid: 0000-0003-3143-0065

1. Kalça Eklemi Embriyolojisi

Kalça eklemi embriyolojik olarak alt ekstremite tomurcuğunun gelişimiyle başlar. Alt ekstremite tomurcuğu gebeliğin yaklaşık 4. haftasında, lateral plak mezoderminin somatik tabakasından köken alan mezenkimal hücre proliferasyonu sonucu ortaya çıkar. Bu mezenkimal hücreler ilerleyen günlerde farklılaşarak pelvis ve femurun öncül yapılarını oluşturur. Gelişimin erken döneminde apikal ektodermal çıkıntı (AER) ve çeşitli morfojenetik sinyaller (özellikle HOX gen ekspresyonu) ekstremitenin proksimodistal ve anteroposterior eksen organizasyonunu düzenler. Bu düzenleme, kalça eklemi için doğru konumlanması ve segmentasyonunda kritik rol oynar (Sadler, 1996; Qazi & Wilting, 2022)

Gebeliğin 5. ve 6. haftalarında mezenkimal hücre yoğunlaşması belirginleşir ve kondrifikasyon süreci başlar. Bu dönemde pelvisin ilium, ischium ve pubis kısımlarının taslakları ile femurun proksimal bölümü hiyalin kıkırdak model şeklinde oluşur. Eklem gelişiminin en önemli aşamalarından biri olan “interzon” formasyonu yaklaşık 6–7. haftalarda gerçekleşir. İnterzon, karşılıklı iki kıkırdak taslak arasında yer alan yoğun mezenkimal hücre tabakasıdır ve ileride eklem boşluğu, eklem kapsülü ve intraartiküler yapıları oluşturacak hücresel kaynağı sağlar. Bu bölgede meydana gelen hücresel reorganizasyon ve programlı hücre ölümü (apoptoz) ile femur başı ve asetabulum arasında bir yarık gelişir; bu yarık gelecekteki eklem boşluğunun temelini oluşturur (Moore ve arkadaşları, 2017; Sadler, 1996).

Gebeliğin 8. haftasından itibaren kalça ekleminde kaviteleşme belirginleşir ve sinovyal eklem yapısı şekillenmeye başlar. Eklem kapsülü çevredeki mezenkimal dokudan gelişirken, ligamentöz yapılar (özellikle iliofemoral, pubofemoral ve ischiofemoral ligamentlerin primordiyumları) kapsüler yoğunlaşmalar şeklinde ortaya çıkar. Ligamentum capitis femoris ise interzonun merkezi kısmından gelişir ve başlangıçta femur başının vasküler beslenmesine katkı sağlayan yapıları taşır (Sadler, 1996).

Yaklaşık 10–11. gebelik haftasında kalça eklemi morfolojik olarak büyük ölçüde oluşmuştur. Asetabular kıkırdak femur başını neredeyse tamamen sarmal ve eklem yüzeyleri karşılıklı olarak uyumlu hale gelir. Bu dönemde femur başı küresel form kazanırken, asetabulum derinleşmeye başlar. Ancak doğum anında asetabulum nispeten sığdır ve femur başının tam uyumu postnatal dönemde mekanik yüklenme ve hareketle birlikte gelişimini sürdürür (Qazi & Wilting, 2022; Sadler, 1996).

Embriyolojik süreçte femur başı ile asetabulum arasındaki karşılıklı temas ve uygun mekanik stimülasyon, eklem morfolojisinin normal gelişimi için kritik öneme sahiptir. Bu sürecin herhangi bir aşamasında meydana gelen aksaklıklar gelişimsel kalça displazisi gibi konjenital patolojilere zemin hazırlayabilir. Bu nedenle kalça eklemi embriyolojisi, hem anatomik bütün-

lüğün anlaşılması hem de klinik deformitelerin patogenezinin açıklanması açısından temel bir öneme sahiptir (Sadler, 1996).

2. Kalça Eklemine Oluşturan Kemik Yapılar

2.1. Os Coxae Anatomisi

Os coxae, pelvisin ön ve lateral duvarlarının temel iskeletini oluşturur. Embriyolojik olarak üç ayrı kemikten os ilium, os pubis ve os ischium gelişir. Çocukluk döneminde bu kemikler radyolojik incelemelerde birbirinden ayrı olarak seçilebilir. Ergenlik sürecine kadar bu üç kemik, asetabulum bölgesinde yer alan triradyat kırıkdağ aracılığıyla bağlantılıdır. Bu yapı, radyolojik olarak “Y” harfi şeklinde izlenir ve asetabulumun büyüme ve şekillenmesinde önemli rol oynar. Puberte sonrasında kemikleşme süreci tamamlanır; ilium, pubis ve ischium kaynaşarak tek bir os coxae halini alır. İleri yaşlarda triradyat kırıkdağın ossifikasyonu tamamlandığından radyografilerde artık seçilemez (Arifoğlu, 2021; Ozan, 2014).

Os ilii: Os ilium, os coxae'nin en geniş ve en kranial bölümünü oluşturur ve pelvisin üst yan duvarının büyük kısmına katkı sağlar. Anatomik olarak iki ana bölüme ayrılır: kalın ve kompakt yapıda olan corpus ossis ilii ile daha geniş, yelpaze biçimli olan ala ossis ilii. Corpus bölümü asetabulumun yapısına katılarak eklem yüzeyinin oluşumuna destek verirken, ala kısmı pelvisin lateral konturunu şekillendirir ve abdominal kasların tutunma alanını oluşturur. Bu iki bölüm arasındaki sınır, dış yüzde asetabulumun superior kenarı ile ilişkilidir. İç yüzde ise sınır, küçük ve büyük pelvis boşluklarını birbirinden ayıran Linea arcuata boyunca izlenir. Linea arcuata, pelvis girişi hattının (pelvic brim) önemli bir komponenti olup obstetrik ve radyolojik değerlendirmelerde referans noktası olarak kabul edilir (Arıncı & Elhan, 2014).

Corpus ossis ilii, asetabulumun oluşumuna katılan kalın ve kompakt bölümdür ve asetabular yapının yaklaşık beşte ikisini meydana getirir. Dış yüzünün büyük kısmı eklem kırıkdağı ile örtülüdür ve yük aktarımında rol oynayan Facies lunata'nın bir bölümünü oluşturur. Bunun inferiorunda yer alan daha küçük alan ise eklem yüzü içermez; bu bölge Fossa acetabuli'ye katılır ve non-artiküler özellik gösterir. Corpus'un iç yüzü ise düzgün ve konkav yapıdadır; küçük pelvis boşluğuna bakar ve pubis ile ischiumun pelvik yüzleriyle süreklilik gösterir. Asetabulum kenarının superior ve hafif posterior kısmında yer alan Sulcus supraacetabularis, kas ve tendon ilişkileri açısından klinik öneme sahip yüzeysel bir oluk olarak dikkati çeker (Taner, 2016).

Ala ossis ilii, os iliumun geniş ve yelpaze biçimli bölümünü oluşturur ve büyük pelvisin lateral duvarına katılır. İnce, yassı ve geniş bir yapı gösterir. Anatomik olarak ön, arka ve üst olmak üzere üç kenara sahiptir; bu kenarların sınırladığı iç (pelvik) ve dış (gluteal) yüzler ayırt edilir. Üst kenar kalın ve kıvrımlı olup Crista iliaca adını alır. Bu yapı abdominal kaslar başta olmak

üzere birçok kas ve fasya için önemli bir tutunma alanıdır. Ön kenarda, crista iliaca'nın anterior ucunda yer alan belirgin çıkıntı Spina iliaca anterior superior olarak adlandırılır; bunun hemen inferiorunda ise Spina iliaca anterior inferior bulunur. Bu kemik çıkıntıları hem kas-tendon yapılarının tutunma noktaları hem de klinik ve radyolojik değerlendirmelerde önemli yüzeysel referans noktalarıdır (Ozan, 2014; Taner, 2016).

Ala ossis ilii'nin arka kenarında, crista iliaca'nın posterior ucunda yer alan belirgin kemik çıkıntı Spina iliaca posterior superior olarak adlandırılır. Bunun hemen inferiorunda ise daha küçük ve daha az belirgin olan Spina iliaca posterior inferior bulunur. Bu iki çıkıntı, özellikle yüzeysel anatomide ve sakroiliak bölgenin klinik değerlendirilmesinde önemli referans noktalarıdır. Spina iliaca posterior inferior'un altında yer alan derin çentik ise Incisura ischiadica major olarak isimlendirilir. Bu çentik, bağ yapıları ile foramen haline dönüşerek pelvis ile gluteal bölge arasında önemli nörovasküler geçişlere olanak sağlar ve klinik açıdan büyük önem taşır (Snell, 2011).

Ala ossis ilii'nin dış yüzü (gluteal yüz), önde hafif bombe, arkada ise daha çukur bir görünüm sergiler. Üst sınırını crista iliaca, alt sınırını asetabular kenar oluştururken; ön ve arka kenarlar kemik çıkıntılarla belirginleşir. Bu yüz üzerinde gluteal kasların tutunma alanlarını belirleyen üç çizgi yer alır: Linea glutea anterior, Linea glutea posterior ve Linea glutea inferior. Anterior gluteal çizgi, crista iliaca'nın ön bölümünün birkaç santimetre gerisinden başlayarak aşağı ve arkaya doğru kavis yapar ve büyük siyatik çentik düzeyinde sonlanır. Bu hat üzerinde sıklıkla besleyici damarların geçtiği küçük bir delik olan Foramen nutricium görülebilir. Inferior gluteal çizgi ile asetabulumun üst kenarı arasında ise kas-tendon ilişkileri açısından önem taşıyan sığ bir oluk bulunur (Snell, 2011).

İç yüz anatomik olarak iki bölüme ayrılır. Önde ve yukarıda yer alan geniş çukur alan Fossa iliaca olup iliacus kasına yataklık eder. Daha arkada bulunan sakropelvik yüz ise sakrum ile komşudur ve üzerinde sakrumla eklem yapan Facies auricularis yer alır. Bu eklem yüzünün üst kısmındaki pürtüklü alan, güçlü bağların tutunduğu Tuberositas iliaca olarak adlandırılır. Pelvise bakan iç yüz, özellikle kadınlarda over ile yakın komşuluk içindedir (Ozan, 2014).

Crista iliaca üç belirgin hat içerir: dış dudak (Labium externum), iç dudak (Labium internum) ve aradaki ara çizgi (Linea intermedia). Bu yapılar karın duvarı kasları için önemli tutunma alanlarıdır. Dış dudak üzerinde, spina iliaca anterior superiorun birkaç santimetre posteriorunda yer alan kabarıklık ise Tuberculum iliacum olarak tanımlanır (Standring, 2016).

Os ischii: Os coxae'nin posteroinferior bölümünü meydana getirir ve pelvis tabanının oluşumuna önemli katkı sağlar. Anatomik olarak kalın ve sağlam yapıda bir corpus ossis ischii ile öne ve yukarıya uzanan ramus ossis

ischii olmak üzere iki bölümde incelenir. Corpus kısmı asetabulumun yapısına katılarak eklem yüzeyinin yaklaşık beşte ikisini oluşturur ve böylece femur başının yük aktarımında rol oynayan kemik desteğin önemli bir bölümünü sağlar. Gövdenin iç yüzü küçük pelvis boşluğuna yönelmiş olup pelvik organlarla komşuluk gösterir. Anterior kenarı ise Foramen obturatum'un arka sınırının oluşumuna katılarak obturator açıklığının kemik çerçevesini tamamlar (Ergun ve arkadaşları, 2014).

Corpus ossis ischii'nin ön kenarı, Foramen obturatum'un posterior sınırının oluşumuna katılır. Bu kenarın orta bölümünde yer alan küçük kemik çıkıntı Tuberculum obturatorium posterius olarak adlandırılır ve obturator membran ile ilişkili yapılar için tutunma alanı oluşturur. Corpus'un arka kenarında belirgin bir çıkıntı olan Spina ischiadica bulunur. Bu yapı pelvis boşluğunun önemli anatomik referans noktalarından biridir. Spina ischiadica'nın inferiorunda yer alan çentik ise Incisura ischiadica minor olarak isimlendirilir ve bağlarla birlikte foramen haline dönüşerek nörovasküler geçişlere olanak sağlar. Corpus'un posteroinferior kısmında yer alan kalın ve dayanıklı kemik çıkıntı Tuber ischiadicum'dur. Oturma sırasında vücut ağırlığını taşıyan bu yapı, pelvisin en sağlam bölgelerinden biri olup güçlü kas ve bağların tutunma alanıdır. Ramus ossis ischii, tuber ischiadicumdan başlayarak öne ve yukarıya doğru uzanır. Bu uzantı, pubis kemiğinin alt kolu ile birleşerek ischiopubik dalı (ischiopubik ramus) oluşturur ve obturator açıklığının alt sınırının tamamlanmasına katkıda bulunur (Jenkins & Tortora, 2016; Taner, 2016).

Os pubis: Os coxae'nin anteromedial bölümünü oluşturur ve pelvis ön duvarının şekillenmesinde rol oynar. Anatomik olarak üç ana parçadan meydana gelir: corpus ossis pubis, ramus superior ossis pubis ve ramus inferior ossis pubis.

Pubis gövdesi (corpus), asetabulumun oluşumuna yaklaşık beşte birlik katkı sağlar. Asetabulumla katılan üst kolun lateral yüzü, eklem yüzünün bir bölümünü oluşturarak Facies lunata ve Fossa acetabuli'ye katılır. Medial yüz ise ilium ve ischium ile birlikte küçük pelvisin lateral duvarının devamlılığını sağlar.

Ramus superior ossis pubis, asetabulumdan başlayarak orta hatta doğru uzanır ve karşı taraf pubis ile eklem yapar. Bu birleşme yüzü Facies symphysealis olarak adlandırılır. Üst kol üç yüz ve üç kenardan oluşur. Üst yüz, arkada keskin bir kabartı oluşturan Pecten ossis pubis ile; önde ise daha künt seyreden Crista obturatoria arasında yer alır. Bu üçgen yüz üzerinde, asetabulumla yakın konumda bulunan geniş kabartı Eminentia iliopubica olarak bilinir. Alt yüz, Foramen obturatum'un üst sınırını oluşturur ve üzerinden damar-sinir yapılarının geçtiği Sulcus obturatorius uzanır.

Pubis gövdesinin üst kenarında yer alan Tuberculum pubicum, ligamentum inguinale için önemli bir tutunma noktasıdır. Bu çıkıntıdan laterale

uzanan keskin kenar pecten ossis pubis'in devamını oluştururken, mediale doğru uzanan kenar crista pubica olarak adlandırılır.

Ramus inferior ossis pubis ise gövdeden başlayarak aşağı ve laterale doğru uzanır. Bu bölüm, obturator açıklığının anteroinferior sınırını oluşturur ve os ischii'nin ramusu ile birleşerek ischiopubik dalı meydana getirir. Böylece pelvis ön alt bölümünün kemik bütünlüğüne katkı sağlar (Ozan, 2014; Snell, 2011; Standring, 2016; Taner, 2016).

Acetabulum, os coxae'nin lateral yüzünde yer alan ve femur başı ile eklemleşen derin çukurluktur. Bu yapı, ilium, ischium ve pubis kemiklerinin birleşim bölgesinde oluşur ve kalça eklemine artiküler komponentini meydana getirir. Asetabulumun çevresini saran belirgin kemik kenar Limbus acetabuli olarak adlandırılır; bu kenarın inferior kısmındaki çentik ise Incisura acetabuli adını alır.

Çukurun yük taşıyan, hilal biçimindeki eklem yüzü Facies lunata olarak tanımlanırken, merkezde yer alan ve eklem yüzü içermeyen çukur bölüm Fossa acetabuli olarak isimlendirilir.

Asetabulumun ön-alt bölümünde yer alan geniş açıklık Foramen obturatum'dur. Yaşayan bireyde bu açıklık büyük ölçüde Membrana obturatoria ile kapatılmıştır. Membranın üst kenarı pubise tutunur ve sulcus obturatorius üzerinden köprüleşerek Canalis obturatorius'u oluşturur. Bu kanaldan obturator arter, ven ve sinirden oluşan obturator nörovasküler paket geçerek uyluğun medial bölgesine ulaşır (Snell, 2011; Standring, 2016).

2.2. Os Femoris Anatomisi

Femur, insan iskeletinin hem en uzun hem de en dayanıklı kemiğidir ve yaklaşık olarak vücut uzunluğunun dörtte birini oluşturur. Alt ekstremitenin ana taşıyıcı kolonu olarak görev yapar ve gövdeden gelen yükün diz eklemine aktarılmasında temel rol üstlenir. Anatomik olarak iki uç (proksimal ve distal epifizler) ile bunlar arasında yer alan bir gövdeden (corpus femoris) oluşur. Proksimal uçta bulunan küresel yapı Caput femoris olarak adlandırılır. Bu yapı, os coxae üzerinde yer alan Acetabulum ile eklemleşerek kalça eklemine meydana getirir. Caput femoris'in düzgün ve kıkırdakla kaplı yüzeyi, geniş hareket açıklığına olanak sağlayan sferik bir eklem yapısına katkıda bulunur (Arias & Marappa-Ganeshan, 2025; Taner, 2016).

Femur başı ile gövdesi arasında yer alan dar ve silindirik segment Collum femoris olarak adlandırılır. Bu bölge, yük aktarımının yoğun olduğu anatomik geçiş alanı olması nedeniyle kırıklara en yatkın femur segmentidir; özellikle ileri yaşta osteoporotik kırıkların sık görüldüğü lokalizasyondur. Boyun ile gövdenin birleşim düzeyinde iki belirgin kemik çıkıntı bulunur. Lateralde yer alan büyük ve palpabl çıkıntı Trochanter major, medial ve posterior yerleşimli daha küçük çıkıntı ise Trochanter minor olarak isimlendirilir. Bu

yapılar, kalça çevresi kasları için önemli tutunma noktalarıdır ve femurun biyomekaniğinde kaldıraç kolu işlevi görür (Snell, 2011; Standring, 2016).

Femur boynu ile diafiz arasında yer alan aç Collum femoris ile gövde arasındaki ilişkiden tanımlanır ve collodiafizer aç olarak adlandırılır. Erişkinlerde ortalama yaklaşık 125° civarındadır; bu açı alt ekstremitenin mekanik ekseninin düzenlenmesinde ve yük dağılımında belirleyici rol oynar. Femurun gövdesi (corpus femoris) uzun, silindirik yapıda olup hafif anterior konveksite gösterir. Posterior yüzünde kasların tutunma hattını oluşturan belirgin bir kabartı olan Linea aspera yer alır. Linea aspera iki dudaktan meydana gelir ve distal yönde bu dudaklar birbirinden ayrılarak üçgenimsi, düz bir alan bırakır; bu bölge Facies poplitea olarak tanımlanır. Femurun distal ucu proksimal ucuna kıyasla daha geniştir ve diz eklemine katılımına katkı sağlar. Alt uçta medial ve lateral olmak üzere iki eklem yüzü bulunur: Condylus medialis femoris ve Condylus lateralis femoris. Bu kondiller anterior tarafta birleşerek patella ile eklemleşen oluklu yüzeyi, yani Facies patellaris'i oluşturur. Bu yapı, diz eklemine düzgün hareketi açısından fonksiyonel öneme sahiptir (Chang ve arkadaşları, 2025; Ozan, 2014; Snell, 2011).

Distal femurda medial ve lateral kondillerin posterior kısmı arasında derin bir çukurluk yer alır; bu yapı Fossa intercondylaris olarak adlandırılır. Fossa intercondylaris, çapraz bağların tutunduğu önemli bir anatomik bölgedir ve diz eklemine stabilitesinde rol oynar. Kondillerin lateral ve medial taraflarında, eklem kıkırdağı ile örtülü olmayan pürtüklü kemik çıkıntılar bulunur. Bu çıkıntılar sırasıyla Epicondylus lateralis femoris ve Epicondylus medialis femoris olarak adlandırılır. Epikondiller, bağ ve kasların tutunma noktaları olmaları nedeniyle diz eklemine statik ve dinamik stabilizasyonunda önemli işlev görürler (Hansen, 2019).

3. Articulatio Coxae

Caput femoris ile acetabulum arasında oluşan art. spheroidea grubu bir eklemdir. Caput femoris küresel yapıda olup kalça eklemine hareket açıklığını sağlayan düzgün bir eklem yüzüne sahiptir. Yüzeyinin büyük bölümü hiyalin kıkırdak ile örtülüdür; ancak medial kesimde yer alan küçük çukur alan, yani Fovea capitis femoris, bu örtünün dışında kalır. Bu çukur, Ligamentum capitis femoris'in tutunma noktasıdır ve özellikle gelişim döneminde femur başının vasküler beslenmesine katkı sağlayan yapılarla ilişkilidir (Ergunve arkadaşları, 2014; Ozan, 2014).

Kalça eklemine konkav komponentini oluşturan Acetabulum'un eklem katılan bölümü, hiyalin kıkırdakla örtülü yarımay biçimli alan olan Facies lunata'dır. Bu yüzey femur başı ile doğrudan temas ederek yük aktarımını sağlar. Merkezde yer alan ve eklem yüzüne katılmayan çukur kısım ise Fossa acetabuli olarak adlandırılır; bu alan yağ dokusundan zengin sinovyal yapı ile doludur ve ligamentum capitis femoris'e yataklık eder. Acetabulumun ke-

narında, eklem yüzeyinin derinliğini ve stabilitesini artıran fibrokartilajinöz bir halka bulunur; bu yapı Labrum acetabulare olarak isimlendirilir. Labrum, asetabular çukuru derinleştirerek femur başının kavranmasını güçlendirir ve kalça eklemine stabilitesine katkıda bulunur(Snell, 2011; Standring, 2016).

4. Eklem Kapsülü ve Bağlar

Capsula articularis: Kalça eklemine çevreleyen güçlü ve kalın fibröz bir kılıf niteliğindedir. Eklem yüzeylerini sıkıca sararak hem stabilize sağlar hem de sinovyal boşluğu sınırlar. Proksimalde asetabulumun kemik kenarına ve alt kısımdaki Ligamentum transversum acetabuli'ye tutunur. Distalde ise femur boynuna yapışır; anterior yüzde Linea intertrochanterica boyunca, posterior yüzde ise Crista intertrochanterica seviyesinde sonlanır. Bu yerleşim sayesinde femur boynunun büyük kısmı kapsül içinde kalır ve kalça eklemi geniş hareket açıklığına rağmen güçlü bir bağ desteği kazanır (Arias & Marappa-Ganeshan, 2025; Ozan, 2014).

Lig. iliofemorale, insan vücudundaki en güçlü bağlardan biridir ve yaklaşık 300 kg'a kadar gerilme kuvvetine dayanabildiği belirtilir. Proksimalde spina iliaca anterior inferior'a, distalde ise femurun ön yüzündeki linea intertrochanterica'ya tutunur. Şeklinin ters dönmüş "Y" harfine benzemesi nedeniyle bazı kaynaklarda Y ligament of Bigelow olarak da adlandırılır. Fonksiyonel olarak kalça eklemine uyluğun ve gövdenin ekstansiyonunu, ayrıca uyluğun adduksiyonunu sınırlar. Tek ayak üzerinde dururken gövdenin karşı tarafa doğru devrilmesini engelleyerek postüral stabilizeye katkı sağlar. Kalçanın hiperekstansiyonunda ve iç rotasyonunda gerilir; dış rotasyonda ise gevşer(Gold ve arkadaşları, 2025; Ozan, 2014).

Lig. ischiofemorale, kalça eklemine arka bölümünde yer alan ve güçlü fibröz liflerden oluşan bir bağdır. Kısmen spiral bir seyir gösterir. Asetabulumun arka-alt kısmından başlar, femur boynunun arkasını sararak yukarı ve dışa doğru uzanır. Liflerinin oblik ve spiral yönelimi sayesinde uyluğun ve gövdenin aşırı ekstansiyonunu sınırlar. Ayrıca kalça eklemine iç rotasyonu kısıtlayarak eklem stabilitesine katkı sağlar. Kalça kapsülünü güçlendiren temel bağlardan biri olan Ligamentum ischiofemorale, özellikle arka taraftan eklemi destekleyerek posterior stabilizeyi artırır(Snell, 2011; Standring, 2016).

Lig. pubofemorale, üçgen biçimli güçlü bir bağdır ve kalça eklemine ön-alt bölümünde yer alır. Proksimalde eminentia iliopubica ile crista obturatoria'ya tutunur; distalde ise femurun linea intertrochanterica'sının alt-iç kısmına yapışır. Fonksiyonel olarak kalça eklemine uyluğun ve gövdenin aşırı ekstansiyonunu sınırlar. Bunun yanı sıra femur başını önden destekleyerek eklem stabilitesine katkıda bulunur ve uyluğun aşırı abduksiyonunu engeller. Kalça kapsülünü güçlendiren yapılardan biri olan Ligamentum pubofemorale, özellikle anterior-inferior yönden eklemi destekler(Arifoglu, 2021; Arıncı & Elhan, 2014).

Kalça eklemine güçlendiren üç temel bağ (iliofemoral, ischiofemoral ve pubofemoral) kapsüler bağlardır ve eklem kapsülü ile sıkı şekilde bütünleşmiştir. Bu bağların bir kısmı kapsülden ayrılarak daha derine ilerler ve membrana synovialis'e yakın bir seyir izler. Bu lifler femur boynunu en dar kısmından halka şeklinde sarar. Böylece hem kapsülü femur boynuna sabitler hem de diğer kapsüler bağların kemiğe olan temasını ve etkisini artırır. Bu sirküler lifler topluluğu **Zona orbicularis** olarak adlandırılır. Zona orbicularis, kalça eklemine stabilitesinde önemli rol oynar; özellikle negatif intraartiküler basınçtan sonra, femur başının asetabulumdan çıkmasını önleyen en güçlü yapılardan biri olarak kabul edilir(Ozan, 2014).

Lig. capitis femoris, üçgen biçimli bir bağıdır. Tepesi femur başı üzerindeki fovea capitis femoris'e tutunur; tabanı ise iki bant halinde acetabulum çentiğinin (incisura acetabuli) her iki kenarına yapışır. Bu yapı, klasik anlamda güçlü bir stabilizatör olmaktan ziyade, içerdiği damar nedeniyle klinik açıdan önem taşır. Özellikle çocukluk döneminde içinde bulunan Ligamentum capitis femoris, a. obturatoria'nın acetabular dalını (r. acetabularis) taşıyarak femur başının beslenmesine katkıda bulunur. Erişkinlerde bu bağın mekanik stabiliteye katkısı sınırlıdır; ancak gelişim döneminde femur başının vaskülarizasyonu açısından hayati bir rol üstlenir(Ozan, 2014; Standring, 2016).

Ligamentum transversum acetabuli, incisura acetabuli'nin iki ucuna tutunarak bu çentiği köprü şeklinde kapatan, yassı ve güçlü lif demetlerinden oluşmuş bir bağıdır. Bu yapı, incisura acetabuli'yi tam bir açıklığa (foramen benzeri bir geçit) dönüştürür. Oluşan bu geçitten kalça eklemine ait damarlar ve sinirler geçerek eklem kapsülü ve femur başına ulaşır. Aynı zamanda asetabular labrumun devamı niteliğinde olup kalça eklemine stabilitesine katkı sağlar(Taner, 2016).

Labrum acetabulare, asetabulum kenarına tutunan ve fibrokartilaginöz yapıda olan bir oluşumdur. Eklem yüzeyini genişleterek asetabulumu daha derin hale getirir ve femur başının yuvaya daha sağlam oturmasını sağlar. Bu sayede kalça eklemine stabilitesi artar ve çıkık riski azalır. Labrumun serbest olan iki yüzü de membrana synovialis ile örtülüdür. Elastik yapısı sayesinde eklem hareketlerini kısıtlamadan, hem yük dağılımına katkıda bulunur hem de eklem bütünlüğünü destekler(Taner, 2016).

5. Damar ve Sinir Anatomisi

Kalça eklemi a. obturatoria'nın r. posterior'undan ayrılan r. acetabularis (lig. capitis femoris içinde seyrederek ve caput ossis femoris'e gelir), a. circumflexa femoris medialis'in r. acetabularis'i ile a. glutea superior ve inferior'dan gelen dallarla beslenir (Ozan, 2014; Taner, 2016).

Plexus sacralis, n. ischiadicus, n. obturatorius, n. obturatorius accessorius ve n. femoralis'den dallar alır (Ozan, 2014; Taner, 2016).

6. Klinik Anatomisi

Eklem kapsülünün, alt bölümde Ligamentum pubofemorale ile Ligamentum ischiofemorale arasında kalan kısmı nispeten zayıftır. Bu nedenle kalça çıkıkları en sık bu bölgeden meydana gelir.

İkinci zayıf alan ise ön tarafta, lig. pubofemorale ile lig. iliofemorale arasında yer alır. Üçgen biçimli bu bölge, önden Iliopsoas kası tarafından desteklenerek çıkık oluşumuna karşı korunmaya çalışılır. Kalça eklemi kalın kas tabakalarıyla çevrili olduğundan, palpasyonu ve klinik muayenesi kolay değildir. Ancak zayıf bireylerde, ön tarafta os pubis'in alt kısmında femur başı palpe edilebilir.

Bununla birlikte, bazı yüzeysel anatomik yapılar değerlendirilerek kalça eklemine pozisyonu hakkında fikir edinilebilir. Örneğin Trochanter major'un en üst noktası, femur başının merkezi ile aynı horizontal düzlemedir. Her iki taraftaki trochanter major'ların en yüksek noktalarını birleştiren çizgi, femur başının ve dolayısıyla asetabulumun konumu hakkında bilgi verir. Bu çizgi aynı zamanda kalça eklemine transvers eksen olarak kabul edilir.

Ayrıca Spina iliaca anterior superior ile Tuber ischiadicum arasında çizilen ve Roser-Nelaton line olarak bilinen hat, normalde trochanter major'un tepesinden geçer. Bu anatomik ilişkiden yararlanılarak kalça eklemine pozisyonu klinik olarak değerlendirilebilir (Snell, 2018).

Hareketleri

Kalça eklemi, yapısal olarak küresel (spherioidea) tipte bir eklem olduğundan üç ana eksen etrafında hareket yapabilir: transvers, sagittal ve vertikal eksen. Ayrıca bu eksenlerin kombinasyonu ile daha kompleks hareketler de gerçekleşir.

Transvers eksen etrafında: fleksiyon–ekstansiyon

Sagittal eksen etrafında: abduksiyon–adduksiyon

Vertikal eksen etrafında: iç rotasyon–dış rotasyon

Tüm eksenlerin birlikte kullanımıyla: sirkumdüksiyon

Bu eksenlerin tamamı femur başının merkezinden geçer.

Fleksiyon–Ekstansiyon

Transvers eksen çevresinde, diz ekstansiyonda iken kalça yaklaşık 80° fleksiyon yapabilir. Diz fleksiyona getirildiğinde ise fleksiyon açısı yaklaşık 120°'ye ulaşır. Diz gövdeye doğru çekilirse bu açı daha da artabilir. Kalça eklemine bağları ekstansiyonu sınırlayıcı yönde yerleşmiştir. Bu nedenle eklem yapısal olarak uygun olsa da uyluk ortalama yalnızca 10–15° kadar ekstansi-

yon yapabilir. Ekstansiyon hem bağlar hem de uyluğun ön kas grubu tarafından sınırlandırılır.

Abduksiyon–Adduksiyon

Sagittal eksen etrafındaki bu hareketlerin derecesi, femur ile pelvisin karşılıklı pozisyonuna bağlıdır. Ayakta anatomik pozisyonda yaklaşık 40° abduksiyon ve 10° adduksiyon mümkündür. Daha ileri hareketleri eklem bağları sınırlar. Uyluk hafif fleksiyona getirildiğinde bağlar gevşer ve abduksiyon yaklaşık 90°'ye kadar çıkabilir. Diz fleksiyona alındığında arka kas grubu gevşer ve ön tarafta yaklaşık 40° adduksiyon yapılabilir.

İç–Dış Rotasyon

Ayakta normal pozisyonda yaklaşık 15° dış rotasyon ve 35° iç rotasyon yapılabilir. Kalça fleksiyon ve hafif abduksiyon pozisyonuna getirildiğinde hareket açıklığı artar; yaklaşık 40° dış rotasyon ve 60° iç rotasyon mümkün hale gelir. Alt ekstremitte sabitken aynı hareketler pelvis ve gövde tarafından da gerçekleştirilebilir. Ancak pelvis hareketleri omurgayı da etkiler. Bu nedenle kalça eklemindeki patolojiler yalnızca lokal değil; postür, omurga dengesi ve hatta bazı organların pozisyon ve fonksiyonları üzerinde de etkili olabilir (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2014; Ozan, 2014; Taner, 2016).

Doğuştan kalça çıkığı (Kalça Displazisi)

Yaklaşık %1–1,5 oranında görülen bu durum, femur başının asetabulum içinde normal yerinde bulunmaması ile karakterizedir. Femur başı yuvasından uzaklaşmış olup genellikle yukarı ve dışa doğru kaymıştır.

Kız çocuklarında erkeklere göre 6–8 kat daha sık görülür. Vakaların yaklaşık üçte ikisi ailenin ilk çocuğunda ortaya çıkar. Doğumla ilişkili risk faktörleri arasında en önemlisi makat gelişidir. Çevresel faktörler içinde ise özellikle sıkı kundak uygulaması dikkat çeker. Afrika ve Çin gibi kundak geleneğinin yaygın olmadığı toplumlarda kalça çıkığının daha nadir görülmesi bunu desteklemektedir.

Bu hastalık günümüzde Developmental dysplasia of the hip (gelişimsel kalça displazisi) olarak adlandırılmaktadır. Tedavide erken tanı büyük önem taşır. Çıkık bulunan kalçada uyluk yeterince abduksiyona getirilemez.

Eğer doğuştan kalça çıkığı yürüme çağına kadar teşhis edilip tedavi edilmezse, tek taraflı vakalarda çocuk topallayarak yürür; iki taraflı vakalarda ise daha belirgin yürüme bozukluğu ortaya çıkar (Ellsworth ve arkadaşları, 2021; Krüger & Sachse, 2023; Snell, 2018).

Kaynaklar

- Arias, D. G., & Marappa-Ganeshan, R. (2025). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Arteries. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.
- Arifoğlu, Y. (2021). Her Yönüyle ANATOMİ 3. BASKI.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014). *Anatomi: kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar*. Güneş Tıp Kitabevleri. <https://books.google.com.tr/books?id=Fa6AtgEACAAJ>
- Chang, A.ve ark., (2025). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Femur. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.
- Ellsworth, B. K.ve ark., (2021). Adolescent hip dysplasia: what are the symptoms and how to diagnose it. *Curr Opin Pediatr*, 33(1), 65-73. <https://doi.org/10.1097/mop.0000000000000969>
- Ergun, K. M.ve ark., (2014). *Anatomi*. MN Medikal & Nobel Tıp.
- Gold, M.ve ark., (2025). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Hip Joint. In *StatPearls*. StatPearls Publishing
- Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.
- Hansen, J. (2019). *Netter's Clinical Anatomy*. <https://kutuphane.sbu.edu.tr/sayfa=sayfaArama&aDemirbas=A0015227>
- Jenkins, G., & Tortora, G. J. (2016). *Anatomy and physiology*. John Wiley & Sons.
- Krüger, P. C., & Sachse, A. (2023). [Hip dysplasia]. 63(10), 722-728. <https://doi.org/10.1007/s00117-023-01194-9>
- Moore, K. L.ve ark., (2017). *Clinically Oriented Anatomy*. Wolters Kluwer Health. <https://books.google.com.tr/books?id=hXOfDwAAQBAJ>
- Ozan, H. (2014). Ozan Anatomi. *Ankara*, 32-41. (Klinisyen Tıp Kitapevi)
- Qazi, E., & Wilting, J. (2022). Arteries of the Lower Limb-Embryology, Variations, and Clinical Significance. 73(1), 259-270. <https://doi.org/10.1177/08465371211003860>
- Sadler, T. W. (1996). LANGMAN'S MEDICAL EMBRYOLOGY. 139-156.
- Snell, R. S. (2011). *Clinical Anatomy by Regions*. Lippincott Williams & Wilkins. <https://books.google.com.tr/books?id=vb4AcUL4CE0C>
- Snell, R. S. (2018). *Snell's Clinical Anatomy*. Wolters kluwer india Pvt Ltd. <https://books.google.com.tr/books?id=2SjvDwAAQBAJ>
- Standring, S. (2016). *Gray's Anatomy : The Anatomical Basis Of Clinical Practice*. Elsevier. <https://kutuphane.sbu.edu.tr/sayfa=sayfaArama&aDemirbas=A0017783>
- Taner, D. (2016). *Fonksiyonel anatomi: ekstremiteler ve sırt bölgesi*. HYB Basım Yayın. <https://kutuphane.sbu.edu.tr/sayfa=sayfaArama&aDemirbas=A0004792>



Bölüm

4

DİZ EKLEMİ ANATOMİSİ VE KLİNİĞİ



Ahmet Turan URHAN¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Artova Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Tokat, Türkiye, ahmetturan.urhan@gop.edu.tr, Orcid: 0000-0002-1178-2998

1. Diz Eklemi Embriyolojisi

Diz eklemi, alt ekstremite iskeletinin embriyolojik gelişim sürecinde erken dönemde farklılaşan ve en karmaşık sinovyal eklemlerden biri olarak kabul edilir. Diz embriyogenezinin ayrıntılı olarak bilinmesi, konjenital anomalilerin patogenezi açıklamakla kalmaz; aynı zamanda erişkin dönemde görülen bağ yetersizlikleri, meniskal anomaliler ve intraartiküler varyasyonların kökenini anlamada da temel oluşturur (Mériida-Velasco et al., 1997).

Erken Dönem: Kondrifikasyon ve Eklem İnterzonu

Diz eklemının temel kıkırdak şablonu, embriyogenezinin yaklaşık 6–7. embriyonik haftasında, femurun distal ve tibianın proksimal epifizlerinde kondrifikasyonun başlamasıyla oluşur (Mériida-Velasco et al., 1997). Sinovyal eklemlere özgü olan eklem interzonu, femur ve tibia kıkırdak anlagenleri arasında yoğun mezenkimal bir tabaka şeklinde belirir (Gardner & O’Rahilly, 1968; Mériida-Velasco et al., 1997). Bu interzon, ilerleyen gelişim sürecinde hem eklem aralığının hem de menisküsler, çapraz bağlar ve meniskofemoral bağlar gibi eklem içi yapıların gelişeceği temel organizasyon alanını oluşturur (Levitt et al., 2025; Mériida-Velasco et al., 1997).

Eklem Boşluğunun Oluşumu ve Sinovyal Plikalar

Diz eklem boşluğunun oluşumu yaklaşık 8. embriyonik haftada başlar ve ilk olarak femoropatellar bölgede belirginleşir (Mériida-Velasco et al., 1997). Başlangıçta interzon içinde mikrokaviteler şeklinde ortaya çıkan çok sayıda küçük boşluk, kısa sürede birleşerek süreklilik gösteren tek bir sinovyal kaviteye dönüşür (Kim et al., 2022). Özellikle femoral kondiller ve patella çevresinde meydana gelen kavitasyon odakları, 10.–10,5. embriyonik haftaya doğru tek bir eklem boşluğu halini alır (Ogata & Uthhoff, 1990). Buna rağmen medial patellofemoral ve infrapatellar bölgelerde bazı mezenkimal kordonlar kalıcı olarak varlığını sürdürür. Bu yapılar, infrapatellar, suprapatellar ve mediopatellar plikaların embriyolojik temelini oluşturur (Ogata & Uthhoff, 1990).

Menisküslerin ve İntraartiküler Yapıların Gelişimi

Erken fetal dönemde (yaklaşık 3.–5. fetal aylar arasında), diz eklem boşluğu geniş bir intraartiküler septum tarafından iki ayrı boşluk görünümü sergiler. Bu septum zamanla rezorbe olurken, içerisinden ön ve arka çapraz bağlar ile meniskofemoral ligamentler farklılaşır (Abdelwahab, Sadek, & Nassar, 2018). Menisküsler, interzonun eksenrik bölgelerinden gelişir ve 9. embriyonik haftaya kadar makroskopik olarak belirgin değildir. Beşinci fetal ayda menisküslerin üst yüzeyleri nispeten düz olup, altıncı aydan itibaren ön ve arka boynuzlar belirginleşir. Yedinci ayda dış kenarlar kalınlaşıp yükselir ve doğuma yakın dönemde tibial plato yüzeyini derinleştiren konkav bir yapı

kazanır. Lateral menisküsün konkavlığı genellikle medial menisküse göre daha fazladır. Histolojik olarak başlangıçta hiyalin kıkırdak özellik gösteren menisküsler, prenatal dönemin ilerleyen safhalarında fibrokıkırdak yapıya dönüşür (Abdelwahab et al., 2018).

Ligamentöz Yapıların Gelişimi

Patellar ligament, yaklaşık 7. embriyonik haftada, kuadriseps kas liflerinin tibial tüberoziteye doğru uzanan yoğunlaşması şeklinde seçilebilir. Çapraz bağlar interzondan köken alır ve 7.–8. embriyonik haftalarda, önce arka çapraz bağ, ardından ön çapraz bağ belirginleşir. 10. embriyonik haftada Wrisberg meniskofemoral ligamanının organizasyonu ile birlikte fonksiyonel bir çapraz bağ kompleksi oluşur (Mirida-Velasco, 1997).

Lateral kollateral bağ, yaklaşık 8. embriyonik haftada eklem kapsülünden bağımsız bir yoğunlaşma olarak gelişmeye başlar; aynı dönemde popliteus tendonunun farklılaşması da gözlenir. Medial kollateral bağ ise 9. embriyonik haftada eklem kapsülünün yoğunlaşmasından gelişir (Mirida-Velasco, 1997).

Daha ayrıntılı embriyolojik serilerde, 6–6,5. embriyonik haftalarda tibia ile fibula arasındaki mezenşimden gelişen çapraz bağ anlağı, 8,5–9. haftalarda yüzeyden vaskülarize olan ön ve çift komponentli arka bağlara ayrılır; yaklaşık 13. haftada arka çapraz bağ bileşenleri birleşerek erişkin morfolojisine benzer bir yapı kazanır (Makarov et al., 2001).

Lateral menisküsü tibia, fibula ve popliteus tendonu ile ilişkilendiren menisko-tibio-popliteo-fibular kompleks ise 11.–16. haftalar arasında kademeli olarak ortaya çıkar. Bu kompleksin ilk ayırt edilebilir bileşeni lateral meniskotibial bağıdır. Anterolateral ligament ise 13. haftadan itibaren sürekli bir yapı olarak izlenir ve yoğun, paralel düzenlenmiş kollajen demetleri ile karakterizedir (Morales-Avalos et al., 2024).

2. Articulatio Genus (Diz Eklemi)

Articulatio genus (diz eklemine) oluşumuna katılan kemik yapılar; uyluk bölgesinde yer alan ve vücudun en uzun kemiği olan femur'un distal ucu, bacak bölgesinde bulunan ve ikinci en uzun kemik olarak tanımlanan tibia'nın proksimalindeki condylus medialis ve condylus lateralis'i ile patella'dan meydana gelir. Bu yapılar birlikte articulatio genus'un kemiksel temelini oluşturur. Bacakta tibia'ya paralel olarak seyreden ve onun lateralinde konumlanan fibula, diz eklemine doğrudan eklem yüzeyi ile katılım göstermez. Bununla birlikte, özellikle ligamentum collaterale fibulare başta olmak üzere çeşitli bağ yapıları aracılığıyla dolaylı olarak eklem stabilitesine katkı sağlar ve diz eklemine biyomekanik bütünlüğünde destekleyici bir rol üstlenir (Arıncı & Elhan, 2016; Moore, Dalley, & Şahinoğlu, 2007).

Diz eklemi, femur ile tibia arasında morfolojik olarak bikondiler tipte

bir eklemdir. Klasik art. bicondylaris tanımında iki ayrı eklem kapsülü bulunmasına karşın, diz eklemine tek bir capsula articularis mevcuttur. Buna rağmen fonksiyonel açıdan değerlendirildiğinde, hareket paterni bakımından ginglymus grubu eklemlere benzer özellikler gösterir. Bu nedenle bazı kaynaklarda diz eklemi modifiye bir ginglymus olarak tanımlanmaktadır (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016).

Diz eklemine, vücudun en büyük sesamoid kemiği olan patella da katılmakta ve bu kemik femurun kondilleri ile temas ederek eklem bütünlüğüne dahil olmaktadır. Femur ile patella arasında yer alan articulatio femoropatellaris, morfolojik açıdan eyer (sellar) tip eklem özellikleri göstermektedir. Klasik ginglymus (menteşe) tipi eklemlerde transvers düzlemde tek bir hareket eksenini bulunur ve bu eksen etrafında yalnızca fleksiyon ile ekstensiyon hareketleri gerçekleşir. Bununla birlikte articulatio genus, yaklaşık 30°'lik fleksiyon sonrasında sınırlı düzeyde rotasyon hareketine de olanak tanıması bakımından tipik menteşe eklemlerden ayrılmaktadır. Bu rotasyonel kapasite, eklem yüzünün konveks bölümünü oluşturan condylus femoris'lerin çift yapıda olması ve üç boyutlu konveksite özellik göstermesi ile ilişkilidir (Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013). Articulatio genus'un konveks komponentini oluşturan condylus femoris'ler, hem sagittal hem de transvers planda konveks morfoloji sergiler. Femurun distal yüzü posterior açıdan değerlendirildiğinde, iki kondilin fossa intercondylaris aracılığıyla birbirinden ayrıldığı görülür. Buna karşılık anterior bölgede bu kondillerin devamlılık göstererek birleştiği ve patella ile eklemlenen facies patellaris'i oluşturduğu izlenir (Arıncı & Elhan, 2016).

Eklem yüzünün konkav bileşenini, tibia kondilleri üzerindeki facies articularis superior oluşturur. Lateral taraftaki eklem yüzü daha küçük ve yaklaşık olarak yuvarlak formdadır. Medial taraftaki ise daha geniş olup uzun eksenini sagittal yönde uzanan oval bir yapı gösterir. Her iki yüzey hafif konkavdır ve birbirine komşu kısımlarda yükselerek tuberculum intercondylare mediale ve tuberculum intercondylare laterale'yi oluşturur (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998).

Femur kondillerinin konveksite derecesi ile tibia kondillerinin konkavite derecesi arasında tam bir uyum bulunmaması nedeniyle, eklem yüzeyleri her noktada temas etmez. Bu uyumsuzluk sonucunda oluşan boşluklar meniscus medialis ve meniscus lateralis tarafından doldurularak eklem yüzeyleri arasındaki uyum artırılır ve yük dağılımı dengelenir (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998).

3. Diz Eklemine Oluşturan Kemik Yapılar

3.1. Distal Femur Anatomisi

Femurun distalinde condylus medialis ve condylus lateralis yer alır; bu iki yapı arasında posterior yüzde fossa intercondylaris bulunur. Distal

uç, proksimal bölüme kıyasla daha geniş ve kalındır. Condylus medialis, condylus lateralis'e göre daha distal uzanım gösterir. Ancak femur cismi proksimalden distale ve laterelden mediale doğru oblik bir seyir izlediğinden, her iki kondil ayakta durma pozisyonunda aynı horizontal düzlemde sonlanır. Condylusların ön yüzleri birleşerek facies patellaris'i oluşturur. Distal uçta en belirgin çıkıntılar epicondylus medialis ve epicondylus lateralis'tir. Tuberculum adductorium, m. adductor magnus tendonunun tutunduğu belirgin bir çıkıntı olup epicondylus medialis'in üst kısmında yer alır (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013).

3.2. Proksimal Tibia Anatomisi

Tibia, alt ekstremitenin medialinde konumlanan ve bacağın ana yük taşıyıcı kemiğini oluşturan uzun bir kemiktir. Proksimal ucunda condylus medialis ve condylus lateralis yer almakta olup, bu yapılar diz eklemının tibial eklem yüzlerini meydana getirir. Condylus lateralis'in posteroinferior bölümünde, caput fibulae ile eklemleşen facies articularis fibularis bulunur. Tibia'nın arka yüzünün üst kısmında oblik seyirli belirgin bir kabartı olan linea musculi solei izlenir ve bu yapı, özellikle derin fleksör kasların tutunma ilişkileri açısından önem taşır. Ön yüzdeki en belirgin çıkıntı ise ligamentum patellae'nin tutunduğu tuberositas tibiae'dir. Tibia'nın distal-medial bölümünde yer alan malleolus medialis ise ayak bileği eklemının medial stabilitesine katkı sağlayan önemli bir kemik çıkıntısıdır (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Sobotta, Paulsen, & Waschke, 2011).

3.3. Patella

Patella, m. quadriceps femoris tendonunun içerisinde yer alan ve vücudun en büyük sesamoid kemiği olarak tanımlanan bir kemiktir. Eklem ilişkisi yalnızca femur ile olup, tibia ile doğrudan eklemleşme göstermez. M. quadriceps femoris tendonunun distal uzantısı ligamentum patellae olarak adlandırılır ve tuberositas tibiae'ya tutunur. Yaklaşık 6-8 cm uzunluğunda ve oldukça sağlam yapıda olan ligamentum patellae, bursa infrapatellaris ve corpus adiposum infrapatellare aracılığıyla tibia'dan ve sinovial membrandan ayrılmış durumdadır. Bu anatomik düzenlenme, hem sürtünmeyi azaltır hem de diz eklemının biyomekanik işlevine katkı sağlar. Patella, diz eklemının ekstansiyon mekanizmasında kritik bir role sahiptir ve ekstansör kas grubunun moment kolunu artırarak kuvvet etkinliğini yaklaşık %50 oranında yükseltir. Morfolojik olarak ters üçgen şeklinde olan patella'da basis patellae superior'da, apex patellae ise inferior'da yer alır. Kemik facies anterior ve facies articularis olmak üzere iki yüzeyden oluşur. Patella'nın ön yüzü konveks yapıdadır ve besleyici arterlerin geçişine olanak tanıyan küçük foraminal açıklıklar içerir. Bu yüzeyde ayrıca m. quadriceps femoris tendon liflerinin oluşturduğu vertikal doğrultulu çizgilenmeler izlenebilir (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

4. Eklem Kapsülü ve Bağlar

Diz eklemi, yapısal olarak femur, tibia ve patella gibi güçlü kemiklerden oluşmasına rağmen, eklem mekanik stabilitesi esas olarak yumuşak doku bileşenleri tarafından sağlanır. Bu stabilitenin temel belirleyicileri; söz konusu kemik yapıları birbirine bağlayan capsula articularis, ligamentöz yapılar ile eklem üzerinden geçen kas ve tendonlardır. Bu yapılar içerisinde özellikle capsula articularis ve kapsülün iç ve dış yüzeylerinde yer alan ligamentler, diz eklemine statik stabilitesinde merkezi rol oynar. Ligamentöz kompleks; frontal, sagittal ve transvers düzlemlerde oluşabilecek translasyonel ve rotasyonel kuvvetlere karşı koyarak art. genus'un biyomekanik bütünlüğünü koruyan başlıca stabilizatörlerdir. Dinamik stabilite ise eklemi çaprazlayan kas ve tendonların kontrollü aktivitesi ile sağlanır ve statik stabilizatörlerle birlikte fonksiyonel bir denge oluşturur (Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013).

4.1. Capsula articularis: Diz eklemine fibröz kapsülü, ince yapılı olmakla birlikte dayanıklı liflerden oluşan bir membrana fibrosa içerir. Bu yapı, bazı tendon lifleri ve ligamentöz bantların kapsüle katılımı ile belirli bölgelerde daha da güçlenir. Ancak bu liflerin kapsül yüzeyine homojen dağılması nedeniyle capsula articularis'in kalınlığı ve dayanıklılığı tüm çevresi boyunca eşit değildir. Eklem kapsülü proksimalde femur kondillerinin kenarlarına ve fossa intercondylaris'in sınırlarına tutunur. Distalde ise tibia kondillerinin posterior kenarlarına ve area intercondylaris'in arka sınırına yapışır. Fibröz kapsülün medial bölümü, meniscus medialis ile sıkı ilişki gösterir ve inferiorunda tibia'nın üst kenarına tutunur. Bu bağlantı, meniscus medialis'in hareket açıklığını sınırlandıran önemli bir anatomik faktördür. Bazı kaynaklarda, menisküsü tibia'ya bağlayan kapsülün bu kısmı ligamentum coronarium olarak adlandırılmaktadır (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016).

4.2. Diz eklemi bağları (ligamentleri);

Dış Ligamentler (lig.)

- Lig. patellae
- Lig. collaterale tibiale
- Lig. collaterale fibulare
- Lig. popliteum obliquum
- Lig. popliteum arcuatum

İç Ligamentleri (lig.)

- Lig. cruciatum anterius
- Lig. cruciatum posterius

- Meniscus lateralis
- Meniscus medialis

Lig. transversum genus (Arıncı & Elhan, 2016).

4.2.1. Diz Eklemine Dış Ligamentleri

Lig. patellae (patellar tendon): Apex patellae ile tuberositas tibiae'nin üst bölümü arasında uzanan yaklaşık 8 cm uzunluğunda, 2–3 cm genişliğinde ve ortalama 0,5 cm kalınlığında güçlü bir bağıdır. M. quadriceps femoris tendonunun özellikle m. rectus femoris ve m. vastus intermedius'a ait lifleri patella'nın ön yüzünden geçerek lig. patellae'nin yapısına katılır. M. vastus lateralis ve m. vastus medialis'e ait tendon lifleri ise patella'nın lateral ve medial kenarlarından aşağı doğru uzanarak sırasıyla retinaculum patellae laterale ve retinaculum patellae mediale'yi oluşturur. Bu yapılar eklem kapsülü ile kaynaşmış olup tibia'nın proksimal kısmının yan yüzlerine tutunur. Bacak ekstansiyon pozisyonundayken patella'nın üst ve alt bölgelerinde bu bağların gerginliği palpasyonla ve hatta inspeksiyonla fark edilebilir. Lig. patellae ile komşu kapsüller yapılar arasında kapsül nispeten zayıftır. Normalde eklem içi basıncın negatif olması nedeniyle bu bölgede hafif çöküntü izlenir. Eklem içi basıncın artması durumunda bu çöküntü kaybolur; bu durum klinik muayenede tanınabilir önem taşır (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

Lig. collaterale tibiale (mediale): Femur'un epicondylus medialis'inden başlayarak meniscus medialis'e ve tibia gövdesinin proksimal medial yüzüne tutunan geniş ve yassı bir bağıdır. Diz eklemine özellikle valgus stresine karşı stabilite sağlar; ekstansiyonu, aşırı fleksiyonu ve dış rotasyonu sınırlar.

Lig. collaterale fibulare (laterale): Yuvarlak kesitli olan bu bağ, femur'un condylus lateralis'inin arka kenarından başlayarak caput fibulae'ye uzanır. Eklem kapsülü ve lateral menisküs ile doğrudan kaynaşmaz. Varus stresine karşı direnç gösterir, dizin aşırı ekstansiyonunu sınırlar; fleksiyon sırasında ise gevşek hale gelir.

Lig. popliteum obliquum: Eklem kapsülünün arka yüzünü güçlendiren bu bağ, femur'un lateral kondilinden tibia'nın medial kondilinin arka yüzüne doğru oblik olarak uzanır. Yüzeysel lifleri m. semimembranosus tendonu ile kaynaşır, derin lifleri ise kapsülle birleşir. Diz eklemine hiperekstansiyonu sınırlar.

Lig. popliteum arcuatum: V veya Y şeklinde seyreden bu bağın lifleri femur'un condylus lateralis'ine, tibia'nın area intercondylaris posterior'una ve caput fibulae'ye tutunur. Posterolateral kapsüller yapıyı destekler ve özellikle tibianın iç rotasyonunu sınırlar (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016).

4.2.2. Diz Eklemine İç Bağları

Lig. cruciatum anterius (Ön çapraz bağ – ACL): Alt uç kısmı tibia'nın area intercondylaris anterior bölgesine yerleşirken, proksimal ucu femur'un condylus lateralis'inin medial yüzünün posterior segmentine tutunmaktadır. Lifleri önden arkaya ve medalden laterale doğru oblik bir doğrultuda uzanır. Femur üzerindeki sonlanma alanında ise lifler yelpaze biçiminde genişleyerek geniş bir yapıya yüzeyi oluşturur. Başlıca görevi, tibianın femur üzerinde anterior translasyonunu sınırlandırmaktır. Ayrıca diz fleksiyonu sırasında ortaya çıkan translasyonel hareketi kontrol eder ve rotasyonel stabiliteye katkı sağlar. Lifleri seyri boyunca kendi eksenini etrafında hafif spiral bir yapı gösterir. Alt uç liflerinin bir kısmı meniscus lateralis ile ilişkili olup kısmen bu yapıya tutunur (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Sobotta et al., 2011; Taner & Sancak, 2013).

Lig. cruciatum posterius (Arka çapraz bağ – PCL): Arka çapraz bağ, ön çapraz bağa kıyasla daha kalın, daha kısa ve daha vertikal seyir gösteren güçlü bir ligamenttir. Distal tutunma noktası tibia'nın area intercondylaris posterior bölgesinde yer alırken, proksimalde femur'un condylus medialis'inin lateral yüzünün posterior kısmına uzanır ve burada lifleri yelpaze tarzında genişleyerek sonlanır. Distal liflerin bir bölümü meniscus lateralis'in arka boynuzu ile yakın anatomik ilişki gösterir ve kısmen bu yapıyla bütünleşmiş durumdadır. Fonksiyonel olarak lifleri iki ana demet şeklinde değerlendirilir:

Anterolateral lifler fleksiyonda gerilir, ekstansiyonda gevşer.

• **Posteromedial lifler** ise ekstansiyonda gerilir.

Başlıca görevi, tibianın femur üzerinde posterior translasyonunu sınırlandırmaktır. Ayrıca diz eklemine özellikle fleksiyon pozisyonunda stabilitesine önemli katkı sağlar (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016).

Lig. meniscofemorale anterius (Humphrey bağı): Lig. cruciatum posterius'un önünde uzanır. Meniscus lateralis'in arka boynuzundan başlar ve yukarı doğru uzanarak femur'un medial kondilinin lateral yüzüne tutunur. Bu anatomik yerleşimi sayesinde lateral menisküsün arka boynuzunun hareketlerini stabilize eder ve özellikle diz fleksiyonu sırasında menisküs translasyonunun kontrolüne katkı sağlar.

Lig. meniscofemorale posterius (Wrisberg bağı): Lig. cruciatum posterius'un arkasında yer alır. Meniscus lateralis'in arka boynuzundan başlar ve superior yönde ilerleyerek femur'un medial kondilinin lateral yüzüne tutunur. Bu anatomik bağlantı sayesinde lateral menisküsün özellikle posterior segmentinin stabilitesine katkıda bulunur ve diz hareketleri sırasında meniskal yer değiştirmeyi sınırlandırıcı bir rol üstlenir.

Lig. transversum genus: Her zaman bulunmayabilen bu bağ, meniscus medialis ve meniscus lateralis'in ön boynuzlarını birbirine bağlar. Lig. cruciatum anterius'un önünde yer alır ve menisküslerin ön bölümleri arasında fonksiyonel bağlantı oluşturur (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

5. Menisküsler

Menisküsler, diz ekleminde bulunan iki adet yarım ay (semilunar) şeklinde fibröz kıkırdak yapısıdır. Femur ve tibia eklem yüzleri arasındaki uyumsuzluğu azaltarak eklem yüzeylerinin uyumunu artırır ve hareketlerin daha düzenli gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca yük dağılımı ve şok absorpsiyonuna katkıda bulunur. Menisküslerin kalın ve konveks olan periferik kenarları eklem kapsülüne tutunur; ince ve serbest olan iç kenarları ise eklem boşluğuna doğru uzanır. Periferik bölümlerine kapsülden gelen kılcal damarlar girer. İç kesimleri ise avaskülerdir. Konkav olan üst yüzeyleri femur kondillerine uyum sağlar; düz olan alt yüzeyleri ise tibia kondillerinin eklem yüzüne oturur ve tibial eklem yüzünün yaklaşık üçte ikisini örter. Menisküslerin ön boynuzları birbirine lig. transversum genus aracılığıyla bağlanır (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

5.1. Meniscus lateralis: Meniscus medialis'e kıyasla daha kapalı bir "C" harfi şeklindedir ve tibial plato üzerinde daha geniş bir alan kaplar. Ön boynuzu tibia'nın area intercondylaris anterior'una tutunur. Meniscus lateralis'in arka boynuzundan femur'un condylus medialis'inin lateral yüzüne uzanan iki adet bağ bulunur. Bunlardan lig. cruciatum posterius'un arkasında seyreden bağ lig. meniscofemorale posterius (Wrisberg bağı), önünde seyreden bağ ise lig. meniscofemorale anterius (Humphrey bağı) olarak adlandırılır. Bu bağlar ile birlikte m. popliteus tendonu, lateral menisküsün arka boynuzunun hareketini kontrol eder ve posterior stabilitesine katkı sağlar (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

5.2. Meniscus medialis: Meniscus lateralis'e göre daha açık bir "C" harfi şeklinde olup yarım ay görünümündedir. Posterior bölümü anterior bölümüne kıyasla daha geniştir. Ön boynuzu, tibia'nın area intercondylaris anterior bölgesinde, lig. cruciatum anterius'un önünde yer alan alana tutunur ve karşı tarafa doğru uzanan lig. transversum genus aracılığıyla meniscus lateralis'in ön boynuzuna bağlanır. Arka boynuzu tibia'nın area intercondylaris posterior'una tutunur. Periferik kenarı fibröz eklem kapsülüne ve özellikle lig. collaterale tibiale'ye sıkıca yapışıktır. Bu sıkı bağlantı nedeniyle meniscus medialis, lateral menisküse göre daha az hareketlidir ve travmalara daha yatkındır (Arifoğlu, 2021; Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

Lig. transversum genus: Her zaman bulunmayabilen bu bağ, meniscus medialis ve meniscus lateralis'in ön boynuzları arasında uzanır. Lig. cruciatum anterius'un önünde yer alır ve her iki menisküsün anterior bölümleri arasında

bağlantı sağlayarak fonksiyonel uyuma katkıda bulunur (Arifoğlu, 2021; Taner & Sancak, 2013).

6. Diz Eklemi Etrafındaki Bursalar

Diz eklemi, yüzeysel yerleşimi nedeniyle travmalara karşı nispeten korunmasızdır. Ayrıca çevresinden kalın ve güçlü kas tendonlarının geçmesi, sürtünme ve basınç artışına zemin hazırlar. Bu nedenle, tendonlar, kemik çıkıntılar ve cilt arasında sürtünmeyi azaltmak ve hareketi kolaylaştırmak amacıyla çok sayıda bursa (sinovyal sıvı içeren kese) bulunur. Bu bursalar, mekanik stresin azaltılmasında ve tendon hareketlerinin daha akıcı gerçekleşmesinde önemli rol oynar (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013).

Diz eklemine ön (anterior) tarafında yer alan başlıca bursalar şunlardır:

- ***Bursa subcutanea prepatellaris:*** Patella'nın alt yarısı ile deri arasında bulunur. Özellikle direkt travmalara bağlı gelişen prepatellar bursit ile klinik önem taşır.
- ***Bursa subcutanea infrapatellaris:*** Tuberositas tibiae'nin ön yüzü ile deri arasında yer alır.
- ***Bursa infrapatellaris profunda:*** Tibia'nın proksimal ön yüzü ile lig. patellae arasında bulunur; patellar tendon hareketleri sırasında sürtünmeyi azaltır.

Bursa suprapatellaris: Geniş bir bursadır ve çoğunlukla diz eklem boşluğu ile bağlantılıdır. Femur'un distal ön yüzü ile m. quadriceps femoris'in alt bölümü ve tendonu arasında yer alır (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013).

Diz eklemine dış (lateral) tarafında yer alan başlıca bursalar ve sinovyal uzantılar şunlardır:

- ***Bursa subtendinea musculi gastrocnemii lateralis:*** Eklem kapsülü ile m. gastrocnemius'un lateral başı arasında bulunur.
- ***Bursa subtendinea musculi bicipitis femoris inferior:*** Lig. collaterale fibulare ile m. biceps femoris tendonunun arasında yer alır.
- ***Recessus subpopliteus:*** M. popliteus tendonu ile femur'un condylus lateralis'i arasında bulunur. Membrana synovialis'in bir uzantısı şeklindedir ve lateral menisküs ile ilişkili bir sinovyal cep oluşturur.

Bursa subtendinea musculi poplitei: Lig. collaterale fibulare ile m. popliteus tendonu arasında yer alan bursadır (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013).

Diz eklemine iç (medial) tarafında bulunan başlıca bursalar şunlardır:

- **Bursa subtendinea musculi gastrocnemii medialis:** Eklem kapsülü ile m. gastrocnemius'un medial başı arasında yer alır.

- **Bursa musculi semimembranosi:** M. semimembranosus tendonu ile eklem kapsülü arasında bulunur. Bazı bireylerde eklem boşluğu ile bağlantı gösterebilir.

- **Bursa anserina (pes anserinus bursası):** Pes anserinus'u oluşturan m. semitendinosus, m. gracilis ve m. sartorius tendonları ile lig. collaterale tibiale arasında yer alır. Klinik olarak anserin bursit açısından önemlidir.

- **Lig. collaterale tibiale ile femur arasındaki bursa:** Medial kollateral bağ ile femur arasında küçük bir bursa bulunabilir. Eklem kapsülü, meniscus medialis ve m. semimembranosus arasında yer alan küçük bursaların sayı ve yerleşimleri bireyler arasında değişkenlik gösterebilir.

M. semitendinosus ile m. semimembranosus arasındaki bursa: Çoğu bireyde bu iki tendon arasında da küçük bir bursa bulunabilir (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016; Taner & Sancak, 2013).

7- Diz Eklemine Etkileyen Kaslar

Diz eklemine stabilitesi ve hareket açıklığı, hem uyluk hem de kalça bölgesinden gelen kasların koordineli çalışması ile sağlanmaktadır. Bu kaslar diz eklemine fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine katkıda bulunur.

M. gracilis: M. gracilis, pubis'in corpus'u ve ramus inferior'undan başlar ve pes anserinus aracılığıyla tibia'nın facies medialis'inde sonlanır. İnervasyonu n. obturatorius tarafından sağlanır. Fonksiyonel olarak kalça eklemine adduksiyon, diz eklemine ise fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

M. sartorius: Vücudun en uzun kası olan m. sartorius, spina iliaca anterior superior'dan başlar ve pes anserinus'a katılarak tibia'nın facies medialis'inde sonlanır. İnervasyonu n. femoralis tarafından sağlanır. Kalça eklemine fleksiyon, abduksiyon ve dış rotasyon; diz eklemine ise fleksiyon ve iç rotasyon hareketlerine katkıda bulunur (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

M. quadriceps femoris: M. quadriceps femoris, uyluğun ön kompartmanında yer alan ve dört baştan oluşan güçlü bir kas grubudur:

- **M. rectus femoris:** Spina iliaca anterior inferior ve acetabulum'un superior kısmından başlar.

- **M. vastus lateralis:** Trochanter major ve linea asperae'nin labium laterale'sinden başlar.

- **M. vastus intermedius:** Corpus femoris'in facies anterior ve facies lateralis'inden başlar.

- **M. vastus medialis:** Linea asperae'nın labium mediale'sinden başlar.

Bu dört kas birleşerek patella'nın basis'ine tutunur ve ligamentum patellae aracılığıyla tuberositas tibiae'ya uzanır. İnnervasyonu n. femoralis tarafından sağlanır. M. quadriceps femoris, diz ekleminde ekstansiyon yaptıran en güçlü kastır ve özellikle ayakta durma, yürüme ve koşma sırasında diz stabilitesinin sağlanmasında kritik rol oynar (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

M. Biceps Femoris: M. biceps femoris, uyluğun arka kompartımanında yer alan ve iki başlı yapıya sahip bir kastır. Caput longum, tuber ischiadicum'dan; caput breve ise femur'un labium laterale lineae asperae'sinden köken alır. Her iki baş distalinde birleşerek caput fibulae'ye ve kısmen tibia'nın condylus lateralis'ine tutunur. Caput longumu n. tibialis, caput breve'i n. fibularis communis innerve eder. Fonksiyonel olarak kalça ekleminde ekstansiyon, diz ekleminde fleksiyon yaptıırır. Ayrıca diz fleksiyon pozisyonunda dış rotasyona katkı sağlar. İskiokrural kas grubunun bir üyesidir (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

M. Semitendinosus: M. semitendinosus, tuber ischiadicum'dan başlar ve distalinde tibia'nın facies medialis'inde, pes anserinus aracılığıyla sonlanır. İnnervasyonu n. tibialis tarafından sağlanır. Kalça ekleminde ekstansiyon, diz ekleminde fleksiyon ve fleksiyon pozisyonunda iç rotasyon hareketine katkıda bulunur. İskiokrural kas grubuna dahildir (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

M. Semimembranosus: M. semimembranosus, tuber ischiadicum'dan köken alır ve tibia'nın condylus medialis'ine tutunur. İnnervasyonu n. tibialis tarafından sağlanır. Fonksiyonel olarak kalça ekstansiyonu ve diz fleksiyonu sağlar; ayrıca diz fleksiyonda iken iç rotasyona katkıda bulunur. İskiokrural kas grubunun bir üyesidir (Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

8. Diz Ekleminin Arterleri

A. genus descendens, a. poplitea'nın r. genicularis'leri, a. tibialis anterior'un a. recurrens tibialis anterior dalı, a. circumflexa femoris lateralis'in r. descendens'i ile beslenir (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016).

9. Diz Ekleminin Sinirleri

N. femoralis, n. obturatorius, n. tibialis ve n. fibularis communis'ten gelen dallar tarafından innerve edilir (Arifoğlu, 2021; Arıncı & Elhan, 2016).

10. Diz Ekleminin Hareketleri

Diz ekleminde temel olarak fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapılır; belirli pozisyonlarda ise sınırlı düzeyde iç (medial) ve dış (lateral) rotasyon mümkündür. Aktif kas gücü ile diz ekleminde yaklaşık 130° fleksiyon sağlanabilir. Pasif yardım ile bu açı yaklaşık 150°'ye kadar artırılabilir. Ekstansiyon, uyluk ve bacağın aynı düzleme gelmesiyle tamamlanır ve

yaklaşık 180° olarak kabul edilir. Tam ekstansiyon pozisyonunda diz eklemine tüm bağları gerilir. Bu durumda tibia ve femur adeta tek bir kemik gibi davranır ve menisküsler kompresyona uğrar. Rotasyon hareketi, fleksiyon ve ekstansiyona kıyasla oldukça sınırlıdır; çünkü kollateral ve çapraz bağlar bu hareketi kısıtlar. Diz eklemine bağların izin verdiği rotasyon açısı sınırlıdır. Ortalama olarak yaklaşık 5–10° iç rotasyon ve 40–50° dış rotasyon yapılabilir (Arıncı & Elhan, 2016; Snell & Yıldırım, 1998; Taner & Sancak, 2013).

11. Diz Eklemi Kliniği

Diz eklemi, alt ekstremitenin en büyük ve en karmaşık sinovyal eklemidir. Yürüme, koşma, merdiven inip-çıkma ve çömelme gibi temel fonksiyonların gerçekleştirilmesinde merkezi rol oynar. Yük taşıyan eklemler arasında hem yüksek mekanik strese maruz kalması hem de anatomik uyumsuzluklar ve dizilim bozukluklarının sık görülmesi nedeniyle, kıkırdak lezyonları ve dejeneratif süreçlerin en sık yerleştiği eklemlerden biridir (Maccacci, Filardo, & Kon, 2013). Eklem kıkırdağının sınırlı iyileşme kapasitesi, dizde gelişen fokal kıkırdak lezyonlarının tedavi edilmediği durumlarda progresif olarak ilerlemesine ve zamanla eklem üç kompartmanını da tutan yaygın artroza dönüşmesine neden olabilir (Behery, Siston, Harris, & Flanigan, 2014; Martinez-Carranza, Rockborn, Roberts, Högström, & Stålmán, 2021). Bu süreç, özellikle ileri yaş popülasyonda diz osteoartritinin (OA) ağrı ve fonksiyonel kısıtlılığın başlıca nedenlerinden biri haline gelmesine zemin hazırlamaktadır (Demiriz & Sarıkaya, 2021).

11.1 Diz Eklemine Başlıca Klinik Sorunları

11.1.1 Diz Osteoartriti

Diz osteoartriti (OA), eklem sertliği, ağrı ve fonksiyon kaybı ile seyreden, yaşla ilişkili inflamatuvar-dejeneratif bir eklem hastalığıdır (Demiriz & Sarıkaya, 2021). Klinik tablo ilerleyici özellik gösterir ve semptomların şiddeti hastalığın evresine göre değişkenlik gösterebilir.

Ağrı, diz OA'nin en önemli ve en sık görülen semptomudur. Genellikle başlangıçta sinsi, aralıklı, derin ve sızlayıcı karakterde olup yürüme, merdiven inip-çıkma ve çömelme gibi yük bindiren aktivitelerle artış gösterir. Hastalık ilerledikçe istirahat ağrısı ve gece ağrısı da tabloya eklenebilir. Bununla birlikte, ağrı şiddeti her zaman radyolojik bulgularla paralellik göstermeyebilir. Ağrının patofizyolojisinde; osteofitlerin periostu irrite etmesi, subkondral mikrofraktürler, kemik içi basınç artışı, kapsül distansiyonu, sinovit, bursit ve periartiküler kas spazmı gibi çeşitli mekanizmalar rol oynamaktadır (Demiriz & Sarıkaya, 2021).

Eklemler tutukluğu, genellikle inaktivite sonrası ortaya çıkar ve çoğunlukla 30 dakikadan kısa sürer. Bu durum; eklem yüzleri arasındaki uyumsuzluk, kas spazmı, kapsüller kontraktür ya da osteofitler ve serbest cisimlerin oluşturduğu mekanik engel ile ilişkilidir

Krepitasyon, diz OA'nin en belirgin fizik muayene bulgularından biridir. Düzensizleşmiş eklem yüzeylerinin birbirini üzerinde kayması sırasında hissedilen veya duyulan çıtırtı sesleri şeklinde tanımlanır (Demiriz & Sarıkaya, 2021).

11.1.2 Ön Çapraz Bağ (ACL) Yaralanmaları

Ön çapraz bağ yaralanmaları genellikle ani yön değiştirme, pivot hareketi veya hiper ekstansiyon mekanizması ile ortaya çıkan, dizin rotasyonel ve anterior stabilitesini bozan travmatik lezyonlardır. Sporcularda sık görülür ve özellikle genç aktif bireylerde insidansı yüksektir (Martinez-Calderon et al., 2025). Yaralanma sırasında “kopma” sesi hissi, hızlı gelişen hemartroz, instabilite hissi, boşalma atakları ve özellikle dönme hareketlerindeki güvensizlik en belirgin semptomlardır (Azar, Canale, & Beaty, 2020; Martinez-Calderon et al., 2025).

11.1.3 Arka Çapraz Bağ (PCL) Yaralanmaları

Arka çapraz bağ yaralanmaları genellikle diz fleksiyondayken tibianın posterioara doğru zorlanması sonucu oluşur. PCL, tibianın posterior translasyonunu sınırlar; yaralanması posterior instabiliteye yol açar. Klinik olarak posterior diz ağrısı, şişlik, özellikle merdiven inme sırasında zorlanma ve bazı olgularda belirgin instabilite hissi görülür. ACL yaralanmalarına göre daha nadirdir ve semptomlar bazen daha silik seyredebilir (Azar et al., 2020).

11.1.4 Menisküs Yaralanmaları

Menisküs yırtıkları travmatik (özellikle genç sporcularda rotasyonel zorlanma) veya dejeneratif (orta-ileri yaşta) olabilir. Menisküsler yük dağılımı ve şok absorpsiyonunda önemli rol oynar; yırtıkları mekanik semptomlara yol açabilir. Klinik bulgular arasında eklem aralığında lokalize ağrı, takılma veya kilitlenme hissi, klik sesi, çömelme ile artan ağrı ve bazen effüzyon yer alır. Dejeneratif yırtıklar genellikle sinsi başlangıçlıdır (Luvsannyam, Jain, Leitao, Maikawa, & Leitao, 2022).

11.1.5 Kollateral Bağ Yaralanmaları (MCL-LCL)

Medial kollateral bağ (MCL) ve lateral kollateral bağ (LCL) yaralanmaları genellikle valgus (MCL) veya varus (LCL) stres sonucu oluşur. MCL yaralanmaları daha sık görülür. Klinik olarak yaralanma tarafında lokalize ağrı, hassasiyet, şişlik ve stres testleri ile instabilite saptanır. Ağrı genellikle bağın anatomik seyri boyunca palpe edilir ve dizin yan stabilitesi etkilenir (Azar et al., 2020).

11.1.6 Patellofemoral Ağrı Sendromu (PFAS)

Patellofemoral ağrı sendromu, patella ile femur arasındaki eklem yüzeyinden kaynaklanan, özellikle genç ve aktif bireylerde görülen anterior diz ağrısının en sık nedenlerinden biridir. Patellanın biyomekanik izleme bozukluğu ve yük artışı temel patofizyolojik mekanizmalardandır. Klinik olarak merdiven çıkma-inme, çömelme, uzun süre oturma ile artan anterior diz ağrısı, krepitasyon ve patella çevresinde hassasiyet görülür (Sanchis et al., 2024).

11.1.7 Bursit ve Tendinitler

Diz çevresindeki bursaların inflamasyonu (örneğin prepatellar, infrapatellar veya pes anserin bursiti) ve tendonların aşırı kullanımına bağlı gelişen tendinit/tendinopatiler (özellikle patellar tendinopati) tekrarlayıcı mikrotravma ve aşırı yüklenme ile ilişkilidir. Klinik olarak lokalize şişlik, hassasiyet, aktiviteyle artan ağrı ve palpasyonla duyarlılık tipiktir. Patellar tendinopatide özellikle zıplama veya koşma sırasında ön diz ağrısı belirgindir (Azar et al., 2020).

Kaynaklar

- Abdelwahab, M. G., Sadek, S. A., & Nassar, A. (2018). Morphological and Histological Prenatal Studies on Some Structures of the Developing Human Knee Joint. *Journal of American Science*, 14(12).
- Arifoğlu, Y. (2021). Her Yönüyle ANATOMİ 3. BASKI.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2016). *Anatomi* (6. Baskı) Ankara: Günes Tıp kitabevleri.
- Azar, F. M., Canale, S. T., & Beaty, J. H. (2020). *Campbell's Operative Orthopaedics, E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Behery, O., Siston, R. A., Harris, J. D., & Flanigan, D. C. (2014). Treatment of cartilage defects of the knee: expanding on the existing algorithm. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(1), 21-30.
- Demiriz, S. Y., & Sarıkaya, S. (2021). Diz Osteoartriti Hastalarında Tanı ve Kılavuzlar Işığında Güncel Tedavi. *Medical Journal of Western Black Sea*, 5(2), 115-124.
- Gardner, E., & O'Rahilly, R. (1968). The early development of the knee joint in staged human embryos. *Journal of anatomy*, 102(Pt 2), 289.
- Kim, M., Koyama, E., Saunders, C. M., Querido, W., Pleshko, N., & Pacifici, M. (2022). Synovial joint cavitation initiates with microcavities in interzone and is coupled to skeletal flexion and elongation in developing mouse embryo limbs. *Biology Open*, 11(6), bio059381.
- Levitt, S., Park, N., Cheng, R., Ayhan, E., Zazulak, B., Joo, P., . . . Medvecky, M. J. (2025). Embryonic and fetal development of the human knee with an emphasis on the posterior cruciate ligament: a literature review. *Annals of Joint*, 10, 10.
- Luvsannyam, E., Jain, M. S., Leitao, A. R., Maikawa, N., & Leitao, A. E. (2022). Meniscus tear: pathology, incidence, and management. *Cureus*, 14(5).
- Makarov, A., Mironov, S., Lisitsyn, M., Saveliev, S., Nikitin, V., & Gudimova, V. (2001). Embryonic development of the cruciate complex of the human knee joint: I. Anlage and primary differentiation. *NN Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*, 8(1), 57-61.
- Marcacci, M., Filardo, G., & Kon, E. (2013). Treatment of cartilage lesions: what works and why? *Injury*, 44, S11-S15.
- Martinez-Calderon, J., Infante-Cano, M., Matias-Soto, J., Perez-Cabezas, V., Galan-Mercant, A., & Garcia-Muñoz, C. (2025). The incidence of sport-related anterior cruciate ligament injuries: an overview of systematic reviews including 51 meta-analyses. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2), 174.
- Martinez-Carranza, N., Rockborn, P., Roberts, D., Högström, M., & Stålman, A. (2021). Successful treatment of femoral chondral lesions with a novel customized metal implant at midterm follow-up. *Cartilage*, 13(1_suppl), 1726S-1733S.
- Mérida-Velasco, J. A., Sánchez-Montesinos, I., Espín-Ferra, J., Rodríguez-Vázquez, J. F., Mérida-Velasco, J. R., & Jiménez-Collado, J. (1997). Development of the hu-

- man knee joint. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 248(2), 269-278.
- Mirida-Velasco, J. (1997). Development of the human knee joint ligaments. *Anat. Rec*, 248(2), 259-268.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Şahinoğlu, K. (2007). *Kliniğe yönelik anatomi: Nobel Tıp Kitabevleri*.
- Morales-Avalos, R., Lopez-Serna, N., Erosa-Villarreal, R. A., Padilla-Medina, J. R., Cortés-Álvarez, C. D., Torres-González, V., . . . Soto-Dominguez, A. (2024). Morphological Description of the Embryonic to Fetal Development of the Menisco-Tibio-Popliteus-Fibular Complex and the Anterolateral Ligament. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 12(12), 23259671241302770.
- Ogata, S., & Uthoff, H. K. (1990). The development of synovial plicae in human knee joints: an embryologic study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 6(4), 315-321.
- Sanchis, G. J. B., Barbosa, J. V. d. S., Cavalcanti, R. L., Bezerra, J. P., Santos, M. L. d., Guedes, T. S. R., . . . Oliveira, A. G. R. d. C. (2024). Patellofemoral pain syndrome in children and adolescents: A cross-sectional study. *Plos one*, 19(4), e0300683.
- Snell, R. S., & Yıldırım, M. (1998). *Tıp Fakültesi öğrencileri için klinik anatomi: Nobel Tıp*.
- Sobotta, J., Paulsen, F., & Waschke, J. (2011). *Sobotta Atlas of Human Anatomy. Vol. 1: Elsevier/Urban & Fischer*.
- Taner, D., & Sancak, B. (2013). Fonksiyonel anatomi ekstremiteler ve sırt bölgesi. *Baskı. Ankara: HYB Yayıncılık*, 1-3.