

Menisküs: anatomi ve proprioepsiyon

Halit Pınar⁽¹⁾

Menisküsler tibia eklem yüzeyinin derinleşmesini sağlayan ve diz için çok önemli olan fibröz dir. Lateral menisküs medial menisküse göre daha hareketlidir. Menisküs boynuzlarının kemik insersiyonlarının anatomisi son yıllarda daha iyi anlaşılmıştır. Menisküs transplantasyonunda başarı için öncelikle boynuzların anatomik yerleşimi çok önemlidir. Medial menisküs ön boynuzunun yapışma yeri farklılıklar gösterir. Meniskofemoral ligamanların insidans ve önemleri ile ilgili bir fikir birliği yoktur. Artroskopik menisküs tamirlerinde medialde safen ven ve sinir, lateralde peroneal sinir, arkada popliteal damar ve sinirlerle komşuluğu hatırlanmalıdır. Erişkinde menisküslerin periferik %25-30'unda kanlanma mevcuttur. Menisküslerin proprioseptif fonksiyonları mikroskopik ve klinik olarak gösterilmiştir. Total kollajenin %90'ı Tip I'dir. Kollajen lifler dairesel ve radial olarak uzanırlar. Menisküs içinde bir kanal sisteminin varlığı da gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Menisküs, anatomi, proprioepsiyon

Meniscus: anatomy and proprioception

The semilunar fibrocartilages are of utmost importance to the knee joint. The lateral meniscus is more mobile than its medial counterpart. The anatomic replacement of the anterior and posterior horns is a definite prerequisite for a good result following meniscus transplantation. The anterior horn insertion of the medial meniscus shows great variations. The exact incidence and importance of the meniskofemoral ligaments is still not known. The anatomy of the important neurovascular structures should be kept in mind for a safe arthroscopic meniscus repair. The peripheral 25-30% has blood supply. The proprioceptive function of the menisci has been demonstrated by electron microscopic and clinical studies. The orientation of the collagen fibers is radial and circumferential. A system of nutrient canals has been shown recently.

Keywords: Meniscus, anatomy, proprioception.

Menisküsler femur kondilleri ile tibia arasında yerleşmiş C- şeklindeki fibröz kıkırdaklardır. Tibia eklem yüzeyinin derinleşmesini sağlayan menisküsler tibianın fonksiyonel uzantıları olarak da kabul edilebilirler. Menisküslerin periferik kenarı kalın ve konveks olup eklem kapsülünün iç kısmına tutunur; merkeze doğru giderek incelenerek serbest hale gelir. böylece, frontal kesitlerde proksimal (femoral) yüzeyi konkav, distal (tibia) yüzeyi düz olmak üzere üçgen şeklinde görülürler (Şekil 1). Menisküslerin ön ve arka boynuzlarında tibiya doğrudan kemiksel tutunmaları vardır. Transvers ligaman heriki menisküsün ön boynuzlarını birbirine bağlar.

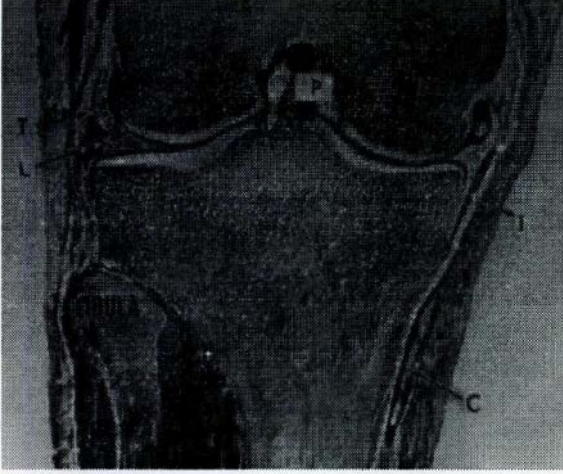
Medial menisküs C- şekline daha çok benzer; yarım daire şeklindedir (Şekil 2). Uzunluğu yaklaşık 3.5 cm. olup, arka kısmı öne göre daha geniştir. Bununla beraber varyasyonlar olabilir; bazen ön ve arka kısımlarının genişliği çok farklı olmayabilir.

Medial menisküs tüm çevresi boyunca eklem kapsülüne tutunur. Bu kapsüller tutunmanın tibial kısmı genellikle koroner ligaman olarak anılır. eklem kapsülünün yoğunlaşmasıyla oluşan derin medial ligaman (medial kollateral ligamanın derin lifleri) ile orta kısımda tibia ve femura sıkıca tutunmuştur (Şekil 1, 2). Medial menisküse doğrudan yapışan bir adale yoktur, fakat semimembranozus'un indirekt kapsüller bağlantıları arka boynuzun kısmen retraksiyonunu sağlayabilir.

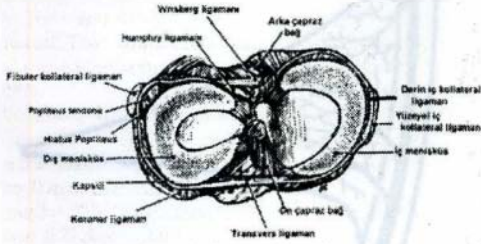
Menisküs transplantasyonunun uygulanmaya başlamasıyla menisküs boynuzlarının kemik insersiyon bölgelerinin anatomisi son yıllarda daha iyi anlaşılmıştır (18, 20). Yüklenmede menisküsler üzerine gelen yükler eklem yüzeyine dik olarak etkir ve vertikal ve radial komponentlere bölünür. Radial yönde etkiyen yük menisküsü eklem periferine doğru zorlar. Bu kuvvete karşı koymak için menisküs içinde gelişen tensil strese "hoop stresi" denir. Aksiyel yüklenme esnasında menisküs boynuzundan cisminde hoop stres transferini korumak için öncelikle boynuzların çapraz bağların rekonstrüksiyonlarında olduğu gibi anatomik olarak yerleştirilmeleri gerekir. Menisküs insersiyon ligamanları kuvvetli olup ön ve arka boynuzların sabit uzantılarıdır; şekil ve boyutları farklılıklar gösterir.

Medial menisküs ön boynuzu medial tibial eminentia ile aynı hizada olmak üzere anterior interkondiler fossa'ya, ön çapraz bağ tibial insersiyonunun 6-8 mm. önüne yapışır (Şekil 3). Burada insersiyon ligamanının arka lifleri transvers ligaman ile birleşir. Medial menisküs ön boynuzunun yapışma yeri farklılıklar gösterir. Berlet ve ark. (5) kadavra çalışmasında 4 farklı yapışma şekli tanımlamışlardır. Tip I: anterior interkondiler fossaya yapışma (%59), Tip II: bu bölge ile plato ön kenarı arasına (%24), Tip III: platonun ön kenarındaki eğime (%15), Tip IV: sıkı bir kemik tutunmanın olmaması (%3). Medial menisküs ön boynuz dislokasyonu olarak bilinen ve tartışıl-

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Doç. Dr.



Şekil 1: Diz ekleminin koronal kesiti. Beyaz ok: derin medial ligament, P. Arka çapraz bağ, T. Popliteus tendonu, C. Pes anserinus bursa, I. İntraligamentöz bursa, L. Lateral menisküsün kapsüler tutunması (14)

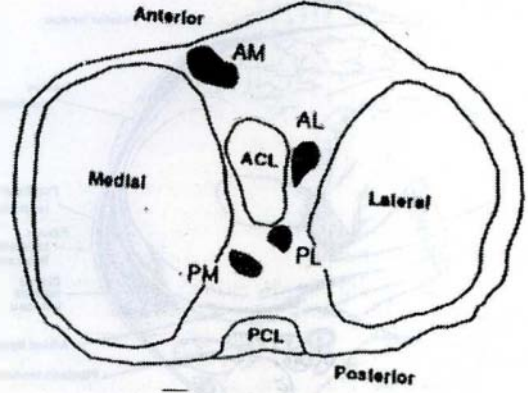


Şekil 2: Medial menisküs yarım daireye, lateral menisküs ise daireye benzer (22)

lan klinik antitenin (8) aslında yukarıda tanımlanan Tip IV anomali olduğunu düşünmekteyiz (25). Medial menisküs arka boynuzu ise arka çapraz bağ tibial insersiyonunun hemen önüne, lateral menisküs insersiyonunun arkasına yapışır (Şekil 3).

Lateral menisküs daire şeklinde olup, tibial eklem yüzeyinin daha fazla bir kısmını kaplar (Şekil 2). Tüm uzunluğu boyunca eni hemen aynıdır. Ön boynuzunun insersiyonu lateral tibial spinanın hemen önü ve ön çapraz bağ tibial insersiyonunun yanındır. (Şekil 2, 3). Tibiaya tutunma yerlerinde bu iki yapının bazı lifleri birleşir. Lateral menisküs arka boynuzu lateral tibial spinanın arkasına, medial menisküs arka boynuz insersiyonunun önüne yapışır. Her iki menisküs arka boynuz kemik insersiyonları birbirine çok yakındır. Lateral menisküs arka boynuzu da ön çapraz bağ tibial insersiyonu ile yakın ilişkiindedir (Şekil 3).

Lateral menisküs ön ve arka boynuzları arası 6-10 mm'dir. Bu yakınlık nedeniyle menisküsün transplantasyonunda açılan tüneller birbirine çok yakın olup kırılabilir. Bundan başka ön çapraz bağ ile lateral menisküs ön boynuzunun yakınlığı nedeniyle aynı seansta ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile lateral menisküs transplantasyonu güç olabilir, hatta transplantasyonun başka bir seansta yapılması önerilebilir (17).



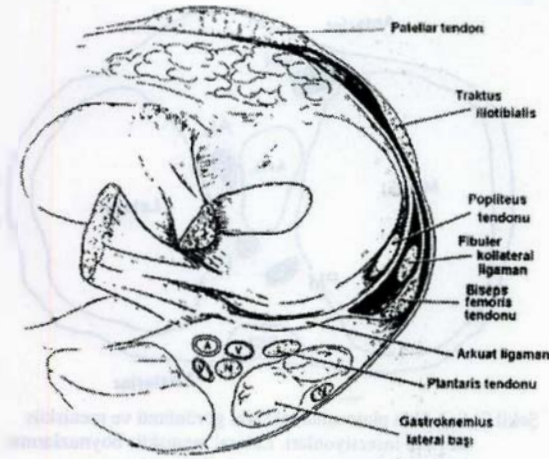
Şekil 3: Sağ tibia platosunun aksiyel görünümü ve menisküs boynuz insersiyonları. Lateral menisküs boynuzlarının insersiyonlarının ön çapraz bağ insersiyonuna ve birbirlerine olan yakınlıklarına dikkat ediniz. ACL. Ön çapraz bağ, PCL. Arka çapraz bağ, AM. Medial menisküs ön boynuz, PM. Arka boynuz, AL. Lateral menisküs ön boynuz, PL. Arka boynuz insersiyon yerleri (18)

Lateral menisküsün lateral kollateral ligamane tutunması yoktur. Popliteus tendonunun lateral menisküsün posterolateral kısmı ile lateral kollateral ligaman arasından geçtiği yerde (hiatus popliteus) menisküsün kapsüle tutulması kesintiye uğrar (Şekil 2, 4). Lateral menisküsün tibiaya tutunmasını sağlayan kapsül komponentleri menisküsü medialdeki kadar kuvvetli tespit etmezler. Bu nedenle lateral menisküs medial menisküse göre daha mobildir ve ön-arka yöndeki hareket açıklığı 1 cm'i bulabilir. Bu hareketlilikte ön ve arka boynuz yapışma yerlerinin birbirine yakın olması da rol oynar. Arkuat ligamanın lateral-menisküse, popliteus adelesinin de hem arkuat ligaman, hem menisküse sıkı bir şekilde tutunması nedeniyle diz ekstansiyondan fleksiyona gelirken tibiyanın internal rotasyonu sırasında menisküsün arka segmenti dinamik olarak arkaya doğru retrakte olur (Şekil 5).

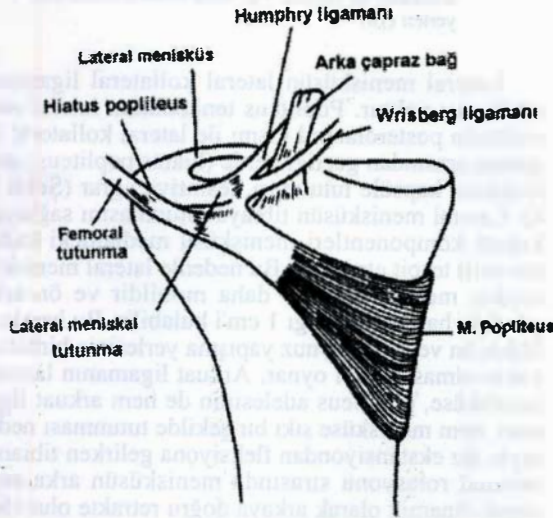
Meniskofemoral ligamanlar

Meniskofemoral ligamanlar lateral menisküsün arka boynuzundan medial femur kondilinin lateraline uzanan aksesuar ligamanlardır (Şekil 2, 5). Anterior meniskofemoral ligaman (Humphry ligamanı) arka çapraz bağın önünde, posterior meniskofemoral ligaman (Wrisberg ligamanı) ise arkasındadır. Bu ligamanların kalınlıkları çok değişken olup, bazen arka çapraz bağın yarısı kadar olabilirler.

Bu yapıların dizdeki varlıkları da çok değişkendir. Bir çalışmada bu iki ligamandan birisi eşit sıklıkta olmak üzere 140 dizin %71'inde bulunmuştur (15). Bu dizlerin sadece 8'inde heriki ligaman da mevcuttu. Bunun tersine başka çalışmalarda %88 oranında (13) ve tüm dizlerde (24) en az bir ligaman saptanmıştır. Bu ligamanlar lateral menisküs arka boynuzunun insersiyon anatomisini karmaşık hale getirirler. Transplantasyon ile bu bölgenin anatomisini yeniden oluşturmak güçtür (20).



Şekil 4: Lateral menisküsün çevresindeki önemli yapılarla komşuluğunu gösteren aksiyel kesit (2)



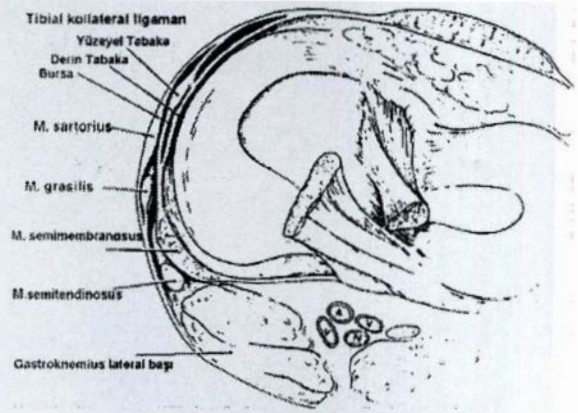
Şekil 5: Popliteus adalesinin lateral menisküs arka boynuzuna kısmen insersiyonu (21)

Önemli yapılarla komşuluk

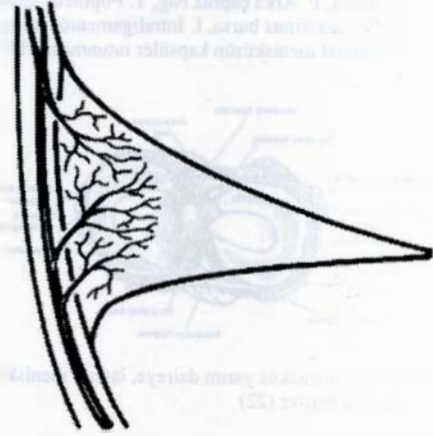
Özellikle heriki menisküs arka 1/3'lük kısımlarının artroskopik tamiri açısından önemli yapılarla olan komşuluklarını da vurgulamak gerekir. risk altındaki yapılar medialde safen ven ve safen sinir, lateralde peroneal sinirdir (Şekil 4). Popliteal damar-sinir paketi içinde en öndeki, yani posteriorkapsül ile temasta olan yapı popliteal arter olup orta hattın hafif lateralindedir (Şekil 4, 6). Popliteal arter heriki menisküs arka boynuzları ile ilgili cerrahi işlemler esnasında risk altındadır.

Nörovasküler anatomi

Kanlanmanın çoğu inferior ve superior lateral ve medial genikuler arterlerden olur (1, 14). Bu damarlardan çıkan dallar sinovyal ve kapsülün içerisinde perimeniskal kapiller pleksusu oluştururlar. Bu perimeniskal damarlar dairesel şekilde seyredip eklem



Şekil 6: Medial menisküsün çevresindeki önemli yapılarla komşuluğunu gösteren aksiyel kesit (2)



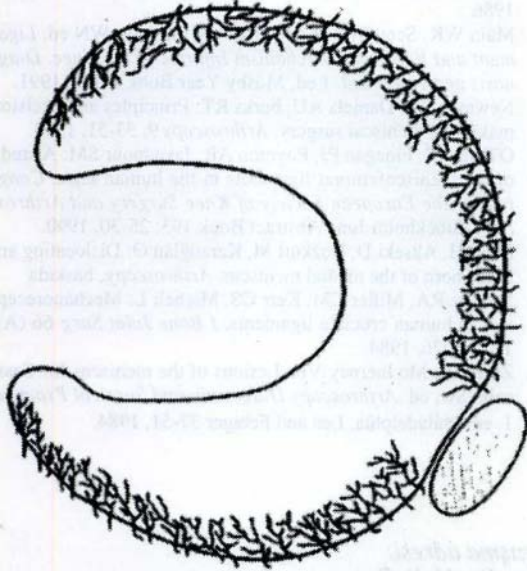
Şekil 7: Menisküsün periferik üçte birinin kanlanmasını gösteren kesit (27)

merkezine doğru radial dallar verirler (Şekil 7). Erişkinde medial menisküsün periferik %10-30'unda, lateral menisküsün %10-25'inde damarlanma mevcuttur (Şekil 8) (1, 4).

Orta genikuler arterden çıkan sinovyal damarlar da ön ve arka boynuz tutunma yerlerinden girerek endoligamentöz damarları oluştururlar. Hiatus popliteus dışında heriki menisküsün periferi ince bir vasküler sinovyal kıvrım ile kaplanmıştır. Bu doku menisküslerin hem superior, hem inferior yüzeyleri boyunca 1-3 mm uzanır fakat menisküs dokusunun kanlanmasına katkıda bulunmaz (1). Yaşlanma ile birlikte damarlanma azalır. Yeni doğanda menisküslerin periferik %50'si kanlanırken, 40 yaşında bu %20'nin altına düşer (1, 9, 10).

1988'de elektron mikroskopik olarak menisküsün periferindeki damarlar ile ilişkili olan ve menisküsün en santral kısmına dek uzanan peççok kanallardan oluşan bir sistemin varlığı gösterilmiştir (6).

İnsan menisküs dokusunun innervasyonu ile ilgili bilgiler henüz pek azdır. 1978'den itibaren kedi ve köpek menisküslerinde sinir reseptörlerinin varlığı gösterilmesine rağmen (16) Schultz ve ark. (26) in-



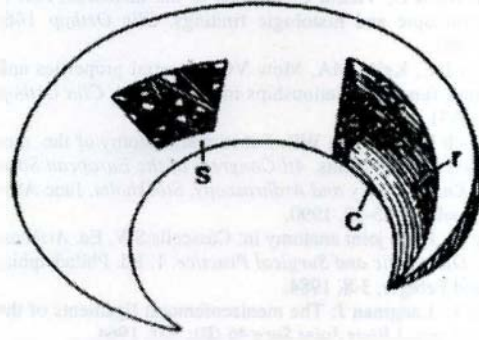
Şekil 8: Perimeniskal kapiller pleksusun menisküs periferini penetrasyonu. Lateral menisküste hiatus popliteus önünde küçük bir segmentin pleksustan kanlanması yoktur (23)

san menisküs dokusunda bu reseptörleri bulamamışlardır. Buna karşılık Kennedy ve ark. (19) perimeniskal bağ dokusunda sinir dokusu saptamışlardır. 1922'de Assimakopoulos ve ark. (3) menisküs cisminin periferik ve medial 1/3'lük kısımlarında serbest sinir uçları, ön ve arka boynuzlarda da üç tip enkapsüle mekanoreseptör saptamışlardır. Bu bulgularla menisküslerin proprioseptif bilgiyi alıp dağıttığı, dolayısıyla derin duyu fonksiyonuna katkıda bulunduğu söylenebilir. İzole medial menisküs yırtığından sonra propriyepsiyonda belirgin bir kötüleşme, artroskopik parsiyel menisektomiden sonra ise belirgin bir düzelme klinik olarak gösterilmiştir (16).

Mikroanatomi

Menisküs yoğun ekstrasellüler matriks ile çevrilmiş nibpeten az sayıda hücreden oluşan tipik bir bağ dokudur. Menisküs hücreleri kondrosit görünümünde olup fibröz kıvrımda matriks ürettiklerinde fibrokondrosit olarak anılır. başlıca iki morfolojik tiptedir: yüzeyel zonda bulunan fusiform hücreler ve derin zondaki ovoid hücreler.

Yaşa ve canlı türüne göre değişmek üzere menisküsün %70'i sudur. Ekstrasellüler matriksin %60-70'ini kollajen, geri kalan kısmını proteoglikanlar, matriks glikoproteinleri ve elastin oluşturur. Total kollajenin %90'ı Tip I'dir; Tip II, V, VI'da herbiri %1-2 oranında olmak üzere vardır. elektroforez çalışmaları ile Tip III kollajene de rastlanmıştır. Menisküsün santral üçte ikisindeki kollajen, radial (transvers) ve dairesel liflerin karışımından oluşurken, periferik üçte birinde dairesel lifler egemendir (Şekil 9) (4, 7). Radial liflerin bazıları dairesel liflerin arasında "bağlayıcı lifler" olarak çalışarak longitudinal yırtılmaya karşı koyarlar (7). Bu liflerin dizilimi menisküslerin rotasyonel kuvvetlerle yırtılma eğiliminden sorumludur. Rotasyon özellikle aksiyel kompresyonla birlikte olduğunda menisküsü tibia ile femur arasında sıkıştırarak yırtık yapacak kadar tensil kuvvetler oluşturur; radial lifler hasarlanırsa longitudinal yırtık, dairesel lifler hasarlanırsa radial yırtık oluşur.



Şekil 9: Menisküsün kollajen yapısı. Yüzeyel zonda (s) ve derin zonda (c) kollajen liflerinin dizilimi. Ayrıca radial lifler (r)'de görülüyor (12)

Menisküslerin superior ve inferior kısımları, menisküsün iç üçte ikisini kateden ve "orta perforan lifler" adı verilen horizontal dizilimli liflerin toplanmasından oluşan lifler tarafından iki laminaya ayrılmıştır (11). Dize gelen çeşitli yüklenmelerle üst ve alt laminalar arasında makaslama hareketi oluşur. Bu orta perforan liflerden oluşan bölge avaskülerdir ve iyileşme potansiyeli zayıftır; zamanla bu planda dejeneratif horizontal klivaj yırtığı gelişebilir.

Kaynaklar

1. Arnoczky SP, Warren RF: Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med* 10: 90-95, 1982.
2. Arnoczky SP, Skyhar MJ, Wickiewicz TL: Basic science of the knee in: McGinty J B, Ed. *Operative Arthroscopy*. 1. Ed New York, Raven Press, 155-181, 1991.
3. Assimakopoulos AP, Katonis PG, Agapitos MV, Exarchou EI: The innervation of the human meniscus. *Clin Orthop* 275: 232-236, 1992.
4. Beaupre A, Choukroun R, Guidovin R, Garneau R, Gerardin H: Knee menisci: correlation between microstructure and biomechanics. *Clin Orthop* 208: 72-75, 1986.
5. Berlet GC, Fowler PJ, Hales AL: The anterior horn of the medial meniscus: An anatomical study of its insertion. *64th Annual Meeting of the American Academy of the Orthopaedic Surgeons. Abstract book*, 56: 13-17, 1997.
6. Bird MDT, Sweet MBE: A system of nutrient canals in the semilunar menisci. *3rd Congress of the European Society of Knee Surgery and Arthroscopy Amsterdam May Abstract Book*5: 16-20, 1988.
7. Bullough PG, Munuera L, Murphy J, Weinstein AM: The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. *J Bone Joint Surg* 58 (B): 564-9570, 1970.
8. Clancy WG, Keene JS, Goletz TH: Symptomatic dislocation of the anterior horn of the medial meniscus. *Am J Sports Med* 12: 57-64, 1984.
9. Clark CR, Ogden JA: Development of the menisci of the human knee joint. *J Bone Joint Surg* 65 (A): 530, 1983.
10. Day B, Mackenzie WG, Shimm et al: The knee vascular and nerve supply of the human meniscus. *Arthroscopy* 1: 58, 1985.

11. Ferrer-Roca O, Vilalta C: Lesions of the meniscus. Part I: Macroscopic and histologic findings. *Clin Orthop* 146: 289, 1980.
12. Fithian DC, Kelly MA, Mow VC: Material properties and structure-function relationships in the menisci. *Clin Orthop* 252: 19-31, 1990.
13. Friedrich NF, O'Brien WR: Functional anatomy of the menisofemoral ligaments. *4th Congress of the European Society of Knee Surgery and Arthroscopy, Stockholm, June Abstract Book* 31: 25-30, 1990.
14. Harty M: Knee joint anatomy in: Casscells SW, Ed. *Arthroscopy: Diagnostic and Surgical Practice*. 1. Ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 3-8, 1984.
15. Heller L, Langman J: The menisofemoral ligaments of the human knee. *J Bone Joint Surg* 46 (B): 307, 1964.
16. Jerosch J, Prymka M: Proprioception and joint stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 4: 171-179, 1996.
17. Johnson DL, Swenson TM, Harner CD: Meniscal reconstruction using allograft tissue: An arthroscopic technique. *Oper Tech Sports Med* 2: 223-231, 1994.
18. Johnson DL, Swenson TM, Livesay GA, Aizama H, Fu FH, Harnek CD: Insertion-site anatomy of the human menisci: Gross, arthroscopic and topographical anatomy as a basis for meniscal transplantation. *Arthroscopy* 11: 386-394, 1995.
19. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC: Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 10: 329-335, 1982.
20. Kohn D, Moreno B: Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: A morphological cadaveric study. *Arthroscopy* 11: 96-103, 1995.
21. Macnicol MF: *The problem knee. Diagnosis and management in the younger patient*. London: William Heinemann 1986.
22. Main WK, Scott WN: Knee anatomy In: Scott WN ed. *Ligament and Extensor Mechanism Injuries of the Knee. Diagnosis and Treatment*. 1 ed. Mosby Year Book 13-32, 1991.
23. Newman AP, Daniels AU, burks RT: Principles and decision making in meniscal surgery. *Arthroscopy* 9: 33-51, 1993.
24. O'Brien M, Finegan PJ, Poynton AR, Javadpour SM: A study of the menisofemoral ligaments in the human knee. *Congress of the European Society of Knee Surgery and Arthroscopy, Stockholm June Abstract Book* 193: 25-30, 1990.
25. Pınar H, Akseki D, Bozkurt M, Karaoğlan O: Dislocating anterior horn of the medial meniscus. *Arthroscopy*, baskıda
26. Schultz RA, Miller CM, Kerr CS, Micheli L: Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg* 66 (A): 1072-1076, 1984.
27. Zarins B, Mc Inerney VK: Lesions of the meniscus In: Casscells Sw, ed. *Arthroscopy Diagnostic and Surgical Practice*. 1. ed. Philadelphia. Lea and Febiger 37-51, 1984.

Yazışma adresi:

Doç. Dr. Halit Pınar

**Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
İzmir, Türkiye**