

Dizdeki ligamentöz yapıların tibianın anteriora olan hareketine etkileri

Ferhan Tanrıoğar⁽¹⁾, Ali Baktır⁽²⁾, Kenan Aycan⁽³⁾, Gülhal Bozkır⁽⁴⁾

Bu çalışma, diz ekleminde medial kollateral ligament (MCL) ve anterior krusiat ligament (ACL)'in anterior yönde uygulanan, muhtelif kuvvetlere karşı verdiği biomekanik cevapları ortaya çıkarmak için yapılmıştır. MCL ve ACL'nin dizdeki anterior stabiliteye etkileri incelenmiştir. Çalışmaya alınan 10 yetişkin kadavra dizleri 5'er adet olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 1. grupta, önce ACL daha sonra MCL, 2. grupta ise, önce MCL daha sonra ACL kesileri yapılarak uygulanan 100 N ve 200 N'luk kuvvetlere karşı, dizin tam ekstansiyon ve 20° fleksiyon pozisyonlarındaki, anterior tibial yer değiştirme miktarları ölçülmüştür. Ölçümler sonunda, ACL kesisinin MCL kesisine göre, dizlerde anterior tibial yer değiştirmeyi belirgin şekilde arttırdığı ortaya çıkarken, dize verilen tam ekstansiyon ve 20°lik fleksiyon pozisyonlarının bu yer değiştirmeye önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Diz ekleminde anterior stabilitede primer rol oynayan anatomik yapının ACL olduğu, MCL'nin ise bu stabilitede yardımcı rol oynadığı kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ön çapraz bağ, medial kollateral ligament, anterior stabilite

The effects of the knee ligaments to the anterior movement of the tibia

This study is performed to reveal the biomechanical responses of medial collateral ligament (MCL) and anterior cruciate ligament (ACL) at knee joint against variable forces applied anterior direction. The effects of MCL and ACL on anterior stability of the knee is examined. The knees of 10 adult cadavers taken into the study are divided into two groups, 5 cadavers in each group. With the knees at complete extension and 20° flexion positions, anterior tibial displacement amounts against the forces of 100 N and 200 N's which is applied after making cut initially on ACL then MCL at the first group and on MCL then ACL at the second group are measured. At the end of the measurements, we noticed that ACL cut; increased anterior tibial displacement markedly more than MCL cut; however the complete extension and 20° flexion positions of the knee had not much effect. According to these findings, it is suggested that the basic anatomic structure which plays the major role at anterior stability of the knee joint is ACL; MCL contributes to a lesser extend to stability.

Key words: Anterior cruciate ligament, medial collateral ligament, anterior stability

Diz eklemi, anatomik yapısı itibarıyla vücudun en büyük eklemi olup, travmalara da en fazla maruz kalanıdır (13). Bu eklemin çok karmaşık olan normal ve anormal hareketleri 1960'lı yılların sonuna doğru, başta Slocum olmak üzere; Nicholas ve Hughston'un yaptığı çalışmalar sonunda anlaşılır hale gelmiştir. Bu başlangıç çalışmalarından sonra diz eklem stabilitesi deneysel ve klinik bakımdan geniş bir şekilde incelenmiştir (7, 12).

Diz stabilitesinde primer olarak sorumlu yapılar olan bağlardan çapraz ve kollateral bağların fonksiyonları, bunların lezyonlarının tedavileri hakkındaki ilk bilgiler Battle, Robson ve Hey Groves'e aittir (6, 11). Butler ve ark. (2), Marshall ve ark (9), anterior-posterior ve medial-lateral yönlerde kadavra dizlerinin hareket karakteristiklerini araştırmışlardır. Bu çalışmalar için geliştirilen test aletlerinden bahsedilmektedir. Fukubayashi (5), Kennedy ve Fowler (8) gibi araştırmacılar tarafından bacağı anterior-posterior ve medial-lateral kuvvetler uygulayan bir test makinasını geliştirmişlerdir. En son 1983'de Daniel ve ark. (3) tarafından 25°lik fleksiyon açısında anterior laksiteyi ölçen kullanışlı bir mekanik alet tanımlanmıştır. Dizin stabilitesini oluşturan yapıların fonksiyonları birbirini ta-

mamladığı, yani her zaman senkronize çalıştığı için, bu kompleks mekanizmanın lezyonları ayrı ayrı değil, kompleks mekanizmaya göre tanımlanmaktadır. Tibianın patolojik olarak anteriora yer değiştirmesinde, en yaygın olarak hasara uğrayan, ön çapraz bağ ve iç yan bağıdır (10, 14). Biz de bu nedenle çalışmamızda, bu bağların diz stabilitesindeki fonksiyonlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve yöntem

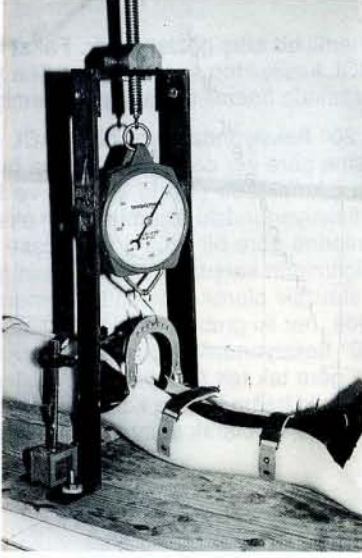
Bu çalışma için, Erciyes Üniversitesi Morfoloji Anabilim Dalı'ndan temin edilen 10 adet yetişkin kadavra dizi kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümü'nde planlanmış ve imal edilmiş olan test cihazı ile yapılmıştır. Cihaz, uyluk sabitleştirme ve bacak tutma üniteleri olarak polietilenden yapılmış iki kısımdan oluşur. Birbirlerine hareketli bir menteşe vasıtasıyla bağlanmış olan bu üniteler üzerinde, velkro kayışlar vardır. Tibiaya anterior yönde uygulanan 100 Newton (N) ve 200 N'luk kuvvetleri; bir yay esaslı, kadranlı yük ölçme sistemini kullanarak sağladık (Resim 1). Kuvvetler el ile döndürülebilen bir manivela sistemin

(1) Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimler Enstitüsü (Morfoloji Anabilim Dalı), Öğrencisi

(2) Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Doç. Dr.

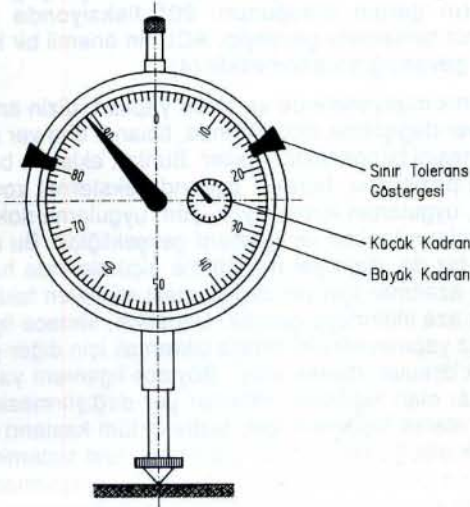
(3) Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Anabilim Dalı, Yard. Doç. Dr

(4) Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi



Resim1: Denede kullandığımız alet görülmektedir

den sağlanmakta ve göstergedeki okunmaktadır. Bu sistem, tüberositas tibianın yaklaşık 1 cm alt kısmından geçirilen Kirschner teline bağlantılı olan traksiyon apereyi ile irtibatlıdır. Deney sırasında, tibia'daki yer değiştirme miktarı komparatör adı verilen, %1 hassasiyetle ölçüm yapabilen alet vasıtasıyla ölçüldü. Komparatörün, ayak kısmı, yer değiştirmenin ölçüleceği tüberositas tibia üzerine temas ettirildi. Uygulanan kuvvet sonrası meydana gelen yer değiştirme, kadrandan -mm- olarak ifade edilen değerde okundu (Şekil 1).



Şekil 1: Komparatör

Çalışmamızda, tibianın anteriora yer değiştirmesinde, sadece ligamentöz yapıların etkilerini ölçmeyi amaçladığımız için, eklem kapsülü, patellar tendon, iç ve dış yan bağlar, ilio-tibial bandın 1/3 alt kısmı korunarak diğer bütün yumuşak dokular diseke edilmiştir. Test sırasında önemli olabileceği ve bir test esnasında ligamentöz yapıların durumu daha sonraki testleri etkileyebileceği düşünülerek, rastgele seçilen dizler-

den iki grup oluşturulmuştur. Birinci grup kadavralarda önce ACL kesilerek test işlemi yapıldı, daha sonra da MCL kesilerek ACL+MCL kesik dizde test işlemi tekrarlanmıştır.

Birinci grupta, ilk olarak dokunulmamış diz test edildi. Dokunulmamış diz önce ekstansiyonda tespit edildi, 100 N'luk bir kuvvet uygulandı. Uygulanan kuvvet sonrası meydana gelen yer değiştirme komparatör skalasından okundu. Deneysel bir hatayı önlemek için, test işlemi sabit bir değer elde edilinceye kadar tekrar edildi. Aynı işlem 200 N için tekrarlandı. Dokunulmamış dizin ikinci olarak, 20° fleksiyonda 100 N ve 200 N'luk kuvvetlere karşı tibial yer değiştirmesi ölçüldü. Normal dizin testinden sonra, ACL antero-medial olarak açılan bir insizyonla total olarak kesildi ve dokunulmamış diz için yapılan işlemler tekrar edildi. Üçüncü işlem olarak, MCL eklem hattı seviyesinde transvers olarak kesilerek işlem tekrarlandı. İkinci grupta da ilk önce dokunulmamış diz ölçümü yapılmış, daha sonra MCL kesilerek ve en son olarak da ACL kesilerek test işlemleri tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiki değerlendirmelerinde Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Bulgular

Alınan sonuçlar dört tablo halinde gösterildi. Her iki grup için, dokunulmamış dizlerin tam ekstansiyon pozisyonundaki 100 N'da anteriora yer değiştirmeleri ortalama 1.3 mm, 200 N'da 3.1 mm'dir (Tablo 1, 2). Dokunulmamış dizlerde 100 N ve 200 N'daki yer de-

Kadavra No	Intact		ACL kesik		ACL+MCL kesik	
	100 N (A1)	200 N (a2)	100 N (b1)	200 N (b2)	100 N (c1)	200 N (c2)
I	1.3	4	6.8	8.8	12.2	16.8
II	1.23	3.65	4.3	6.8	10.75	12.8
III	0.6	2.2	5.8	9.35	11.9	13.9
IV	0.9	3.3	6.2	1.1	12.3	12.4
V	2.1	3.2	3.1	3.8	4.2	8.4
X±Sx	1.23±0.23	3.27±0.3	5.24±0.67	7.95±1.24	10.27±1.54	12.68±1.35

a1 ve a2'nin karşılaştırılması	U=25	p<0.05
b1 ve b2'nin karşılaştırılması	U=20.5	p>0.05
c1 ve c2'nin karşılaştırılması	U=21	p<0.05
a1 ve b1'nin karşılaştırılması	U=25	p<0.05
a2 ve b2'nin karşılaştırılması	U=24	p<0.05
b1 ve c1'nin karşılaştırılması	U=21	p<0.05
b2 ve c2'nin karşılaştırılması	U=24	p<0.05

Tablo 1: Tam ekstansiyonda yapılan testlerde 1. grup kadavra dizlerinin anteriora yer değiştirme miktarları (mm)
X±Sx: Ortalama±standard hata

ğıştirmelerin karşılaştırılması neticesinde aradaki fark anlamlı bulunmuştur. Önce ACL sonra MCL kesildiğinde (Grup I) öne yer değiştirmede önemli bir artış gözlenmezken, önce MCL sonra ACL kesildiğinde (Grup II) öne yer değiştirmede önemli bir artış gözlenmiştir. Fakat hem ACL, hem de MCL kesildikten sonra tibianın öne yer değiştirmeleri arasında önemli bir fark görülmemiştir.

Dizler 20° fleksiyonda iken, önce ACL kesisinin, MCL kesisine göre yer değiştirmeyi daha fazla etkilediği ortaya çıkmaktadır (Tablo 3, 4). I ve II grubun

Kadavra No	Intac		MCL kesik		MCL+ACL kesik	
	100 N (a1)	200 N (a2)	100 N (b1)	200 N (b2)	100 N (c1)	200 N (c2)
I	1.4	2.3	2.5	5.9	8.1	11.7
II	1.2	2.9	2.6	3.0	11.4	14.8
III	1.4	2.9	3.8	4.4	7.2	11.8
IV	1.2	3.1	1.9	3.8	7.9	12.4
V	2.3	3.8	3.2	4.7	12.2	14.4
X±Sx	1.5±0.21	3.0±0.24	2.8±0.32	4.36±0.48	9.36±1.01	13.02±0.66
a1 ve a2'nin karşılaştırılması			U=24.5		p<0.05	
b1 ve b2'nin karşılaştırılması			U=23.5		p<0.05	
c1 ve c2'nin karşılaştırılması			U=24		p<0.05	
a1 ve a2'nin karşılaştırılması			U=24		p<0.05	
a2 ve b2'nin karşılaştırılması			U=24.5		p<0.05	
b1 ve c2'nin karşılaştırılması			U=25		p<0.05	
b2 ve c2'nin karşılaştırılması			U=25		p<0.05	

Tablo 2: Tam ekstansiyonda yapılan testlerde II. grup kadavra dizlerinin anteriora yer değiştirme miktarları (mm)

Kadavra No	Intac		MCL kesik		MCL+ACL kesik	
	100 N (a1)	200 N (a2)	100 N (b1)	200 N (b2)	100 N (c1)	200 N (c2)
I	1.8	4.7	10.8	10.9	14.4	18.3
II	1.62	2.60	8.8	8.8	12.2	14.1
III	1.6	4.2	9.6	10.2	12.2	15.3
IV	2.9	3.1	8.2	12.3	13.2	15.7
V	3.1	4.8	2.2	6.0	4.0	11.1
X±Sx	2.12±0.37	3.88±0.44	7.92±1.49	9.64±1.07	11.2±1.85	14.9±1.17
a1 ve a2'nin karşılaştırılması			U=22.5		p<0.05	
b1 ve b2'nin karşılaştırılması			U=17.5		p>0.05	
c1 ve c2'nin karşılaştırılması			U=20		p>0.05	
a1 ve b1'nin karşılaştırılması			U=23		p<0.05	
a2 ve b2'nin karşılaştırılması			U=25		p<0.05	
b1 ve c1'nin karşılaştırılması			U=21		p>0.05	
b2 ve c2'nin karşılaştırılması			U=24		p<0.05	

Tablo 3: 20° fleksiyonda yapılan testlerde I. grup kadavra dizlerinin anteriora yer değiştirme miktarları (mm)
X± Sx: Ortalama±standart hata

Kadavra No	Intac		MCL kesik		MCL+ACL kesik	
	100 N (a1)	200 N (a2)	100 N (b1)	200 N (b2)	100 N (c1)	200 N (c2)
I	1.6	4.3	3.4	6.9	13.9	16.3
II	2.4	3.2	2.9	3.4	9.2	16.8
III	1.9	3.2	3.1	4.9	9.0	14.0
IV	1.9	2.1	2.2	4.1	4.8	12.9
V	2.9	4.1	3.8	5.0	14.2	16.8
X±Sx	2.14±0.23	3.38±0.39	3.08±0.27	4.86±0.59	10.84±1.14	15.36±0.8
a1 ve a2'nin karşılaştırılması			U=23		p<0.05	
b1 ve b2'nin karşılaştırılması			U=23.5		p<0.05	
c1 ve c2'nin karşılaştırılması			U=22		p<0.05	
a1 ve b1'nin karşılaştırılması			U=22.5		p<0.05	
a2 ve b2'nin karşılaştırılması			U=21.5		p<0.05	
b1 ve c1'nin karşılaştırılması			U=25		p<0.05	
b2 ve c2'nin karşılaştırılması			U=25		p<0.05	

Tablo 4: 20° fleksiyonda yapılan testlerde II. grup kadavra dizlerinin anteriora yer değiştirme miktarları (mm)

20°'lik diz fleksiyonundaki ölçümleri, tam ekstansiyondaki ölçümlerine göre bir artış göstermişse de, 0° ve 20°'deki ölçümlerin karşılaştırılması yapıldığında aradaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Önce ACL ve sonra MCL kesildiğinde (Grup I) öne yer değiştirmede önemli bir artış gözlenmezken, önce MCL sonra ACL kesildiğinde (Grup II) öne yer de-

tirmede önemli bir artış gözlenmiştir. Fakat hem ACL, hem de MCL kesildikten sonra tibianın öne yer değiştirmeleri arasında önemli bir fark görülmemiştir.

Dizler 20° fleksiyonda iken, önce ACL kesisinin, MCL kesisine göre yer değiştirmeyi daha fazla etkilediği ortaya çıkmaktadır (Tablo 3, 4). I. ve II. grubun 20°'lik diz fleksiyonundaki ölçümleri, tam ekstansiyondaki ölçümlerine göre bir artış göstermişse de, 0° ve 20°'deki ölçümlerin karşılaştırılması yapıldığında aradaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bununla birlikte, her iki grubun hem tam ekstansiyonda, hem de 20° fleksiyondaki ölçümlerinde, dokunulmuş dizlere göre tek tek ACL ve MCL kesileri, en son olarak da her iki bağın birlikte kesileri anterior yer değiştirmede istatistiki olarak anlamlı bir farklılık oluşturmuştur.

Tartışma

Diz bağlarının yaralanması son yıllarda trafik kazaları ve sportif uğraşlara bağlı olarak artmıştır. Buna bağlı olarak da biyomekaniği, tanı ve tedavisi hakkındaki çalışmalar da bir hayli artmıştır. Bir bağın tek başına yaralanmasının görülmesi nadir olup, çoğunlukla kombine yaralanmalar şeklindedir. Bunların içinde de en fazla görüleni, diz fleksiyondayken, tibianın kuvvetli abduksiyon ve dışa rotasyonu sonucudur. Bu mekanizmada, en sık dizin iç yan bağı, kapsül, iç menisküs ve ön çapraz bağı yaralandığı görülmektedir (10). Ölçümlerde dizin tam ekstansiyon ve 20°'lik fleksiyon pozisyonlarının tercih edilmesinin nedeni; bu pozisyonların çok büyük pratik öneminin bulunması yanında, tam ekstansiyonda üzerinde çalıştığımız bağların gergin olduğunun, 20° fleksiyonda ise MCL'nin tamamıyla gevşeyip, ACL'nin önemli bir kısmının gevşediğinin bilinmesidir (4).

Klinik muayenelerde ve aletle yapılan, dizin anteriora yer değiştirme ölçümlerinde, tibianın öne yer değiştirmesini birçok faktör etkiler. Bunlar; eklemin başlangıç pozisyonu, hareket üzerinde eksternal zorlamalar, uygulanan kuvvet (yük, yön, uygulama noktası), kasların tonusu ve ligament gevşekliliğidir. Bu nedenle biz de, dizin yer değiştirme ölçümlerinde hata payını azaltmak için yer değiştirmeyi etkileyen faktörleri en aza indirmeye çalıştık. Öncelikle, sadece ligamentöz yapının etkisini ortaya çıkarmak için diğer yumuşak dokuları dizeke ettik. Böylece ligament yaralanması olan kişilerde, eklemin yer değiştirmesinin doğru olarak ölçülmesi için, testlerin tüm kasların en gevşek olduğu pozisyonunda yapılması, test sisteminin rahat olması önemini ortaya çıkardı. Bu araştırmada, eklemin anterior-posterior yönde yer değiştirmesi sırasında kas aktivitesinin, bu yer değiştirme değerini %25-30 azalttığı gösterilmiştir (3).

Uygulanan kuvvetin derecesine gelince, literatürde, sadece 50N ve 89 N'luk kuvvetlerin, testi yapan kişi tarafından elle rahat uygulanabilmesi dışında, kuvvetlerin belirlenmesinde geçerli bir neden gösterilmemiştir. Biz çalışmamızda uyguladığımız, 100 N ve 200 N'luk anterior yöndeki kuvvetleri, normal hareket sırasında ACL'ye binen yük oranının yaklaşık 169 N olması görüşünden yola çıkarak uygulamaya karar

verdik (1). Dizlerde, ACL kesisi hem ekstansiyon, hem de 20° fleksiyon pozisyonlarında, değerlerde belirgin artışa yol açmıştır. Ekstansiyonda 4 mm, 20° fleksiyonda ise 5.5 mm anteriora yer değiştirmede artış görülmüştür.

Bizim sonuçlarımız, Daniel (3) ve Markolg (9) gibi araştırmacıların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında ilk anda tibianın anteriora yer değiştirme miktarları daha az gibi görünüyorsa da, ölçümlerde tibiayı nötral rotasyonda tutmamızın bu sonuçlarda etkisi olduğuna inanıyoruz.

Dokunulmamış dizlerin testlerinden sonra MCL kesisi, dizin her iki pozisyonu için yaklaşık 1.5-2 mm'lik bir artış göstermiştir. Bundan ACL kesisinin yer değiştirmede daha fazla artış yapmakla birlikte, bize MCL'nin de anterior yer değişim üzerine ACL'den sonra ikincil bir dengeleyici rolü olduğunu düşündürdü. MCL ve ACL'nin kombine kesileri anterior yer değiştirmede ilave bir artış oluşturdu ve bu artış istatistiki olarak anlamlı bulundu. Testlerimizde 20°'lik fleksiyonlardaki değerlerde tam ekstansiyondaki değerlere göre bir artış olmakla birlikte, bunlar istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır.

Bu çalışmamız, dizin ligament yapılarının fonksiyonları ve anterior tibiofemoral hareket arasındaki ince dengeyi aydınlatması açısından önemlidir. Test sonuçlarımız gösterdi ki, dizin anterior yer değiştirmesinde en büyük sınırlama ACL tarafından sağlanmaktadır. MCL'yi ikincil bir sınırlayıcı olarak kabul etmekle birlikte, MCL'nin tek başına yokluğunu dizde tolere edilebilir bir sınırlayıcı olarak kabul etmekle birlikte, MCL'nin tek başına yokluğunu dizde tolere edilebilir bir anterior yer değiştirme oluşturacağını düşündürdü. Bizim bu düşüncemizi Butler ve ark. (2)'nin çalışmaları da doğrulamaktadır. Laboratuvar çalışmalarımız sırasında, ligament yaralanması olan normal insan dizleri için kas stabilizasyonunun ne kadar gerekli olduğu fikrini önemini çok iyi bir şekilde kavradık.

Bu çalışma, eğer tibiofemoral hareketlere yol gösterici ligamentler yerinde yoksa, bulunması gereken kas kuvveti hakkında duyarlılığımızı da artırmıştır.

Kaynaklar

1. Bessette, GC., Hunter, RE.: Anterior cruciate ligament. Orthopaedics. 13: 551-560, 1990.
2. Butler, DL., Noyes, FR., Grood, ES.: Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. J Bone and Joint Surg. 62-A: 259-270, 1980.
3. Daniel, DM., Malcom, L., Losse, G., et al: Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. J Bone and Joint Surg. 67-A: 720-726, 1985.
4. Deutsch, AL., Mink, JH.: Articular disorders of the knee. Techniques in Orthopaedics. 5: 40-52, 1990.
5. Fukubayashi, T., Torzilli, PA., Sherman, MF., Warren, R.: An in vitro biomechanical evaluation of anterior-posterior motion of the knee. J Bone and Joint Surg. 64-A: 258-264, 1982.
6. Hey Groves, GW.: The classic. Operation for the repair of the crucial ligaments. Clin Orthop 147: 4-6, 1980.
7. Hughston, JC., Andrews, JR., Cross MJ., Mosch, A.: Classification of knee ligament instabilities. J Bone and Joint Surg. 58-A: 159-172, 1976.
8. Kennedy, JC., Fowler, PJ.: Medial and anterior instability of the knee. An anatomical and clinical study using stress machines. J Bone and Joint Surg. 53-A: 1257-1270, 1971.
9. Markolf, KL., Mensch, JS., Amstutz, HC.: Stiffness and laxity of the knee. J bone and Joint Surg. 58-A: 583-594, 1976.
10. Rong, G., Wang, Y.: The role of cruciate ligaments in maintaining knee joint stability. Clin Orthop 215: 65-71, 1987.
11. Sherman, OH., Markolf, KL., Ferkel, RD.: Two instrumented test devices. Clin Orthop 215: 156-161, 1987.
12. Sisk, TD., Canele, T.: Traumatic affections of joints. In Edmonson A, Crenshaw AH'eds: Campbell's Operative Orthopaedics. CV. Mosby Company, St. Louis, Toronto, London pp. 873-1030, 1980.
13. Steindler, A.: Kinesiology of the human body. Fourth Printing. Charles C. Thomas Puplicer, Springfield, Illinois, USA , pp. 330-340, 1973.
14. Williams, L., Warwick, R., Dyson, M., et al.: Gray's Anatomy. Churchill Livingstone. Edinburg, pp. 123-533, 1989.

Yazışma adresi

Fzt. Ferhan Tanrıöğür
Erciyes Üniversitesi Morfoloji Anabilim Dalı
38039 Kayseri, Türkiye