

**T.C.  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**PATELLAR TENDON RÜPTÜRLERİNİN İNTERFERENS ÇİVİSİ İLE  
TAMİRLERİNİN BİYOMEKANİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ**

**EXPERIMENTAL BIOMECHANICAL INVESTIGATION OF PATELLAR  
TENDON RUPTURES REPAIR WITH INTERFERENCE NAIL**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr. İlker KARAHASANOĞLU**

**TRABZON - 2012**

**T.C.  
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**PATELLAR TENDON RÜPTÜRLERİNİN İNTERFERENS ÇİVİSİ İLE  
TAMİRLERİNİN BİYOMEKANİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ**

**EXPERIMENTAL BIOMECHANICAL INVESTIGATION OF PATELLAR  
TENDON RUPTURES REPAIR WITH INTERFERENCE NAIL**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr. İlker KARAHASANOĞLU**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Ahmet U. TURHAN**

**TRABZON - 2012**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLolar DİZİNİ.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Dizin Ekstansör Mekanizmasının Anatomisi.....	2
2.1.1. Kuadriseps Femoris Kası ve Tendonunun Anatomisi .....	2
2.1.2. Patella .....	4
2.1.3. Patella Tendonunun Anatomisi.....	5
2.1.4. Tuberositas Tibia .....	6
2.1.5. Damar ve Sinirler.....	6
2.2. Dizin Ekstansör Mekanizması ve Biyomekaniği .....	8
2.2.1. Patella Tendonu, Patella ve Kuadriseps Tendonunun Biyomekaniği.....	10
2.3. Patella Tendonu Yaralanmaları ve Tedavisi .....	11
3. MATERYAL VE METOD .....	13
4. BULGULAR .....	19
5. TARTIŞMA.....	22
6. SONUÇLAR.....	26
7. ÖZET .....	27
8. SUMMARY .....	28
9. KAYNAKLAR.....	29

**TABLÖLAR DİZİNİ**

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Tendon Greftiyle Tamir Sonrası Germe Testi Sonucunda Kopma Değerleri .....	20
Tablo 2. Patella Tendonunun Kopma Yeri ve Değerleri .....	21

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Kuadriseps Tendonu ve Patella Tendonu Görülmektedir.....	3
Şekil 2. Kuadriseps Tendonu, Patella Tendonu, Lateral ve Medial Retinakulumlar Görülmektedir.....	4
Şekil 3. Patellanın Önden ve Arkadan Görünümü.....	4
Şekil 4. Distal Femur Eklem Yüzleri ile Patellanın İlişkisi.....	5
Şekil 5. Patella ve Çevresindeki Vasküler Yapılar.....	7
Şekil 6. Patellanın ve Patella Tendonunun Kanlanması.....	7
Şekil 7. Q Açısının Ölçülmesi.....	9
Şekil 8. Patellaya Binen Vektörel Kuvvetler.....	10
Şekil 9. Patella, Patella Tendonu ve Tibia Birlikte Görülmektedir.....	13
Şekil 10. Semitendinosus Tendon Grefti Görülmektedir.....	14
Şekil 11. Materyalin Test Makinesinde Çalışma Başlamadan Önceki Durumu ve Test Cihazı Görülmektedir.....	15
Şekil 12. Test Öncesi Patella Tendonu Daha Yakından Görülmektedir.....	15
Şekil 13. Patella Tendonunun Kopma Yeri ve Şekli Görülmektedir.....	16
Şekil 14. İnterferens Çivisi ve Çakıcısı Görülmektedir.....	16
Şekil 15. Tibia ve Patellaya İnterferens Çivisi ile Tespit Edilmiş Tendon Grefti Görülmektedir.....	17
Şekil 16. Test Sonrası Tibial Taraftan Sıyrılmış Tendon Görülmektedir.....	18

## KISALTMALAR DİZİNİ

- S.L.E** : Sistemik Lupus Eritematozis  
**D.M** : Diabetis Mellitus  
**K.T.Ü** : Karadeniz Teknik Üniversitesi  
**S.İ.A.S** : Spina İliaka Anterior Superior

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dizin ekstansör mekanizması; vücudun en büyük eklemi olan diz eklemi anteriorunda olup diz eklemi tek ekstansördür. Kuadriseps kası, kuadriseps tendonu, patella ve patella tendonundan meydana gelir (1-3). Yürüme, koşma, çömelme gibi dizin ekstansiyon fleksiyon dengesini gerektiren hareketlerin yapılmasını sağlayan esas yapıdır (1).

Dizin ekstansör mekanizmasının önemli bir parçası olan patella tendonunun yaralanmaları 40 yaş altı genç hastalarda daha sık olmakla beraber; total diz protezi, artroskopi, ön çapraz bağın patella tendon grefti ile onarımı sonrası veya sistemik hastalıklarla beraber (SLE, D.M,...gibi) olabilmektedir (4). Ancak çoğunlukla yaralanmanın tekrarlayan mikrotravmalar ile oluştuğu düşünülmektedir (4-6).

Birçok yaşamsal faaliyetin devamlılığında önemli bir rolü olan ekstansör mekanizma yaralanmalarının tedavisine yönelik değişik yöntemler literatürde tarif edilmiştir.

Bu çalışmada ekstansör mekanizma yaralanmalarının tedavisinde; serbest tendon greftinin interferens çivisi ile tespit edilmesiyle oluşan deneysel modelin biyomekanik incelenmesi yapılmıştır. Deneysel modelde dolaşım bozukluğu sonucu amputasyon yapılan hastalardan elde edilen dizler onam alındıktan sonra kullanılmıştır.

Patella tendonu rüptürlerinin primer tamirinin yapılamayacağı durumlarda, interferens çivisi ile serbest tendon grefti uygulamasının biyomekanik incelenmesi amaçlanarak bu çalışma yapılmıştır.

Bu çalışma K.T.Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Biyomekanik Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çalışmada önce konu ile yakın ilgisi olan genel bilgilere değinildi. Daha sonra üzerinde çalışılan materyal ve uygulanan metod açıklandı, bulgular sıralandı ve tartışmadan sonra elde edilen sonuçlar verildi.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Dizin Ekstansör Mekanizmasının Anatomisi**

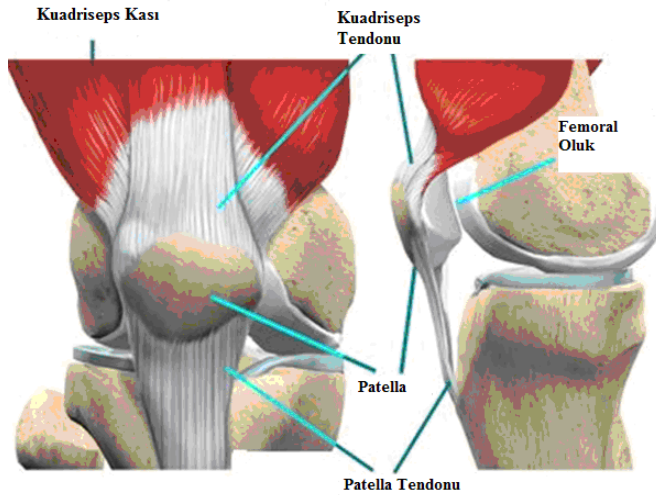
Diz ekleminin ekstansör mekanizmasını oluşturan yapılar:

- Kuadriseps femoris kası
- Kuadriseps tendonu
- Patella
- Patella tendonu
- Tuberositas tibia

#### **2.1.1. Kuadriseps Femoris Kası ve Tendonunun Anatomisi**

Kuadriseps kası uyluğun ön, iç ve dış taraflarını dolduran geniş ve kalın bir kas olup musculus rektus femoris, musculus vastus lateralis, musculus vastus medialis ve musculus vastus intermedius olmak üzere kasın 4 başının birleşmesinden oluşur (Şekil 1). Bu kasların başlama yerleri farklı sonlanma yerleri ise aynıdır (3,7). Diz ekleminin en kuvvetli ve tek ekstansör kasıdır. Kasın tümü diz eklemine ekstansiyon yaptırır. Bu kaslardan sadece musculus rektus femoris kalça eklemine önden çaprazlayarak kalçaya fleksiyon yaptırır (7,8).





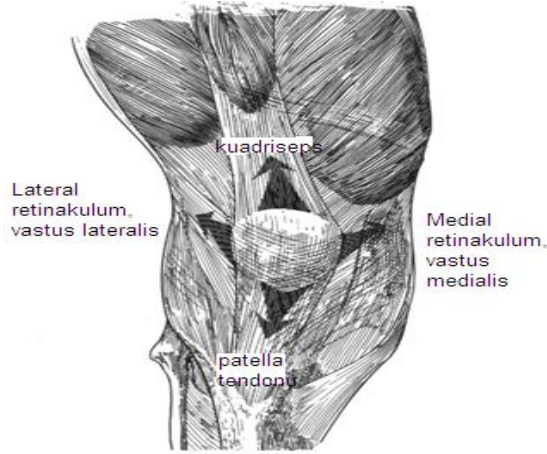
**Şekil 1. Kuadriseps Tendonu ve Patella Tendonu Görülmektedir**

Kuadriseps tendonu; kasın dört başının uyluğun ön yüzünün distalinde birleşerek oluşturduğu kuvvetli bir tendondur (9). Ön parçası rektus femoris tendonu tarafından, ortadaki parça vastus lateralis ve medialis tendonları tarafından, arka parça ise vastus intermedius tendonu tarafından oluşturulur (10). Bu tendon patellanın basisine (patellanın üst kutbu) tutunur. Fakat bir kısım lifleri kesilmeksizin patellanın önünden geçerek aşağıya doğru ligamentum patellaya katılır (10,11).

Rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve intermedius kasları birleşerek kuadriseps tendonunu oluştururlar ve üçgen şeklinde olan patellanın geniş, dudak şeklinde olan üst kenarına yapışırlar. Patellanın lateraline; vastus lateralisin lifleri, tensor fasya latanın lifleri, patellanın medialine vastus medialisin lifleri yapışarak, aşağıda tuberositas tibiaya kadar uzanırlar. Patellayı yanlardan destekleyen bu yapıya, ekstansör retinakulum (medial ve lateral retinakulum) denilir (12,13).

Patella tendonunun arka yüzü, sinovyal membrandan Hoffa yağ dokusu ve infrapatellar bursa ile ayrılmıştır. Diz eklemi çevresinde yüzeysel ve derin olarak yerleşmiş çeşitli bursalar bulunur. Bu bursalar eklem çevresindeki kapsül ve tendon yapılarının rahat çalışmasını sağlarlar. Patella tendonu çevresindeki bursalar aşağıda belirtilmiştir (Şekil 2), (3, 13).

1. Prepatellar bursa (ciltaltı)
2. İnfrapatellar bursa (ciltaltı)
3. İnfrapatellar bursa (derin subtendinoz)



**Şekil 2. Kuadriseps Tendonu, Patella Tendonu, Lateral ve Medial Retinakulumlar Görülmektedir**

### 2.1.2. Patella

Kuadriseps tendonunun kirişi içinde bulunan patella vücudun en büyük sesamoid kemiğidir. Ekstansör mekanizma içerisinde kuadriseps ve patella tendonu arasında yer alır. Patella eklem yüzeyi vertikal bir çıkıntı ile medial ve lateral fasetlere ayrılmıştır. Medial eklem yüzeyi daha küçük ve hafif konvekstir. Lateral yüzey kemiğin 2/3'ünü oluşturur ve sagittal düzlemde konveks, koronal düzlemde konkavdır (Şekil 3),(14).

Patellanın distal ucu giderek daralan bir köşe yapar. Buradan başlayan patella tendonu, tuberositas tibiada sonlanarak ekstansör mekanizmanın kuvvetli bir bölümünü oluşturur (12,15).

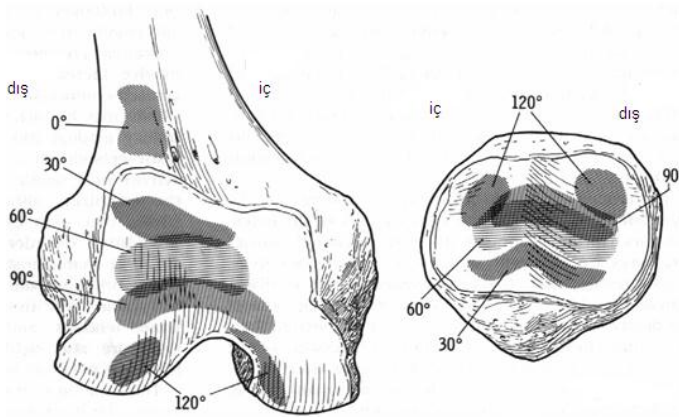


**Şekil 3. Patellanın Önden ve Arkadan Görünümü**

Diz hareketleri sırasında patella, femur kondillerine göre 7–8 cm kadar aşağı yukarı hareket eder ve eklemin temas yüzeyleri hareketin her aşamasında farklılık gösterir.

Patellanın temel biyomekanik görevi; ekstansör mekanizmanın moment kolunu uzatmaktır (16). Tam fleksiyonda medial faset daha fazla basınç altında kalır (17).

Patella diz fleksiyonunun ilk 90 derecesinde femoral sulkus ile daha sonra medial ve lateral patella eklem yüzeyleri ve femoral kondillerle eklem yapar. Bu hareketler esnasında patella, hiçbir zaman femur ile tam temasa geçmez. En geniş temas diz 45 derece fleksiyonda iken olur (Şekil 4)(18,19).



**Şekil 4. Distal Femur Eklem Yüzleri ile Patellanın İlişkisi**

Patella kemikleşme merkezi 2-6 yaşları arasında görüldüğü halde, bazen patella süperolateral köşesinde fazladan kemikleşme merkezi (Patella Bipartite), nadir olarak üçüncü kemikleşme merkezi (Patella Tripartite) görülebilir. Fakat bu anormal gelişme hemen daima bilateraldir ve kenarları düzgündür (14).

### 2.1.3. Patella Tendonunun Anatomisi

Ligamentum patella ya da patella tendonu; apeks patella, bunun yan tarafları ve arka tarafında kalan pürtüklü saha ile tuberositas tibia'nın üst kısmı arasında uzanan yaklaşık 8 cm uzunluğunda, 2-3 cm genişliğinde ve 0,5 cm kalınlığında bir yapıdır. Kuadriseps tendonunun orta bölümünün lifleri, patella'nın ön yüzünden geçerek patella tendonunun yapısına katılır. Her iki yan tarafta kalan musculus vastus lateralis ve medialis'in lifleri ise patella'nın yan taraflarından aşağı doğru uzanır. Retinakulum laterale ve mediale denilen bu yapı, eklem kapsülüne kaynaşmış bir şekilde tibia'nın üst ucunun yan kısımlarına tutunur (12,13).

Dizin medialinde retinakuler dokulardan oluşan bir bant şeklindeki yapı femur medial epikondilinden proksimale ve patellanın 2/3 süperomedial kısmına tutunarak medial patellofemoral ligamenti oluşturur (3,16).

Medial patellofemoral ligament, lateral patellofemoral ligamentten daha belirgin bir yapıdır ve patellanın pasif medial stabilizatörüdür (3,15).

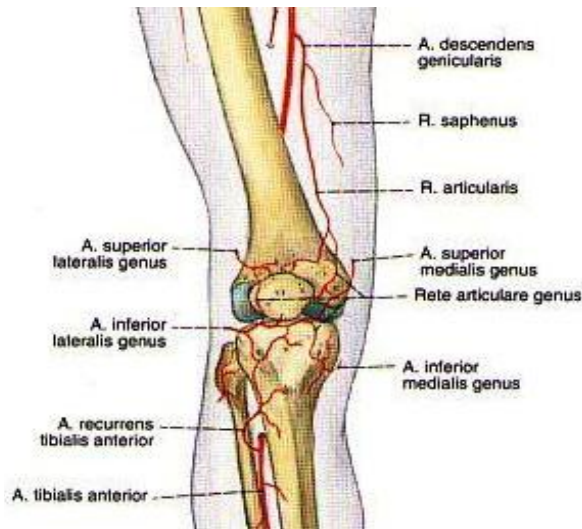
İnsanlarda diz ekstansiyon durumunda iken patella'nın üstünde ve altında bu bağlar gerilerek elle, hatta gözle dahi fark edilebilir. Retinakulumlar ile ligamentum patella arasındaki alanlar, eklem kapsülü zayıf olduğu için ve eklem içi basıncın negatif olması nedeniyle çukur şeklinde görülür (13,15).

#### 2.1.4. Tuberositas Tibia

Tibiyanın proksimalinde patella tendonunun tibiaya yapıştığı kısımdır. Çocuklarda tibia apofizinin bir parçasıdır. Tibia apofizi normalde 18 ila 19 yaş civarında tibia ile birleşir (3).

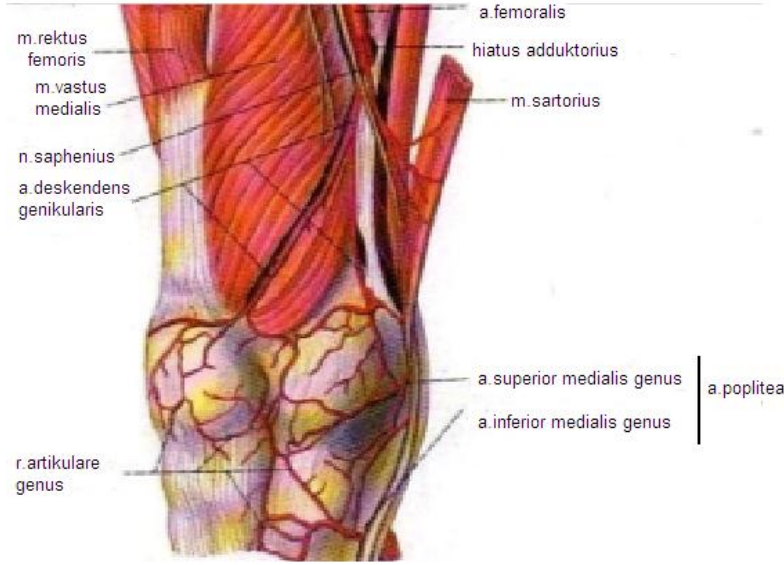
#### 2.1.5. Damar ve Sinirler

Patella, genikuler arterlerin yapmış olduğu pleksusdan beslenir. Patellanın kanlanması büyük ölçüde, Arterio genu superior lateralis tarafından sağlanır (Şekil 5), (3,16).



### Şekil 5. Patella ve Çevresindeki Vasküler Yapılar

Patellaya gelen damarlar, geniküler arterlerin yaptığı damarsal halkadan kaynaklanır ve patellaya genellikle ön yüzden girerler. Patellanın üst kısmı, arka yüzden ve eklem yüzünün altından giren damarlarla beslenir (3,10).



### Şekil 6. Patellanın ve Patella Tendonunun Kanlanması

Patella tendonunun kanlanması, arterio popliteanın dalı olan arterio superior medialis genus ve arterio inferior medialis genus tarafından oluşturulan pleksusdan olur (Şekil 6), (3).

Patella sinirlerini, Nervus Femoralis'in, Nervus Saphenius dalından (ramus infrapatellaris nevro sapheni) ve medialde küçük bir bölgede Nervus Obturatorius'un ön uç dalından alır (12,15).

Patella çevresindeki nöral pleksus uyluğun dış, orta ve iç femoral duysal siniriyle, femoral sinirin arkasından ayrılan safen sinirin patella altındaki dalları arasındaki sayısız bağlantıları ile oluşur. Safen sinirden sartorius ile grasilis kasları arasındaki fasyayı delerek ayrılan infrapatellar dal, sartoriusu çarpazlayarak ön iç kapsül, patella tendonu ve ön iç taraftaki cildin duyusunu sağlar (15). Anteromedial artrotomilerde bu dal kesilirse diz önünde hissizlik oluşur.

## 2.2. Dizin Ekstansör Mekanizması ve Biyomekaniği

Patellofemoral eklem; patella ile femur kondilleri arası bölgede olup, optimal diz fleksiyonu için gereklidir (16).

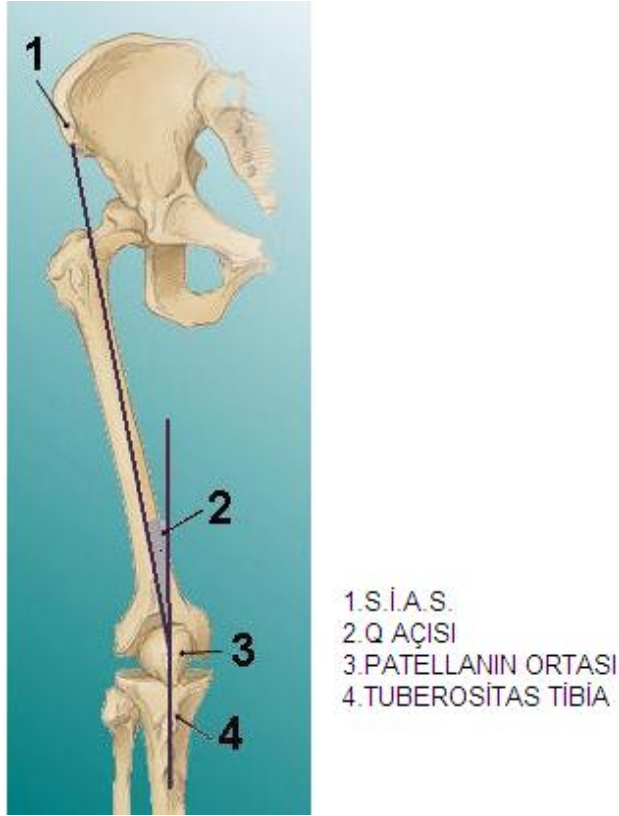
Patella dizin ekstansör mekanizmasının bir parçası olup, dizin anteriorunu korur ve kuadriseps kasına mekanik destek sağlar. Lateral retinakulum patellayı, femurun lateraline, tibia ve iliotibial banda doğru çekmeye çalışır. Lateral retinakulum yüzeysel ve daha kalın olan derin bölümlerden oluşur. Yüzeysel olanı kuadriseps uzantılarının arasına karıştır, paralel olarak patellanın üzerine doğru uzanır. Lateral retinakulumun derin bölümü ise patellaya direkt olarak yapışır ve patellofemoral eklemin primer stabilizatörüdür (18). Medial retinakulum da patellayı mediale çeker ve laterali dengeler.

Muskulus vastus lateralis oblikus, anatomik olarak ayrı bir kas olup patellofemoral eklemin lateralinde yer alır. Lateral doğrultuda ekstansör mekanizmaya dinamik destek sağlayan bu yapı, vastus lateralisten ince bir yağ tabakası ile ayrılır (3,11).

Patellofemoral eklemin medial tarafında, patellofemoral ligamantten oluşan medial peripatellar retinakulum vardır. Lateral patella dislokasyonunda bu yapı yırtılabilir (8).

Vastus lateralis, vastus intermedius, vastus medialis, rektus femoris kalın ve güçlü bir tendinöz yapı olan kuadriseps tendonu ile patellaya uzanır. Bu yapıların dışında vastus medialis oblikus patellaya medial destek, vastus lateralis oblikus ise lateral destek sağlar. Bu yapılar patellanın distalinde patella tendonu olarak devam eder ve tuberositas tibiaya yapışır. İliotibial bant uyluğun lateralinde musculus tensör fasya latanın bir uzantısı olarak, femurun lateraline uzantılar vererek, lateralde dinamik-statik stabiliteyi sağlar. Diz eklemine lateralinden tibiaya doğru uzanarak Gerdy Tüberkülüne yapışır (3,20).

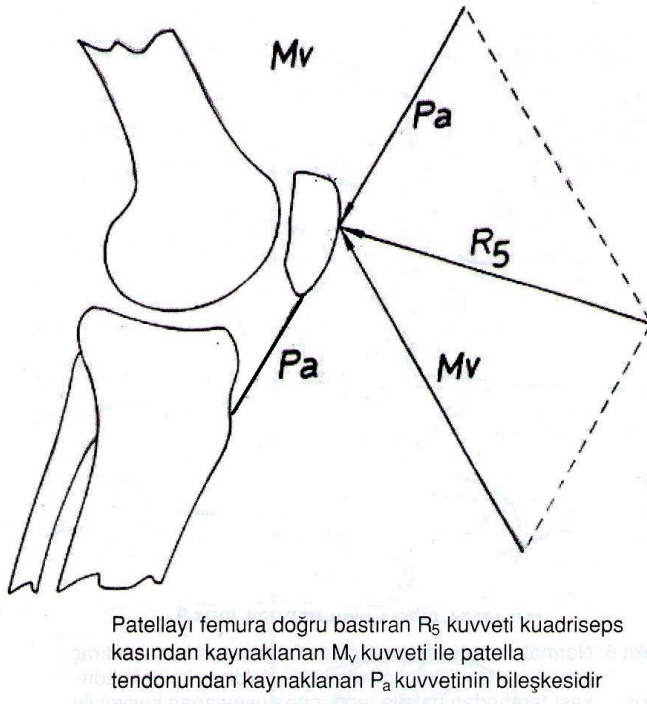
Patellofemoral eklemin yörüngesi Q açısı ile saptanır (Şekil 7). Bu açı spina iliaca anterior-süperior ile patellanın orta noktasını tuberositas tibiayla birleştiren doğrular arasındaki açıdır. Bu açının normal değerleri, erkeklerde 8-14 derece, bayanlarda 11-20 derece olup, 20 derecenin üzerindeki değerler anormal olarak kabul edilir (15).



**Şekil 7. Q Açısının Ölçülmesi**

Patellofemoral eklemin kemik anatomisi, patellanın medial, lateral ve eklemleşmeyen distal fasetleri ile femurun trokleasından (sulkus interkondilaris) oluşur. Patellada medial ve lateral faset dominant olabilir. Lateral faset içbükey medial faset dışbükeydir. Diz fleksiyonunun sonlarında eklemleşmeye katılan medialde ek bir faset vardır (odd faset), (15).

Diz çevresindeki kuvvetler patellofemoral eklem tarafından absorbe edilir ve ekstansör mekanizmanın gerilmesini sağlar (Şekil 8). Bu ekleme binen yük, dizin fleksiyonunda artmakta ekstansiyonunda ise azalmaktadır. Patellofemoral ekleme binen yük, yürürken vücut ağırlığının 0.5, merdiven çıkarken ise 3.3 katı kadardır (18,20).



### Şekil 8. Patellaya Binen Vektörel Kuvvetler

Patella trokleaya girdiği anda en distal noktası temas halindeyken fleksiyon arttıkça temas yüzeyi genişler ve proksimale doğru kayar. Patellanın tümünün, femurun trokleası ile temasta olduğu bir hareket açıklığı yoktur (20).

Diz 20 derece fleksiyonda iken, patella femurun trokleasının üst kısmı ile temas eder. Patella tendonu gücüne göre bu temas için dizde daha çok fleksiyon gerekebilir (2,8). 120 derece fleksiyonda patellofemoral temasın  $3.4 \text{ cm}^2$  olur. Fleksiyon arttıkça temas yüzü daha proksimale ilerler; patellofemoral temas baskısı en çok diz 60-90 derece arasındayken olur (18).

#### 2.2.1. Patella Tendonu, Patella ve Kuadriseps Tendonunun Biyomekaniği

Patella dizde iki önemli biyomekanik işlev sağlar. Bütün hareket genişliği boyunca kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatarak ekstansiyona yardım eder ve temas yüzünü arttırarak sıkıştırıcı kuvvetlerin femura daha uygun yayılmasını sağlar (8,20).

Patella aynı zamanda kuadriseps kasındaki, rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius gibi dört ayrı bileşenin farklı kuvvetlerini merkezleştirerek patella tendonuna iletir (20).



Kuadriseps kasının kuvveti ile patella tendonunun kuvvetinin bileşkesinin diz eklemindeki etkisi eşit fakat ters yöndedir. Patellanın kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatmadaki yardımı dizin tam fleksiyondan ekstansiyona gidişi sırasında değişir. Diz tam fleksiyonda iken patella femoral olmaktadır ve kuadriseps tendonunda küçük bir öne doğru yer değiştirme olur. Bu durumda kuadriseps kasının kaldıraç kolunu uzatması en az düzeyde ve toplam kaldıraç kolunun yaklaşık %10'u kadardır (19,20).

Diz ekstansiyona alındıkça patella, femoral olukta yukarı doğru hareket eder ve tendonda önemli bir öne doğru yer değiştirme sağlar. Ekstansiyon 45 dereceye doğru gelirken kuadriseps kasının kuvvet kolu hızla uzar. Bu noktada patella, kuadriseps kasının kuvvet kolunu yaklaşık %30 uzatmış olur. Diz daha ileri derecedeki ekstansiyonunda kuvvet kolu hafifçe kısalır (18,20).

Patellektomili dizde patella tendonu, normal dizlere göre tibiofemoral eklemin “anlık merkezine” daha yakındır. Daha kısa bir kaldıraç kolu ile çalışan kuadriseps kası ekstansiyonun son 45 derecesinde normalde gerekli olandan çok daha fazla kuvvet harcamak zorunda kalır. Patellektomili dizin tam etkin ekstansiyonu için normale göre %30 daha çok kuadriseps gücü gerekmektedir (19,20).

### **2.3. Patella Tendonu Yaralanmaları ve Tedavisi**

Patella tendonunda kopma genellikle 40 yaş altındaki insanlarda ve tendonun patellaya yapışma yerinden kopmasına neden olan ani bir kasılma ile meydana gelir. Sağlıklı insanlarda yaralanma amatör yapılan basketbol, voleybol ve diğer zıplamalı sporlarda görülür. Sağlıklı tendonu olan kişilerde akut yüklenme ile oluşan patella kırıklarının aksine tendon kopması sıklıkla tekrarlayan mikrotravmalar ile ilişkilidir (21,22).

Bu teori patella tendonu kopmalarının %97 sinin patolojik değişiklikler içerdiğini belirleyen Kannus ve Jozsa tarafından desteklenmiştir. Sistemik hastalık varlığı (S.L.E., D.M., kortizon kullanımı, Romatoid Artrit,...) patella tendonunun kopma riskini artırır. İki taraflı kopmalar S.L.E. ve D.M.'li hastalarda görülür. Patella tendonu kopmasının 40 yaş üstü hastalarda görülmesi altta yatan sistemik bir hastalığa işaret edebilir (21,22).

Literatürde; artroskopik patella bursası eksizyonu, patella tendon grefti ile yapılan ön çapraz bağ tamirleri ve total diz protezleri sonrası bildirilmiş kopmalar da mevcuttur. Dize yapılan her türlü cerrahi girişim patella tendonu rüptürü riskini artırır (21).

Patella tendonu kopmalarının çoğu patellanın alt kutbuna yapışma yerinde kopma kırığı olarak veya daha nadiren tendonun orta kısmında olur. Bunun nedeni yapışma yerinde kollajen fibril sertliğinin tedricen azalması ve alt kutup yapışma yerindeki fibrillerin tendon orta kısmına göre daha büyük gerilme kuvveti ile karşılaşması olabilir (12).

Patella tendonu rüptürlerinin tedavisinde tam yırtıklarda stresi ortadan kaldırmak için tel veya başka bir materyal ile acil onarım ve alçılı immobilizasyon gerekir. Literatürde dikiş materyalleri ile tamirin rutin kullanıldığı bilinmektedir; buna ek olarak serkraj materyalleri ve sütür anchor ile yapılan tedavi yöntemleri tanımlanmıştır (21,22).

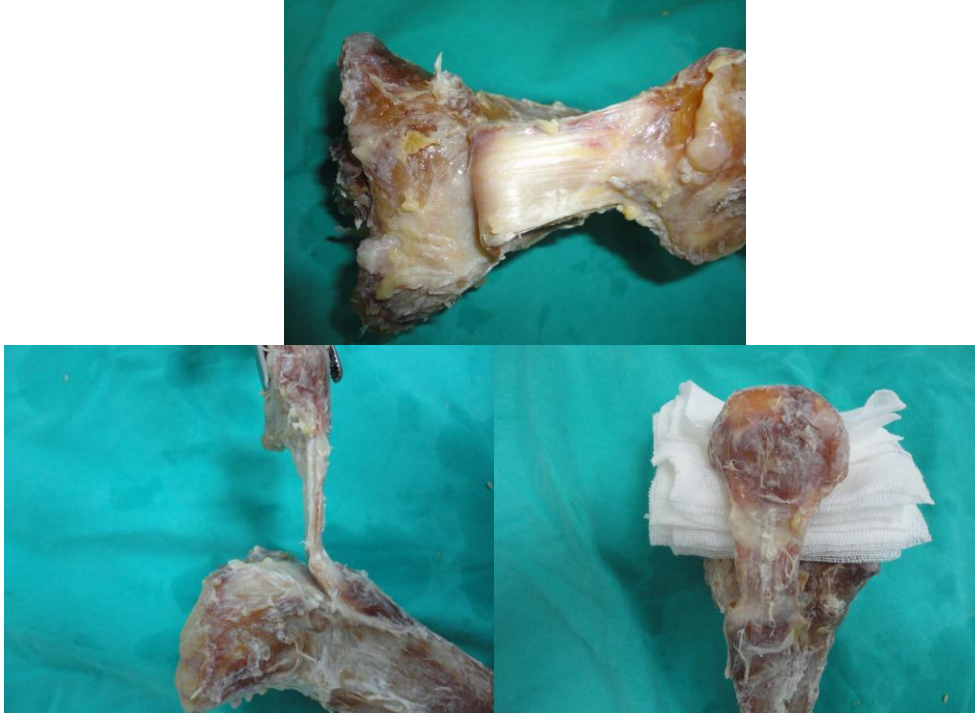
Alt kutuptan olan kopma kırıklarında patellada drille inferior polden superiora uzanan 3-4 tünel açılır ve değişik dikiş materyalleri kullanılarak distalden proksimale geçirilen dikişler patella üst kutbu üzerinde düğümlenir (22,23).

### 3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma K.T.Ü Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda bulunan Biyomekanik Laboratuvarı'nda insan kadavra dizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada dolaşım bozukluğu nedeniyle ampute edilmiş alt ekstremitelerden elde edilen 12 diz kullanılmıştır.

Kadavra dizleri tibia ve femur tarafından yaklaşık 15 cm uzunlukta kemik parça ile birlikte alınmış sonra -20 derecede derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Kullanılmadan 12 saat önce oda sıcaklığında çözülmesi beklenmiş ardından tibia, patella tendonu ve patella sağlam kalacak şekilde çevre yumuşak doku tamamen uzaklaştırılarak hazırlanmıştır (Şekil 9).



**Şekil 9. Patella, Patella Tendonu ve Tibia Birlikte Görülmektedir**

Bu aşamada muskulus semitendinosus, çalışmada tendon grefti olarak kullanılmak üzere spesmenden alınmış ve hazırlanmıştır (Şekil 10).



**Şekil 10. Semitendinosus Tendon Grefti Görülmektedir**

Çalışmada tüm yumuşak dokular uzaklaştırılıp; patella, patella tendonu ve tibia kalacak şekilde hazırlanan materyaller, makinenin çenelerine ek tutucular ile yerleştirilip çekme testine tabii tutulmuş kopma kuvveti, kopma şekli ve kopma yeri tespit edilmiştir (Şekil 11-13). Çalışmada ölçümler K.T.Ü Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Biyomekanik Laboratuvarı'nda bulunan Zwick Z020 (Ulm, Almanya) test makinesi kullanılarak, makinenin çekme hızı 50 mm/dk, ön yükleme 10 Newton olacak şekilde çalışma yapılmıştır. Patellayı ve tibiayı biyomekanik cihazının alt ve üst çenesine daha iyi tespit edebilmek için ek tutucular kullanılmıştır.



**Şekil 11. Materyalin Test Makinesinde Çalışma Başlamadan Önceki Durumu ve Test Cihazı Görülmektedir**

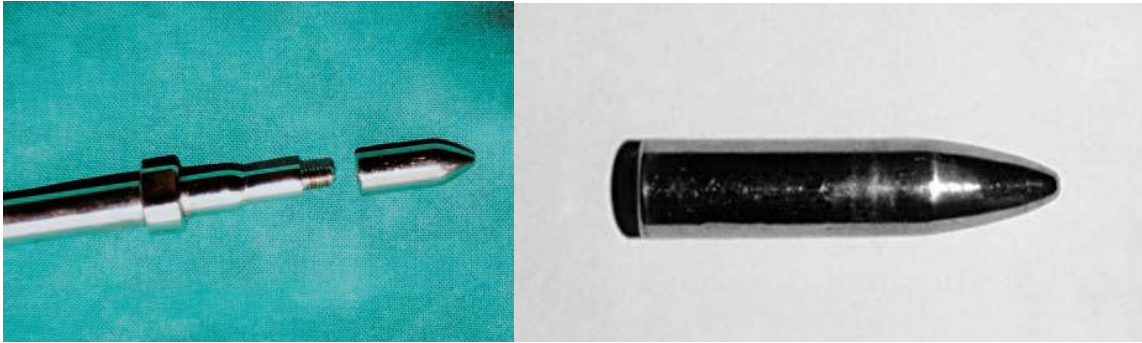


**Şekil 12. Test Öncesi Patella Tendonu Daha Yakından Görülmektedir**



**Şekil 13. Patella Tendonunun Kopma Yeri ve Şekli Görülmektedir**

Daha sonra; biyomekanik ölçüm aşamasında kopan patella tendonu patella ve tibiadan tamamen uzaklaştırılmıştır. Patellanın alt polünden superiora doğru bir tünel ve tuberositas tibiadan inferiora doğru ikinci bir tünel açılmıştır. Tüneller 6 mm çapında olacak şekilde açılıp bu tünellere hazırlanan musculus semitendinosus greftleri 7 mm çapında interferens çivisi ile press-fit olacak şekilde tespit edilmiştir (Şekil 14, 15).



**Şekil 14. İnterferens Çivisi ve Çakıcısı Görülmektedir**

#### **İmplantın şekli ve özellikleri:**

İç kısmında çakıcının yerleştirilebilmesi için yivleri olan dış yüzü düz, 25 mm uzunluğunda (20 mm silindirik, 5 mm konikal) interferens çivisi kullanılmıştır. Çivi aynı

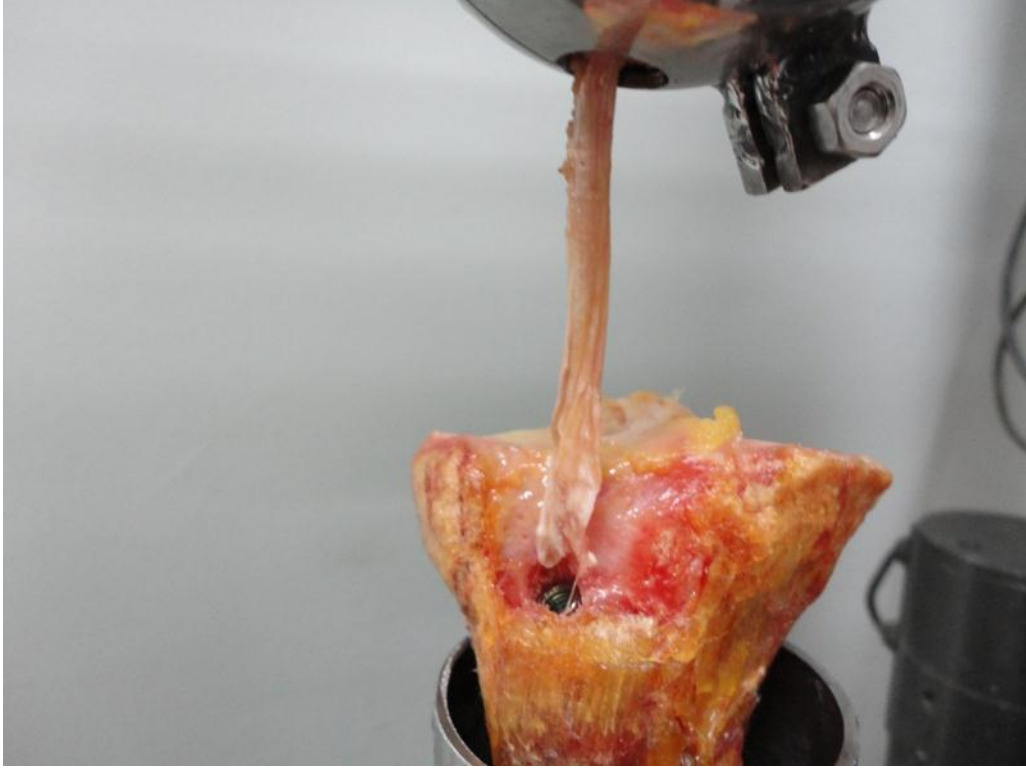
çakıcı ile ters yöne çakılarak çıkarılabilir. Çalışmada kullanılan interferens çivisi kliniğimizde tasarlanmıştır.

Kullanılan çivi greft laserasyonunu azaltmak için dış yüzeyi silindirik ve düz olarak tasarlanmıştır. Greft laserasyonuna sebebiyet vermemek için rotasyonla değil press-fit uygulanmıştır . Çiviye, diğer interferens vidalarında uygulanan rotasyonel kuvvetler uygulanmadığı için hasarın daha az olacağı düşünülmüştür.



**Şekil 15. Tibia ve Patellaya İnterferens Çivisi ile Tespit Edilmiş Tendon Grefti Görülmektedir**

Hazırlanan materyali çekme testi yapmak üzere test makinesinin alt ve üst çenelerine tespit edilmiş, test sonrası tendonların sıyrılma kuvveti, sıyrılma şekli ve sıyrılma yeri kaydedilmiştir (Şekil 16) .



**Şekil 16. Test Sonrası Tibial Taraftan Sıyrılmış Tendon Görülmektedir**



#### 4. BULGULAR

Çalışmamızda 12 adet insan kadavra dizi kullanılmıştır. Bunların 8 'i erkek 4 'ü kadın dizi idi.

Amputasyon materyallerinin elde edildiği hastaların en yaşlısı 86 en genci 68 yaşındaydı. Ortalama yaş  $77\pm 4$  idi.

Tamir sonrası yapılan test sonucunda tendonların 5 'i tibial taraftan (%42) ,7 'si patella tarafından (%58) kopmuştur.

Test sonucu yetersizlik şekli tendon rüptürü şeklinde olmuş ve hiçbir testte greftin tespitten sıyrılması tarzında olmamıştır.

Patella tendonu rüptürlerinde serbest tendon greftini interferens çivisiyle tespit ederek yaptığımız tamir sonrasında kopma kuvveti en yüksek 810 N, en düşük 420 N olarak bulundu, ortalama kopma kuvveti  $575\pm 140$  N olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Çalışmamızda cinsiyete göre tamir sonrası kopma kuvvetinin erkeklerde ortalama 600 N, kadınlarda 525 N olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda tamir sonrası tendon direngenliği en yüksek 93 n/mm, en düşük 47 n/mm olarak bulunmuş, ortalama  $65\pm 15$  n/mm olarak ölçülmüştür.

**Tablo 1. Tendon Greftiyle Tamir Sonrası Germe Testi Sonucunda Kopma Değerleri**

Spesimen No	Cinsiyet	Tamir Sonrası Kopma Kuvveti (n)	Tamir Sonrası Direngenliği (stiffness n/mm)	Tamir Sonrası Kopma Yeri
1	E	470	52	Tibial taraftan sıyrılma
2	E	500	57	Tibial taraftan sıyrılma
3	K	420	47	Patellar taraftan sıyrılma
4	E	770	85	Tibial taraftan sıyrılma
5	K	460	52	Patellar taraftan sıyrılma
6	E	570	64	Patellar taraftan sıyrılma
7	K	810	93	Tibial taraftan sıyrılma
8	E	535	60	Patellar taraftan sıyrılma
9	K	420	47	Patellar taraftan sıyrılma
10	E	605	68	Tibial taraftan sıyrılma
11	E	570	64	Patellar taraftan sıyrılma
12	E	780	85	Patellar taraftan sıyrılma

Patella tendonlarının çekme testlerinin hepsinde kopma patella tarafından kemik parçayla birlikte olmuştur. Kadın ile erkek patella tendonu kuvvetleri arasında anlamlı fark olduğu gözlenmiştir ( $p < 0,01$ ).

Çalışmamızda patella tendonunun en yüksek 6820 N, en düşük 5200 N kuvvette koptuğu görülmüştür. Patella tendonunun kopma kuvvetinin ortalaması  $6300 \pm 525$  N olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Patella tendonlarının germe testinde kopma kuvvetinin erkeklerde 6585 N, kadınlarda 5720 N değerinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda patella tendonunun direngenliği en yüksek 765 n/mm, en düşük 625 n/mm olarak bulunmuş, ortalama direngenlik ise  $713 \pm 42$  n/mm olarak bulunmuştur.

**Tablo 2. Patella Tendonunun Kopma Yeri ve Değerleri**

<b>Spesimen No</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Sağlam Tendonun Çekme Kuvveti (n)</b>	<b>Sağlam Tendonun Direngenliği (stiffness n/mm)</b>	<b>Tendonun Kopma Bölgesi</b>
1	E	6600	730	Patellanın alt kutbu
2	E	6675	750	Patellanın alt kutbu
3	K	5430	655	Patellanın alt kutbu
4	E	6820	765	Patellanın alt kutbu
5	K	6380	715	Patellanın alt kutbu
6	E	6590	740	Patellanın alt kutbu
7	K	5880	670	Patellanın alt kutbu
8	E	6400	720	Patellanın alt kutbu
9	K	5200	625	Patellanın alt kutbu
10	E	6500	735	Patellanın alt kutbu
11	E	6300	710	Patellanın alt kutbu
12	E	6800	750	Patellanın alt kutbu

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada patella tendonu rüptürlerinin tamirinde yeni bir metod olarak serbest tendon greftlerinin interferens çivisiyle patella ve tibiaya tespit edilmek suretiyle geliştirilen tekniğin biyomekaniğinin deneysel incelenmesi yapılmıştır.

Tendon greftiyle tamir edilen patella tendonunun, çekme testi sonucunda erkeklerde 600 N, kadınlarda 525 N ve ortalama 575 N'luk tendon sıyırılma gücü olduğu tespit edilmiştir. Bu sıyırılma kuvveti diğer tekniklerle yapılan tamirlerin sonuçlarına yakındır ve diğer teknikler ile yapılan tamirlerle mukayese edilebilecek tespit gücüne sahiptir.

Bushnell ve arkadaşları patella tendonu tamirlerinde klasik tedavi olan patellaya tüneller açıp sütür materyalleri ile yapılan tamir yöntemini sütür anchor ile karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 2 numara sütür anchor ile tamirde 779 N, 5 numara etibond ile 763 N, 2 numara fiber kablo ile 730 N büyüklüğünde sıyırılma kuvvetleri ölçmüşlerdir (24,25).

Bizim çalışmamızda en yüksek 810 N, en düşük 420 N sıyırılma kuvvetleri ölçülmüş olup ortalama değeri 575 N olarak bulunmuştur. Bu sonuçlarla Bushnell ve arkadaşlarının tespit metoduna yakın bir değer elde edilmiştir. Ancak onlar çalışmalarını tekrarlayan yükleme yöntemiyle yapmışlardır (25).

Bizim çalışmamızda tek tendon grefti ile tamir yapılmıştır. Tespit gücünü artırmak için 2 bant şeklinde tamir yapılabilir ve böylece sıyırılma kuvveti daha büyük değerlere çıkartılabilir.

O'Brien ve arkadaşları çalışmalarında sağlam patella tendonu kopma kuvvetinin maksimum değerini erkeklerde 5453 N, kadınlarda 3877 N olarak bildirmişlerdir (26). Bizim çalışmamızda sağlam patella tendonu kuvvetini erkeklerde 6585 N, kadınlarda 5720 N olarak bulduk.

Aydın ve arkadaşları aynı çivi ile hamstring tendonlarını kullanarak yaptıkları ön çapraz bağ tamirlerinin sonucunu bildiren deneysel çalışmalarında, ortalama 400 N

sıyırılma gücü bulmuşlardır (27). Bizim çalışmamızda ortalama 575 N'luk sonuç bulunmuştur. Bu farkın, çalışmamızda tesbitin iki taraflı uygulanmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Turhan ve arkadaşları ön çapraz bağ tamirlerinde patella tendonu 1/3 ortasını alıp 1 adet interferens çivisi ile yaptıkları tamirlerin sonucunu bildiren çalışmalarında ise ortalama 550 N sıyırılma gücü ölçülmüş olup bizim çalışmamızla benzerdir (28).

Matava ve Hutton yaptıkları biyomekanik çalışmada, ön çapraz bağ için alınan 1/3 orta kısım patella tendonu greftlerinin ve geride kalan lateral bantların biyomekanik değerlendirilmesini içeren çalışmalarında patella tendonunun daha sık olarak tibial bölgeden koptuğunu bildirilmişlerdir (29). Bizim çalışmamızda patella tendonlarının hepsi patellanın alt ucundan kopmuştur.

Yine aynı çalışmada 1/3 orta kısmın gücünün 1411 N, geri kalan medial ve lateral bantla yapılan biyomekanik çalışmanın ise toplamda 1654 N güçte olduğu bildirilmiştir. Burada patella tendonunun orta kısmı çıkarıldıktan sonraki kuvvetin beklenildiği gibi orta 1/3 ün 2 katı olmadığı görülmüş olup ön çapraz bağ tamirlerinde orta kısmın kullanılmasının patella tendonu kuvvetinin yarısını ortadan kaldırdığını göstermiştir (29). Çalışmamızda, tamirlerde hem biyomekanik olarak uygunluk açısından hem de patella tendonu orta kısmından geçen yükün diğer kısımlar ile yaklaşık aynı miktarda yüke dayanıklı olması açısından interferens çivisi ile tamir bu bölgelerden yapılmıştır.

Noyes ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; gençlerde tendondan kopma, yaşlılarda patelladan kemik parça ile ayrılma tespit etmişlerdir (30). Bizim çalışmamızda; yaşlı popülasyondan alınan materyaller kullanılmış olup Noyes ve arkadaşlarının belirttiği gibi patelladan kemikten kemik parça ile ayrılma görülmüştür. Bunun osteoporoza bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Waligora ve Johanson yaptıkları anatomik çalışmada, patella tendonu liflerinin patellanın inferior bölgesinin orta kısmının ön yüzüne yapıştığını göstermişlerdir (13). Çalışmamızda da dizlerin diseksiyonu sırasında aynı şekilde anatomik dizilimin olduğu gözlenmiştir. Bu anatomik özellikten ve yukarıda bahsedilen biyomekanik nedenlerden dolayı çalışmamızda interferens çivileri ile tespit bu bölgeye yapılmıştır.

Capiola ve Re yaptıkları çalışmada 2 patella tendonu rüptürü vakasını sütür anchor ile tamir etmişler ve sonuçlarının iyi olduğunu göstermişlerdir. Makalelerinde 71 kg lık ilk vakalarının patellofemoral bölgesine binen yükün vücut ağırlığın 0,5 katı olacağını hesap

ederek 35,5 kg yük bineceğini bununda yaklaşık 350 N olacağını bildirmişler. Kullandıkları sütür anchorun sıyırılma gücünün kansellöz kemiklerde yaklaşık 55 kg civarı olduğunu bu nedenle yaptıkları tespit gücünün bu hastada yeterli olacağını savunmuşlardır (31). Bizim sonuçlarımızda ise tespit materyalimizin sıyırılma gücünün ortalama olarak kullanılan anchordan yüksek olduğu görülmüştür (575 N=57,5 kg).

Barber ve arkadaşları çalışmalarında 2 numara etibondun 92 N, 5 numara etibondun 193 N; no 2, no 5 ve 2-0 fiber kablonun sırayla 188, 483, 82 N sıyırılma gücünde olduğunu göstermişlerdir. Sütür anchorun bunlardan daha üstün olduğunu ve yaklaşık 550 N sıyırılma gücünün olduğunu tespit etmişlerdir (32). Bizim çalışmamızda bulunun sıyırılma gücü ise bu sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur ve sütür anchora göre daha iyi bir alternatif teşkil edebileceği görülmüştür.

Barber ve arkadaşları bazı sütür materyalleri ile anchorların sıyırılma güçlerini karşılaştıran bir başka çalışmalarında; emilebilir sütür materyallerinin sıyırılma güçlerini en yüksek 280 N, Polietilen fiber kablonun en yüksek 303 N olarak bulmuşlardır (33). Bizim çalışmamızdaki tespit gücünün sıyırılma gücü bunlardan yüksek bulunmuştur.

Başka bir çalışmada Barber ve arkadaşları çeşitli tespit materyallerinin sıyırılma güçlerini ölçmüş ve 168 N ile 503 N arası değişen değerler bildirmişlerdir. Bu çalışmada sadece bir çeşit anchorun sıyırılma gücü 712 N olup en yüksek değer olarak belirtilmiştir (34). Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler bu çalışmanın sonuçlarına göre daha yüksek olup sadece belirtilen anchor ile benzerdir.

Krackow ve arkadaşları, tendonun kemiğe basit sütürlerle fiksasyonunun biyomekanik incelenmesinde tamirin 100 N sıyırılma gücünde olduğunu, güçlü sütür materyalleri ile yapılan duble dikişlerin 392 N, staple ile yapılan tespitlerin ise 208 N güçte olduğunu, ancak kemik kalitesine ve staple tespitinin iyi uygulanmasına göre 400 N'a kadar çıkan güçte olabileceğini bildirmişlerdir (35). Çalışmamızda elde edilen değerlerin bu çalışmada bildirilen sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmüş olup; kullandığımız fiksasyon yönteminin sütür materyalleri ve staple ile yapılan tespitte göre daha iyi sonuçlar verebileceği düşünülmüştür.

Patella tendonu defekti modelinde, serbest tendon greftinin interferens çivisi kullanılarak tespit edilmesiyle elde ettiğimiz sonuçlar, literatürdeki diğer tendon tamiri metodlarıyla mukayese edildiğinde, onlara eşit veya daha yüksek tespit kuvvetine sahiptir.

Bu nedenle bu yöntemin klinik kullanımının uygun bir metod olabileceği kanaatine varılmıştır.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Çalışmamızda tamir sonrası kopma kuvveti en yüksek 810 N, en düşük 420 N olarak bulunmuştur. Tamir sonrası kopma kuvveti ortalama  $575\pm140$  N olarak bulunmuştur.
- Patella tendonlarının germe testinde kopma kuvvetinin kadınlarda 5720 N, erkeklerde 6585 N değerinde olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışmamızda patella tendonu direngenliği en yüksek 765 n/mm, en düşük 625 n/mm olarak, ortalama direngenlik ise  $713\pm42$  n/mm olarak bulunmuştur.
- Rekonstrükte edilen tendon gerftlerinin tespit noktalarından sıyrılma tarzında yetersizlik görülmemiş ve hepsi tespit yerinden tendon grefti yırtılarak yetersiz hale gelmiştir.
- Kopma şeklinin patellanın alt kutbundan kemik parça ile olduğu görülmüştür.
- Greftin patella ve tibiadaki tünellere tesbiti esnasında kırık ya da çatlak görülmemiştir.
- İnterferens çivisi kullanarak patella tendonu akut ya da kronik yırtıklarının tendon grefti ile tedavisinin alternatif bir metod olabileceği kanaatine varılmıştır.



## 7. ÖZET

### **PATELLA TENDONU RÜPTÜRLERİNİN İNTERFERENS ÇİVİSİ İLE TAMİRLERİNİN BİYOMEKANİĞİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ**

**Amaç:** Bu çalışmada patella tendonu rüptürlerinin tedavisinde interferens çivisini tesbit metodu olarak kullanarak serbest tendon grefti ile rekonstrüksiyonun biyomekanik çalışması yapılmıştır.

**Materyal ve Metod:** Çalışmada 12 insan kadavra dizi kullanılmıştır. Patella tendonu, patella ve tibiadan tamamen kesilerek uzaklaştırılmış ve tendon grefti patella distaline ve tuberositas tibiaya açılan tünellere interferens çivileri ile tespit edilmiş ve test makinesinde çekme testine tabi tutulmuştur.

**Bulgular:** Test neticesinde tendonların ortalama erkeklerde 600 N,kadınlarda 525 N da sıyrıldıkları tesbit edilmiştir.

**Sonuç:** İnterferens çivisi kullanarak patella tendonunun akut ya da kronik yırtıklarının tendon grefti ile tedavisinin uygun bir metod olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Patella Tendonu Rüptürü, İnterferens Çivisi, Biyomekanik Çalışma, Kadavra Dizleri.

## 8. SUMMARY

### EXPERIMENTAL BIOMECHANICAL INVESTIGATION OF PATELLAR TENDON RUPTURES REPAIR WITH INTERFERENCE NAIL

**Introduction:** This study includes the biomechanical research of the treatment of patellar tendon ruptures with free tendon grafts via the method of locating interference nail.

**Materials and Methods:** Throughout the study, 12 human cadaveric knees were used. The patellar tendon has been completely cut and removed from patella and tibia. Tendon graft has been fixed through the tunnels which has been opened to tuberositas tibia and distal patella with interference nail. Then has been mounted to the upper and bottom grips of testing machine for pull out test.

**Results:** As a result of the test, the average pull out forces of tendons for men is 600 N and for women 525 N.

**Discussion:** It has been concluded that via the use of interference nails in the treatment of acute or chronic patellar tendon ruptures with tendon grafts is an appropriate method.

**Key Words:** Patellar Tendon Ruptures, Interference Nail, Biomechanical Study, Cadaveric Knee.

## 9. KAYNAKLAR

1. Guyton, J.L.: Arthroplasty of Ankle and Knee. Campbell's Operative Orthopaedics. 9th edition, St. Louis, Mosby-Year Book, Inc, 2008: pp. 232-295
2. Insall, J.N.: Surgery of the Knee. Insall J. Knee (ed). Total Knee Replacement. New York, Churchill Livingstone. 1984: pp. 587-695
3. Ege,R.: Diz Anatomisi. Diz Sorunları, Editör Ege, R., 1998: ss. 27-54
4. Henry, D.C.,Scott,N.: Anatomy, Surgery of the Knee 3rd Edition New York, Churchill Livingstone, 2001: pp. 13-71
5. Stannard J., Schmidt A., Kregor P. : Ortopedik Travmanın Cerrahi Tedavisi, Mahir Mahiroğulları (ed): Habitat Yayıncılık, 2010: ss. 890-894
6. Netter F.H.: Netter Collection of Medical Illustration. Cilt 8, Kısım 3, Güneş Tıp Kitabevleri, 2011: pp. 103-132
7. Müezzinoğlu, S. : Ön Çapraz Bağ Anatomisi. Ön Çapraz Bağ Cerrahisi, Editör Tandoğan, R.; 2002: ss. 1-10
8. Insall, J.N., Kelly M.A.: Anatomy Insall, J.N. Surgery of the Knee 2 Edition. New York Churchill Livingstone.Inc.1, 1993: pp. 542-565
9. Wilson S.A., Vigorita V. J., Scott W. N. Anatomy. In: Scott WN (Ed). The Knee Vol-1. 9th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1994.: pp. 17-38.
10. Aydın AT. Diz Eklemleri Anatomisi. Tandoğan NR, Alpaslan AM (Editörler). Ankara: Yeni Fersa Matbaacılık; 1999: ss. 5-18.
11. Insall JN, Kelly MA. Anatomy. In: Insall JN (Ed). Surgery of the Knee, 2nd Edition. New York: Churchill-Livingstone Inc; 1993: pp. 1-20.
12. Steindler A.: Kinesiology of Human Body Fourth Printing.Charles C. Thomas Publisher. Springfield Illinois.USA ; 1973: pp. 327-340

13. Waligora A.C., Johanson N.A. : Clinical Anatomy of the Quadriceps Femoris and Extensor Apparatus of Knee Clin. Orthop Relat Res 2009, 467: pp. 3297-3306
14. Schindler OS, Scott WN: Basic Kinematics and Biomechanics of the Patello-Femoral Joint. Part 1: The Native Patella. Acta Orthop Belg. 2011 Aug; 77(4): pp. 421-429
15. Moore KL.: The Lower Limb. In: Moore KL. (Ed). Clinically Oriented Anatomy. Baltimore: Williams and Wilkins, 1992: pp. 477-487.
16. Sebik A.: Patellofemoral Eklemin Anatomisi ve Biyomekanik Özellikleri. Acta Orthop Traumatol Turc 1995: ss. 351-356
17. Andrikoula S., Tokis A.: The Extensor Mechanism of the Knee Joint: An Anatomical Study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2006) 14: pp. 214-220
18. Arnoczky SP, Doods JA, Wickiewicz TL. Basic Science of the Knee Joint. In: McGinty JB (Ed). The Operative Arthroscopy. 2nd ed. New York: Lippincot-Raven; 1996.: pp. 127-130.
19. Miller RH. Knee injuries. In: Canale ST (Ed). Campbell's Operative Orthopaedics. 9th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1998.: pp. 1114-1115.
20. Hungerford DS, Barry M.: Biomechanics of the Patellofemoral Joint. Clin Orthop Relat Res 1979; 144: pp. 9-15.
21. Bucholz R.W., Heckman J.D., Brown C.: Rockwood and Green's Fractures In Adults / 6th Edition, 2011: pp. 1969-1995
22. Canale S.T., Beaty J.: Campbell's Operative Orthopaedics, 10th edition,2007: pp. 2799-2802
23. Mark D. Miller: Millers Ortopaedics 4th Edition University of Virginia,2006: pp. 750-756
24. Bushnell B.D., Byram I.R., Weinhold P.S., Creighton R.A.: The Use of Suture Anchors In Repair of the Ruptured Patellar Tendon: A Biomechanical Study, Am. J. Sport. Med., 34 (9) (2006): pp. 1492-1499
25. Bushnell B.D., Tennant J.N., Rubright J.H., Creighton R.A.: Repair of Patellar Tendon Rupture Using Suture Anchors J. Knee. Surg., 21 (2) (2008): pp. 122-129
26. O'Brien T.D., Reeves N.D., Baltzopoulos V., Jones D.A., Maganaris C.N.: . Mechanical Properties of the Patellar Tendon In Adults and Children. J Biomech. 2010 Apr 19; 43(6): pp. 1190-1195.

27. Aydın H., Kerimoğlu S., Turhan A.U.: Initial Fixation Strength of Interference Nail Fixation For Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Graft (Experimental Study), *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2004): pp. 94–97
28. Turhan A.U., Aynacı O., Aydın H., Bıyıklıoğlu A. : A New Interference Nail Fixation For Anterior Cruciate Ligament Soft Tissue Grafts; *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* (2000) 8: pp. 214–217
29. Matava MJ, Hutton WC. Br: A Biomechanical Comparison Between the Central One-Third Patellar Tendon and the Residual Tendon. *J Sports Med.* 1995 Sep; 29(3): pp. 178-84.
30. Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS.:Biomechanical Analysis of Human Ligament Grafts Used In Knee-Ligament Repairs and Reconstructions. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Mar; 66(3): pp. 344–352.
31. Capiola D, Re L.:Repair of Patellar Tendon Rupture With Suture Anchors. *Arthroscopy.* 2007 Aug; 23(8): pp. 1-4.
32. Barber FA, Herbert MA, Beavis RC : Sutures and Suture Anchors: Update 2003, *Arthroscopy.* 2003 Nov; 19(9): pp. 985-990
33. Barber FA, Herbert MA, Coons DA, Boothby MH.: Sutures and Suture Anchors-- Update 2006. *Arthroscopy.* 2006 Oct; 22(10): pp. 1-9.
34. Barber FA, Herbert MA, Beavis RC, Barrera Oro F: Suture Anchor Materials, Eyelets, and Designs: Update 2008, *Arthroscopy.* 2008 Aug; 24(8): pp. 859-867.
35. Krackow K.A., Thomas S.C., Jones L.C.: Ligament-Tendon Fixation: Analysis of A New Stitch and Comparison With Standard Techniques. *Orthopedics.* 1988 Jun; 11(6): pp. 909-917