

T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ

**HAYVAN MODELİNDE TRANSVERS PATELLA  
KIRIKLARINDA FARKLI TESPİT YÖNTEMLERİNİN  
DİSTRAKSİYON KUVVETLERİNE KARŞI  
DAYANIKLIKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI:  
BİYOMEKANİK ÇALIŞMA**

**DR. ÖMER GÜRBÜZ**

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ  
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN  
Yrd. Doç. Dr. TOLGA ATAY**

**ISPARTA-2009**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Tıp Fakültesi Dekanlığına,

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanlığı  
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından  
Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Uzmanlık Tez Savunma Tarihi: 07/10/2009

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Tolga ATAY

Üye: Prof. Dr. Metin Lütfi BAYDAR

Üye: Prof. Dr. Vecihi KIRDEMİR

Üye: Doç. Dr. Yakup Barbaros BAYKAL

Üye: Doç. Dr. Mustafa YILDIZ

ONAY: Bu uzmanlık tezi, Fakülte Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Fakülte Yönetim Kurulu Kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yıldırım SONGÜR

DEKAN

## ÖNSÖZ

Ortopedi ve Travmatoloji uzmanlık eğitimim boyunca bilgilerimi ve desteklerini esirgemeyen sayın Rektörümüz Prof. Dr. Metin Lütfi BAYDAR'a ve Rektör Yardımcımız Prof. Dr. Vecihi KIRDEMİR'e özellikle teşekkür ederim.

Tezin literatür aşamasından, yazım aşamasına kadar geçen tüm dönemde her an yanımda destek olan ve motivasyonumun kırılmasına imkan vermeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Yakup Barbaros BAYKAL'a ve tez hocam Yrd. Doç. Dr. Tolga ATAY'a çok teşekkür ederim.

Tıpta uzmanlık eğitimim süresince bilgileri ile bize ışık tutan ve ilerideki meslek yaşantımıza güvenle başlamamızı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin YORGANCIGİL'e Yrd. Doç. Dr. Osman Gazi AKSOY'a sonsuz teşekkürler ederim.

Asistanlığım döneminde çalışma şansına ulaştığımız şuan Ankara Hastanesi 3. Ortopedi Klinik Şefi olan Prof. Dr. Nevres Hürriyet AYDOĞAN'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezimin hazırlanmasında büyük yardımları olan Makine Mühendisliği Mekanik A.D.'da görevli Doç. Dr. Ramazan KAYACAN ve Arş. Görevlisi Kenan TÜFEKÇİ'ye teşekkür ederim.

Kliniğimizde birlikte çalışmaktan keyif aldığım tüm asistan, hemşire ve sağlık memuru arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

Dr. Ömer GÜRBÜZ

Isparta, Kasım 2009

**İÇİNDEKİLER**

<b>Kabul ve Onay Sayfası.....</b>	<b>II</b>
<b>Önsöz.....</b>	<b>III</b>
<b>İçindekiler.....</b>	<b>IV</b>
<b>Simgeler ve Kısaltmalar.....</b>	<b>VII</b>
<b>Şekiller.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tablolar.....</b>	<b>X</b>
<b>Resimler.....</b>	<b>XI</b>
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2.GENEL BİLGİ.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.Tarihçe.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.Anatomi.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3.Patella'nın Gelişimi.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.Patellofemoral Eklem Biyomekaniği.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.1.Patella'nın Hareketi.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.2.Patellofemoral Temas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.3.Tendofemoral Temas.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.4.Patellofemoral Temas Alanı.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.5.Patellofemoral Eklem Basıncı.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.6.Q Açısı.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5.Yaralanma Mekanizması.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.Tanı.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.1.Klinik Değerlendirme.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.2.Radyolojik Değerlendirme.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.2.1.Standart Radyografiler.....</b>	<b>23</b>

2.6.2.1.1. Anteroposterior Grafiler.....	23
2.6.2.1.2. Lateral Grafi.....	24
2.6.2.1.3. Tanjansiyel Grafi.....	24
2.6.2.2. Bilgisayarlı Tomografi.....	25
2.6.2.3. Kemik Sintigrafisi.....	25
2.6.2.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	25
2.7. Sınıflandırma.....	26
2.7.1. Transvers Kırıklar.....	28
2.7.2. Vertikal Kırıklar.....	28
2.7.3. Kutup Kırıkları.....	29
2.7.4. Parçalı Kırıklar.....	29
2.7.5. Osteokondral Kırıklar.....	29
2.8. Tedavi.....	30
2.8.1. Tedavinin amacı.....	30
2.8.2. Konservatif Tedavi.....	31
2.8.3. Cerrahi Tedavi.....	31
2.8.3.1. Genel Operasyon Kuralları.....	33
2.8.3.2. Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon.....	34
2.8.3.2.1. Çevresel Telleme.....	35
2.8.3.2.2. Magnusson Tekniği.....	35
2.8.3.2.3. Gergi Bandı Tekniği.....	36
2.8.3.2.4. Modifiye Gergi Bandı Tekniği.....	36
2.8.3.2.5. Pyrford Tekniği.....	37
2.8.3.2.6. Lotke ve Ecter Yöntemi.....	38
2.8.3.2.7. Vidalama.....	38
2.8.3.2.8. Eksternal Fiksatorle Tespit.....	40
2.8.3.3. Parsiyel Patellektomi.....	41
2.8.3.4. Total Patellektomi.....	42

2.8.4. Patella Kırıklarında Tedavi Sonuçları.....	42
2.8.5. Komplikasyonlar.....	44
3.MATERYAL VE METOD .....	45
3.1.Deneysel Çalışma Öncesi Hazırlık.....	45
3.2.Fiksasyon Tekniklerinin Uygulanması.....	45
3.3.Mekanik Deney Sistemi.....	47
3.4. Testin Uygulanması.....	48
3.5.İstatistiksel Değerlendirme.....	49
4.BULGULAR .....	51
4.1.Biyomekanik Değerlendirme Sonuçları.....	51
4.2. İstatistiki Değerlendirme Sonuçları.....	52
5.TARTIŞMA .....	53
6.SONUÇ VE ÖNERİLER .....	58
ÖZET.....	59
İNGİLİZCE ÖZET.....	60
KAYNAKLAR .....	61

**SİMGELER ve KISALTMALAR**

<b>AO</b> .....	<b>Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen</b>
<b>ARİF</b> .....	<b>Açık redüksiyon internal fiksasyon</b>
<b>BT</b> .....	<b>Bilgisayarlı Tomografi</b>
<b>cm</b> .....	<b>Santimetre</b>
<b>cm<sup>2</sup></b> .....	<b>Santimetrekare</b>
<b>CPM</b> .....	<b>Continuos passive motion</b>
<b>DC</b> .....	<b>Doğru akım</b>
<b>K</b> .....	<b>Kirschner</b>
<b>Kgf</b> .....	<b>Kilogramkuvvet</b>
<b>kN</b> .....	<b>Kilonewton</b>
<b>mm</b> .....	<b>Milimetre</b>
<b>mm<sup>2</sup></b> .....	<b>Milimetrekare</b>
<b>MRG</b> .....	<b>Manyetik rezonans görüntüleme</b>
<b>N/mm<sup>2</sup></b> .....	<b>Newton/milimetrekare</b>
<b>V</b> .....	<b>Volt</b>

## ŞEKİLLER

- Şekil 2.1- A. Patella anterior yüzü B. Posterior yüzü.....4
- Şekil 2.2- Diz eklemi önden görünüşü.....4
- Şekil 2.3- Patella arkadan görünüş. Dizin hareketleri esnasında patellanın aldığı pozisyonlar.....5
- Şekil 2.4-Patella morfolojik sınıflaması.....6
- Şekil 2.5- A. Patella ve çevresindeki anatomik yapılar. B. Patella ve çevresindeki anatomik yapıların yüzeyel görünümü.....7
- Şekil 2.6- Patellanın kanlanması (patellanın ekstraosseöz zengin damar ağı).....8
- Şekil 2.7.Diz ekstansiyonunda, patellanın gerimde birincil olarak yüklenmesi.....10
- Şekil 2.8. Diz fleksiyonunda, patello-femoral eklem yüzeyinde üç nokta eğilme konfigürasyonu.....11
- Şekil 2.9- Patellofemoral eklemden, ekstansiyon-fleksiyon arkı boyunca değişen temas alanları.....12
- Şekil 2.10- Ekstansiyon-fleksiyon arkı boyunca patellanın hareketi.....13
- Şekil 2.11- Q açısı.....19
- Şekil 2.12- Diz eklemi; A.Eklemin lateral kısmından geçen sagittal kesit B.Diz fleksiyonda iken üstten görünüm.....21
- Şekil 2.13-Patella Kırıklarının Morfolojik Sınıflandırması.....27
- Şekil 2.14- Ortopedik Travma Birliği Sınıflandırması.....27
- Şekil 2.15-Magnuson telleme.....35
- Şekil 2.16-Modifiye gergi bandı.....37
- Şekil 2.17-Lotke Ecter Telleme.....38
- Şekil 2.18-Çok parçalı kırık için destek vidaları kullanılarak patellanın Schauwecker metoduyla komprese edilerek tellenmesi(C). Çok parçalı kırıklar (A) vidalar ile 2 parçalı kırığa dönüştürülmüş(B).....39



- **Şekil 2.19-Parsiyel patellektomi A;Tutulan fragman geniş absorbe olmayan sütürler ile tendona yaklaştırılır. B; Dril delikleri artiküler yüzeye yakın tendona yeniden tutturulmak üzere düzenlenir. C; Quadriceps ekspansiyonları tamamen tamir edilir.....41**
- **Şekil3.1. A-Modifiye gergi bandı tekniği, B- Malleol vidası, C- Herbert vidası yoluyla gergi bandı tekniği uygulamaları.....47**
- **Şekil3.2. Mekanik deney sistemi .....48**

**TABLÖLAR**

- **Tablo 4.1. Grupların ortalama ve ortanca değerleri.....51**
- **Tablo 4.2. Patellalarda mekanik yetersizliğe neden olan kuvvetlerin Newton cinsinden değerleri.....51**

## RESİMLER

- **Resim3.1.Dana patella modelinde modifiye gergi bandı tekniği.....49**
- **Resim3.2. Dana patella modelinde A-Herbert vida yoluyla gergi bandı tekniği, B- Malleol vida tekniği uygulamaları .....49**

## 1.GİRİŞ

Patella insan vücudundaki en büyük sesamoid kemiktir. Dizde ekstansör mekanizma içerisinde, kuadriseps ve patellar tendon arasında yer alır. Ayrıca femur kondillerini korur ve dizin estetik görünümünde etkilidir. Patellanın önde hemen cilt altı konumu, onu direkt travmaya hassas kılar. Bu yüzden direkt veya indirekt mekanizmalarla oluşan patella kırıkları, tüm iskelet sistemi kırıklarının yaklaşık %1'ini oluştururlar (1). Bu kırıkların cerrahi tedavisinde, endikasyonlar ve cerrahi yöntemler hakkında günümüzde halen tam bir fikir birliği olmadığı halde modifiye anterior gergi bandı tekniği en çok kullanılan cerrahi tekniklerden biridir. Bunun yanında son yıllarda, literatürde sadece kanüllü vidaların kullanıldığı veya kanüllü vidaların içinden geçirilen serklaj telleri ile değişik gergi bandı uygulamalarına ait bilgiler giderek artmaktadır. Ancak transvers patella kırıklarında kullanılan internal tespit yöntemlerinin biyomekanik çalışmalarına ait makaleler sınırlı sayıdadır.

Bu deneysel çalışmada, dana patella kemikleri modelinde transvers kırık oluşturarak kırık tespitinde, modifiye anterior gergi bandı, malleol vidaları ve başsız kanüle vidaları (Herbert vidası) yoluyla gergi bandı tekniklerini birbirleri ile biyomekanik açıdan karşılaştırdık. Amacımız, bu çalışma sonucunda elde ettiğimiz verileri literatür bilgileri ışığında değerlendirerek; söz konusu tekniklerin birbirlerine karşı sahip oldukları avantaj ve dezavantajları tespit etmektir.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.Tarihçe

Patella kırıkları, XIX. yüzyıl'ın çeyreğine kadar dizi ekstansiyonda (bazen de hiperekstansiyonda) kalçayı ise fleksiyonda tutarak fleksiyon gerilimini ortadan kaldırmayı amaçlayan alçılı immobilizasyonla tedavi ediliyordu. Yatak istirahati, elevasyon ve masaj tedavi şeklinin parçaları olmuştur. Ancak bu tedavi sonucu sıklıkla fibröz bir kaynama gerçekleşmekte ve kalıcı bir fonksiyon bozukluğu bırakmakta idi. Bu yıllarda kemikte kaynamayı sağlamak ve iyi sonuç almak için farklı tedavi yöntemi olarak cerrahi girişim başlamıştır (2). Gerçekleştirilen ilk osteosentez yöntemleri perkütan olarak, fragmanları birbirine yaklaştırmayı planlayan çeşitli eksternal klemlerdi. Bunlar arasında en tanınanı Malgaigne çengeliydi. Malgaigne transvers patella kırıklarında cildi delip geçen ve kırık fragmanları sıkıca kavrayan 2 adet sivri uçlu kanca şeklinde bir klemp tasarlamıştı. İki kancalı sistem vida mekanizmasıyla birbirine yaklaşip uzaklaştırılıyordu. Bu metot yüksek enfeksiyon oranları nedeniyle terk edilmiştir. İskoçya'da, Sir Hector Cameron patella kırıklarında ilk açık cerrahi redüksiyonu Mart 1877 tarihinde uygulamıştır (3). Aynı yıl ekim ayında Joseph Lister benzer şekilde tespit yöntemini kullanmıştır (4). Her ikisi de gümüş bir tel yardımıyla fragmanları birbirine yaklaştırmıştır. Dennis, 1885 yılında 49 açık redüksiyon uygulamış, artrotomi ve açık redüksiyon ile metal dikişlerle yapılan tedavinin ideal bir tedavi olduğunu ve sonuçlarının iyi olduğunu rapor etmiştir (5). Stimson 1898 yılında, açık redüksiyonun iyileşme ve rehabilitasyon periyotlarının daha kısa ve daha kesin sonuç alındığında hemfikir olduğunu, fakat başarısız olduğunda çoğu kez sonucun felaketle sonuçlandığını bildirmiştir (6).

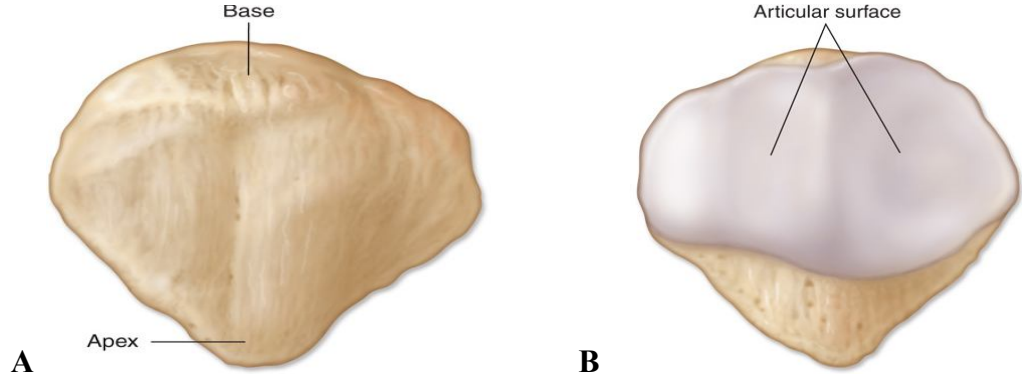
1900'lü yıllarda, asepsi antiseptideki gelişmeler sonucu açık redüksiyon sonrası ortaya çıkan enfeksiyon oranlarının kabul edilebilir seviyelere indirilmesiyle açık redüksiyon yaygın olarak kabul görmüş ve açık redüksiyonda tespit için katgüt, kanguru tendonu, gümüş, alüminyum, bronz ve paslanmaz çelik teller gibi materyaller denenmeye başlanmıştır. Ek olarak, patellanın telle çevresel sarılması, tellerin fragmanların içinden geçirilerek tespit edilmesi ve telin bir fragmandan transvers olarak geçirilip diğerinin etrafından dolanması gibi yöntemler tarif edilmiştir (2).

Heineck 1909 yılında patellanın yürüme için gerekli olmamasına rağmen, basit transvers kırıklarda patellektomiden kaçınılması gerektiğini belirtmiş ve patellektomiye yalnızca çok parçalı kırıklarda önermiştir. Daha sonraki yıllarda patellanın kuadriseps fonksiyonunu engellediği; patellektomi sonrası diz gücünün arttığı görüşleri yaygınlaşmış ve uzun süre patellektomi, patella kırıklarının tedavisinde ilk seçenek olmuştur (2). Aynı şekilde Brooke 1937'de patellanın fonksiyonel bir organ olmadığını ileri sürmüş olmasına rağmen, Haxton (1945) ve Kaufer'in (1971) sonraki çalışmaları bu iddiayı çürütmüştür. Kaufer, sağlam ve patellektomi uygulanmış kadavra dizlerini karşılaştırmıştır ve patellektomili dizin tam ekstansiyonu için %15–30 daha fazla kuadriseps gücü gerektiğini bulmuştur (7). Thomson tarafından 1942 yılında, ortaya konulan patellanın tümünün korunarak tespiti, parsiyel patellektomi ile tendon tamiri ve total patellektomi ile ekstansör mekanizmanın yeniden düzenlenmesi seçenekleri günümüzde de geçerliliğini korumaktadır (2).

## **2.2.Anatomi**

Patella, femur kondillerinin önünde, diz ekstansör mekanizmasının içinde yer almaktadır. Frontal planda, tepesi aşağıda, tabanı ise yukarıda bir üçgen şeklindedir

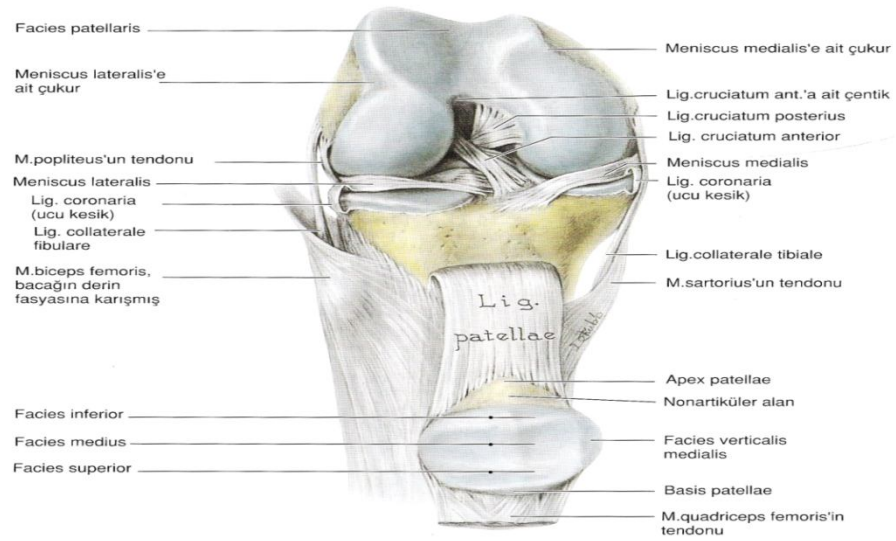
(Şekil 2.1). Taban ve yan kısımlarına kuadriseps kasının lifleri yapışmakta, tepe kısmı ise ligamentum patella aracılığı ile tuberositas tibia'ya bağlanmaktadır.



Şekil 2,1- A. Patella anterior yüzü B. Posterior yüzü

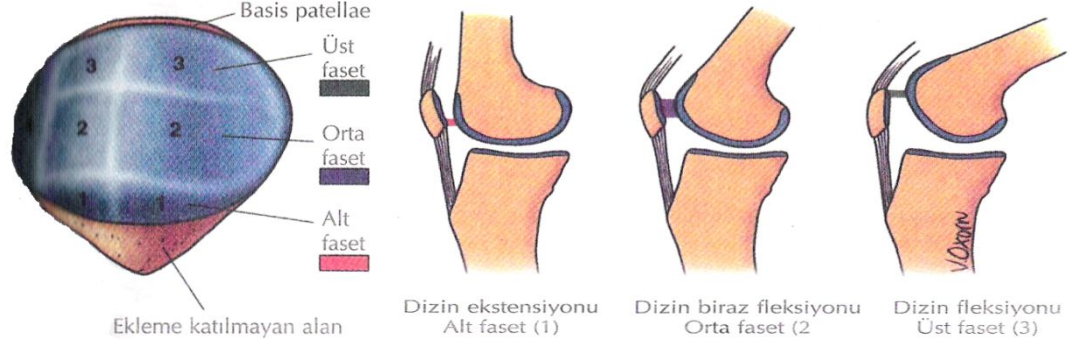
Konveks olan ön yüzü üzerinde de kuadriseps tendonundan gelen lifler bulunur ve bu lifler daha sonra ligamentum patellanın yüzeyel tabakasına katılır.

Eklem yüzeyi yükseltilemlerle ayrılmış 7 faset içerir. Majör bir yükselti medial ve lateral fasetleri vertikal olarak ayırırken, medial kenarın yakınındaki sekonder bir yükselti diğer faseti (medial faset-odd faset) ayırır. İki enlemesine yükselti superior, intermediate ve inferior fasetleri ayırır (Şekil 2.2–2.3). Distal kutup ise patellofemoral eklem yüzeyine sahip değildir, yani eklem dışıdır (8,9).



Şekil 2.2- Diz eklemi önden görünüşü

Dizin tam fleksiyonunda medial faset-odd faset şekil 2.3’de (4) femur ile eklem yapar.



**Şekil 2.3- Patella arkadan görünüşü. Dizin hareketleri esnasında patellanın aldığı pozisyonlar**

Normal patellanın eklem kıkırdağı, insan vücudundaki en kalın eklem kıkırdaklarından biri olup, orta kısmında 4-5 mm’ye kadar ulaşmaktadır. Bu kıkırdağın ortalama sertliği  $38,4 \text{ N/mm}^2$  dir. Artiküler yüzey tüm patella uzunluğu boyunca uzanmaz, kemik uzunluğunun  $1/4$ ’ünü ekstraartiküler distal kutup içerir (10,11) (şekil 2.3).

Patellanın anterior ve posterior yüzeyleri ile üç kenarı vardır. Patella boyutları: anterior yüzey uzunluğu 38–53 mm, posterior yüzey uzunluğu 30–39 mm, genişliği 40–55 mm, kalınlığı ise 19–26 mm arasındadır (12).

Patellanın spongioza trabekülleri, etkili olan kuvvetler yönünde düzenlenmişlerdir. Çoğunlukla sagittal doğrultuda olup patellanın tepesine doğru yöneliktirler.

Wiberg medial ve lateral fasetlerin boyutlarına göre üç tip patella belirlemiştir:

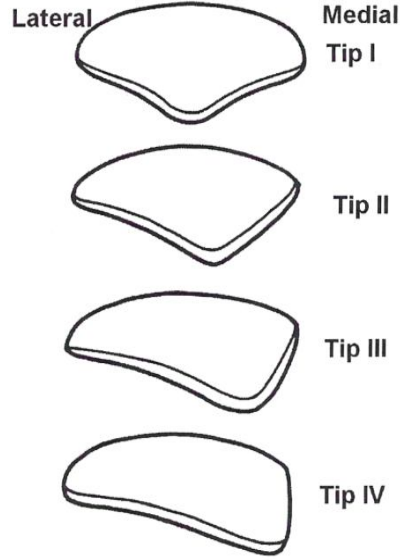
**Tip1:** Medial ve lateral fasetler eşit boyutlardadır ve her ikisi de hafif konkavdır (%24 sıklıkla görülür).

**Tip2:** Medial faset konkavdır, ancak lateral fasetten daha küçüktür. En sık görülen tiptir (%57).



**Tip3:** Medial faset belirgin olarak küçüktür. Lateral faset ile karşılaştırıldığında konveks ve hemen hemen diktir (%19).

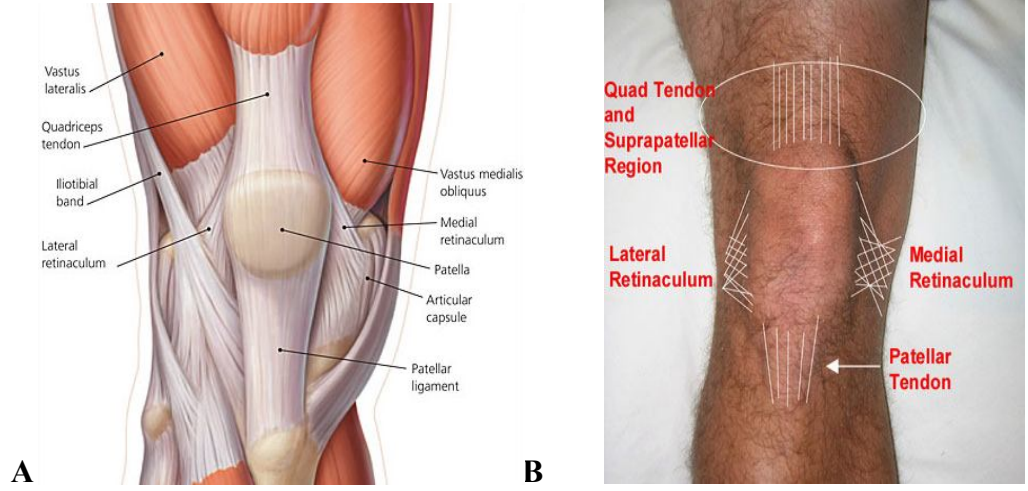
**Tip4:** Baumgartl bu sınıflamaya ‘Jaegerhut’ patella denilen vertikal krista ve medial fasetin olmadığı tip 4’ü eklemiştir (12) (şekil 2.4).



**Şekil 2.4-Patella morfolojik sınıflaması**

Dizin ekstansör mekanizması, patella, kuadriseps tendonu, patellar ligament ve patellar retinakulumu içerir. Aktif diz ekstansiyonu için bütün bu yapıların becerisinin normal olması gerekir. Kemik veya yumuşak dokunun ikisinden birinin yaralanmasıyla dizin ekstansör mekanizması bozulur (10).

Ekstansör mekanizmada yer alan kuadriseps kas kompleksi dört kasta oluşur: rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis ve vastus intermedius. Kuadriseps kas kompleksi femoral sinir (L 2,3,4) tarafından innerve edilir. Temel görevi, diz ekstansiyonu, patellanın ve diz ekleminin stabilizasyonudur. Ayrıca rektus femoris kası kalça fleksiyonuna yardımcı olur. Kuadriseps tendonu trilaminar bir yapı olarak tanımlanır ve tendon patellaya yapışırken rektus en yüzeysel, vastus medialis ve lateralis arada, intermedius en derinde yerleşimlidir. Ancak yerleşimleri daha karışıktır ve tendonlar patellaya yapışırken lifler birbiri ile karışır (12) (Şekil 2.5).

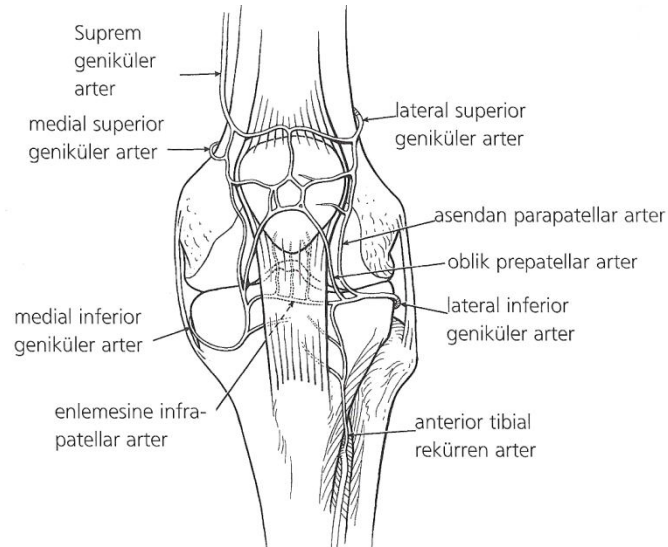


**Şekil 2.5- A. Patella ve çevresindeki anatomik yapılar. B. Patella ve çevresindeki anatomik yapıların yüzeyel görünümü**

İki başlı bir kas olan rektus femorisin yüzeyel başı (kaput rektum) spina iliaca anterior inferiordan, diğer başı olan kaput refleksum ise asetabulum'un üst kenarından başlar. İki eklemi geçen rektus femoris, kuadriseps yapısında merkezi ve yüzeyel pozisyonundadır. Vastus medialis, trokanterik çizginin alt kısmından başlar, linea asperanın medial kısmına ve medial intermusküler septuma yapışmaktadır. Vastus medialisin daha proksimal yerleşimli lifleri vastus medialis longusu oluşturur ve daha distal yerleşimli lifleri ise vastus medialis oblikus adını alır. Kuadriseps kompleksinin en büyük kası olan vastus lateralis, linea aspera, trokanter major ve lateral intermusküler septumdan başlar. Vastus lateralisin lifleri vastus medialisine göre daha proksimalde sonlanır. Vastus lateralisin en medialdeki lifleri patellanın superolateral köşesine yapışırken, lateraldeki lifleri patellanın lateralinden distale seyreder. En lateraldeki lifler ise iliotibial traktus ile birleşir. Vastus intermedius kası kuadriseps kompleksi içindeki en derin yerleşimli kas olup femurun ön yüzünü örter, vastus lateralisin yapışma yeri ile çok yakın ilişki içindeyken, vastus medialisinden tümüyle ayrı ve bağımsızdır. Liflerinin çoğu patella superior kenarına yapışır. Fasya lata diz ön yüzüne doğru ilerlerken, medial ve lateral uzantıları vastus medialis ve vastus lateralisin aponörotik lifleri ile birleşerek patellar retinakulumu oluşturur (2,13).

Patellanın her iki kenarına, dışta vastus lateralisin uzantıları ve fasya lata uzantıları yapışarak aşağıda tuberositas tibiaya kadar uzanır. Patellanın distal ucu giderek daralan bir köşe yapar ve buradan başlayan patellar tendon, tuberositas tibiada sonlanarak ekstansör mekanizmanın kuvvetli bir bölümünü oluşturur. Patella yukarısına yapışan kuadriseps tendonunun ince tabakaları patella ön yüzünden geçerek distaldeki patellar tendon ile birleşir (13,14).

Patellanın kan dolaşımı Scapinelli (15) ve Crock (16) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Patella damarları iki arteriyel ağ şeklinde düzenlenmiştir. Birincisi, suprem, superior medial ve lateral ve inferior medial ve lateral geniküler arterler ve anterior tibial rekürren arter tarafından oluşturulan ve ince bir bağ doku tabakası içinde yer alan ekstraosseöz arteriyel halkadır. (Şekil 2.6)



**Şekil 2.6- Patellanın kanlanması (patellanın ekstraosseöz zengin damar ağı)**

İnferior geniküler arterler, asendan parapatellar ve transvers infrapatellar arterlere dal verir; bu arterler superior geniküler arterlerin dalları ile anastamoz yapar. İkincil beslenmesi ise intraosseöz arteriyel ağıdır. patellanın orta 1/3'üne giren midpatellar damarlardan ve patellar ligaman arkasından yukarı uzanan infrapatellar dallardan oluşur. 1/3 üst kısım ise az vaskülerdir.

Transvers kırıklar sonrasında patella avasküler nekrozu en sık üst kutupta görülür, çünkü bu kutup alt kutbuna göre kan akımından daha kolay izole olur.

Scapinelli, transvers patella kırığından sonra gelişen 41 avasküler nekroz olgusundan 38'inde proksimal fragmanın tutulduğunu bildirmiştir (15).

Patellanın periferik kısımları, pratik olarak avaskülerdir. Bu bölgelerin marjinal kırıklarının kaynama gücülüğü göstermesi de bu vasküler özellikten dolayıdır. Bu kırıkların tedavisinde eksizyon önerilmektedir (15,17,18).

### **2.3.Patellanın Gelişimi**

Patella, gerçekte bir büyüme kırığına uğruşmuş olup, gelişimi üç aşamalı endokondral ossifikasyon ilkelerine uygundur: Mezenkimatöz evre, kartilajinöz evre ve osseöz evre.

Patella, intrauterin hayatın 8.-9. haftalarında oluşmaya başlar (19). Doğumda, tümüyle kırıkdaktan oluşmuş bir maket şeklindedir. Ossifikasyonu ise geçtir; kız çocuklarında 3,5 erkek çocuklarında ise 4 yaşına doğru başlar. Bazen 6 yaşına kadar gecikebilir (20). Yani 3-4 yaşlarına kadar basit radyolojik yöntemlerle patellanın değerlendirilmesi mümkün değildir.

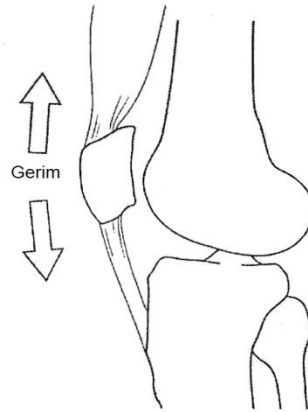
Ossifikasyon, başlangıçta multifokaldir (19). Altı tane kadar irregüler merkez olabilir. Ancak zamanla santrifugal olarak ilerleyerek kırıkdak oluşumun tümüne yayılır. On yaş civarında pratik olarak nihai morfolojisine ulaşır ve bundan sonra yalnızca hacimce büyümesi sürer.

Ossifikasyon her zaman homojen değildir; bazen irregülerite gösterebilir. Yine büyüme sırasında, patellanın çeşitli bölgeleri değişik yoğunluklarda (skleroz ya da radyolusens) olabilir. Bunlar travma durumunda tanıya güçlüğe neden olabilir. %15 oranında görülen sekonder ossifikasyonlar ve 'patella bipartita' da travma sonrasında tanı yanlışlıklarına yol açabilir.

## 2.4. Patellofemoral Eklemnin Biyomekaniği

Ekstansör mekanizma, kuadriseps kası, kuadriseps tendonu, patella ve patellar ligamentten oluşan bir ağ mekanizması gibidir. Bu mekanizmanın iki önemli fonksiyonu vardır. Birincisi kuadriseps kasının başlıca insersiyosu olması ile kuadriseps tarafından oluşturulan germe kuvvetlerini patellar ligamente iletmesi, ikincisi diz ekstansiyon-fleksiyon ekseninde, patellanın diz ekstansiyon kuvvet kolunu uzatmasıdır. Bu da kuadriseps kontraksiyonu ile oluşan diz ekstansör momentini artırır (11).

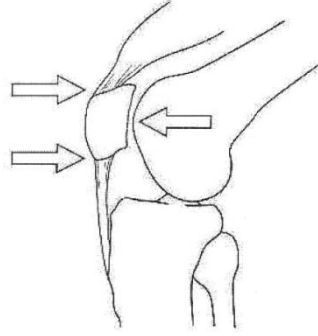
Kaufer kadavra dizlerini kullanarak, stimule edilmiş kuadriseps kuvveti ve engelleyici kuvvet olarak da tibia  $0^{\circ}$ - $120^{\circ}$  arasında fleksiyon uygulayıp diz ekseninin momentini hesaplayarak (diz momenti = tibial kuvvet x tibial moment kolu), kuadriseps moment kolunu bulması (kuadriseps moment kolu = diz momenti / kuadriseps kuvveti) mümkün olmuştur. Patellanın kuadriseps moment kolunun büyüklüğünü artırma yönünde etkili olduğunu ve dizin progresif ekstansiyona gelmesini ( $30^{\circ}$ 'den başlayıp tam ekstansiyona gelmesi) sağladığını bulmuştur (21).



Şekil 2.7. Diz ekstansiyonunda, patellanın gerimde birincil olarak yüklenmesi

Patella kompleks yüklerle yüküdür. Diz ekstansiyonuyla beraber, patella neredeyse tüm kuadriseps kontraksiyonuyla ortaya çıkan kuvveti emer ve böylece gerimde birincil olarak yüklenir (şekil 2.7). Bununla birlikte diz fleksiyonu ile

beraber, patellanın posterior yüzeyi femur distal yüzeyi ile temas halinde olur ve bu baskılayıcı güç, genelde patellofemoral eklem reaktif gücü olarak anılır. Bu yüzeyde yüklenme üç nokta eğilme konfigürasyonunu yaratır (şekil 2.8). Bu eğici güç yüklenmesi patella anterior yüzünde gerilme ile sonuçlanır ve bu da kuadriseps kontraksiyonu sonucu oluşan distraksiyona eklenir. Patella önyüzündeki gerim kuvvetinin büyüklüğü, diz  $45^{\circ}$  fleksiyonda iken maksimuma yaklaşır (22).



**Şekil 2.8. Diz fleksiyonunda, patello-femoral eklem yüzeyinde üç nokta eğilme konfigürasyonu**

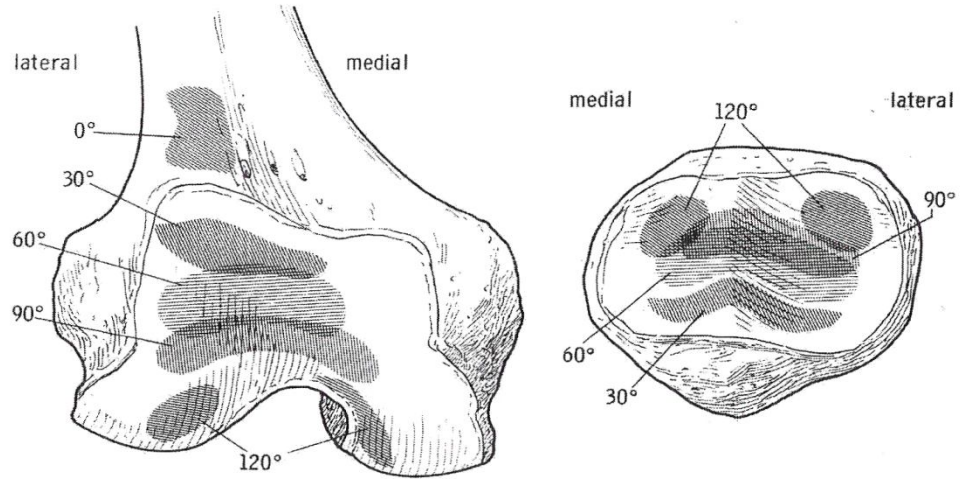
Patella üzerine binen yük tam olarak hesaplanamaz, ama gerim kuvveti ile 3000 newtona kadar çıkabileceği ve genç aktif erkeklerde 6000 newtona kadar çıkabileceği düşünülmektedir (23). Yüklenmiş ve fleksiyonda dize gelen gerim kuvvetinin büyüklüğü üç nokta eğim stresi ve baskılayıcı güçle patella posterior yüzeyinde yüklenmeye neden olur ve sonuçta patellanın kırılması sürpriz olmaz. Yapılan laboratuvar çalışmalarında, merdiven çıkma gibi normal aktivitelerde dahi patella anterior yüzünde zorlanmalara neden olduğu, hatta bu zorlanmanın büyüklüğüne bağlı olarak patellanın kırılabileceği gösterilmiştir. Böyle zorlamalar patella kırıklarında majör rol oynayabileceği gibi buna ek olarak kırıkların tedavisinde de önemli bir etkisi olabilmektedir (22).

### 2.4.1. Patellanın Hareketi

Patella, dizin fleksiyon ekstansiyon hareketi sırasında femoral trokleaya göre 7,4 cm'lik bir mesafe katetmektedir (12).

### 2.4.2. Patellofemoral Temas

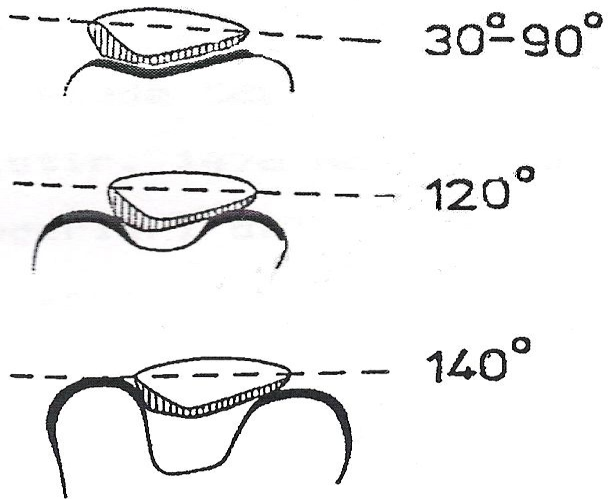
Patella hareketi boyunca, hiçbir zaman femur trokleası ile tümüyle temas halinde değildir. Temas alanları da değişen fleksiyon derecelerine göre değişkenlik gösterir.



**Şekil 2.9- Patellofemoral eklemden, ekstansiyon-fleksiyon arkı boyunca değişen temas alanları**

Patella ile femoral troklea arasındaki ilk temas, fleksiyonun ilk 10–20 derecesinde, patellanın alt kısmında medial ve lateral fasetlerin dar bir şeridi aracılığı ile gerçekleşir. Fleksiyon derecesi arttıkça, temas alanı patellanın proksimaline doğru

yer değiştirir. Onbeş-otuz derece fleksiyonda patellanın 1/3 alt-orta bileşkesi, 30–60 derece fleksiyonda 1/3 orta kısmı ve nihayet 60–90 derecede ise 1/3 üst kısmı troklea ile temastadır. Temas alanı da artan fleksiyon derecesi ile birlikte artar. Yirmi-doksan derece arsında, ‘odd faset’ dışında patella eklem yüzeyinin her kısmı, belli bir fleksiyon derecesinde troklea ile temas yapar ve temas alanı her zaman medial ve lateral fasetlerden bir kısım içerir. Yine bu derecelerde, periferde bulunan segmentler troklea ile temasa girmezler. Doksan derecenin üzerinde fleksiyonda ise, patella, femurun kondiler fasetlerine doğru ilerler. Temas alanları, özellikle 120 derece fleksiyondan sonra medial ve laterale doğru yer değiştirir. 135 derece fleksiyonda patella, uğradığı rotasyon hareketi ile birlikte, odd faset başta olmak üzere tüm periferik kısımları aracılığı ile temas yapar. Santral kısımlar ise temas dışı kalır (24–26).



**şekil 2.10- Ekstansiyon-fleksiyon arkı boyunca patellanın hareketi**

Temas alanlarındaki bu değişiklikler, değişik kıkırdak bölgelerinin simultane olarak yüklenmesine ve yükten kurtulmasına olanak verir. Bu özellik, eklem kıkırdağının aşırı yüklenmesini önleyen bir mekanizmadır.



### 2.4.3. Tendofemoral Temas

Dizin 80–90 derece fleksiyonuna kadar, ekstansör mekanizma, yalnızca patella aracılığı ile troklea ile temas eder. Doksan dereceden sonra ise kuadrisepsin geniş bir tendinöz bandı da troklea ile temas yapmaya başlar ve ekstansör mekanizmadan yük aktarımını paylaşır (25–28). Bu ek temas, fleksiyonun ileri derecelerinde patella üzerindeki basıncı azaltacağından önemlidir.

Ortalama tendofemoral temas alanı, hesaplanması güç ve yineleyen hesaplamalarda değişebilmekle birlikte, ortalama  $3,4 \pm 0,5 \text{ cm}^2$  dir. Bu değer, patellofemoral temas alanının yaklaşık %75 dir (28).

### 2.4.4. Patellofemoral Temas Alanı

Patellanın toplam eklem kıkırdağı yüzeyi  $12\text{--}13 \text{ cm}^2$  dir (25). Ancak temas yüzeyi, hiçbir zaman bu alanın tümünü içermez (29). Matthews'ın deneysel çalışmasında 118 newtonluk düşük bir yük değeri için temas alanı değerleri; 30 derece fleksiyonda %16, 60 derecede %25, 90 derecede %20 ve 120 derecede %13 olarak bildirilmiştir. 1472 newtonluk büyük bir yük değeri içinse temas alanı değerleri daha yüksektir. Otuz derecede %31, 60 derecede %33, 90 derecede %38'lik temas alanı vardır (29). Patellofemoral temas alanları, tüm fleksiyon derecelerinde ve tüm yüklenme koşullarında tibiofemoral temas alanlarından daha azdır (30).

Patellofemoral temas alanı üzerinde ilk çalışmaları gerçekleştirenlerden Morrison, değişik koşullarda etkili olan kuvvetlere göre patellofemoral temas alanlarını hesaplamıştır. Morrison'nun hesaplamalarına göre, yürüme sırasında, 422 newtonluk bir patellofemoral kuvvet için ortalama temas alanı  $230 \text{ mm}^2$ ; merdiven

çıkma sırasında ise 1756 newtonluk bir kuvvet için 330 mm<sup>2</sup>; 1746 newtonluk bir kuvvetin etkili olduğu merdiven inme sırasında ise 380 mm<sup>2</sup> dir (33,34). Yine Morrison ve Smidt'in hesaplamalarına göre, normal günlük hareketler ve maksimum izometrik kuadriseps kontraksiyonu sırasında, patellofemoral kuvvetler, tibiofemoral kuvvetlerden daha azdır (31–33).

Patellofemoral temas alanı, artan diz fleksiyonu ile birlikte artar (25,26,28). Ficat ve Hungerford, 30 derece fleksiyonda 2,0 cm<sup>2</sup>; 60 derecede 3,1 cm<sup>2</sup> ve 90 derecede 4,7 cm<sup>2</sup> temas alanı bildirmişlerdir.

Humberto ve Hayes'in hesaplamalarına göre ise, fizyolojik 'Q' açılarında 20 derecede 2,6±0,4 cm<sup>2</sup>, 90 derecede ise 4,1±1,2 cm<sup>2</sup> temas alanı mevcuttur. Bu sonuçlara göre, 20 derece fleksiyonda patellanın tüm eklem yüzeyinin 1/5'i, 90 derecede ise 1/3'ü temastadır. Humberto ve Hayes, 120 derece fleksiyonda patellanın periferik kısımları ile birlikte proksimal 1/3'ünün de femoral olukla temas yaptığını ve bu derecede bile 4,6±0,7 cm<sup>2</sup> lik bir temas alanı bulunduğunu öne sürmüşlerdir (28). Günlük hareketlerin çoğu 120 derecelik bir hareket genişliği içinde yapıldığından bu hareketler sırasındaki ileri fleksiyonda bile temas alanında önemli bir değişiklik olmadığını savunmuşlardır.

Patellofemoral temas alanı, kuadriseps kasının kasılmasıyla patella üzerindeki gerim kuvvetindeki artışına bağlı olarak artar. Bu, kıkırdağın yüklenme koşullarındaki küçük değişikliklere bile reaksiyon vermesi sonucudur. Ancak, toplam eklem kıkırdağı alanı 12–13 cm<sup>2</sup> olmasına karşın, kuadrisepsin kasılmasıyla patellanın maksimum gerim kuvveti altında bile, temas alanının ulaşabileceği en yüksek değer 5,4 cm<sup>2</sup> dir (25).

Artan fleksiyon ve artan çekiş kuvveti ile birlikte, temas alanı da artmakla birlikte, bu artış, çekiş kuvvetindeki artışı karşılayamadığından, artan diz fleksiyonu ile birlikte, birim alana düşen yük miktarı da artar (26).

#### 2.4.5. Patellofemoral Eklem Basıncı

Patellofemoral eklem basıncı, dizin fleksiyon derecesi ve vücut ağırlığına göre değişiklik gösterir. Fürmaier'in hesaplamalarına göre 60 kg ağırlığındaki bir kişide tüm vücut ağırlığı fleksiyondaki diz üzerine verildiğinde, bu basınç 45 derece fleksiyonda 162 Kgf, 90 derece fleksiyonda 444 Kgf ve 135 derece fleksiyonda 774 Kgf'dir (34).

Maquet'in benzer yöntemle yaptığı hesaplamalarda ise daha yüksek değerler bulunmuştur. Örneğin; yine 60 kg ağırlığında bir kişide ve yine tüm vücut ağırlığının fleksiyondaki diz üzerine verilmesi ile, 36 derece fleksiyonda 256 Kgf ve 47 derece fleksiyonda 420 Kgf'lik basınç değerleri bildirilmiştir (35).

Patellanın yokluğu Fürmaier'e göre femur ve tibia platoları arasındaki basıncı arttırır (34). Maquet ise ligamentum patellanın tuberositas tibiadaki insersiyonunun öne alınması ile patella ve femur arasındaki basıncın önemli ölçüde azaldığını (1 cm ilerletmeyle %19, 2 cm ilerletmeyle %50) hesaplamıştır (35). Yapmış olduğu deneysel çalışmasında Hehne, tuberositas tibianın 1cm öne alınması ile patellofemoral temas alanları, basınç kuvvetleri, ortalama basınçlar ve maksimum ortalama basınçlarda herhangi bir değişiklik olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar, bütün patella, lateral faset, paramedian ve kenar segmentler ele alındığında da değişiklik yoktur. Değişen, yalnızca temas alanının proksimale doğru minimal yer değiştirmesidir (25).

Bandi, kalça fleksiyonunun patellofemoral kompresyon üzerine etkilerini araştırmış; diz 90 derece fleksiyonda ve kalça fleksiyonda iken vücut ağırlığının 3,9 katı, kalça ekstansiyonda iken ise 7,8 katı değer bulmuştur (36). Kalça fleksiyonunun etkisini, diz fleksiyonda iken ağırlık merkezini öne doğru getirerek femurun fleksör kaldıraç kolunu azalttığı şeklinde yorumlamıştır.

Reilly ve Martens ise, benzer bir analizi dinamik olarak yapmışlardır. Yürüme sırasında (9 derece fleksiyon) maksimum patellofemoral eklem reaksiyonunu, vücut

ağırlığının 0,5 katı, merdiven inip çıkma sırasında (60 derece fleksiyon) 3,3 katı ve çömelme sırasında (130 derece fleksiyon) 7,6 katı olarak saptamışlardır (37).

Matthews'ın çalışmasında da günlük aktiviteler sırasında patellofemoral temas streslerinin, tibiofemoral temas stresleri ile benzerliği belirlenmiştir (29). Ancak izometrik kuadriseps kontraksiyonu sırasında ve tüm yüklenme koşulları ve tüm diz fleksiyon derecelerinde patellofemoral temas stresleri, tibiofemoral temas streslerinden belirgin olarak daha büyüktür. Eğer tibiofemoral eklemden menisküslerin yük taşıma fonksiyonu da hesaba katılırsa patellofemoral temas streslerinin büyüklüğü daha da belirginleşecektir. Matthews, 90 derece fleksiyonda ulaşılan maksimum patellofemoral temas basıncı değerini 9,4 megapascal olarak bildirmiştir (29).

Patellofemoral eklem basıncının temas alanı üzerindeki dağılımına gelince; bu dağılım, her fleksiyon derecesinde uniform olup, tüm temas alanında aşağı yukarı sabit basınçlar ( $\pm 0,25$  megapascal) söz konusudur. Böylece, medial ve lateral fasetler üzerindeki basınçlar da yaklaşık olarak eşittir (25,28). Humberto ve Hayes'in hesaplamalarına göre, ortalama patellofemoral temas basınçları 20 derece fleksiyonda  $2,0 \pm 0,4$  megapascal, otuz derecede  $2,4$  megapascal, 60 derecede  $4,1$  megapascal ve 90 derecede  $4,4 \pm 1,0$  megapascal'dır. Ortalama patellofemoral temas kuvveti ise, 20 derece fleksiyonda  $497 \pm 150$  newton, 90 derecede ise  $1555 \pm 665$  newtondur. Yüzyirmi derece fleksiyona gelindiğinde ise tendofemoral temasın da katılması ile ortalama patellofemoral temas basıncı değeri  $3,5 \pm 0,5$  megapaskala düşer (28).

Tendofemoral temas basıncına gelince; o da oldukça uniform bir dağılım ( $\pm 0,25$  megapascal) sergiler. Ortalama tendofemoral temas basıncı  $1,6 \pm 0,3$  megapascal, yani, patellofemoral temas basıncının yarısı kadardır. Bu demektir ki, tendofemoral temas, ileri fleksiyon derecelerinde toplam temas kuvvetinin önemli bir kısmını paylaşabilmekte; bu da patella üzerindeki yükü azaltmaktadır.

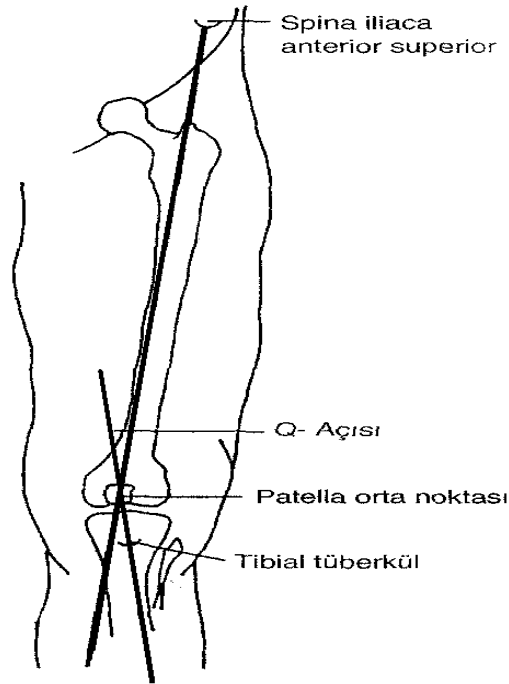
Maksimum patellofemoral temas kuvveti; 90 derece fleksiyonda 4600 newton olup, vücut ağırlığının yaklaşık olarak 6,5 katıdır. 120 derece fleksiyonda ise bu kuvvet 2400 newton olarak tahmin edilmekte ve tendofemoral temas kuvveti ile

birlikte toplam temas kuvveti 3000 newtona kadar çıkmaktadır. Genç sportif erkeklerde, patellofemoral temas kuvveti, 90 derece fleksiyonda vücut ağırlığının 12 katına, haltercilerde ise 25 katına kadar çıkabilmektedir. Ancak bu maksimum değerlere yalnızca küçük fleksiyon aralıklarında ulaşılabilir (28). Hehne'nin dijital yöntemlerle yaptığı hesaplamalara göre de her iki fasetteki temas merkezlerinde saptanabilen maksimum basınç değeri  $940 \text{ newton/cm}^2$  dir (25).

Sonuç olarak; kompleks yüzey geometrisi ve yüklenme mekanizmalarına rağmen, patellofemoral eklemden hareket genişliğinin büyük bir kısmında 'tepe' basınç değerleri önlenmektedir (28).

#### **2.4.6. Q Açısı**

Diz ekstansiyonunun son 30 derecesinde tibianın yaptığı dış rotasyon nedeniyle, diz tam ekstansiyonda iken tuberositas tibia laterale rotasyondur. Bu durum, 'Q açısı'na, yani kuadriseps kuvvetinin uygulama hattı ile ligamentum patellanın doğrultusu arasındaki açıyı meydana getirir. Bu açı, klinik olarak, ligamentum patellanın orta hattı ile patella merkezinden spina iliaca anterior superior'a giden hattın kesişimi olarak belirlenir (38) (şekil 2.11).



Şekil 2.11- Q açısı

Normalde Q açısı değeri tam ekstansiyonda erkeklerde 8-14°, kadınlarda 10-20° (ortalama 15 derece) dir (39). İnsall genel popülasyon için 20° üzerini anormal kabul etmiştir. Erkekler ve kadınlar arasındaki bu farklılığın nedeni kadınların daha geniş pelvise sahip olmalarıdır. Femura oranla tibianın aşırı internal rotasyonu nedeniyle Q açısı fleksiyonla birlikte azalır. Q açısındaki artış tuberositas tibianın laterale yer değiştirmesi, artmış femoral anteversiyon, genu valgum veya eksternal tibial torsiyon nedenleri ile ilişkili olabilir. Q açısı kuadriseps kası kontrakte oldukça patellanın laterale deviasyonunu tetikler (40). Q açısının neden olduğu, lateral ve valgus vektörüne karşı koyan yapılar ise; vastus medialis, medial retinakulum ve trokleanın lateral fasetinin oblik konumudur (25,26).

Q açısı ve valgus vektörü; patella subluksasyon ve dislokasyonlarının ve patellofemoral artrozun neden daha sık olarak eklemin lateral tarafında görüldüğünü açıklar (26).

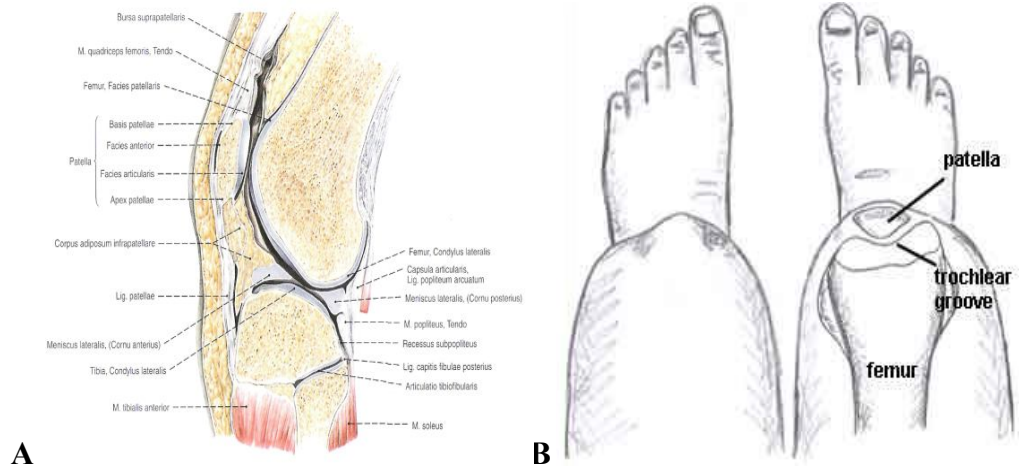
Dizin fleksiyonuyla, laterale yer değiştirmiş olan kuvvet ve Q açısı değeri azalır (26). Q açısının 10 derece artması ile patellofemoral temas alanında önemli bir

değişiklik olmazken patellofemoral basınç artar. Bu artış, 20 derece fleksiyonda %45'e kadar çıkar (28). Q açısının 10 derece azalması ise, patellofemoral basınç değerlerinde, fleksiyon derecelerine göre değişmekle birlikte %23–53 oranında artışa neden olur. Patellofemoral temas alanında ise yine önemli bir değişiklik olmaz (28).

Sonuç olarak; Q Açısının yalnızca artması değil, aynı zamanda azalması da uniform olmayan basınç değişikliklerine (bazı bölümlerinde yüksek 'tepe' streslere maruz kalırken bazı bölümlerinde ise normal değerlerden daha düşük stres değerlerine maruz kalmaktadır) neden olmaktadır (28).

## 2.5.Yaralanma Mekanizması

Patella kırıkları, tüm iskelet yaralanmalarının %1'ini oluşturur (1). Çoğunluğu 20–50 yaşta görülen bu kırıklar erkeklerde 2 kat fazla görülür. Yaralanmanın 2 mekanizması vardır: direkt ve indirekt travmalar. Direkt travmalar, araç içi trafik kazalarında dizin ön panele çarpması 'dashboard' veya diz üzerine düşme gibi travmalardır. Cilt abrazyonları ve açık yaralar olabilir. Genellikle medial ve lateral retinakulumlar sağlam olduğundan fragmanların seperasyonu ya hiç yoktur, ya da oldukça azdır ve hasta yer çekimine karşı aktif diz ekstansiyonu yapabilmektedir. Bu yaralanmada sıklıkla parçalı ve distal femurun veya patellanın kondral yaralanması eşlik eder. Prepatellar yumuşak dokunun az olması ve femur distalinin patella posterior yüzü ile direkt temasta olması gelen kuvvetlerin neredeyse tamamının patellaya iletilmesine neden olur (Şekil 2.12). İndirekt travmalar, zıplamayla veya kuadriseps tam kasılıyken hızlı diz fleksiyonu ile oluşur (8,10,11,41,42).



**Şekil 2.12- Diz eklemi; A.Eklemin lateral kısmından geçen sagittal kesit B.Diz fleksiyonda iken üstten görünüm**

Direkt travmalar, ayrıca longitudinal marjinal kırıklarının da en sık nedenidirler. Dizin doğal anatomisi ve biyomekaniği gereği gerim kuvvetleri, üç nokta eğimi ve patella taşıma kapasitesinin önüne çıkan basınçlı zorlanmalar kırıklara neden olabilir. İndirekt travmalarla ortaya çıkan patella kırıkları, direkt travmalarla ortaya çıkan kırıklara göre daha az parçalıdır, ancak fragmanlar arasında belirgin seperasyon, indirekt travma kırıklarında daha sık görülür ve retinakulumların longitudinal kısımlarının yırtıldığı anlamına gelir ayrıca transvers kırılma oranı daha fazladır. Eklem kırıkdağı, indirekt travmalarda direkt travmalara göre daha az zarar görür. Bir çok patella kırıkları, direkt ve indirekt travma kombinasyonları ile oluşur (11,43). Ciltte direkt travma izler ve ayrıca retinakulumların yırtıldığını gösteren fragmanların belirgin seperasyonu ile karakterizedir (20).

Thompson ve arkadaşlarının yaptığı iki ayrı çalışmada patella kırığına neden olan direkt travmaların patella ve femur eklem kırıkdağında erken biyokimyasal ve histolojik değişikliklere neden olduğunu, hatta bazı travmalardan sonra posttravmatik artroze yol açtığı bulunmuştur (44,45).



## 2.6.Tanı

### 2.6.1.Klinik Değerlendirme

Diz eklemi anterior kısmına direkt darbe (sert zemin üzerine düşme, otomobil ön konsoluna dizin çarpması v.b.) öyküsü olan her hastada patella kırığından şüphe edilmelidir. Yine yanlış bir adım veya sendeleme sonrası dizin kollapsı diğer bir öykü tipi olup indirekt travmayı düşündürmelidir. Bazen hastalar travmadan hemen sonra iki ayrı fragmanı ve aralarındaki defekti tanımlayabilirler.

Travmatik ekstansör mekanizma yaralanması olan bütün hastalarda akut diz ağrısı ve şişlik olur. Açık eklem yaralanması veya açık kırığın habercisi olan laserasyon veya açık yara için dikkatlice inspeksiyon yapılmalıdır. Açık kırıklarda dize çarpan alet veya nesne belirlenmelidir. Patella, subkutan yerleşimli olduğundan dizin anteriorunun palpasyonu ile sıklıkla patella kırık parçaları arasındaki seperasyon ve patellar ligament veya kuadriseps tendonu ile ilgili yumuşak doku defektleri ortaya konulabilir. Diz, hemartroz nedeniyle şiştir, ancak nondeplase kırıklarda hafif bir şişlik ve kırık hattı üzerinde nokta hassasiyeti tek bulgu olabilir (10).

Diz ekstansör mekanizma yaralanmalarının klinik önemi, eklem ekstansiyonunun aktif olarak yetersizliğidir. Bu yüzden, supin pozisyonundaki hastanın aktif diz hareketleri kontrol edilmelidir. Lokal anestezi solüsyonunun intraartiküler enjeksiyonuyla ağrı hafifletilip bu testin doğruluğu artırılabilir. Ekstansör mekanizma yaralanmalarında, dizin aktif ekstansiyon yetersizliği cerrahi endikasyondur. Düz bacak kaldırma testini yapamayan hastalarda, ayırıcı tanı olarak hastada femoral sinir felci olabileceği de unutulmamalıdır. Retinakulumların minör rüptürlerinde hafif bir ekstansiyon defekti ile birlikte hastanın bacağını kaldırabilmesi mümkündür; ancak dirence karşı dizini bu konumda tutamaz.

Retinakulumların şiddetli bir yırtığı varsa, aktif ekstansiyon tümüyle yitirilmiştir (10,14).

Patella kırığı olan hastalar, yaralı dizde diz ligamentlerinin yırtığıyla ilgili muayene edilmelidir. En etkili muayene şekli, ağrıyı önlemek ve tam gevşeme için anestezi altında yapılandır (10). Kosanovic ve arkadaşları (46) retrospektif bir çalışmada patella kırıklı hastaların %5'inde cerrahi tedavi gereken diz ligament yaralanmasıyla ilgili klinik gözlemde bulunmuştur.

## **2.6.2.Radyolojik Değerlendirme**

### **2.6.2.1.Standart Radyografiler**

#### **2.6.2.1.1.Anteroposterior Grafiler**

Grafi, hasta supin pozisyonundayken diz altına konulan kasete çekilir. Patella yukarı bakacak şekilde ekstremite düzeltilmelidir. Bu durum özellikle aynı tarafta femur kırığı olan hastalarda önemlidir. Bu grafilerde öncelikle patella pozisyonuna bakılmalıdır. Patella normalde femoral sulkusun ortasındadır ve femur kondillerinin en distal noktalarından geçen bir hattın üzerinde yer alır. Daha yüksek yerleşimli bir patellada, patellar tendon rüptürü veya kronik patella alta düşünülmelidir. Düşük patella (patella baja) kuadriseps tendon rüptürünün göstericisi olabilir. Patellanın iki veya daha fazla kemikleşme merkezinden oluştuğu ve bunların ana parçaya kaynamadığı durumlara bipartite veya tripartite patella adı verilir. Bu durum genellikle bilateraldir ve sıklıkla bipartite tipi görülür. Bipartite patellada superolateral köşede bir kemik kütle izlenir. Ana parçadan yumuşak hatlarla

ayrılmıştır. Bu durum genelde asemptomatik seyreder ve tedavi gerektirmez. Ancak akut bir travma sonrası kırık ile karıştırılabilir. Bu durum söz konusu olduğunda karşı dizin grafileri çekilmelidir (14).

#### **2.6.2.1.2.Lateral Grafi**

Ekstremitenin rotasyonda olması ayrıntıların gözden kaçmasına neden olacağından grafi dikkatli çekilmelidir. Patellar tendon kopmalarını veya avülsiyonlarını ekarte edebilmek için tibia proksimali tam olarak görülmelidir. Transvers veya parçalı kırıklar bu grafide daha iyi değerlendirilir. Patella kırıklarına, kuadriseps veya patellar tendon yaralanmaları da eşlik edebileceğinden patellanın pozisyonu dikkatli bir şekilde incelenmeli, gerekirse diğer tarafla karşılaştırılmalıdır (10,14).

#### **2.6.2.1.3.Tanjansiyel Grafi**

Patellanın tanjansiyel veya aksiyel görüntüsü primer olarak patellofemoral uyumsuzlukların değerlendirilmesinde kullanılır. Akut travmalarda özellikle marjinal veya vertikal kırıklar, patellofemoral kırıldak kaybı, patellar subluksasyon ve lateral, medial kondillerin anterior yüzeyi ile interkondiler oluğun değerlendirilmesinde kullanılabilir (47).

### **2.6.2.2.Bilgisayarlı Tomografi**

Patella kırıklarının tanısında bilgisayarlı tomografi (BT) kullanımı oldukça nadirdir. Diz çevresinde, BT'nin temel kullanımı gizli kırıkların ortaya çıkarılması amacıyla. Genellikle BT ile patella kırıklarının tanısı, distal femoral veya proksimal tibial kırıkların araştırılması sırasında tesadüfen konur (11,14).

### **2.6.2.3.Kemik Sintigrafisi**

Her ne kadar genel tercih BT'den yana olsa da, stres kırıklarının tanısında, Teknesyum ile işaretli fosfat bileşenlerinin kullanıldığı sintigrafik araştırmalarda yardımcıdır (11,14).

### **2.6.2.4.Manyetik Rezonans Görüntüleme**

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), ekstansör mekanizma travmalarının tanısında gün geçtikçe değer kazanmaktadır. Her türlü travmanın neden olabileceği hemoraji ve ödem, MRG'de yoğunluk artışı şeklinde gözlenir. Patella kırıklarının tanısında MRG genellikle kullanılmazlar. Ancak kuadriseps tendonunun kısmi veya tam yırtılmalarının gösterilmesinde, MRG oldukça iyi bir görüntüleme yöntemidir. Komplet rüptürde tendonun tüm katmanlarının enine kesiti tanısal değer taşır.

Kuadriseps tendon yırtılmalarına göre daha nadir görülen patellar tendon rüptürlerinde, MRG'de yoğunluk artışı şeklinde imaja rastlanır (14).

Patellanın distal polünün avülsiyon kırığının gösterilmesinde ve patellofemoral eklem kartilaj hacim ve kalınlık miktarının gösterilmesinde MRG son derece faydalıdır (48,49).

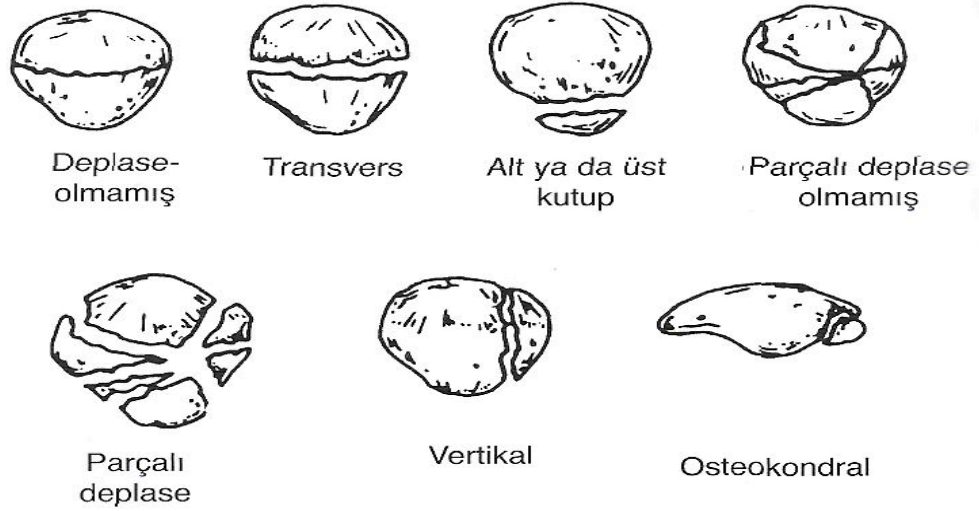
## 2.7.Sınıflandırma

Patella kırıkları için geniş çapta kabul edilen tek bir sınıflandırma sistemi yoktur (10). Patella kırıkları; deplase olmayan ve deplase olanlar şeklinde sınıflandırılabilir ve kırık konfigürasyonuna göre daha ileri alt sınıflara ayrılabilir (41).

Kırık sınıflandırmasıyla elde edilen en önemli kazanç deplase ve nondeplase kırıklar arasındaki ayırmadır. Bu, patella kırıklarının tedavisinde anlamlıdır. Çünkü deplase kırıklarda genel olarak cerrahi tedavi gerekir. Deplase kırıklar, fragmanlar arası 3 mm veya daha fazla ayrılma ve 2 mm veya daha fazla artiküler deplasman olarak tanımlanmıştır (10,11,14,41,50–52).

Patella boyunca uzanmayan köşe kırıkları ve ekstansör mekanizmayla ilişkili olmayan kırıklar marjinal kırıklar olarak adlandırılırlar (11). Travmatik diz hemartrozu olan vakalarda her zaman marjinal kırık tanısı akılda tutulmalı ve uygun radyografik muayene ile tanı kesinleştirilip erken tedavi uygulanmalıdır.

Genel olarak tedaviyi kolaylaştırmak için patella kırıkları morfolojilerine göre sınıflandırılırlar (Şekil 2.13).



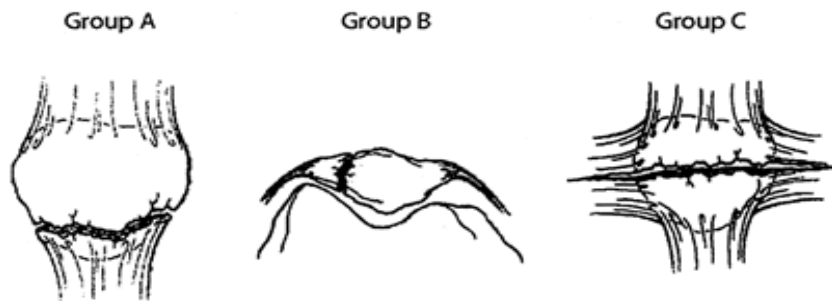
**Şekil 2.13-Patella kırıklarının Morfolojik Sınıflandırması**

Ortopedik Travma Birliği, kırığın bütün tiplerini yerleştirdiği kapsamlı kırık sınıflandırma sistemi projesini geliştirmiştir. Bu tasarıda patella anatomik yerleşimi '45' olarak belirlenmiş (Şekil 2.14):

45A- Eklemdışı, ekstansör mekanizma bozulmuş: tedavi cerrahi

45B-Kısmen eklem içi, ekstansör mekanizma sağlam (vertikal kırık): tedavi konservatif ya da eklem içi düzensizlik olduğunda cerrahi

45C-Tümüyle eklem içi, ekstansör mekanizma bozulmuş: tedavi cerrahidir.



**Şekil 2.14- Ortopedik Travma Birliği Sınıflandırması**

Bu üç kırık tipinin her biri ayrıca grup ve subgruplara tekrar bölünmüştür (1). Literatüre bakıldığında, bu patella kırıklarının kapsamlı sınıflandırması yaygın kullanıma ulaşmamıştır.

### **2.7.1. Transvers Kırıklar**

En sık karşılaşılan kırık tipidirler. Tüm patella kırıklarının %50-80'ini oluştururlar (53). Bostrom'un serisinde bu oran %34'tür; ancak apikal ve bazal kırıklarla birlikte %56'ya çıkmaktadır (8). Bu kırıkların %35'i nondeplase, %80'i patellanın orta veya distal 1/3 kısmındadır. Nondeplase kırıklarda eklem hasarı minimaldir ve retinakulumlar sağlam olduğundan hasta aktif diz ekstansiyonu yapabilir. Bu tip hastalara konservatif tedavi uygulanır. Deplase transvers kırıklarda aktif diz ekstansiyon kaybı vardır. Bu durum retinakular harabiyeti gösterir ve cerrahi tedavi gerektirir (14).

### **2.7.2. Vertikal Kırıklar**

Büyük serilerde %22'ye varan oranlarda bildirilmiştir. Mekanizmanın hiperfleksiyondaki dize doğrudan travma olduğu düşünülmektedir. Bu kırıklar genellikle patellanın orta ve lateral 1/3'ünü tutarlar. Eğer sadece patellanın medial veya lateral kenarı etkilenmişse, kırık, marjinal olarak isimlendirilir. Vertikal kırıklarda deplasman ve retinakular yırtılma nadiren görülür. Hastada diz ağrısı ve hafif efüzyon vardır, ancak aktif ekstansiyon yapabilir. Tanı için aksiyel grafiler yararlıdır. Çoğunlukla konservatif tedavi edilirler (7,14).

### **2.7.3.Kutup Kırıkları**

Patellanın proksimal veya bazal kutup kırıkları kuadrisepsin çekmesiyle oluşur. Bu kırıklarda deplasman çok nadirdir. Distal veya apikal kutup kırıkları ise patellar tendonun avülsiyon kırıklarıdır. Sıklıkla retinakulum yaralanmasıyla birliktedir ve hasta aktif ekstansiyon yapamaz. Bazal kırıklara göre deplasman oranı 3 kat fazladır (14).

### **2.7.4.Parçalı Kırıklar**

Nondeplase veya deplase yıldız şekilli kırıklar, alt veya üst fragmanın parçalandığı transvers kırıklar veya fragmanların birbirinden 6 mm den fazla ayrıldığı ve sagittal ayrılmalarında olduğu çok parçalı ve deplase kırıklar şeklinde görülebilir. Deplase kırıklarda cerrahi tedavi uygulanır (14).

### **2.7.5.Osteokondral Kırıklar**

Primer olarak iki tipe ayrılır. Direkt travma veya daha sık olarak patella dislokasyonu sırasında temas noktasında küçük bir osteokondral kırığa neden olabilir. Bu fragman genelde ayrılmaz, bu nedenle kırık zamanla iyileşir. Bununla birlikte fragman ayrılabilir ve mekanik bir probleme yol açabilir. Böyle durumlarda parçanın eksizyonu tavsiye edilmektedir (54). Fakat büyük fragmanların



stabilizasyonu için Herbert vidaları ile transosseöz fiksasyon yapılabilir (55). Osteokondral kırıkların sık görülmeyen diğer bir tipi çocuk ve adölesanlarda, patella inferior polünün artiküler kırık ile beraber ayrıldığı avülsiyon (sleeve) kırığı olarak isimlendirilen kırıktır (56,57). Bunun gibi kırıkların standart grafide görülmesi zordur. Lokal ağrı, hasasasiyet olan ve bacak düz kaldırma testini yapamayan, diğer tarafla karşılaştırıldığında grafide patellanın yüksekte duruşu ile tanı konulur.

Houghton ve Ackroyd, bu tür avulziyon kırıklarında cerrahi önermektedir (58). Grogan ve arkadaşları ise fragmanlar arası seperasyon miktarı ve kuadrisepsin fonksiyonel kapasitesine göre konservatif veya cerrahi tedavi arasında karar verilmesi gerektiğini belirtir (56).

## **2.8.Tedavi**

### **2.8.1.Tedavinin Amacı**

Diz fonksiyon ve stabilitesini sürdürmek için, kapalı ya da açık yöntemlerle ekstansör mekanizmanın devamlılığını restore etmek ve mümkün olduğunca düzgün bir eklem yüzeyi sağlamak olmalıdır (20).

### **2.8.2.Konservatif Tedavi**

Nondeplase vertikal, periferel, parçalı kırıklarda veya eklem yüzeyi ile 2 mm ve daha az ilişkisi olan düz transvers kırıklarda konservatif tedavi uygulanabilir. Dizi ekstansiyonda tutan diz üstü boru alçı yapılan hastalarda tedavi başarısı yüksektir (59). Genellikle, böyle kırıklarda ekstansör mekanizma total olarak bozulmamıştır. Dört-altı hafta alçıda immobilizasyon, ardından önce nazik fakat artan hareket ve sonra kuadriseps güçlendirici egzersizler ile iyi sonuçlar alınabilir. Bazen düşük derecede fleksiyon kaybı olabilir. Fakat tüm sonuçlar göz önüne alındığında, hastada önemsenmeyecek kadar az derecede hareket kısıtlılığı ile iyileşme sağlanır. Boström (8) konservatif tedavi uyguladığı 212 hastayı içeren çalışmasında, hastaların %89'unda ağrı olmadığını, %91'inde normal veya hafif fleksiyon azalması olduğunu bulmuştur.

Medikal koşulları uygunsuz veya kronik hastalık nedeniyle sınırlı aktivitesi olan hastalarda deplase patella kırığı için konservatif tedavi akla uygun bir seçenek olabilir. Pritchett kronik rahatsızlığı olan deplase patella kırıklı 18 hastaya konservatif tedavi uygulamış ve uygun klinik sonuçlar rapor etmiştir. Yazar bununla birlikte, deplase patella kırıklarının çoğu için, cerrahi tedavinin sonuçlarının eşit olmasını beklememek gerektiğini belirtmiştir (60).

### **2.8.3.Cerrahi Tedavi**

Patella kırıklarında cerrahi tedavi, genel olarak; ekstansör mekanizmanın kısmen ya da tümüyle bozulduğu deplase kırıklarda endikedir. Bostrom'e göre, cerrahi tedavi endikasyonu olan olgular;

**a**-Dizin aktif ekstansiyonunun yapılamadığı,

**b**-3-4 mm'nin üzerinde seperasyonun bulunduğu,

**c**-Eklem yüzeyinde 2–3 mm'nin üzerinde basamaklanmasının bulunduğu olgulardır (8).

Hohl ve arkadaşlarına göre ise;

**a**-Fragmanların 4 mm'nin üzerinde separe olduğu olgular,

**b**-Eklem yüzeyinin deplase olduğu parçalı kırıklar,

**c**-Eklem içinde deplase olmuş osteokondral kırıklar,

**d**-Deplase marjinal kırıklarda cerrahi tedavi endikasyonu vardır (20).

Deplase kırıklarda kuadriseps retinakulum yırtıkları olsa bile, bunlar skar dokusu ile iyileşmekte ve bir miktar fonksiyon yeniden kazanılabilmektedir. Bu durum, özellikle patella kırığının ihmal edildiği politravmatize olgularda görülmektedir. Yaralanmayı izleyen haftalarda bir miktar diz ekstansiyonu kazanılmakta, ancak belirgin bir kuadriseps güçsüzlüğü ve ekstansiyon kısıtlılığı gelişmektedir. Bu tür problemlerin önlenmesi ve bir kuadriseps fonksiyonunun restorasyonu için en uygun olanı, bu tür kırıklarda cerrahi tedavi uygulanmasıdır. Yine, eklem yüzeyi düzensizliği de travmatik, dejeneratif değişikliklere yol açabileceğinden cerrahi tedavi için iyi bir endikasyon oluşturur (20,61).

Açık ya da kapalı kırıklar, hastanın genel ve cilt durumunun uygun olduğu en erken zamanda opere edilmelidir (8,20). Yaralanmadan sonraki ilk hafta, operasyon için en uygun zamandır. Açık kırıklarda, debridmanı takiben, yara durumuna göre ya aynı seansta definitif tedavi uygulanır ya da yara iyileşmesi sonuna kadar beklenilebilir.

Nonoperatif tedavinin uygulama şekli üzerinde genel bir uzlaşma varken, seçilecek cerrahi yöntem konusunda görüş ayrılıkları vardır, ancak temel olarak 3 yöntem vardır:

1-Normal anatominin restorasyonu (osteosentez)

2-Parsiyel patellektomi

3-Total patellektomi

Seçilecek yöntem ne olursa olsun retinakulumların onarımı mutlaka ve dikkatle uygulanmalıdır (8,20,62).

### 2.8.3.1.Genel Operasyon Kuralları

Kırık olduğu anda, genellikle patella üzerindeki yumuşak doku direkt bası etkisiyle veya abrazyonlar ile yaralanabilir. Buna ek olarak yumuşak dokulara bası yapan geniş bir kırık hematomu sıklıkla gelişebilir. Ek olarak yumuşak doku hasarlarını en aza indirmek için baskılayıcı splintlere, aşırı diz fleksiyonuna ve buz uygulamasının direkt temas edecek şekilde yapılmamasına dikkat edilmelidir. Eğer operasyonda gecikme olarsa patella anterior ciltte gerginlik durumunda hematomun boşaltılması gerekir. Cilt defektleri çok sayıda ise cerrahi sonrası yara iyileşmesi için risk oluşturur, hatta istenmeyen bir durum oluşmaması için yara bakımı nedeniyle operasyonun ertelenmesi dahi gerekebilir (11).

Açık patella kırıkları, iskelet sisteminin diğer açık kırıkları gibi tedavi edilir, irrigasyon ve yara debridmanı, ardından açık redüksiyon ve internal tespit (ARİF) yapılır. Primer yara kapatılması, yara temiz oluncaya kadar ertelenebilir (63).

Kırığa orta hattan longitudinal veya transvers insizyonla ulaşılabilir. Kırık açıldığında ekstansör mekanizmada ki defekte medial veya lateral olarak veya her ikisiyle birkaç cm ile ulaşılabilir. Kırık bölgesine irrigasyon yapıldıktan sonra kırık parçalarının durumu kontrol edilip değerlendirilir. Değerlendirme sonrasında ARİF,

parsiyel patellektomi veya total patellektomi uygulamalarından hangisinin yapılacağına karar verilir (11,14).

### **2.8.3.2.Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon**

Parçalı olmayan veya az parçalı olan transvers kırıklar ARİF için uygundur. Küçük parçalı kırıklar önce basit transvers kırıklara çevrilir ve çekme vidaları ile tespit edilir. 3,5 mm'lik kortikal vidalar en iyi uygulama seçeneğidir. Operatif tamirin en önemli yönü, patella eklem yüzeyinin uygun redükte edilmesidir. Bu redüksiyon sağlanırsa transvers kırıkların tedavisi başarılmış demektir. Bununla birlikte fragmanlar bir kez redükte edildiğinde tekrar eklem yüzeyinin görülmesi veya palpe edilmesi mümkün değildir. Patella anterior yüzünün anatomik redüksiyonu eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonu anlamına her zaman gelmez. Travma sonrası patella anterior yüzünde deformasyon ve fragmentasyon beklenmeyen bir olay değildir ve bu yüzey deformasyonları, eklem yüzünün redüksiyonuna karar verilmesi açısından güvenilmezdir. Bu nedenle medial parapatellar kapsüler insizyonun proksimale ve mediale genişletilmesi önerilir. Anatomik redüksiyonun yapılabilmesi için, insizyonun uygun palpasyona ve kırık hattını yeterince görmeye izin vermesi gerekir. Artiküler yüzü tam görmeyi sağlasa da, geniş medial artrotomi çoğu zaman gerekli değildir. Küçük artrotomi fiksasyon sonrası kapatılabilir (11).

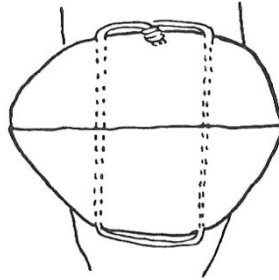
Telleme teknikleri daha çok transvers kırıklar için kullanılır. Parçalı kırıklarda fragmanlar yeterli büyüklükte ise vidalar ile transvers kırığa dönüştürülüp telleme teknikleri kullanılabilir.

### 2.8.3.2.1.Çevresel Telleme

Önceleri en popüler olan telleme tekniğidir. Yumuşak dokular içerisinde geçirilerek yapılan bu teknik sağlam tespit sağlamadığından, diz hareketine başlamak için 4–6 hafta arası beklenmelidir. Uygulamasında tel, superolateralden mediale doğru ilerletilerek çevrilir. Telin ucu başlangıç noktasına geldiğinde iki uç birbiri üzerinde döndürülerek sıkıştırılır. Telin patellaya çok yakın ilerletilmesine, telin anterior ve posterior yüzeylere eşit uzaklıkta olmasına dikkat edilmesi gerekir. Bu duruma dikkat edilmezse fragmanların ayrılmasına neden olur. Günümüzde tek başına pek kullanılmamakla birlikte, daha sağlam tespit sağlayan yöntemlere ek olarak kullanılabilir (7,14,64).

### 2.8.3.2.2.Magnusson Tekniği

Önce proksimal ve distal fragmanların medial ve lateralinde birbirine karşılık gelen uzunlamasına delikler açılır. Tel önce medial deliklerden sonrada lateral deliklerden geçirilerek başlangıç yerine doğru çevrilir ve burada sıkıştırılır (64) (Şekil 2.15).



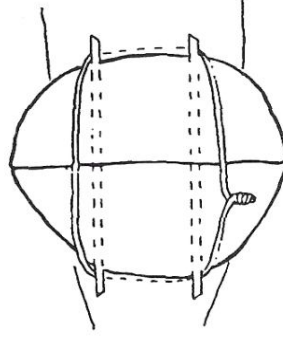
Şekil 2.15-Magnusson telleme

### 2.8.3.2.3.Gergi Bandı Tekniği

Bu teknikte iki telleme yapılır. İlk tel kuadriseps ve patellar tendonların altından ve patellanın ön yüzünden çevrilir. Tel '8' şeklinde de uygulanabilir. Bu tel kırık hattı posteriordan hafifçe açılacak şekilde sıkıştırılır. İkinci tel süperior ve inferior kutuplarda açılan transvers deliklerden geçirilerek uygulanıp sıkıştırılır. Tellerin uygun şekilde yerleştirilmesiyle fragmanların ayrılmasına neden olan ayırıcı ve paylaştırıcı güçler, kırık hattını çaprazlayan kompresif güçlere dönüşürler, erken kaynamaya ve dizin erken hareket ve egzersizine izin verirler (7,64).

### 2.8.3.2.4.Modifiye Gergi Bandı Tekniği

Bu teknik 2,0 mm'lik iki Kirschner (K) telinin paralel olarak yerleştirilmesi ve no:18 serkraj teli ile birbirine bağlanması ve patella anterior yüzde tespitine dayanır. Kırığın redükte edilmesi ve klemler ile sıkıca tutulmasından sonra, 2 mm lik iki K telini, her parçadan geçecek şekilde inferiordan, superior'a gönderilir. Bu teller patellanın anterior yüzeyine 5 mm derinlikte, patellayı medial, santral ve lateral 1/3 e ayıran hatlar boyunca yerleştirilir. Teller mümkün olduğunca paralel gönderilmelidir. Bazı olgularda, redüksiyondan önce, telleri kırık hattı boyunca retrograd biçimde proksimal parçaya göndermek daha kolaydır. Redüksiyon sağlandıktan sonra distal fragmana doğru ilerletilir. Mümkün olduğunca kemiğe yakın olarak 18 numaralı bir teli, kuadriseps tendon yapışma yerinden ve dışarıya çıkan K tellerinin dibinden geçirilir. Ardından redükte edilen patellanın anterior yüzeyinden geçirilir ve inferior parça üzerinde patellar tendon yapışma yerinden transvers şekilde yerleştirip, dışarı çıkan K tellerinin dibinden geçirerek, sonra anteropatellar yüzeyin üzerine geri dönülür ve üst uçla sıkıca bağlanır (7) (Şekil 2.16).



**Şekil 2.16-Modifiye gergi bandı**

Bu yöntem kuadriseps kontraksiyonu ve diz fleksiyonu ile oluşan geniş distraksiyonu nötralize eder. Bu tellerle oluşturulan germe kuvveti kırık aralığının posterior yüzeyinde kompresif kuvvet oluşturur ve bu da artiküler yüzün stabilitesini sağlar. Başarısızlıklar genelde ameliyat tekniğindeki yanlışlıklara bağlıdır (65).

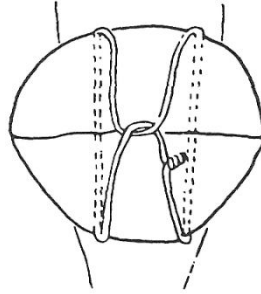
#### **2.8.3.2.5. Poyford Tekniği**

Çevresel telleme ve gergi bandı prensiplerini birleştiren bir tekniktir. Özellikle çok parçalı kırıklarda kullanılabilir. Önce çevresel telleme ile parçalı kırık toparlanır. Daha sonra yumuşak dokulardan geçirilen ikinci bir tel ile anterior gergi bandı yöntemi uygulanır (66).



### 2.8.3.2.6.Lotke ve Ecter Yöntemi

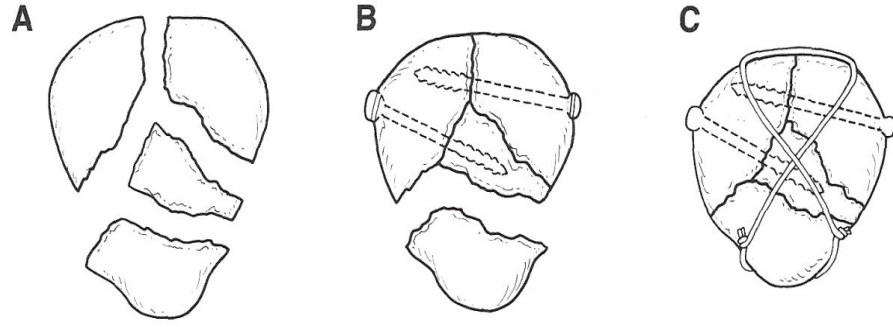
Patellada longitudinal delikler açılır. Telin iki ucu distalden proksimale doğru bu deliklerden geçirilir. Distalde kalan ilmiik patella üzerine devrilir. Proksimalden çıkan uçlardan biri bu ilmiğin altından geçirilerek diğler uçla düğümlenir ve sıkıştırılır. Böylece patella üzerinde 'X' şeklinde bir görünüm ortaya çıkar (53) (Şekil 2.17).



Şekil 2.17-Lotke Ecter Telleme

### 2.8.3.2.7.Vidalama

Patella kırıklarının internal fiksasyonu için vida uygulamaları da kullanılmaktadır. Patella kırıklarında vidalar, kırığı iki parçalı hale getirmek için interfragmanter olarak da kullanılabilir. Kullanılacak vidaların boyutları kemik ile uyumlu olmalıdır. Genellikle 3,5 mm kortikal vidalar yeterlidir (1) (Şekil 2.18-B).



**Şekil 2.18- Çok parçalı kırık için destek vidaları kullanılarak patellanın Schauwecker metoduyla komprese edilerek tellenmesi (C). Çok parçalı kırıklar (A) vidalar ile 2 parçalı kırığa dönüştürülmüş (B).**

Schauwecker de AO'nun germe bandı tekniğine benzer ancak, teli patella ön yüzünde '8' yapacak şekilde uygulamış; parçalı kırıklarda fiksasyonu güçlendirmek amacıyla ek K telleri ve çekme vidaları kullanmıştır (Şekil 2.18-C).

Operasyon sonrası devamlı pasif hareketler, dizin zayıflığını azaltır ve eklem kıkırdağının iyileşmesini hızlandırır. ARİF ile tedavi edilen patella kırıklı hastaların postoperatif tedavisi, menteşeli diz breysinde erken aktif hareketi içerir. Genel olarak breyste kontrollü harekete, insizyonun kapandığı ve şişliğin azaldığı 10–14. günde başlanır. Fiksasyon stabilitesi uygun olmadığı zaman, harekete başlamadan önce 4 hafta için diz ekstansiyonda tutulmalıdır. Hastaların ekstansiyonda kilitli breys ile tam yük vermesine izin verilir. Stabil fiksasyonlu güvenilir hastalarda geceleyin veya yürümediği zaman breysin kaldırılmasına izin verilir. Hareket 90°'ye yaklaştığında ve kuadriseps güçlendiğinde breys tamamen kaldırılır. Breys uygulama süresi genel olarak 6–8 haftadır. Hastalara yaralanmadan sonra minimum bir yılda kuadriseps gücünü ve diz hareketini geri kazanmasını beklemesi gerektiği anlatılmalıdır (67).

### 2.8.3.2.8. Eksternal Fiksatorle Tespit

Patella distal ve proksimalinden geçirilen yatay steinman çivileri ile açık patella transvers kırığının tedavisi düşünülmüştür (42).

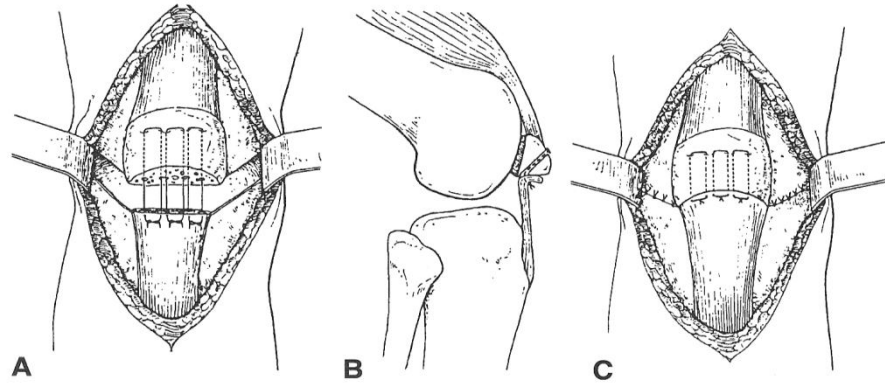
Çin'den Lan Quan-yi, 24 patella kırığında cerrahi redüksiyon ve dıştan kompresyon yapan eksternal fiksator kullanmış, 2 hafta sonra hareketlere başlamış, 4 hafta sonra çivileri çıkarmıştır. Transvers kesiyle kırık redükte edildikten sonra 0,2 cm çapında paslanmaz çelik çiviler patella distal ve proksimal fragmanlarının distal ve proksimal kutuplarından geçirilerek dıştaki uçlarına küçük eksternal fiksator barları konarak fragmanlarda kompresyon yapılmıştır. Kuadriseps ve retinaküler bağlar onarılmış. Üç'ü açık kırık, 14'ü parçalı, 4ü transvers, diğerleri aşağı ve yukarı uçlara yakın olan bu kırıklarda hiç osteomyelit ve dejeneratif artrit gelişmediği belirtilmiştir (42).

E.Gür, M.L.Baydar ve V.Kırdemir 1994-1996 yılları arasında transvers patella kırığı olan 16 hastaya artroskopi kontrolü altında küçük, patellaya özel eksternal fiksator ile tedavi uygulamışlardır. İrrigasyon sonrası artroskop ile patellar yüzey dikkatlice gözden geçirilmiş ve tam olan redüksiyonunu sürdürmek için eksternal tovel klamp yerleştirilmiş. Bu redüksiyon pozisyonunda eksternal fiksator yerleştirmişlerdir. Hastalara cerrahi sonrası takip eden günlerde continuous passive motion (CPM) cihazıyla pasif fleksiyon hareketi uygulamışlar. Ayrıca hastalara koltuk deneyi kullanarak parsiyel yük vererek mobilizasyonuna izin vermişlerdir. Tedavi uygulanan hastalarda 3 hafta içinde tam hareket aralığına ulaşmayı hedeflemişlerdir. Erken rehabilitasyon, artrotomik skar oluşmaması, fiksasyon materyalinin çıkarılması için ikinci bir ameliyatın gerekmemesi bu tekniğin avantajları olarak belirtilmiştir (68).

### 2.8.3.3.Parsiyel Patellektomi

Patella kırıkları tedavisinde parsiyel patellektomi uygulanması tartışmalı bir konudur. Eklem yüzeyinin rekonstrükte olması düşünülmemeyen, tümüyle düzgün eklem yüzeyinin elde edilmesinin güç olduğu kırıklarda ya da bir büyük ve bir küçük polar fragmanın bulunduğu kırıklarda endikedir. Yine parçalı kırıklarda, eğer büyük bir fragman korunabilecek ise parsiyel patellektomi uygulanabilir (7,8,17,20).

Distal veya proksimal polde parsiyel patellektomi sonrası, kalan patellada dril ile açılan delikler yoluyla nonabsorbabl sütürler ile patellar tendon veya kuadriseps tendonu buraya bağlanır (Şekil 2.19). Distal pol kırıklarında distal polün %25'inin ekstraartiküler olmasından dolayı parsiyel patellektomiye uyumludur. Proksimal polde ise nadiren parsiyel patellektomi endike olur (10,11,41).



**Şekil 2.19-Parsiyel patellektomi A; Tutulan fragman geniş absorbe olmayan sütürler ile tendona yaklaştırılır. B; Dril delikleri artiküler yüzeye yakın tendona yeniden tutturulmak üzere düzenlenir. C; Kuadriseps ekspansiyonları tamamen tamir edilir.**

#### 2.8.3.4. Total Patellektomi

Çok parçalı, deplase patella kırığı olan ve majör bir patella fragmanı olmayan hastalarda total patellektomi tek tedavi şansı olabilir. Bir metodun diğerinden daha üstün olduğunu gösteren bir kanıt yoktur. Operasyondan sonra bu hastalara 6 hafta boru alçı ile tespit uygulanır. Alçı çıkartıldıktan sonra hareket ve güçlendirici egzersizler başlanır. Dizde bir miktar hareket kısıtlılığı, diz ekstansiyon kuvvetinde bir miktar azalma, bacağın ekstansiyonda kalması ve dizde inatçı rahatsızlık hissi, total patellektomi sonrası sık görülen şikâyetlerdir (11).

Einola ve arkadaşlarının (62) yaptığı bir çalışmada total patellektomi yapılan 25 hastanın sadece 7'sinde kuadriseps kuvvetinin diğer dizdekine eşit olduğunu veya %75'ine erişebildiğini rapor etmişlerdir. Jakobsen ve arkadaşlarının (69) yaptığı bir çalışmada total patellektomi yapılan dizin kuadriseps kuvvetinin sağlam dizin kuadriseps kuvvetinin 2/3'üne ulaşabileceği rapor edilmiştir.

#### 2.8.4. Patella Kırıklarında Tedavi Sonuçları

Patella kırıklarında iyileşme ve fonksiyonun rehabilitasyonu yönünden prognoz genellikle iyidir (20). Ancak olguların uzun dönemli takiplerinde çeşitli sorunlarla karşılaşılabilir.

Subjektif yakınmalar uzun süre izlemli çeşitli serilerde %70-80'e varan oranda bildirilmektedir (8,54,62). Crenshaw ve Wilson patella kırığından kaynaklanan subjektif yakınmaların değerlendirilebilmesi için en az bir yılı aşan bir takibin gerektiğini bildirmişlerdir (70).

Azalmış hareket genişliği hem konservatif hem de cerrahi tedavi uygulanan olgularda bildirilmiştir (8,54). Mobilitenin yeniden kazanılmasında etkili faktörler; operasyon tekniği, alçılı immobilizasyon süresi, fizyoterapi ve hastanın motivasyonudur (8). En fazla hareket kaybı, başlıca ekstansör kayıp olmak üzere total patellektomi olgularında görülmektedir. Osteosentez uygulanan olgularda ise nadiren ekstansiyon, daha sık olarak fleksiyon kaybı görülmektedir (8).

İnstabilite en çok total patellektomi ve daha az olarak parsiyel patellektomi olgularında görülmektedir (71).

Kuadriseps atrofsi tedavi tipine bakılmaksızın tüm patella kırıklarından sonra görülmektedir. Ancak en sık olarak total patellektomi sonrasında görülür (54,72). Boström'ün çoğunlukla osteosentez uyguladığı olgularının %68'inde uyluk çevresi eşitliği korunmuş, %24'ünde azalmış ve %8'inde ise artmıştır (8).

Diz ekstansiyon gücünde azalma patella kırıklarından sonra sık olarak görülmektedir. Total patellektomiden sonra güç kaybı ise artık kesinlikle kanıtlanmış bir gerçektir (21,73). Levack ve ark. osteosentez uyguladıkları olguların hiçbirinde %45'in üzerinde güç kaybı belirlemezken, patellektomi olgularının %27'sinde bu güç kaybını bildirmişlerdir (74). Einola'ya göre, patellektomili olguların yalnızca %25'inde diğer tarafın %75'i ya da daha fazla ekstansiyon gücüne ulaşılabilir (62).

Uyluk çevresi genişliği ile kuadriseps gücü arasında her zaman korelasyon yoktur. Her iki taraf uyluk çevresi genişliğinin eşit olduğu ancak gücün %60 farklı olduğu olgular olabilir (8). Kırık iyileşmesinden sonra ulaşılacak ekstansör kuvveti, Boström'e göre, yaralanma sırasında oluşan retinakulum hasarına bağlıdır (8).

Patellanın genişlemesi patella kırıklarından sonra oldukça sık olarak görülmektedir. Sorensen'e göre osteoartroz gelişmesinde önemli bir faktördür (75).

Thomson parsiyel patellektomiden sonra bu genişlemenin olmamasını bu tekniğin bir avantajı olarak bildirmiştir (76). Boström'e göre hem konservatif hem de cerrahi tedavi uygulananlarda patella genişlemesi görülmekte; ancak patellofemoral

atroz gelişimi ve geç klinik sonuçlar üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamaktadır (8).

### **2.8.5. Komplikasyonlar**

Patella kırıklarında tedavi sonrası bazı komplikasyonlar görülebilmektedir. Bunlar arasında;

1. Enfeksiyon
- 2.Redüksiyon kaybı
- 3.Dizde sertlik
- 4.Posttravmatik osteoartrit
- 5.Nonunion
- 6.Metalik implant irritasyonu
- 7.Refraktür
- 8.Avasküler nekroz sayılabilir.

### 3.MATERYAL VE METOD

#### 3.1.Deneysel Çalışma Öncesi Hazırlık

Bu deneysel çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı tarafından, Makine Mühendisliği Mekanik Anabilim Dalı Laboratuvarında yapıldı.

Patella kırıklarıyla ilgili yapılan biyomekanik çalışmalarda, kadavra patellaları kullanılmaktadır (64,66,77–80). Ancak kolay temin edilebilmeleri nedeniyle biz dana patella modeli kullanmayı tercih ettik. Dana patellaları, diz eklem bütünlüğü bozulmamış şekilde temin edildi.

Kırık tesbitinde 2,00 mm K telleri ve 1,25 mm serklaj telleri, Herbert vidası ve malleol vidası kullanıldı.

Herbert vidası, kanüllü, titanyum, distal bölümü kansellöz, proksimal bölümü kortikal yivli, vida başı heksagonal olup kendi tornavidası ile kolaylıkla fikse edilebilir, özelliklerine sahip olup ‘başsız kompresyon vida sistemi’ olarak isimlendirilmiştir. Bu özelliklere sahip uzunluğu 30 mm ile 50 mm arasında değişen ve eni 4 mm olan Herbert vidaları kullanıldı.

#### 3.2.Fiksasyon Tekniklerinin Uygulanması

Deneyde, bir-iki yaş arasındaki erkek danaların, diz eklem bütünlüğü bozulmamış halde patellar tendonu sağlam dana patellası kullanıldı. Patellalar rasgele seçilerek, her bir grupta 10 patella olacak şekilde toplam 30 adet dana

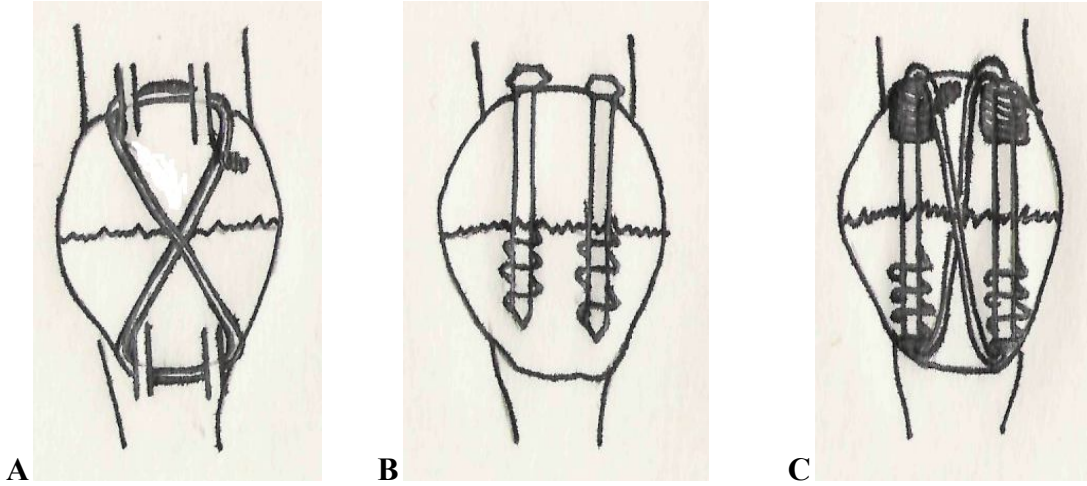


patellası, üç gruba ayrıldı. Patellalar kıl testere ile kesilip orta kısmında transvers kırık oluşturuldu.

Birinci grupta, tespitte modifiye anterior gergi bandı yöntemi kullanıldı. İlk önce kırık redüksiyonu sağlanıp, patella klempisi ile fragmanlar birbirine tutturuldu. Patella proksimal kısımdan distal kısma doğru 2,0 cm aralıklı olarak, birbirine paralel iki K teli longitudinal olarak gönderildi. Kemik penssi çıkartıldı. Patella aşağısında lateralden mediale doğru geçirilen serklaj teli, patella önünden geçirilerek patella yukarısında medialden laterale geçirilip patella önünde çaprazlaşan uçlar gerilerek düğümlendi. K telinin yukarı ucu pense ile arkaya doğru büküldü. Distaldeki K tellerinin uçları 10 mm bırakılacak şekilde kesildi.

İkinci grupta, Malleol vidalarıyla tespit yöntemi kullanıldı. Kırık redüksiyonu sağlanıp patella klempisiyle fragmanlar birbirine tutturuldu. Patella distal kısımdan proksimal kısma doğru, 2,2 cm aralıklı iki adet 3,2 mm'lik dril yardımıyla drilize edildi. Ölçüm yapılarak uygun uzunlukta vidalar seçildi. Kırık redüksiyonunun bozulmaması için ilk malleol vidası yerleştirilirken karşı taraf drili çıkartılmadı. Ardından diğer vida boyu belirlenerek malleol vidası yerleştirilip tespit sağlandı.

Üçüncü grupta Herbert vidası ve vidalar yoluyla gergi bandı yöntemi uygulandı. Kırık redüksiyonu sağlanıp patella klempisiyle fragmanlar birbirine tutturuldu. Patella distal kısımdan proksimal kısma doğru, 2,2 cm aralıklı iki adet klavuz teli gönderildi. Bu klavuz telleri üzerinde ölçüm yapılarak uygun uzunlukta vidalar seçildi. klavuz telleri üzerinde dril ile delik açıldı. Delik içindeki kemik yongaları temizlendi. Daha sonra, vida uçları kemik içerisinde 1–2 mm kalacak şekilde, vidalar yerleştirilip tespit sağlandı. Medialdeki vida içerisinde, distalden proksimale doğru geçirilen serklaj teli patella önünden lateraldeki vida içerisinde distalden proksimale doğru geçirilip patella önünde çaprazlaşan uçlar gerilerek düğümlendi.

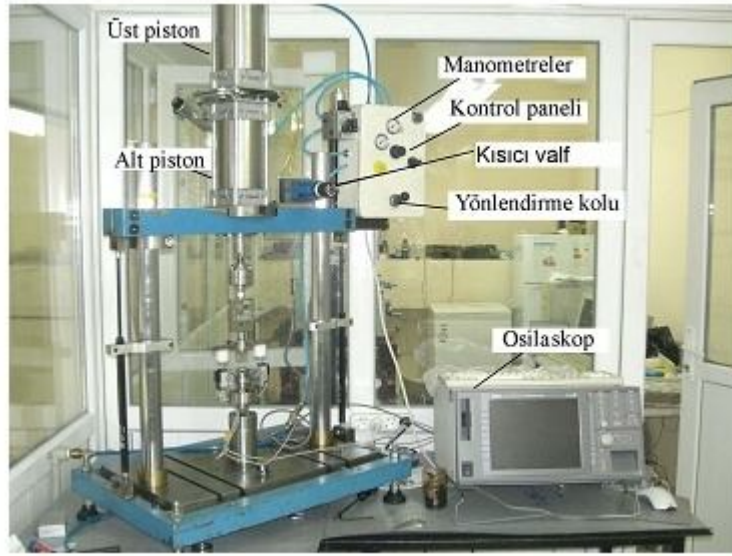


Şekil3.1. A-Modifiye gergi bandı tekniği, B- Malleol vidası, C- Herbert vidası yoluyla gergi bandı tekniği uygulamaları

### 3.3.Mekanik Deney Sistemi

Kırık patella kemiklerindeki farklı fiksasyon tiplerinin ayrılma kuvvetini belirlemek üzere Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Mekanik Anabilim Dalı laboratuvarında tasarlanıp imalatı gerçekleştirilen, 10 kN yük uygulama kapasitesine sahip çekme-basma deney sistemi kullanılmıştır. Şekil 3.2’de gösterilen bu sistem, alt ve üst pistonları ile hidrolik ve pnömatik sisteme sahiptir. Pnömatik sistem; çekme ve basma deneyleri sırasında gerekli olan basıncı, hidrolik sistem ise; pistonun istenilen konumda hassas bir şekilde durmasını sağlamaktadır. Sistem, maksimum 10 bar basınçta çalışmakta olup, gerekli olan hava basıncı 15 bar kapasiteli kompresörden sağlanmaktadır. Sistem çalışma basıncı kontrol panelindeki manometreler yardımıyla ayarlanabilmektedir. Tutucu çenenin yapacağı hareketin yönüne göre hangi pistonu basınçlı havanın gönderileceği yönlendirme valfi ile kontrol edilmektedir. Deney sistemi üzerinde bulunan kısıcıcı valf ile pistonun hareket hızı, dolayısıyla deformasyon hızı ayarlanabilmektedir. Kuvvet ölçümleri 1000 Kg kapasiteli yük hücresi (Teda Huntleigh MN:16, Malvern, ABD) ile yapılmaktadır. Yük hücresi 10V DC güç kaynağı ile beslenmektedirler. Yük hücresinden gelen

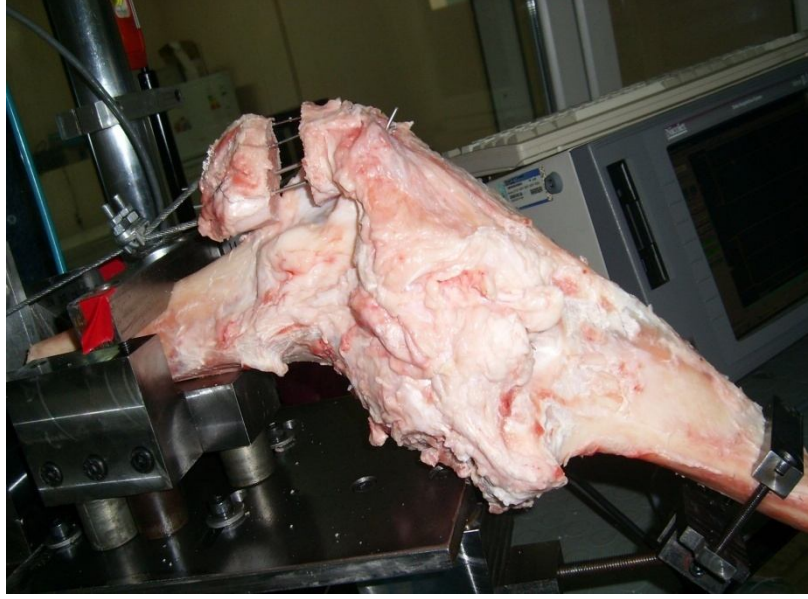
sinyaller dört kanallı bir osiloskopta (Nicholet-Oddysey XE, ABD) toplanmakta ve sabit diske kaydedilmektedir. Cihaz üzerinde veri toplama hızı ayarlanabilmekte ve maksimum 1000000 data/saniye veri toplama hızına çıkılabilmektedir. Bu deneylerde veri toplama hızı 100 data/saniye olarak seçilmiştir (81).



Şekil3.2. Mekanik deney sistemi

### 3.4. Testin Uygulanması

Çekme-basma deney sistemine diz eklemeni  $45^\circ$  fleksiyonda sabit tutmamızı sağlayan özel bir aparat eklenerek deney yapılmıştır. Diz eklem bütünlüğü bozulmamış patellar tendonu tuberositas tibiadan ayrılmamış biçimde tibia ve femur yumuşak dokulardan arındırılmış şekilde özel tasarlanmış aparata yerleştirildi. Patella üst kutbundan 4,5mm'lik dril yardımıyla delik açılarak içinden geçirilen 4,2 mm çapında üstü plastik kaplı sağlam tel yardımıyla makinenin tutucularına bağlandı (Resim 3.1). Saniyede 15 newtonluk kuvvet artış hızıyla distraksiyon uygulandı. Kırık hattında ayrılmadan hemen sonraki tespit edilen kuvvetler, tespit yetersizliğine sebep olan kuvvetler olarak kabul edildi.



**Resim3.1.Dana patella modelinde modifiye gergi bandı tekniği**



**A**



**B**

**Resim3.2. Dana patella modelinde A-Herbert vida yoluyla gergi bandı tekniği, B- Malleol vida tekniği uygulamaları**

### **3.5.İstatistiksel Değerlendirme**

Her üç grup arasındaki veriler istatistiki olarak Mann Whitney-U testiyle değerlendirildi.

## 4.BULGULAR

### 4.1.Biyomekanik Değerlendirme Sonuçları

Kırık tespitinden sonra uygulanan distraksiyon sonucu mekanik yetersizlik oluşturan kuvvetler ortalaması birinci grupta  $350,5 \pm 81,4$  newton (266–530 newton) iken ortanca değer 335,5 olarak tespit edildi. İkinci grupta ise aynı değerler sırasıyla  $977,90 \pm 345,66$  newton (310–1362 newton) ve 991,0 idi. Üçüncü grupta ise ortalama değer  $957,30 \pm 355,94$  (490–1600 newton) ve ortanca değer de 959,0 olarak bulundu (Tablo 4.1).

Tespit modellerimizde yetersizliği oluşturan distraksiyon kuvvetleri ayrıntıları her bir grupta ayrı ayrı olmak üzere tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Grupların ortalama ve ortanca değerleri

Grup	Ortalama değer	Ortanca değer
1	$350,5 \pm 81,4$	335,5
2	$977,90 \pm 345,66$	991,0
3	$957,30 \pm 355,94$	959,0

**Tablo 4.2.** Patellalarda mekanik yetersizliğe neden olan kuvvetlerin newton cinsinden değerleri

Patella	Grup 1	Grup 2	Grup 3
1	319	1192	957
2	376	310	983
3	530	994	490
4	419	752	636
5	379	645	1071
6	322	1133	802
7	268	1475	615
8	266	928	1600
9	350	988	1458
10	276	1362	961

#### 4.2. İstatistiki Değerlendirme Sonuçları

Her üç grup arasındaki veriler istatistiki olarak ortanca değerlerin kullanıldığı Mann Whitney-U testi ile karşılaştırma sonrası aşağıdaki sonuçlara ulaşıldı:

- I. Grup 1 ve 2 arasında ikinci grup lehine anlamlı fark vardı ( $p=0,0013$ ).
- II. Grup 1 ve 3 arasında üçüncü grup lehine anlamlı bir fark vardı ( $p=0,0002$ ).
- III. Grup 2 ve 3 arasında anlamlı bir fark saptanmadı ( $p=0,6232$ )

Sonuçta distraksiyon kuvvetlerine dayanıklı en rijit tespit, grup 2 de uygulanan malleol vidası ile tespit ile üçüncü grupta Herbert vidası ve vidalar yoluyla gergi bandı yöntemi olarak değerlendirildi ve birinci grupta, tespitte kullanılan modifiye anterior gergi bandı yöntemine göre istatistiksel olarak belirgin üstünlükleri görüldü.

Ancak grup 2 de uygulanan malleol vidası ile tespit ile üçüncü grupta Herbert vidası ve vidalar yoluyla gergi bandı yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

## 5.TARTIŞMA

İntraartiküler kırıklar olan patella kırıklarının tedavisindeki temel hedefler; patella bütünlüğünün korunması, eklem yüzünün restorasyonu, ekstansör mekanizma devamlılığının temin edilmesi, patella fonksiyonunun tekrar kazanılması ve kırığa bağlı gelişebilecek eklem sertliğinin önlenerek, hastanın normal aktivasyonuna en kısa sürede döndürülmesidir (51). Bu kırıkların tedavisinde alçılama veya splint gibi konservatif yöntemlerin yanı sıra bir dizi cerrahi prosedürler de kullanılabilir (2,10,11,12,14,41,42,50,64,82). Patella kırıklarının açık cerrahi tedavisinde değişik tespit yöntemleri vardır. Bu yöntemler; çevresel telleme, Magnusson yöntemi, gergi bandı yöntemi, modifiye gergi bandı yöntemi, Pylford yöntemi, Lotke-Ecker yöntemi, interfragmanter iki kanüle vida yöntemi, iki kanüle vida yoluyla gergi bandı yöntemi ve parsiyel veya total patellektomi gibi yöntemleri içerir (2,10,11,14,41,64,66,67,77–80,83,84).

Pauwell tarafından 1950’li yıllarda, patella kırıklarının tedavisinde kullanılan anterior gergi bandı tekniği, daha sonra Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) gurubu tarafından benimsenip geliştirilmiştir (83). Weber ve arkadaşlarının (77) 1980 yılında yaptıkları kadavra çalışmasında, çevresel uygulanan telleme, gergi bandı, Magnusson ve modifiye gergi bandı teknikleri karşılaştırıldı. Bu çalışmada modifiye anterior gergi bandı tekniği ve retinakular tamirin transvers patella kırıklarında en stabil teknik olduğu ve erken harekete izin verecek kadar güçlü olduğu rapor edilmiştir.

Aglietti ve Buzzi (64) yaptıkları kadavra çalışmasında patella transvers kırıklarında dört farklı fiksasyon yönteminin stabilitesini incelemişlerdir. Modifiye gergi bandı yöntemiyle Lotke ve Ecker yönteminin daha stabil olduğunu bulmuşlardır.



Curtis ve arkadaşları (66) kadavra dizlerinde yaptıkları biyomekanik çalışmada modifiye gergi bandı ve Pyrford tekniğini karşılaştırmışlardır. Pyrford tekniğinin gücünün modifiye gergi bandına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha üstün olduğunu bildirmiştir.

Modifiye gergi bandı tekniği ile yapılan birçok çalışma yüksek oranda iyi sonuçlar vermiştir. Ortopedik literatürde bu tekniğin endikasyon konulan tüm vakalarda kullanılması önerilmektedir (52,65,74,84-87).

Bu çalışmayı yapmaktaki amacımız patella kırıklarında cerrahi olarak en çok kullanılan tespit yöntemlerinden olan modifiye gergi bandı yöntemi ile malleol vidalarıyla tespit yöntemini daha az kullanılan kanüle kompresyon vidası (farklı bölge kırıklarında fiksasyon sağlarken kompresyon etkisinden de faydalanmak için kullanılan kanüllü, distal bölümü kansellöz, proksimal bölümü kortikal yivli Herbert vidası) ile vida yoluyla gergi bandı yönteminin distraksiyon kuvvetlerine karşı dayanıklılığının biyomekanik olarak birbirleri arasında karşılaştırmaktır.

Patella kırıklarıyla ilgili yapılan biyomekanik çalışmalarda, genellikle kadavra patellaları kullanılmaktadır (64,66,77-80). Biz de başlangıçta kadavra patellası kullanmayı düşündük. Üniversitemiz bünyesinde yeterince kadavra bulunmaması ve temini konusunda yapılan araştırmalarda bazı yasal zorluklarla karşılaşılması sonucu kadavra patellası kullanmaktan vazgeçildi. Kolay temin edilebilmeleri ve insan patellasına en yakın özellikleri taşıması nedeniyle biz bu biyomekanik çalışmayı dana patellasında yapmaya karar verdik.

Carpenter ve arkadaşları (80) kadavralarda patella kırığı oluşturup, modifiye gergi bandı, iki paralel 4,5 mm interfragmenter vida ve 4 mm iki kanüle vida ile kanül içerisinden geçirilen gergi bandı yöntemlerinden birini uygulamışlar. Bu yöntemler arasında en güçlü tespit yönteminin 732 newtonluk güce dayanabilen kanüle vida ile gergi bandı yönteminin olduğu, vida tespitinin 554 newton, modifiye gergi bandı yönteminin ise 395 newtonluk kuvvetler karşısında yetersiz hale geldiği saptanmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada, mekanik olarak distraksiyon kuvvetlerine

en dayanıklı tespitin aynı yönde birbirine paralel gönderilen iki Herbert vidası ile vidalar yoluyla gergi bandı yönteminin ve birbirine paralel gönderilen iki malleol vidasının bariz olarak modifiye gergi bandı yönteminden daha üstün olduğunu tespit ettik. Carpenter ve arkadaşlarının sonuçlarıyla bizim yaptığımız çalışma sonuçları korelasyon göstermesine rağmen kuvvet değerlerinde farklılık mevcuttur. Bu sonuçlar değerlendirilirken unutulmaması gereken kullanılan dana patellasının insan patellasından bazı farklılıklar içermesi ve sonuçları etkileyebileceğidir. Bunlardan birisi dana patellasının kortikal ve spongioza kısmıyla insan patellasının özelliklerinin kullanılan tespit yöntemlerinde stabilizasyonu etkileyip etkilemediğinin bilinmemesidir. Büyüklük ve çap farkları nedeniyle kullanılan materyallerin de boyutlarında farklılık mevcuttur ve bu da stabilizasyonu ve distraksiyon kuvvetlerine karşı dayanıklılığını biyomekanik olarak etkileyebilmektedir.

Vertikal ayrılma veya çok parçalı kırıklarda modifiye gergi bandı tekniği uygun değildir. Bu kompleks kırıkların tedavisinde bir veya daha fazla kansellöz vida kullanılması gerekir. Kompleks kırık iki parçalı kırığa döndürülebilirse modifiye gergi bandı ile stabilize edilebilir (10).

Burvant ve arkadaşları (79) yaptıkları kadavra çalışmasında, bacak ekstansiyon modeli kullanarak, transvers patella kırıklarında modifiye gergi bandı, Pylford tekniği, kansellöz vidalar ile gergi bandı, kansellöz vidalar ile Pylford tekniği ve sadece kansellöz vida tespitlerini karşılaştırmışlardır. Biz de çalışmamızda patella kırığı oluştururken transvers kırık oluşturmayı seçtik. Kırık tipini transvers seçmemizin sebebi dana patella modelinin komplike kırık oluşturmaya elverişli olmaması ve uniform parçalı kırık oluşturamayacağımız kaygısından kaynaklanmıştır. Bu konuda transvers kırıkların daha uniform olduğunu düşündük. Bu yüzden yapması daha kolay bir yöntem olan transvers kırıkta karar kıldık. Ayrıca patella kırıklarının büyük çoğunluğu da transvers patella kırığı şeklindedir (14,88). Burvant ve arkadaşları bütün tekniklerde yeterli fiksasyon sağlamış, ancak vidalarla gergi bandı yönteminin modifiye gergi bandı tekniğine göre daha güçlü olduğu bulunmuştur. Mekanik olarak kanüle vida ve gergi bandı kompleksinin hareketin

başından sonuna kompresyonu sağlayarak ve terminal ekstansiyon sırasında yüklenmeye direnerek kırık ayrılmasını azalttığını belirtmişlerdir.

Benjamin ve arkadaşları (78) kadavralarda, transvers patella kırıklarında uyguladıkları modifiye gergi bandı, Lotke tekniği, Magnuson tekniği ve tek başına vida fiksasyonunu değerlendirmiş. Vida ile fiksasyonun modifiye gergi bandı tekniğinden daha iyi stabilite sağladığı bildirilmiştir. Biz de yapmış olduğumuz çalışmada benzer şekilde malleol vidasıyla fiksasyonun modifiye gergi bandı tekniğinden daha rijit fiksasyon sağladığını bulduk.

Çekin ve arkadaşları (89) dana patellalarında transvers kırık oluşturarak modifiye anterior gergi bandı tekniğini, Acutrak 4/5 vida ve bu vida yolu ile gergi bandı tekniğini kullanarak fiksasyon sağlamışlardır. Distraksiyon kuvvetlerine karşın en güçlü tespit, Acutrak 4/5 vidası ve gergi bandı ile oluşturulan modifiye anterior gergi bandı tekniğiyle sağlamışlardır. En zayıf tespit yöntemi modifiye anterior gergi bandı tekniği olarak bildirmişlerdir. Bizim çalışmamıza benzemesine karşın uygulanan deneysel teknik yönünden farklılıklar içermektedir. Bu nedenle sayısal sonuçlarımız bu çalışmada bildirilen sonuçlardan farklılık göstermektedir. Biz çalışmamızda farklı olarak patellaya distraksiyon kuvvetini uygularken diz eklemi 45 derece fleksiyon pozisyonunda ve patella femoral eklem yüzeyleri temas halinde olacak şekilde diz eklem bütünlüğü bozulmamış durumdaydı. Bu nedenle 45 derece fleksiyon hareketi sırasında kırık aralığına gelen kuvvetler distraksiyon-kompresyon cihazındaki çekme kuvvetleri arasında vektörel farklılıklar olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte kullanılan materyallerde boyut farkı mevcuttu ve bu da sonuçları değiştiren bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ek olarak yapılan klinik çalışmalarda, Berg transvers patella kırığı olan 10 hastada kanüle vidalar yoluyla oluşturduğu gergi bandı yöntemini uygulamış, bu yöntem ile modifiye gergi bandı yönteminin denk klinik sonuçlara sahip olduğunu bildirmiştir. Ancak kanüle vidalarla tespit yönteminin yumuşak dokuda daha az implant irritasyonuna neden olduğunu ve osteoporotik kemikte stabiliteyi daha iyi sağladığını da rapor etmiştir (67).

Tandoğan ve arkadaşları 5 hastada patella kırığında, artroskopi yardımıyla kırık redüksiyonu ve kanüle vida ile tespit yapmışlardır. Osteopenik kemik yapısına sahip iki hastada kırık stabilizasyonunun artması için tespite serklaj teli ilave

edilmiştir. Takiplerde tüm kırıkların iyileştiği, senil demansı olan bir hasta hariç tüm hastaların tam eklem hareketlerine kavuştuğu belirtilmiştir. Ayrıca rijit fiksasyon nedeniyle hastalarda erken harekete başlanabildiğini belirtmişlerdir (90).

Makino ve arkadaşları transvers patella kırığı olan 5 hastada artroskopi yardımıyla kanüle vidalar ve serklaj teli ile gergi bandı uygulamışlar ve interfragmenter gönderilen vidaların her türlü diz hareketinde kırık yüzeyine kompresyon uyguladığını ve gergi bandı ile daha iyi fiksasyon sağladığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızı destekler veriler elde etmişlerdir. Bu stabil fiksasyon ile erken diz rehabilitasyonuna başlanabildiği ve böylece tüm hastalarda tam diz hareketlerinin kazanıldığı belirtilmiştir (91).

İnterfragmenter kanüle vida kullanılması, her türlü diz hareketinde kırık yüzeyine kompresyon uygulanmasını sağlar. Buna gergi bandı eklenmesi ile daha iyi fiksasyon elde edilir. Bununla beraber bu vidalar diz hareketleri ve dize gelen yüklenmelerde kırık uçları arasındaki ayrılmaya engel olup stabiliteyi sağlar (91). Bu durum erken harekete izin verir. Böylece immobilizasyonun neden olduğu kas atrofisi ve intraartiküler yapışıklık oluşumu engellenmiş olur. Ayrıca erken mobilizasyonun eklem kıkırdak beslenmesinde ki yararı da gösterilmiştir (90) .

Sonuçta patella kırıklarının tedavisinden sonra erken eklem hareketi için stabil bir internal fiksasyon gerektiği ortaya çıkar. Yalnızca malleol vidasıyla yapılan tespit veya Herbert vidası ve vidalar yoluyla gergi bandı yöntemi teknikleri distraksiyon kuvvetlerine karşı dirençli olduğundan erken harekete izin verecektir.

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, travmatolojide sık olarak gördüğümüz patella kırıklarının cerrahi tedavisinde kullanılabileceğini düşündüğümüz Herbert vidalarına gergi bandını ekleyerek deneysel dana patella modelinde ki sağlamlığını en çok kullanılan yöntem olan modifiye gergi bandı tekniği ile karşılaştırdık. Distraksiyon kuvvetlerine karşı en rijit tespiti, Herbert vidası ile gergi bandı oluşturulan teknik ve malleol vidası sağladı. Distraksiyon kuvvetlerine karşı en zayıf tespit modifiye gergi bandı tekniği ile yapılan tespit idi.

Herbert vidalarının, özellikle transvers patella kırıklarında sağlam bir tespit yapabileceği kanaatindeyiz. Ancak bu konuda ek klinik çalışmalara da gerek vardır.

## ÖZET

### **Hayvan Modelinde Transvers Patella Kırıklarında Farklı Tespit Yöntemlerinin Distraksiyon Kuvvetlerine Karşı Dayanıklılıklarının Karşılaştırılması: Biyomekanik Çalışma**

Günümüzde, patella kırıklarının cerrahi tedavisinde farklı tespit yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, dana patellasında oluşturulan transvers kırık tespitinde uyguladığımız üç farklı yöntemin distraksiyon kuvvetlerine karşı dayanıklılıklarını tespit etmeyi amaçladık.

Tespit yöntemleri olarak; en sık kullanılan modifiye gergi bandı tekniği, malleol vidasıyla fiksasyon ve başsız kanüle herbert vidası yoluyla gergi bandı uyguladığımız üç yöntemi kullandık. Her bir grup 10'ar adet dana patellasından oluşturuldu. Tespit sonrası, diz eklemine 45° fleksiyonda sabit tutmamızı sağlayan özel bir aparat yardımıyla materyal çekme-basma deney sistemine yerleştirildi. Her bir test grubuna eşit zamanlı ve eşit olarak artan distraksiyon kuvvetleri uygulandı. Her bir grup için ayrı ayrı tespitite yetersizlik oluşturan kuvvet ortalamaları tespit edildi. Bu ortalamalar; birinci grupta 350,5±81,4 newton, ikinci grupta 977,90±345,66 newton ve üçüncü grupta ise 957,30±355,94 newton idi.

Her üç gruba ait veriler birbirleri ile Mann Withney-U testi kullanılarak karşılaştırıldı. Grup 1 ve 2 arasında ikinci grup lehine anlamlı fark vardı (p=0,0013). Grup 1 ve 3 arasında üçüncü grup lehine anlamlı bir fark vardı (p=0,0002). Grup 2 ve 3 arasında anlamlı bir fark saptanmadı (p=0,6232).

Sonuçta, distraksiyon kuvvetlerine dayanıklı en rijit tespit grup 2'de malleol vidası ile fiksasyon ve grup 3'de herbert vidası yoluyla gergi bandı tekniği uyguladığımız yöntem de tespit edildi. Birinci grupta ise dayanıklılık en azdı.

**Anahtar kelimeler:** Başsız kanüle vida, internal tespit, patella kırığı.

## SUMMARY

### **Biomechanical Comparison of fixation Methods in Transverse Fractures of the Patella in a Animal Model**

Nowadays, different stabilization methods are used for surgical treatment of patella fracture.

In this study, we aimed to determine the resistant against of distraction forces of three different methods which has used for fixation the transvers patella fractures in calf patella.

We used three methods which are most frequent methods as fixation modified tension band technique, malleol screw and headless cannulated herbert screw and tension band applied with this screw. Each group has 10 calf patella. The material was placed into the experimental pull-push system using a special equipmment (device) by which we managed to keep knee joint in a position of 45<sup>0</sup> flexion. Each test group were applied in equal time and equal remain distraction forces. For each group, determined seperately avarage strength insufficiency of stabilization. First group 350,5±81,4 newton, second group 977,90±345,66 newton and third group 957,30±355,94 newton.

Data of each three group compared each other with Mann Withney-U test. Between group 1 and 2, there more significant difference as benefit of group 2 (p=0,0013). In group 1 and 3, there was significantly difference as benefit of group 3 (p=0,0002). There was no significant difference between group 2 and 3 (p=0,6232).

Consequently, the most rigid fixotion against distraction forces was determined in group 2 with fixation by malleolus screw and in group 3 with the method that we applied tension band technique by herbert screw. In first group resistance was least.

**Key Words:**, Headless cannulated screw, internal fixation, fracture of patella

## KAYNAKLAR

- 1-Colton CL, Dell'Oca AF, Holz U, Kellam JF, Ochsner PE. Kırık Tedavisinde AO Kuralları, Patella, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 2006; s.:483-497.
- 2-Johnson EE. Fractures of the Patella. Rockwood JA, Wilkins KE, King RE. Ed, Fractures in Adults. Vol2, 3. Ed, JB Lippincott Comp, Philadelphia, 1991; p.:1762-1777.
- 3-Cameron HC. Transverse Fracture of the Patella. *Glasgow Med.J.*, 1878; 10: p.:289-294.
- 4-Lister J. A new Operation for Fracture of the Patella. *Brit. Med. J*, 1877; 2: p.:850.
- 5-Dennis F S. The Treatment of Fracture of the Patella by the Metallic Suture. New York State J.Med. 1886; 43: p.:372-377.
- 6-Stimson L A. Treatment of Fracture of the Patella. *Ann. Surg*, 1898; 28: p.:216-228.
- 7- Whittle AP, George W.Wood II. Patella. Campbell's Operative Orthopaedics, vol.3, tenth edition. Chapter 51. Mosby co. Saint lous. , 2003; p.:2796-2804.
- 8-Bostrom A. Fracture of the Patella: A Study of 422 Patellar Fractures. *Acta Orthop Scand Suppl* 1972; p.:143.
- 9-Reider B. The Anterior Aspect of the Knee Joint. *J Bone Joint Surg* 1981; 64-A: p.:351.
- 10-Le Croy CM. Injuries to the Patella and Extensor Mechanism. Ed. Kelam JF, Fischer TJ, tometta P, Bosse MJ, Haris MB. Orthopaedic Knowledge Update Trauma 2.2.ed, 1999; p.:157-166.
- 11-Carpenter JE, Kasman R, Matthews LS. Fractures of the Patella. *J Bone Joint Surg* 7, 1993; 5A (10): p.:1550-1561.
- 12-Aglietti P, Buzzi R, Insall JN. Disorders of the Patellofemoral Joint. Insall JN(ed.), Windsor RE, Scott WN, Kelly MA, Aglietti P. *Surgery of the Knee*. Vol 1,2.Ed, Churchill Livingstone, New York, 1993; p.:241-385.
- 13-Aydn AT, Alpaslan AM. Diz Eklemleri Anatomisi. Tandoğan NR (ed), Diz Cerrahisi. Yeni Fersa Matbaacılık, Ankara, 1999; s.:5-18.
- 14-Sanders R, Gregory PR. Patella Fractures and Extensor Mechanism Injuries. Ed. Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG. *Skeletal Trauma*. Vol 2, W.B. Saunder Company, Philadelphia, 1992; p.:1685-1716.
- 15-Scapinelli R. Blood Supply of the Human Patella: its Relation to İschaemic Necrosis After Fracture. *J Bone Joint Surg* , 1967; 49-B: p.:563-570.
- 16-Crock H. The Arterial Supply and Venous Drainage of the Bones of the Human Knee Joint. *Anat Rec* 1962; p.:144- 199.
- 17-Böhler J. Behandlung der Kniescheibenbrüche. Osteosynthese, Teilxstirpation, Exstirpation. *Dtsch.Med. Wschr.(abstract)* 1961; 86: p.:1209-1212.
- 18-O'Donoque DH. Treatment of Fractures of the Patella. *Northw. Med*. 1958; 57: p.:1592-1600.
- 19-Grogan DP, Cary TP, Leffers D, Ogden JA. Avulsion Fractures of the Patella. *J.Pediatr.Orthop*. 1990; 10: p.:721-730.
- 20-Hohl M, Larson RL, Jones DC. Fractures and Dislocations of the Knee. In Fractures in Adults, Ed by Rockwood, C.A. Geen DP. Ed II. Vol.II, Philadelphia J.B.Lipincott, 1984; p.:1429-1479.
- 21-Kaufer H. Mechanical Function of the Patella. *J Bone Joint Surg*, 1971; 53A(8): p.:1551-1560.
- 22-Goldstein SA, Coale E, Weiss AP, Grossnicle M, Meller B, Matthews LS. Patellar Surface Strain. *J Orthop Res*, 1986; 4: p.:372-377.
- 23- Humberto HH, Hayes WC, Stone JL, Shybut GT. Force Ratios in the Quadriceps Tendon and Ligamentum Patellae. *J Orthop Res* , 1984; 2: p.:49-54.
- 24-Goodfellow JW, Hungerford DS, and Zindel M. Patellofemoral Anatomy of the Patellofemoral Joint. *J.Bone Joint Surg*. 1976; 58-B: p.:287-290.
- 25-Hehne HJ. Biomechanics of the Patellofemoral Joint and its Clinical Relavance. *Clin. Orthop*. 1990; 258: p.:73-86.



- 26-**Hungerford DS, Barry M. Biomechanics of the Patellofemoral Joint. *Clin.Orthop.* 1979; 144: p.:9-16.
- 27-**Denham R, Bishop R. Mechanics of the Knee and Problems in Reconstructive Surgery. *J.Bone Joint Surg.* 1978; 60-B: p.:345-352.
- 28-** Humberto HH, Hayes WC. Patellofemoral Contact Pressüres. The Influence of Q-Angle and Tendofemoral Contact. *J.Bone Joint Surg.* 1984; 66-a: p.:715-724.
- 29-**Matthews LS, Sonstegard DA, Henke JA. Load Bearing. Characteristics of the Patellofemoral Joint. *Acta Orthop.Scand.* 1977; 48: p.:511-516.
- 30-**Kettekamp DB, Jabobs AW. Tibio-femoral Contact Areas Determination and Implications. *J.Bone Joint Surg.* 1972; 54-A: p.:349-356.
- 31-**Morrison JB. The Mechanism of the Knee Joint in Relation to Normal Walking. *J.Biomech.* 1970; 3: p.:51-61.
- 32-**Morrison JB. The Mechanics of the Muscle Function in Locomotion. *J.Biomech.* 1970; 3: p.:431-451.
- 33-**Smidt GI. Biomechanical Analysis of Knee Flexion and Extension. *J.Biomech.* 1973; 6: p.:79-92.
- 34-**Fürmaier A. Beitrag zur Mechanik der Patella und des Gesamtkniegelenkes. *Archiv für Orthop. und Unfall-Chirurgie.(abstract).* 1953; 46: p.:78-90.
- 35-**Maquet P. Biomecanique du Genou et Gonarthrose. *Rev.Med.Liege.* 1969; 24: p.:170-195.
- 36-**Bandi W. Chondromalacia Patellae und Femoro-Patellare Arthrose Atiologia, Klinik und Therapie, *Helv.Chir.Acta.(abstract)* 39 (Suppl.11):1972, p.:1.
- 37-**Reilly DJ, Martens M. Experimental Analysis of Quadriceps Muscle Force and Patellofemoral Joint Reaction Force for Various Activities. *Acta Orthop.Scand.* 1972; p.: 43-126.
- 38-**Brattström H. Shape of the Intercondylar Groove Normally and in Recurrent Dislocation of Patella. A Clinical and X-Ray Anatomical Investigation. *Acta Orthop. Scand.* 1964 ; (Suppl.68) : p.:51-148.
- 39-**Insall JN, Falvo KA, Wise DW. Chondromalacia Patellae A Prospective Study. *J.Bone Joint Surg.* 1976; 58-A: p.:1-8.
- 40-**Baltacı G, Tunay VB, Tuncer A, Ergun N. Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi. Diz Eklemninin Anatomisi ve Biyomekaniği. Birinci Basım, Ankara, Alp Yayın evi, Ocak 2003; s.:169-175.
- 41-**Whittle AP. Fractures of Lower Extremity. Ed. Canale TS: Campbell's Operative Orthopaedic. Mosby-Year Book. USA. 9.Ed, 3(47): 1998; p.:2042-2179.
- 42-**Ege R. Patella Kırıkları. Travmatoloji. Bizim Büro Basımevi, Ankara. 5. Baskı, 4(49(4)): 2004; s.:3492-3542.
- 43-**Watson-Jones R. Fractures and Joint Injuries. 4th. Ed., London, E-S Livingstone Ltd., 1952-1955.
- 44-**Thompson RCJ. An Experimental Study of Surface İnjury to Articular Cartilage and Enzyme Responses within the Joint. *Clin Orthop.* 1975; 107: p.:239-248.
- 45-**Thompson RCJ, Oegema TRJ, Lewis JL, Wallace L. Osteoarthrotic Changes after Acute Transarticular Load. An Animal Model. *J Bone Joint Surg.* 1991; 73A(7): p.:990-1001.
- 46-** Kosanovic M, Komadina R, Batista M. Patella Fractures Associated with İnjuries of the Knee Ligament. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998; 117: p.:108-109.
- 47-**Aktuğlu K, Oyar O, Özkayın N. Ortopedik Travmatolojide Radyografik Görütüleme. Bölüm 3: Travma Bölgesine Göre Radyografik İncelemeler, XII Diz. Meta Basım, Bornova-İzmir, 2005; s.:197-211.
- 48-**Shands PA, Mc Queen DA. Demonstration of Avulsion Fracture of the İnferior Pole of the Patella by Magnetic Resonance İmaging: A Case Report: *J Bone Joint Surg.* 1995; 77A(11): p.:1721-1723.
- 49-**Eckstein F, Schnier M, Haubner M. Accuracy of Cartilage Volume and Thickness Measurements with Magnetik Resonance İmaging. *Clin Orthop.* 1998; 352: p.:137-148.

- 50-**Gosal HS, Singh P, Field RE. Clinical Experience of Patellar Fracture Fixation Using Metal Wire or Non-Absorbable Polyester: A Study of 37 Case. *Injury*. 2001; 32: p.:129-135.
- 51-**Özdemir H, Özenci M, Dabak K, Aydın AT. Patella Kırıklarında Cerrahi Tedavi Sonuçları. *Ulusal Travma Dergisi*. 2001; 7(1): s.:56-59.
- 52-**Doğan M, Öçgüder D, Güner İ, Akkurt M, Ağaoğlu S. Patella Kırıklarında Değişik Tension Band Uygulamalarının Karşılaştırılması. Kuzgun Ü (ed): XVIII. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı Vol2: 2002; s.:287.
- 53-**Lotke PA, Ecker ML. Transverse Fractures of the Patella. *Clin.Orthop*. 1981; 158: p.:180-185.
- 54-**Rorabeck CH, Bobechko WP. Acute Dislocation of the Patella with Osteochondral Fracture. A Review of Eighteen Cases. *J Bone Joint Surg*. 1976; 58B (2): p.:237-240.
- 55-**Rae PS, Khasawneh ZM. Herbert Screw Fixation of Osteochondral Fractures of the Patella. *Injury*. 1988; 19: p.:116-119.
- 56-**Grogan DP, Carey TP, Leffers D, Ogden JA. Avulsion Fractures of the Patella. *J Pediat Orthop*. 1990; 10(6): p.:721-730.
- 57-**Rasit AH, Sharaf I, Pab KL. Sleeve Fracture of the Patella in a Child. *Med J Malaysia*. 2004; 59: p.:52-53.
- 58-**Houghton GR, Ackroyd CE. Sleeve Fractures of the Patella in Children: A Report of Three Cases. *J Bone Joint Surg*. 1979; 61B(2): p.:165-168.
- 59-**Edwards B, Johnell O, Redlund-Johnell I. Patellar Fractures. A 30-Year Followup. *Acta Orthop Scand*. 1989; 60: p.:712-714.
- 60-**Pritchett JW. Nonoperative Treatment of Widely Displaced Patella Fractures. *Am J Knee Surg*1997; 10 (3): p.:145-148.
- 61-**Quan-Yi L, JiaWen W. Fracture of the Patella Treated by Open Rduction and External Compressive Skeletal Fixation. *J.Bone Joint Surg*. 1987; 69-A: p.:83-89.
- 62-**Einola S, Aho AJ, Kallio P. Patellectomy After Fracture. Long-Term Follow-Up Results with Special Reference to Functional Disability. *Acta Orthop Scand*. 1976; 47: p.:441-447.
- 63-**Catalano JB, Iannacone WM, Marczyk S, Dalsey RM, Deutsch LS, Born CT, DeLong WG. Open Fractures of the Patella: Long-Term Functional Outcome. *J Trauma*. 1995; 39(3): p.:439-444.
- 64-**Aglietti P, Buzzi R. Fractures of the Patella. Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA, Aglietti P(ed). Surgery of the Knee. Vol 2,2.Ed, Churchill Livingstone, New York, 1993; p.:1085-1108.
- 65-**Hung LK, Chan KM, Chow YN, Leung PC. Fractured Patella: Operative Treatment Using the Tension Band Principle. *Injury*. 1985; 16(5): p.:343-347.
- 66-**Curtis MJ. Internal Fixation for Fractures of the Patella, A Comparison of two Methods. *J Bone Joint Surg*. 1990; 72B (2): p.:280-282.
- 67-**Berg EE. Open Reduction Internal Fixation of Displaced Transverse Patella Fractures with Figure Eight Wiring Through Paralel Cannulated Compression Screws. *J Orthop Trauma*. 1997; 11 (8): p.:573-576.
- 68-**Gür E, Baydar M.L, Kırdemir V. The Treatment of Transvers Patella Fractures By External Fixation Under Arthroscopic Control. Gruppo Italiano Artroscopia XII Congresso Nazionale (28-30 Settembre 1995) Perugia
- 69-**Jakobsen J, Christensen KS, Rasmussen OS. Patellectomy. A 20 Year Follow-up. *Acta Orthop Scand*. 1985; 56: p.:430-432.
- 70-**Crenshaw A.H, Wilson FD. The Surgical Treatment of Fractures of the Patella. *Southern Med. J*. 1954; 47: p.:716-720.
- 71-**Lewis RC, Scholz KC. Curciate Repair of the Extensor Mechanism Following Patellectomy. *J.Bone Joint Surg*. 1966; 48-A: p.:1222.
- 72-**West FE. End Results of Patellectomy. *J.Bone Joint Surg*. 1962; 8(44-A): p.:1089-1100.
- 73-**Haxton H. The Function of the Patella and the Effects of its Excision. *Surg. Gynec. Obstet*. 1945; 80: p.:389-395.

- 74-** Levack B, Flannagan JP, Hobbs S. Results of Surgical Treatment of Patellar Fractures. *J Bone Joint Surg.* 1985; 67B (3): p.:416-419.
- 75-** Sorensen KH. The Late Prognosis After Fracture of the Patella. *Acta Orthop.Scand.* 1964; 34: p.:198-212.
- 76-** Thomson JEM. Comminuted Fractures of the Patella. Treatment of Cases Presenting one Large Fragment and Several Small Fragments. *J.Bone Joint Surg.* 1935; 17: p.:431-434.
- 77-** Weber MJ, Janecki CJ, McLeod P, Nelson C.L, Thompson JA. Efficacy of Various Forms of Fixation of Transverse Fractures of the Patella. *J Bone Joint Surg* 62(2)A: 1980; p.:215-220.
- 78-** Benjamin J, Bried J, Dohm M, Mc Murtry M. Biomechanical Evaluation of Various Forms of Fixation of Transverse Patellar Fractures. *J Orthop Trauma.* 1987; 1 (13): p.:219-222.
- 79-** Burvant JG, Thomas KA, Alexander R, Haris MB. Evaluation of Methods of Internal Fixation of Transverse Patella Fractures: A Biomechanical Study. *J Orthop Trauma.* 1994; 8 (2): p.:147-153.
- 80-** Carpenter JE, Kasman RA, Patel N, Lee ML, Goldstein SA. Biomechanical Evaluation of Current Patella Fracture Fixation Techniques. *J Orthop Trauma.* 1997; 11 (5): p.:351-356.
- 81-** Tüfekçi K. Gerinim Hızının Kortikal Kemiğin Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, SDÜ-FBE, 2008; s.:186.
- 82-** Carpanter JE, Kasman R, Maahews LS. Fractures of the Patella. *Instr Course Lect* 1994, 43: p.:97-108.
- 83-** Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willinger H. Manual of Internal Fixation: Technique Recommended by the AO-ASIF Group. 3. Ed, New York, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1991; p.:564-567.
- 84-** Bostman O, Kiviluoto O, Santavirta S, Nirhamo J, Wilppula E. Fractures of the Patella Treated by Operation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1983; 102: p.:78-81.
- 85-** Bostman O, Kiviluoto O, Nirhamo J. Comminuted Displaced Fractures of the Patella. *Injury.* 1981; 13 (3): p.:196-202.
- 86-** Haajanen J, Karaharju E. Fractures of the Patella. One Hundred Consecutive Cases. *Ann Chir Gynaecol.* 1981; 70: p.:32-35.
- 87-** Gardner MJ, Griffith MH, Lavvrence BD, Lorch DG. Complete Exposure of the Articular Surface for Fixation of Patellar Fractures. *J Orthop Trauma.* 2005; 19(2): p.:118-123.
- 88-** Shabat S, Mann G, Kish B, Stern A, Sagiv P, Nyska M. Functional Results After Patellar Fractures in Elderly Patients. *Arch Gerontol Geriatr,* 2003, 37: p.:93-98.
- 89-** Çekin T, Tükenmez M, Tezere G. Dana Modelinde Transvers Patella Kırıklarında Üç Farklı Tespit Yönteminin Karşılaştırılması, *Acta Orthop Traumatol Turc,* 2006, 40(3): s.:248-251.
- 90-** Tandoğan RN, Demirors H, Tuncay CI, Cesur N, Hersekli M. Arthroscopik Assisted Percutaneous Screw Fixation of Select Patellar Fractures. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopik and Related Surgery,* 2002, 18 (2): p.:156-162.
- 91-** Makino A, Aponte LA, Muscolo L, Puigdevall M, Costa M. Arthroscopic Assisted Surgical Technique for Treating Patella Fractures: *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery,* 2002, 18(6): p.:671-675.