TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

# KUADRİSEPS VE HAMSTRİNG OTOGREFTLERİ KULLANILAN ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONLARINDA FİZİKSEL VE FONKSİYONEL KARŞILAŞTIRMA

**Dr. Yusuf GÜZEL**

**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**
**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN**
**Doç. Dr. Mehmet Mesut ÇELEBİ**

**ANKARA**
**2026**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**
**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**TIP FAKÜLTESİ**

# KUADRİSEPS VE HAMSTRİNG OTOGREFTLERİ KULLANILAN ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONLARINDA FİZİKSEL VE FONKSİYONEL KARŞILAŞTIRMA

**Dr. Yusuf GÜZEL**

**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**
**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN**
**Doç. Dr. Mehmet Mesut ÇELEBİ**

**ANKARA**
**2026**

**Ankara Üniversitesi**
**Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,**

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Kuadriseps ve hamstring otogreftleri kullanılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonlarında fiziksel ve fonksiyonel karşılaştırma" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımca yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul tarafından, 21.03.2024 tarihinde, İ03-206-24 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

**Öğrencinin Adı Soyadı:** Dr. Yusuf Güzel
**Tarih:**
**İmza:**

**ÖZGÜNLÜK RAPORU**

turnitin

# Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

| | |
|---|---|
| Gönderen: | Yusuf Güzel |
| Ödev başlığı: | Quick Submit |
| Gönderi Başlığı: | KUADRİSEPS VE HAMSTRİNG OTOGREFTLERİ KULLANILAN ÖN ... |
| Dosya adı: | TOTAL_-_D_ZELT_LM_-_V2.docx |
| Dosya boyutu: | 1.62M |
| Sayfa sayısı: | 58 |
| Kelime sayısı: | 12,744 |
| Karakter sayısı: | 83,819 |
| Gönderim Tarihi: | 28-Nis-2026 10:56ÖÖ (UTC+0300) |
| Gönderim Numarası: | 2946442382 |

## KUADRİSEPS VE HAMSTRİNG OTOGREFTLERİ KULLANILAN ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONLARINDA FİZİKSEL VE FONKSİYONEL KARŞILAŞTIRMA

ORİJİNALLİK RAPORU

| %13 | %10 | %8 | %4 |
|---|---|---|---|
| BENZERLİK ENDEKSİ | İNTERNET KAYNAKLARI | YAYINLAR | ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ |

# KABUL ONAY SAYFASI

TEZ SAVUNMA TUTANAĞI

| | |
|---|---|
| Tez Adı | **Kuadriseps ve Hamstring Otogreftleri Kullanılan Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonlarında Fiziksel ve Fonksiyonel Karşılaştırma** |
| Uzmanlık Öğrencisi Adı Soyadı | **Dr. Yusuf GÜZEL** |
| Eğitim Kurumu | **Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı** |
| Tez Savunması Tarihi | **13.05.2026** |
| 1.Jüri üyesi değerlendirmesi | (✓) BAŞARILI (.....) BAŞARISIZ — Tez değerlendirme formu eklenecek |
| 2.Jüri üyesi değerlendirmesi | (✓) BAŞARILI (.....) BAŞARISIZ — Tez değerlendirme formu eklenecek |
| 3.Jüri üyesi değerlendirmesi | (✓) BAŞARILI (.....) BAŞARISIZ — Tez değerlendirme formu eklenecek |
| Tez Savunmasının Sınav Sonucu | (✓) BAŞARILI (.....) BAŞARISIZ |

*Karar oy çokluğuna göre alınır.

| 1.JÜRİ ÜYESİ ADI SOYADI | 2.JÜRİ ÜYESİ ADI SOYADI | 3.JÜRİ ÜYESİ ADI SOYADI |
|---|---|---|
| Prof. Dr. Rüstü GÜNER | Prof. Dr. Ali Murat ZERGEROĞLU | Doç. Dr. Mehmet Mesut ÇELEBİ |

# ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bana hayat görüşü, klinik tecrübeleri ve hekimlik becerisi ile her alanda büyük yardımı olan akademik tez danışmanım sayın Doç. Dr. Mehmet Mesut Çelebi'ye,

Eğitim sürecim boyunca akademik ve klinik bilgi birikimlerinden yararlanma fırsatı bulduğum, her biri alanında yetkin değerli hocalarım Prof. Dr. Rüştü Süleyman Güner'e, Prof. Dr. Ali Murat Zergeroğlu'na ve Prof. Dr. Bülent Ülkar'a,

Tez süresince desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ömer Özkan'a ve Dr. Öğr. Üyesi Levend Karaçoban'a,

Çalışma sürecim boyunca yanımda bulunan değerli çalışma arkadaşlarım Dr. Ubeydullah Küçükakçalı'ya, Dr. Baran Kocaman'a, Dr. Oğuzhan Bayrak'a, Dr. Emine Sinem Caner Bilgin'e, Dr. Buse Güven'e, Dr. Hakan Kazaz'a, Dr. Çağrı Ulusoy'a, Dr. Sinem Güler'e, Dr. Amil Abduragimov'a, Dr. Ali Yıldıran'a, Dr. Giray Şahin'e; ayrıca bölümümüzde görev yapan Senem Koçak'a, Hülya İspir'e, Arzu Reyhan'a, Faruk Fidan'a, Ümit Öztekin'e ve Hatice Turan'a,

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan, varlıklarıyla hayatıma anlam katan canım babam Ömer Güzel, annem Hatice Güzel ve tezimin her aşamasında da desteklerini eksik etmeyen abim Serhan Güzel'e ve ablam Elif Yılmaz'a,

Her zaman olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen arkadaşım Dr. Muhammed Bilal Dağlar'a

Her daim sevgisi, anlayışı ve desteğini yanımda hissettiğim sevgili eşim Dr. Esma Güzel'e teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Yusuf Güzel

# İÇİNDEKİLER


Etik Beyan ii
Özgünlük Raporu iii
Kabul Onay Sayfasi iv
Önsöz v
İçindekiler vi
Simgeler ve Kısaltmalar viii
Şekiller Dizini ix
Tablolar Dizini x

**1. ÖZET 1**
**2. ABSTRACT 2**
**3. GİRİŞ VE AMAÇ 3**
**3.1. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Önemi ve Spor Dallarına Göre Dağılımı 3**
**3.2. Yaralanmaların Fonksiyonel ve Klinik Sonuçları 3**
**3.3. Cerrahi Tedavide Greft Seçenekleri: Kuadriseps, Hamstring ve Patellar Tendon Otogreftleri 3**
**3.4. Propriosepsiyon Duyusunun Diz Yaralanmalarındaki Önemi 4**
**3.5. Çalışmanın Önemi 4**
**3.6. Araştırmanın Amacı ve Hipotezleri 4**
**4. GENEL BİLGİLER 6**
**4.1. Diz Anatomisi ve Biyomekaniği 6**
**4.1.1. Kemik Yapılar ve Eklem Yüzeyleri 6**
**4.1.2. Dinamik Stabilizatörler: Ekstansör ve Fleksör Mekanizma 6**
**4.2. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Fonksiyonları 7**
**4.2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomik Yapısı 7**
**4.2.2. Nörosensöryel Yapı ve Propriosepsiyon 7**
**4.2.3. Kalıntı Dokunun Önemi 8**
**4.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları 8**
**4.3.1. Yaralanma Mekanizması ve Epidemiyoloji 8**
**4.3.2. Yaralanmanın Patofizyolojisi ve Proprioseptif Defisit 9**
**4.4. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Tedavi 9**
**4.4.1. Konservatif Tedavi 9**
**4.4.2. Cerrahi Tedavi 9**

**4.5. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonunda Kullanılan Otogreftler 10**
**4.5.1. Patellar Tendon (PT) Otogrefti 10**
**4.5.2. Hamstring Tendon (HT) Otogrefti 10**
**4.5.3. Kuadriseps Tendonu (KT) Otogrefti 10**
**4.5.4. Literatürde Karşılaştırmalı Sonuçlar 11**
**4.6. ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Fonksiyonel Değerlendirme Parametreleri 11**
**4.6.1. Kas Pik Tork Ölçümü 12**
**4.6.2. Propriosepsiyon 12**
**4.6.3. Denge 12**
**4.7. Rehabilitasyon Yaklaşımları 13**
**4.7.1. Erken Dönem: Koruma ve Hareketlilik 13**
**4.7.2. Kas Kuvvetlendirme Prensipleri: Açık ve Kapalı Kinetik Zincir 13**
**4.7.3. Nöromüsküler Eğitim ve Propriosepsiyon 14**
**4.7.4. Pliyometrik Egzersizler ve Spora Dönüş 14**
**5. GEREÇ ve YÖNTEM 15**
**5.1. Çalışmanın Tipi ve Yeri 15**
**5.2. Örneklem Seçimi ve Güç Analizi 15**
**5.3. Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri 15**
**5.4. Cerrahi ve Rehabilitasyon Protokolü 16**
**5.5. Veri Toplama Yöntemleri ve Ölçümler 17**
**5.6. İstatistiksel Analiz 19**
**6. BULGULAR 21**
**6.1. Genel Özellikler 21**
**6.2. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının VAS Skorları Karşılaştırması 23**
**6.3. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Lysholm Diz Skorları Karşılaştırması 24**
**6.4. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Propriosepsiyon Karşılaştırması 26**
**6.5. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Laksisite (mm) Karşılaştırması 27**
**6.6. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Eklem Hareket Açıklığı (°) Karşılaştırması 28**
**6.7. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Pik Tork (nm) Karşılaştırması 31**
**6.8. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Denge Değerleri Karşılaştırması 37**
**7. TARTIŞMA 39**
**8. SONUÇ ve ÖNERİLER 45**
**9. KAYNAKLAR 46**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

**°** **:** Derece

**°/s** **:** Derece/Saniye

**AKZE** **:** Açık Kinetik Zincir Egzersizleri

**AM** **:** Anteromedial

**cm** **:** Santimetre

**EHA** **:** Eklem Hareket Açıklığı

**GTO** **:** Golgi Tendon Organı

**H/K** **:** Hamstring/Kuadriseps

**HT** **:** Hamstring Tendon

**kg** **:** Kilogram

**kg/m²** **:** Kilogram/metrekare

**KKZE** **:** Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri

**KT** **:** Kuadriseps Tendonu

**LCL** **:** Lateral Collateral Ligament

**MCL** **:** Medial Collateral Ligament

**mm** **:** Milimetre

**nm** **:** Newtonmetre

**ÖÇB** **:** Ön Çapraz Bağ

**ÖÇBR** **:** Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu

**ODİ** **:** Ortalama Denge İndeksi

**PL** **:** Posterolateral

**PT** **:** Patellar Tendon

**VAS** **:** Visual Analog Scale

**VKİ** **:** Vücut Kitle İndeksi

# ŞEKİLLER DİZİNİ

**Şekil 5.1.** Akış Şeması ..... 16
**Şekil 5.2.** Biodex System 4 Pro İzokinetik Dinamometre Cihazı ile Kas Pik Torku ve Propriosepsiyon Ölçümü ..... 18
**Şekil 5.3.** Biodex Balance System Denge Cihazı İle Tek Bacak Denge Ölçümü ..... 18
**Şekil 5.4.** KT-1000 Artrometre Cihazı İle Diz Ön-Arka Laksite Ölçümü ..... 19
**Şekil 6.1.** Greft Tipine Göre Cinsiyet Dağılımı ..... 21
**Şekil 6.2.** VAS Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Değişimi ..... 24
**Şekil 6.3.** Lysholm Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Değişimi ..... 25
**Şekil 6.4.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Fleksiyon)'un Greft Gruplarına Göre Zamansal Değişimi ..... 29
**Şekil 6.5.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Ekstansiyon)'un Zaman ve Greft Tipine Göre Değişimi ..... 31
**Şekil 6.6.** Opere Ekstremite Kuadriseps Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Zamana ve Greft Türüne Göre Değişimi ..... 32
**Şekil 6.7.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Değişimi ..... 34
**Şekil 6.8.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Değişimi ..... 35
**Şekil 6.9.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Değişimi ..... 37
**Şekil 6.10.** Opere Ekstremite Diz Denge Değerlerinin Zaman İçinde Gruplara Göre Değişimi ..... 38

## TABLOLAR DİZİNİ

**Tablo 6.1.** Greft Tipine Göre Hastaların Yaş Dağılımı ..... 21
**Tablo 6.2.** Greft Tipine Göre Hastaların Temel Fiziksel Özellikleri ..... 22
**Tablo 6.3.** Greft tipine göre menisküs tamir durumları ..... 22
**Tablo 6.4.** Greft Tipine Göre Ameliyat Edilen Taraf Dağılımı ..... 23
**Tablo 6.5.** VAS Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 23
**Tablo 6.6.** Lysholm Diz Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 24
**Tablo 6.7.** Lysholm Skorlarının Zaman İçi İkili Karşılaştırmaları ..... 25
**Tablo 6.8.** Opere Ekstremite Diz Propriosepsiyon (15°) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 26
**Tablo 6.9.** Opere Ekstremite Diz Propriosepsiyon (45°) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 26
**Tablo 6.10.** Opere Ekstremite Diz Propriosepsiyon (75°) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 27
**Tablo 6.11.** Diz Laksisite (15 P) Farklarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 27
**Tablo 6.12.** Diz Laksisite (20 P) Farklarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 28
**Tablo 6.13.** Opere Ektremite Diz Aktif EHA (Fleksiyon) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 28
**Tablo 6.14.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Fleksiyon) Değerlerinin Zaman İçinde Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmaları ..... 29
**Tablo 6.15.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Ekstansiyon) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 30
**Tablo 6.16.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Ekstansiyon)'un Zaman İçindeki İkili Karşılaştırmaları ..... 30
**Tablo 6.17.** Opere Ekstremite Kuadriseps Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 31
**Tablo 6.18.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerleri İçin Zaman İçi İkili Karşılaştırmalar ..... 32
**Tablo 6.19.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 33
**Tablo 6.20.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 180°/s İzokinetik Pik Torku– Zaman İçi İkili Karşılaştırmalar ..... 33
**Tablo 6.21.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 34
**Tablo 6.22.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerleri İçin Zaman İçi Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmalar ..... 35
**Tablo 6.23.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 36

**Tablo 6.24.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Zaman İçi İkili Karşılaştırmaları ..... 36
**Tablo 6.25.** Opere Ekstremite Diz Denge Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması ..... 37
**Tablo 6.26.** Opere Ekstremite Diz Denge Değerlerinin Zaman İçinde İkili Karşılaştırılması (Bonferroni) ..... 38

# 1. ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonunda kuadriseps tendonu (KT) ve hamstring tendonu (HT) otogreftlerinin ameliyat sonrası klinik, fonksiyonel, proprioseptif ve biyomekanik sonuçlarını karşılaştırmaktır.

**Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan toplam 38 hasta (19 KT, 19 HT) dahil edilmiştir. Hastalar ameliyat sonrası 4., 8. ve 12. aylarda prospektif olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme parametreleri olarak; Görsel Analog Skalası (VAS), Lysholm diz skoru, eklem hareket açıklığı (EHA), diz laksitesi (15 lb ve 20 lb), izokinetik kas kuvveti (kuadriseps ve hamstring, 60°/sn ve 180°/sn) ve eklem propriosepsiyonu (15°, 45°, 75°) kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları, zamanın etkisini ve grup-zaman etkileşimini değerlendirmek amacıyla iki yönlü tekrarlı ölçümlü karma varyans analizi (mixed ANOVA) uygulanmıştır.

**Bulgular:** Gruplar arasında yaş, cinsiyet ve vücut kitle indeksi gibi demografik veriler açısından anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Karma ANOVA analizinde, KT grubunda ameliyat sonrası VAS skorları HT grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur ($p=0,025$). Fonksiyonel değerlendirmede (Lysholm) her iki grupta zamanla anlamlı iyileşme ($p<0,001$) görülürken, gruplar arası fark saptanmamıştır ($p=0,175$). Diz laksitesi ve izokinetik kuadriseps/hamstring kas kuvveti ölçümlerinde gruplar arasında genel bir fark bulunmamış olup ($p>0,05$), her iki greft grubu da zaman içinde benzer kuvvet kazanımı göstermiştir. Birincil sonlanım ölçütümüz olan propriosepsiyon (15°) değerlendirmesinde, KT grubu lehine sayısal olarak daha düşük hata skorları izlense de bu durum istatistiksel anlamlılığa yakın bulunmuştur ($p=0,086$). Aktif diz ekstansiyon eklem hareket açıklığında ise grupların zamana bağlı iyileşme süreçleri farklı (etkileşim $p=0,044$) bulunmuş ancak 12. ayın sonunda her iki grup da benzer ekstansiyon değerlerine ulaşmıştır.

**Sonuç:** ÖÇB rekonstrüksiyonunda KT otogrefti, fonksiyonel iyileşme, eklem stabilitesi ve izokinetik kas kuvvetinin toparlanması açısından altın standart kabul edilen HT otogreftine benzer ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte, KT otogreftinin erken dönem rehabilitasyon sürecinde belirgin şekilde daha az donör alan morbiditesi sağlaması, bu grefti uygun hastalarda konfor açısından avantajlı bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu, Kuadriseps tendonu, Hamstring tendonu, Propriosepsiyon, İzokinetik kas kuvveti, Donör alan morbiditesi.

## 2. ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study is to compare the postoperative clinical, functional, proprioceptive, and biomechanical outcomes of quadriceps tendon (QT) and hamstring tendon (HT) autografts in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction.

**Materials and Methods:** A total of 38 patients (19 QT, 19 HT) who underwent ACL reconstruction were included in the study. Patients were evaluated prospectively at 4, 8, and 12 months postoperatively. The assessed parameters included the Visual Analog Scale (VAS), Lysholm knee score, range of motion (ROM), knee laxity (15 lb and 20 lb), isokinetic muscle strength (quadriceps and hamstring, 60°/sec and 180°/sec), and joint proprioception (15°, 45°, 75°). A two-way mixed repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was performed to evaluate the effects of group, time, and the group-by-time interaction.

**Results:** No significant differences were found between the groups regarding demographic data such as age, gender, and body mass index ($p>0.05$). The Mixed ANOVA analysis revealed that the overall postoperative pain (VAS) scores in the QT group were statistically significantly lower than those in the HT group ($p=0.025$). In the functional evaluation (Lysholm score), significant improvement was observed over time in both groups ($p<0.001$), while no significant difference was detected between the groups ($p=0.175$). There was no overall difference between the groups regarding knee laxity and isokinetic quadriceps/hamstring muscle strength measurements ($p>0.05$), with both graft groups demonstrating similar strength gains over time. For the primary outcome measure of proprioception (15°), a trend toward lower error scores was observed in the QT group, although the difference did not reach statistical significance ($p = 0.086$). Regarding active knee extension range of motion, the time-dependent recovery processes of the groups were found to be different (interaction $p=0.044$); however, both groups reached similar extension values at the end of the 12th month.

**Conclusion:** In ACL reconstruction, the QT autograft yields reliable results similar to the HT autograft—which is considered the gold standard—in terms of functional recovery, joint stability, and the restoration of isokinetic muscle strength. Furthermore, the significantly lower donor site morbidity provided by the QT autograft during the early rehabilitation process makes it a highly advantageous alternative in terms of patient comfort.



**Keywords:** Anterior cruciate ligament reconstruction, Quadriceps tendon, Hamstring tendon, Proprioception, Isokinetic muscle strength, Donor site morbidity.

# 3. GİRİŞ VE AMAÇ

## 3.1. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarının Önemi ve Spor Dallarına Göre Dağılımı

Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmaları çok yaygın görülmekte ve sporcularda ciddi fonksiyonel kayba neden olmaktadır (1–3). Özellikle pivot hareketlerin ve ani yön değiştirmelerin fazlaca yapıldığı futbol, basketbol ve kayak gibi sporlarda görülme sıklığı giderek artmaktadır (4,5). Bu yaralanmaların sadece profesyonel sporcuları değil, rekreasyonel sporcuları da sıklıkla etkilediği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca aktif yaşam tarzından uzaklaşmaya neden olan önemli bir etken olduğu düşünülmektedir (1,3).

## 3.2. Yaralanmaların Fonksiyonel ve Klinik Sonuçları

ÖÇB rüptürü mekanik instabiliteye neden olurken aynı zamanda diz ekleminin kinetik zincirini bozarak menisküs ve kıkırdak yaralanması riskini artırır (6,7). Eşlik eden bu yaralanmalar, uzun vadede osteoartrit gelişimine neden olur (6–9). Hastalar, en çok dönme ve ani durma hareketleri sırasında dizinde "boşa düşme" ve güvensizlik hissinden şikâyet ederler ve fonksiyonel kayıp yaşarlar (10–12). Bu yüzden, özellikle aktif bireylerde fonksiyonel stabiliteyi geri kazanmak ve eklemi ileri yaralanmalardan korumak amacıyla rekonstrüksiyon cerrahisi altın standart tedavi olarak kabul edilmektedir (13).

## 3.3. Cerrahi Tedavide Greft Seçenekleri: Kuadriseps, Hamstring ve Patellar Tendon Otogreftleri

ÖÇB rekonstrüksiyonunda en uygun greft seçimi halen tartışılmaktadır (14–16). Uzun zamandan beri "patellar tendon" (PT) ve "hamstring tendon" (HT) otogreftleri en sık kullanılan seçenekler olmuştur (14–16). Patellar tendon grefti daha iyi kemik iyileşme avantajı olmasına rağmen ön diz ağrısı ve patella kırığı riski gibi donör alan sorunları oluşturabilmektedir (17–19). Hamstring tendon greftleri ise daha düşük morbidite nedeniyle öne çıkmış ancak tünel genişlemesi ve fleksiyon gücü kaybı gibi dezavantajlar da eşlik etmiştir (20–22). Son dönemde kuadriseps tendonu (KT) otogrefti, yapı itibarı ile patellar tendon otogreftine kıyasla daha geniş kesitsel alana sahip ve daha fazla yük taşıyabilmesi ve daha düşük donör alan morbiditesi ile önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (23–28).

### 3.4. Propriosepsiyon Duyusunun Diz Yaralanmalarındaki Önemi

Cerrahi başarının değerlendirilmesinde tek kriter greft bütünlüğü değildir. ÖÇB, dizin pozisyon hissini (propriosepsiyon) algılayan mekanoreseptörler (Ruffini, Pacini, Golgi tendon organı ve serbest sinir uçları) içerir. Bu sayede nörosensöryel bir organ gibi davranır (29,30). ÖÇB yaralanması sonrası gelişen proprioseptif kayıp, nöromusküler kontrolün bozulmasına neden olur ve tekrar yaralanma riskini artırır (31,32). Bu yüzden, rekonstrüksiyon cerrahisi sonrası proprioseptif duyunun ve dengenin de geri kazanılması spora dönüş için önemli bir kriterdir (33,34).

### 3.5. Çalışmanın Önemi

Literatürde KT ve HT greftlerinin klinik sonuçlarını karşılaştıran çalışmalar artmaktadır. Ancak bu iki greftin, propriosepsiyon duyusundaki iyileşme üzerindeki etkilerini karşılaştıran prospektif çalışmaların sayısı sınırlıdır (35,36). Özellikle kuadriseps tendonunun, hamstring tendonuna kıyasla daha geniş bir anatomik kesit alanına sahip olması, donör sahadaki mekanoreseptör (Ruffini, Pacini, Golgi tendon organı benzeri reseptörler ve serbest sinir uçları) yoğunluğunu ve dağılımını doğrudan etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışmamız; kuadriseps tendonunun histolojik yapısının proprioseptif iyileşmeyi olumlu yönde etkileyip etkilemediğinin karşılaştırmalı olarak inceleyecektir. Ayrıca elde edilecek sonuçlar, greft seçiminde cerrahlara ve ameliyat sonrası rehabilitasyon protokollerini planlayan klinisyenlere yol gösterici olması adına büyük önem taşımaktadır.

### 3.6. Araştırmanın Amacı ve Hipotezleri

Bu çalışmanın amacı; ÖÇB yaralanması nedeniyle kuadriseps tendon ve hamstring tendonu otogreftleri kullanılarak cerrahi rekonstrüksiyon uygulanan hastaların, kısa ve orta dönem klinik, fonksiyonel ve proprioseptif sonuçlarını karşılaştırmaktır.

**Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:**

- Hipotez 1 (Propriosepsiyon): Kuadriseps tendonu otogrefti kullanılan hastaların ameliyat sonrası proprioseptif duyusu (eklem pozisyon hissi) ve denge duyusu, hamstring tendon otogrefti kullanılan hastalara göre daha iyi olacaktır.

- Hipotez 2 (Ağrı): Kuadriseps tendonu otogrefti kullanılan hastaların ameliyat sonrası genel diz ağrısı düzeyleri (VAS Skoru), hamstring tendon otogrefti kullanılan hastalara göre daha iyi olacaktır.
- Hipotez 3 (Stabilite ve EHA): Her iki greft grubu arasında; diz ön-arka laksitesi (KT-1000 sonuçları) ve eklem hareket açıklığı (EHA) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmeyecektir (KT grefti, HT grefti kadar başarılı stabilite sağlayacaktır).
- Hipotez 4 (Fonksiyon ve Pik Tork): Her iki grupta da Lysholm diz skorları ve izokinetik kas pik tork değerleri, benzer düzeyde iyileşme gösterecektir.

# 4. GENEL BİLGİLER

## 4.1. Diz Anatomisi ve Biyomekaniği

Diz eklemi, vücudun en büyük sinovyal eklemidir. Femur distali, tibia proksimali ve patella arasındaki yumuşak doku ve kemik bağlantılarından oluşur (5). Tibiofemoral, patellofemoral ve tibiofibular eklemlerinden oluşur. Diz eklemi üç translasyon ve üç rotasyondan oluşan altı serbestlik derecesine sahiptir (37,38).

### 4.1.1. Kemik Yapılar ve Eklem Yüzeyleri

Femur distalindeki medial ve lateral kondiller, tibia platosu ile uyumlu bir eklemleşme sağlar. ÖÇB rekonstrüksiyonlarında femoral tünelin anatomik yerleşimi açısından, lateral femoral kondilin anatomisi cerrahi bir yol göstericidir. Patella ise kuadriseps tendonunun kaldıraç kolunu uzatarak kuadriseps kasının etkinliğini artıran vücudun en büyük sesamoid kemiğidir (5,39).

### 4.1.2. Dinamik Stabilizatörler: Ekstansör ve Fleksör Mekanizma

Bu tez çalışmasının temelini oluşturan greft kaynakları, dizin dinamik stabilitesinde rol alan kas-tendon yapılardır. Literatürdeki güncel anatomik çalışmalara göre bu yapılar, greft seçimi açısından kritik olabilecek histolojik farklar taşımaktadır (28,40):

- **Kuadriseps Tendonu (KT):** Rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius kaslarının birleşimiyle oluşur. Son yıllarda yapılan anatomik diseksiyon çalışmaları ve meta-analizler, kuadriseps tendonunun patellar tendona göre daha geniş kesitsel alana sahip olduğunu ortaya koymuştur (40,41). Ayrıca histolojik çalışmalar, kuadriseps tendonunun daha yoğun kollajen lif yapısına sahip olduğuna ve fibroblast yoğunluğunun yüksek olduğuna işaret etmektedir (40). KT'nin biyomekanik yüklenmelere karşı direncinin, bu yapısal özellikler sayesinde arttığı düşünülmektedir.

- **Hamstring Tendonu (HT):** Tibianın öne translasyonunu kısıtlamada ÖÇB'ye sinerjist olarak Semitendinosus ve Grasilis tendonları ile birlikte çalışır (5,13). Ancak bu tendonların greft olarak alınması sırasında safen sinirin infrapatellar dalının yaralanma riski, kuadriseps tendonunun greft alımındaki sinir yaralanmalarına göre daha yüksek

bulunmuştur (16,42). Kuadriseps tendonu greft alımında intermediat femoral kutanöz sinirin terminal dalları yaralanabilir ki bu durum, HT alımındaki safen sinir yaralanmasına göre daha az ve klinik olarak daha hafif semptomlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (23,43).

### 4.2. Ön Çapraz Bağ Anatomisi ve Fonksiyonları

ÖÇB, diz ekleminin merkezinde bulunur. İntra-artiküler fakat ekstra-sinovyal bir yapıdır (5). Bağın temel görevi mekanik stabilite sağlamaktır ancak son yıllarda yapılan çalışmalar bağın aynı zamanda "duyu organı" gibi çalıştığını belirtmektedir (29,44).

#### 4.2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomik Yapısı

ÖÇB, lateral femoral kondilin medial duvarından köken alıp, tibiada eminensia interkondilarisin anterolateralinde sonlanmaktadır (39,45,46). Bağ, fonksiyonel olarak Anteromedial (AM) ve Posterolateral (PL) olmak üzere iki demetten oluşur (47–49).

AM demet, diz fleksiyonda iken gergin durumdadır ve antero-posterior stabilitenin en önemli bileşenlerinden biridir (37,38,49).

PL demet ise diz ekstansiyondayken gergindir ve rotasyonel stabiliteye katkıda bulunmaktadır. Greftin biyomekanik olarak başarılı olması ve kilitlenme mekanizmasının devamlılığına katkı sağlamak için rekonstrüksiyon cerrahisinde tünellerin bu demetlerin kemik yapışma yerlerine açılması önem taşır (47).

#### 4.2.2. Nörosensöryel Yapı ve Propriosepsiyon

ÖÇB, mekanik bir stabilizatör olmasının yanı sıra içerdiği mekanoreseptörler sayesinde nöromusküler kontrole yardımcı olur. Bunu afferent-efferent yolakta önemli bir rol alarak yapar (29,50). ÖÇB içindeki dört tip sinir ucu, yapılan histolojik çalışmalarla belirlenmiştir (29,30,51–53).

**Ruffini Cisimcikleri:** Gerilme ve statik pozisyon hissinden sorumludur.
**Pacini Cisimcikleri:** Hareketteki hızlı değişimleri ve basıncı algılar.
**Golgi Tendon Organı (GTO):** Bağ üzerindeki gerilimin şiddetinden sorumludur.

**Serbest Sinir Uçları:** Ağrı duyusunun iletiminde rol oynar ve inflamatuar yanıtta görev alır.

Dizde ani bir stres oluştuğunda hamstring kas aktivasyonunu uyaran refleks yanıtlar oluşturan bu reseptörler, tibianın öne kaymasını kısıtlamaya yardım eder. Bu refleks yanıtlara 'ÖÇB Refleksi' adı verilir (44).

### 4.2.3. Kalıntı Dokunun Önemi

Geleneksel cerrahi rekonstrüksiyonlarda yırtılan ÖÇB artıkları tamamen temizlenmekteydi. Kalıntı dokunun korunmasının proprioseptif iyileşmeye faydalı olduğu güncel literatürde belirtilmektedir (54,55). Yaralanmadan çok uzun zaman sonra bile tibial yapışma yerindeki kalıntı dokuda mekanoreseptör kalıntılarının hala var olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (54,55). Kalıntı koruyucu cerrahi tekniklerin gelişmesi, bu reseptörleri koruyarak reinnervasyonu hızlandırdığı ve ameliyat sonrası eklem pozisyon hissini geliştirdiği bildirilmiştir (54,55).

## 4.3. Ön Çapraz Bağ Yaralanmaları

ÖÇB yaralanmaları, çok yaygın görülmektedir ve sonuçları hastayı oldukça zorlayıcı olabilmektedir (1,3). Spora katılımın giderek çoğalmasıyla beraber görülme sıklığı da artmakta, aktif bireylerde fonksiyonel kaybın ve diz instabilitesinin temel nedenini oluşturmaktadır (2,6).

### 4.3.1. Yaralanma Mekanizması ve Epidemiyoloji

ÖÇB yaralanmaları genellikle (%70-80) "temassız" mekanizmalarla oluşmaktadır (2,56). Tipik yaralanma mekanizması şu durumlarda olmaktadır; ayak yerde sabitken gövdenin ani rotasyonu, ani yavaşlama veya sıçradıktan sonra yere dengesiz inişle oluşan valgus ve dış rotasyon streslerinin birleşimi (57,58). Futbol, basketbol ve hentbol gibi pivot ve rotasyon hareketlerinin fazlaca yapıldığı spor branşlarında yaralanma olasılığı yüksektir (4,5,59,60).

Çalışmalara göre, spor dalına ve aktivite seviyesine de bağlı olarak, kadın sporcularda ÖÇB yaralanma riski erkeklere göre 2 ila 8 kat daha yüksek bulunmuştur (59,61). İnterkondiler çentik darlığı, artmış Q açısı, hormonal faktörler ve nöromüsküler kontrol farklılıkların bu duruma neden olduğu düşünülmektedir (2,62).

### 4.3.2. Yaralanmanın Patofizyolojisi ve Proprioseptif Defisit

ÖÇB rüptürü basit mekanik bir kopma değil, aynı zamanda nörosensöryel bir organ olarak da kabul edilen bağın fonksiyon kaybıdır. Bağın yırtılması sonucunda, içinde barındırdığı mekanoreseptörler hasarlanır ve merkezi sinir sistemine giden afferent bilgi akışı sekteye uğrar. Yaralanma sonrasında dizde stabilite kaybı ile propriosepsiyon duyusunun bozulması da beklenir (63).

ÖÇB yaralanması sonrası gelişen bu proprioseptif defisitin sonucunda hamstring kaslarının refleks aktivasyonun geciktiği ve dizin ikincil yaralanmalara karşı açık olduğu literatürde vurgulanmaktadır (6,63).

## 4.4. Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Tedavi

Dizin mekanik stabilitesini tekrar kazanmak, menisküs ve kıkırdak gibi yapıları ikincil yaralanmalardan korumak ve hastayı yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönüşünü sağlamak ÖÇB yaralanmalarının tedavisinde temel hedeftir.

### 4.4.1. Konservatif Tedavi

Düşük aktivite düzeyine sahip, görece ileri yaşta olan veya izole ÖÇB yaralanması olup instabilite şikâyeti olmayan hastalarda konservatif tedavi denenebilir. Yüksek aktivite düzeyine sahip bireylerde konservatif yaklaşım denemek, tekrarlayan instabilite şikayetlerine ve bu instabilite de menisküs ve kıkırdak yaralanmalarına neden olabilmektedir. Bu yaralanmalar erken osteoartrit riskini artırabilir (6,9).

### 4.4.2. Cerrahi Tedavi

İnstabilite şikâyeti olan aktivite düzeyi yüksek bireyler için altın standart tedavi ‘ÖÇB Rekonstrüksiyonu’ (ÖÇB-R) kabul edilmektedir (13). Yıllar boyunca yapılan çalışmalar sonucu yüksek başarısızlık oranları nedeniyle primer tamir yani bağın dikilmesi terk edilmiştir. Bunun yerine greft kullanılarak yapılan rekonstrüksiyon cerrahisi tercih edilmektedir (64,65).

Cerrahinin ne zaman yapılması gerektiğine dair tartışmalar sürmektedir. Cerrahilerin, akut inflamasyonun gerilediği ve eklem hareket açıklığının tamamlandığı dönemde yapılmasının artrofibroz riskini azalttığı ve ameliyat sonrası rehabilitasyona katkıda bulunduğu kabul edilmektedir (66).

### 4.5. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonunda Kullanılan Otogreftler

ÖÇB rekonstrüksiyonunda ideal grefti oluşturan özellikler şunlardır: biyomekanik özellikleri orijinal bağa yakın olması, fiksasyonu güçlü, iyileşmesi hızlı ve donör alan morbiditesi en düşük olmasıdır. Günümüzde en sık kullanılan otogreftler hamstring ve patellar tendonlardır. Son yıllarda KT'nin biyomekanik üstünlükleri ve düşük morbidite özelliği ile popülaritesi artmaktadır (36,43).

#### 4.5.1. Patellar Tendon (PT) Otogrefti

Kemik iyileşmesi konusunda daha iyi olmasından ötürü literatürde sıkça yer almaktadır. Fakat ön diz ağrısı görülme sıklığı fazla olması, çömelme sırasındaki şikayetler ve patella kırığı riski gibi donör alan morbiditeleri nedeniyle bu çalışmamıza dahil edilmemiştir (17,19). Çalışmamız, güncel tartışmaların odağında olan kemik parça içermeyen yumuşak doku greftleri (KT ve HT) üzerine yoğunlaşmıştır.

#### 4.5.2. Hamstring Tendon (HT) Otogrefti

Uzun yıllardır "altın standart" kabul edilen PT greftine alternatif olarak ortaya çıkan bu greft zamanla popülerlik kazanmıştır (14,16). Semitendinosus ve Gracilis tendonlarından oluşturulmaktadır.

- **Avantajları:** PT greftine göre ön diz ağrısı ve ekstansör mekanizma sorunları gibi komorbiditeler daha nadir görülmektedir (17,21). Kozmetik olarak insizyon skarı daha küçüktür.
- **Dezavantajları:** Tendonun kemik tünel içinde iyileşme süresinin daha uzun olması HT greftinin en önemli problemlerindendir (20). Greft alımı sırasında Safen sinirin infrapatellar dalının yaralanma riski vardır (16,42). Bu sinir dalının HT insizyon bölgesine yakın seyretmesi ve yaralanması durumunda bacağın anteromedial yüzünde his kaybı olabileceği anatomik çalışmalarla gösterilmiştir (42). Biyomekanik sorun olarak derin diz fleksiyon gücünde azalma görülebilir (16).

#### 4.5.3. Kuadriseps Tendonu (KT) Otogrefti

Kuadriseps tendonu, Rektus femoris, Vastus lateralis, Vastus medialis ve Vastus intermedius kaslarının birleşimiyle oluşan, vücudun en güçlü tendonlarındandır.

- **Anatomi ve Histoloji:** Kuadriseps tendonunun patellar tendona kıyasla belirgin olarak daha geniş kesitsel alana sahip olduğu ve bu özelliğin yüksek yük taşıma kapasitesini artırdığı, anatomi ve görüntüleme çalışmalarında gösterilmiştir (27,28,40). Daha yoğun kollajen lif yapısına sahip olduğu yapılan histoloji çalışmalarında belirtilmiştir (40). Bu yapısal özellikler sayesinde, greftin yüklenme kapasitesi daha fazladır.
- **Donör Alan Avantajı:** KT grefti alımı sırasında intermediat femoral kutanöz sinirin terminal dalları risk altındadır. HT greft alımı sırasında yaralanma ihtimali olan safen sinire göre daha sınırlı ve klinik olarak daha hafif semptomlarla ilişkili olduğu literatürde belirtilmektedir (23,43).

### 4.5.4. Literatürde Karşılaştırmalı Sonuçlar

KT ve HT greftlerinin karşılaştırıldığı güncel meta-analizler ve sistematik derlemelerde çıkan sonuçlar şunlardır:

1. **Greft Yetmezliği ve Stabilite:** Rerüptür oranları ve diz laksitesi açısından her iki greft tipi de benzer sonuçlar göstermektedir (23,67). Yani KT, stabilite açısından HT kadar başarılıdır.
2. **Fonksiyonel Sonuçlar:** KT kullanılan hastaların ameliyat sonrası Lysholm skorlarının, HT kullanılan hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bazı meta-analizlerde belirtilmiştir (36).
3. **Donör Alan Morbiditesi:** KT greftinin en ciddi avantajı donör alan ağrısının azlığıdır. KT grubunda donör alan morbiditesinin HT grubuna göre anlamlı derecede daha düşük veya benzer sonuçlara sahip olduğu literatürde sıkça vurgulanmaktadır (35,42).

## 4.6. ÖÇB Rekonstrüksiyonu Sonrası Fonksiyonel Değerlendirme Parametreleri

Greftin bütünlüğünün devamlılığı, cerrahi rekonstrüksiyon başarısının değerlendirilmesinde tek başına yeterli değildir. Spora dönüş kararını doğru verebilmek için kas pik torku, denge ve propriosepsiyon gibi nöromusküler parametrelerin objektif olarak ölçülmesi gerekir (33,34).

### 4.6.1. Kas Pik Tork Ölçümü

Kuadriseps ve hamstring kasları, dizin dinamik stabilitesine katkıda bulunan temel elemanlardır ve pik tork seviyelerini yaralanma öncesi düzeylere döndürmek hedeflenir. İzokinetik dinamometre ile yapılan ölçümler, "Hamstring/Kuadriseps (H/K)" oranını verir. Normalde %60-70 olması gereken bu oranın bozulması, ikincil yaralanma riskini artırır (62,68,69). Literatürde, KT grefti kullanılan hastalarda ekstansör kasların, HT grefti kullanılan hastalarda ise fleksör kasların cerrahi sonrası erken dönemde geçici olarak zayıfladığı bilinmektedir. Uzun dönemde ise her iki grubun da benzer pik tork değerlerine ulaştığı belirtilmektedir (22,67,70,71).

### 4.6.2. Propriosepsiyon

Eklemin uzaydaki pozisyonu, eklemin o anki hareketinin yönü ve hızı hakkındaki duyusal bilgilerin merkezi sinir sistemine iletilmesi ve bu girdilere karşı motor yanıtın oluşturulmasını kapsayan süreçtir (50,72).

- **Mekanizma:** ÖÇB gerildiğinde, içinde bulunan Ruffini, Pacini ve Golgi tendon organı gibi mekanoreseptörler bu gerilmeyi hisseder. Hemen sonrasında sinyaller üreterek "ÖÇB-Refleksi"ni başlatır ve hamstring kaslarını aktive eder. Bu kasılma tibianın öne kaymasını engeller (29,30,44).
- **Klinik Önemi:** ÖÇB yırtıldığında bu mekanoreseptörler de yaralanır. Hem bağın fonksiyon görmemesi hem de propriosepsiyonun eksikliği ile ÖÇB-Refleksinin çalışmaması ile instabilite şikayetleri oluşur. Rekonstrüksiyon sonrası mekanik stabilite sağlansa bile, proprioseptif duyu tam olarak geri kazanılmazsa hasta "güvensizlik hissi" yaşamaya devam edebilir (73–76). Greft tipi ne olursa olsun, ameliyat sırasında kalıntı dokunun korunmasının, cerrahi sonrasında ise uygulanan rehabilitasyonun bu duyunun geri kazanılmasında çok önemli olduğu güncel çalışmalarda raporlanmaktadır (54,55).

### 4.6.3. Denge

Görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birlikte çalışması ile sağlanır. ÖÇB yaralanması sonrası dizdeki mekanoreseptör kaybı, bu sistemin doğru çalışmasını aksatır ve hastanın tek bacak üzerindeki denge kapasitesini bozar (77–79). Bilgisayarlı denge cihazları ile yapılan ölçümlerde, ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların denge skorlarının zamanla iyileştiği bildirilmiştir (79).

### 4.7. Rehabilitasyon Yaklaşımları

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında uygulanan rehabilitasyon programı, tedavinin önemli bir parçasıdır. Günümüzde "hızlandırılmış rehabilitasyon" protokolleri ile erken mobilizasyon ve yük vermeyi teşvik ederek, greft iyileşmesini riske atmadan fonksiyonel dönüşü hızlandırmak hedeflenmektedir (66). İdeal bir rehabilitasyon süreci şu aşamaları içerir: ağrı ve ödemin kontrolü, eklem hareket açıklığının kazanılması, kas kuvvetinin artırılması ve nöromusküler kontrolün yeniden sağlanması (13).

#### 4.7.1. Erken Dönem: Koruma ve Hareketlilik

Ameliyat sonrası ilk günlerde temel hedef, inflamasyonun kontrol altına alınması ve ekstansiyon kaybı oluşmasının önlenmesidir (13). Bunu sağlamak için "POLICE" (Koruma, Kademeli Yüklenme, Buz, Kompresyon, Elevasyon) prensibi uygulanır.

Bu dönemde kuadriseps inhibisyonunu engellemek için "izometrik egzersizler" öne çıkmaktadır. Kuadriseps setleri ve düz bacak kaldırma egzersizleri, greft üzerine yük bindirmeden kas aktivasyonu sağlar. Ayrıca patellar mobilizasyon ve topuk kaydırma egzersizleri ile eksik olan fleksiyon miktarı kademeli olarak artırılır (13).

#### 4.7.2. Kas Kuvvetlendirme Prensipleri: Açık ve Kapalı Kinetik Zincir

Rehabilitasyonun ilerleyen safhalarında kas kuvvetini artırmak için izotonik egzersizlere geçilir. Bu egzersizler biyomekanik olarak ikiye ayrılır:

- **Kapalı Kinetik Zincir Egzersizleri (KKZE):** Ayağın yerle temas halinde olduğu egzersizlerdir. Tibiofemoral eklemdeki makaslama kuvvetlerini ve greft üzerindeki stresi azalttığı için bu tür egzersizler rehabilitasyonun erken dönemlerinde daha güvenli kabul edilir (13). Ayrıca proprioseptif geri bildirim sağlaması ve agonist-antagonist kasları birlikte çalıştırması nedeniyle fonksiyonel aktivitelere daha benzerdir (13).
- **Açık Kinetik Zincir Egzersizleri (AKZE):** Ayağın serbest olduğu egzersizlerdir. Leg extension egzersizinde özellikle son 30 derecelik ekstansiyonda tibianın öne translasyonunu artırarak greftin üzerinde gerilimi artırabilir. Özellikle hamstring grefti kullanılan hastalarda bu hareketler erken dönemde dikkatli uygulanmalı veya belirli açı aralıklarında sınırlandırılmalıdır (13).

### 4.7.3. Nöromüsküler Eğitim ve Propriosepsiyon

ÖÇB yaralanması ile bozulan mekanoreseptör fonksiyonları, denge ve eklem pozisyon hissini de olumsuz etkiler. Bu duyuyu tekrar eski haline getirmek için rehabilitasyon programına "proprioseptif egzersizler" dahil edilmelidir (32,72).

- **Denge Egzersizleri:** Tek ayak üzerinde durma, BOSU topu veya denge tahtası üzerinde yapılan çalışmalar, postüral kontrolü geliştirir. Nöromüsküler kontrolün gelişmesi ile beraber yeniden yaralanma riskinin azaldığı bildirilmiştir (32,72).
- **Pertürbasyon Eğitimi:** Hastanın dengesini bozacak kontrollü dış kuvvetlere karşı direnç göstermesini içeren bu egzersiz tipi ile refleks kas aktivasyonunu hızlandırılması amaçlanır (32).

### 4.7.4. Pliyometrik Egzersizler ve Spora Dönüş

Rehabilitasyonun ileri evrelerinde sıçrama ve düşüp kalkma gibi kasın patlayıcı gücünü artıran bu egzersizler programa dahil edilir. Bu egzersizler, kasın eksantrik kasılmasını takip eden hızlı konsantrik kasılma döngüsünden oluşur. Spora dönüş kararı verilirken greft olgunlaşması için gereken asgari zaman kriteri kadar bilateral kas kuvveti dengesi, fonksiyonel testler ve psikolojik olarak hazırlanmak gibi kriterlerin tamamlanmış olması gerekmektedir (33,34).

# 5. GEREÇ ve YÖNTEM

## 5.1. Çalışmanın Tipi ve Yeri

Çalışmamız; prospektif, gözlemsel kohort çalışma tasarımı ile planlanmıştır. Araştırma, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı kliniği performans laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma öncesinde Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Karar No: İ03-206-24, Tarih: 21.03.2024). Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılardan Helsinki Bildirgesi kriterleri doğrultusunda "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" alınarak çalışma hakkında detaylı bilgilendirme yapılmıştır.

## 5.2. Örneklem Seçimi ve Güç Analizi

Çalışmanın örneklem büyüklüğü G*Power (versiyon 3.1.9.2) programı kullanılarak hesaplanmıştır. Erken ameliyat sonrası dönemi (4. ay) temsil eden eklem pozisyon hissi hata değeri temel alınarak, literatürde bildirilen propriosepsiyon temelli karşılaştırmalara göre 0,81 etki büyüklüğü (Cohen's d), %5 anlamlılık düzeyi ($\alpha$=0,05) ve %80 güç (1-$\beta$=0,80) ile (31) her grup için en az 25 olmak üzere toplam 50 katılımcının dahil edilmesi planlanmıştır.

Ancak çalışma süresi içinde dahil etme kriterlerini karşılayan yeterli sayıda hastaya ulaşılamamış ve çalışma 38 katılımcı (19 KT, 19 HT) ile tamamlanmıştır. Bu durum, özellikle istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmayan değişkenler açısından çalışmanın gücünü azaltmış ve Tip II hata olasılığını artırmış olabilir.

## 5.3. Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri

Çalışma grubu, 18-65 yaş aralığında olan, Ön Çapraz Bağ rekonstrüksiyonu geçirmiş gönüllülerden oluşturulmuştur.

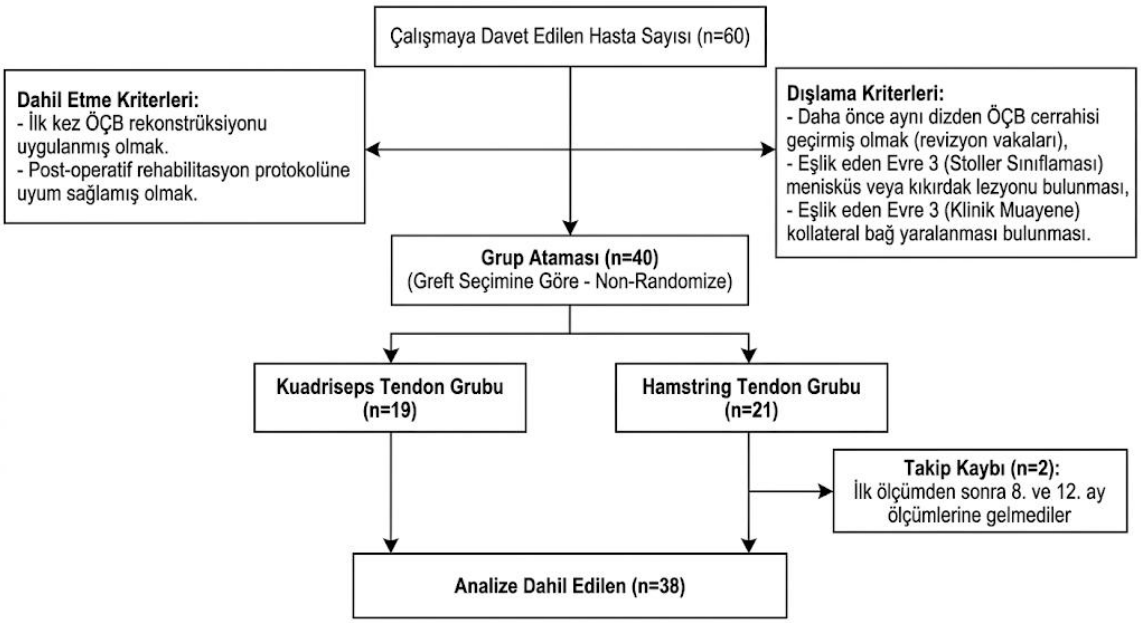
**Dahil Etme Kriterleri:**

- Kuadriseps tendon otogrefti veya hamstring tendon otogrefti kullanılarak ilk kez ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanmış olmak,
- Ameliyat sonrası rehabilitasyon protokolüne uyum sağlamış olmak.

**Dışlama Kriterleri:**

- Daha önce aynı dizden ÖÇB cerrahisi geçirmiş olmak (revizyon vakaları),
- Eşlik eden Evre 3 (Stoller Sınıflaması) menisküs yaralanması veya kıkırdak lezyonuna sahip olmak,
- Eşlik eden Evre 3 (Klinik Muayene) kollateral bağ (MCL/LCL) yaralanmasına sahip olmak.

Çalışma Süreci ve Takipte Kayıp: Çalışmamıza, başlangıçta kriterleri karşılayan 40 hasta dahil edilmiş ve bu hastaların ameliyat sonrası 4. ay ölçümleri yapılmıştır. Ancak takip eden süreçte 2 hasta kendi istekleriyle 8. ve 12. ay ölçümlerine katılmayı reddettiği için çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışmanın son istatistiksel analizleri, tüm ölçüm zamanlarında (4., 8. ve 12. aylar) verileri eksiksiz olarak elde edilen toplam 38 hasta (19 KT, 19 HT) üzerinden gerçekleştirilmiştir. (Bkz. Şekil 5.1.)




**Şekil 5.1.** Akış Şeması

## 5.4. Cerrahi ve Rehabilitasyon Protokolü

Çalışmaya dahil edilen KT grubu hastalarının cerrahi işlemleri, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı bünyesindeki deneyimli cerrahi ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. HT grubu ise dış merkezlerde opere edilen ve ameliyat sonrası takip için kliniğimize başvuran hastalardan oluşturulmuştur.

Ameliyat sonrası rehabilitasyon süreci, bilimsel olarak faydası kanıtlanmış protokole göre ilerletilmiştir. Tüm hastalara Ankara Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı tarafından belirlenen standart rehabilitasyon protokolü öğretilmiş ve yazılı materyaller sağlanmıştır.

Uygulanan bu ortak protokol;

- **Erken dönemde (0-2 hafta):** Tam ekstansiyonun sağlanması, ödem kontrolü ve kuadriseps aktivasyonunu;
- **Orta dönemde (2-10 hafta):** Tam eklem hareket açıklığına ulaşılması, kapalı kinetik zincir egzersizleri ve proprioseptif çalışmaları;
- **İleri dönemde ise (16. haftadan itibaren):** Spora özgü eğitimi ve pliyometrik çalışmaları kapsamaktadır.

### 5.5. Veri Toplama Yöntemleri ve Ölçümler

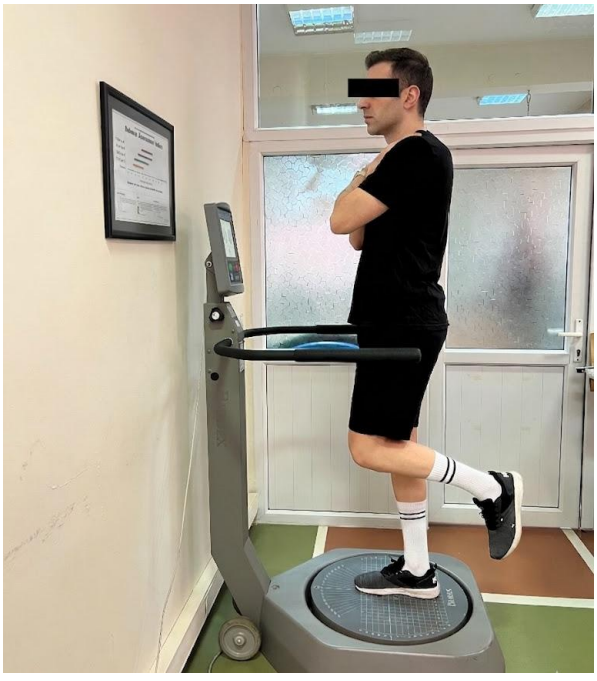
Katılımcıların demografik bilgileri (yaş, boy, kilo, Vücut Kitle İndeksi (VKİ), cerrahi taraf, greft tipi) kaydedildikten sonra, ameliyat sonrası 4., 8. ve 12. aylarda fonksiyonel ve klinik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

- **İzokinetik Kas Pik Tork Ölçümü:** Diz fleksör ve ekstansör kas pik torkları, bilgisayar destekli izokinetik dinamometre [Biodex System 4 Pro - Biodex Medical Systems, Incorporated, Shirley, NY, USA] kullanılarak ölçülmüştür (Bkz. Şekil 5.2.). Test protokolü; kondisyon bisikletinde 5 dakika ısınmayı takiben, konsantrik/konsantrik modda, 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda gerçekleştirilmiştir (34,68). Her iki bacak için Pik Tork değerleri kaydedilmiştir.
- **Propriosepsiyon (Eklem Pozisyon Hissi) Ölçümü:** İzokinetik dinamometre cihazının propriosepsiyon modu kullanılarak "Aktif Eklem Pozisyon Hissi" uygulanmıştır. Katılımcıların gözleri kapalı olacak şekilde; 15°, 45° ve 75° diz fleksiyon açılarında hedef açıyı bulma kapasiteleri test edilmiştir (31,32). Hedef açı ile bulunan açı arasındaki fark "Hata" olarak derece (°) cinsinden kaydedilmiştir. (Bkz. Şekil 5.2.)




**Şekil 5.2.** Biodex System 4 Pro İzokinetik Dinamometre Cihazı ile Kas Pik Torku ve Propriosepsiyon Ölçümü

- **Denge Ölçümü:** Tek bacak denge, [Biodex Balance System SD - Biodex Medical Systems, Incorporated, Shirley, NY, USA] cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir (Bkz. Şekil 5.3.). Ölçümler tek bacak üzerinde, dinamik modda gerçekleştirilmiş ve "Ortalama Denge İndeksi (ODİ)" skorları hesaplanmıştır (31,80).



**Şekil 5.3.** Biodex Balance System Denge Cihazı İle Tek Bacak Denge Ölçümü

- **ÖÇB Laksite Ölçümü:** Diz ön-arka laksitesi, KT-1000 artrometre cihazı [MEDmetric Corp, San Diego, CA, USA] kullanılarak mm cinsinden ölçülmüştür (Bkz. Şekil 5.4.) (67). Her iki dize 15 P (67 N) ve 20 P (89 N) kuvvet uygulanarak tibia anterior translasyon farkı kaydedilmiştir.



**Şekil 5.4.** KT-1000 Artrometre Cihazı İle Diz Ön-Arka Laksite Ölçümü

- **Eklem Hareket Açıklığı (EHA):** Gonyometre kullanılarak aktif fleksiyon ve ekstansiyon dereceleri ölçülmüştür (13).
- **Klinik ve Fonksiyonel Skorlamalar:** Hastaların subjektif diz ağrı seviyeleri, 10 cm'lik Görsel Analog Skala (VAS - Visual Analog Scale) ile değerlendirilmiştir (81). Hastalardan, ölçüm anındaki genel diz ağrılarını puanlamaları istenmiştir. Diz fonksiyonel durumları ise Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış Lysholm Diz Skalası ile değerlendirilmiştir (82–84). Ölçümler aynı cihaz ve standart protokoller kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 5.6. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics (versiyon 27, IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro–Wilk testi ve görsel yöntemler (histogram ve Q-Q plot) ile değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama ± standart sapma

($\bar{X}$ ± SS), kategorik değişkenler için sayı ve yüzde (%) olarak sunulmuştur. Kategorik değişkenler için Ki-Kare testi uygulanmıştır. Gruplar (kuadriseps tendonu grefti ve hamstring tendon grefti) ile zaman (ameliyat sonrası 4., 8. ve 12. ay) arasındaki değişimi değerlendirmek amacıyla iki yönlü tekrarlı ölçümlü karma (mixed) ANOVA modeli kullanılmıştır.

Modelde:

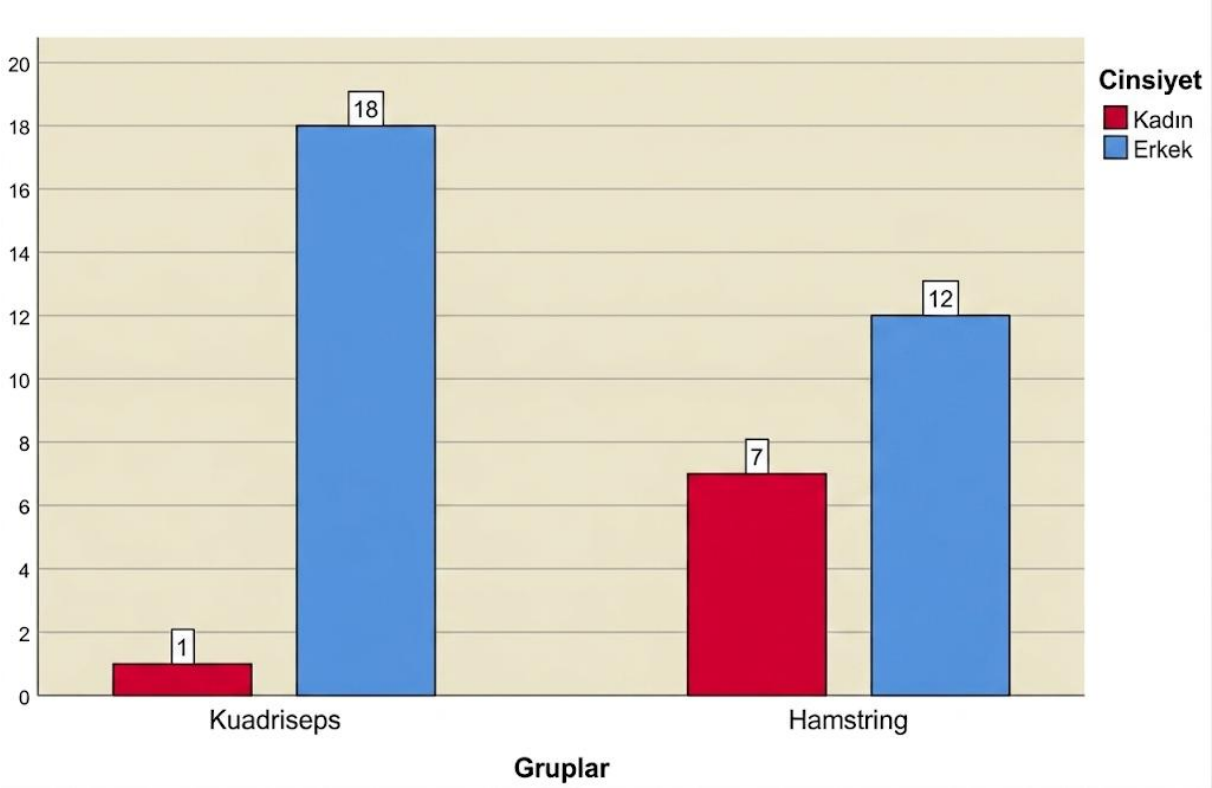
- **Between-subject faktör:** Greft tipi (KT / HT)
- **Within-subject faktör:** Zaman (4., 8., 12. ay) olarak tanımlanmıştır.

Sferisite varsayımı Mauchly's testi ile değerlendirilmiş; varsayımın ihlal edildiği durumlarda Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarında F ve p değerleri raporlanmıştır. Anlamlı zaman etkisi saptanan değişkenlerde zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalar tahmini marjinal ortalamalar (estimated marginal means) üzerinden gerçekleştirilmiştir. Tüm istatistiksel testlerde iki yönlü analiz kullanılmış ve $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

# 6. BULGULAR

## 6.1. Genel Özellikler

Kuadriseps (KT) ve hamstring (HT) otogrefti uygulanan hastaların cinsiyet dağılımı gruplara göre incelendiğinde, her iki grupta da erkek hastaların kadın hastalara kıyasla daha fazla olduğu görülmektedir. (Bkz Şekil 6.1.)




**Şekil 6.1.** Greft Tipine Göre Cinsiyet Dağılımı

Kuadriseps ve Hamstring otogreft grupları arasında yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,387). (Bkz. Tablo 6.1.)

**Tablo 6.1.** Greft Tipine Göre Hastaların Yaş Dağılımı

| Değişken | Grup | n | Medyan (ÇAA) | Test değeri (Z) | p |
|---|---|---|---|---|---|
| **Yaş (yıl)** | Kuadriseps | 19 | 22 (20-28) | -0,865 | 0,387 |
| | Hamstring | 19 | 27 (19-34) | | |

*ÇAA (Çeyrekler arası aralık Q1-Q3), Mann–Whitney U*

Kuadriseps ve hamstring otogreft grupları arasında vücut kitle indeksi, boy ve vücut ağırlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (tüm p>0,05). (Bkz. Tablo 6.2.)

**Tablo 6.2.** Greft Tipine Göre Hastaların Temel Fiziksel Özellikleri

| **Değişken** | **Grup** | **n** | **Ort±SS** | **p** |
|---|---|---|---|---|
| **Vücut kitle indeksi (kg/m²)** | Kuadriseps | 19 | 25,2 ± 4,5 | 0,484 |
| | Hamstring | 19 | 24,3 ± 4,4 | |
| **Boy (cm)** | Kuadriseps | 19 | 178,8 ± 7,6 | 0,656 |
| | Hamstring | 19 | 177,6 ± 8,3 | |
| **Vücut ağırlığı (kg)** | Kuadriseps | 19 | 80,6 ± 15,5 | 0,561 |
| | Hamstring | 19 | 77,0 ± 16,1 | |

*Ort±Ss: Ortalama±Standart sapma, Student-T test*

Greft tipine göre menisküs tamiri dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Fisher exact testi, p = 0,172). (Bkz. Tablo 6.3.)

**Tablo 6.3.** Greft tipine göre menisküs tamir durumları

| **Menisküs tamiri durumu** | **Kuadriseps n (%)** | **Hamstring n (%)** | **Toplam n (%)** | **p** |
|---|---|---|---|---|
| **İzole (tamir yok)** | 6 (31,6) | 10 (52,6) | 16 (42,1) | 0,172 |
| **Medial menisküs (MM)** | 9 (47,4) | 9 (47,4) | 18 (47,4) | |
| **Lateral menisküs (LM)** | 3 (15,8) | 0 (0,0) | 3 (7,9) | |
| **Medial + Lateral (MM+LM)** | 1 (5,3) | 0 (0,0) | 1 (2,6) | |
| **Toplam** | 19 (100) | 19 (100) | 38 (100) | |

*Fisher exact test*

Greft tipine göre ameliyat edilen taraf dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($\chi^2$=0,422; p=0,516) (Bkz. Tablo 6.4.).

**Tablo 6.4.** Greft Tipine Göre Ameliyat Edilen Taraf Dağılımı

| Ameliyat edilen taraf | Kuadriseps n (%) | Hamstring n (%) | Toplam n (%) | p |
|---|---|---|---|---|
| **Sağ diz** | 9 (47,4) | 11 (57,9) | 20 (52,6) | |
| **Sol diz** | 10 (52,6) | 8 (42,1) | 18 (47,4) | **0,516** |
| **Toplam** | 19 (100) | 19 (100) | 38 (100) | |

*Pearson Ki-kare ($\chi^2 = 0,422$; sd = 1)*

### 6.2. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının VAS Skorları Karşılaştırması

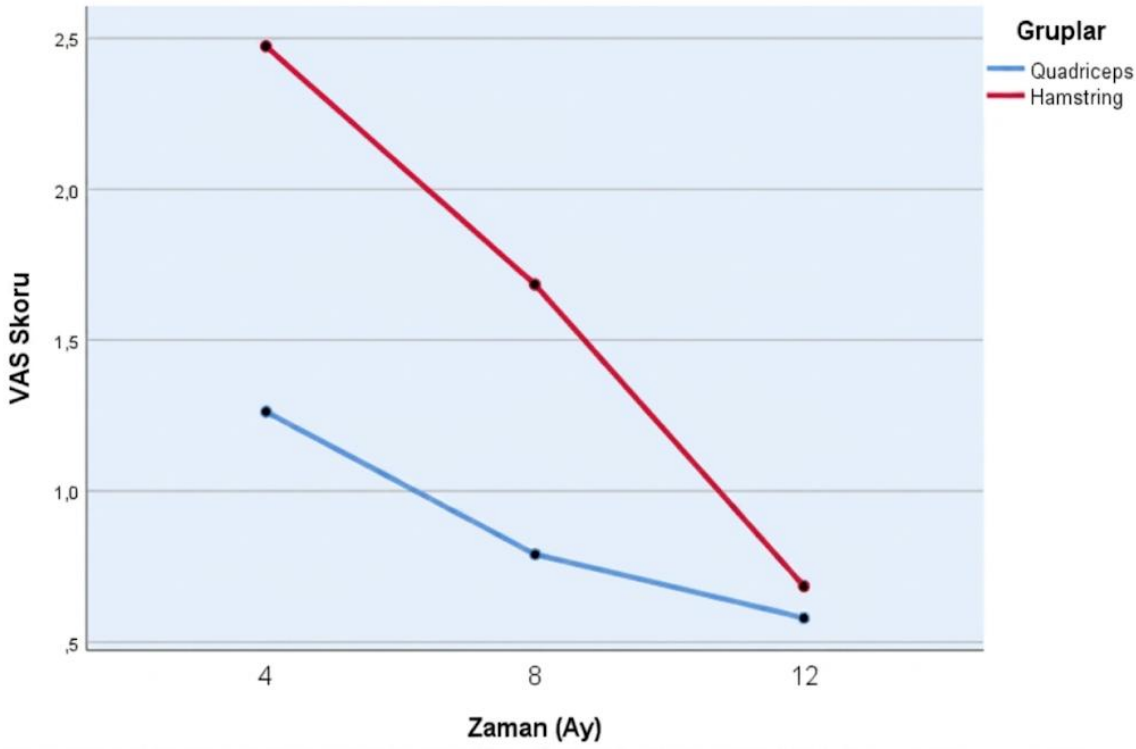
VAS skorları her iki grupta da zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır (zaman etkisi, p<0,001). Gruplar karşılaştırıldığında, hamstring otogreft grubunda VAS skorlarının kuadriseps otogreft grubuna göre daha yüksek saptanmıştır (grup etkisi, p=0,025). Ayrıca, greft tipi ile zaman arasında anlamlı bir etkileşim bulunduğu belirlenmiştir (grup × zaman etkileşimi, p=0,013). (Bkz. Tablo 6.5.)

**Tablo 6.5.** VAS Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | Kuadriseps (n=19) | Hamstring (n=19) | Gruplar (KT/HT) | Zaman (4–8–12. ay) | Grup×Zaman (Etkileşim) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **$\bar{X}$ ± SS** | **$\bar{X}$ ± SS** | **F p** | **F p** | **F p** |
| **VAS 4. ay** | 1,26 ± 1,20 | 2,47 ± 1,68 | | | |
| **VAS 8. ay** | 0,79 ± 0,86 | 1,68 ± 1,38 | **5,444 0,025*** | **21,755 <0,001*** | **4,608 0,013*** |
| **VAS 12. ay** | 0,58 ± 0,84 | 0,68 ± 0,89 | | | |

*Veriler ortalama ± standart sapma ($\bar{X}$ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Grup × zaman etkileşiminin anlamlı bulunduğu değişkenlerde, zamanlar arası ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

KT ve HT otogreft gruplarında VAS skorlarının 4., 8. ve 12. aylardaki değişimi gösterilmektedir (Bkz. Şekil 6.2.)




**Şekil 6.2.** VAS Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Değişimi

### 6.3. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Lysholm Diz Skorları Karşılaştırması

Lysholm diz skorları incelendiğinde, her iki grupta da zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır (zaman etkisi: F=20,08; p<0,001). Gruplar arası karşılaştırmada kuadriseps ve hamstring greft grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır (F=1,912; p=0,175). Ayrıca, grup × zaman etkileşimi de anlamlı değildir (F=1,266; p=0,288). (Bkz. Tablo 6.6.)

**Tablo 6.6.** Lysholm Diz Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | **Zaman (4–8–12. ay)** | **Grup×Zaman (Etkileşim)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F p** | **F p** | **F p** |
| **Lysholm 4. ay** | 91,26 ± 8,47 | 86,32 ± 10,65 | | | |
| **Lysholm 8. ay** | 94,11 ± 8,12 | 92,00 ± 5,74 | **1,912 0,175** | **20,08 <0,001*** | **1,266 0,288** |
| **Lysholm 12. ay** | 96,26 ± 4,90 | 94,16 ± 7,12 | | | |

*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. Zaman içinde anlamlı bulunan değişkenlerde Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

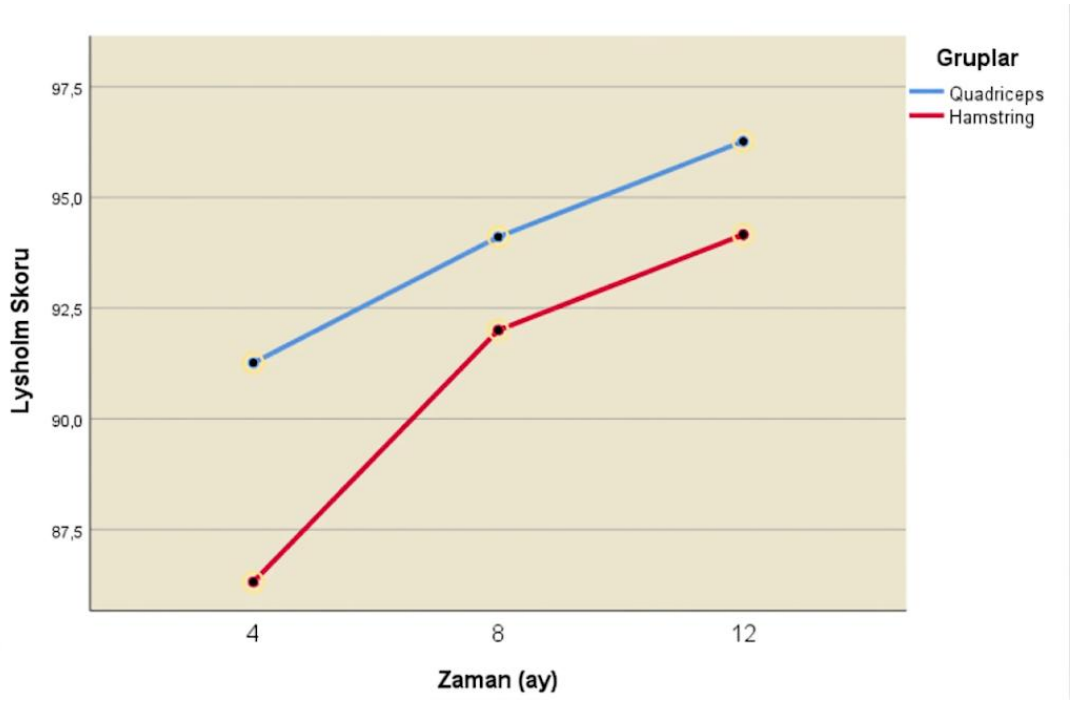
Kuadriseps grubunda yalnızca 4. ay ile 12. ay arasındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,013). 4–8 ay ve 8–12 ay karşılaştırmalarında anlamlı fark saptanmamıştır. Hamstring grubunda ise 4–8 ay (p=0,005) ve 4–12 ay (p<0,001) karşılaştırmaları anlamlı bulunurken, 8–12 ay arasındaki değişim anlamlı değildir (p=0,094). (Bkz. Tablo 6.7.)

**Tablo 6.7.** Lysholm Skorlarının Zaman İçi İkili Karşılaştırmaları

| Grup | Karşılaştırma | Ortalama Fark | %95 GA | p |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | -2,842 | -6,997 – 1,313 | 0,283 |
| | 4. ay – 12. ay | -5 | -9,137 – -0,863 | **0,013** |
| | 8. ay – 12. ay | -2,158 | -4,577 – 0,262 | 0,094 |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | -5,684 | -9,839 – -1,529 | **0,005** |
| | 4. ay – 12. ay | -7,842 | -11,979 – -3,705 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -2,158 | -4,577 – 0,262 | 0,094 |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Lysholm skorları her iki grupta da 4., 8. ve 12. aylarda zaman içinde artış göstermiştir (zaman etkisi, p<0,001). Kuadriseps grubunda değerler tüm zaman noktalarında daha yüksek olmakla birlikte, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,175). Grup × zaman etkileşimi de anlamlı değildir (p=0,288). (Bkz. Şekil 6.3.)




**Şekil 6.3.** Lysholm Skorlarının Gruplara ve Zamana Göre Değişimi

### 6.4. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Propriosepsiyon Karşılaştırması

Opere ekstremitedeki diz propriosepsiyon (15°) değerlerinde zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,055). Gruplar arasında genel fark saptanmamıştır (p=0,086) ve grup × zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır (p=0,634). Kuadriseps grubunda değerler sayısal olarak daha düşük olmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. (Bkz. Tablo 6.8.)

**Tablo 6.8.** Opere Ekstremite Diz Propriosepsiyon (15°) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **15° – 4. ay** | 3,71 ± 2,29 | 5,04 ± 3,39 | 3,111 | 0,086 | 3,018 | 0,055 | 0,459 | 0,634 |
| **15° – 8. ay** | 3,74 ± 2,28 | 4,44 ± 2,27 | | | | | | |
| **15° – 12. ay** | 2,57 ± 1,25 | 4,07 ± 3,42 | | | | | | |

*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı sağlandığından düzeltme uygulanmamıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Opere ekstremitedeki diz propriosepsiyon (45°) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,616). Zaman etkisi anlamlı değildir (p=0,066) ve grup × zaman etkileşimi de anlamlı bulunmamıştır (p=0,118). (Bkz. Tablo 6.9.)

**Tablo 6.9.** Opere Ekstremite Diz Propriosepsiyon (45°) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **45° – 4. ay** | 5,01 ± 4,54 | 3,90 ± 1,61 | 0,256 | 0,616 | 2,831 | 0,066 | 2,201 | 0,118 |
| **45° – 8. ay** | 4,76 ± 4,00 | 4,14 ± 1,56 | | | | | | |
| **45° – 12. ay** | 3,53 ± 2,89 | 3,90 ± 2,32 | | | | | | |

*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü)ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı sağlandığından düzeltme uygulanmamıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Opere ekstremitedeki diz propriosepsiyon (75°) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,767). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,044) ve ölçümler zaman içinde azalma eğilimi göstermektedir. Grup × zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır (p=0,595). (Bkz. Tablo 6.10.)

**Tablo 6.10.** Opere Ekstremite Diz Propriosepsiyon (75°) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **75° – 4. ay** | 5,40 ± 5,47 | 4,75 ± 5,04 | 0,089 | 0,767 | 2,831 | 0,044* | 2,201 | 0,595 |
| **75° – 8. ay** | 4,07 ± 3,92 | 4,20 ± 3,03 | | | | | | |
| **75° – 12. ay** | 3,74 ± 2,74 | 3,32 ± 1,83 | | | | | | |

*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü)ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı sağlandığından düzeltme uygulanmamıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

## 6.5. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Laksisite (mm) Karşılaştırması

Opere ve sağlam ekstremitedeki dizlerin laksisite değerleri arasındaki farklarda (15 P) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,555). Zaman etkisi anlamlı değildir (p=0,415) ve grup × zaman etkileşimi de anlamlı bulunmamıştır (p=0,662). (Bkz. Tablo 6.11.)

**Tablo 6.11.** Diz Laksisite (15 P) Farklarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| **Değişken** | **Kuadriseps (n=19) X̄ ± SS** | **Hamstring (n=19) X̄ ± SS** | **Gruplar (KT/HT) F** | **Gruplar (KT/HT) p** | **Zaman (4–8–12. ay) F** | **Zaman (4–8–12. ay) p** | **Grup×Zaman (Etkileşim) F** | **Grup×Zaman (Etkileşim) p** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15P – 4. ay** | 1,61 ± 1,20 | 1,39 ± 1,14 | 0,354 | 0,555 | 1,120 | 0,332 | 0,415 | 0,662 |
| **15P – 8. ay** | 1,53 ± 1,30 | 1,39 ± 1,14 | | | | | | |
| **15P – 12. ay** | 1,39 ± 1,07 | 1,34 ± 1,13 | | | | | | |

Opere ve sağlam ekstremitedeki dizlerin laksisite değerleri arasındaki farklarda (20 P) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,768). Zaman etkisi anlamlı değildir (p=0,312) ve grup × zaman etkileşimi de anlamlı bulunmamıştır (p=0,733). (Bkz. Tablo 6.12.)

**Tablo 6.12.** Diz Laksisite (20 P) Farklarının Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| Değişken | Kuadriseps (n=19) X̄ ± SS | Hamstring (n=19) X̄ ± SS | Gruplar (KT/HT) F | Gruplar (KT/HT) p | Zaman (4–8–12. ay) F | Zaman (4–8–12. ay) p | Grup×Zaman (Etkileşim) F | Grup×Zaman (Etkileşim) p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20P – 4. ay | 1,66 ± 1,22 | 1,58 ± 1,55 | 0,088 | 0,768 | 0,950 | 0,392 | 0,312 | 0,733 |
| 20P – 8. ay | 1,58 ± 1,32 | 1,53 ± 1,56 | | | | | | |
| 20P – 12. ay | 1,45 ± 1,09 | 1,53 ± 1,56 | | | | | | |

## 6.6. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Eklem Hareket Açıklığı (°) Karşılaştırması

Opere ekstremitedeki diz aktif EHA (fleksiyon) değerlerinde zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=24,871; p<0,001). Gruplar arası karşılaştırmada kuadriseps ve hamstring greft grupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,247). Grup × zaman etkileşimi de anlamlı değildir (p>0,05). (Bkz. Tablo 6.13)

**Tablo 6.13.** Opere Ektremite Diz Aktif EHA (Fleksiyon) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **EHA 4. ay** | 125,3 ± 11,1 | 127,9 ± 8,7 | 1,382 | 0,247 | 24,871 | <0,001* | 0,135 | 0,874 |
| **EHA 8. ay** | 129,7 ± 8,6 | 133,2 ± 5,6 | | | | | | |
| **EHA 12. ay** | 131,3 ± 8,7 | 134 ± 5,4 | | | | | | |

*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. p < 0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

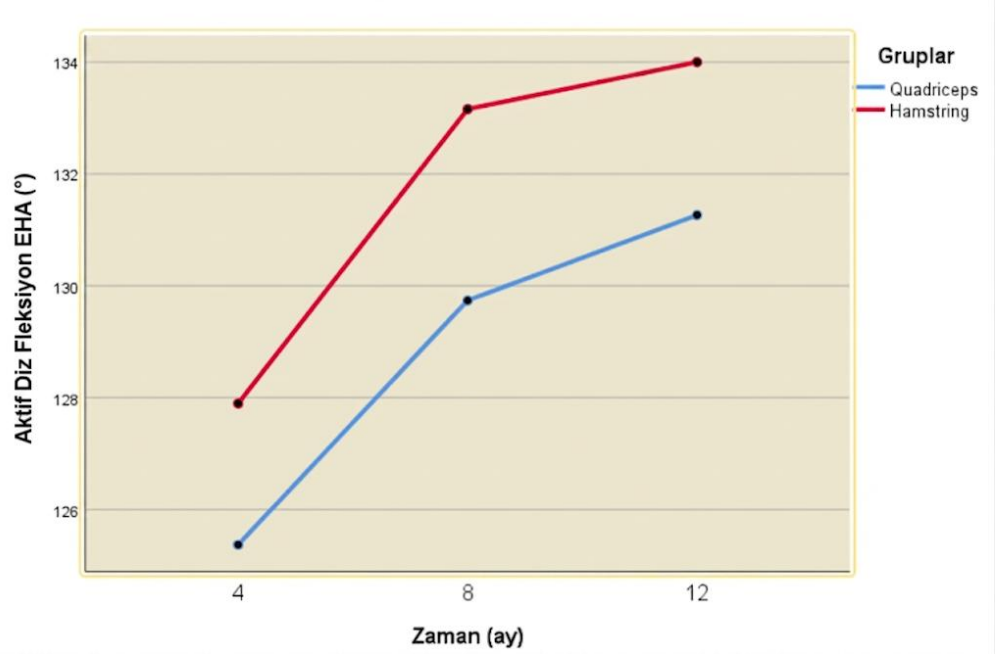
Kuadriseps grubunda 4.–8. ay ve 4.–12. ay karşılaştırmalarında anlamlı artış saptanmıştır (p=0,004). Buna karşın 8.–12. ay arasındaki değişim anlamlı değildir (p=0,101). Hamstring

grubunda ise 4.–8. ay (p<0,001) ve 4.–12. ay (p=0,003) karşılaştırmaları anlamlı bulunmuş, 8.–12. ay arasındaki değişim anlamlı değildir (p=0,694). (Bkz. Tablo 6.14. ve Şekil 6.4.)

**Tablo 6.14.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Fleksiyon) Değerlerinin Zaman İçinde Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmaları

| Grup | Karşılaştırma | Ortalama Fark | %95 GA | p |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | -4,368 | -7,509 – -1,228 | **0,004** |
| | 4. ay – 12. ay | -5,895 | -10,119 – -1,671 | **0,004** |
| | 8. ay – 12. ay | -1,526 | -3,263 – 0,211 | 0,101 |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | -5,263 | -8,404 – -2,122 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -6,105 | -10,329 – -1,881 | **0,003** |
| | 8. ay – 12. ay | -0,842 | -2,579 – 0,895 | 0,694 |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.4.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Fleksiyon)'un Greft Gruplarına Göre Zamansal Değişimi

Grup etkisi anlamlı değildir (p=0,369). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,001). Grup × zaman etkileşimi de anlamlı bulunmuştur (p=0,044). (Bkz. Tablo 6.15.)

**Tablo 6.15.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Ekstansiyon) Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **EHA 4. ay** | -2,16 ± 2,59 | -0,95 ± 2,78 | 0,828 | 0,369 | 38,867 | **<0,001*** | 3,79 | **0,044*** |
| **EHA 8. ay** | -3,16 ± 2,43 | -2,42 ± 2,34 | | | | | | |
| **EHA 12. ay** | -3,16 ± 2,63 | -2,95 ± 2,32 | | | | | | |

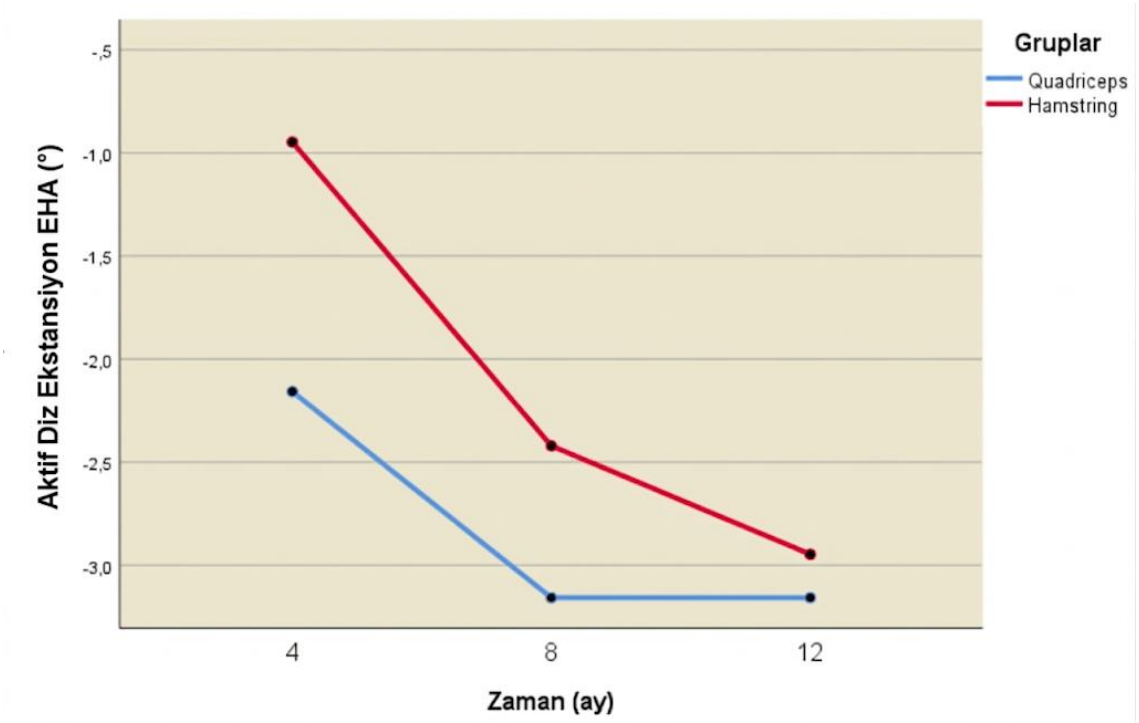
*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. p < 0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Kuadriseps grubunda 4.–8. ay ve 4.–12. ay karşılaştırmalarında anlamlı artış saptanmış, 8.–12. ay arasındaki değişim anlamlı bulunmamıştır (p=1,000). Hamstring grubunda ise tüm zaman aralıklarında anlamlı artış izlenmiş olup, 8.–12. ay arasında da değişim devam etmektedir (p=0,009). (Bkz. Tablo 6.16. ve Şekil 6.5.)

**Tablo 6.16.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Ekstansiyon)'un Zaman İçindeki İkili Karşılaştırmaları

| **Grup** | **Karşılaştırma** | **Ortalama Fark** | **%95 GA** | **p** |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | 1 | 0,344 – 1,656 | **0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | 1 | 0,197 – 1,803 | **0,01** |
| | 8. ay – 12. ay | 0 | -0,416 – 0,416 | 1,000 |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | 1,474 | 0,817 – 2,130 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | 2 | 1,197 – 2,803 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | 0,526 | 0,111 – 0,942 | **0,009** |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.5.** Opere Ekstremite Diz Aktif EHA (Ekstansiyon)'un Zaman ve Greft Tipine Göre Değişimi

### 6.7. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Pik Tork (nm) Karşılaştırması

Opere ekstremitedeki kuadriseps kası 60°/s izokinetik pik tork analizinde grup etkisi anlamlı bulunmamıştır (p=0,749). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,001). Grup × zaman etkileşimi ise anlamlı değildir (p=0,800). (Bkz. Tablo 6.17.)

**Tablo 6.17.** Opere Ekstremite Kuadriseps Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **4. ay** | 122,00 ± 40,06 | 125,53 ± 50,10 | | | | | | |
| **8. ay** | 150,21 ± 41,59 | 158,16 ± 47,04 | 0,104 | 0,749 | **73,528** | **<0,001*** | 0,224 | 0,8 |
| **12. ay** | 175,32 ± 43,90 | 177,74 ± 57,18 | | | | | | |

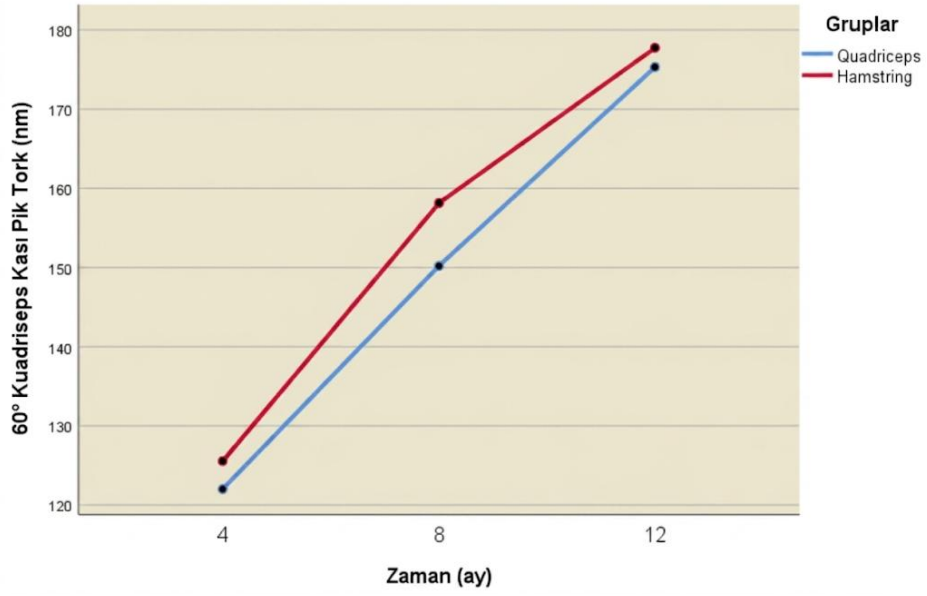
*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Analizler Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile yapılmıştır. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Opere ekstremitedeki kuadriseps kası 60°/s izokinetik pik tork değerleri her iki grupta da zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Kuadriseps grubunda 4.–8. ay, 4.–12. ay ve 8.–12. ay karşılaştırmalarının tümü anlamlı bulunmuştur (tüm p<0,001). Hamstring grubunda da benzer şekilde tüm zaman aralıkları arasında anlamlı artış saptanmıştır (tüm p≤0,001). (Bkz. Tablo 6.18. ve Şekil 6.6)

**Tablo 6.18.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerleri İçin Zaman İçi İkili Karşılaştırmalar

| Grup | Karşılaştırma | Ortalama Fark | %95 GA | p |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | -28,211 | -42,097 – -14,324 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -53,316 | -72,532 – -34,099 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -25,105 | -37,743 – -12,468 | **<0,001** |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | -32,632 | -46,518 – -18,745 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -52,211 | -71,427 – -32,994 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -19,579 | -32,216 – -6,942 | **0,001** |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.6.** Opere Ekstremite Kuadriseps Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Zamana ve Greft Türüne Göre Değişimi

Opere ekstremitedeki kuadriseps kası 180°/s izokinetik pik tork analizinde grup etkisi anlamlı değildir (p=0,549). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (F=74,068; p<0,001). Grup × zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır (p=0,888). (Bkz. Tablo 6.19.)

**Tablo 6.19.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **4. ay** | 83,79 ± 23,71 | 88,89 ± 35,74 | 0,367 | 0,549 | **74,068** | **<0,001*** | 0,119 | 0,888 |
| **8. ay** | 104,58 ± 25,94 | 112,21 ± 35,66 | | | | | | |
| **12. ay** | 119,89 ± 30,60 | 125,00 ± 38,18 | | | | | | |

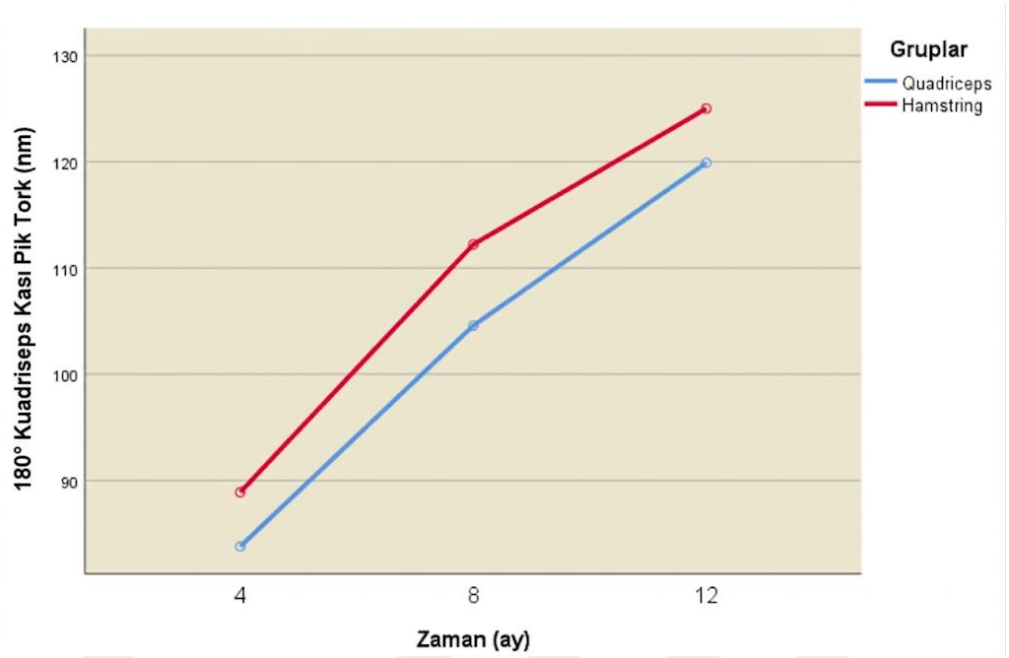
*Veriler ortalama ± standart sapma ($\bar{X}$ ± SS) olarak sunulmuştur. Analizler Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile yapılmıştır. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Opere ekstremitedeki kuadriseps kası 180°/s izokinetik pik tork analizinde her iki grupta da zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Kuadriseps grubunda tüm zaman aralıklarındaki karşılaştırmalar anlamlı bulunmuştur (tüm p<0,001). Hamstring grubunda da tüm karşılaştırmalar anlamlıdır (tüm p≤0,002). (Bkz. Tablo 6.20. ve Şekil 6.7.)

**Tablo 6.20.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 180°/s İzokinetik Pik Torku– Zaman İçi İkili Karşılaştırmalar

| **Grup** | **Karşılaştırma** | **Ortalama Fark** | **%95 GA** | **p** |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | -20,789 | -30,089 – -11,490 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -36,105 | -49,405 – -22,805 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -15,316 | -23,976 – -6,656 | **<0,001** |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | -23,316 | -32,615 – -14,016 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -36,105 | -49,405 – -22,805 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -12,789 | -21,449 – -4,130 | **0,002** |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır.p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.7.** Opere Ekstremitedeki Kuadriseps Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Değişimi

Opere ekstremitedeki hamstring kası 60°/s izokinetik pik tork analizinde grup etkisi anlamlı değildir (p=0,789). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,001). Grup × zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır (p=0,056). (Bkz. Tablo 6.21.)

**Tablo 6.21.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **4. ay** | 84,68 ± 17,73 | 83,53 ± 31,49 | | | | | | |
| **8. ay** | 95,26 ± 21,77 | 99,32 ± 33,63 | 0,072 | 0,789 | **29,465** | **<0,001*** | 3,007 | 0,056 |
| **12. ay** | 110,11 ± 28,75 | 100,58 ± 26,42 | | | | | | |

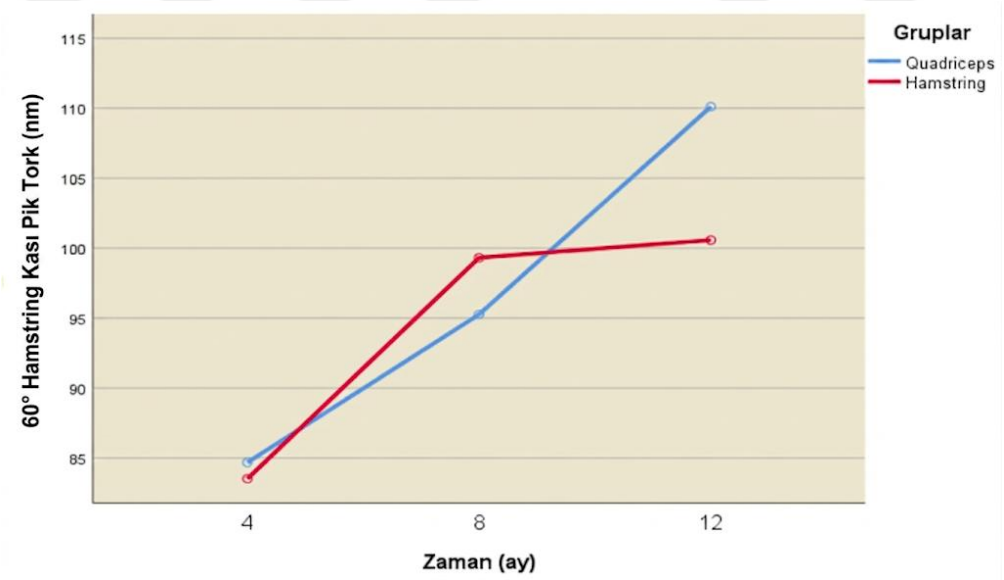
*Veriler ortalama ± standart sapma ($\bar{X}$ ± SS) olarak sunulmuştur. Analizler Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile yapılmıştır. Sferisite varsayımı ihlal edilmediğinden (Mauchly p=0,057) sferisite varsayımı sonuçları rapor edilmiştir. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Kuadriseps grubunda 4.–8. ay, 4.–12. ay ve 8.–12. ay karşılaştırmalarının tümü anlamlı bulunmuştur. Hamstring grubunda ise 4.–8. ay ve 4.–12. ay karşılaştırmaları anlamlı olup, 8.–12. ay arasındaki değişim anlamlı değildir. (Bkz Tablo 6.22. ve Şekil 6.8.)

**Tablo 6.22.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerleri İçin Zaman İçi Bonferroni Düzeltmeli İkili Karşılaştırmalar

| Grup | Karşılaştırma | Ortalama Fark | %95 GA | p |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | -10,579 | -18,352 – -2,806 | **0,005** |
| | 4. ay – 12. ay | -25,421 | -36,439 – -14,403 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -14,842 | -25,489 – -4,195 | **0,004** |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | -15,789 | -23,562 – -8,017 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -17,053 | -28,071 – -6,034 | **0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -1,263 | -11,910 – 9,383 | 1,000 |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.8.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 60°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Değişimi

Opere ekstremitedeki hamstring kası 180°/s izokinetik pik tork analizinde grup etkisi anlamlı değildir (p=0,923). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,001). Grup × zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır (p=0,213). (Bkz. Tablo 6.23.)

**Tablo 6.23.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| **4. ay** | 58,90 ± 17,13 | 57,90 ± 22,14 | 0,01 | 0,923 | **30,718** | **<0,001*** | 1,58 | 0,213 |
| **8. ay** | 68,05 ± 18,82 | 73,37 ± 25,17 | | | | | | |
| **12. ay** | 77,58 ± 19,30 | 75,05 ± 19,92 | | | | | | |

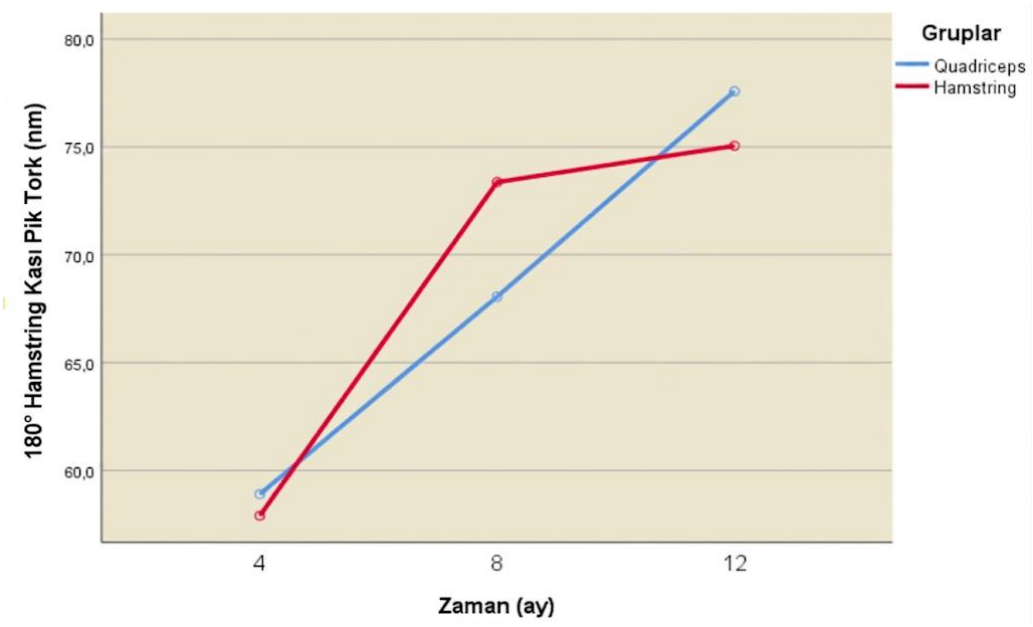
*Veriler ortalama ± standart sapma ($\bar{X} \pm SS$) olarak sunulmuştur. Analizler Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile yapılmıştır. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Kuadriseps grubunda 4.–8. ay, 4.–12. ay ve 8.–12. ay karşılaştırmalarının tümü anlamlı bulunmuştur (tüm p<0,05). Hamstring grubunda ise 4.–8. ay ve 4.–12. ay karşılaştırmaları anlamlı olup, 8.–12. ay arasındaki değişim anlamlı değildir (p=1,000). (Bkz. Tablo 6.24. ve Şekil 6.9.)

**Tablo 6.24.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Zaman İçi İkili Karşılaştırmaları

| **Grup** | **Karşılaştırma** | **Ortalama Fark** | **%95 GA** | **p** |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | -9,158 | -15,225 – -3,091 | **0,002** |
| | 4. ay – 12. ay | -18,684 | -28,432 – -8,937 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -9,526 | -18,198 – -0,855 | **0,027** |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | -15,474 | -21,541 – -9,406 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | -17,158 | -26,905 – -7,411 | **<0,001** |
| | 8. ay – 12. ay | -1,684 | -10,356 – 6,987 | 1,000 |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak yapılmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.9.** Opere Ekstremitedeki Hamstring Kası 180°/s İzokinetik Pik Tork Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Değişimi

### 6.8. Kuadriseps ve Hamstring Gruplarının Denge Değerleri Karşılaştırması

Opere ekstremitedeki diz denge değerleri (ODİ) açısından grup etkisi anlamlı değildir (p=0,769). Zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,020). Grup × zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır (p=0,117). (Bkz. Tablo 6.25.)

**Tablo 6.25.** Opere Ekstremite Diz Denge Değerlerinin Gruplara ve Zamana Göre Karşılaştırılması

| | **Kuadriseps (n=19)** | **Hamstring (n=19)** | **Gruplar (KT/HT)** | | **Zaman (4–8–12. ay)** | | **Grup×Zaman (Etkileşim)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Değişken** | **X̄ ± SS** | **X̄ ± SS** | **F** | **p** | **F** | **p** | **F** | **p** |
| 4. ay | 2,095 ± 0,910 | 1,816 ± 0,790 | | | | | | |
| 8. ay | 1,621 ± 0,564 | 1,784 ± 0,707 | 0,088 | 0,769 | 4,721 | 0,020* | 2,354 | 0,117 |
| 12. ay | 1,705 ± 0,703 | 1,632 ± 0,785 | | | | | | |

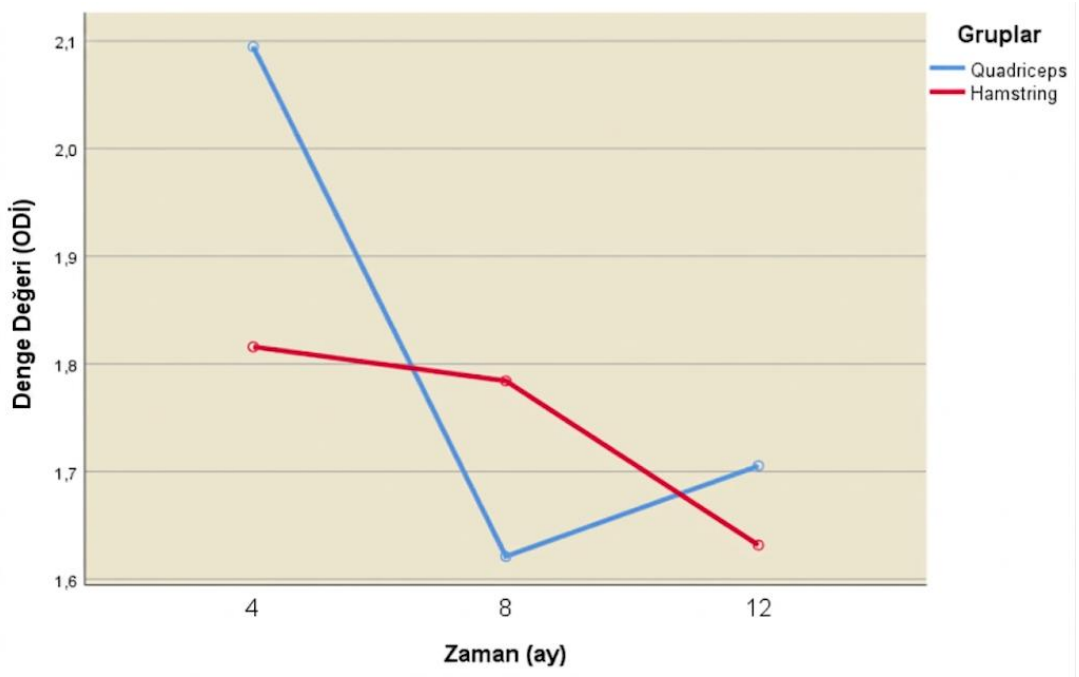
*Veriler ortalama ± standart sapma (X̄ ± SS) olarak sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma, zamana bağlı değişim ve grup × zaman etkileşimi analizleri Mixed (iki yönlü tekrarlı ölçümlü) ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sferisite varsayımı ihlal edildiğinden Greenhouse–Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*

Kuadriseps grubunda yalnızca 4.–8. ay karşılaştırması anlamlı bulunmuştur (p<0,001); diğer karşılaştırmalarda anlamlı fark saptanmamıştır. Hamstring grubunda ise hiçbir zaman aralığında anlamlı fark bulunmamıştır (tüm p>0,05). (Bkz. Tablo 6.26 ve Şekil 6.10.)

**Tablo 6.26.** Opere Ekstremite Diz Denge Değerlerinin Zaman İçinde İkili Karşılaştırılması (Bonferroni)

| Grup | Karşılaştırma | Ortalama Fark | %95 GA | p |
|---|---|---|---|---|
| **Kuadriseps** | 4. ay – 8. ay | **0,474** | 0,226 – 0,722 | **<0,001** |
| | 4. ay – 12. ay | 0,389 | -0,043 – 0,822 | 0,090 |
| | 8. ay – 12. ay | -0,084 | -0,464 – 0,296 | 1,000 |
| **Hamstring** | 4. ay – 8. ay | 0,032 | -0,217 – 0,280 | 1,000 |
| | 4. ay – 12. ay | 0,184 | -0,249 – 0,617 | 0,877 |
| | 8. ay – 12. ay | -0,153 | -0,533 – 0,227 | 0,960 |

*Veriler ortalama fark (Mean Difference) ve %95 güven aralığı (GA) olarak sunulmuştur. Zaman içi ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.*




**Şekil 6.10.** Opere Ekstremite Diz Denge Değerlerinin Zaman İçinde Gruplara Göre Değişimi

# 7. TARTIŞMA

Kuadriseps tendonu (KT) ve hamstring tendonu (HT) otogreftleri, ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonunda en çok tercih edilen greftlerdendir (85). Bu iki greftin klinik ve fonksiyonel sonuçlarını karşılaştıran birçok yayın bulunmaktadır (36,43). Ancak bu greftlerin eklem propriosepsiyonu (eklem pozisyon hissi) üzerindeki etkilerini doğrudan kıyaslayan çalışmalar oldukça sınırlıdır (86). Çalışmamızın birincil amacı, KT ve HT otogreftlerinin cerrahi sonrası proprioseptif iyileşme süreçlerini karşılaştırmak ve literatürdeki eksikliği doldurmaktır.

Çalışmamıza katılan hastaların cinsiyet, yaş ve vücut kitle indeksi (VKİ) gibi demografik verilerinin homojen olarak dağılması, olası bir demografik önyargı riskini ortadan kaldırmıştır. Çalışmamızın örneklemi, kanıt düzeyi yüksek olan çalışmaların metodolojisine benzer şekilde homojen dağılmıştır.

Çalışmamızda birincil çıktımız olan 15° propriosepsiyon ölçümlerinde KT otogrefti kullanılan hastalarda, HT grubuna kıyasla sayısal olarak daha düşük hata payları gözlenmiştir. Bu durum KT otogreftinin, proprioseptif iyileşme sürecinde HT otogreftine göre potansiyel bir avantaj sağlayabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca ameliyat sonrası erken ve orta dönemde istatistiksel olarak çok daha az VAS skoru saptanmıştır.

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında eklemin dinamik stabilitesini sağlamak, motor kontrolü yeniden kazanmak ve yeniden yaralanma (re-rüptür) riskini minimize etmek için proprioseptif iyileşme çok önemlidir (87,88). Çalışmamızda, 15° hedef açıda yapılan propriosepsiyon ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,086). Ancak KT grubunda hata değerlerinin HT grubuna kıyasla tüm zaman dilimlerinde sayısal olarak daha düşük olduğu görülmüştür. Örneğin 4. ay propriosepsiyon ölçümlerinde KT grubunun ortalama hata payı 3,71° iken, HT grubunda bu değer 5,04° olarak saptanmıştır. Benzer şekilde 12. ayın sonunda KT grubu hata payını 2,57°'ye kadar düşürürken, HT grubu 4,07°'de kalmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da KT greftinin proprioseptif duyuyu geri kazanmada HT greftine göre klinik bir avantaja sahip olabileceği düşündürtmektedir.

Çalışmamızda saptadığımız bu klinik üstünlük eğilimi, kuadriseps tendonunun anatomik ve nörohistolojik özellikleriyle açıklanabilir. Kuadriseps tendonu hamstring tendonlarına göre

daha geniş bir kesit alanına ve hacme sahiptir (41,89). Literatürde doğrudan kuadriseps tendonunun mekanoreseptör yoğunluğunu bildiren spesifik çalışmalar kısıtlıdır. Ancak bazı çalışmalarda patellar tendonun insersiyo bölgesinde mekanoreseptörler içerdiği gösterilmiştir (90). Alınan otogreftte, kuadriseps tendonunun geniş insersiyo alanı ve kalın yapısı dolayısıyla zengin mekanoreseptör ağı olabilir. Çalışmamızda KT grubunda saptadığımız sayısal olarak daha iyi proprioseptif hata payları, kuadriseps tendonunun bu histolojik avantajının klinik bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Ayrıca çalışmamızda ölçülmüş olan 45° ve 75° propriosepsiyon sonuçlarında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki grupta da zamanla proprioseptif hata miktarlarının azalma eğilimi göstermiştir. Bu da ÖÇB rekonstrüksiyonu geçiren hastaların zamanla iyileştiğini belirten çalışmaları desteklemektedir (91). Çalışmamızda saptadığımız bu eğilimin istatistiksel anlamlılığa ulaşamamasının temel nedeni (Tip II hata riski), örneklem büyüklüğümüzün (n=38) bu spesifik parametredeki farkı yakalamak için yetersiz kalması olabilir. Bu parametre özelinde planlanacak ileri çalışmalarda yapılacak güç analizi ile daha geniş örneklem büyüklüklerinin belirlenmesi, olası farkların istatistiksel olarak ortaya konmasını kolaylaştıracaktır. Nitekim literatürde propriosepsiyon gibi hassas nöromüsküler ölçümlerin yüksek dağılım gösterdiği ve daha geniş çalışmalara ihtiyaç duyduğu bilinmektedir (92). KT'nin bu proprioseptif avantajının istatistiksel olarak anlamlı saptanabilmesi için gelecekte daha geniş serilerle yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Tek bacak denge testi, nöromusküler kontrol hakkında bilgi vermede önemlidir (93). Tek bacak dinamik denge parametresi sonuçlarına bakıldığında, kuadriseps ve hamstring otogrefti uygulanan hasta grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,769). Ayrıca her iki grupta da denge değerleri, ameliyat sonrası 4., 8. ve 12. aylardaki ölçümlerde zaman içinde anlamlı düzeyde iyileştiği görülmüştür (p=0,020). Denge; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerin birlikte rol aldığı bir beceridir (94). Propriosepsiyon ölçümlerinde KT lehine gördüğümüz klinik üstünlük eğilimi, denge skorlarında KT lehine istatistiksel farka dönüşmemiştir. Bu duruma; denge becerisinin sadece ÖÇB içindeki mekanoreseptörler ile değil, farklı sistemlerin farklı düzeyde katkı vermesi ile oluşan bir fonksiyon olması olabilir (80).

Denge sonuçlarındaki zamana bağlı değişim sürecine bakıldığında ilginç bulgular saptanmıştır. HT grubu daha düzenli ve dengeli bir şekilde iyileşirken KT grubunda 4. Aydan 8. aya geçerken istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı (p<0,001) ve hızlı bir iyileşme saptanmıştır. KT grubunda eklem hareket açıklığındaki benzer iyileşme süreci de düşünüldüğünde bu iki klinik değerin birbirini pozitif etkilemiş olması muhtemeldir.

Çalışmamızın en belirgin ve istatistiksel olarak en güçlü bulgusu, ameliyat sonrası ağrı VAS skorlarında ortaya çıkmıştır. Karma (Mixed) ANOVA analizi sonucunda, Hamstring otogrefti uygulanan hastaların genel VAS skorlarının, kuadriseps otogrefti uygulanan hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek saptanmıştır (p=0,025). Her iki grupta da ağrı zamanla azalma eğilimi gösterse de grup-zaman etkileşimi analizinde iki greftin ağrısızlık sürecine geçiş süreçlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür (p=0,013). Özellikle ameliyat sonrası 4. ve 8. aylarda KT grubunda elde edilen anlamlı derecede düşük ağrı skorları (KT grubunda sırasıyla 1,26 ve 0,79; HT grubuna ise 2,47 ve 1,68) erken dönem rehabilitasyonun daha konforlu ve etkili bir şekilde sürdürülmesine, ağrıya bağlı kas inhibisyonunun daha az yaşanmasına olanak tanıyabilir. Bu da hasta konforunda belirgin bir üstünlük sağlayacaktır. Bu durum, KT greftinin özellikle erken dönem rehabilitasyon sürecinde, ağrı kaynaklı kas inhibisyonlarını azaltmada klinik olarak anlamlı bir üstünlük sağladığını göstermektedir. Elde ettiğimiz bu düşük ameliyat sonrası ağrı bulgusu, literatürdeki güncel KT ve HT karşılaştırmalı yayınların sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir (95). KT grubunda saptanan istatistiksel olarak anlamlı düşük VAS skorları, litetatürdeki düşük donör alan morbiditesi görüşlerini desteklemektedir.

HT grefti alındıktan sonra gözlemlenen yüksek ağrı skorlarının temel sebebinin donör alan komşuluk anatomisi olduğu düşünülmektedir. Safen sinirin infrapatellar dalında meydana gelen hasar veya traksiyon nöropatisi sık karşılaşılan bir durumdur. Pes anserinus bölgesinden Gracilis ve Semitendinosus tendonları alınmasının bu duruma neden olduğu bilinmektedir (42). Bu nörolojik hasar, hastalarda inatçı ön diz ağrısına, lokal hiperesteziye ve diz çökme zorluğuna neden olan iyi bilinen bir komplikasyondur (96,97). Buna karşın, KT greftinin alındığı suprapatellar bölge, olası sinir yaralanması açısından daha güvenli cerrahi alan sunmaktadır (35). Çalışmamızda KT grubunda elde edilen ve istatistiksel olarak anlamlı olan düşük VAS skorları, literatürdeki düşük morbidite teorilerini net bir şekilde desteklemektedir. Bununla birlikte çalışmamızda spesifik bir nörolojik değerlendirme yapılmamış olup, bu yorum literatürde tanımlanmış mekanizmalara dayanmaktadır.

Çalışmamızda, hastaların ameliyat sonrası fonksiyonel durumlarını değerlendiren Lysholm diz skorları incelendiğinde, her iki grupta da zaman içinde istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bir artış saptanmıştır (p<0,001). Fakat, KT ve HT greft grupları arasında genel Lysholm skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0,175). Klinik eşdeğerlik bulgusu, opere diz laksisite ölçümlerinde (15 P ve 20 P) de kendini göstermiş olup

gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (sırasıyla p=0,563 ve p=0,531). Zamana bağlı laksite artışı olmaması iki greft türünün de stabiliteyi devam ettirmede benzer başarılarda olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, KT otogreftinin, uzun yıllar altın standart olarak kabul edilen HT otogrefti ile klinik olarak eşdeğer düzeyde fonksiyonel iyileşme ve mekanik stabilite sağladığını göstermektedir. Çalışmamızın saptadığı bu sonuçlar, literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (43).

ÖÇB rekonstrüksiyonunda KT grefti kullanımına yönelik en yaygın endişelerden biri, kuadriseps kas gücünde kalıcı bir zayıflık gelişme ihtimalidir (98). Bu çalışmanın bulguları, 12 aylık takip süresinde KT grefti kullanımının ek bir kalıcı kuadriseps pik tork kaybına yol açmadığını göstermektedir. Hem 60°/sn hem de 180°/sn açısal hızlarda yapılan opere bacak kuadriseps kas pik torku ölçümlerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (sırasıyla p=0,749 ve p=0,549). Ayrıca, her iki grupta da kuadriseps kas pik torku 4. aydan 12. aya kadar düzenli ve anlamlı bir şekilde artış göstermiştir (p<0,001). Bu durum, KT greftinin diz ekstansör gücünde HT grubuna kıyasla ek bir zayıflık göstermediğini düşündürmektedir. Opere ekstremitede hamstring kas pik torku (60°/sn ve 180°/sn) ölçümlerinde de gruplar arasında anlamlı fark saptanmamış (sırasıyla p=0,789 ve p=0,923) olup, her iki grupta da uygun rehabilitasyon protokolü ile zaman içinde benzer oranlarda anlamlı pik tork artışı elde edilmiştir (p<0,001). Literatürde, greft alınan kas gruplarında kas pik tork seviyelerinde zayıflık geliştiği bilinmektedir. Çalışmamızdaki 12. ayda oluşan benzer kas pik tork sonuçları, uzun dönemde iki greftin de benzer kas pik tork seviyesine ulaştığını gösteren çalışmaları desteklemektedir. Bu sonuçlar, KT'nin ekstansör pik torkunda kalıcı bir hasar bırakmadan güvenle tercih edilebileceğini desteklemektedir (99).

Eklem hareket açıklığı sonuçlarında her iki grup da iyileşme göstermiş ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar literatürle uyumludur (71). Çalışmamızda, her iki greft grubunun aktif diz fleksiyon eklem hareket açıklığı değerlerinde genel olarak ve zaman içinde benzer bir iyileşme izlenirken opere diz aktif ekstansiyon açısında grup-zaman etkileşimi saptanmıştır (p=0,044). Genel ekstansiyon düzeyi açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark bulunmamasına rağmen (p=0,369) iyileşmenin zamana bağlı değişimi greft tipleri arasında farklılık göstermiştir. Hamstring grubundaki hastalar 4. ayda daha yüksek ekstansiyon kaybı ile başlarken, her iki grup da 8. ve 12. aylardaki ölçümlerinde benzer ekstansiyon değerlerine ulaşmıştır. Literatürde, ekstansör mekanizmadan alınan greftlerde erken dönemde daha fazla ekstansiyon kaybı görülebileceğinden bahsetse de çalışmamızda tam tersi bir sonuç çıkmıştır

(43,100). Ancak 8. aydan itibaren KT grubunun gösterdiği hızlı toparlanma ile gruplar arasındaki fark kapanmıştır.

Ayrıca, greft yetmezliği veya majör komplikasyonların 12 aylık takip süresince hiçbir hastada görülmemiştir. Bu durum primer ÖÇB rekonstrüksiyonunda her iki greft tipinin de güvenilir birer seçenek olduğunu desteklemektedir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, çalışmanın planlanan süresi içinde dahil etme kriterlerini karşılayan ve 12 aylık takiplere düzenli katılım sağlayabilen hasta sayısı kısıtlı kalmıştır. Bu nedenle, başlangıçtaki güç analizinde hedeflenen 50 sayısına ulaşılamamış ve çalışmamız her grupta 19 olmak üzere toplam 38 hasta ile tamamlanmıştır. Örneklem büyüklüğünün sınırlı kalması, propriosepsiyon gibi bazı parametrelerde gözlemlediğimiz klinik iyileşme eğilimlerinin istatistiksel anlamlılığa (Tip II hata) ulaşmasını engellemiş olabilir. Ancak, bu örneklem büyüklüğüne rağmen ameliyat sonrası ağrı VAS skorlarında ($p=0,025$) gruplar arası anlamlı bir üstünlük saptanabilmesi, KT grubunda ameliyat sonrası ağrı düzeylerinin daha düşük bulunması, literatürde bildirilen daha düşük donör alan morbiditesi ile uyumlu bir bulgu olarak değerlendirilebilir. İkinci kısıtlılık ise takip süremizin 12 ay ile sınırlı olmasıdır. Proprioseptif duyudaki bu iyileşme eğiliminin, uzun dönemdeki re-rüptür veya osteoartrit gelişim oranlarına etkisini değerlendirmek için daha uzun takipli çalışmalara ihtiyaç vardır. Cerrahi işlemler standart artroskopik tekniklere uygun olarak gerçekleştirilmiş olmakla birlikte, işlemlerin farklı merkezlerde yapılmış olması nedeniyle cerrah deneyimi, cerrahi teknik, tünel yerleşimi ve greft fiksasyonu açısından farklılıklar bulunabilir. Benzer şekilde, standart bir rehabilitasyon protokolü uygulanmış olsa da hasta uyumunun tam olarak kontrol edilememesi söz konusudur. Çalışmamızın bir diğer kısıtlılığı ise hastalara eşlik eden minör eklem içi patolojilerin sonuçlar üzerindeki potansiyel etkisidir. Her ne kadar Evre 3 menisküs, kıkırdak ve kollateral bağ yaralanmaları çalışma dışında bırakılmış olsa da, daha düşük evreli ek patolojiler hastalarda mevcut olabilmektedir. Bu durumun, özellikle VAS skorları ve proprioseptif iyileşme süreci üzerinde potansiyel bir karıştırıcı etki yaratma ihtimali bulunmaktadır.

Sonuç olarak; ÖÇB rekonstrüksiyonu sonucunda mekanik stabilite, fonksiyonel skorlar ve izokinetik kas pik tork açısından KT otogrefti ve HT otogrefti benzer ve güvenilir sonuçlar vermektedir. KT otogrefti ameliyat sonrası erken dönemde daha düşük ağrı ile seyretmiş ve proprioseptif iyileşmede klinik olarak avantajlı bir eğilim göstermiştir. Bu bulgular özellikle erken dönem ağrı kontrolünün klinik öncelik taşıdığı olgularda KT otogreftinin rasyonel bir

tercih olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte uzun dönem proprioseptif sonuçların ve yeniden yaralanma oranlarının belirlenebilmesi için daha geniş örneklemli ve uzun takipli çalışmalara ihtiyaç vardır.

# 8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kuadriseps tendonu (KT) ve hamstring tendonu (HT) otogreftleri ile Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu uygulanan hastaların klinik, fonksiyonel ve proprioseptif süreçleri prospektif olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına ve literatür verilerine dayanarak şu çıkarımlara varılmıştır:

- ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında KT otogrefti ve HT otogrefti; mekanik stabilite (laksite), fonksiyonel skorlar (Lysholm) ve izokinetik kas pik torku ve denge geri kazanımı açısından birbirine benzer ve güvenilir sonuçlar vermektedir. KT kullanımının 12 aylık takip süresince ekstansör sistemde kalıcı bir zayıflık lehine bulgu saptanmamıştır.
- Çalışmamızın en güçlü bulgusu olarak; KT otogrefti kullanılan hastalarda, ameliyat sonrası erken dönemde donör alan morbiditesi (VAS Skoru) belirgin şekilde daha düşük saptanmıştır. Bu durum, greft alım bölgesinin safen sinir dallarından uzak olmasının bir avantajıdır.
- Birincil çıktımız olan propriosepsiyon değerlendirmesinde, istatistiksel anlamlılığa ulaşılamasa da KT otogrefti lehine daha yüksek potansiyelde bir klinik iyileşme eğilimi gözlenmiştir.

**Öneri 1:** Elde edilen bulgular ışığında, özellikle hızlı rehabilitasyon hedeflenen, erken dönem ağrı kontrolünün zor olduğu veya ameliyat sonrası yüksek hasta konforu istenen vakalarda KT otogrefti birinci seçenek olarak değerlendirilmelidir.

**Öneri 2:** KT'nin proprioseptif iyileşme üzerindeki potansiyel üstünlüğünün ve bunun uzun dönemdeki re-rüptür ile osteoartrit gelişim oranlarına olan etkisinin daha net ortaya konulması gerekmektedir. Bu nedenle daha geniş hasta gruplarını içeren ve uzun dönem takipli çok merkezli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## 9. KAYNAKLAR


1. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Krych AJ. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. American Journal of Sports Medicine. 2016; 44: 1502-1507.
2. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, Demaio M, ve ark. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II Meeting, January 2005. American Journal of Sports Medicine. 2006; 34: 1512-1532.
3. Mather RC 3rd, Koenig L, Kocher MS, Dall TM, Gallo P, Scott DJ, ve ark. Societal and economic impact of anterior cruciate ligament tears. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 2013; 95: 1751-1759.
4. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. American Journal of Sports Medicine. 2006; 34: 299-311.
5. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. Clinical Journal of Sport Medicine. 2012; 22: 349-355.
6. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. American Journal of Sports Medicine. 2007; 35: 1756-1769.
7. Janssen RPA, du Mée AWF, van Valkenburg J, Sala HAGM, Tseng CM. Anterior cruciate ligament reconstruction with 4-strand hamstring autograft and accelerated rehabilitation: a 10-year prospective study on clinical results, knee osteoarthritis and its predictors. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2013; 21: 1977-1988.
8. Ajuied A, Wong F, Smith C, Norris M, Earnshaw P, Back D, ve ark. Anterior Cruciate Ligament Injury and Radiologic Progression of Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-analysis. American Journal of Sports Medicine. 2014; 42: 2242-2252.
9. Barenius B, Ponzer S, Shalabi A, Bujak R, Eriksson K. Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. American Journal of Sports Medicine. 2014; 42: 1049-1057.
10. Galway HR, MacIntosh DL. The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1980; 147: 45-50.
11. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2006; 36: 267-288.
12. Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. New England Journal of Medicine. 2008; 359: 2135-2142.
13. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE ve ark. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. American Journal of Sports Medicine. 2005; 33: 1579-1602.
14. Samuelsen BT, Webster KE, Johnson NR, Krych AJ, Hewett TE. Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft

Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2017; 475: 2459-2468.

15. West RV, Harner CD. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2005; 13: 197-207.
16. Spindler KP, Kuhn JE, Freedman KB. Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. American Journal of Sports Medicine. 2004; 32: 1986-1995.
17. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR Jr. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. American Journal of Sports Medicine. 2003; 31: 2-11.
18. Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pincus DG. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2001; 17: 248-257.
19. Lezak BA, Mercer NP, Chen L, Lashgari A, Jazrawi L, Egol K. Incidence and patient-reported outcomes of patella fractures following bone-patellar tendon-bone autograft anterior cruciate ligament reconstruction: a propensity-matched Cohort analysis. European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology. 2025; 35: 1-10.
20. Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, Bartlett RJ. Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 1999; 7: 138-145.
21. Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autografts. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2005; 21: 791-803.
22. Tadokoro K, Matsui N, Yagi M, Kuroda R, Kurosaka M, Yoshiya S. Evaluation of hamstring strength and tendon regrowth after harvesting for anterior cruciate ligament reconstruction. American Journal of Sports Medicine. 2004; 32: 1644-1650.
23. Hurley ET, Calvo-Gurian D, Withers D, Farrington SK, Moran R ve ark. Quadriceps Tendon Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2018; 34: 1690-1698.
24. Geib TM, Shelton WR, Phelps RA, Clark L. Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps tendon autograft: intermediate-term outcome. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2009; 25: 1408-1414.
25. Lund B, Nielsen T, Fauno P, Christiansen SE, Lind M. Is quadriceps tendon a better graft choice than patellar tendon? A prospective randomized study. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2014; 30: 593-598.
26. Runer A, Wierer G, Herbst E, Hepperger C, Herbort M, Gföller P, ve ark. There is no difference between quadriceps- and hamstring tendon autografts in primary anterior cruciate ligament reconstruction: a 2-year patient-reported outcome study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2018; 26: 605-614.
27. Nuelle CW, Shubert D, Leary E, Pringle LC. Two-Dimensional Magnetic Resonance Imaging in Preparation for Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Demonstrates Quadriceps Tendon Is Thicker Than Patellar Tendon. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation. 2023; 5: 783-791.
28. Harris NL, Smith DA, Lamoreaux L, Purnell M. Central quadriceps tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: Morphometric and biomechanical evaluation. American Journal of Sports Medicine. 1997; 25: 23-28.

29. Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 1987; 69: 243-247.

30. Zimny ML, Schutte M, Dabezies E. Mechanoreceptors in the human anterior cruciate ligament. Anatomical Record. 1986; 214: 204-209.

31. Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, Paterno MV, Ford KR, Otten E, ve ark. Proprioceptive deficits after ACL injury: are they clinically relevant? British Journal of Sports Medicine. 2012; 46: 180-192.

32. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. American Journal of Sports Medicine. 1997; 25: 130-137.

33. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2011; 27: 1697-1705.

34. Thomeé R, Kaplan Y, Kvist J, Myklebust G, Risberg MA, Theisen D, ve ark. Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2011; 19: 1798-1805.

35. Slone HS, Romine SE, Premkumar A, Xerogeanes JW. Quadriceps Tendon Autograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comprehensive Review of Current Literature and Systematic Review of Clinical Results. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2015; 31: 541-554.

36. Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. American Journal of Sports Medicine. 2019; 47: 3531-3540.

37. Markolf KL, Mensch JS, Amstutz HC. Stiffness and laxity of the knee--the contributions of the supporting structures. A quantitative in vitro study. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 1976; 58: 583-594.

38. Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 1980; 62: 259-270.

39. Iriuchishima T, Ryu K, Aizawa S, Fu FH. Proportional Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Footprint Size and Knee Bony Morphology. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2015; 31: 464-472.

40. Hadjicostas PT, Soucacos PN, Berger I, Koleganova N, Paessler HH. Comparative Analysis of the Morphologic Structure of Quadriceps and Patellar Tendon: A Descriptive Laboratory Study. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2007; 23: 744-750.

41. Mehran N, Damodar D, Yang JS. Quadriceps Tendon Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2020; 28: 45-52.

42. Dai W, Leng X, Wang J, Zhou C, Cheng S, Zhang X, ve ark. Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. American Journal of Sports Medicine. 2022; 50: 3425-3439.

43. Cavaignac E, Coulin B, Tscholl P, Fatmy NNM, Duthon V, Menetrey J. Is Quadriceps Tendon Autograft a Better Choice Than Hamstring Autograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Comparative Study with a Mean Follow-up of 3.6 Years. American Journal of Sports Medicine. 2017; 45: 1326-1332.

44. Johansson H, Sjolander P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1991; 268: 161-178.

45. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 1999; 15: 741-749.

46. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1975; 106: 216-231.

47. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2006; 14: 982-992.

48. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2007; 454: 35-47.

49. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements. Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. 1991; 73: 260-267.

50. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. Journal of Athletic Training. 2002; 37: 71-79.

51. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoke K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament. Journal of Orthopaedic Science. 2002; 7: 277-280.

52. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. American Journal of Sports Medicine. 1982; 10: 329-335.

53. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 1984; 66: 1072-1076.

54. Dhillon MS, Bali K, Vasistha RK. Immunohistological evaluation of proprioceptive potential of the residual stump of injured anterior cruciate ligaments (ACL). International Orthopaedics. 2010; 34: 737-741.

55. Ochi M, Iwasa J, Uchio Y, Adachi N, Sumen Y. The regeneration of sensory neurones in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. 1999; 81: 902-906.

56. Boden BP, Dean CS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics. 2000; 23: 573-578.

57. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. American Journal of Sports Medicine. 2004; 32: 1002-1012.

58. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. Journal of Athletic Training. 2008; 43: 396-408.

59. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. American Journal of Sports Medicine. 2005; 33: 524-530.

60. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. Journal of athletic training. 2007

61. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. American Journal of Sports Medicine. 1995; 23: 694-701.

62. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, ve ark. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. American Journal of Sports Medicine. 2005; 33: 492-501.

63. Beard DJ, Kyberd PJ, Fergusson CM, Dodd CAF. Proprioception after rupture of the anterior cruciate ligament. An objective indication of the need for surgery? Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. 1993; 75: 311-315.

64. Feagin JA, Curl WW. Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study. American Journal of Sports Medicine. 1976; 4: 95-100.

65. Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A, Strand T. A prospective, randomized study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. American Journal of Sports Medicine. 1990; 18: 585-590.

66. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. American Journal of Sports Medicine. 1990; 18: 292-299.

67. Runer A, Wierer G, Herbst E, Hepperger C, Herbort M, Gföller P, ve ark. There is no difference in clinical outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon autograft versus hamstring tendon autograft. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2018; 34: 2977-2987.

68. Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RG. Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. International Journal of Sports Medicine. 1997; 18: 113-117.

69. Turati M, Benedettini E, Sugimoto D, Crippa M, Alessandro C, Bacchin V, ve ark. Quadriceps and hamstring muscles strength differences in adolescent and adult recreational athletes 6 months after autograft bone–patellar-tendon–bone anterior cruciate ligament reconstruction: A retrospective study. The Knee. 2025; 54: 9-18.

70. Pigozzi F, Di Salvo V, Parisi A, Fagnani F, Giombini A, Magini W, Franceschi F, Denaro E. Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: quadriceps tendon versus patellar tendon. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2004; 44: 288-293.

71. Ebert JR, Calvert ND, Radic R. A Prospective Randomized Controlled Trial Investigating Quadriceps Versus Hamstring Tendon Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. American Journal of Sports Medicine. 2024; 52: 660-669.

72. Risberg MA, Beynnon BD, Peura GD, Uh BS. Proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction with and without bracing. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 1999; 7: 303-309.

73. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. American Journal of Sports Medicine. 1989; 17: 1-6.

74. Relph N, Herrington L, Tyson S. The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. Physiotherapy. 2014; 100: 187-195.

75. Fremerey RW, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M, Bosch U, Tscherne H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the

anterior cruciate ligament. Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. 2000; 82: 801-806.

76. Reider B, Arcand MA, Diehl LH, Mroczek K, Abulencia A, Stroud CC, ve ark. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2003; 19: 2-12.

77. Ma X, Lu L, Zhou Z, Sun W, Chen Y, Dai G, ve ark. Correlations of strength, proprioception, and tactile sensation to return-to-sports readiness among patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Frontiers in Physiology. 2022; 13: 1046141.

78. Büyükafşar E, Başar S, Kanatlı U. Proprioception following the Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Tibialis Anterior Tendon Allograft. Journal of Knee Surgery. 2020; 33: 722-727.

79. Al-Dadah O, Shepstone L, Donell ST. Proprioception Analysis following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using Stabilometry: A Prospective, Longitudinal Study. Revista Brasileira de Ortopedia. 2023; 58: 417-427.

80. Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of Balance Measures Produced by the Biodex Stability System. Journal of Athletic Training. 1998; 33: 323-327.

81. Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. Pain. 1983; 17: 45-56.

82. Celik D, Coskunsu D, Kilicoglu O. Translation and cultural adaptation of the Turkish Lysholm knee scale: ease of use, validity, and reliability. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2013; 471: 2602-2610.

83. Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett W, Hawkins RJ ve ark. Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee scale for various chondral disorders of the knee. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 2004; 86: 1139-1145.

84. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1985; 198: 43-49.

85. Tan TK, Subramaniam AG, Ebert JR, Radic R. Quadriceps Tendon Versus Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. American Journal of Sports Medicine. 2022; 50: 3974-3986.

86. Guney-Deniz H, Harput G, Kaya D, Nyland J, Doral MN. Quadriceps tendon autograft ACL reconstructed subjects overshoot target knee extension angle during active proprioception testing. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2020; 28: 645-652.

87. Montalvo AM, Schneider DK, Yut L, Webster KE, Beynnon B, Kocher MS, ve ark. "What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine. 2019; 53: 1003-1012.

88. Grooms DR, Page SJ, Nichols-Larsen DS, Chaudhari AMW, White SE, Onate JA. Neuroplasticity Associated With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2017; 47: 180-189.

89. Ashford WB, Kelly TH, Chapin RW, Xerogeanes JW, Slone HS. Predicted quadriceps vs. quadrupled hamstring tendon graft size using 3-dimensional MRI. The Knee. 2018; 25: 1100-1106.

90. Çabuk H, Kuşku Çabuk F. Mechanoreceptors of the ligaments and tendons around the knee. Clinical Anatomy. 2016; 29: 789-795.

91. Zhao Y, Chen Z, Li L, Wu X, Li W. Changes in proprioception at different time points following anterior cruciate ligament injury or reconstruction. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2023; 18: 547.

92. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. Journal of Sport and Health Science. 2015; 5: 80-90.

93. Tao H, Husher A, Schneider Z, Strand S, Ness B. The relationship between single leg balance and isometric ankle and hip strength in a healthy population. International Journal of Sports Physical Therapy. 2020; 15: 712-721.

94. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. Journal of Neurophysiology. 2002; 88: 1097-1118.

95. Yadav AK, Sharma A, Paul N, Bhakhar A, Sarkar B, Azam MQ. Quadriceps versus hamstrings autograft in anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized control trial. European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology. 2025; 35: 1-10.

96. Mousavi H, Mohammadi M, Aghdam HA. Injury to the Infrapatellar Branch of the Saphenous Nerve during ACL Reconstruction with Hamstring Tendon Autograft: A Comparison between Oblique and Vertical Incisions. Archives of Bone and Joint Surgery. 2018; 6: 52-57.

97. Ruffilli A, De Fine M, Traina F, Pilla F, Fenga D, Faldini C. Saphenous nerve injury during hamstring tendons harvest: Does the incision matter? A systematic review. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2017; 25: 3140-3145.

98. Martin-Alguacil JL, Arroyo-Morales M, Martín-Gomez JL, Monje-Cabrera IM, Abellán-Guillén JF, Esparza-Ros F, ve ark. Strength recovery after anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon versus hamstring tendon autografts in soccer players: A randomized controlled trial. The Knee. 2018; 25: 704-714.

99. Herbawi F, Lozano-Lozano M, Lopez-Garzon M, Postigo-Martin P, Ortiz-Comino L, Martin-Alguacil JL, ve ark. A Systematic Review and Meta-Analysis of Strength Recovery Measured by Isokinetic Dynamometer Technology after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Quadriceps Tendon Autografts vs. Hamstring Tendon Autografts or Patellar Tendon Autografts. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022; 19: 6764.

100. Shaieb MD, Kan DM, Chang SK, Marumoto JM, Richardson AB. A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. American Journal of Sports Medicine. 2002; 30: 214-220.