



## Tavşan diz eklemi insan elinin metakarpofalangeal ve interfalangeal eklemleri için uygun bir model midir?

Nazım KARALEZLİ,\* Savaş S. DURDURAN,# Tunç C. OGÜN,\* İsmihan İlknur UYSAL,†  
Nadire ÜNVER DOĞAN,‡ Mehmet ÖZ§

\*Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;

#Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü;

†Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı;

‡Selçuk Üniversitesi Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Merkezi

**Amaç:** Bu çalışmada, insan elindeki interfalangeal ve metakarpofalangeal eklemler için küçük eklem modeli olarak tavşan diz eklemine uygunluğunun incelenmesi amaçlandı.

**Çalışma planı:** Farklı insan kadavradan 42 metakarpalin distal eklem yüzey alanı, 90 proksimal falanksın distal ve proksimal eklem yüzey alanı ve 47 orta falanksın proksimal eklem yüzey alanı ile 10 Yeni Zelanda beyaz tavşanının 20 dizinin proksimal tibia ve distal femur eklem yüzey alanları fotogrametrik yöntemle hesaplandı ve karşılaştırıldı.

**Sonuçlar:** Tavşan dizi proksimal tibia eklem yüzey alanı ortalaması, orta falanksın proksimal eklem yüzey alanından, proksimal falanksın distal eklem yüzey alanından, proksimal falanksın proksimal eklem yüzey alanından ve metakarpalin distal eklem yüzey alanından daha büyüktü. Tavşan femur distal eklem yüzey alanı ortalaması orta falanksınkinden daha büyük iken, proksimal falanksın proksimal, metakarpalin distal ve proksimal falanksın distal eklem yüzey alanına benzerdi.

**Çıkarımlar:** Sonuç olarak, tavşan diz eklemi ile insan elinin MP ve İP eklemleri arasında uyum bulunamamıştır. İnsan elindeki küçük eklemler için uygun bir hayvan modeli ihtiyacı devam etmektedir.

**Anahtar sözcükler:** El; hayvan modeli; interfalangeal eklem; metakarpofalangeal eklem; tavşan dizi.

El parmak eklemlerindeki kırık veya diğer eklem içi patolojilerin neden olduğu deformiteler veya eklem sertlikleri önemli fonksiyonel ve kozmetik problemlere neden olurlar. Bu durumda eklemlerin artrodezleri ve artroplastileri en çok tercih edilen düzeltici işlemlerdir. Parmak eklem artrodezi için birçok tespit tekniği tarif edilmiştir<sup>[1-6]</sup> ve parmak eklem artroplastisi için birçok malzeme kullanılmaktadır.<sup>[7-11]</sup> Daha iyi teknik ve materyaller için çalışmalar devam etmekte ise de asıl büyük problem uygun bir hayvan modelinin olmayışıdır. İnterfalangeal (İP) ve meta-

karporfalangeal (MP) eklem artrodezi için tavşan humeroulnar eklemi kullanılmıştır.<sup>[2]</sup> Parmak implantları için in vivo tavşan diz modelini ilk defa Minami-kawa ve ark.<sup>[12]</sup> 1994'te kullanmışlardır. Tavşan dizi menteşe tipi eklem olmasına ve menisküse ilave olarak ön ve arka çapraz bağları içermesine rağmen kemik morfolojisi insan proksimal İP eklemine benzerdir ve bu yüzden birçok araştırmacı tarafından İP artrodez ve artroplastileri için iyi bir model olarak önerilmektedir.<sup>[7]</sup>

Aslında eklem morfolojisi olarak ele alındığında MP, İP ve tavşan diz eklemleri sırasıyla elipsoid, tek eksenli menteşe ve ginglimus tipi eklemlerdir ve bu eklemler arasında farklar vardır.

Bu çalışmanın amacı tavşan diz eklemine insan eli MP ve İP eklemleri ile karşılaştırarak eklem yüzey alanları arasındaki benzerlikleri saptamaktır.

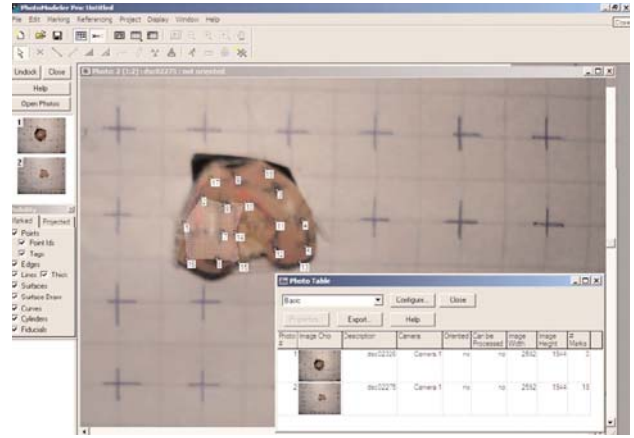
## Gereç ve yöntem

Çalışma, Selçuk Üniversitesi Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde, Merkez Deney Hayvanları Etik Kurulu onayı ile yapılmıştır (Onay tarihi ve numarası: 10/02/2006, 2006/03). Çalışmada, bu merkez tarafından sağlanan 6 aylık Yeni Zelanda tavşanları kullanılmıştır. Ötenazi yöntemi olarak yüksek doz anestezi uygulanmıştır.

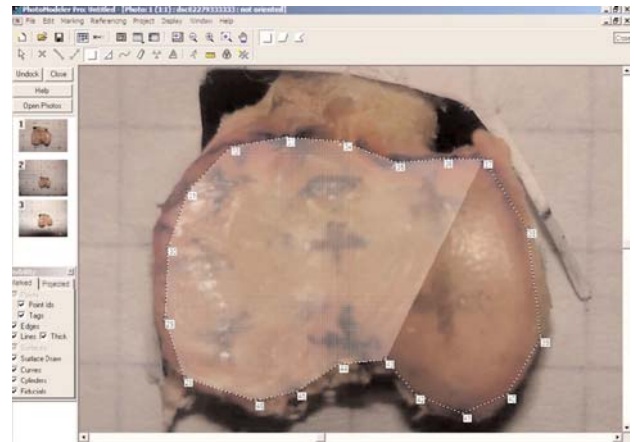
Farklı insan kadavralarının 42 metakarpal kemiğin distal eklem yüzey alanları, 90 proksimal falanksın distal ve proksimal eklem yüzey alanı ve 47 orta falanksın proksimal eklem yüzey alanı ile 10 Yeni Zelanda beyaz tavşanının 20 dizinin proksimal tibia ve distal femurun eklem yüzey alanları fotogrametrik yöntemle hesaplandı.

Bu eklemlerin yüzey alanlarını fotogrametrik yöntemle hesaplamak için eklem yüzeyine belirli aralıklar ile kontrol noktaları konuldu (Şekil 1). En uygun iki noktanın arasındaki mesafe temel alındı ve bu temel değer bilgisayar ortamında daha sonra yapılacak ölçümler için referans olarak kullanıldı. Fotoğrafların çekildiği 5.1 megapiksel çözünürlüklü Sony DSC-W5 dijital kameranın lens hatalarını gidermek için PhotoModeler 4.0 yazılım kullanılarak kalibrasyonu yapıldı. Sonra en az %60 süperpozisyonunda dijital olarak çekilen fotoğraflar bilgisayar ortamına atıldı ve daha önce işaretlenmiş noktalar yardımı ile PhotoModeler 4.0 yazılım kullanılarak üç boyutlu eklem yüzey modelleri oluşturuldu (Şekil 2). Model, temel değerler kullanılarak gerçek boyutlarına getirildi. Bilgisayar modeli Data Değişim Modeline (*Data Exchange Format, DXF*) dönüştürüldü ve eklem yüzey alanları DXF dosyaları, Netcad 5.0 yazılımında açılarak ölçüldü.

Grupların istatistiksel karşılaştırmaları parametrik bağımsız t-test ile yapıldı. İstatistiksel anlamlılık sınırı  $p < 0.001$  olarak kabul edildi.



Şekil 1. PhotoModeler yazılımı ile eklem yüzeylerinin işaretlenmesi.



Şekil 2. PhotoModeler yazılımı ile eklem yüzeylerinin 3 boyutlu modeli.

## Sonuçlar

İnsan elindeki MP ve İP eklem (orta falanks proksimal eklem yüzü, proksimal falanks distal ve proksimal eklem yüzleri ve metakarpın distal eklem yüzü) yüzey alanları ve tavşan diz eklemi (femur distal eklem yüzü ile tibia proksimal eklem yüzü) yüzey alanları Tablo 1'de sunulmaktadır. İncelenen eklemlerde insan elindeki en küçük alana sahip eklem yüzü orta falanksın proksimal eklem yüzü ( $55.0 \pm 11.2$ ), en geniş eklem yüzü ise proksimal falanksın proksimal eklem yüzü ( $117.2 \pm 21.63$ ) idi.

Tavşan tibiası proksimal eklem yüzey alanı ortalaması, orta falanks proksimal eklem yüzey alanından ( $p < 0.001$ ), proksimal falanks distal eklem yüzey alanından ( $p < 0.001$ ), proksimal falanks proksimal eklem yüzey alanından ( $p < 0.001$ ) ve metakarpal ke-

miğın distal eklem yüzey alanından anlamlı olarak genişti ( $p<0.001$ ).

Tavşan femuru distal eklem yüzey alanı ortalaması, orta falanks proksimal eklem yüzey alanından ( $p<0.001$ ) genişti ama proksimal falanksın distal eklem yüzey alanı ( $p<0.001$ ), proksimal falanks proksimal eklem yüzey alanı ( $p>0.001$ ) ve metakarpal kemiğın distal eklem yüzey alanı ( $p>0.001$ ) ile benzerlik gösteriyordu.

## Tartışma

MP eklemler genellikle elipsoid eklemlerdir. Bununla birlikte metakarpallerin başları falanksların sığ konkavitelere uyum sağlamak amacıyla tam anlamıyla konveks olmayıp neredeyse tamamen bikondiler hale gelmişlerdir. Her eklemin palmar yüzünde bir ve iki kollateral ligament vardır. İP eklemler tek eksenli menteşe eklemlerdir, her birinde palmar ligament ve iki kollateral ligament vardır. Bu ligamentlerin dizilimi MP eklemlerdekilere benzer. Ekstensor tendonlar ise posterior ligamanların yerine geçer.<sup>[13]</sup> Tavşan dizisi ise insan dizi gibi ginglimus tipi eklemdir ve çapraz ligamanları ve menisküsleri içerir. Eldeki İP ve MP eklemlerin hiçbirisinde çapraz bağ veya menisküs yoktur.

MP eklemlerde fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, sirkumduksiyon ve sınırlı rotasyon hareketleri vardır. Rotasyon izole olarak yapılamaz ama fleksiyon-ekstansiyon sırasında eşlik edebilir. Fleksiyon yaklaşık  $90^\circ$  ama ekstansiyon birkaç derecedir ve her iki hareket antagonist kaslarca sınırlandırılır. Başparmak MP eklemi fleksiyon ekstansiyon aralığı  $60^\circ$ 'dir ve çoğu fleksiyona aittir. Diğer hare-

ketler, ilgili karpometakarpal hareketlere her zaman eşlik eden ve hareket aralıkları ile az miktarda birleşik rotasyonu, daha çok yardımcı rotasyonu artıran ve fleksiyon-ekstansiyon hareketlerine eşlik eden abduksiyon-adduksiyon (en çok  $25^\circ$ ) hareketleridir.<sup>[13]</sup> İP eklemlerde fleksiyon ekstansiyon hareketleri yapılı ve hareket aralığı proksimal eklemlerdekiden daha fazladır. Fleksiyon ve ekstansiyona hafif derecede rotasyon da eşlik eder. Fleksiyon derecesi oldukça fazladır ama ekstansiyon palmar yüz ve kollateral ligamentler tarafından sınırlandırılmıştır.<sup>[13]</sup> Tavşan dizindeki hareketlere gelince bu eklemlerde fleksiyon, ekstansiyon, adduksiyon, abduksiyon ve sirkumduksiyon olup abduksiyon ve adduksiyon çok sınırlıdır.

Tavşan dizinin morfolojisi ve hareketlerinin yönü ve hareket aralığı insan parmak eklemlerinkilere benzese de tavşan dizini parmak eklemleri için bir model olarak kullanmada bazı sorunlar vardır. Tavşan dizindeki yük dağılımı parmaklardan geçenden daha fazladır. Buna ilaveten ekstansiyon gücü tavşan dizilerinde daha fazladır.<sup>[14]</sup> Parmak eklemlerinde çapraz bağ veya menisküs yokluğundan dolayı anatomik yapılarında birtakım farklılıklar vardır.

Konuyla ilgili yayınlara baktığımızda tavşan dizinin eklem kartilaj tedavisi,<sup>[15]</sup> ön çapraz bağ veya medial kollateral bağ rekonstrüksiyonu,<sup>[16]</sup> osteoartrit<sup>[17,18]</sup> ve osteoporoz<sup>[19]</sup> için daha uygun olduğu görülmektedir. Araştırmacıların tavşan dizini seçme nedenleri her cerrahi için uygun genişlikte bir eklem olması ve köpeklere oranla daha ucuz olmasıdır. Önemli bir dezavantajı ise tavşanların, sıçan ve köpeklerden daha dayanıksız olmalarıdır.

**Tablo 1**  
Eklemlerin yüzey alanları

Eklem	Ortalama (mm <sup>2</sup> )	Dağılım (mm <sup>2</sup> )
Orta falanksın proksimali	55.0±11.2	31.2 - 87.1
Proksimal falanksın proksimali	117.2±21.63	80.0 - 166.8
Proksimal falanksın distali	92.4±16.17	56.0 - 142.4
Metakarpalin distali	112.4±31.27	63.2 - 185.7
Tavşan femurunun distali	105.8±4.16	96.1 - 111.4
Tavşan tibiasının proksimali	146.7±9.77	132.6 - 165.4

Bizim bilgilerimize göre tavşan dizi ile insan eli MP ve İP eklemlerinin morfolojik olarak karşılaştırıldığı bir çalışma yoktur. Bu çalışmada tavşan femur distal eklem yüzey alanının; proksimal falanksın distal eklem yüzey alanı, proksimal falanksın proksimal eklem yüzey alanı ve metakarpal kemiğin distal eklem yüzey alanı ile benzerlik gösterdiği ama tavşan tibiası proksimal eklem yüzey alanının el eklemlerinden anlamlı olarak geniş olduğu bulunmuştur. Bu yüzden MP ve İP eklemleri yüzey alanları ile tavşan dizlerinin eklem yüzey alanları arasında bir uyum bulunamamıştır. Buna ilaveten insan eli MP ve İP eklemlerinden farklı olarak tavşan dizinin distal eklem yüzünün proksimal eklem yüzünden oldukça geniş olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, tavşan diz eklemi ile insan elinin MP ve İP eklemleri arasında uyum bulunamamıştır. İnsan elindeki küçük eklemler için uygun bir hayvan modeli ihtiyacı devam etmektedir.

### Kaynaklar

1. Ayres JR, Goldstrohm GL, Miller GJ, Dell PC. Proximal interphalangeal joint arthrodesis with the Herbert screw. *J Hand Surg Am* 1988;13:600-3.
2. Breibart AS, Glat PM, Staffenberg DA, Casar RS, Rubinstein J, Grossman JA, et al. An experimental study of small-joint compression arthrodesis. *Ann Plast Surg* 1997;39:47-52.
3. Kovach JC, Werner FW, Palmer AK, Greenkey S, Murphy DJ. Biomechanical analysis of internal fixation techniques for proximal interphalangeal joint arthrodesis. *J Hand Surg Am* 1986;11:562-6.
4. Mittelmeier W, Lehner S, Gollwitzer H, Hauschild M, Werber KD, Steinhäuser E. Comparing biomechanical investigations about different wiring techniques of finger joint arthrodesis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125:145-52.
5. Ritt MJ, Bos KE. Proximal interphalangeal joint arthrodesis using powered staple fixation. Observations on autopsy specimens. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(292):172-6.
6. Seitz WH Jr, Sellman DC, Scarcella JB, Froimson AI. Compression arthrodesis of the small joints of the hand. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(304):116-21.
7. Daecke W, Veyel K, Wieloch P, Jung M, Lorenz H, Martini AK. Osseointegration and mechanical stability of pyrocarbon and titanium hand implants in a load-bearing in vivo model for small joint arthroplasty. *J Hand Surg Am* 2006;31:90-7.
8. Leibovic SJ, Strickland JW. Arthrodesis of the proximal interphalangeal joint of the finger: comparison of the use of the Herbert screw with other fixation methods. *J Hand Surg Am* 1994;19:181-8.
9. Linscheid RL. Implant arthroplasty of the hand: retrospective and prospective considerations. *J Hand Surg Am* 2000;25:796-816.
10. Nuñez VA, Citron ND. Short-term results of the Ascension pyrolytic carbon metacarpophalangeal joint replacement arthroplasty for osteoarthritis. *Chir Main* 2005;24:161-4.
11. Rettig LA, Luca L, Murphy MS. Silicone implant arthroplasty in patients with idiopathic osteoarthritis of the metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg Am* 2005;30:667-72.
12. Minamikawa Y, Peimer CA, Ogawa R, Howard C, Sherwin FS. In vivo experimental analysis of silicone implants on bone and soft tissue. *J Hand Surg Am* 1994;19:575-83.
13. Standring S, Ellis H, Healy JC, Johnson D, Williams A. Wrist and hand. In: Gray's anatomy. 39th ed. New York: Churchill Livingstone; 2005. p. 911-3.
14. Fowler NK, Nicol AC. Measurement of external three-dimensional interphalangeal loads applied during activities of daily living. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1999;14:646-52.
15. Athanasiou KA, Fischer R, Niederauer GG, Puhl W. Effects of excimer laser on healing of articular cartilage in rabbits. *J Orthop Res* 1995;13:483-94.
16. Torzilli PA, Arnoczky SP. Mechanical properties of the lateral collateral ligament: effect of cruciate instability in the rabbit. *J Biomech Eng* 1988;110:208-12.
17. Fu X, Lin L, Zhang J, Yu C. Assessment of the efficacy of joint lavage in rabbits with osteoarthritis of the knee. *J Orthop Res* 2009;27:91-6.
18. Pritzker KP. Animal models for osteoarthritis: processes, problems and prospects. *Ann Rheum Dis* 1994;53:406-20.
19. Castañeda S, Calvo E, Largo R, González-González R, de la Piedra C, Díaz-Curiel M, et al. Characterization of a new experimental model of osteoporosis in rabbits. *J Bone Miner Metab* 2008;26:53-9.