

## Çapraz Pinleme ile Tedavi Edilen Çocuk Suprakondiler Humerus Kırıklarında Pin Konfigürasyonu ve Çaprazlama Açısının Koronal, Sagittal ve Rotasyonel Stabiliteye Etkisi

Murat YEŞİL<sup>1</sup>, Bilge Kağan YILMAZ<sup>2</sup>, Recep ALTIN<sup>1</sup>, Mehmet Nuri KONYA<sup>1</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Çapraz pinleme tekniği ile tedavi edilen pediatrik suprakondiler humerus kırıklarında (SHK) pin konfigürasyonu ve çaprazlama açısı (PÇA) ile kırık stabilitesi arasındaki ilişkiyi radyolojik ölçümlerle incelemek ve bulguları değerlendirmek amaçlandı.

**Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmada, çapraz pinleme uygulanan 111 pediatrik SHK'lı hasta retrospektif olarak analiz edildi. Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası birinci gün ve birinci ayda alınan dirsek ön-arka ve yan grafilerinde Baumann açısı (BA), humerokondiler açısı (HKA), lateral rotasyon yüzdesi (LRY) ve ameliyat sonrası birinci ayda PÇA değerleri hesaplandı. Pin konfigürasyonu ve PÇA'nın BA, HKA ve LRY üzerindeki etkisi değerlendirildi.

**Bulgular:** Ameliyat öncesi ile ameliyat sonrası birinci ay arasında LRY, HKA ve BA değerlerinde anlamlı iyileşme görüldü ( $p<0,001$ ). Ancak, pin sayısı (2+1 veya 3+1) LRY, HKA ve BA değerlerini ameliyat sonrası birinci gün veya birinci ayda etkilemedi. Aynı şekilde, PÇA'nın 90° üstü veya altı olması da ameliyat sonrası birinci ayda LRY, HKA ve BA değerlerini etkilemedi.

**Sonuç:** Sonuçlarımız çapraz pinleme yönteminde pin konfigürasyonu veya PÇA'nın koronal ve sagittal düzlem stabilitesi yanında rotasyonel stabilite ile de ilişkili olmadığını gösterdi. Bu sonuç distal humerus anatomisinin elverdiği ölçüde, uygun teknikle yapılan çapraz pinlemenin üç planda da kırık stabilitesi açısından yeterli olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, LRY'nin pediatrik SHK sonrası redüksiyonun değerlendirilmesi ve takibinde uygulanabilir olabileceğini de düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Suprakondiler distal humerus kırıkları; dirsek; çocuk; radyoloji; cerrahi.

### The Effect of Pin Configuration and Crossing Angle on Coronal, Sagittal and Rotational Stability in Pediatric Supracondylar Humerus Fractures Treated with Cross Pinning

#### ABSTRACT

**Aim:** This study aimed to examine the effect of different pin configurations and angles of the pin crossing angle (PCA) on the stability of supracondylar humeral fractures (SHFs) in children who underwent cross pinning treatment by radiological measurements and to evaluate these findings.

**Material and methods:** This study retrospectively analyzed the radiological outcomes of 111 children with SHFs who underwent cross-pinning treatment. Anteroposterior and lateral elbow x-rays were taken before surgery, one day after surgery, and one month after surgery. The x-rays were used to measure Baumann's angle (BA), humerocondylar angle (HCA), lateral rotation percentage (LRP), and pin crossing angle (PCA). The effects of pin configuration and PCA on BA, HCA, and LRP were evaluated.

**Results:** This study found significant improvements in LRP, PCA, and BA from preoperative to postoperative one month ( $p<0.001$ ). However, the number of pins (2+1 or 3+1) did not affect the postoperative first day or first month LRP, PCA, and BA ( $p>0.05$ ). Likewise, the PCA above or below 90° did not influence the postoperative first month LRP, PCA, and BA ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** This study concluded that pin configuration or PCA did not affect the stability of cross-pinned fractures in terms of rotation or coronal and sagittal stability. These results suggest that, to the extent allowed by the anatomy of the distal humerus, the cross-pinning technique may be sufficient in terms of fracture stability in all three planes when employed with proper settings. We also propose that LRP can be used to assess and monitor the reduction quality of pediatric SHFs.

**Keywords:** Supracondylar distal humerus fractures; elbow; child; radiology; surgical.

1 Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye  
2 Afyonkarahisar Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji  
Sorumlu Yazar / Corresponding Author Murat YEŞİL, e-mail: drmurat17@hotmail.com  
Geliş Tarihi / Received: 13.08.2023, Kabul Tarihi / Accepted: 01.09.2023

## GİRİŞ

Suprakondiler humerus kırıkları (SHK) çocuklarda dirseğin en sık görülen kırıklarıdır ve %97-99' unu ekstansiyon tipi kırıklar oluşturur (1, 2). Pin fiksasyonu yöntemi pediatrik SHK tedavisinde ilk kez 1960'ta Casiona ve ark. tarafından tanıtılmış ve daha sonra Flynn ve ark. tarafından güvenli ve etkili olduğu gösterilmiştir (3, 4). Ancak, günümüzde pin konfigürasyonu ve medial pin kullanımı gibi konular hala tartışmalıdır (1).

En sık kullanılan iki yöntem olan lateral giriş tekniği ile çapraz K-teli giriş yöntemlerinin arasındaki seçim tartışmalı olup pratikte cerrahın tercihine bağlı kalmaktadır (5). Literatürde pediatrik SHK tedavisinde pinleme tekniği seçiminin yanı sıra pinler arasındaki açının da kırık stabilitesi açısından önemli olabileceği bildirilmiştir (6). Bu açının ölçülebilmesi amacıyla, pediatrik SHK' nda pin sayısından bağımsız çapraz gönderilen teller arasında ölçülebilen en büyük açı, pin çaprazlama açısı (PÇA) olarak tanımlanmıştır (6). Ancak, 90° olarak öngörülen çaprazlama açısının optimizasyonu distal humerusun anatomik kısıtlılıkları nedeniyle her zaman mümkün olamamaktadır (7, 8). Bu çalışmada hipotezimiz, pediatrik SHK'da çapraz pinleme tekniğinde PÇA'nın redüksiyon stabilitesini ve radyolojik kriterleri etkileyebileceğidir.

Pediatrik SHK'da redüksiyonun değerlendirilmesi ve takibi için Baumann açısı (BA) (humerokapitellar açı) ve humerokondiler açı (HKA) yaygın olarak kullanılır. Rotasyon klinik olarak önemsiz bir faktör gibi görünse de, kırık bölgesinde ancak koronal planda angulasyon varsa oluşabilir ve redüksiyon kaybı için uyarıcıdır (9). Rotasyonel instabilite redüksiyon kaybı için belirleyici olmasa da bir ön işaret olarak görülebilir (10). Bu nedenle, Gordon ve ark. lateral rotasyon yüzdesi (LRY) ölçümünü önermişlerdir. Bu ölçüm, kırık bölgesindeki rotasyonun radyolojik olarak ölçülmesine olanak sağlar ve hassas bir radyolojik instabilite göstergesi olarak kullanılabilir (9). Bu çalışmanın amacı, pediatrik SHK'da çapraz pinleme tekniği ile farklı pin konfigürasyonu veya PÇA'nın kırık stabilitesine etkisini BA, HKA ve LRY ile ölçerek analiz etmek ve değerlendirmektir.

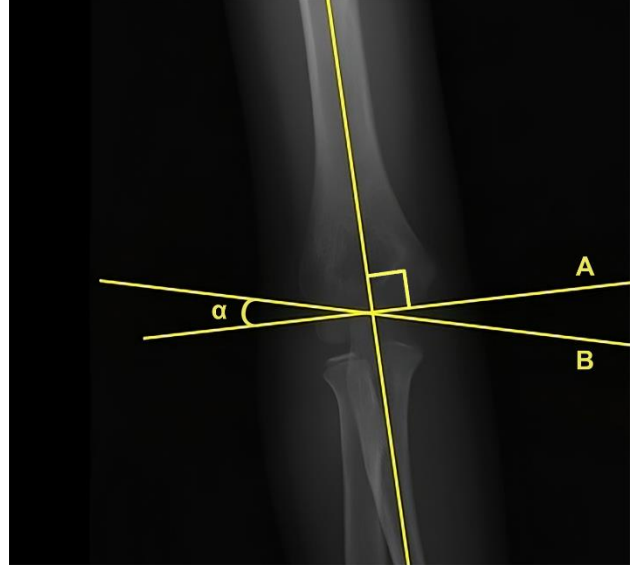
## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu retrospektif çalışmaya Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji bölümünde Ocak 2018-Ocak 2020 tarihleri arasında Gartland tip 2 ve 3 SHK nedeniyle çapraz telleme tekniği ile opere edilen 111 çocuk hasta dahil edildi. Çalışma için üniversitemiz girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulundan 04.06.2021 tarihli 2021/351 sayılı karar ile onay alındı. Çalışmaya katılan tüm hastalara ve yasal vasilerine çalışma ile ilgili bilgi verilerek, tıbbi verilerinin yayınlanabileceğine ilişkin yazılı bilgilendirilmiş gönüllü onam formları imzalatıldı. Bu çalışma 2008 Helsinki deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütülmüştür. Çalışmaya dahil edilen hastaların 15 yaş altında olması, ekstansiyon tipi Gartland tip 2 veya tip 3 SHK tanısı almış olması ve yaralanmadan sonraki ilk 3 gün içinde başvurmuş olması gerekiyordu. Aynı dirsekte eski veya eş zamanlı travmatik yaralanma, açık kırık, metabolik veya nörolojik hastalıklar veya ilgili ekstremitede nörovasküler yaralanma olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Ayrıca, grupların homojenliğini sağlamak için fleksiyon tipi SHK olan hastalar da çalışmaya dahil edilmedi.

## Radyolojik değerlendirme parametreleri:

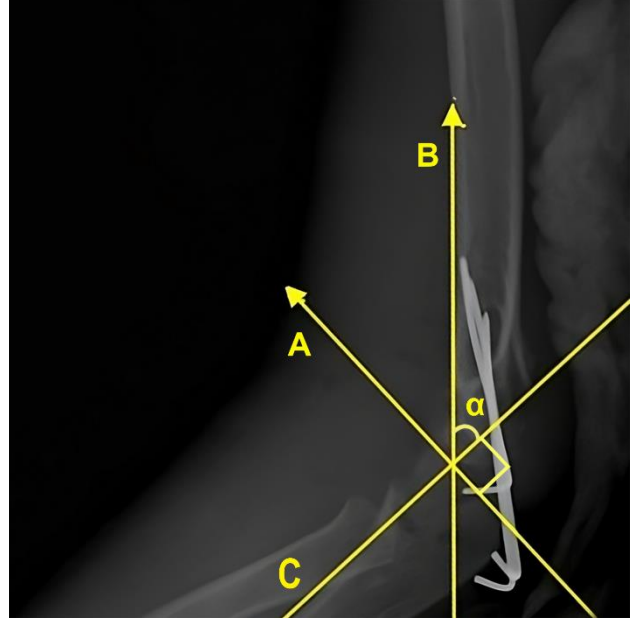
Çalışmaya katılan tüm hastaların cerrahi öncesi ve cerrahi sonrasında 1. gün ve 1. ayda çekilmiş olan dirsek ön-arka ve yan grafileri taranarak hastanemiz PACS® (Picture archiving and communication system)'ı kullanılarak BA, HKA ve LRY ölçümleri yapıldı. PÇA ölçümü ise sadece cerrahi sonrası 1.ay grafilerinde gerçekleştirildi.

**Baumann açısı:** Baumann açısı, dirsek ön-arka grafisinde distal humerus şaftının uzunlamasına eksenini ile kapitellum fizisinin teğet aldığı çizgi arasındaki açı olarak ölçülür (11) (Şekil 1).



Şekil 1. Baumann açısı (BA) (90-α)

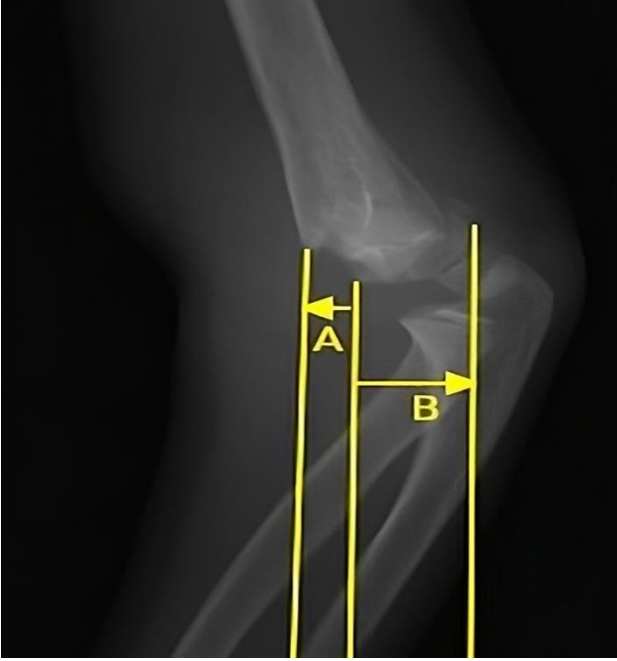
**Humerokondiler açı:** Humerokondiler açı (HKA), dirseğin tam lateral direkt grafisi üzerinde ölçülür (12). Bu ölçüm için lateral grafide distal humerus şaftına paralel bir çizgi (humerus şaft çizgisi) çizilir (A). Sonra kapitellum ya da fizise teğet bir çizgi (B) ve bu çizgiye dik üçüncü bir çizgi çizilir (C). HKA, humerus şaft çizgisi (A) ile bu dik çizgi (C) arasındaki açı olarak adlandırılır (Şekil 2) (12).



Şekil 2. Humerokondiler açı (HKA) (α)

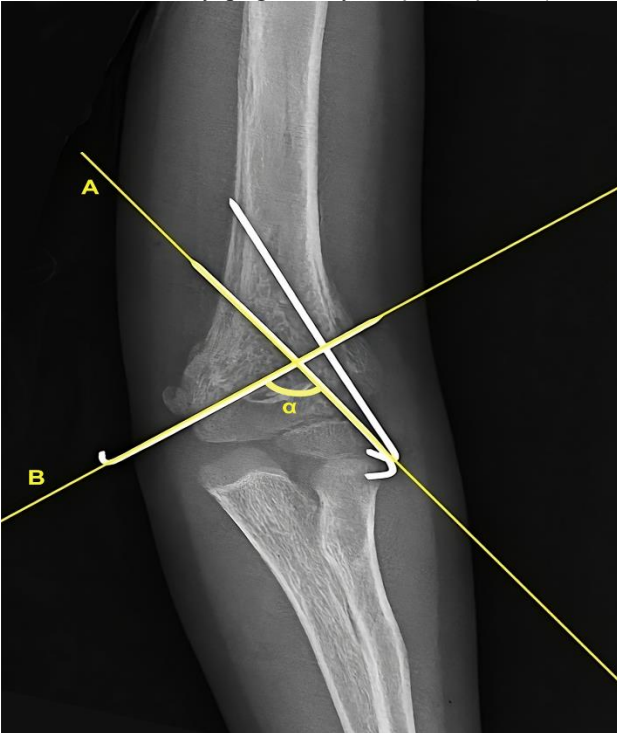
**Lateral rotasyon yüzdesi:** Lateral rotasyon yüzdesi (LRY), kırık bölgesindeki kayma ve rotasyon derecesini

ölçen bir orandır (9). Bu oran, lateral dirsek grafisinde proksimal humerus metafizinin deplasman miktarının (A), distal humerusun genişliğine (B) bölünmesiyle bulunur (Şekil 3) (9).



Şekil 3. Lateral rotasyon yüzdesi (LRY)

**Pin Çaprazlama Açısı:** Pin çaprazlama açısı (PÇA), medial ve lateralden çapraz olarak yerleştirilen K-tellerinin birbirine yaptığı en büyük açıdır. (Şekil 4) (6).



Şekil 4. Pin çaprazlama açısı (PÇA) ( $\alpha$ )

#### Cerrahi teknik

Hastalara acil serviste ayrıntılı fizik muayene ve radyolojik değerlendirme yapıldıktan sonra, SHK teşhisi konulanlara atelle immobilizasyon uygulandı. Gartland tip 2 ve Gartland tip 3 SHK' na cerrahi planlandı. Hastalara genel anestezi altında üst ekstremiteye traksiyon

uygulandı. Skopi altında medial-lateral plandaki translasyon düzeltilerek kırık bölgesinde fragmanların uzunluğunun sağlandığı kontrol edildi. Daha sonra dirsek hiperfleksiyona alınarak redüksiyon için olekranon üzerine kontrollü şekilde baskı uygulandı. Skopi altında redüksiyonun yeterliliği kontrol edildi. Koronal ve sagittal düzlemde deplasman, rotasyon veya angulasyon varsa bu aşamada düzeltildi. Redüksiyon yeterli görüldüğünde iki veya üç adet K-teli lateralden humerus shaftı ile 45° açı yapacak ve kırık hattını geçecek şekilde distal humeral metafize doğru yerleştirildi. Medial taraftan yerleştirilen K-teli dirsek 45°-60° arası fleksiyonda iken yerleştirildi. Medial K-teli gönderilmeden önce giriş bölgesine küçük bir insizyon yapılarak bir hemostat yardımıyla doku aralandı ve ulnar sinirin güvenliği için K-teli giriş yeri görüldü. K-telleri yerleştirildikten sonra uygun şekilde kesilerek büküldü ve cilt dışında bırakıldı. Daha sonra uzun kol atel ile immobilizasyon yapıldı.

#### Klinik takip

Tüm hastalara cerrahi sonrası birinci günde kontrol ön-arka ve yan dirsek grafileri çekilerek sorun görülmeyen hastalar taburcu edildi. Cerrahi sonrası dördüncü haftada kontrole çağırılan hastaların atelleri çıkarılarak ön-arka ve yan dirsek kontrol grafileri çekildi. Kırık hattında yeterli kaynama görülen hastaların pinleri çıkarıldı.

#### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler IBM SPSS 22.0 (SPSS Inc. Chicago, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığının belirlenmesi için Shapiro-Wilk testi uygulandı. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak, kategorik değişkenler (n) olarak sunuldu. İki grup arasındaki karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi kullanıldı. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırmalarda Wilcoxon testi kullanıldı. Değişkenler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi için Spearman korelasyon katsayısı kullanıldı. P değerinin  $<0,05$  olması anlamlı olarak kabul edildi.

#### BULGULAR

Çalışmaya 60'ı erkek, 51'i kadın olmak üzere toplam 111 hasta dahil edildi. Cerrahi sırasında hastaların ortalama yaşı  $5,8 \pm 2,5$  olarak saptandı. Hastaların demografik ve klinik verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Hastaların demografik ve klinik verileri

Değişkenler (n=111)	
Yaş (yıl) (ortalama $\pm$ standart sapma)	5,8 $\pm$ 2,5
Cinsiyet (n)	
Kadın	51
Erkek	60
Taraf (n)	
Sağ	43
Sol	68
Kırık tipi (n)	
Tip 2	30
Tip 3	81
K tel konfigürasyonu (n)	
2+1	92
3+1	19

Tüm hastaların preoperatif ile postoperatif 1. ay kontrolleri arasındaki radyolojik ölçümlerine bakıldığında LRY,

HKA ve BA değerleri arasında anlamlı fark olduğu belirlendi ( $p<0,001$ ) (Tablo 2).

**Tablo 2.** Cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 1. ay radyolojik ölçümlerde LRY, HKA, BA ve PÇA değerleri

	Cerrahi öncesi Median (min-maks)	Cerrahi sonrası 1. Ay Median (min-maks)	P
LRY	52,0 (15,8-79,8)	0,3 (0,2-0,9)	<0,001
HKA	51,6° (15,8°-86,7°)	43,5° (25,2°-60,6°)	<0,001
BA	77,8° (55,5°-84,3°)	74,9° (59,9°-82,4°)	<0,001
PÇA (ortalama ± standart sapma)	89,5°±11,9°	-	-

BA: Baumann açısı, HKA: Humerokondiler açısı, LRY: Lateral rotasyon yüzdesi, min: minimum değer, maks: maksimum değer, PÇA: Pin çaprazlama açısı

Hastalar K tel konfigürasyonuna göre 2+1 ve 3+1 olarak gruplandırıldığında; gruplar arasında cerrahi sonrası 1. gün LRY, HKA ve BA değerleri açısından anlamlı farklılık tespit edilmedi (Tablo 3).

Benzer şekilde hastalar K tel konfigürasyonuna göre 2+1 ve 3+1 olarak gruplandırıldığında; gruplar arasında cerrahi sonrası 1. ay LRY, HKA ve BA değerleri açısından da anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 3).

**Tablo 3.** Çapraz pinleme konfigürasyonuna göre LRY, BA ve HKA değerleri

	K tel konfigürasyonu 2+1 Median (min-maks)	K tel konfigürasyonu 3+1 Median (min-maks)	P
Cerrahi sonrası 1. gün LRY	0,4 (0,2-1,2)	0,4 (0,2-0,9)	0,565
Cerrahi sonrası 1. gün HKA	43,4° (25,2°-78,8°)	44,9° (32,6°-49,3°)	0,105
Cerrahi sonrası 1. gün BA	74,8° (70,3°-86,2°)	74,5° (71,9°-78,6°)	0,730
Cerrahi sonrası 1. ay LRY	0,3 (0,2-0,8)	0,3 (0,2-0,9)	0,513
Cerrahi sonrası 1. ay HKA	43,2° (25,2°-60,6°)	44,8° (34,6°-49,9°)	0,194
Cerrahi sonrası 1. ay BA	75,0° (59,9°-82,4°)	74,8° (71,8°-81,8°)	0,953

BA: Baumann açısı, HKA: Humerokondiler açısı, LRY: Lateral rotasyon yüzdesi; min: minimum değer; maks: maksimum değer

PÇA ile cerrahi sonrası 1. gün ve 1. ay LRY, HKA ve BA arasındaki korelasyonlar incelendiğinde; aralarında anlamlı bir ilişki belirlenmedi (Tablo 4 ve Tablo 5). Bununla birlikte, LRY ile BA arasında hem cerrahi sonrası 1. gün ( $p<0,001$ ) hem de 1. ay değerleri arasında anlamlı ilişki saptandı ( $p<0,001$ ). (Tablo 4 ve Tablo 5). Cerrahi sonrası 1. gün LRY ile HKA arasında da pozitif yönde anlamlı korelasyon tespit edildi ( $p<0,001$ ) (Tablo 4).

**Tablo 4.** PÇA ile cerrahi sonrası 1. Gün LRY, HKA ve BA arasındaki ilişki

	Cerrahi sonrası 1. gün LRY (p)	Cerrahi sonrası 1. gün HKA (p)	Cerrahi sonrası 1. gün BA (p)
PÇA	r 0,137 p 0,153	r 0,041 p 0,666	r -0,014 p 0,883
Cerrahi sonrası 1. gün LRY		r 0,316** p<0,001	r 0,397** p<0,001
Cerrahi sonrası 1. gün HKA			r 0,105 p 0,274

BA: Baumann açısı, HKA: Humerokondiler açısı, LRY: Lateral rotasyon yüzdesi, PÇA: Pin çaprazlama açısı \*\*  $p<0,001$

**Tablo 5.** PÇA ile cerrahi sonrası 1. ay LRY, HKA ve BA arasındaki ilişki

	Cerrahi sonrası 1. ay LRY (p)	Cerrahi sonrası 1. ay HKA (p)	Cerrahi sonrası 1. ay BA (p)
PÇA	r 0,135 p 0,159	r 0,023 p 0,807	r 0,010 p 0,915
Cerrahi sonrası 1. ay LRY		r -0,015 p 0,872	r 0,382** p<0,001
Cerrahi sonrası 1. ay HKA			r 0,132 p 0,168

BA: Baumann açısı, HKA: Humerokondiler açısı, LRY: Lateral rotasyon yüzdesi, PÇA: Pin çaprazlama açısı \*\*  $p<0,001$

Cerrahi sonrası 1. ayda ölçülen PÇA değerlerine göre hastalar >90 derece ve <90 derece olarak gruplandırıldı. Her iki grup arasında LRY, HKA ve BA değerleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı (Tablo 6).

**Tablo 6.** PÇA grupları (>90 derece, <90 derece) arasında cerrahi sonrası 1. ay LRY, HKA ve BA değerlerinin karşılaştırılması

	PÇA > 90 derece Median (min-maks)	PÇA <90 derece Median (min-maks)	p
Cerrahi sonrası 1. ay LRY	0,3 (0,2-0,4)	0,3 (0,2-0,9)	0,370
Cerrahi sonrası 1. ay HKA	43,3° (25,2°-50,7°)	43,7° (39,8°-45,7°)	0,813
Cerrahi sonrası 1. ay BA	75,1° (59,9°-79,9°)	74,9° (70,6°-82,4°)	0,701

BA: Baumann açısı, HKA: Humerokondiler açısı, LRY: Lateral rotasyon yüzdesi, min: minimum değer, maks: maksimum değer, PÇA: Pin çaprazlama açısı

## TARTIŞMA

Çalışmamızın sonuçları çapraz pinleme uygulanan pediatrik SHK'ında cerrahi öncesi ile karşılaştırıldığında tüm hastalarda BA, HK ve LRY ölçümlerinin cerrahi sonrasında anlamlı olarak değiştiğini göstermiştir. Ayrıca, PÇA'nın optimal olarak öngörülen 90° değerinin üstünde ve altında kalan hasta grupları karşılaştırıldığında LRY, HKA ve BA gibi radyolojik ölçümlerin anlamlı olarak değişmediği saptandı. Çapraz pin konfigürasyonlarından 2+1 veya 3+1 pin konfigürasyonları arasında da LRY, HKA ve BA açısından anlamlı fark olmadığı saptandı. Bu sonuçlar, doğru cerrahi teknik uygulandığı durumda çapraz pinlemede pin konfigürasyonunun veya pinler arası çaprazlama açısının kırık hattındaki rotasyonel instabilite veya angülasyon ile ilişkili olmadığını göstermektedir.

BA, varus angülasyonunun sensitif bir radyolojik belirteçidir ve temel olarak suprakondiler ile transfizyel humerus kırıklarında redüksiyonun yeterliliğini değerlendirmede kullanılır (9). Ancak, sagittal planda x-ray kasetinin humerusa göre veya ışın kaynağının humerusa göre açılması gibi faktörler bu açının doğru ölçümünü dolayısıyla kullanılabilirliğini etkileyebilmektedir (8). Williamson ve ark. (13) 2-13 yaş arası çocuklarda Baumann açısının normal değerini ölçmüşler ve bu değerlerin ortalama  $72^{\circ} \pm 4^{\circ}$  olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda kız ve erkek çocuklar arasında herhangi bir fark olmadığını, normal dirseklerin %95'inin  $64^{\circ}$ - $81^{\circ}$  aralığında olduğunu belirtmişlerdir (13). Biz çalışmamızda BA'nın cerrahi öncesi median değeri  $77,8^{\circ}$  ( $55,5^{\circ}$ - $84,3^{\circ}$ ) iken, cerrahi sonrası 1. ayda  $74,9^{\circ}$  ( $59,9^{\circ}$ - $82,4^{\circ}$ ) değerine anlamlı olarak düştüğünü saptadık. Camp ve ark. (11) BA'nın "gerçek" ön-arka direkt grafilerden ölçüldüğü takdirde her  $10^{\circ}$ 'lik humerus rotasyonunda yaklaşık  $1,6^{\circ}$  değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak hem cerrahi sonrası 1. gün hem de cerrahi sonrası 1. aydaki BA ve LR değerleri arasında pozitif yönde anlamlı korelasyon saptandı. Bu durum koronal düzlemdeki stabilitenin rotasyon miktarından da etkilendiğini göstermektedir.

Simanovsky ve ark. (12) HKA ölçümünde üç çizgi kullanılmasının daha kolay ve tutarlı bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Biz de çalışmamızda HKA ölçümü için aynı yöntemi kullandık. Geçmiş literatür incelendiğinde dirseğin sagittal plan anatomisi ile ilgilenen çalışmalarda HKA değerinin  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  arasında bildirildiği görülmektedir (14, 15). Simanovsky ve ark. (12) ise HKA değerini normal dirseklerde farklı yaş gruplarında değişimsiz  $41,6^{\circ}$  olarak bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da HKA değerinin cerrahi öncesi median  $51,6^{\circ}$  ( $15,8^{\circ}$ - $86,7^{\circ}$ ) değerinden cerrahi sonrası 1. ayda  $43,5^{\circ}$  ( $25,2^{\circ}$ - $60,6^{\circ}$ )'ye anlamlı olarak düştüğü saptandı. Bu sonuç bize ölçümlerimizin literatürle uyumlu olduğunu ve çapraz pinleme ile cerrahi sonrası sagittal düzlemdeki angülasyonun başarıyla düzeldiğini gösterdi.

Pediatrik SHK'ında redüksiyonun değerlendirilmesi ve takibinde koronal plan için BA, sagittal plan için ise HKA sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak BA, distal humerusun rotasyon ve fleksiyonu gibi distal humerusun dizilimini etkileyen değişikliklere göreceli olarak hassastır. Ayrıca, HKA ile ilgili yapılan çalışmalar bu ölçümün küçük hastalarda kapitellum boyutu nedeniyle zorlayıcı olabildiğini daha önemlisi sonuçların anatomik

varyasyonlar nedeniyle uç değerlerde olabildiğini bildirmişlerdir (12). Tüm bu nedenlerle, Gordon ve ark. (9) rotasyon miktarını direkt olarak ölçebilecek "lateral rotasyon yüzdesi" (LRY) oranını önermişlerdir.

LRY klinik veya radyolojik olarak ölçülmesi zor olan rotasyon miktarını daha iyi belirlemeye yarar. LRY, çekilen lateral dirsek grafilerinde büyütme oranı farklılıklarını düzeltirken iyileşme süreci boyunca kırık bölgesindeki rotasyon değişikliklerini de ölçülebilen bir temel oluşturmaktadır. LRY, rotasyon miktarının direkt olarak ölçülmesini sağlamasa da farklı zamanlarda ve değişik büyütme oranları ile çekilen grafiler arasında mukayese yapmayı olanaklı kılar (9). Bizim çalışmamızda cerrahi öncesi LRY değeri  $48,6 \pm 15,9$  iken cerrahi sonrası  $0,33 \pm 0,09$ 'a anlamlı olarak düşmüştür. Ancak PÇA ile LRY arasında anlamlı bir korelasyon saptamadık. Bu sonuç, çapraz pinleme tekniğinde pinlerin birbirleriyle yapmış oldukları açının rotasyonel stabiliteyi anlamlı şekilde etkilemediğini göstermiştir.

Bu çalışma literatürde ilk kez pediatrik SHK 'nda PÇA açısı ile BA, HKA ve LRY gibi radyolojik ölçümler arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Diğer yandan çalışmamızın kısıtlılıkları ise retrospektif dizaynı, takip süresinin kısa olması ve klinik sonuçların değerlendirilmemiş olması olarak sayılabilir.

## SONUÇ

Çalışmamızın sonuçları pediatrik SHK tedavisinde uygulanan çapraz pinleme yönteminde pin konfigürasyonu ve pinlerin arasındaki açının koronal ve sagittal düzlem stabilitesi yanında rotasyonel stabiliteyi de etkilemediğini göstermiştir. Dolayısıyla, distal humerus anatomisinin elverdiği ölçüde uygun teknikte yapılan çapraz pinlemenin kırık stabilitesi açısından yeterli olduğunu saptadık. Bunun yanında, LRY'nin pediatrik SHK sonrası redüksiyonun değerlendirilmesi ve takibinde uygulanabilir olduğunu da düşünmekteyiz.

**Yazarların Katkıları:** Fikir /Kavram: M.Y.; Tasarım: M.Y., R.A., B.K.Y.; Veri Toplama ve/veya İşleme: M.Y., M.N.K.; Analiz ve/veya Yorum: M.Y., R.A., B.K.Y.; Literatür Taraması: M.Y., M.N.K.; Makale Yazımı: M.Y.; Eleştirel İnceleme: M.N.K., R.A., B.K.Y.

## KAYNAKLAR

1. Vaquero-Picado A, Gonzalez-Moran G, Moraleta L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. EFORT Open Rev. 2018; 3(10): 526-40.
2. Gartland J. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surgery, gynecology & obstetrics. 1959; 109(2): 145-54.
3. Casiano E. Reduction and fixation by pinning "bänderillero" style-fractures of the humerus at the elbow in children. Mil Med. 1960; 125: 262-4.
4. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Sixteen years' experience with long-term follow-up. J Bone Joint Surg Am. 1974; 56(2): 263-72.
5. Claireaux H, Goodall R, Hill J, Wilson E, Coull P, Green S, et al. Multicentre collaborative cohort study of the use of Kirschner wires for the management of supracondylar fractures in children. Chin J Traumatol. 2019; 22(5): 249-54.

6. Chong HH, Qureshi A. Pediatric distal humeral supracondylar fracture - achievement of optimal pinning configuration. *Acta Orthop Belg.* 2022; 88(2): 245-54.
7. Khurana A, Byrne C, Evans S, Tanaka H, Haraharan K. Comparison of transverse wires and half pins in Taylor Spatial Frame: a biomechanical study. *J Orthop Surg Res.* 2010; 5: 23.
8. Skaggs DL. Elbow fractures in children: diagnosis and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 1997; 5(6): 303-12.
9. Gordon JE, Patton CM, Luhmann SJ, Bassett GS, Schoenecker PL. Fracture stability after pinning of displaced supracondylar distal humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2001; 21(3): 313-8.
10. Paradis G, Lavallee P, Gagnon N, Lemire L. Supracondylar fractures of the humerus in children. Technique and results of crossed percutaneous K-wire fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1993(297):231-7.
11. Camp J, Ishizue K, Gomez M, Gelberman R, Akeson W. Alteration of Baumann's angle by humeral position: implications for treatment of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 1993; 13(4): 521-5.
12. Simanovsky N, Lamdan R, Hiller N, Simanovsky N. The measurements and standardization of humerocondylar angle in children. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28(4): 463-5.
13. Williamson DM, Coates CJ, Miller RK, Cole WG. Normal characteristics of the Baumann (humerocapitellar) angle: an aid in assessment of supracondylar fractures. *J Pediatr Orthop.* 1992; 12(5): 636-9.
14. Katzmann H. On the treatment of supracondylar upper arm fractures in children. *Zentralbl Chir.* 1965; 90(40): 2089-97.
15. Von Ekesparre W. Treatment of supracondylar fractures of the humerus in childhood. *Dtsch Med J.* 1958; 9(4): 168-73.