



Karpal tünel sendromlu kadınlarda el bileği kas kuvveti, kavrama kuvveti ve ağrının değerlendirilmesi: pilot çalışma

Aysel YILDIZ, H Nilgün GÜRSES, Halim İŞSEVER, Cihan AKSOY

[Yıldız A, Gürses HN, İşsever H, Aksoy C. Karpal tünel sendromlu kadınlarda el bileği kas gücü, kavrama gücü ve ağrının değerlendirilmesi: pilot çalışma. Fizyoter Rehabil. 19(2):79-84.]

Research Report

A Yıldız

İstanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, İstanbul, Türkiye
PT, MSc

HN Gürses

İstanbul Bilim University, School of Health, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, İstanbul, Türkiye
PT, PhD, Prof

H İşsever

İstanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Community Health, İstanbul, Türkiye
MD, Prof

C Aksoy

İstanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, İstanbul, Türkiye
MD, Prof

Address correspondence to:

Uz. Fzt. Aysel YILDIZ
İstanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Çapa, İstanbul, Türkiye
E-mail: fztayselyildiz@gmail.com

Amac: Çalışmamızın amacı karpal tünel sendromu (KTS) olan kadınlarda "Hand-held" dinamometer (HHD) ve "Jamar Handgrip" (JH) aletini kullanarak el bileği kas kuvveti ve elin kavrama kuvvetini değerlendirmek ve sonuçları sağlıklı bireylerle karşılaştırmaktır. **Gereç ve yöntem:** Çalışmamızda bilateral KTS olan 12 kadın hasta (yaş ortalaması: 46.25±9.12 yıl) ve 12 sağlıklı kadın gönüllü (yaş ortalaması: 46.33±9.92 yıl) değerlendirildi. El bileği fleksör ve ekstansör kas gücü HHD, kavrama gücü JH aleti ve ağrı derecesi "Görsel Analog Skala (GAS)" ile aynı kişi tarafından değerlendirildi. **Sonuçlar:** Gruplar demografik özellikler açısından benzerdi. KTS olan hastaların HHD ölçümlerinde sağ el bileği fleksör ve her iki el bileği ekstansör kas güçleri azalmıştı ($p<0.05$). JH değerlendirmesinde her iki elde kavrama gücü azalmıştı ($p<0.05$). GAS değerleri yüksekti ($p<0.05$). **Tartışma:** KTS olan kadınlar ile sağlıklı kişiler karşılaştırıldığında kavrama gücü ve el bileği kas güçlerinin azaldığı görüldü. Dolayısıyla hafif ve orta dereceli KTS tedavisinde palmar kaslara ek olarak el bileği kaslarının kuvvetlendirilmesi tedavinin başarısını artırabilir. Ağrının da kuvvet kaybına yol açması nedeniyle ağrıyı değerlendirme ve giderme yöntemleri tedavide yer almalıdır.

Anahtar kelimeler: Karpal tünel sendromu, Kavrama, Kas kuvveti dinamometre, Ağrı.

Assessment of wrist muscle strength, hand grip strength and pain in women with carpal tunnel syndrome: a pilot study

Purpose: Our aim was to assess wrist muscle strength and handgrip strength in women with CTS by means of hand held dynamometer (HHD) and Jamar handgrip (JH) dynamometer and to compare these results with healthy individuals. **Materials and methods:** 12 female patients with bilateral CTS (mean age: 46.25±9.12 years) and 12 healthy female volunteers (mean age: 46.33±9.92 years) were evaluated. Wrist flexor strength and extensor muscle strength were assessed by HHD; handgrip strength was assessed by JH dynamometer; pain was assessed by Visual Analog Scale (VAS) and all tests were administered by the same investigator. **Results:** There were no significant differences between demographic data of the two groups. Right wrist flexor and extensor muscle and left wrist extensor muscle strength ($p<0.05$), and right and left handgrip strength were decreased ($p<0.05$), VAS values were increased ($p<0.05$) in CTS patients. **Conclusion:** When females with CTS was compared with healthy ones, it was seen that handgrip and wrist muscle strength decreased. Consequently, strengthening of wrist muscles in addition to strengthening of palmar muscles may increase success of therapy in treatment of mild to moderate CTS. Because of the influence of pain on strength loss, the methods for pain assessment and pain relief also should be involved in the management.

Key words: Carpal tunnel syndrome, Grip, Muscle strength dynamometer, Pain.

Karpal tünel sendromu (KTS) en yaygın periferik kompresyon nöropatisidir. Sıklıkla kompresyon nedeniyle median sinirin bilekte karpal tünel içinde sıkışması ve hasara uğraması ile oluşur.¹ Çoğunlukla 40-60 yaş arası kadınlarda görülür ve her iki eli de tutabilir.^{3,4} KTS ile ilgili olarak tekrarlayan stresler, işte el ve bileğin tekrarlı hareketleri, titreşimli cihazlar kullanma, fiziksel yaralanmalar, kırıklar, cinsiyet, yaş, hamilelik ile tiroid hastalıkları, diyabet ve amiloidozu içeren çeşitli tıbbi durumlar ve konnektif doku hastalıkları etyolojik faktörler olarak bildirilmektedir.^{2,5}

Semptomlar genellikle yavaş yavaş elin avuç içi ve özellikle başparmak, işaret ve orta parmakta yanma, karıncalanma, his kaybı veya uyuşuklukla başlar. Geceleri ellerde ortaya çıkan ve zaman içinde giderek şiddetlenen uyuşmalar ve ağrılar uykudan uyandıracak kadar kötü olabilir ve kola, omuza yayılabilir. Elde kuvvet kaybı, buna bağlı olarak tutamama, tutulan şeyleri düşürme gibi şikayetler siktir.^{1,3,4}

Bütün bu nedenlerle hastalık kişinin yaşam kalitesini bozar, fiziksel fonksiyonlarını kısıtlar, üretici konumdan uzaklaştırır ve psikolojik açıdan zorlar. KTS olan hastalarda yapılan çalışmalar değerlendirme ve tedavi etkinliğini izlemede el antropometrik ölçümlerini, eklem hareket açıklığını, kas kuvvetini, aktivite, performans ve fonksiyonunu incelemişlerdir.^{3,6-8} Özellikle el tutulumu olan hastalarda semptom ve hastalık şiddetini belirlemek amacıyla Jamar Handgrip (JH) kullanılmıştır.⁹⁻¹⁴ Hand Held Dinamometer (HHD) ise genellikle üst ve alt ekstremitenin büyük kas gruplarında izometrik kas gücünü ölçmede kullanılmaktadır.¹⁵⁻¹⁷ Santral ve periferik orjinli kas güçsüzlüğünün değerlendirilmesinde HHD'nin Medical Research Council'in (MRC) dört dereceli skalasından daha objektif bir metot olduğu bildirilmiştir.¹⁸

Literatür incelendiğinde KTS olan hastalarda yukarıda bahsedilen yöntemlerin yanı sıra hastalığın bilek kas gücüne etkisini araştıran çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle amacımız HHD ve JH aletini kullanarak KTS olan kadınlarda el bileği kas gücü ve elin kavrama gücünü objektif olarak değerlendirmek ve bu sonuçları normal sağlıklı bireylerle karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniği'nde klinik bulgulara göre bilateral KTS tanısı konulmuş çalışma kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 12 hasta ve 12 sağlıklı gönüllü ile yapıldı.

Çalışmaya alınma kriterleri: KTS grubundaki hastalar için Tinnel's test ve Phalen's testinin bilateral pozitif olması, cerrahi operasyon endikasyonu olmaması, son 3 ay içinde KTS için fizik tedavi almaması, el bileği ve parmak eklemlerinde kontraktür veya deformite olmaması idi. Sağlıklı grup ise KTS muayene bulguları negatif olan ve çalışmaya alınmama kriterleri bulunmayan gönüllülerden oluştu.

Her iki grup için çalışmaya alınmama kriterleri: Servikal bölgede, kol-omuz ve ellerde ağrı yapabilecek hastalık, üst ekstremitayı etkileyebilen nörolojik hastalık, değerlendirme pozisyonunu almayı etkileyebilecek ortopedik problemler, algılama problemleri, yakın dönemde geçirilmiş kırık, travma hikayesi, eklemleri tutabilen sistemik veya romatizmal hastalık öyküsü olanlar ve 30 yaş altındaki kişiler çalışmaya alınmadı.

El bileği fleksör ve ekstansör kas gücü HHD, kavrama gücü JH aletiyle ve ağrı değerlendirmesi GAS ile aynı fizyoterapist tarafından değerlendirildi.

Kas kuvveti ölçümleri:

HHD: El bileği fleksör ve ekstansör kas gücü, izometrik kas gücünü ölçmek için güvenilir ve tutarlı sonuçlar veren "Nicholas Manual Muscle Testing" cihazı (Lafayette Instruments) kullanıldı.^{15,16,19}

Test yapılan kişi kol gövdeye bitişik, nötral rotasyonda ve dirsek 90 derece fleksiyonda, bilek nötral olacak şekilde eli masadan sarkıtılarak oturtuldu.¹⁷ Ölçüm yapılırken dinamometrenin tam olarak temasını sağlamak ve zemin sertliğinden dolayı oluşabilecek hassasiyeti önlemek amacıyla elin altına ve el ile cihaz arasına havlu yerleştirildi. Fizyoterapist test yapılan kişiden mümkün olduğunca dirence karşı koymasını isteyerek ekstremitayı aşağı indirecek şekilde güç uyguladı. Cihaz maksimal kuvveti kaydetti ve

ekstremiteler masadan düştüğünde güç uygulaması durduruldu. Bilgilendirme sonrasında 2 deneme yaptırıldı. Ardından kas gücü ölçümü sağ el ve sonrasında sol el için 3 kez tekrarlanıp üç testin ortalaması kilogram olarak kaydedildi.

Jamar dinamometre: Kavrama gücünü ölçmede erişkin ve çocuklarda ölçme standartlarının belli olması, güvenilir ve tutarlı sonuçları ile altın standart kabul edildiği için JH dinamometre (Lafayette Instruments) kullanıldı.^{13,16,20}

Test için kişiler omuz adduksiyonda ve nötral rotasyonda ve gövdeye bitişik, dirsek 90 derece fleksiyonda, kol nötralde, el bileği 0-30 derece dorsi fleksiyonda ve 0-15 derece ulnar deviasyonda, baş parmak yukarı gelecek şekilde oturtuldu. Test anlatıldıktan sonra 2 deneme yaptırıldı ve deneme sonrası ölçüm değerlendirmeleri yapılarak kaydedildi. Test uygulanan kişilerin hepsine standart sözlü destek verildi. Sağ el ve sonrasında sol el için üç başarılı ölçüm alındı. Ölçümler arasında her skorun okunması ve kaydedilmesi için gerekli süre yaklaşık 10 saniye idi. Üç ölçümün ortalaması kilogram olarak kaydedildi.

Görsel Analog Skala (GAS): Kişilerden 0 ile 10 arasındaki rakamlardan ağrı durumlarına uygun olanı seçmeleri istendi.¹⁶

Değerlendirme Protokolü: Bilateral KTS olan hastalar poliklinikten geliş sırasına göre ardışık olarak değerlendirildi, demografik özellikleri ve hikayeleri kaydedildi. Çalışma kriterlerine uyan kişilere çalışmanın amacı anlatıldı. Çalışmaya katılmayı kabul edenlere ölçümler hakkında bilgi verilerek önce HHD ölçümleri yapıldı. Beş dakika dinlenme sonrasında GAS ve son olarak JH ölçüldü. Değerlendirmeler aynı fizyoterapist tarafından, aynı masa ve sandalye kullanılarak yapıldı.

İstatistiksel analiz:

Gruplar arasında demografik özellikler arasındaki farkın saptanmasında ve değerlendirilen parametrelerin karşılaştırılmasında "Mann Whitney U" testi kullanıldı. Dominant el, hasta el ve mesleki dağılım için ki kare testi; korelasyon değerlendirmesi için "Spearman" korelasyon analizi ve istatistiksel hesaplamalar için SPSS 12.0

versiyonu kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak belirlendi.

SONUÇLAR

Tablo 1, grupların demografik özellikleri ve GAS değerlerini göstermektedir. Her iki gruptaki kadınların yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi (VKI) ortalama değerleri benzerdi ($p > 0.05$). Hem KTS hem de sağlıklı kontrol grubunda (SG) 11 kişinin (% 91.7) dominant eli sağ el idi. KTS grubunda hastalığın sağ ve sol ele göre dağılımı eşitti. KTS grubundaki kadınlardan 7 kişi ev hanımı, 5 kişi masa başı işte (memur vb.) çalışıyordu. SG'ta ise yedi kişi ev hanımı, dört kişi masa başı işe sahipti ve bir kişi diğer mesleklerdendi.

KTS grubunda HHD ile ölçülen sağ el bileği ekstansör kas gücü değerleri SG'un kas gücü değerlerine göre belirgin derecede düşüktü ($p < 0.05$); sol el bileği ekstansör kas gücü SG verilerine göre düşüktü ancak istatistiksel fark saptanmadı ($p > 0.05$). El bileği fleksör kas gücü değerlendirmesinde sol el bileği fleksör kas kuvveti bakımından gruplar arasında fark yoktu ($p > 0.05$). Sağ el bileği kas gücü KTS grubunda SG'a göre daha düşük olmasına rağmen istatistiksel anlamlılığa erişemedi ($p > 0.05$). KTS grubu hastalarının sağ el ve sol el kavrama gücü SG'un hastalarından daha düşüktü ($p < 0.05$). Ağrı ile kavrama gücü ve el bileği kas gücü arasındaki ilişkiyi araştırdığımızda sadece ağrı ve hastaların kavrama gücü arasında negatif korelasyon bulundu (sağ el için $r_s = -0.709$, $p < 0.01$; sol el için $r_s = -0.591$, $p < 0.05$). SG'ta ağrı yoktu (Tablo 1).

TARTIŞMA

Bu pilot çalışmada hastaların çoğu 40 yaş üzeri kadınlardı. Bu durum KTS'nun 40-60 yaş arası kadınlarda sık oluşu ile uyumlu bir sonuçtur.²¹

Çalışmamıza katılan hastaların VKI'leri normal değerlerin üzerinde idi. Moghtaderi ve arkadaşları ile Boz ve arkadaşları VKI'nin KTS için bağımsız risk faktörü olduğunu bildirmişlerdir.^{5,8} Kouyoumdjian ve arkadaşları ise VKI artışı ile

Tablo 1. Çalışmaya alınan bireylerin demografik özellikleri ve ağrı durumları.

	KTS Grubu (N=12)	Sağlıklı Grup (N=12)	
	X±SD	X±SD	
Yaş (yıl)	46.25±9.12	46.33±9.92	*
Boy (cm)	158.58±6.80	161.0±5.85	*
Vücut ağırlığı (kg)	69.33±7.98	71.0±13.13	*
Vücut kütle indeksi (kg/m²)	27.76±4.11	27.06±4.89	*
Ağrı (GAS, 0-10 cm)			
Sağ el	4.60±3.36	-	
Sol el	3.78±3.64	-	

* p>0.05. KTS: Karpal tünel sendromu. GAS: Görsel analog skalası.

Tablo 2. Grupların el bileği fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetleri ile kavrama kuvveti değerleri.

	KTS Grubu (N=12)	Sağlıklı Grup (N=12)	
	X±SD	X±SD	
El bileği ekstansiyon kas kuvveti (kg)			
Sağ taraf	25.55±2.09	27.20±1.79	**
Sol taraf	24.59±1.30	25.75±1.36	*
El bileği fleksiyon kas kuvveti (kg)			
Sağ taraf	22.80±1.76	24.44±2.03	*
Sol taraf	23.34±2.45	23.57±1.90	*
Kavrama kuvveti (kg)			
Sağ el	15.50±3.29	23.67±3.94	**
Sol el	14.83±3.81	22.58±3.99	**

* p>0.05, ** p<0.05.

KTS vakaları arasında anlamlı korelasyon saptamış, ancak daha yüksek VKİ artışının ciddi mediyen duysal latent artışı için istatistiksel olarak anlamlı olmadığını görmüşlerdir.^{7,22} Çalışmamızdaki hastaların VKİ'lerinin yüksek oluşu yukarıdaki sonuçları desteklemektedir. Ancak sağlam gönüllülerin de VKİ'lerinin hastalarınkine benzer oluşu KTS oluşumunda VKİ'nin yanı sıra başka faktörlerin de rolü olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca benzer demografik özelliklerde olan kontrol grubunun olması; kavrama gücü, bilek fleksör ve ekstansör kas gücü için VKİ faktörü devre dışı bırakılarak, karşılaştırılabilir referans değerlerinin elde edilmesini de sağlamıştır.

Kavrama gücü ölçümü KTS'nun erken ve geç

döneminde semptom ve motor değerlendirilmede kullanılan en yaygın metottur. Bohannon ve arkadaşları çok uluslu çalışma verilerinin meta analizlerini kullanarak yaş, cinsiyet ve etkilenen tarafa göre kavrama gücü referans değerlerini bildirmiştir.²³ Çalışmamızdaki grupları yaş ortalamasına göre incelediğimizde, SG'ta JH ölçüm sonuçlarımız Bohannon ve arkadaşlarının sonuçlarına yakın iken KTS grubu ölçümleri oldukça düşüktü. SG sonuçlarımızın Bohannon'un verilerine göre düşük olmasının nedeni grubumuzun farklı yaş aralığındaki bireylerden oluşması, olgu sayımızın az olması ve antropometrik farklılıkların etkisi olabilir.

Burke ve arkadaşları 50 yaş altı hafif ve orta

dereceli KTS'lu hastalarla yaptıkları çalışmada değerlendirmede JH ölçümlerini kullanmışlardır. Tedavi öncesinde KTS'lu hastaların kavrama gücünde belirgin azalma olduğunu göstermişlerdir.²⁴ Çalışmamızda SG ölçüm sonuçlarımız Burke ve arkadaşlarının kontrol grubu verilerine yakındı; KTS grubu JH ölçümlerimiz de onların tedavi öncesi değerlendirme sonuçlarıyla uyumlu olarak SG'tan daha düşüktü.

Cerrahi tedavi gerekli görülmemiş olan hastalarımızda her iki elde JH ölçümleri sağlıklı bireylere göre de azalmıştı (sağ elde % 34.5; sol elde % 34.3). Bunun nedeni hastalığın kavrama gücünü azaltmasına ve ağrıya bağlanabilir. Thijs ve arkadaşları KTS olan hastalarda semptomların şiddeti ve hastaların fonksiyonel durumuyla ilgili kötü skorların bozukluk, ağrı ve kötü sağlıkla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.¹⁸ Turner ve arkadaşları sayısal ağrı sınıflaması kullanarak hastaların yetersizlik seviyelerini değerlendirmiş ve tedavi planının farklı ağrı seviyelerine göre düzenlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.²⁵ Çalışmamızda ağrı seviyesi ve kavrama gücü arasındaki negatif korelasyon (sağ el için $r_s = -0.709$, $p < 0.01$; sol el için $r_s = -0.591$, $p < 0.05$) bu sonuçları desteklemekte ve ağrının kişinin performansına ilişkin olumsuz etkisini göstermektedir.

Çalışmamızda normal kişilerde el bileği ekstansiyonunun fleksiyona göre daha güçlü olduğunu ve sağ el bileğinin ekstansiyon gücünün daha fazla olduğunu gördük. El bileği fleksiyon gücü ise sağlıklılarda her iki elde benzerdi. Hastalarla karşılaştırıldığında sol el bileği fleksiyon güçleri benzer bulundu. KTS grubunda her iki elin ekstansiyon gücü ve sağ el bileği fleksiyon gücü sağlıklı bireylere göre azalmıştı (sırasıyla sağ el bileği ekstansiyon gücü % 6.07; fleksiyon gücü % 6.72; sol el bileği ekstansiyon gücü % 4.51 azaldı). Sağ el bileği ekstansiyon gücündeki azalma istatistiksel anlamlılığa sahip iken diğer bilek hareketlerindeki azalma anlamlılık seviyesine ulaşamadı. Bilek kas kuvvetinin bu sonuçları KTS olan kişilerde kavrama gücünün yanı sıra zamanla bilek kas gücünün de etkilendiğini göstermektedir. Literatürde KTS olan kişilerde bilek kuvvetini ölçen çalışmaya pek rastlanılmadığı için

sonuçlarımızı diğer çalışmalarla karşılaştırma imkanımız olmadı. Ancak el bileği ekstansiyon gücünde daha fazla azalma buluşumuz Luchetti ve arkadaşlarının KTS'lu hastalarda fleksiyona oranla özellikle ekstansiyon hareketinde karpal tünel basıncını normal kişilere göre daha belirgin bir şekilde yüksek bulmasıyla açıklanabilir.²⁶ Bileğin ekstansiyon hareketi ile artan sinir sıkışması hastanın semptomlarını arttırdığı için bilek ekstansiyonu zayıflamış olabilir. Bilek hareketleri ile oluşan basınç artışı semptomları ve ağrıyı daha da arttırabilir ve bu nedenle kişinin elini kullanmaması zamanla bilek kuvvetinin azalmasına neden olabilir ve zamanla üst ekstremitayı de etkileyebilir. Bulgularımız KTS olan kişilerde dirsek ve omuz kas gücünü değerlendiren çalışmalara da ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmamız pilot bir çalışma olduğu için henüz hasta sayımız azdır. Ancak bu limitasyonumuza rağmen çalışmamız KTS olan hastaların sadece probleme yönelik tedavilerinin yeterli olmayacağını, komşu bölgelerin de değerlendirilme ve tedavide ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, KTS olan hastalarda kavrama ve bilek kas gücü sağlıklılara göre belirgin derecede azalmaktadır. Bu nedenle hafif ve orta dereceli KTS tedavisinde palmar kaslara ek olarak el bileği kaslarının da kuvvetlendirilmesi tedavinin başarısını arttırabilir. Ayrıca kuvvet kayıplarında ağrının da etkili olması nedeniyle ağrıyı izleme ve giderme yöntemlerinin de mutlaka değerlendirme ve tedavide yer alması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Oğuz H. El bileği ve el ağrıları. In: Oğuz H, ed. Romatizmal Ağrılar. Konya: Atlas Tıp Kitapevi; 1992:115-136.
2. Herbert R, Gerr F, Dropkin J. Clinical evaluation and management of work-related carpal tunnel syndrome. Am J Ind Med. 2000;37:62-74.
3. Brody LT. The elbow, forearm, wrist and hand. In: Hall CM, Brody LT, eds. Therapeutic Exercise, Moving toward Function. 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins; 2005:698-737.
4. Pascarella EF, Hsu YP. Understanding work-related upper extremity disorders: clinical findings in 485

- computer users, musicians, and others. *J Occup Rehabil.* 2001;11:1-21.
5. Boz C, Özmenoğlu M, Altunayoğlu V, et al. Individual risk factors for carpal tunnel syndrome: an evaluation of body mass index, wrist index and hand anthropometric measurements. *Clin Neurol Neurosurg.* 2004;106:294-299.
 6. Hobby JL, Watts C, Elliot D. Validity and responsiveness of the patient evaluation measure as an outcome measure for carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Br].* 2005;30:350-354.
 7. Kouyoumdjian JA, Zanetta DM, Morita MP. Evaluation of age, body mass index, and wrist index as risk factors for carpal tunnel syndrome severity. *Muscle Nerve.* 2002;25:93-97.
 8. Moghtaderi A, Izadi S, Sharafadinzadeh N. An evaluation of gender, body mass index, wrist circumference and wrist ratio as independent risk factors for carpal tunnel syndrome. *Acta Neurol Scand.* 2005;112:375-379.
 9. Mathur K, Pynsent PB, Vohra SB, et al. Effect of wrist position on power grip and key pinch strength following carpal tunnel decompression. *J Hand Surg [Br].* 2004;29:390-392.
 10. Liu F, Watson HK, Carlson I, et al. Use of quantitative abductor pollicis brevis strength testing in patients with carpal tunnel syndrome. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119:1277-1283.
 11. İncel NA, Ccceli E, Durukan PB et al. El kavrama gücüne cinsiyet ve el dominansının etkisinin incelenmesi. *Romatizma.* 2002;17:12-16.
 12. Hunter SK, Thompson MW, Adams RD. Relationships among age-associated strength changes and physical activity level, limb dominance and muscle group in women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55:B264-73.
 13. Bohannon RW, Schaubert KL. Test-retest reliability of grip-strength measures obtained over a 12-week interval from community-dwelling elders. *J Hand Ther.* 2005;18:426-427.
 14. Kotsis SV, Lau FH, Chung KC. Responsiveness of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire and physical measurements in outcome studies of distal radius fracture treatment. *J Hand Surg [Am].* 2007;32:84-90.
 15. Marino M, Nicholas JA, Gleim GW, et al. The efficacy of manual assessment of muscle strength using a new device. *Am J Sports Med.* 1982;10:360-364.
 16. Bohannon RW. Measuring muscle strength in neurological disorders. *Fizyoter Rehabil.* 2005;16:120-133.
 17. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Phys Ther.* 1996;76:248-259.
 18. Thijs RD, Notermans NC, Wokke JH, et al. Distribution of muscle weakness of central and peripheral origin. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1998;65:794-796.
 19. Ottenbacher KJ, Branch LG, Ray L, et al. The reliability of upper and lower extremity strength testing in a community survey of older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1423-1427.
 20. Mathiowetz V. Comparison of Rolyan and Jamar dynamometers for measuring grip strength. *Occup Ther Int.* 2002;9:201-209.
 21. Yıldızhan A, Abken A. Karpal tünel sendromunun teşhisi ve operasyon endikasyonunun konmasında EMG'nin yeri. *Düşünen Adam Dergisi.* 1991;4:41-44.
 22. Kouyoumdjian JA, Morita MD, Rocha PR, et al. Body mass index and carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr.* 2000;58:252-256.
 23. Bohannon RW, Pcolsson A, Massy-Westropp N, et al. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy.* 2006;92:11-15.
 24. Burke J, Buchberger DJ, Carey-Loghmani MT, et al. A pilot study comparing two manual therapy interventions for carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30:50-61.
 25. Turner JA, Franklin G, Heagerty PJ, et al. The association between pain and disability. *Pain.* 2004;112:307-314.
 26. Luchetti R, Schoenhuber R, Nathan P. Correlation of segmental carpal tunnel pressures with changes in hand and wrist positions in patients with carpal tunnel syndrome and controls. *J Hand Surg [Br].* 1998;23:598-602.