



T.C.
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

**HAFİF VE ORTA DERECELİ KARPAL
TÜNEL SENDROMU TANILI HASTALARIN
FİZİK TEDAVİSİNE EKLENEN
NÖRODİNAMİK SİNİR
MOBİLİZASYONUNUN MEDİAN SİNİR VE
ABDUKTOR POLLİSİS BREVIS KASI
ÜZERİNE ETKİSİNİN
ULTRASONOGRAFİK İNCELENMESİ**

Dr. Dilan BULUT ÖZKAYA
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. MERVE AKDENİZ LEBLEBİCİLER

KÜTAHYA-2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Karpal Tünel Sendromu.....	4
2.1.1. Anatomi.....	4
2.1.1.1. Median Sinir Antomisi.....	4
2.1.1.2. Karpal Tünel Anatomisi.....	7
2.1.2. Epidemiyoloji.....	10
2.1.3. Risk Faktörleri.....	10
2.1.4. Patofizyoloji.....	12
2.1.5. Tanı	19
2.1.5.1. Anamnez.....	19
2.1.5.2. Fizik Muayene.....	20
2.1.5.2.1. Provakasyon Testleri.....	21
2.1.5.2.2. Duyu Muayenesi	23
2.1.5.2.3. Motor Muayene.....	24
2.1.5.3. Elektrodiagnostik Testler	25
2.1.5.4. Görüntüleme Yöntemleri.....	28
2.1.5.4.1. Düz Grafler ve Bilgisayarlı Tomografi.....	28
2.1.5.4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	29
2.1.5.4.3. Ultrasonografik Görüntüleme	30
2.1.6. Ayırıcı Tanı	32
2.1.7. Tedavi.....	32

2.1.7.1. Konservatif Tedavi Yöntemleri.....	33
2.1.7.1.1. Splint.....	33
2.1.7.1.2. Fonoforez/İyontoforez ve Ultrason.....	33
2.1.7.1.3. Lazer.....	34
2.1.7.1.4. Sinir ve Tendon Kaydırma Egzersizleri.....	34
2.1.7.1.5. Manuel Terapi.....	35
2.1.7.1.6. Akupunktur.....	36
2.1.7.1.7. Ergonomi.....	36
2.1.7.1.8. Medikal Tedavi.....	36
2.1.7.1.9. Lokal Enjeksiyon.....	37
2.1.7.2. Cerrahi Tedavi Yöntemleri.....	38
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	39
3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	39
3.2. Çalışmadan Dışlama Kriterleri.....	39
3.3. Örneklem Seçimi ve Randomizasyon.....	40
3.4. Tedavi Protokolü.....	40
3.5. Değerlendirme Parametreleri.....	43
3.5.1. Elektrofizyolojik Değerlendirme.....	43
3.5.2. Demografik ve Klinik Sorgulama.....	45
3.5.3. Ağrı Değerlendirmesi.....	45
3.5.4. Klinik Değerlendirme.....	46
3.5.4.1. Tinel Testi.....	46
3.5.4.2. Phalen Testi.....	46
3.5.4.3. El Kavrama Kuvveti.....	47
3.5.4.4. Parmak Kavrama Kuvveti.....	48
3.5.5. Fonksiyonel Değerlendirme.....	49
3.5.5.1. Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BA).....	49
3.5.5.2. Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (Q-DASH).....	50
3.5.6. Ultrasonografik Değerlendirme.....	51
3.5.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	54
4. BULGULAR.....	56
5. TARTIŞMA.....	68

6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	85
7. LİMİTASYONLAR.....	87
8. KAYNAKLAR.....	88
9. EKLER.....	107
EK-1: Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı Formu.....	107
EK-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu.....	110
EK-3: Hasta Değerlendirme Formu.....	115
EK-4: Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi.....	117
EK-5: Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (Q-DASH).....	119



TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Semmes-Weinstein monofilament testi ile değerlendirme.....	24
Tablo 2.2. AANEM Kılavuzuna göre KTS şiddetinin sınıflandırılması.....	28
Tablo 2.3. KTS ayırıcı tanısında yer alan hastalıklar.....	32
Tablo 2.4. Karpal tünel sendromunda konservatif tedavi yöntemleri.....	33
Tablo 4.1. Tüm katılımcıların demografik özellikleri.....	57
Tablo 4.2. Gruplar arası demografik ve klinik özelliklerin incelenmesi.....	57
Tablo 4.3. Klinik ölçümlerin tedavi sonrası değişimi.....	61
Tablo 4.4. Basit zaman etkisine göre klinik ölçümlerde ortalama farkların karşılaştırılması (grup içi karşılaştırma).....	63
Tablo 4.5. Ultrasonografik ölçümlerin tedavi sonrası değişimi.....	65
Tablo 4.6. Basit zaman etkisine göre ultrasonografik ölçümlerde ortalama farkların karşılaştırılması (grup içi karşılaştırma).....	66
Tablo 4.7. Tinel testi için grup içi ve gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalar.....	67
Tablo 4.8. Phalen testi için grup içi ve gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalar.....	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Median sinirin seyri ve kutanöz innervasyon alanı.....	6
Şekil 2.2. Karpal tünelin anatomisi	8
Şekil 2.3. Karpal tünelin kesitsel anatomisi	9
Şekil 3.1. Nörodinamik median sinir mobilizasyon egzersizleri.....	42
Şekil 3.2. Elektrodiagnostik çalışmalar için kullanılan EMG cihazı.....	43
Şekil 3.3. Median sinir duyu ve motor iletim çalışmaları	44
Şekil 3.4. Tinel testinin yapılışı.....	46
Şekil 3.5. Phalen testinin yapılışı	47
Şekil 3.6. Jamar el dinamometresi ve el kavrama kuvveti ölçümü	48
Şekil 3.7. Pinçmetre ve parmak kavrama kuvveti ölçümü.....	49
Şekil 3.8. Median sinir ve APB ölçümlerinin yapıldığı ultrasonografi cihazı	52
Şekil 3.9. Median sinirin KT seviyesinde ultrasonografik görüntüsü ve sinir kesit alanı.....	53
Şekil 3.10. Median sinirin ön kol ortasında sinir kesit alanı	53
Şekil 3.11. APB kasının ölçüm pozisyonu ve ultrasonografik görüntüsü.....	54
Şekil 4.1. Çalışma akış şeması	56

KISALTMALAR

AANEM: Amerikan Nöromüsküler ve Elektrodiagnostik Tıp Derneği

AİS: Anterior İnterosseöz Sinir

APB: Abduktor Pollisis Brevis

BA: Boston Karpal Tünel Anketi

BKAP: Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli

BT: Bilgisayarlı Tomografi

EDT: Elektrodiagnostik test

EMG: Elektromiyografi

FDP: Fleksör digitorum profundus

FDS: Fleksör Digitorum Superficialis

FKR: Fleksör Karpi Radialis

FPL: Fleksör Pollisis Longus

FR: Fleksör Retinakulum

FSS: Fonksiyonel Durum Skalası

FTR: Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon

KSBÜ: Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

KTS: Karpal Tünel Sendromu

LANSS: Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Testi

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

PD: Proton Dansitesi

PL: Palmaris Longus

PT: Pronator Teres

Q-DASH: Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi

SF-36: SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği

SİÇ: Sinir İletim Çalışmaları

SKA: Sinir Kesit Alanı

SSS: Semptom Şiddeti Skalası

TENS: Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyon

TOS: Torasik Outlet Sendromu

ULTT2a: Üst Ekstremité Gerilim Testi 2a

US: Ultrason

USG: Ultrasonografik Görüntüleme

VAS: Visual Analog Skala

TEŞEKKÜR

Asistanlık sürecimde bilgi ve tecrübelerini bizden esirgemeyen; tez çalışmam boyunca ve birlikte yürüttüğümüz birçok akademik çalışmada bana yol gösteren, her zaman moral ve motivasyon desteğiyle de yanımda olan kıymetli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Merve Akdeniz Leblebicier'e,

Uzmanlık eğitimim süresince yol göstericiliği ve deneyimleriyle bana katkı sağlayan, başta Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kurucu Rektörü Prof. Dr. Vural Kavuncu olmak üzere, saygıdeğer hocalarım Doç. Dr. Fatıma Yaman'a, Doç. Dr. Aysun Özlü'ye ve Doç. Dr. Hilal Telli'ye, bilgi, destek ve katkıları için,

Zorlu ve uzun asistanlık süresinde beraber olmaktan, öğrenmekten keyif aldığım bütün asistan arkadaşlarıma,

Asistan hekimliğim boyunca her alanda birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum emekleri ve iş birliği için hemşirelerimize, sekreterlerimize, fizyoterapist arkadaşlarıma ve tüm hastane ekibine

Tez sürecimde büyük destekleri olan elektromiyografi hemşiremiz Hatice Arslan'a ve fizyoterapistlerimiz Feride Cebeci ve Arzu Türe'ye ve çizimleri ile tezimi güzelleştiren servis hemşiremiz Nefise Yılmaz'a

Doğduğum andan itibaren hep yanımda olan cefakâr ve fedakâr, kıymetli babam Hüseyin Bulut ve annem Deniz Bulut, canlarım, kardeşlerim İsmail Bulut ve Berke Can Bulut'a

Tanıdığım günden beri her zorlukta hep yanımda olan ve bu uzun hayat yolculuğunda en büyük şansım, can eşim Haydar Eren Özkaya'ya ve zor zamanlarımızda desteklerini esirgemeyen eşimin değerli anne ve babası Menekşe ve Sadık Özkaya'ya

Asistanlık sürecim en zorlu anlarında hayatıma güneş gibi doğan, gözümün nuru, hayatımın neşesi ve bu hayattaki en güzel iyikim olan canım kızım Güneş'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Dilan Bulut Özkaya

ÖZET

Amaç: Hafif veya orta dereceli karpal tünel sendromu tanısı alan hastalarda ultrason tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin median sinir ve abduktor pollicis brevis kası üzerine etkisinin ultrasonografik olarak incelenmesidir.

Materyal-Metot: Fiziksel tıp ve rehabilitasyon polikliniğine başvuran ve elektrodiagnostik incelemeler sonucunda hafif veya orta dereceli karpal tünel sendromu (KTS) tanısı almış 86 hasta çalışmaya dahil edildi. Bütün hastalar tedavi öncesinde ve sonrasında Tinel ve Phalen tanı testleri ile değerlendirildi. Hastaların tedavi öncesi ve sonrası ağrı durumları Vizüel Analog Skala (VAS) ile semptom ve fonksiyonel durumları Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BA) ve Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (Q-DASH) ile değerlendirildi. Hastaların standart el kavrama kuvveti Jamar el dinamometresi (JLW Instruments, Chicago, IL), parmak kavrama kuvveti ise pinçmetre (Pro Med Products, Atlanta, GA) kullanılarak tedavi öncesi ve sonrası ölçüldü. Tedavi öncesi ve sonrası median sinirin karpal tünel ve ön kol seviyesinde kesit alanı ve derinliği ile APB kasının kalınlık ve kesit alanı ultrasonografi ile değerlendirildi. Her iki gruptaki hastalara kesikli modda 0,8 W/cm² ve 1 MHz frekansta haftanın 5 günü 3 hafta süresince, toplam 15 seans ultrason (US) tedavisi uygulandı. Çalışma grubundaki hastalara ek olarak nörodinamik sinir mobilizasyonu fizyoterapist tarafından her set 15 tekrar totalde 3 set olacak şekilde uygulandı.

Bulgular: Çalışmamızda ultrason+egzersiz tedavisi (çalışma grubu) ile ultrason tedavisi (kontrol grubu) alan grup kıyaslandığında; VAS skorlarında, Boston Karpal Tünel Anketinin Fonksiyonel Durum Skalasında (FSS), Q-DASH skorlarında, el kavrama ve lateral kavrama kuvvetinde, klinik değerlendirmede kullanılan Phalen testi sonuçlarında anlamlı farklılık mevcuttu. Tedavi sonunda ultrasonografik değerlendirmede, çalışma grubunda karpal tünel seviyesinde median sinir kesit alanında ($p<0,001$) ve abduktor pollicis kasının (APB) kesit alanında ($p=0,05$) anlamlı farklılık saptandı. Tedavi sonrasında Tinel testinde, palmar kavrama kuvvetinde ve Boston Karpal Tünel Anketinin Semptom Şiddeti Skalasında (SSS) her iki grupta tedavi sonrasında anlamlı farklılık mevcuttu. Fakat çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Sonuç: Çalışmamızda, tedavi sonrasında her iki grupta da klinik ve fonksiyonel açıdan anlamlı iyileşme tespit edilmiştir. Fakat çalışma grubunda kontrol grubundan farklı olarak karpal tünel seviyesinde median sinir kesit alanında azalma, APB kası kesit alanında anlamlı artış saptanmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada ise çalışma grubunun klinik, fonksiyonel ve morfolojik sonuçlarında kontrol grubuna göre anlamlı üstünlük tespit edilmiştir. Çalışmamız karpal tünel sendromunda kullanılan konservatif tedavi yöntemlerinden biri olan nörodinamik sinir mobilizasyonu ve ultrasonun, APB kası üzerine etkisinin ultrasonografi ile değerlendirildiği ilk çalışmadır. Çalışma grubunda median sinir kesit alanında anlamlı azalmanın tespiti nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerin intranöral ödemi azaltıcı etkisini destekler niteliktedir. Sonuç olarak; nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizleri hafif ve orta KTS tedavisinde US ile birlikte kombine uygulandığında tek başına US tedavisinden daha etkili klinik ve fonksiyonel iyileşme sağlar.

Anahtar kelimeler: Karpal tünel sendromu, ultrasonografi, ultrason, nörodinamik sinir kaydırma egzersizleri

ABSTRACT

Objective: This is an ultrasonographic examination of the effects of neurodynamic nerve gliding exercises added to ultrasound treatment on the median nerve and abductor brevis muscle (APB) in patients diagnosed with mild and moderate carpal tunnel syndrome.

Materials and Methods: Eighty-six patients who presented to the physical medicine and rehabilitation clinic and were diagnosed with mild to moderate carpal tunnel syndrome (CTS) based on electrodiagnostic examinations were included in the study. All patients were evaluated with Tinel and Phalen diagnostic tests before and after treatment. Patients' pain levels before and after treatment were assessed using the Visual Analog Scale (VAS), and their symptoms and functional status were evaluated using the Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire (BA) and the Quick Disability Assessment of the Shoulder, Arm, and Hand (Q-DASH). The patients' standard handgrip strength was measured using a Jamar dynamometer (JLW Instruments, Chicago, IL) and their pinch grip strength was measured using a pinch meter (Pro Med Products, Atlanta, GA) before and after treatment. The cross-sectional area and depth of the median nerve at the carpal tunnel and forearm levels before and after treatment, as well as the thickness and cross-sectional area of the APB muscle, were evaluated by ultrasonography. Both groups of patients received a total of 15 sessions of ultrasound therapy at 0.8 W/cm² and 1 MHz frequency in intermittent mode for 3 weeks, 5 days a week. In addition, patients in the study group received neurodynamic nerve mobilization performed by a physical therapist, with 15 repetitions per set for a total of 3 sets.

Results: When comparing the ultrasound+exercise therapy (experimental group) with the ultrasound therapy (control group) groups in our study, there were significant differences in VAS scores, the Functional Status Scale (FSS) of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire, Q-DASH scores, hand grip and lateral grip strength, and the results of the Phalen test used in clinical evaluation. At the end of treatment, ultrasonographic evaluation revealed significant differences in the median nerve cross-sectional area at the carpal tunnel level ($p<0.001$) and the abductor pollicis brevis (APB) muscle cross-sectional area ($p=0.05$) in the study group. After treatment, there

were significant differences in the Tinel test, palmar grip strength, and the Boston Carpal Tunnel Questionnaire Symptom Severity Scale (SSS) in both groups. No statistically significant differences were found between the study group and the control group.

Conclusion: In our study, clinically and functionally significant improvement was observed in both groups after treatment. However, unlike the control group, a decrease in the median nerve cross-sectional area at the carpal tunnel level and a significant increase in the APB muscle cross-sectional area were observed in the study group. In the intergroup comparison, the study group showed significant superiority over the control group in terms of clinical, functional, and morphological outcomes. To our knowledge, this is the first study to evaluate the effects of conservative treatment modalities—specifically, neurodynamic nerve mobilization and ultrasound therapy—on the APB muscle using ultrasonographic imaging in patients with carpal tunnel syndrome. The significant reduction observed in the median nerve CSA supports the hypothesis that neurodynamic mobilization exercises may contribute to decreasing intraneural edema. In conclusion, neuro-dynamic nerve mobilization exercises combined with US are more effective than US alone in providing clinical and functional improvement in the treatment of mild to moderate CTS.

Keywords: Carpal tunnel syndrome, ultrasonography, ultrasound, neurodynamic nerve gliding exercises

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Karpal tünel sendromu, el bileğine bulunan karpal tünelde median sinirin anatomik seyri sırasında basıya uğraması sonucunda ortaya çıkan en sık görülen mononöropatidir (1). Dünya genelindeki popülasyonda görülme sıklığı %1 ile %5 arasında değişmektedir (2). Görülme sıklığı yaşla birlikte artmaktadır (3).

Karpal tünelde yer kaplayan lezyonlar, romatolojik hastalıklar (romatoid artrit, gut) diyabet, hipotiroidizm, akromegali vb. endokrin hastalıklar, tekrarlayan mesleki maruziyet, kırık, amiloidoz, diyaliz ve gebelik karpal tünel sendromunun sebepleri arasında sayılabilir (4).

Karpal tünel sendromu, median sinirin duysal inervasyon alanında (başparmak, işaret ve orta parmakta ve dördüncü parmağın radyal yarısında) ağrı, uyuşukluk ve karıncalanma ile karakterizedir (5). Semptomlar el bileğine veya bütün ele lokalize olabilirken bazen dirseğe veya nadiren omuza yayılabilir (6). İlk olarak nokturnal ve aralıklı olarak başlayan şikayetler gün içinde de görülmeye başlar (7). Gece şikayetlerin uykudan uyandırması ve el bileğinin sallamasıyla kaybolması tipiktir (8). Hastalığın ilerleyen evrelerinde tenar kaslarda atrofi ve motor kayıp gelişebilir (9).

Karpal tünel sendromu tanısını koymak için altın bir standart olmamasına rağmen anamnez ve fizik muayene sonucunda edilen verilerin elektrofizyolojik çalışmalar ile desteklenmesi ile tanı konulabilir (10). Elektrofizyolojik incelenmeler median sinir basısının derecesini ve tuzaklanmanın seviyesinin belirlenmesinde yarar sağlamaktadır (11). Median siniri ve sinirin çevresindeki anatomik yapıları görüntülemek amacıyla manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ultrasonografi (USG) gibi görüntüleme tekniklerinden yararlanılmaktadır (12).

Ultrasonografi, KTS tanısının desteklenmesi veya ayırıcı tanı yapılması gereken durumlarda karpal tünelde bulunan tendon, ligaman, kemik ve median sinir gibi farklı yapıların incelenmesi amacıyla kullanılabilir. Ayrıca median sinirin motor innervasyonunu sağladığı tenar kaslarda meydana gelen değişimlerin de USG ile incelenmesi mümkündür (13,14). USG'nin kolay ulaşılabilir, ucuz, hızlı ve ağrısız bir yöntem olması, nöral ve perinöral yapıları ve anatomik farklılıkları yüksek çözünürlük

ile gösterebilmesi nedeniyle son yıllarda karpal tünel sendromu tanısında ve tedavi sonrası hasta takibinde kullanımı yaygınlaşmıştır (10,14).

Karpal tünel sendromunun tedavisinde yaklaşım, hastalığın şiddetine göre belirlenmekte olup konservatif ve cerrahi seçenekler mevcuttur. Hafif ve orta düzeydeki olgularda öncelikle konservatif yöntemler tercih edilmektedir. Bu yöntemler arasında hasta bilgilendirmesi, gece kullanılan ortezler, iş ve günlük aktivitelerin düzenlenmesi, steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar, oral steroid tedavisi, terapötik ultrason ve lazer gibi fizik tedavi modaliteleri, tendon ve sinir kaydırma egzersizleri, ergonomik düzenlemeler ve manuel terapi yer almaktadır (15,16).

Tedavi amaçlı kullanılan fizik tedavi ajanlarından biri olan ultrasonun (US) termal ve nontermal etkileri sayesinde karpal tünel sendromunda kullanılabilir. Ultrasonun etki mekanizması net olmamakla birlikte bazı çalışmalarda anti inflamatuvar etkinliği üzerinde durulmuştur (17–19). Bazı çalışmalarda ise anti inflamatuvar etkinliğinin olmadığı KTS’de ödemin formasyonunu ve rezolüsyonunu sağlayarak, median sinirin tamirinde proliferatif fazı hızlandırmasıyla ağrıyı azalttığı öne sürülmüştür (20,21). Ultrasonun termal etkisi sonucunda eklem kapsülü, tendonlar, ligamanlar ve kas dokusunda hücre aktivitesi artar. Bu etki, ilgili yapılara oksijen taşıyan kan damarlarında vazodilatasyona neden olur. Aynı zamanda metabolik atıkların taşınmasını kolaylaştırarak, bu atıkların kalbe geri gönderilmesini sağlar. Metabolik atıkların uzaklaştırılması, nosiseptif sinir uçlarının iritabilitesinin azalmasına ve dolayısıyla ağrının azalmasına katkı sağlar (22).

Nörodinamik sinir mobilizasyonu, sinirlerin fizyolojik özelliklerini değiştirerek sinir iletimini arttırarak semptomları iyileştirebilen manuel terapi yöntemidir (23). Karpal tünel sendromunda tedaviye eklenen nöromobilizasyon egzersizleri tünel içindeki yapışıklıkları azaltmak için kullanılmıştır. Karpal tünel içerisindeki yapışıklıkların gerilemesi, tenosinoviyal ödemin azalması, median sinir venöz dönüşünün artması ve kanal içi basıncın azalmasına neden olur (24). Literatürde yapılan çalışmalarda nöromobilizasyonun KTS tedavisinde ağrıyı azalttığı gösterilmiştir (25). Yapılan çalışmalarda sinir kaydırma egzersizleri diğer tedavi yöntemleri ile kıyaslanırken başka tedaviler ile kombine edilsin veya edilmesin

uygulandığında hastaların ağrısında azalma ve fonksiyonunda iyileşme olduğu gösterilmiştir (26,27). KTS’de nöromobilizasyon egzersizlerinin etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda hastaların ağrılarında daha hızlı azalma, sıkıştırma ve kavrama gibi el fonksiyonlarında iyileşme, cerrahiye gidişte azalma, ve distal latansta kısıalma olduğu gösterilmiştir (24).

Literatürde nörodinamik egzersizlerin etkinliğinin değerlendirildiği birçok çalışma olmakla birlikte bu egzersizlerin ultrason tedavisi ile kombine kullanımının değerlendirildiği çok az çalışma mevcuttur (28). Bu çalışmalarda ultrason tedavisine eklenen nöromobilizasyon egzersizlerinin median sinir ve APB kası üzerine etkisi ultrasonografi ile değerlendirilmemiştir. Bu çalışma, nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizleri ve ultrason uygulamasının APB kası ve median sinir üzerindeki etkilerini ultrasonografik olarak gösteren ilk çalışma olması açısından literatüre önemli bir katkı sunmaktadır. Ayrıca, fizik tedavi modalitelerine eklenen sinir mobilizasyon egzersizlerinin etkinliğinin ultrasonografi ile gösterilmesi, KTS tedavi protokollerinin geliştirilmesine bilimsel temel oluşturacaktır.

Bu çalışmada, hafif ve orta şiddette karpal tünel sendromu tanısı almış hastalarda, ultrason tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin median sinir ve abduktor pollicis brevis kası üzerindeki etkilerinin ultrasonografik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Karpal Tünel Sendromu

Karpal tünel sendromu, üst ekstremitelerde görülen tuzak nöropatileri arasında en yaygın olanıdır (29). Bu klinik tablo, ilk kez 1854 yılında Paget tarafından tanımlanmıştır. KTS, median sinirin el bileğinde osteofibröz bir kanalda seyri sırasında basıya uğraması sonucunda oluşan klinik durumdur (30). Karpal tünelde, karpal kemikler, transvers karpal ligaman, median sinir, el ve el bileğinin fleksör tendonları bulunur. Ödem, tenosinovit, hormonal değişiklikler ve tekrarlayan el hareketleri sinirin basısına neden olarak ağrı ve paresteziye sebep olabilir. Ağır derecede KTS varlığında median sinirin innerve ettiği kaslarda motor kayıp görülebilir (31).

2.1.1. Anatomi

2.1.1.1. Median Sinir Antomisi

Omurilik beyaz sütunlara (miyelinli aksonlar) ve gri boynuzlara (motor nöronların hücre gövdeleri) ayrılmıştır. Duyusal nöronların hücre gövdeleri, posterior (dorsal) kök ganglionlarında yer alır. Bu nöronlar, derideki duyu organlarını innerve eden periferik bir uzantıya ve duyusal iletimi sağlamak üzere posterior kök ganglionlarını omuriliğin posterior (dorsal) sütunlarına bağlayan merkezi bir uzantıya sahiptir. Motor işlev için gerekli hücre gövdeleri ise anterior (ventral) gri boynuzlarda bulunur. Posterior (dorsal) kökler duyusal iletimden sorumlu iken, anterior (ventral) kökler motor işlevleri yürütür. Bu iki kökün birleşmesiyle, hem duyusal hem de motor lifleri içeren karma (mikst) spinal sinir oluşur. Karma spinal sinirler birleşerek brakiyal pleksusu (Latince brachium=arm) oluşturur. Karma spinal sinirler posterior ve anterior dallar verir. C5-T1'den gelen anterior dallar brakiyal pleksusun kökleri olarak adlandırılır. C5 ve C6'dan gelen sinir kökleri birleşerek superior trunkusu, C7'den gelenler kökler orta trunkusu, C8 ve T1'den gelen sinir kökleri alt trunkusu oluşturur. Karma sinirlerin posterior dalları ise paraspinal kasların innervasyonunda rol oynar (32).

Her trunkus daha sonra ön ve arka bölümlere ayrılır. C5, C6 ve C7'den gelen ön bölümler birleşerek lateral kordu oluşturur. C8 ve T1'in ön bölümlerinden gelenler

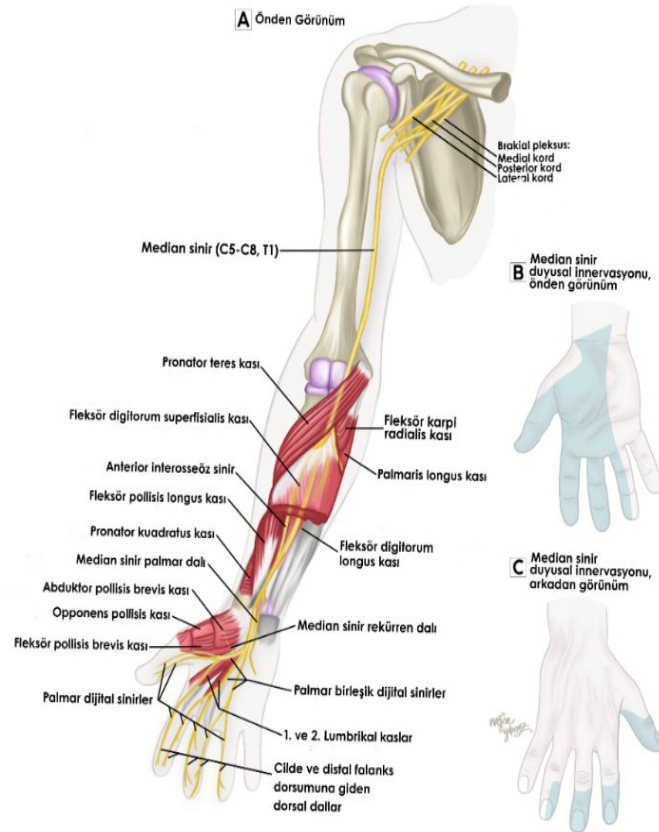
medial kordu oluşturur. C5-T1'in arka bölümleri birleşerek posterior kordu oluşturur (32).

Median sinir, brakiyal pleksusun önemli terminal dallarından biridir; lateral ve medial kordların birleşmesiyle oluşur ve kökenini C5'ten T1'e kadar olan spinal sinirlerin ventral dallarından alır (32). Lateral ve medial kordların aksilla içinde birleşmesinden sonra, median sinir, brakiyal arterle birlikte bisipital olukta distale doğru ilerler. Kola inerken, brakiyal arterin üzerinden ve ardından bisipital aponevrozun (biceps brakii'yi proksimal n kola yerleştiren bir bağ dokusu kılıfı) altından geçerek kbital fossayı oluşturur. Kbital fossada median sinir brakiyal arterin medialinde, bisipital aponevrozun derininde ve brakialis kasının önünde yer alır (33). Bu noktanın üzerinde (kol bölgesinde), median sinir herhangi bir kas veya deri innervasyonu sağlamaz. Ancak, brakiyal artere ve daha distal dallarına (radial ve ulnar arter) sempatik innervasyon sağlar (34).

Dirsek seviyesinde median sinir, bisipital aponevrozun altından geçerek n kolun proksimalinde yer alan bazı kasları innerve eder. Bu kaslar arasında pronator teres (PT), fleksör karpi radialis (FKR), fleksör digitorum superficialis (FDS) ve palmaris longus (PL) bulunur. Median sinir, bisipital aponevrozun altından çıktıktan sonra, PT kasının yüzeyel ve derin başları arasındaki birleşme noktasından geçiş yapar. Bu noktadaki kompresyon, pronator teres sendromuna yol açabilir. Median sinir, FDS'nin (sublimis) medial ve lateral başlarının birleşmesiyle oluşan bir bağ dokusu kılıfı olan sublimis çıkıntısı altından son geçişini yapar ve anterior interosseöz sinir (AİS) dalını verir. Seyri sırasında median sinir PT kasının iki başı arasında n kola girer. Brakiyal arter ile komşuluğu antekübital fossada devam eden median sinir, genellikle brakiyal arterin medialinde ve arkasında yer alır. n kolda FDS'nin derininde, fleksör digitorum profundusun (FDP) yüzeyinde seyreder (35,36).

Fleksör retinakulumun (FR) yaklaşık 5 cm yukarısında, FDS kası tendinöz hale gelirken, median sinir karpal tünele girmeden önce bu tendon ile FKR tendonu arasında lokalizedir. Bileğe yakın değişebilen bir noktada ise, sinir palmar kutanöz dalını vererek FR'nin üzerinden geçer ve tenar bölge ile avuç içine duyuşal dallar gönderir (33). Karpal tünelde bu iki kasın arasından ve FKR'nin derininden ilerleyerek ele geçer. Median sinir karpal tünel içindeki en yüzeyel yapıdır (33). Median sinirin

musküler, anterior interosseöz, palmar kutanöz ve palmar dijital dalları vardır. İlk motor dalı, medial epikondilin proksimalinde (yaklaşık 2–3 cm) median sinirden ayrılarak pronotor teres kasını innerve eder. İkinci dalı ise medial epikondil seviyesinden çıkar ve PL, FKR ve FDS'i innerve eder. FDS'nin tendinöz arkının hemen proksimalinde, AİS ayrılır (33,37). Median sinirin en büyük dalı olan AİS fleksör pollicis longus'un, FDP'nin radyal yarısının ve pronator quadratus'un motor siniridir (37). Ön koldaki seyri sonunda median sinir, fleksör digitorum profundus'un ulnar yarısı ile fleksör karpi ulnaris dışında, ön kolun tüm fleksör kaslarının motor innervasyonunu sağlar (32). Rekürren (motor) sinir, karpal tünelin içinden veya hemen distalinden, genellikle ana sinirin lateralinde ayrılarak 2. lumbrikallere, APB'ye, fleksör pollicis brevis'in yüzeysel başına ve opponens pollicis'e dallar verir. Palmar dijital sinirler el ayasında oluşur ve başparmak, işaret ve orta parmakların palmar derisini ve yüzük parmağının lateral tarafının duyu innervasyonu sağlar (33).



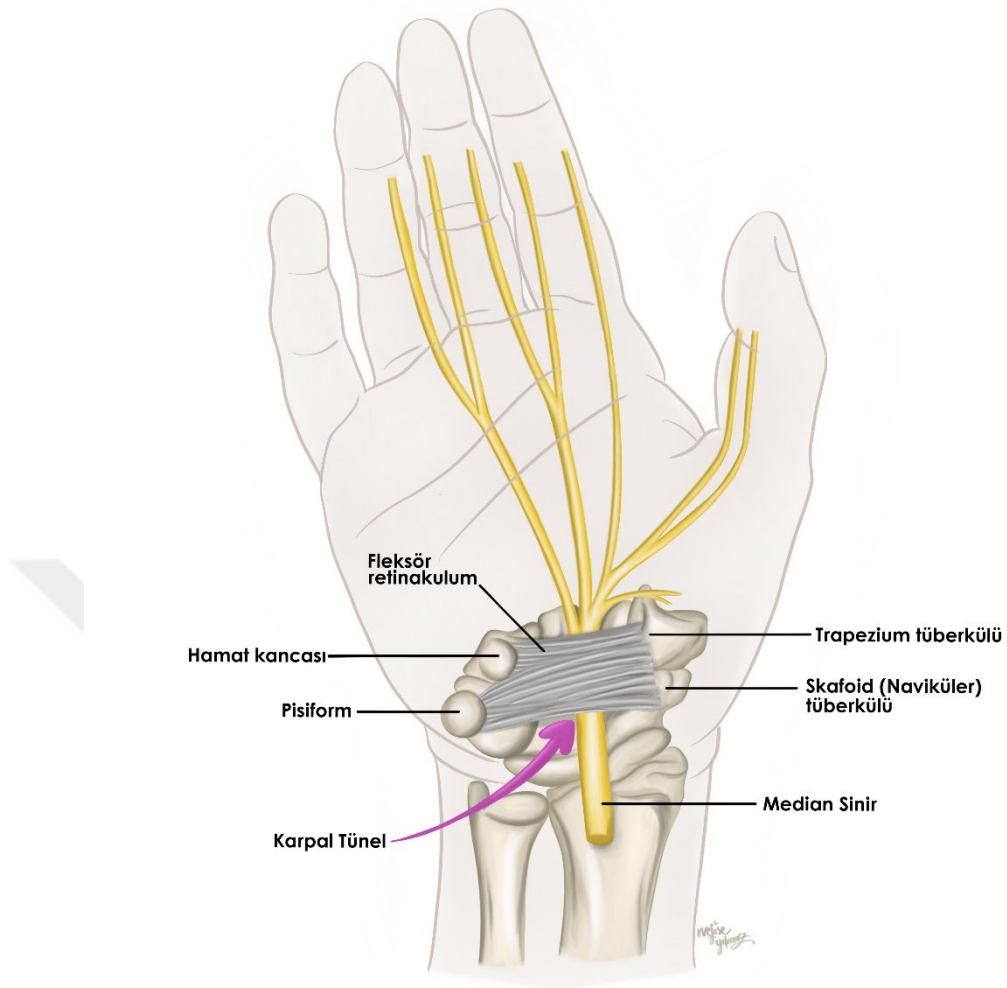
Şekil 2.1. Median sinirin seyri ve kutanöz innervasyon alanı

2.1.1.2. Karpal Tünel Anatomisi

Karpal tünel, el bileğinin palmar tarafında bulunan çatısını transvers karpal ligaman olarak da bilinen fleksör retinakulumun, tabanını ve kenarlarını ise karpal kemiklerin oluşturduğu osteofibröz bir geçittir. Tüneli oluşturan karpal kemikler konkav bir ark oluşturacak şekilde dizilirler. Bu ark ulnar kenardan hamatum kancası ve pisiform kemik, radyal kenarda ise skafoid ve trapezium kemik ve FKR kasının tendonu ile sınırlıdır (38).

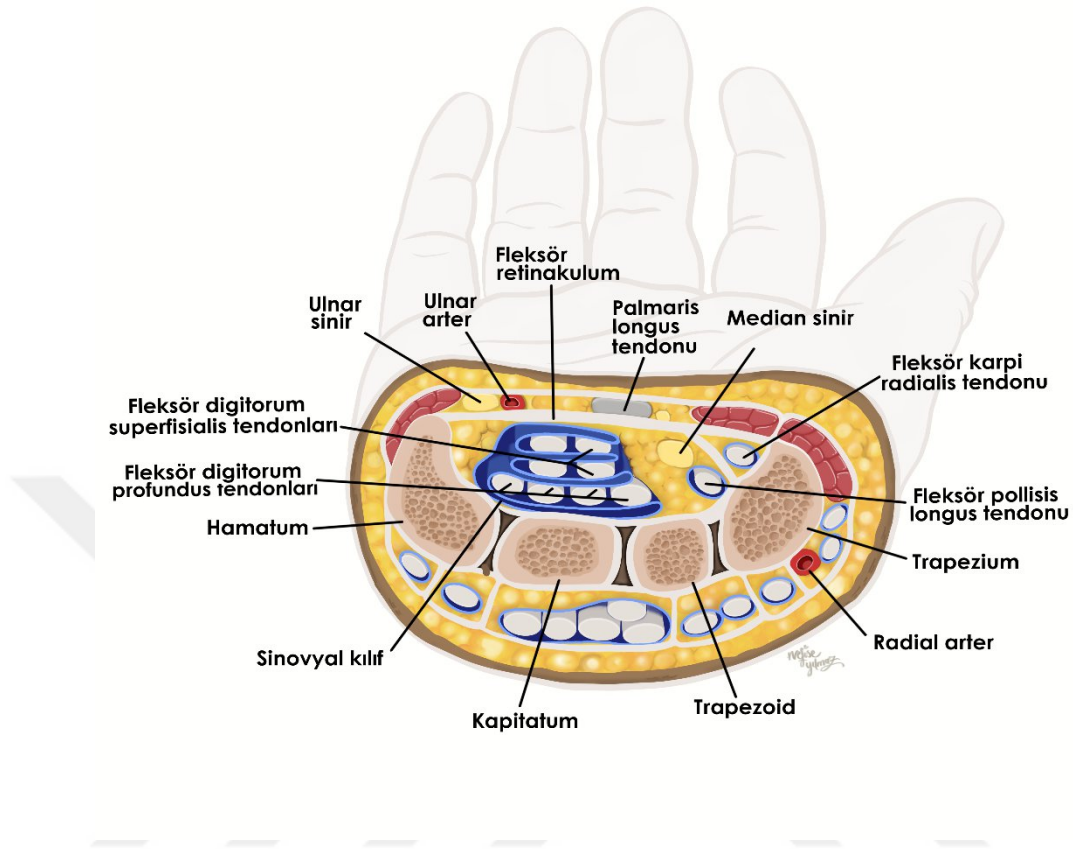
Karpal tüneli oluşturan kemiklerin ark oluşturacak şekilde dizilmesi nedeniyle tünelin genişliği ve derinliği farklılık göstermektedir. Karpal tünelin genişliği hamat kancası seviyesinde yaklaşık 20 mm'dir ve proksimal ucu (24 mm), distal (25 mm) ucuna kıyasla daha dardır (39,40). Hamat çengel seviyesinde, dorsal yüzde kapitat çıkıntının, palmar tarafta ise FR' nin en kalın kısmının bulunması nedeniyle tünel derinliği azalmıştır. Karpal tünelin en dar bölümü, karpal kemiklerin distal sırasının orta hattının yaklaşık 1 cm distalinde bulunmakta olup, bu bölgede tünelin kesit alanı ortalama 1,6 cm² olarak ölçülmektedir (40).

Fleksör retinakulum, karpal tünelin volar çatısını oluşturan, medial ve lateral kenarları arasındaki boşluğu dolduran ve karpal arkı karpal tünele dönüştüren kalın bir bağ dokusudur. Üç bölüme ayrılır: proksimal kısım, transvers karpal ligament ve distal aponevroz. Transvers karpal ligament, fleksör retinakulumun orta kısmını kaplar ve karpal tünelin ana sınırını oluşturur (39). Transvers karpal ligamentin morfometrik ölçümleri, kalınlığının 2–4 mm, ortalama genişliğinin 25 mm ve uzunluğunun ise 31 mm olduğunu göstermektedir (41). FR, tendonları bilekteki kemik düzleminde tutar ve eğilmelerini engeller (42).



Şekil 2.2. Karpal tünelin anatomisi

Karpal tünelde median sinir ve FDS'nin dört tendonu, FDP'nin dört tendonu ve fleksör pollicis longus (FPL) tendonu bulunur (43). Karpal tünel içindeki tendonlar ve çevre dokular normal koşullarda ideal bir kayma sistemi oluşturur. Fleksör pollicis longus radyal bursa tarafından çevrelenir, FDP ve FDS'nin tendonları ise ulnar bursa tarafından çevrelenir. Bursalar, iki kat sinovyal dokudan oluşan içi boş tüplerdir. Bursanın iç (visseral) tabakası (tenosinovyumun çoğunluğunu oluşturan subsinovyum bağ) ağ benzeri doku ile fleksör tendonlara bağlanır (44). Dış (pariyetal) tabaka, transvers karpal ligaman gibi diğer lokal dokulara gevşek bir şekilde bağlanmıştır (47). Visseral ve pariyetal katmanlar, sinoviyal membran ve sıvıyı içeren bir boşlukla ayrılır ve bu, iki katman birbirine göre hareket ettiğinde tendonun kayması sırasındaki sürtünmeyi azaltır (45).



Şekil 2.3. Karpal tünelin kesitsel anatomisi

Median sinir, radyal kenarda fleksör pollicis longus tendonuna ve ulnar kenarda fleksör digitorum superficialis tendonlarına komşudur (45). FDS'nin işaret ve orta parmaklara uzanan tendonları median sinire en yakın olanlardır. Fleksör karpi radialis tendonu sinovyal bir kılıfla çevrilidir ve fleksör retinakulumun lateral yüzünün trapezium tüberkülünün medial tarafındaki oluğun kenarlarına bağlanmasıyla oluşturulan tübüler bir bölmeden geçer. Ulnar arter, ulnar sinir ve PL tendonu, fleksör retinakulumun önünden elin içine geçer. Bu yapılar karpal tünelde yer almaz. PL tendonu sinovyal bir kılıfla çevrili değildir. Radyal arter, bileğin lateral tarafının dorsalinden geçer ve skafoidin dış yüzeyine bitişik olarak uzanır (42).

2.1.2. Epidemiyoloji

Bildirilen karpal tünel prevalansı ve insidansı çalışmalarda kullanılan tanı kriterlerine göre değişmektedir. Sadece hasta kliniğine dayalı tanı kriterleri esas alındığında, her 10 kişiden birine KTS tanısı konulmaktadır. Klinik kriterlerin teşhiste kullanılması, elektrofizyolojik tanı kriterlerine göre daha yüksek KTS prevalansı ile sonuçlanmaktadır. Bölgesel farklılıklar dikkate alındığında batı ülkelerinde KTS prevalansının yaklaşık %5 olduğu tahmin edilmektedir (46). KTS prevalansı küresel olarak değişiklik gösterebilir. Afrika kıtasında KTS prevalansı daha yüksektir (47). Karpal tünel sendromunun yıllık insidansının kadınlarda 1000 kişide yaklaşık 2,2–5,4, erkeklerde ise 1,1–3 arasında değiştiği bildirilmektedir (48–50). Çocukluk çağına oldukça nadir görülen bu sendromun bu yaş grubundaki insidansı ise net olarak ortaya konmamıştır (51,52). Yetişkinlerde özellikle 40–60 yaş arası kadınlarda erkeklere kıyasla daha sık rastlanmaktadır (6). Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, karpal tünel sendromu'nun kadınlarda erkeklere oranla yaklaşık üç kat daha sık görüldüğü bildirilmektedir (50,53). 65 yaş üstü kadınlarda KTS semptomları daha şiddetlidir. (46). Ayrıca KTS başlangıç yaşı kadınlarda daha düşüktür. Erkeklerde (45-54 yaş ve 75-84 yaş) ve beyaz ırka mensup bireylerde KTS sıklığı daha fazla görülmektedir (54). Amerika Birleşik Devletleri'nde ve çoğu gelişmiş ülkede KTS yıllık 1000 kişiden 3'ünde görülmektedir. KTS prevalansı ise 1000'de 50'dir. 2000 yılında İngiltere Genel Uygulama Araştırma Veri tabanı, KTS yaygınlığının erkeklerde 100.000'de 88 olduğunu, kadınlarda ise 100.000'de 193 olduğunu açıklamıştır. Endüstriyel çalışanlarda ve ofis çalışanlarında KTS prevalansı %61 olarak bulunmuştur (55).

2.1.3. Risk Faktörleri

Karpal tünel sendromunun etiyolojisi multifaktöriyel olmasına rağmen sıklıkla idiyopatik KTS olarak değerlendirilmektedir. Etiyolojisinde genetik, çevresel, ailesel yatkınlık ve metabolik faktörler rol oynayabilir (46). Yaş, cinsiyet, beden kitle indeksi, meslek, genetik faktörler, anatomik farklılıklar, kardiyovasküler faktörler, hipertansiyon, diyabet, hipotiroidi, romatoid artrit, gebelik, herediter amiloidoz ve herediter hiperkolesterolemi risk faktörlerindendir (55). Öne çıkan çevresel risk faktörleri arasında, uzun süre devam eden aşırı bilek fleksiyonu veya ekstansiyonu,

fleksör kasların tekrarlayan kullanımı ve sürekli titreşime maruz kalma bulunmaktadır (56).

Çevresel faktörlerin yanı sıra, karpal tünel sendromu ile ilişkili tıbbi risk faktörleri dört temel kategori altında sınıflandırılmaktadır. Bu kategorilerden biri, median sinirin her iki yanında yer alan yapılarda hacim artışına yol açarak tünel içi basıncı yükselten ekstrinsik faktörler, tünel içindeki hacmi artıran intrinsik faktörler, tünelin konturunu değiştiren ekstrinsik faktörler ve nöropatik faktörlerdir (56,57). Gebelik, menopoz, obezite, böbrek yetmezliği, hipotiroidizm, oral kontraseptif kullanımı ve konjestif kalp yetmezliği gibi durumlar tünel için hacmi arttıran ekstrinsik faktörlerdendir. Sinirin tünel içindeki hacminin artmasına sebep olan intrinsik faktörler arasında kitleler ve tümör benzeri oluşumlar yer alır. İntrinsik sebepler; distal radius kırığı sonrası oluşan malunion, enfeksiyon veya travmadan kaynaklanan ödem, travma sonrası oluşan artrit, ganglion, lipom ve ksantom benzeri tümörlerdir (47). Nöropatik faktörler arasında diyabet, alkolizm, vitamin eksikliği veya toksisitesi ve toksinlere maruz kalma gibi durumlar bulunur. Bu faktörler karpal tünel içindeki interstisyel basıncı artırmadan median siniri etkiledikleri için önemlidir. Diyabet, tiroid hastalıkları, alkolizm ve romatoid artirit gibi bazı sistemik hastalıklarda tuzak nöropati görülme sıklığı artmaktadır (58). KTS insidansı diyabeti olmayan bireylerde %14 iken diyabetik nöropatisi olan hastalarda ise %30 olarak bildirilmiştir. Gebelikte ise KTS prevalansının yaklaşık %2 olduğu tahmin edilmektedir (59).

El bileği morfolojisi de karpal tünel sendromu gelişiminde önemli bir mekanik risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Özellikle dorsal–volar mesafenin mediolateral mesafeye oranının 0,7’den büyük olması durumunda, bu anatomik özellik “kare el bileği” olarak tanımlanmaktadır. Kare el bileğine sahip olan kişilerde karpal tünel sendromu riski daha fazladır (60).

Karpal tünel sendromunun kardiyovasküler risk faktörleriyle ilişkili olabileceği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Örneğin, 30–40 yaş grubunda karotis intima-media kalınlığında artış, damar hastalıkları, obezite, yüksek kolesterol ve trigliserit düzeyleri, hipertansiyon ve kardiyak aritmilerin KTS ile anlamlı bir ilişki gösterdiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, 60 yaş üzerindeki bireylerde koroner arter

hastalığı, kalp kapak hastalıkları ve karotis intima-media kalınlığı artışının da KTS ile bağlantılı olduğu saptanmıştır (61,62).

Yapılan çalışmalarda, ailesel KTS tanısı alan hastalarda, genetik varyasyonlara bağlı olarak karpal tünelin boyutunda veya içeriğinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle, daha yüksek oranda iki taraflı KTS insidansı bildirilmiştir (55).

2.1.4. Patofizyoloji

En yaygın kronik periferik sinir sıkışma sendromu olan KTS patofizyolojisi net ortaya konulamamakla birlikte, en olası nedenler arasında iskemi, mekanik travma, demiyelinizasyon, tendinit ve artmış karpal tünel basıncı yer almaktadır (63). Kronik sinir basısına bağlı patolojik değişiklikler, erken dönemde kan-sinir bariyerinin bozulmasıyla başlar. Bu durumu endonöral ve subperinöral ödem izler. İlerleyen süreçte ise perinöryum ve epinöryumun bağ dokusunda kalınlaşma ve fibrozis gelişir. Sinirin tekrarlayan hareket ve traksiyonlarıyla sonucunda subperinöral boşlukta organize fibrozis ile birlikte Renault cisimcikleri oluşur. Daha sonra, özellikle büyük sinir liflerinde lokalize segmental sinir lifi demiyelinizasyonu meydana gelir. Progresif kompresyonun ileri evrelerinde miyelinli ve miyelinsiz sinir liflerinde şiddetli diffüz demiyelinizasyon ve yaralanma meydana gelir ve sonunda sinir liflerinin Wallerian dejenerasyonuna yol açar. Kompresyon bölgesine daha yakın yerleşen sinir demetleri, daha uzak yerleşen sinir demetlerinden daha erken değişikliklere uğrar. Bu patolojik değişiklikler kompresyon kuvvetlerinin şiddetine ve süresine bağlıdır (58).

Karpal tünel sendromunun patofizyolojisinde etkili olan faktörler;

Artan basınç;

Sağlıklı bireylerde karpal tünel içindeki basınç, 2–10 mmHg aralığında kabul edilmektedir (64). KTS'li bireylerde ise karpal tünel basıncı nötral el bileği pozisyonunda; 32 mm Hg iken bilek fleksiyonunda; 94 mm Hg, ekstansiyonunda; 110 mm Hg'dir (65). Bilek pozisyonundaki değişiklikler, sinir sıkışması ve yaralanmasıyla sonuçlanabilir. Karpal tünel içinde, hem intertisyel sıvının hidrostatik basıncındaki artış hem de median sinir ile komşu dokular arasındaki doğrudan temas, median sinir üzerinde basınca neden olabilir (63). Hidrostatik basınç, sinovyal doku hipertrofisi ve karpal tünelin alanının daralması sonucunda artabilir (66). Bilek pozisyonu değiştikçe, karpal tünel içindeki hidrostatik basınç önemli ölçüde değişir; bilek ekstansiyonu

basınçta 10 kat artışa neden olurken, bilek fleksiyonu basınçta 8 kat artışa neden olur (66,67). Bileğin ekstansiyonu sırasında, dorsal tarafta ekstansör retinakulum sıkışmaya uğrarken, volar yüzde ise volar karpal ligaman aralığında genişleme meydana gelir. Bu genişleme, volar karpal ligamanın karpal kemiklerin volar yüzeyine baskı yapmasına yol açarak karpal tünel hidrostatik basıncının artmasına neden olur. Bilek fleksiyonunda FR, fleksör tendonları ve bursayı radius başına doğru sıkıştırır. Bu durum, hidrostatik basınç artışına yol açar. Ayrıca, fleksör tendonların hareketi median sinir üzerinde sürtünme kuvveti oluşturarak sinir üzerinde mekanik stres meydana getirir (63).

Karpal tünel çevresindeki kasların da karpal tünel basıncının artmasında ve median sinir tuzaklanmasında rol oynadığı bilinmektedir. Elin intrinsik kaslarından biri olan lumbrikal kaslar, FDP'nin proksimalinden köken alır. Bu kasların proksimal bağlantılarında anatomik varyasyonlar olabileceği gösterilmiştir. Dolayısıyla, lumbrikal kaslar transvers karpal ligamente daha yakın bir noktadan başlıyorsa, parmakların tekrarlayan hareketleri sonucu gelişen kas hipertrofisi karpal tünel hidrostatik basıncının artmasına neden olabilir (68).

Bazı çalışmalar, palmaris longus tendonunun varlığının karpal tünel sendromu açısından bağımsız bir risk faktörü olabileceğini öne sürmekte ve tendon varlığı ile sendrom insidansı arasında anlamlı bir ilişki bildirmektedir (69). Palmaris longus varlığında karpal tünel şekli ve hacmi, bilek pozisyonundan etkilenebilir (70). Palmaris longus'un karpal tünelin üzerindeki palmar fasya içine yerleşmesi muhtemelen karpal tünel üzerinde bir basınç etkisi yaratarak karpal tünel sendromuna yatkınlığa neden olur (71).

Sinir yaralanması;

Mekanik kuvvetler nedeniyle median sinirin sıkışması, demiyelinizasyonuna neden olur. Demiyelinizasyon yalnızca bir bölgeden meydana gelmez, aynı zamanda tüm internodal segmentte yayılır. Bu durum, nöropraksi adı verilen bir sinir iletimi bloğuna neden olur. Kalıcı kompresyon, çevredeki endonöral kılcal sisteme giden kan akışında azalmaya ve kan-sinir bariyerinde değişikliklere ve endonöral ödeme yol açabilir (72). Azalmış kan akışı, lokal iskeminin yanı sıra metabolit dengesizliklerine yol açarken, aynı zamanda kan-sinir bariyerinin geçirgenliğinde artışa neden olur. Bu

durum, inflamatuvar hücreler ile proteinlerin endonöral alana infiltrasyonunu kolaylaştırarak ödeme zemin hazırlar. Tüm bu patofizyolojik süreçler, nöronal dokuda nevrit gelişimini tetikleyebilir ve nihayetinde aksonal dejenerasyonla sonuçlanabilir (64).

Sinir mobilizasyonu;

Sinir hareketi normal fiziksel aktivite için çok önemlidir. Sinir kayması, eklem hareketi sırasında aşırı gerilme nedeniyle sinirlerin yaralanmasını önler. Bu kayma hareketi sinir liflerini çevreleyen bağ dokusu katmanlarının, yani endonörium, mezonörium, perinörium ve epinöriumun uzayabilirliğine bağlıdır (73). Median sinirin karpal tünel içerisinde longitudinal hareketi, bilek fleksiyonu sırasında 9,6 mm, ekstansiyonunda 7-14 mm, omuz, dirsek, el bileği ve parmakların konumuna göre 2,5-19,6 mm arasında değişebilir (65,74). Median sinirin uzunlamasına hareket miktarı (ekskürsiyonu), yapılan ölçümlerde korunmuş kadavralarda 3–12 mm, taze dondurulmuş kadavralarda 9–14 mm ve canlı bireylerde el bileği ile dirsek hareketleri sırasında 11,0–28,8 mm arasında bulunmuştur (75). Median sinirin kronik basısında, fibrozis meydana gelir ve sinir kaymasının inhibisyonuna neden olur. Bu, mezonöryumda yaralanmaya ve ardından skar dokusunun oluşmasına neden olur. Mezonöral skar dokusu, median sinirin çevre dokulara yapışmasına ve bilek hareketleri sırasında mekanik traksiyona maruz kalmasına neden olur (76).

Küçük liflerin katılımı;

Küçük miyelinsiz C liflerinin karpal tünel sendromunun çeşitli semptomlarından sorumlu olduğu gösterilmiştir. Miyelinsiz C lifleri aracılığıyla ağrı sinyallerinin iletimi voltaj kapılı sodyum kanalları aracılığıyla modüle edilir. Hasarlı C lifleri, uyarılara karşı abartılı ektojik yanıtlarla sonuçlanan anormal voltaj kapılı sodyum kanal ekspresyonuna neden olur. Bu spontan desarjlar ağrı hissine neden olur (77).

Kan-sinir bariyerinde bozulma;

Merkezi sinir sisteminde, sıkı bağlantılarla birbirine bağlı kılcal endotel hücreleri tarafından oluşturulan oldukça seçici yarı geçirgen bir bariyer vardır. Merkezi sinir sisteminde yer alan kılcal damarlardaki kan ile interstisyel sıvıyı etkili bir şekilde ayırır. Kan–sinir bariyeri, perinöryumun iç tabakasındaki hücreler ile

karpal tünel düzeyinde median sinire eşlik eden endonöral kılcal damarların endotel hücreleri tarafından oluşturulmaktadır. Bu endonöral mikro damarlar, fleksör retinakulumun proksimalinde radial ve ulnar arterlerden dallanırlar (72). Sinir yaralanması durumunda, kan-sinir bariyeri mikrodamar düzeyinde bozulabilir ve bu da intrafasikler basınçta artışa neden olabilir. Endonöral boşlukta lenfatik drenajın bulunmaması nedeniyle gelişen ödem, sinir demetleri içerisindeki mikrodolaşımı bozarak nöronal hasarı daha da derinleştirebilir (78). Endonryumda yer alan ve kan sinir bariyeri bozulan kılcal damarlardan endonöral alana protein ve sıvı geçişine neden olarak endonöral alanda basınç artışına neden olur. Bu artan basınç "mini kompartman sendromuna" benzer bir duruma neden olabilir; sonunda sinirde lokal iskemik hasar meydana gelebilir (58). Kan-sinir bariyeri yaralanması riski vasküler rahatsızlıkları olan veya statik yüklemeye uzun süre maruz kalan hastalarda özellikle yüksektir (64).

İnflamasyon/sinovyal doku patolojisi;

Elin tekrarlayan hareketleri, median sinir ile karpal tünelde bulunan tendonların sinovyal kılıflarının enflamasyonu veya hipertrofisi ile sonuçlanabilir (66,79) Hirata ve arkadaşları KTS hastalarında interlökin-6 (IL-6), prostaglandin E-2 (PGE-2) ve vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) seviyelerinin arttığını göstermiştir (80). IL-6, PGE-2 ve VEGF'nin fibrojenezi uyardığı bilinmektedir. Bu nedenle, bu faktörlerin artışı fibroblast sayısında, tip III kollajenin miktarında ve vasküler proliferasyonda artışa sebep olur (81). Bu patofizyolojik değişiklikler, karpal tünel içindeki toplam doku hacminde artışa yol açarak hem bazal hem de mekanik basınçların yükselmesine neden olur (63).

Yaş;

Altınok ve ark.'nın çalışmasında yaş ile karpal tüneli kaplayan bağ dokusu kılıfı olan fleksör retinakulumun eğriliği arasında güçlü bir korelasyon bulunmuştur (82). Fleksör retinakulumda yaşa bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin altında yatan biyolojik mekanizmalar tam olarak aydınlatılamamıştır. Bununla birlikte, yaşlanma sürecinde FR'deki kollajen yapısında gözlemlenen değişiklikler, dokunun elastikiyetinde azalmaya yol açabilir. Bu elastikiyet kaybı, fleksör retinakulumun hacimsel değişikliklere uyum sağlama kapasitesini sınırlayarak, özellikle ileri yaştaki

bireylerde fonksiyonel kısıtlılıklara neden olabilir. Yaşlı hastalarda, karpal tünel içeriğindeki artış, karpal tünel basıncının genç hastalara kıyasla daha fazla artmasına neden olabilir. Bu durum, yaşlı hastalarda KTS görülme sıklığında artışın sebebi olabilir (83).

Cinsiyet;

Karpal tünel sendromu, kadınlarda erkeklere kıyasla 2-3 kat daha sık görülmektedir (84). Özellikle menopoz döneminde bu riskin belirgin şekilde arttığı bildirilmiştir. Bu ise kadın cinsiyet hormonlarının KTS gelişiminde potansiyel bir rol oynayabileceğini düşündürmektedir (85). Bu sebeple KTS gelişiminin çoklu gebelik öyküsü (86), erken menopoz (87), bilateral ooferektomi (88), oral kontraseptif kullanımı (56), aromataz inhibitörleri (89) ve hormon replasman tedavisi (56) ile bağlantılı olabileceği farklı çalışmalarda desteklenmektedir. Ek olarak, östrojen reseptörü alfa'nın transvers karpal ligamentte ve fleksör tenosinovyumda mevcut olduğu bildirilmiştir (90). Tenosinovyal dokudaki östrojen reseptör artışının postmenopozal kadınlarda karpal tünel sendromu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (91). Östrojenin kollajen sentezinde ve fibroblast proliferasyonunda rol aldığı bilinmektedir (92). Tenosinovyal dokunun kollajen yapısında oluşan değişiklikler, dokunun biyomekanik uyumunu bozulmasına sebep olur. Uyumun bozulması, parmak hareketleri sırasında fleksör tendonların, tenosinovyal doku üzerinde oluşturduğu mekanik stresin artmasına ve dolayısıyla kayma yaralanmalarının gelişme riskinin yükselmesine neden olmaktadır (93). Karpal tünel sendromlu hastalarda, tenosinovyumun fibroblastlarında ve sinovyal kılıf hücrelerinde, alfa ve beta östrojen reseptörlerine yönelik immün reaktivitenin arttığı bildirilmiştir. Bu bulgu, kadın cinsiyet hormonları ile karpal tünel sendromunun patogenezi arasındaki ilişkiyi açıklamada önemli bir biyolojik temel oluşturabilir. Öte yandan, semptom şiddeti ve tenosinovyal dokudaki östrojen reseptör artışı arasında bir korelasyon görülmemiştir (91).

Genetik;

Karpal tünel sendromunun gelişiminde genetik bir bileşenin rol oynadığını gösteren çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, bu duruma katkıda bulunan spesifik genler henüz net olarak tanımlanamamıştır (94,95). Bugüne kadar KTS ile ilişkili 16

gen lokusu tespit edilmiştir. Bu lokusların büyük bir kısmı, karpal tünelin hacmini sınırlayarak kanalda artan basınca neden olabilecek hücre dışı matriks bileşenleriyle ilişkili genleri içermektedir (95). Fleksör tendonlardaki patolojiler ve sinovyal bağ dokusundaki değişiklikler, karpal tünel sendromunun gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Bu yapısal değişiklikler, karpal tünel içindeki hacmi artırarak veya inflamatuvar süreçleri tetikleyerek median sinir üzerinde basınç artışına yol açabilir (96,97). Tendonların temel yapısal birimi olan kolajen fibrilinin bir parçası olan tip V kolajenin alfa-1 zincirini kodlayan gendeki sekans varyantlarının karpal tünel sendromu gelişme riskini etkilediği gösterilmiştir (98). Belirli bir alelin hem KTS ile hem de tip XI kolajenin alfa-1 zincirini kodlayan mRNA'ların artan degradasyonu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (99,100). Bu durum, azalmış alfa-1 zinciri üretiminin ve dolayısıyla azalmış tip XI kolajen sentezinin karpal tünel sendromunun gelişiminde rol oynayabileceğini düşündürmektedir (101). Tip V ve XI kolajenler, kolajen fibrillerinin çapının ve birleşme düzeninin kontrolünde önemli rol oynar. Bu kolajenleri kodlayan genlerdeki varyasyonlar ise, karpal tüneldeki tendonlar ve diğer ekstraselüler yapıların mekanik özelliklerini etkileyerek, karpal tünel sendromunun gelişiminde rol oynayabilir. Ayrıca, el ve bilek konfigürasyonlarıyla ilişkili kısa boy gibi faktörlerin de KTS riskini artırabileceği bildirilmiştir. Kadınlarda, erkeklere kıyasla daha kısa boy ve farklı el anatomik yapısının bulunmasının, KTS prevalansı ve insidansını artırdığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, genetik yatkınlık KTS'nin kalıtımında rol oynayan tek belirleyici faktör değildir (94,102).

Diyabet;

Diyabetik hastalarda karpal tünel sendromu görülme sıklığının %6 ile %30 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, diyabet süresi uzadıkça karpal tünel sendromu insidansının arttığı doğrusal bir ilişki göstermektedir. Bu sendromun, tip 2 diyabetli hastalara göre tip 1 diyabetlilerde daha yüksek oranda görüldüğü de belirtilmektedir (103).

Diyabetli hastalarda karpal tünel sendromunun oluşumu farklı mekanizmalar ile aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bu mekanizmalardan biri, tip 1 diyabetin kollajen liflerinin enzimatik olmayan glikozilasyonunda artışa neden olduğudur. Glikozilasyon, kollajen liflerinin uyumunda azalmaya neden olur. Etkilenmiş lifler

fleksör sinovyumda birikerek fibrozise neden olur. Bu durum FR'nin kalınlaşmasına neden olarak KTS'ye neden olabilir (104). Diyabet hastalarında karpal tünel sendromunun daha yüksek insidansına neden olan diğer nedenler arasında bazı sitokinlerin artan ekspresyonu, Schwann hücrelerinin demiyelinizasyonu ve karpal tünel içindeki bağ dokusu ve hücre dışı sıvıda artış yer alır (83).

Dellon ve Mackinnon, streptozosin ile oluşturulan diyabetik sinir modeli üzerinde yaptıkları çalışmada, diyabetik sinirlerin kompresyona karşı daha duyarlı olduğunu göstermiştir (105). Bu bulgu, diyabetin periferik sinirlerin yapısında ve fonksiyonelliğinde değişikliklere yol açarak kompresif nöropatilerin gelişme riskini artırabileceğini düşündürmektedir. Kan-sinir bariyeri glikozun serbestçe geçmesine izin verir, hücre içine giren glikoz endonöral ödeme neden olur. Glikoz daha sonra hidrofilik poliollere metabolize olarak endonöryal boşluğa daha fazla sıvının hareket geçmesine neden olur. Oluşan ödem endonöral hidrostatik basıncın artmasına neden olup miyelin değişikliklerine neden olur. Sonuç olarak, aksoplazmik fizyolojiyi değiştiren her şey siniri kompresyon nöropatisine karşı daha duyarlı hale getirebilir (58).

Tiroid disfonksiyonu;

Hipotiroidizmli hastalarda karpal tünel sendromunun görülme sıklığı daha fazladır (57). Hipotiroidizmin nöropatiye nasıl yol açtığına dair kesin mekanizmalar, günümüzde de tartışmalı olup net olarak belirlenememiştir. Önerilen bir mekanizma, periferik sinirleri çevreleyen yumuşak dokularda mukopolisakkaritlerin birikmesidir. Bu birikim aksonal dejenerasyona ve nihayetinde sinir disfonksiyonuna neden olabilir (106). Öne sürülen mekanizmalardan bir diğeri ise, hipotiroidizmin karpal tünel içerisinde yer alan fleksör tendonların sinovyal membranlarında ödem ve şişmeye yol açmasıdır. Bu durum, tünel içindeki hacmin artmasına ve dolayısıyla median sinir üzerinde mekanik basının artmasına neden olarak KTS semptomlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlar (107).

Romatoid artrit;

Romatoid artrit, karpal tünelde yapısal değişikliklere neden olarak karpal tünel sendromunun gelişmesine yol açabilir (108). Romatoid artrit FR'de ve fleksör tendonlar etrafında tenosinovite neden olduğu bilinmektedir; bu durum, karpal tünel

içindeki basıncın artmasına sebep olarak KTS gelişmesine yol açabilir (109). Romatoid artrit, sinovyumda yol açtığı inflamasyon ve ödem nedeniyle karpal tünel sendromu gelişimine zemin hazırlayabilmektedir. Bu nedenle, romatoid artritli bireylerde karpal tünel sendromu görülme oranının, romatoid artriti olmayanlara göre yaklaşık 2-3 daha sık olduğu bildirilmiştir (56,57). Romatoid artritin uzun süredir var olması bilek tendonlarında histopatolojik değişikliklere yol açarak anormal sinovyal proliferasyona ve tendon hasarına neden olabilir (110), ancak, romatoid artrit süresi ile KTS insidansı arasında anlamlı bir bağlantı saptanmamıştır (111).

2.1.5. Tanı

Karpal tünel sendromu tanısında öykü (semptomların tipi ve karakteristik özellikleri, elde ve üst ekstremitelerde başka bölgelere yayılımı) son derece önemlidir. Fizik muayene bulguları ve elektrodiagnostik testler ile KTS tanısı konulabilir. KTS tanısında rutinde görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaz iken ayırıcı tanı ve KTS'ye neden olabilecek nedenlerin aydınlatılması için MRG, USG ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi yöntemlerden faydalanılabilir (112).

2.1.5.1. Anamnez

Karpal tünel sendromu tanısında referans yöntem olarak değerlendirilen yaklaşım, elektrofizyolojik testler ile desteklenmekle birlikte, özgün semptomları içeren ayrıntılı bir anamnez ve fizik muayene bulgularının sistematik biçimde değerlendirilmesidir. Bu nedenle, karpal tünelin klinik prezentasyonu tanı sürecinde kritik bir öneme sahiptir. KTS'de semptom ve bulgular 3 aşamada kategorize edilebilir. İlk aşama; median sinirin dağılımındaki (başparmak, işaret ve orta parmakların palmar yüzünü ve yüzük parmağının radial yarısı) ağrı ve parestezidir (1). KTS, ilk olarak aralıklı, gece parestezisi ve dizestezi şeklinde başlar; bu şikayetlerin sıklığı artar ve gündüzleri de oluşmaya başlar. Bu semptomlar dizisi oldukça tipiktir ve karpal tünel sendromu dışındaki hastalıklarda nadiren görülür (31). Hastalar sıklıkla semptomlarla uyanır ve rahatlamak amacıyla ellerini sallarlar. Bu 'flick sign' olarak bilinir ve KTS için %93 duyarlı ve %96 spesifiktir (8). Hastalar gözle görülebilen bir şişlik olmamasına rağmen parmaklarının şiş olduğundan ve sabah sertliğinden bahsedebilir (35,72). İkinci aşamada ağrılar ve şikayetler tekrarlayan el bileği hareketleri ile gündüzleri de ortaya çıkabilir. Klinik tablonun

üçüncü ve geç aşamasında, aksonal dejenerasyona bağlı olarak motor ve duysal işlevlerde bozulma izlenir; bu evrede tenar kaslarda atrofi ve güçsüzlük belirginleşir. (41,72). Hasta öyküsü ve fizik muayene karpal tünel sendromunun tanısında sınırlı tanısal doğruluk sağladığından, tanıyı desteklemek amacıyla hastalardan öz bildirim temelli bir değerlendirme aracı olan *Katz El Diyagramı* gibi kendi kendine uygulanan anketleri doldurmaları istenebilir. Katz El Diyagramı, hastanın semptomların nerede meydana geldiğini belirtmesine ve semptomları uyuşma, ağrı, karıncalanma veya hipoestezi olarak sınıflandırmasına olanak tanır (41).

Karpal tünel sendromu, genellikle elde başlayan semptomlarla karakterizedir; ancak ileri vakalarda semptomlar ön kol, üst kol ve hatta omuz bölgesine kadar yayılabilir. KTS'li hastaların semptom sorgulamasında, çoğunlukla semptomlarının ağrı ile karakterize olduğunu, uyuşma, karıncalanma veya diğer duysal anormalliklerin ise daha az olduğunu ifade ettikleri bildirilmiştir. Literatürdeki tanı yaklaşımları, uzun yıllar boyunca duysal belirtileri sadece median sinirin el üzerindeki inervasyon alanlarıyla ilişkilendirmiştir. Ancak klinik uygulamada, semptomların sadece ilk üç parmakla sınırlı olması yerine, bazen tüm palmar yüzeyi kapsayan daha geniş duysal kriterler kullanılmaktadır (6). Mevcut kanıtlar, semptomların yalnızca median sinirin duysal dağılım alanıyla sınırlı olmasının, daha ciddi bir median sinir tutulumuna işaret edebileceğini düşündürmekte olup, sinir iletim hızında daha belirgin değişikliklerle ilişkilendirilmiştir (113).

2.1.5.2. Fizik Muayene

Fizik muayeneye ilgili üst ekstremitenin inspeksiyonu ile başlanmalı, boyun ve omuz kuşağı muayenesi yapılmalıdır. Tek taraflı vakalarda da karşı taraf her zaman incelenmelidir. Boyun muayenesi sırasında, servikal omurganın fonksiyonelliğini değerlendirmek amacıyla eklem hareket açıklığı ölçülmeli ve ağrı, kısıtlılık ya da asimetri olup olmadığı belirlenmelidir. Bu kapsamda, boynun aktif ve gerekirse pasif olarak eklem hareket açıklığı (fleksiyon, ekstansiyon, her iki yöne lateral fleksiyon ve rotasyon) incelenmelidir. Radiküler semptomların varlığına dikkat edilmeli ve şüphelenilen durumlarda ilgili kompresyon ve provokasyon testleri uygulanmalıdır. Muayene sırasında, ağrının lokalize mi yoksa radikülopatik karakterde mi olduğu dikkatle değerlendirilerek kaydedilmelidir. Bu ayırıcı değerlendirme, KTS ile servikal

radikülopati gibi diğer üst ekstremité nöropatileri arasındaki tanısal ayrımı desteklemek açısından önemlidir (114).

Omuz kuşağı muayenesi yapılırken; trapezius, paraservikal alan, supraklaviküler alan, klavikula çevresi ve infraklaviküler bölge palpe edilerek hassasiyet varlığı not edilir. Omuz eklem hareket açıklığı muayenesi, impingement ve instabilite testleri yapılmalı ve ağrı varlığı kaydedilmelidir (114).

Torasik outlet sendromunda (TOS) el semptomları görülebildiği için KTS ile karıştırılabilir. Bu nedenle TOS tanısı akılda tutulmalı ve Adams, Wright gibi provakatif testler tanı için kullanılmalıdır (114).

Dirsek eklemi ve çevresini tutabilen ve karpal tünel sendromu semptomlarını taklit edebilen durumların (kubital tünel sendromu, radyal sinir kompresyonu, medial ve lateral epikondilit) varlığı nedeniyle dirsek muayenesi önemlidir (114).

El bölgesinde bulunan fleksör ve ekstansör tendonlar şişlik, hassasiyet, krepitasyon varlığı açısından dikkatle incelenmelidir. Bunların varlığı tenosinovit lehine olabilir. En sık 1. kompartmanın tenosinoviti (de Quervain) görülür fakat fleksör karpi ulnaris ve FKR'nin tendiniti de yaygındır. El inspeksiyonu sırasında tenar atrofi varlığı not edilmelidir (114).

2.1.5.2.1. Provakasyon Testleri

KTS semptomları tarifleyen hastaların şikayetlerini yeniden oluşturmak amacıyla muayenede kullanılan birçok provokasyon testi mevcuttur. Tinnel bulgusu, Phalen, ters Phalen, Durkan kompresyon testi, el kaldırma testi, Scratch collapse testi, bu testlerden bazılarıdır.

Tinel bulgusu;

KTS tanısında sıklıkla kullanılan test ise Tinel işaretidir (duyarlılık=%23-%60; özgüllük=%64-%87). Hastanın median sinirine karpal tünel seviyesinde perküsyon uygulanır. Hasta median sinir duyusal innervasyon alanında parestezi hissederse test pozitif olarak değerlendirilir (5,115,116).

Phalen testi;

Karpal tünel sendromu tanısında sık kullanılan bir diğ r önemli provokasyon testi Phalen testidir. Test, hastanın dirsekleri 90° fleksiyonda olacak şekilde önkol ve ellerini düz bir yüzeye yerleştirmesi ve her iki el bileğini maksimum fleksiyonda serbest bırakması şeklinde uygulanır. Bu pozisyon en az 1 dakika sürdürülür. Test süresince, median sinirin duysal innervasyon alanında parestezi hissedilmesi durumunda, testin pozitif olduğu kabul edilir. Literatürde Phalen testinin duyarlılığı %57–91 arasında, özgüllüğü ise %33–86 arasında bildirilmektedir (5,115,116).

Ters Phalen testi (Wormser testi);

Hasta uygulama sırasında parmaklarını ve el bileğini aktif olarak ekstansiyona getirerek bu pozisyonda 2 dakika boyunca bekler. Test süresince, median sinirin duysal innervasyon alanında parestezi hissedilmesi durumunda, testin pozitif olduğu kabul edilir. Wormser testinin tanıs l duyarlılığı %57, özgüllüğü ise %78 olarak bildirilmiştir (116).

Durkan kompresyon testi (Karpal komresyon testi)

Durkan testinde (duyarlılık =%64;  zg ll k=%83), karpal ligamanın proksimal kenarına, ba parmaklar kullanılarak median sinir üzerine yaklaşık 30 saniye süreyle bası uygulanır. Median sinirin innervasyon alanında parestezi oluşması durumunda test pozitif olarak değerlendirilir (116).

El kaldırma testi;

Testin duyarlılığı %75,5; özgüllüğü %98,5'tir. Test sırasında hasta ayakta veya oturur pozisyonudadır. Daha sonra her iki el ba ın üzerine kaldırılarak 2 dakika boyunca bu pozisyonda beklenir. Median sinir innervasyon alanında parestezi gelişmesi durumunda test pozitif olarak kabul edilir (118).

Scratch collapse testi;

Testin 3 aşaması mevcuttur. İlk aşamada muayene eden kişi omuz abduksiyonda ve eksternal rotasyondayken  n kolla direnç uygulayarak omuzu adduksiyon ve i  rotasyona zorlar ve hasta muayene eden kişinin kuvvetine direnmeye çalışır sonraki aşamada muayene eden kişi, median sinirin potansiyel olarak sıkı tığı

transvers karpal ligament bölgesine uyaran verir; üçüncü ve son aşamada ilk adım tekrarlanır. Hastanın dirence karşı abduksiyon kaybı var ise test pozitif kabul edilir (119).

Turnike testi (Gillet testi);

Kol üzerine yerleştirilen tansiyon aletinin manşonunu sistolik kan basıncının üzerine getirerek beklenir. Median sinir dağılımında 60 saniye içinde parestezi gelişir veya artarsa test pozitif kabul edilir. Testin duyarlılığı %21-%59; özgüllüğü %36-%87'dir (116).

2.1.5.2.2. Duyu Muayenesi

Kapsamlı duysal değerlendirme, statik ve dinamik iki nokta ayırım (2PD) testi, Semmes-Weinstein monofilament testi, vibrasyon testini içerir.

Semmes-Weinstein monofilament testi;

Sayısal bir nicelik kullanarak monofilamentlerin dokunma hissine verilen yanıtı ölçen klinik testlerden biridir. Bu test, nöropatik ülserasyon riski taşıyan hastaların tespiti için geliştirilmiştir ve iyileşmeden önce ve/veya sonra periferik sinir yaralanmalarının ve kompresyon sendromlarının değerlendirilmesinde kullanılan klinik bir araçtır (120). Amaç cildin basınç algılama eşiğini değerlendirmektir. Bu test tarafından oluşturulan uyaranlar esas olarak Merkel hücreleri (yavaş uyum sağlayan mekanoreseptörler) tarafından algılanır. Çeşitli çaplarda filamentler kullanılır. Hasta, elinin palmar yüzü yukarı bakacak şekilde parmağını masaya koyar ve gözlerini kapatır. Bir filamanın ucu parmak derisine karşı dikey olarak tutulur ve filamanın dikey konuma dönmesine izin verilmeden önce bükülmesi için yeterli kuvvet uygulanır. Kuvvet serbest bırakıldıktan sonra filaman cilt yüzeyiyle temas halinde kalmalıdır. Hasta filamentin uyguladığı basıncı hissederse, hasta artık basıncı hissetmeyene kadar çapı küçülen diğer filamentler kullanılır. Hastanın algılayabileceği en küçük çaplı filamentin boyutu kaydedilir (121).

Tablo 2.1. Semmes-Weinstein monofilament testi ile değerlendirme

Monofilament boyutu	Basınç kuvveti (g)	Renk	Değerlendirme
1.65–2.83	0.008–0.07	Gri	Normal
3.32–3.61	0.16–0.4	Mavi	Normal
3.84–4.31	0.6–2	Mor	Azalan hafif dokunma hissi
4.56–4.93	4–8	Kırmızı	Azalan koruyucu his
5.07–6.45	10–180	Kırmızı	Koruma hissi kaybı
6.65	300	Kırmızı	Yalnızca derin basınç hissi

İki nokta ayrımı (2PD) testi;

Cildin dokunsal duyusunu değerlendirmek ve cildin algı reseptörlerinin yoğunluğunu değerlendirmek amacıyla yapılır. Statik 2PD testinde, bir kaliper parmak ucuna uzunlamasına uygulanır ve hasta tarafından ayırt edebildiği en küçük mesafe ölçülür. Dinamik 2PD testinde, bir kaliperin parmağın ulnar veya radyal yönü boyunca uzunlamasına hareket ettirilen uçları arasındaki mesafe ölçülür. Hareketli 2PD testi için normal mesafe 3 mm, statik 2PD testi için ise 6 mm'dir. Statik 2PD testi için ana reseptörlerin Merkel hücreleri (yavaş uyumlu mekanoreseptörler) olduğu ve hareketli 2PD testi içinse Meissner korpusküllerin (hızlı uyumlu mekanoreseptörler) olduğu bilinse de 2PD testi sonuçları cildin çoklu duysal reseptörlerinin fonksiyonlarını yansıtır (122,123).

Vibrasyon testi;

Vibrasyon duyusu, klinik olarak vibrometre yardımıyla değerlendirilebilmekte ve bu yöntem duysal işlevlerin nicel olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Algı reseptörlerinin eşik seviyesini değerlendirmekte olup, 30 döngü/saniye (cps) ve 250 cps ile iki tür akordiyon kullanarak gerçekleştirilir. Titreyen akordiyonlar, incelenen alana dokundurular ve hastaların titreşimi algılayıp algılayamayacağı kontrol edilir. 250 cps'lik akordiyonların ürettiği ana reseptörler Pacinian cisimcikleri iken, 30 cps'lik akordiyonların ürettiği uyarıların ana reseptörleri Meissner cisimcikleridir (124).

2.1.5.2.3. Motor Muayene

Elin inspeksiyonunda karpal tünel sendromunun şiddetiyle ilişkili olarak tenar kaslarda atrofi geliştiği görülebilir. Tenar kasları başparmak metakarpalini örter ve üç kastan oluşur: APB, FPB ve OP (124). Kas gücü, sıfırdan beşe (0-5) kadar değişen

Tıbbi Araştırma Konseyi ölçeğine göre sınıflandırılır (125). Motor muayenede kas gücünde kayıp tespit edilebilir. Sadece APB kuvvetsizliği olması KTS lehine değerlendirilebilir. Fakat bunun başparmağın karpometakarpal eklem artritine bağlı olup olmadığı netleştirilmelidir. Başparmağın APB kasının fonksiyonunu test etmek için, hastadan birinci parmağını avuç içine dik olarak yerleştirmesi ve distal falanks üzerine doğrudan addüksiyon yönünde uygulanan dirence karşı koyması istenir. Parmağın konumu ve kasın kuvveti diğer tarafla kıyaslanır. OP kasının motor fonksiyonu şu şekilde test edilir; hasta başparmağını serçe parmağın ucuna dokunacak şekilde pozisyon alır, hastanın iki parmağını birbirinden ayırmaya çalışılır, hastanın buna direnmesi istenir (38).

Kavrama gücü, üst ekstremitenin genel kas gücünün iyi bir göstergesidir. Elin kavrama gücü, omuz ve dirsek eklemleri sabitlenmiş pozisyonda bir dinamometre kullanılarak ölçülür. Hasta, dik otururken dirseği gövdenin yanında 90° bükülmüş halde dirsek, ön kol ve el bileği aynı hizada dinamometreyi kavrar. Hasta yapabildiği en iyi şekilde, 2-5 saniye kadar sıkar. 3 denemenin ortalaması alınır. Hastanın her deneme arasında 30 saniye kadar dinlenmesine müsaade edilir (126,127). Parmak kavrama gücü, bir pinçmetre aracılığıyla ölçülür. Ölçüm sırasında hem etkilenen hem de etkilenmeyen taraf için üçer deneme yapılır ve her taraf için bu denemelerin ortalaması alınarak değerlendirme yapılır (124). Parmak kavrama kuvveti, lateral ve palmar kavrama kuvveti şeklinde değerlendirilir. Lateral kavrama kuvveti, pinçmetre yerleştirilerek başparmak distal falanksının ortası ile ikinci parmağın ikinci falanksı arasındaki temas noktasında ölçülmektedir. Palmar kavrama kuvveti ise, pinçmetre başparmağın medial yüzü ile diğer parmakların lateral yüzleri arasında sıkıştırılarak değerlendirilmektedir (128).

2.1.5.3. Elektrodiagnostik Testler

Karpal tünel sendromu tanısında anamnez ve fizik muayene, tanı için yönlendirici olabilir fakat elektrodiagnostik testler (EDT) nörolojik hastalığın ve kas fonksiyonunun objektif fizyolojik ölçümünü elde edebileceğimiz tek yöntemdir (129). EDT, KTS tanısını doğrulamak ve servikal radikülopati ya da periferik polinöropati gibi diğer olası nedenleri ekarte etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu testler; sinir iletim çalışmaları (SİÇ) ve elektromiyografi (EMG) olmak üzere iki ana bileşenden

oluşur. SİÇ motor ve duysal sinirleri değerlendirmek için kullanılırken, EMG ise sinirin innerve ettiği kas hakkında bilgi verir. EMG ve SİÇ, periferik sinir ve kas-iskelet sisteminin işlevlerine ilişkin gerçek zamanlı bilgi sağlar. Bu çalışmalar; KTS tanısında, sinir hasarının ciddiyetinin ve uygun tedavi yönteminin belirlenmesinde kullanılır. KTS tanısında sinir iletim çalışmalarının duyarlılığı %56–85 arasında değişmekte, özgüllüğü ise en az %94 olarak bildirilmektedir (5). Yüksek duyarlılık ve özgüllük oranları nedeniyle, SİÇ, KTS tanısında, altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir (64,130).

Amerikan Nöromüsküler ve Elektrodiagnostik Tıp Derneği (AANEM) Klavuzuna göre, median duysal veya karışık SİÇ, median sinir motor iletim çalışması, APB'nin EMG'si, ulnar ve/veya radyal motor ve duysal sinir iletim çalışması (periferik nöropatiyi dışlamak için) ve C5-T1 kökleri tarafından innerve edilen ekstremitte kaslarının iğne elektromiyografisi (servikal radikülopati, brakiyal pleksopati ve proksimal median nöropatiyi dışlamak için) KTS tanısını koymak için yapılması önerilen elektrodiagnostik çalışmalardır (131).

KTS'li hastalarda iğne EMG yapılıp yapılmayacağına dair karar tartışmalıdır ve AANEM uygulama parametresinde “isteğe bağlı” olarak listelenmiştir. Ayırıcı tanıda servikal radikülopati veya pleksopati yoksa, iğne EMG gerekli olmayabilir. Bilek boyunca median sinir iletimi normalse, APB kasında iğne EMG'de anormal bir bulgu saptanma ihtimali düşüktür. Tenar atrofi veya median sinir motor amplitüdünde azalma olan hastalarda, akson kaybını belgelemek için EMG'den yararlanılabilir (132).

Duyusal sinir iletim çalışmalarında, motor çalışmalardan farklı olarak, periferik sinir gövdesi belirli bir noktadan uyarılır ve aynı sinirin daha proksimal ya da distalindeki bir bölgeden bipolar elektrotlarla yanıt kaydedilir. Kaydedilen potansiyel, birleşik sinir aksiyon potansiyeli olarak adlandırılır. Duyusal sinir iletim çalışmalarında, uyarı ve kayıt elektrotlarının yerleşimine bağlı olarak iki yöntem kullanılabilir. Periferik sinir distalden uyarılarak proksimalden kayıt alınması durumunda, duysal aksonlardaki doğal iletim yönüne uygun olan ortodromik yanıt elde edilir. Bunun tersine, proksimalden uyarılıp distalden kayıt yapıldığında ise, doğal iletim yönünün aksine antidromik yanıt kaydedilir (133). Duyusal SİÇ, pratikte

daha yüksek sinyal amplitüdü sağlaması nedeniyle genellikle antidromik stimülasyon yöntemi tercih edilir. Çünkü daha büyük genlikli duysal sinir aksiyon potansiyelleri üretme avantajına sahiptir. Duyusal sinir aksiyon potansiyeli genellikle KTS’de etkilenen ilk değerdir. Karpal tünel boyunca saniyede 50 metreden az ölçülen median sinir iletim hızları veya bilekten parmak segmentine kıyasla avuç içi-parmak segmentine kıyasla iletim hızı farkının saniyede 10 metreden fazla olması KTS lehinedir. Sinir ileti çalışmasının bilateral olarak uygulanması, hem normal tarafın karşılaştırmalı kontrolünü sağlamada hem de asemptomatik ya da subklinik düzeydeki karşı ekstremite patolojilerinin saptanmasında önemli katkılar sunar. Karpal tünel boyunca median sinirin duysal iletiminin, aynı eldeki diğer duysal sinirlerle karşılaştırılması ise tanısal doğruluk açısından kritik öneme sahiptir (134).

Motor sinir iletim çalışmalarında periferik sinir ikiden fazla bölgeden submaksimal şiddette uyarılır. Sinir iletim çalışmalarında her uyarı noktasında, sinir trasesi boyunca proksimal ve distal yönde yayılan aksiyon potansiyelleri oluşur. Distale yönelen aksiyon potansiyeli, nöromüsküler kavşağı geçerek innerve ettiği kasta (kas liflerinde) aksiyon potansiyelleri başlatır. Elektrotlar aracılığıyla kas dokusu üzerinden kaydedilen bu potansiyel, senkronize biçimde depolarize olan çok sayıda kas lifinin toplam elektriksel aktivitesini yansıtır ve bu kayıt birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) olarak adlandırılır (133). BKAP motor distal latansının 4,2 milisaniyeyi aşması, KTS tanısı açısından anlamlı kabul edilebilir. Duyusal sinir iletim çalışmalarında olduğu gibi, motor yanıtların değerlendirilmesinde de olası diğer motor nöropatileri dışlamak amacıyla median sinire ait bulgular sıklıkla aynı ekstremitedeki ulnar sinir ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmelidir (135). AANEM Kılavuzuna göre KTS şiddetinin sınıflandırılması tablo 2.2’de gösterilmiştir (136).

Tablo 2.2. AANEM Kılavuzuna göre KTS şiddetinin sınıflandırılması

Şiddet	Elektrofizyolojik Bulgular
Hafif	Normal motor aktivitetlerle birlikte uzamış (göreceli veya mutlak) duyuşal iletim hızında yavaşlama. Aksonal kayıp kanıtı yok.
Orta	Median duyuşal latansın uzaması, hafif KTS’de tanımlanan bulgulara ek olarak median motor distal latansta (mutlak veya göreceli) uzama, ancak aksonal hasara dair kanıt yok.
Ağır	1-Duyusal sinir aksiyon potansiyelinin veya karışık sinir aksiyon potansiyelinin yokluğu veya düşük amplitüdü 2-Tenar bileşik kas aksiyon potansiyelinin düşük amplitüdü veya yokluğu 3- Fibrilasyon potansiyellerinin yanı sıra, büyük amplitüdü, uzamış süreli ya da aşırı polifazik motor ünite potansiyelleri gibi değışikliklerin saptandığı iğne elektromiyografi bulguları.

2.1.5.4. Görüntüleme Yöntemleri

KTS tanısında rutinde kullanılmamalarına rağmen klinik ve EDT’ler sonucunda elde edilen bilgilere ilave tamamlayıcı bilgiler sağlayabilir. Özellikle sekonder KTS’ye sebep olabilecek yer kaplayan lezyonları ve anatomik varyasyonları tanımlayabilir. Görüntüleme yöntemleri, özellikle cerrahi sonrası dönemde semptomları devam eden ya da nüks eden karpal tünel sendromu vakalarında, perinöral fibrozis veya yetersiz tünel dekompresyonu gibi olası etiyolojik nedenlerin saptanmasında değerli bilgiler sağlayabilir. MRG ve USG gibi ileri görüntüleme tekniklerindeki son gelişmeler, median sinir hakkında hem morfolojik hem de metabolik düzeyde detaylı bilgi elde edilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle ultrasonografi, elektrofizyolojik tanı yöntemleriyle benzer düzeyde duyarlılık ve özgüllük sunmasının yanı sıra invaziv olmaması nedeniyle KTS tanısında, daha çok tercih sebebi olmaktadır (137).

2.1.5.4.1. Düz Grafler ve Bilgisayarlı Tomografi

Radyografi ve BT’nin, MRG ve USG’ye göre yumuşak dokuları gösterebilme kabiliyeti daha zayıftır. Ancak kemik doku patolojileri, fraktür ve yumuşak doku kalsifikasyonu gibi ilişkili durumların tanımlanabilmesinde rol oynayabilir. Travma durumunda her iki yöntemde karpal tünel içerisinde kitle etkisi yaratabilecek kırıkları gösterebilir. Karpal tünelin görüntülenebilmesi için optimal görüntüleme pozisyonu; ön kol pronasyonda, el bileği diğer el ile dorsifleksiyona alınarak kasete yerleştirilir. Karpal kemiklerin aksiyal düzlemde görüntülenebilmesi için X ışınları el bileğinin volar yüzüne yaklaşık 25–30° açı ile gelmelidir (137). BT yumuşak dokuları radyografiye göre daha iyi gösterebilir fakat her iki yönteminde kemik dışındaki

yapıları gösterebilme kabiliyetinin yeteri kadar iyi olmaması nedeniyle KTS tanısı koyarken rutin olarak kullanılması önerilmez (41).

2.1.5.4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme, karpal tüneli ve potansiyel patolojilerini yüksek çözünürlükle gösterebilir. Yumuşak dokuları radyografi ve BT'ye göre daha iyi gösterebilir. Genel olarak T2 ve proton dansitesi (PD) gibi sıvı duyarlı serilerde ödem varlığında hiperintens görüntüler elde edilir. Sinirin boyutu küçük olduğu için yağ gibi çevre dokular sinir çevresindeki ödemi gizleyebilir. Bu nedenle yağ baskılı STIR sekansında görüntüler elde edilerek sinir çevresindeki ödem daha iyi gözlenebilir (138). T1 sekansında ise tendon, median sinir, kemik ve fleksör retinakulum gibi anatomik yapılar daha iyi görüntülenir (137). Sinir kılıfını çevreleyen epinörium MRG'de T1 ve PD görüntülerde hiperintens, T2'de ise hipointens şekilde görüntülenebilir. Sinirin normal fasiküler yapısının kaybı ile sinir içerisindeki hiperintensitenin varlığı nevrit ve ödemi düşündürür. Bu bulgu KTS tanısında oldukça duyarlıdır (%88) fakat özgüllüğü (%39) düşüktür (151). Segmental veya sinirin yaygın genişlemesi de nevritte görülür. Median sinirin fokal ya da fusiform genişlemesi olası bir neoplazmi ve travma sonrası nöroma oluşumunu düşündürebilir (138). MRG'de 4 görüntüleme bulgusu olabilir (137). Median sinir boyutunda artış, median sinir basısına bağlı yassılaşma, median sinirde sinyal değişikliği, fleksör retinakulumda eğilme; bu dört bulgunun birlikte kullanıldığında, karpal tünel sendromu tanısında MRG'nin %96'ya ulaşan yüksek duyarlılık sergilediği, ancak %33 düzeyindeki düşük özgüllüğü nedeniyle ayırıcı tanıda tek başına yeterli olmadığı görülmektedir (137).

Karpal tünel sendromu tanısı alan bireylerde median sinir çapında artış sıklıkla mevcuttur. Aksiyal planda sinir kesit alanı (SKA) ölçümü objektif bir değerlendirmedir. Literatürde, median SKA ölçümü 3 seviyeden yapılır: (1) distal radioulnar eklem, (2) pisiform ve (3) hamat kemik (137). KTS tanısı için normal SKA çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Pisiform ve distal radioulnar eklem seviyesinde SKA'ların oranlanması ile elde edilen değerler KTS tanısı için daha kullanışlı ve tekrarlanabilir. Bu oran normal bireylerde 1,1 iken KTS'li bireylerde 2,4'e yükselmiştir (140).

Median sinir, karpal tünel içerisinde fizyolojik olarak belirli bir düzeyde yassılaşabilir. Ancak bu durumun subjektif olarak değerlendirilmesi tanısall sınırlılıklara yol açabileceğinden, yassılaşmanın derecesinin kantitatif olarak belirlenmesi tanı açısından daha güvenilir sonuçlar sunar. Bu amaçla, median sinirin büyük ve k  k eksenlerinin oranı hesaplanarak yassılaşma oranı belirlenir. Bu oran, distal radioulnar eklem düzeyinde ortalama 1,8 iken, karpal tünel içinde, özellikle hamat kemik seviyesinde 3,8'e kadar çıkabilmektedir (137).

Normalde fleksör retinakulum, kalınlığın en fazla olduğu hamatum seviyesinde düz veya dışbükeydir. KTS'de eğilmiş fleksör retinakulum median sinir sıkışmasına sebep olabilir. FR eğilme oranı; hamat kanca ve trapezium tüberkülünün arasındaki mesafenin retinakulumun palmar yer değiştirme mesafesine bölünmesiyle bulunur. Normal bireylerde bu oran 0-0,15 iken, KTS'li bireylerde bu oran 0,14-0,26 arasındadır (140).

Ayrıca MRG'de KTS'ye sebep olacak hastalıklarla ilgili bulguları da görebilmek mümkündür. Ganglion kisti, tümör benzeri yer kaplayan lezyonlar, fleksör tendonların tenosinovitine sebep olabilecek inflamatuvar artritler (romatoid artrit, gut vb) gibi durumlarda MRG ile tespit edilebilir. İleri evre KTS'de tenar atrofileri de MRG ile tespit etmek mümkündür (137).

2.1.5.4.3. Ultrasonografik Görüntüleme

Geleneksel olarak, KTS tanısı anamnez ve fizik muayene ile konulabilirken; elektrodiagnostik çalışmalar genellikle doğrulama için kullanılır. Elektrodiagnostik  alışmalar KTS tanısı için %85 duyarlılık ve %95 özgüllük sunsa da (141), invazivdir ve birçok hasta için rahatsız edici olabilir. USG alanındaki son teknolojik gelişmeler, görüntü kalitesini ve maliyet etkinliğini artırarak sinir tuzaklanma sendromlarının değerlendirilmesinde USG kullanımının yaygınlaşmasına ve bu konudaki literatürün genişlemesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Ultrasonografi KTS'de, hekim ve hasta için birçok avantaj sunar . Ultrasonografi invaziv değildir ve hasta konforunu artırır. Karpal tünel sendromu için USG değerlendirmesi, elektrodiagnostik çalışmalardan daha az zaman alır. Ek olarak, ultrasonografi cihazlarının maliyetlerinin düşmesi, hekimlerin diagnostik yetkinliklerini artırmalarına olanak sağlamakta ve hastaların tedaviye daha kolay erişimini mümkün kılmaktadır (142).

Ultrasonografi çalışma prensibi, transdüserden üretilen ses dalgalarının dokuların farklı empedanslarına göre yeniden yansıtılmasına göre hiperekoik, anekoik ve hipoekoik görüntülerin elde edilmesi esasına dayanır. Kemik ve tendon gibi güçlü yansımaya sebep olan yapılar hiperekoik, sıvı içeriği yüksek kist gibi yapılar ise anekoik görüntü oluşturur. Normal median sinirin fasiküler yapısının görüntüsü ‘bal peteği’ şeklinde adlandırılır. Siniri çevreleyen epinöryum ise hiperekoik görünür (137).

Karpal tünel sendromunun değerlendirilmesinde ultrasonografinin temel avantajı, altta yatan patolojik mekanizmaları yansıtabilmesidir. Median sinir, karpal tünel içinde kompresyona uğradığında proksimal şişlik ve ödem dahil olmak üzere fizyolojik değişikliklere uğrar ve bu USG'de kesitsel alanda artış ve hipoekojenite olarak görülür. Median sinir çapı arttıkça, FR'yi dışarı doğru iter ve retinakulumun eğilmesine, median sinirin yassılaşmasına yol açar. İleri evre KTS'de, median sinirde gelişen inflamasyon hipervaskülarizasyona neden olur ve bu durum renkli ve power Doppler görüntüleme ile saptanabilir. USG, kistler, lumbrikal inkrüzyon ve diğer yer kaplayan kitleler gibi karpal tünel sendromunun nadir yapısal nedenlerini değerlendirmek için de yararlı olabilir (143).

Karpal tünel sendromunun USG değerlendirmesi için ideal muayene pozisyonu, hastanın muayene masasında muayene edenin karşısında oturması ve kolun masaya tam supinasyonda rahatça yaslanmasıdır. Alternatif olarak, bazı hastalar için bilek tam pronasyonda olacak şekilde muayene masasında yüzüstü yatmak daha rahat olabilir. Bileğin altına yerleştirilen küçük bir havlu rulosu 30° ila 45° bilek ekstansiyonu sağlar ve bu, transdüserin daha rahat hareket etmesine olanak sağlamak için tenar yüksekliğinin en aza indirilmesine yardımcı olur. İletim jelinin fazla kullanımı da faydalıdır (143).

Karpal tünel sendromu tanısı için en yaygın kullanılan parametre median sinirin kesit alanının ölçülmesidir. Enine kesit alanı, USG'nin izleme (trace) fonksiyonunu kullanarak epinöryumun iç sınırının etrafından takip edilerek, esasen yalnızca sinir dokusunu hesaba katarak ve epinöryumun etkisini en aza indirerek elde edilir. KTS tanısında en sık kullanılan ultrasonografik parametrelerden biri, median sinirin psiform düzeyinde ve karpal tünel girişinde ölçülen kesit alanıdır. Bu ölçüm,

elektrofizyolojik testlerle karşılaştırıldığında yüksek özgüllük ve duyarlılık sunar. Literatürde genellikle 10 mm²'lik bir sinir kesit alanı, tanı koydurucu eşik değer olarak kabul edilmektedir (137). İnflamatuar değişikliklerin varlığında intranöral vasküler akışın tespiti için özellikle rutinde renkli ve power Doppler USG kullanılması KTS tanısı için destekleyici olabilir. Bu USG yöntemlerinin, daha az kullanılmasına rağmen KTS tanısında duyarlılığının ve özgüllüğünün yüksek (%83 ve %89) olduğu gösterilmiştir (144).

Fleksör retinakulunda eğilme ve median sinir yassılaşma oranları MRG yöntemi ile benzer şekilde ölçülür. Bu parametreler diğer ultrason bulgularına göre daha az incelenmiştir. Son çalışmalarda bu parametrelerin daha az sensivite (%63 ve %44), spesifiteye (%60 ve %85) sahip olduğu gösterilmiştir (146).

2.1.6. Ayırıcı Tanı

KTS tanısı koyarken bu tanıya eşlik edebilecek ve benzer semptomlar göstererek KTS tanısını maskeleyebilecek hastalıkları akılda tutmak gerekir. Tablo 2.3'te KTS ayırıcı tanısında ele alınması gereken olası hastalıklara yer verilmiştir (146).

Tablo 2.3. KTS ayırıcı tanısında yer alan hastalıklar

Servikalji	Servikal kök kompresyonu
Servikal disk hernisi	Brakiyal pleksopati
Torasik outlet sendromu	Kubital tünel sendromu
Parsonage turner sendromu	Pronator teres sendromu
Dirsek (medial ve lateral) tendinitleri	Tetik parmak
Radial tünel sendromu	Dupuytren kontraktürü
El ve el bileğinin fleksör tenosinoviti	Baş parmağın karpometakarpal ekleminin artriti
El dorsumunda bulunan 6 kompartmanda yer alan ekstansör tendonların tenosinoviti	De Quervain tenosinoviti

2.1.7. Tedavi

Karpal tünel sendromu tedavisinde yöntemler, hastalığın şiddetine bağlı olarak cerrahi ve cerrahi dışı yaklaşımlar şeklinde sınıflandırılabilir. Tedavide kullanılan yöntemlerin amacı, KTS'de semptomları azaltmak, motor fonksiyonları iyileştirmektir. Uyku kalitesini düzeltmek ve işe dönüşü kolaylaştırmak tedavide önemlidir (46). Hafif ve orta dereceli KTS olgularında, konservatif tedavi yaklaşımları genellikle ilk basamak olarak tercih edilir. Buna karşın, ağır dereceli KTS vakalarında

ve tenar kas atrofisinin eşlik ettiği durumlarda cerrahi dekompresyon, öncelikli tedavi seçeneği olarak tercih edilebilir (147).

2.1.7.1. Konservatif Tedavi Yöntemleri

Hafif ve orta dereceli KTS'de cerrahi olmayan tedavi yöntemleri önerilmektedir (41). Tablo 2.4'te bu tedavi yöntemleri gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Karpal tünel sendromunda konsevatif tedavi yöntemleri

Splint	Akupunktur
Fonoforez /İyontoforez/ Non termal Ultrason	Ergonomi
Lazer	Medikal tedavi
Sinir ve tendon kaydırma egzersizleri	Lokal enjeksiyon
Manuel terapi	

2.1.7.1.1. Splint

Basit, tolere edilebilir ve düşük maliyeti nedeniyle el bileği splintleri KTS'de ilk tedavi seçeneğidir (1). En çok kullanılan splintleme yöntemi el bileğini nötral pozisyonda splintlemedir. El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketini kısıtlayarak karpal tünel basıncını azaltır (148). Splintin 6 hafta boyunca geceleri kullanılması tavsiye edilir fakat çalışmalar tam zamanlı splint kullanım tedavisiyle, daha iyi sonuçlar elde edildiğini göstermiştir (149). Hamilelik gibi geri dönüştürülebilir KTS sebebi olan hastalarda tavsiye edilir, tek başına ve diğer tedavi modaliteleriyle birlikte kullanılabilir (1).

2.1.7.1.2. Fonoforez/İyontoforez ve Ultrason

Ultrason cihazı, elektrik enerjisini piezoelektrik mekanizma yoluyla akustik dalgalara dönüştürür. Oluşan ses dalgaları, farklı akustik empedansa sahip dokularda emilerek ısı enerjisine çevrilir. Ultrason uygulaması, yalnızca yüzeysel değil derin dokularda da ısı artışı sağlayabilmesinin yanı sıra, termal olmayan biyofiziksel etkiler de gösterir. Bu non-termal etkiler fibroblast aktivitesini artırarak protein sentezini ve doku rejenerasyonunu hızlandırır. KTS'de ultrason, sinir rejenerasyonunu uyardığı, sinir iletkenliğini artırdığı ve inflamatuvar süreçleri azalttığı için faydalı etkilere sahip olabilir (18). Ultrasonun termal etkisi, hücre aktivitesinde artışa ve vasküler vazodilatasyona neden olabilir. Metabolik atıkların taşınmasını kolaylaştırarak nosiseptif sinir uçlarındaki uyarılabilirliğinin azalmasına ve sonuç olarak ağrının azalmasına neden olabilir (150). Fonoforez, iyontoforez ve ultrason el terapisinde

sıklıkla kullanılan tedavi seçenekleridir. Fonoforez yönteminde transdermal ilaç uygulamak için ultrason kullanılırken, iyontoforezde elektrik akımı kullanılır. Fonoforez ile (1 MHz'de 2–5 cm) iyontoforez (1,5 cm'den az) yöntemine göre daha derin alanlara ilaç uygulanabilir. Rutin kullanımda etkinliği destekleyen bilimsel kanıtlar azdır (151). Son kanıtlar fonoforez yönteminin iyontoforezden daha etkin olduğunu göstermektedir (147).

2.1.7.1.3. Lazer

Düşük enerjili lazer tedavisi 50 yıldır tedavi amacıyla klinikte kullanılmasına rağmen hala rutin kullanımı konusunda fikir birliğine varılamamıştır. Düşük enerjili lazer; yara iyileşmesi, inflamasyonun azaltılması, saç büyümesinin iyileştirilmesi, ağrının azaltılması, anoksik beyin hasarında bilişsel işlevin iyileştirilmesi ve kas-iskelet sistemi şikayetlerinin azaltılması amacıyla kullanılmaktadır. Düşük enerjili lazerin KTS tedavisinde kullanılmasının gerekçesi, sinir hücresi rejenerasyonuna, periferik sinir yeniden büyümesine ve işlevsel iyileştirmelere yol açan sinir dokusu üzerinde biyo-fiziksel etkiler üretme yeteneğidir (152). Hayvan çalışmaları, lazerin ödem oluşumu ve inflamasyonu azaltmada faydalı olduğu, kollajen sentezini artırarak yara iyileşmesi uyarıcı özellikleri gösterdiğini göstermiştir (153). Sıçanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda, miyelin üretiminin arttığı ve motor nöronlarda retrograd dejenerasyonun azaldığı gösterilmiştir. Ayrıca, periferik sinirlerde nosiseptif aktivitenin seçici olarak baskılanması ve bölgesel kan akımının iyileşmesi gibi mekanizmaların da bu etkilere katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (154).

2.1.7.1.4. Sinir ve Tendon Kaydırma Egzersizleri

Nöral doku mobilizasyon teknikleri, sinir sisteminin günlük ve spor aktiviteleriyle ilişkili normal kompresif, sürtünme ve gerilme kuvvetlerini tolere etme yeteneğini geri kazanmaya odaklanan pasif veya aktif hareketlerdir. Nöromobilizasyon egzersizleri, tek veya çok eklemlili hareket yoluyla periferik sinirleri ve çevresindeki yapıları mobilize etmeyi amaçlayan geniş bir teknik yelpazesini içerir. Farklı nörodinamik teknikler göz önünde bulundurulduğunda, gerilim ve kayma teknikleri arasında biyomekanik bir ayrım yapılabilir. Her iki teknik türü de sinir sistemini harekete geçirmeyi amaçlasa da gerilim teknikleri, hastanın semptomlarını yeniden üretmeyi amaçlayan nörodinamik testlerin unsurlarını kullandıkları için sinir

gerginliğinde önemli bir artışla ilişkilidir. Buna karşılık kayma teknikleri, sinir sistemine gerilme oluşturan eklem hareketleriyle, gerilmeyi azaltan karşıt hareketlerin eşzamanlı uygulanması sonucu nöronal dokunun önemli bir gerilme artışı olmadan mobilize edilmesini sağlayan iki ya da daha fazla eklem hareketiyle gerçekleştirilir. Nörodinamik mobilizasyon tekniklerinin amacı, ilgili sinir yatağını uzatan hareketleri tolere etmek için nöral dokuların fiziksel yeteneklerini geri kazandırmaktır. Germe ve kayma tekniklerinin esneme olmadığını vurgulamak önemlidir; bu nörodinamik manevralar, genellikle koruyucu kas aktivitesiyle ilişkili olan harekete karşı direnci nazikçe devreye sokmak için salınımlı bir şekilde gerçekleştirilir (155,156).

Egzersiz tedavisi, KTS semptomlarını kontrol altına almak için en yeni yöntemlerden biridir. Sinir/tendon kaydırma egzersizlerinin amacı teorik olarak dokular arasındaki diferansiyel hareketi geliştirmek, ödemi azaltmak, aksonal taşımayı ve vasa nervorumun vasküler beslenmesini iyileştirmeyi sağlamaktır (157). Nöral mobilizasyonun faydalarını açıklayan birçok teori vardır; sinir içindeki dolaşımın artması, sinir bağ dokusunun viskoelastisitesinin artması, intranöral ödemin dağılması, dorsal boynuzdan gelen duyarlılığın azalması, supraspinal duyarlılığın artması ve aksonal transportun düzelmesi sayılabilir (150). KTS'li hastalarda karpal tünelde azalmış sinir kayması gözlenmiştir. Egzersiz, doku elastikiyetine arttırarak sinir kaymasına olanak sağlar. Bilek ve parmakların dönüşümlü fleksiyon-ekstansiyon egzersizleri aslında karpal tünel bağlantılarının gerilmesine neden olur, sinir ve transvers karpal ligaman arasındaki bağlantının uzunlamasına alanını genişletir, tenosinovyal şişliği azaltır, sinir düğümlerinden venöz dönüşü iyileştirir ve karpal tünel içindeki basıncı azaltır (145).

Nöromobilizasyon egzersizleri, kronik kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında sensorimotor bozuklukları ve fonksiyonel yetenekleri iyileştirmek amacıyla kullanılmaktadır, ancak KTS'li bireyler üzerindeki etkinliğini ortaya koyacak ek bilimsel kanıtlara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1.7.1.5. Manuel Terapi

Karpal tünel sendromlu hastalarda uygulanan manuel terapi; manuel ve enstrümantal yumuşak doku mobilizasyonları, masaj terapisi, kemik mobilizasyonu veya manipülasyonu ile iskelet sistemi ya da yumuşak dokulara yönelik nörodinamik

teknikler gibi çeşitli müdahaleleri içermektedir (158). Doku yapışıklıkları ve sinoviyal hipertrofi KTS'nin olası nedenlerindendir, doku masajıyla lokal kan akışı artışı sağlanabilir ve sinir dokusunun mobilizasyonu arttırılabilir, çevre dokunun sinir dokusu üzerindeki traksiyonlarını azaltabilir (147).

2.1.7.1.6. Akupunktur

Akupunktur, genellikle iğneleme tekniklerini içeren, meridyen adı verilen enerji kanalları boyunca yer alan akupunktur noktalarına ilişkin geleneksel Çin tıbbı (TCM) teorilerine dayanan eski bir tedavi yöntemidir. Akupunkturun artan kabulüne rağmen, etki mekanizması hala bilinmemektedir. Akupunkturda nokta spesifik bir yanıt olup olmadığı veya belki de endojen opioidler veya plasebo ile ilişkili daha genel bir yanıt oluşturup oluşturmadığı konusunda tartışmalar devam etmektedir. İlk araştırmalar, akupunkturun etkilerinin sistemik düzeyde endojen opioid sistemi aracılığıyla ortaya çıktığını öne sürmüştür. Akupunkturun beyin omurilik sıvısındaki endorfin, enkefalin ve adrenokortikotropik hormon seviyelerini artırdığı ve etkilerinin endorfin antagonisti nalokson tarafından engellendiği gösterilmiştir (159).

2.1.7.1.7. Ergonomi

Tekrarlayan hareketlerden kaçınmak, ergonomik ekipmanlar kullanmak (bilek desteği, mouse pedi), düzenli molalar vermek, klavye alternatiflerine başvurmak (dijital kalem, ses tanıma ve dikte yazılımları) ile iş fonksiyonlarını değiştirmek, karpal tünel sendromunun yönetiminde geleneksel olarak önerilen yöntemlerdir. Ancak, bu müdahalelerin etkinliğine ilişkin elde edilen sonuçlar tutarsızlık göstermektedir (35).

2.1.7.1.8. Medikal Tedavi

Karpal tünel sendromunda konservatif yaklaşımlar arasında, belirtileri hafifletmeye ve inflamatuvar süreci baskılamaya yönelik çeşitli medikal tedavi yöntemleri yer alır. Hastalar oral ilaçları enjeksiyonlara tercih edebilirler. Ancak bugüne kadar yapılan çalışmalar, sistemik oral steroidlerin karpal tünel semptomları üzerinde lokal enjeksiyonlara göre daha az etkisi olduğunu göstermektedir (147). Oral kortikosteroidler kısa vadede semptomlarda belirgin bir rahatlama sağlarken, ilaç kesildikten sonra sekiz haftalık bir süre içinde faydaları azalmaktadır. Buna karşılık,

nonsteroidal anti-inflamatuar ilaçlar, diüretikler ve piridoksinin (B6 vitamini) plasebodan daha etkili olmadığı gösterilmiştir (5).

Nöropatik ağrının tedavisinde, kalsiyum kanallarını inhibe eden etkisi sayesinde gabapentin günümüzde giderek daha yaygın olarak tercih edilmektedir. Gabapentinin bir diğer etki mekanizması ise noradrenerjik yollar aracılığıyla ağrı inhibisyonu ve enflamatuvar ajanların azaltılmasıdır (6).

Lokal anesteziğin hücre membranı stabilitesi üzerindeki potansiyel olumlu etkileri ve enjeksiyon sonrası median sinir hasarı riskini azaltma amacıyla, bazı araştırmacılar topikal anesteziğin yamaların kullanımını önermektedir. Yamaların kullanım kolaylığı nedeniyle, enjeksiyon tedavisini istemeyen, oral ilaç alamayan veya almak istemeyen hastalar için bu tedavi yöntemi daha uygun bir seçenek olabilir (147).

2.1.7.1.9. Lokal Enjeksiyon

Lokal kortikosteroid enjeksiyon uygulamasının KTS tedavisinde kullanılmasının nedeni steroidin ödem ve enflamasyonu azaltabilmesidir. Enjeksiyon sayısı, dozu ve enjeksiyon sırasında ultrasonografi kullanımı ile ilgili fikir birliğine varılamamıştır. Daha yüksek dozlar, daha düşük dozlara kıyasla daha kısa zaman aralıklarında daha etkili görünmektedir (46). Kanıtlar bir enjeksiyon tekniğinin diğerine üstünlüğünü veya belirli bir steroid formülasyonunu desteklememektedir. Bununla birlikte, ultrason kılavuzluğunda enjeksiyon kör enjeksiyondan daha etkili olabilir. Ultrason iğnenin doğru ve güvenli bir konumda olmasını sağlayabilmek için doğrudan görselleştirmeye olanak tanır. Enjeksiyon genellikle güvenli olsa da median sinir yaralanması ve tendon rüptürü riski vardır. Altı ay sonra aynı bileğe tekrar enjeksiyon yapılması önerilebilir. İki enjeksiyondan sonra semptomlar tekrarlırsa, başka bir tedavi yöntemi veya cerrahi tedavi düşünülmelidir (5). %5'lik dekstrozu ile perinöral enjeksiyon, hafif-orta şiddetteki karpal tünel sendromunda etkili olan, nörofizyolojik parametreleri önemli ölçüde iyileştirebilen ve median sinir kesit alanını azaltabilen alternatif bir tedavi yaklaşımıdır. Lokal kortikosteroid enjeksiyonu ile karşılaştırıldığında, ağrı ve dizabiliteyi azaltmada etkili olduğu görülmektedir. Lidokain enjeksiyonu, betametazon dipropiyonat kadar KTS semptomlarını azaltabilen bir tedavi seçeneği olarak kullanılabilir (160).

2.1.7.2. Cerrahi Tedavi Yöntemleri

Median sinirde kalıcı duyu veya motor kayıp gelişen ya da elektrodiagnostik değerlendirmede, aksonal kayıp ve denervasyonun devam ettiği olgularda, cerrahi müdahale genellikle en uygun tedavi yaklaşımı olarak kabul edilmektedir (1).

Transvers karpal ligamentin transeksiyonu ile karpal tünel içeriğinin serbest bırakılmasını içeren cerrahi tedavi, içerik (median sinir ve tendonlar) ve karpal tünel arasındaki ilişkiyi değiştirmek için en etkili tedavi olarak kabul edilir (6). Karpal tünel dekompresyon cerrahisinin, olguların yaklaşık %70–90'ında kalıcı ve başarılı sonuçlar sağladığı bildirilmektedir (1).

Cerrahi dekompresyon geleneksel açık teknikle (uzun longitudinal el bileği insizyonu ve transvers karpal ligamanın doğrudan görüntülenmesi); minimal invaziv bir yaklaşımla (kısa el bileği insizyonu); veya endoskopik bir teknikle yapılabilir. Açık ve endoskopik gevşetme tekniklerinin uzun vadeli işlevsel sonuçlar açısından benzer etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (6). Bununla birlikte, mini open karpal tünel gevşetmesinin ameliyattan sonraki erken evrelerde daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Cilt altından yapılan kesi, kas ve üstteki cilt bütünlüğünü koruyarak iyileşmeyi hızlandırdığı ve işe dönüşü kolaylaştırdığı için endoskopik teknik tercih edilebilir. Ancak görselleştirmedeki kısıtlamalar nedeniyle sinir veya arter yaralanması riski artabilir (41).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, 15 Kasım 2023 ile 1 Temmuz 2024 tarihleri arasında Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi (KSBÜ) Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon (FTR) Kliniğinde yürütüldü. Araştırmaya başlanmadan önce, KSBÜ Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan gerekli onay alındı (EK-1). Hastanemiz polikliniğine başvuran veya serviste yatan, elektrodagnostik değerlendirme sonucunda hafif veya orta dereceli KTS tanısı konulan hastalar ön değerlendirmeye tabi tutuldu. Çalışmaya katılım için uygunluk kriterlerini karşılayan hastalara araştırmanın amacı ve süreci hakkında bilgi verildi. Katılmayı kabul edenlerden, bilgilendirilmiş gönüllü onam formu detaylı biçimde açıklanarak imzaları alındı (EK-2).

3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

KSBÜ FTR polikliniğine ayaktan başvuran ya da FTR servisinde yatan hastalar arasından, 20–55 yaş aralığında olan, en az 3 aydır KTS'ye özgü şikayetleri bulunan ve EMG laboratuvarına yönlendirilen hastalar değerlendirmeye alındı. Yapılan elektrodagnostik inceleme sonucunda hafif veya orta şiddette KTS tanısı konulan toplam 86 hasta çalışmaya dahil edildi. Hasta seçiminde cinsiyet ayrımı gözetilmedi.

3.2. Çalışmadan Dışlama Kriterleri

- Sistemik inflamatuvar ve kas iskelet sistemi hastalığı bulunmak
- Diabetes mellitus gibi polinöropatiye neden olabilecek herhangi bir hastalığının olması
- Bilişsel bozukluğunun olması
- Psikoterapi alıyor olmak
- Pacemaker olması
- Okuma yazma bilmemek
- Santral sinir sistemini etkileyen hastalığın olması
- Karpal tünel cerrahisi geçirmiş olmak

3.3. Örneklem Seçimi ve Randomizasyon

K.S.B.Ü. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Ek Hizmet Binası polikliniği ve servislerine başvuran; belirlenen dahil etme/dışlama koşullarına uyan ve bilgilendirilmiş onam formunu okuyup imzalayan ve elektrodiagnostik olarak hafif-orta dereceli KTS tanısı almış toplam 86 katılımcının çalışmaya dahil edilmesi planlandı. Çalışma örneklem büyüklüğü, daha önce yapılmış benzer bir çalışmadan elde edilen veriler temel alınarak G*Power 3.1.9 programı ile hesaplandı (28). Güç analizinde etki büyüklüğü 0,05 olarak belirlenmiş olup, %85 güç ve %5 alfa hatası ile her bir grup için 43, toplamda ise 86 katılımcı gerekliliği saptandı. Katılımcı seçimi tabakalı örnekleme yöntemi ile gerçekleştirildi. Randomizasyon ve tedavi uygulamaları, hastaların klinik, elektrodiagnostik ve ultrasonografik bulgularından habersiz olan tek bir terapist tarafından bilgisayar destekli bir program aracılığıyla gerçekleştirildi. Toplam 86 katılımcı randomize edilerek 43'er kişilik iki gruba ayrıldı. Randomizasyonu yapan fizyoterapist hasta tedavilerine katılmadı.

Değerlendirmeleri yapan araştırmacı, tedavi seanslarına katılmadı ve hem değerlendirme hem de veri kaydı sırasında grup dağılımlarına karşı kör tutuldu. Katılımcılardan, anket ve ultrasonografi değerlendirmelerini gerçekleştiren araştırmacılara (sırasıyla M.A.L. ve D.B.Ö.) grup tahsisleri ve aldıkları tedaviler hakkında bilgi vermemeleri istendi. Ayrıca, istatistiksel analiz sürecinde analizleri gerçekleştiren kişinin de grup dağılımına kör kalması sağlandı.

3.4. Tedavi Protokolü

Çalışmaya alınma koşullarını karşılayan hafif-orta KTS tanısı alan hastalar iki gruba randomize edildi. Kontrol grubunda yer alan hastalara ultrason tedavisi çalışma grubunda yer alan hastalara ise ultrason tedavisine ek olarak nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizi uygulandı.

Hastanemizde her iki gruptaki hastalara, 3 hafta boyunca hafta içi 5 gün, toplam 15 seans olacak şekilde tedavi verildi. Tedavi süresince uygulanan nörodinamik egzersizler, 20 yıllık mesleki tecrübesi olan aynı fizyoterapist tarafından uygulandı. Tedavi boyunca her bir hastaya terapötik US aynı fizyoterapi teknikeri tarafından uygulandı.

Terapötik ultrason;

Kontrol ve çalışma grubundaki hastalara ultrason uygulaması, hasta oturur pozisyonda ve yüzü fizyoterapi teknikerine dönük olacak şekilde gerçekleştirildi. Uygulama sırasında dirsek 90° fleksiyonda, ön kol supinasyonda ve el bileği nötral pozisyonda konumlandırıldı. Ekstremitenin altına destek amaçlı havlu yerleştirildi.

Ultrason tedavisi, 1 MHz frekansta, 0.8 W/cm² yoğunlukta, 1:4 kesikli modda (26), toplam 10 dakika süreyle uygulandı. Uygulama süresince ultrason başlığı, yaklaşık 10 saniyelik periyotlarla farklı boyutlarda sonsuzluk (∞) işareti çizilecek şekilde hareket ettirildi. Tedavi haftada 5 gün olmak üzere 3 hafta boyunca toplam 15 seans olacak şekilde uygulandı (161).

Nörodinamik median sinir mobilizasyon egzersizleri;

Çalışma grubundaki hastalara, parmak, el bileği, omuz ve boyun bölgelerini kapsayan altı aşamalı bir egzersiz protokolü uygulandı. Egzersizler, hastalar sırtüstü pozisyonda olacak şekilde gerçekleştirildi. Birinci aşamada omuz depresyonu uygulandı. Bu aşamada fizyoterapist, bir eliyle hastanın parmaklarını tutarken diğer eliyle omuz abduksiyonu sırasında omuz elevasyonunu engellendi. İkinci aşamada, omuz koronal düzlemde 90° glenohumeral abduksiyon pozisyonu korunurken omuz dış rotasyonu sağlandı. Üçüncü aşamada, omuz abduksiyon ve glenohumeral dış rotasyon pozisyonu korunarak ön kol supinasyonu gerçekleştirildi. Dördüncü aşamada, üçüncü aşamadaki konum korunarak, el bileği ekstansiyonu sağlandı. Beşinci aşamada dirsek ekstansiyonu ve altıncı ve son aşamada kontralateral boyun lateral fleksiyonu ile egzersiz protokolü sonlandırıldı. Bu altı aşamalı egzersiz protokolü, ilgili kas ve eklem yapılarının koordinasyonunu ve nöromüsküler kontrolünü artırmak amacıyla sistematik şekilde uygulandı (162). Her bir egzersiz sonunda, son pozisyonda hastanın rahatsızlık hissetmediği noktada 15–20 saniye beklendi. Egzersiz sırasında herhangi bir aşamada hastanın rahatsızlık hissetmesi durumunda, ilgili ekstremitenin pozisyonundaki açılar azaltıldı. Protokol, her biri 15 tekrardan oluşan 3 set halinde uygulanmış ve setler arasında 1 dakikalık dinlenme süresi bırakılmıştır. Egzersizler, hafta içi her gün planlanarak 3 hafta boyunca toplam 15 seans olarak tamamlandı.



Şekil 3.1. Nörodinamik median sinir mobilizasyon egzersizleri

3.5. Değerlendirme Parametreleri

Elektrofizyolojik değerlendirme sonuçlarına göre hafif ve orta KTS tanısı alan hastalar değerlendirmeye alındı. Çalışmadaki tüm hastaların demografik ve klinik sorgulaması, hastaların randomizasyonundan haberdar olmayan sorumlu hekim tarafından yapıldı. Bu hekim tarafından hastaların tedavi öncesi ve sonrası; ağrı değerlendirilmesi, klinik değerlendirmesi ve fonksiyonel değerlendirilmesi yapıldı. Hasta değerlendirme formu olarak sunuldu (EK-3).

3.5.1. Elektrofizyolojik Değerlendirme

Elektrodiagnostik çalışmalar alanında sertifikalı ve uzman (M.A.L) klinisyen tarafından KSBÜ Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilim Dalı Elektrofizyoloji Laboratuvarı'nda bulunan "Myoquick Matrix, Micromed,2020" cihazıyla yapıldı.



Şekil 3.2. Elektrodiagnostik çalışmalar için kullanılan EMG cihazı

El ve el bileğinde ağrı ve uyuşma tarifleyen hastalar klinik muayene sonrası EMG laboratuvarına KTS ön tanısı ile yönlendirildi. Tüm çalışmalar 25°C'lik standart

oda sıcaklığı altında, AANEM Kılavuzunun önerdiği prosedüre göre yapıldı. El sıcaklığı 32°C veya üzerinde tutuldu. Supramaksimal stimülasyon şiddetindeki uyarımlar bipolar yüzey kayıt elektrotları ile kaydedildi. Yönlendirilen bütün hastalara bilateral alt ve üst ekstremit motor ve duysal iletim çalışmaları yapıldı. Polinöropati tanısı alan hastaların çalışmaya dahil edilmeyecek olması sebebiyle sinir iletim çalışma protokolüne alt ekstremit de dahil edildi. Üst ekstremit ulnar ve median motor ve duysal SİÇ ile alt ekstremit tibial ve peroneal motor SİÇ ile sural sinir duysal iletim çalışmaları yapıldı. Duyu iletim çalışmalarında, duyu latansı, amplitüdü ve duyu iletim hızı ölçüldü. Motor iletim çalışmalarında ise motor latans, amplitüd ve motor iletim hızı ölçüldü. Latanslar ilk negatif tepe noktasının başlangıcı olacak şekilde işaretlendi. Amplitüdler ise tepe noktasından tepe noktasına olacak şekilde belirlendi.

Median sinir motor iletim çalışmaları, APB kasından yüzey elektrotları ile kaydedildi. Distal motor uyarım; el bileğinde, karpal tünel seviyesinde FCR ve PL kaslarının tendonları arasından verildi. Bu uyarım bölgesi ile kayıt elektrodu arasındaki standart mesafe 8 cm idi. Proksimal motor uyarım ise antekubital fossadan özellikle brakiyal arter nabızı üzerinden yapıldı. Median duysal sinir iletim çalışmalarında, standart mesafe 14 cm olacak şekilde 2. parmaktan antidromik olarak kaydedildi.



Şekil 3.3. Median sinir duyu ve motor iletim çalışmaları

Sinir iletim çalışmaları sonunda polinöropati tanısı alan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Demiyelinizasyon kriterleri median motor sinir distal latansının 3,7

ms'den büyük ve median sinir duyu hızının 50 m/s'den yavaş olması olarak kabul edilmiştir. Amerikan Nöromusküler ve Elektrodagnostik Tıp Derneği Kılavuzuna göre KTS'nin şiddeti elektrofizyolojik olarak hafif, orta ve şiddetli KTS olarak tanımlanmıştır (148).

- Hafif KTS: Normal motor aktivitelerle birlikte uzamış (göreceli veya mutlak) duyuşal iletim hızında yavaşlama. Aksonal kayıp kanıtı yok.
- Orta derecede KTS: Anormal median duyuşal latans- hafif KTS için belirtilen koşullar ve median motor distal latansında uzama (göreceli veya mutlak). Aksonal kayıp kanıtı yok.
- Şiddetli KTS: Aşağıdakilerden biri ile tanımlanan aksonal kayıp kanıtı:
 1. Duyusal sinir aksiyon potansiyelinin veya karışık sinir aksiyon potansiyelinin yokluğu veya düşük amplitüdü
 2. Tenar bileşik kas aksiyon potansiyelinin düşük amplitüdü veya yokluğu
 3. Fibrilasyon potansiyellerinin yanı sıra, büyük amplitüdlü, uzamış süreli ya da aşırı polifazik motor ünite potansiyelleri gibi değişikliklerin saptandığı iğne elektromiyografi bulguları

Çalışmaya EMG sonucuna göre hafif ve orta KTS tanısı alan hastalar dahil edildi.

3.5.2. Demografik ve Klinik Sorgulama

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların klinik ve demografik bilgileri kaydedildi. Toplanan veriler arasında ad-soyad, cinsiyet, yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi, şikayet süresi (ay cinsinden), eğitim düzeyi, karpal tünel sendromu şiddeti ve iletişim bilgileri yer aldı.

3.5.3. Ağrı Değerlendirmesi

Visual analog skala, hastaların ağrılarını değerlendirmek için sıkça kullanılan değerlendirme ölçeğidir. Ağrı gibi subjektif bir parametreyi sayısal bir çıktı şeklinde ifade edebilmeyi sağlar. VAS ile ağrı 0-10 puan arasında değerlendirilir. VAS puanlaması hastaya 0 puan: "ağrı yok", 10 puan: "hayatında yaşadığın en şiddetli ağrıya eş değer" şeklinde açıklanır. Açıklama sonrasında hastanın ağrısına uyan puanı seçmesi istenir (163). Çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrasında hastaların el bileği ağrı durumları VAS ile aynı hekim tarafından değerlendirildi.

3.5.4. Klinik Değerlendirme

Çalışmaya katılan hastalar klinik tanı ve takipte kullanılan Tinel testi, Phalen testi ile değerlendirildi. Hastaların el kavrama kuvvetleri ve parmak kavrama kuvvetleri değerlendirildi. Bütün testler ve ölçümler tedavi öncesi ve sonrası şeklinde uygulandı.

3.5.4.1. Tinel Testi

Hasta oturur pozisyonda, yüzü doktora dönük, dirsek 90 derece fleksiyonda, ön kol supinasyonda, el bileği nötral pozisyonda ve hastanın ekstremitesinin altına havlu koyularak median sinire karpal tünel seviyesinde perküsyon uygulandı. Hasta median sinir duyuşal innervasyon alanında parestezi hisseder ise testin sonucu pozitif olarak kabul edildi (5,115,116).



Şekil 3.4. Tinel testinin yapılışı

3.5.4.2. Phalen Testi

Hasta oturur pozisyonda, yüzü doktora dönük, dirsek 90 derece fleksiyonda, her iki el bileği dorsumu birbirine bakacak şekilde, hastanın el bileği maksimum fleksiyona zorlanarak 1 dakika süreyle bekletildi. Hasta median sinir duyuşal innervasyon alanında parestezi hisseder ise testin sonucu pozitif olarak kabul edildi (5,115,116).



Şekil 3.5. Phalen testinin yapılışı

3.5.4.3. El Kavrama Kuvveti

Elin kavrama gücü, omuz ve dirsek eklemleri sabitlenmiş pozisyonda bir Jamar el dinamometresi (JLW Instruments, Chicago, IL) kullanılarak ölçüldü. Hastadan, dik oturur pozisyonda dirseği gövdenin yanında 90° fleksiyonda dirsek, ön kol ve el bileği aynı hizada dinamometreyi kavraması istendi. Hastadan dinamometreyi yapabildiği en iyi şekilde, 2-5 saniye kadar sıkması söylendi. 3 denemenin ortalaması alındı. Hastanın her deneme arasında 30 saniye kadar dinlenmesine müsaade edildi (126,127).



Şekil 3.6. Jamar el dinamometresi ve el kavrama kuvveti ölçümü

3.5.4.4. Parmak Kavrama Kuvveti

Hastaların parmak kavrama kuvveti ise pinçmetre (Pro Med Products, Atlanta, GA) kullanılarak ölçüldü. Lateral kavrama ölçümü sırasında hasta, oturur pozisyonda ve dirsek 90° fleksiyonda olacak şekilde, ön kol ve el bileği nötral pozisyonda konumlandırıldı. Hastadan, pinçmetreyi başparmak distal falanksının ortası ile ikinci parmağın ikinci falanksı arasında yerleştirerek mümkün olan en yüksek kuvvetle sıkması istendi. Palmar kavramada ise hasta yukarıda tarif edilen pozisyonda pinçmetre başparmağın mediali ve 2. ve 3. parmakların laterali arasındayken yapabildiği en iyi şekilde sıkması istendi (128). 3 denemenin ortalaması alındı. Hastanın her deneme arasında 30 saniye kadar dinlenmesine müsaade edildi.



Şekil 3.7. Pinçmetre ve parmak kavrama kuvveti ölçümü

3.5.5. Fonksiyonel Değerlendirme

Hastaların tedavi öncesi ve sonrası semptom ve fonksiyonel durumları, Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BA) ve Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (Q-DASH) anketi ile değerlendirildi. BA (EK-4), Q-DASH anketi (EK-5) olarak sunulmuştur.

3.5.5.1. Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BA)

Boston Karpal Tünel Sendromu anketi, KTS tanılı hastaların kendi semptomlarının şiddetini ve fonksiyonel durumlarını değerlendirdiği KTS'ye özgü bir değerlendirme anketidir. Semptom Şiddeti Skalası (SSS) ve Fonksiyonel Durum Skalası (FSS) olmak üzere iki aşaması mevcuttur.

SSS semptomların ciddiyetini, zamanını, türünü ve sıklığını değerlendirir. Ölçek; çoktan seçmeli, 1 puandan (en hafif) ve 5 puana (en şiddetli) kadar puanlanabilen yanıtları olan, 11 sorudan oluşur. Genel semptom şiddet puanı şu şekilde hesaplanır; hastanın yanıtlarının toplam puanı soru sayısına bölünerek bulunur (164).

FSS ise karpal tünel sendromu semptomlarının günlük yaşamdaki etkilerini değerlendirir. Yazma, kıyafetlerin düğmelerini ilikleme, kavanoz açma, kitap tutma, telefon ahizesini tutma, günlük ev işleri, alışveriş poşetlerini taşıma, banyo yapma ve giyinme sorunlarıyla ilgili soruları içerir (165). Ölçek; çoktan seçmeli, 1 puandan (aktivitede zorluk yok) 5 puana (etkinliği hiç gerçekleştiremiyorum) kadar puanlanabilen yanıtları olan 8 sorudan oluşur. Fonksiyonel durum için genel puan şu şekilde hesaplanır; hastanın yanıtlarının toplam puanı soru sayısına bölünerek bulunur. Hastanın SSS ve FSS bölümlerinden yüksek puanlar alması semptomlarının şiddetinin ve fonksiyonel etkilenimin fazla olduğunu gösterir. BA'nın Türkçe güvenilirlik ve geçerliliği çalışması Sezgin ve ark. tarafından yapılmıştır (137).

Hastalara hekim tarafından anket hakkında bilgi verildi. Ankette formundaki soruları okuyarak cevaplarını işaretlemeleri istendi. Boston anketi (EK-4) olarak sunulmuştur.

3.5.5.2. Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (Q-DASH)

Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi, üst ekstremitte sorunlarında, kişilerin sağlık durumunu değerlendirmek için kol, omuz ve ele özgü, öz bildirimli bir ölçektir. Quick DASH, üst ekstremitte kas-iskelet sistemi bozukluklarında hastaların fiziksel fonksiyonlarını ve semptomlarını ölçmek amacıyla kullanılan DASH' in kısaltılmış versiyonudur. Anket bir engellilik/semptom ölçeğinden (11 madde) ve iki isteğe bağlı iş (dört madde) ve spor/sahne sanatları (4 madde) ölçeklerinden oluşur. Engellilik /semptom ölçeğinde ağrının şiddeti, aktivite bağlı ağrı, karıncalanma, güçsüzlük ve tutukluluk, üst ekstremitte problemi nedeniyle fiziksel aktiviteleri yerine getirmede zorluk, üst ekstremitte probleminin sosyal hayata, iş ve uyku üzerine etkileri ile ilgili sorular mevcuttur. Her soru 1-5 puan arasında skorlanır. Test, 0 puan (engellilik yok) ve 100 puan (en ağır engellilik) arasında sonuçlanır. Testin Türkçe güvenilirlik ve geçerlilik çalışması Dogan ve ark. tarafından yapılmıştır (166).

Hastalara hekim tarafından anket hakkında bilgi verildi. Ankette formundaki soruları okuyarak cevaplarını işaretlemeleri istendi. Q-DASH anketi EK-5 olarak sunulmuştur.

3.5.6. Ultrasonografik Değerlendirme

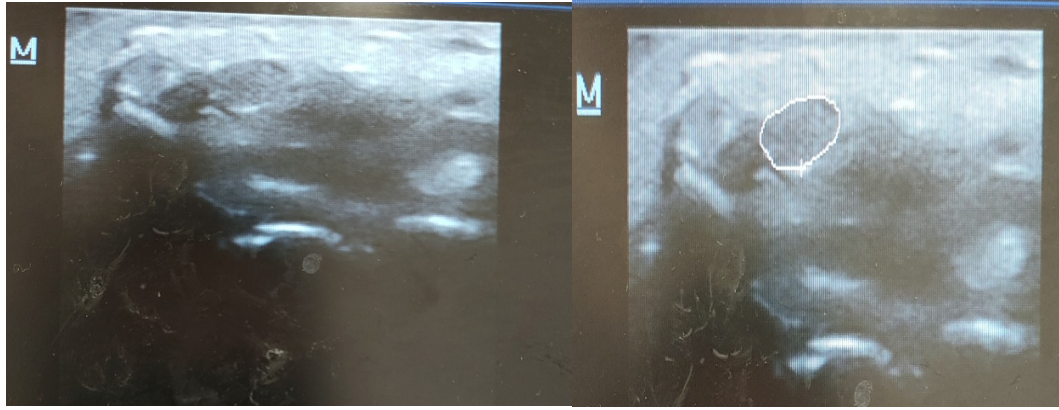
Son zamanlarda ultrasonografinin görüntü çözünürlüğündeki artışlar sayesinde periferik sinirler, kaslar ve fasyalar hakkında kaliteli bir görüntü elde etmek mümkün hale geldi (41). Ultrason, iyonlaştırıcı radyasyon olmadan, gerçek zamanlı görüntü verme avantajı sayesinde KTS tanısında da hasta tanı ve takibinde kullanılabilen görüntüleme aracıdır (1). USG ile karpal tünel seviyesinde median sinir kesit alanının (SKA) ölçümünün yapılması KTS tanısı açısından önemli bilgiler sağlar (167). Ultrasonografinin karpal tünel KTS tanısındaki sensitivite ve spesifitesi, klinik değerlendirme parametreleri ile karşılaştırıldığında sensitivitesi %89 spesifitesi %90 bulunmuştur (168). EDT baz alınarak kıyaslandığında ise sensitivitesi %89, spesifitesi %80 tespit edilmiştir (137).

Hastalar muayene masasına oturtularak, dirsekler 90 derece fleksiyonda, ön kol supinasyonda, el bileği nötralde, parmakları ise semifleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı (137). Katılımcıların median sinir SKA ve derinlik ölçümleri multifrekans (7-15) MHz lineer prob aracılığı ile (Mindray-UMT 200, NJ, United States) USG cihazı kullanılarak, kas iskelet sistemi ultrasonografisi konusunda deneyimli, sertifikası olan ve klinik değerlendirmelerden habersiz klinisyen M.A.L tarafından değerlendirildi. Ölçümlerin yapıldığı ultrason cihazı aşağıda gösterilmiştir.

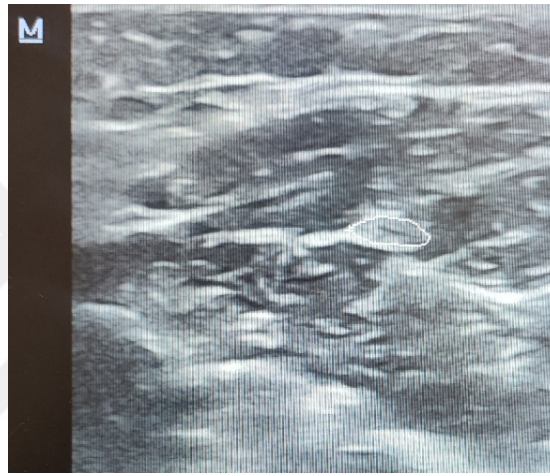


Şekil 3.8. Median sinir ve APB ölçümlerinin yapıldığı ultrasonografi cihazı

Ölçüm yapılacak anatomik lokalizasyonlar literatürlerle desteklenerek belirlendi (167,169). Median sinirin SKA ve derinliği, karpal tünelde (skafoïd tüberkülü seviyesinde, tünel ortasında) ve ön kolun orta seviyelerinde aksiyel tarama yoluyla değerlendirildi. Önkol ortası bölgesi, distal bilek kıvrımı ile medial epikondilin orta noktası olarak kabul edildi. Alan ve derinlik hesaplamaları USG cihazındaki yazılım tarafından otomatik olarak gerçekleştirildi. Anizotropik artefaktan kaçınmak ve en yüksek ekojenik görünümü elde etmek için ultrason ışınının açısı sinir yüzeyine dik tutuldu. Ek bir basınç uygulanmadı. SKA, ideal aksiyel görüntü elde edildikten sonra, sinir kesitinin iç hiperekoik izi boyunca elektronik kaliper yardımıyla çizildi. Derinlik ise cilt yüzeyinden median sinirin üst sınır arasından ölçüm yapılacak şekilde işaretlendi.

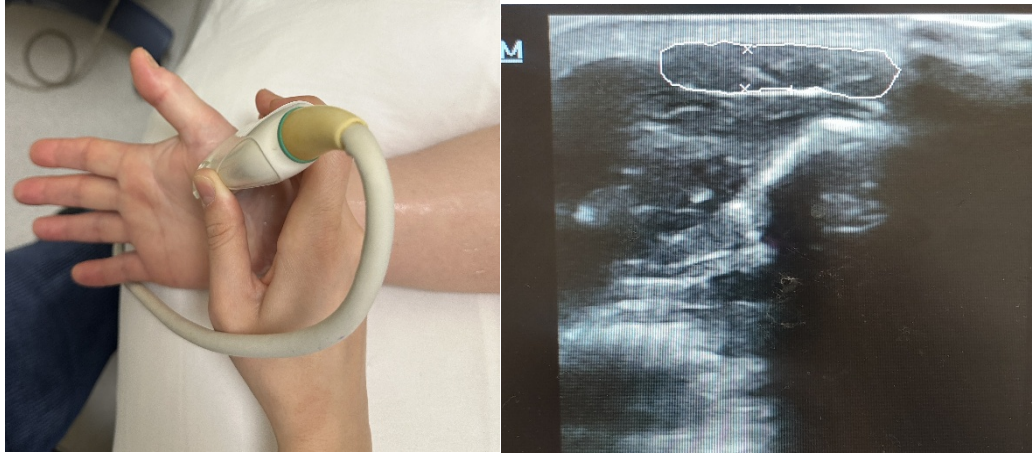


Şekil 3.9. Median sinirin KT seviyesinde ultrasonografik görüntüsü ve sinir kesit alanı



Şekil 3.10. Median sinirin ön kol ortasında sinir kesit alanı

APB kasının ultrasonografik ölçümü, hasta otururken, dirsek 90 derece fleksiyonda ön kol supinasyonda, el nötr pozisyonda, parmaklar ekstansiyonda ve başparmak maksimum radyal abdüksiyon pozisyonunda yapıldı. Ölçümden önce, başparmağın radyal sesamoid kemiği ile skafoïd tüberkülü palpe edilerek bulundu ve bu iki kemik arasında metakarp boyunca çizgi çizilerek işaretlendi. Ultrason probu bu çizginin orta noktasına, kemiğin uzun eksenine dik olacak şekilde yere paralel olarak yerleştirildi. Açıklanan pozisyon korunarak, prob fleksör FPL tendonunun en parlak olduğu noktada APB kasının kas kesit alanı ve kalınlığı ölçüldü (170).



Şekil 3.11. APB kasının ölçüm pozisyonu ve ultrasonografik görüntüsü

Alan ve derinlik hesaplamaları US cihazındaki yazılım tarafından otomatik olarak gerçekleştirildi. Anizotropik artefaktan kaçınmak ve en yüksek ekojenik görünümü elde etmek için ultrason ışınının açısı APB kasının yüzeyine dik tutuldu. İdeal aksiyel görüntü elde edildikten sonra, kasın kesitinin iç hiperekoik izi boyunca elektronik kaliper yardımıyla çizildi.

3.5.7. İstatiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 24 paket programı ile analiz edildi. Verilerin normallik dağılımına bakıldıktan sonra parametrik veya parametrik olmayan istatistiksel analiz yöntemleri tercih edildi. Tanımlayıcı verileri ifade etmek için ortalama $\pm$ standart sapma, minimum-maksimum ve sayı, frekans verileri kullanıldı. Verilerin normal dağılıp dağılmadığını kontrol etmek için skewness-kurtosis (basıklık-çarpıklık) değerleri kullanıldı. Skewness-kurtosis değerlerinin -2 ile +2 arasında olması durumunda normalliğin sağlandığı kabul edildi.

Semptomların süresi, tüm sinir iletim testi sonuçları, VAS, Boston Karpal Tünel Anketi alt skorları, Q-DASH anketi skorları, Jamar kavrama kuvveti, lateral kavrama kuvveti, palmar kavrama kuvveti ve tüm ultrasonografik değerlendirme sonuçlarının gruplar arasındaki farkı araştırmak için, veriler normal dağıldığı için parametrik testlerden Bağımsız Örneklem T testi kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-kare testi kullanıldı.

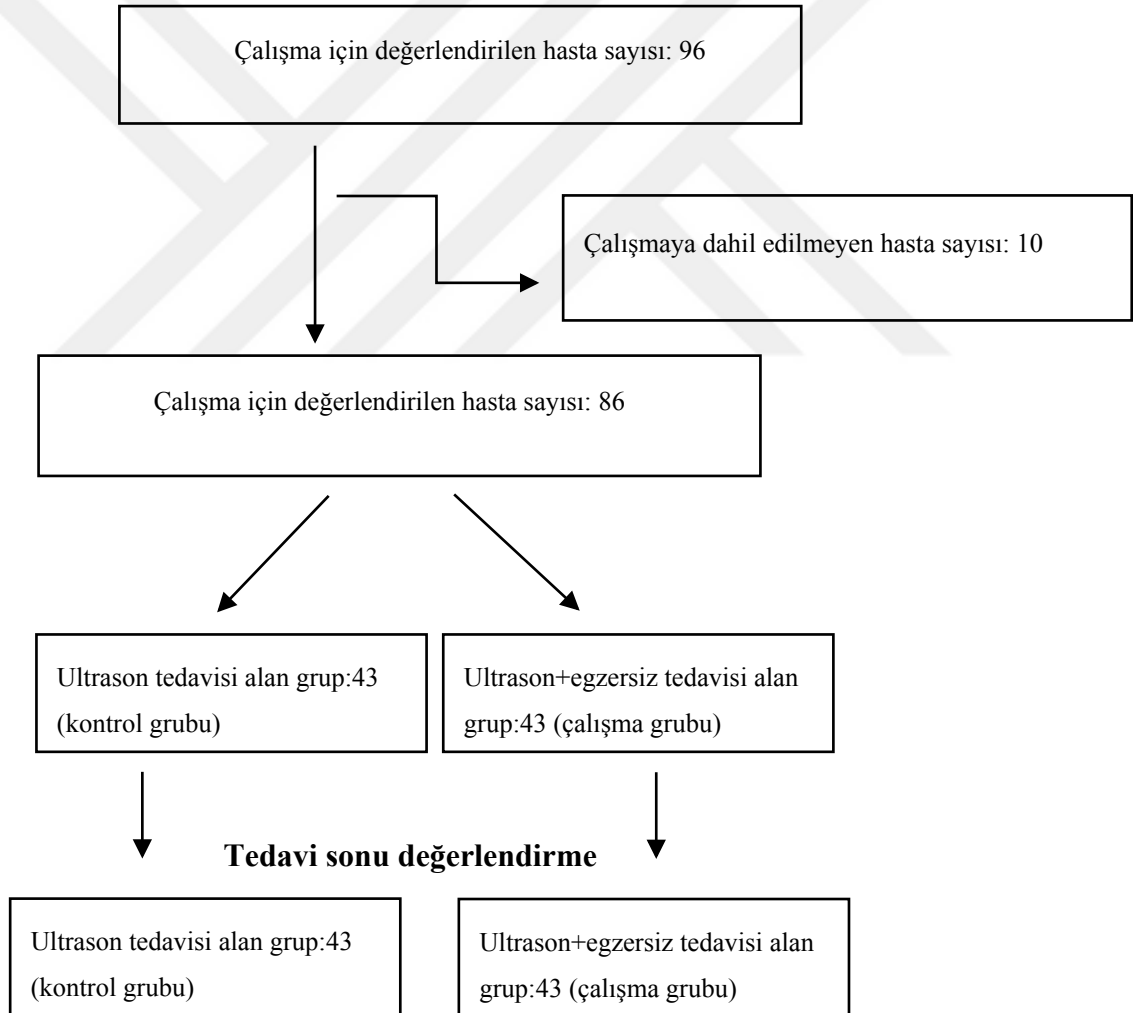
Kontrol (ultrason) ve çalışma (ultrason+egzersiz) gruplarının VAS, Boston Karpal Tünel Anketi alt skorları, Q-DASH anketi skorları, Jamar kavrama kuvveti,

lateral kavrama kuvveti, palmar kavrama kuvveti ve tüm ultrasonografik ölçümlerin tedavi öncesi ve sonrası değişimleri incelenirken, *Karışık desenli varyans analizi (mixed design ANOVA)* testi uygulandı. Sferisite varsayımının sağlanmadığı durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanıldı. Varyansın kaynağı ve ortalamalar arası anlamlılığın farkı için Least Significant Difference testi (LSD) yapıldı. Anlamlı F testinde, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için gruplar homojen dağılmadığından Games Howell post hoc prosedürü uygulandı. Buna göre ikili karşılaştırmalarda ortalama fark ve % 95 güven aralığı değerleri detaylı olarak raporlandı.

Tinel ve Phalen testlerinin iki yönlü ölçümü ve grup içi karşılaştırmalar için Ki-kare testi kullanılmıştır. Ayrıca, Tinel belirtisi %95 güven aralığı (CI) ile odds oranı (OR) kullanılarak gruplar arasında analiz edildi. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya toplam 96 birey dahil edildi. 10 kişi dahil edilme kriterlerini sağlamadığı için çalışma dışında tutuldu ve 43 kontrol grubu 43 çalışma grubu olmak üzere toplam 86 KTS'li birey (67 kadın, 19 erkek) ile çalışma sonlandırıldı (şekil 4.1). Dâhil edilen bireylerin yaş ortalaması $50,04 \pm 7,53$ yıldır. Katılımcıların vücut kitle indeksi ortalamaları $29,28 \pm 4,57$ olarak bulundu. Eğitim durumu dağılımına göre ise ilköğretim mezunu 53 (%61,6) kişi, ortaöğretim mezunu 18 (%20,9) kişi, lise mezunu 9 (%10,5) kişi, lisans mezunu 6 (%7) kişiydi. Tablo 4.1.'de demografik verilerin ortalama ve standart sapma değerleri detaylı olarak gösterildi.



Şekil 4.1. Çalışma akış şeması

Tablo 4.1. Tüm katılımcıların demografik özellikleri

	Toplam (n=86)	
	X±SS	Min-Max
Yaş (yıl)	50,04±7,53	26-55
Boy (cm)	160,72±7,24	145-180
Kilo (kg)	75,48±11,22	50-119
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	29,28±4,57	19,81-41,25
Eğitim	n (%)	
İlköğretim	53 (%61,6)	
Ortaöğretim	18 (%20,9)	
Lise	9 (%10,5)	
Lisans	6 (%7)	

n:Kişi Sayısı, X: Ortalama Değer, SS: Standart Sapma, Min: Minimum Değer, Max: Maksimum Değer, %: Yüzde Değer, cm: Santimetre, kg: Kilogram, m²: Metrekare

Katılımcıların demografik verileri ve klinik karakteristikleri gruplara göre karşılaştırıldığında, sinir iletim çalışmalarından motor amplitüd değeri (p=0,037) dışındaki tüm klinik bulguların tedavi öncesi benzer olduğu gözlemlendi (p>0,05), (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Gruplar arası demografik ve klinik özelliklerin incelenmesi

	Kontrol grubu (n=43) (Ort±SD)	Çalışma grubu (n=43) (Ort±SD)	t	p
Yaş (yıl)	50,74±7,00	49,32±8,05	0,872	0,386
Boy (cm)	160,23±7,85	161,21±6,64	-0,622	0,535
Vücut ağırlığı (kg)	74,13±10,12	76,83±13,11	-1,068	0,289
VKİ (kg/m ²)	28,98±4,51	29,57±4,67	-0,601	0,549
Semptomların süresi (ay)	10,42±9,63	11,25±9,61	-0,404	0,688
Sinir iletim çalışmaları				
Duysal latans (m/s)	3,26±0,60	3,38±0,63	-0,905	0,368
Duysal amplitüd (mV)	20,24±7,80	20,11±7,35	0,075	0,941
Duysal iletim (m/s)	43,26±8,82	41,60±5,59	1,041	0,301
Motor latans (m/s)	4,30±0,77	4,02±0,54	1,925	0,06
Motor amplitüd (mV)	11,06±3,25	13,29±6,09	-2,111	0,037*
Motor iletim hızı (m/s)	56,01±5,00	56,03±5,15	-0,031	0,975
VAS (0-10)	6,72±2,03	6,95±1,90	-0,549	0,713
Boston SSS	2,82±1,01	2,74±0,88	0,369	0,713
Boston FSS	2,66±1,11	2,39±0,88	1,238	0,219
Q-DASH	52,10±24,57	46,57±22,47	0,791	0,279
Jamar kavrama kuvveti (kg)	17,98±6,64	20,65±8,47	-1,622	0,109
Lateral kavrama (kg)	4,72±1,89	5,44±1,88	-1,768	0,081
Palmar Kavrama (kg)	3,88±2,06	4,11±1,55	-0,590	0,557
Median sinir kesit alanı (KT seviyesi)	0,13±0,04	0,14±0,06	-0,784	0,435

Tablo 4.2. Gruplar arası demografik ve klinik özelliklerin incelenmesi (devamı)

Median sinir derinlik (KT seviyesi)	0,29±0,07	0,30±0,07	-0,883	0,380
Median sinir kesit alanı (Dirsek seviyesi)	0,07±0,01	0,07±0,01	-1,963	0,060
Median sinir derinlik (Dirsek seviyesi)	1,30±0,22	1,26±0,27	0,753	0,464
APB kası kesit alanı	0,92±0,19	0,97±0,20	-1,061	0,292
APB kası kalınlık	0,35±0,04	0,37±0,06	-1,437	0,155
Cinsiyet	n (%)	n (%)	χ^2	p
Kadın	34 (79)	33 (77)	0,068	0,795
Erkek	9 (21)	10 (23)		
Eğitim	n (%)	n (%)	χ^2	p
İlköğretim	29 (67)	24 (56)	1,472	0,689
Ortaokul	7 (16)	11 (25)		
Lise	4 (9)	5 (11)		
Lisans	3 (8)	3 (8)		
Dominant ekstremite	n (%)	n (%)	χ^2	p
Sağ	37 (86)	35 (81)	0,341	0,559
Sol	6 (14)	8 (19)		
Etkilenen ekstremite	n (%)	n (%)	χ^2	p
Sağ	21 (49)	26 (60)	1,173	0,279
Sol	22 (51)	17 (40)		
Tinel testi	n (%)	n (%)	χ^2	p
Pozitif	31 (72)	32 (74)	0,059	0,808
Negatif	12 (28)	11 (26)		
Phalen testi	n (%)	n (%)	χ^2	p
Pozitif	38 (88)	37 (86)	0,104	0,747
Negatif	5 (12)	6 (14)		

VKİ: Vücut kitle indeksi, VAS: Vizüel analog skala; SSS: Semptom Şiddeti Ölçeği; FSS: Fonksiyonel Durum Ölçeği; Q-Dash: Kol, Omuz Ve El Sorunları Kısa Anketi; KT:Karpal Tünel; APB: Abdüktör Pollicis Brevis Kası; Ort: Ortalama Değer; SD: Standart Sapma; n: Katılımcı Sayısı; Min-Max: Minimum ve maksimum değerler; %: Yüzde Değer; cm: Santimetre; kg: Kilogram; mV: milivolt; m/s:metre/saniye; kg/m2: Kilogram/metrekare, t: Studen t test istatistiği; χ^2 : Pearson Chi-Square test istatistiği, p: anlamlılık değeri

Ağrı şiddetine ilişkin ölçüm sonuçlarında, grup ($F=5,86$; $p=0,018$), zaman ($F=117,59$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=8,53$; $p=0,047$) açısından anlamlı düzeyde farklılık tespit edildi (Tablo 4.3). Tablo 4.4'te de görüldüğü üzere, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) her iki grupta da anlamlı iyileşmeler saptandı; ancak çalışma grubunda, kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha belirgin bir farklılık saptanmadı (standartlaştırılmış ortalama fark: 2,75; %95 CI: 2,47–3,09; $p<0,001$).

Boston Karpal Tünel Anketi Semptom Şiddeti Ölçeği sonuçları incelendiğinde; zaman ($F=99,47$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=10,79$; $p=0,001$) açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanırken, gruplar arasında genel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F=3,56$; $p=0,062$) (Tablo 4.3). Tablo 4.4'te görüldüğü

üzere, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) her iki grupta da anlamlı iyileşme mevcuttu; ancak çalışma grubunda, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine ulaşmayan ancak klinik açıdan daha belirgin bir iyileşme olduğu saptandı (standartlaştırılmış ortalama fark: 0,35; %95 CI: -0,02–0,71; $p=0,062$).

Boston Karpal Tünel Anketi Fonksiyonel Durum Ölçeği (FSS) sonuçları değerlendirildiğinde; grup ($F=6,03$; $p=0,016$), zaman ($F=49,56$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=6,07$; $p=0,016$) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (Tablo 4.3). Tablo 4.4'te görüldüğü üzere, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) her iki grupta da anlamlı iyileşmeler belirlendi, ancak çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek düzeyde bir farklılık elde edildi (standartlaştırılmış ortalama fark: 0,47; %95 CI: 0,09–0,85; $p<0,001$).

Q-DASH Anketi sonuçları incelendiğinde; grup ($F=8,74$; $p=0,004$), zaman ($F=110,02$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=16,11$; $p<0,001$) açısından anlamlı düzeyde farklılıklar saptandı (Tablo 4.3). Tablo 4.4'te görüldüğü üzere, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) her iki grupta da anlamlı iyileşme gözlemlendi, ancak çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha belirgin bir farklılık elde edildi (standartlaştırılmış ortalama fark: 13,63; %95 CI: 4,46–22,78; $p<0,001$).

Tablo 4.3'te sunulan el kavrama kuvveti sonuçları; grup ($F=7,32$; $p=0,008$), zaman ($F=30,47$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=24,11$; $p<0,001$) açısından anlamlı istatistiksel farklılıklar göstermiştir. Tablo 4.4'te görülebileceği gibi grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre); kontrol grubunda anlamlı farklılık görülmezken, çalışma grubunda anlamlı farklılık görüldü. Gruplar arası karşılaştırmada da bu fark istatistiksel olarak anlamlı olup, çalışma grubu lehine idi (Standardize ortalama fark: -1,89, %95 CI: -2,58 -1,21; $p<0,001$).

Lateral kavrama kuvveti ölçümleri; grup ($F=9,12$; $p<0,001$), zaman ($F=46,31$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=16,22$; $p<0,001$) açısından anlamlı düzeyde farklılık gösterdi (Tablo 4.3). Tablo 4.4'te de görüldüğü gibi, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) her iki grupta da anlamlı iyileşmeler saptanmış olmakla birlikte, çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla istatistiksel

olarak daha belirgin bir farklılık elde edildi (standartlaştırılmış ortalama fark: -1,22; %95 CI: -2,04 – 0,12; $p<0,001$).

	<i>Kontrol grubu</i> (n=43) (Ort±SD)	<i>Çalışma Grubu</i> (n=43) (Ort±SD)	<i>Grup Etkisi</i> (F; p)	<i>Zaman Etkisi</i> (F; p)	<i>Grup*Zaman Etkileşimi</i> (F; p)	<i>Standardize Ortalama Fark</i> (Kontrol –Çalışma) (%95 CI)
VAS (0-10 cm)						
Tedavi öncesi	6,72±2,03	6,95±1,90	5,86;	117,59;	8,53;	2,78
Tedavi sonrası	4,56±2,65	2,37±1,89	0,018*	<0,001*	0,047*	(2,47- 3,09)
Boston SSS						
Tedavi öncesi	2,82±1,01	2,74±0,88	3,56;	99,47;	10,79;	0,35
Tedavi sonrası	2,26±1,03	1,65±0,79	0,062	<0,001*	0,001*	(-0,02- 0,71)
Boston FSS						
Tedavi öncesi	2,66±1,11	2,39±0,88	6,03;	49,56;	6,07;	0,47
Tedavi	2,28±1,14	1,62±0,61	0,016*	<0,001*	0,016*	(0,09 -0,85)

Palmar kavrama kuvveti ölçümleri incelendiğinde; zaman ($F=52,31$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=21,58$; $p<0,001$) açısından anlamlı düzeyde farklılıklar saptanırken, gruplar arasında genel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($F=3,02$; $p=0,086$) (Tablo 4.3). Tablo 4.4’te görüldüğü üzere, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) her iki grupta da anlamlı iyileşme tespit edildi, ancak çalışma grubunda kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olmayan ancak klinik açıdan daha belirgin bir farklılık gözlemlendi (standartlaştırılmış ortalama fark: -0,72; %95 CI: -0,91 – (-0,52); $p=0,086$).

sonrası						
Q-DASH						
Lateral Kavrama (kg)						
Tedavi öncesi	39,05±27,17 4,72±1,89	17,33±18,08 5,44±1,89	0,001* 9,12;	<0,001* 46,31;	<0,001* 16,22;	(-1,40 - 22,70) -1,22
Tedavi sonrası	5,07±1,78	6,80±2,29	<0,001*	<0,001*	<0,001*	(-2,04 - 0,12)
Palmar Kavrama (kg)						
Tedavi öncesi	3,88±2,07	4,11±1,99	3,02;	52,31;	21,58;	-0,72(-0,91 - (-0,52))
Tedavi sonrası	4,14±1,98	5,29±1,96	0,086	<0,001*	<0,001*	

Tablo 4.3. Klinik ölçümlerin tedavi sonrası değişimi

El kavrama kuvveti (kg)						
Tedavi öncesi	17,99±6,64	20,65±8,47	7,32;	30,47;	24,11;	-1,89 (-2,58- (1,21))
Tedavi sonrası	18,20±6,30	24,23±8,75	<0,008 *	<0,001*	<0,001*	

Tablo 4.3. Klinik ölçümlerin tedavi sonrası değişimi (devamı)

VAS: Vizüel analog skala; SSS: Semptom Şiddeti Ölçeği; FSS: Fonksiyonel Durum Ölçeği; Q-DASH: Kol, Omuz ve El Yaralanması Kısa Form; kg: Kilogram; CI: Güven Aralığı; p: anlamlılık değeri

Tablo 4.4. Basit zaman etkisine göre klinik ölçümlerde ortalama farkların karşılaştırılması (grup içi karşılaştırma)

	Gruplar	Ortalama fark (TÖ-TS) (95% CI)	p
VAS (0-10 cm)	Kontrol grubu	2,16 (1,51 -2,81)	<0,001*
	Çalışma grubu	4,58 (3,98 -5,19)	<0,001*
Boston SSS	Kontrol grubu	0,55 (0,33 -0,78)	<0,001*
	Çalışma grubu	1,09 (0,85 - 1,34)	<0,001*
Boston FSS	Kontrol grubu	0,37 (0,16 - 0,58)	0,001*
	Çalışma grubu	0,77 (0,52 - 1,03)	<0,001*
Q-DASH	Kontrol grubu	13,05 (7,97 - 18,14)	<0,001*
	Çalışma grubu	29,24 (22,88 - 35,59)	<0,001*
Kavrama kuvveti (Jamar) (kg)	Kontrol grubu	-0,21 (-1,10 - 0,68)	0,639
	Çalışma grubu	-3,58 (-4,64 - (-2,52))	<0,001*
Lateral kavrama (kg)	Kontrol grubu	-0,35 (-0,60 - (-0,09))	0,009*
	Çalışma grubu	-1,36 (-1,80 - (-0,92))	<0,001*
Palmar Kavrama (kg)	Kontrol grubu	-0,26 (-0,45 - (-0,05))	0,013*
	Çalışma grubu	-1,17 (-1,52- (-0,83))	<0,001*

VAS: Vizüel analog skala; SSS: Semptom Şiddeti Ölçeği; FSS: Fonksiyonel Durum Ölçeği; Q-DASH: Kol, Omuz ve El Yaralanması Kısa Form; TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi sonrası kg: Kilogram; CI: Güven Aralığı; p: anlamlılık değeri

Median sinirin ultrasonografik değerlendirme ölçütleri arasında yalnızca karpal tünel seviyesindeki sinir kesit alanı; zaman ($F=24,73$; $p<0,001$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=14,51$; $p<0,001$) açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (Tablo 4.5). Tablo 4.6'da görüldüğü üzere grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre), kontrol grubunda anlamlı bir değişim izlenmezken; çalışma grubunda anlamlı bir farklılık tespit edildi (standartlaştırılmış ortalama fark: 0,021; %95 CI: 0,012–0,026; $p<0,001$). Median sinire ilişkin diğer ultrasonografik ölçümlerde ise grup, zaman ve grup*zaman etkileşimi bakımından anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Abdüktör pollicis brevis kasına ait ultrasonografik değerlendirmelerde, kasın kesit alanı ölçümleri zaman ($F=4,31$; $p=0,050$) ve grup*zaman etkileşimi ($F=8,20$; $p=0,005$) açısından anlamlı düzeyde farklılık saptandı (Tablo 4.5). Tablo 4.6’da görüldüğü üzere, grup içi karşılaştırmalarda (basit zaman etkisine göre) kontrol grubunda anlamlı bir değişim saptanmazken, çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi (standartlaştırılmış ortalama fark: $-0,022$; %95 CI: $-0,042-(-0,002)$; $p\leq 0,0028$). Buna karşılık, kasın ultrasonografik derinlik ölçümlerinde grup, zaman ve grup*zaman etkileşimi açısından anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p>0,05$).



Tablo 4.5. Ultrasonografik ölçümlerin tedavi sonrası değişimi

	<i>Kontrol grubu (n=43) (Ort±SD)</i>	<i>Çalışma Grubu (n=43) (Ort±SD)</i>	<i>Grup Etkisi (F; p)</i>	<i>Zaman Etkisi (F; p)</i>	<i>Grup*Zaman Etkileşimi (F; p)</i>	<i>Standardized Mean Difference (%95 CI)</i>
Median sinir kesit alanı (mm²) (KT seviyesi)						
Tedavi öncesi	0,135±0,039	0,141±0,035	0,08;	24,73,	14,51;	0,011
Tedavi sonrası	0,132±0,036	0,122±0,037	0,784	<0,001*	<0,001*	(0,007 - 0,015)
Median sinir derinlik (mm) (KT seviyesi)						
Tedavi öncesi	0,291±0,070	0,304±0,069	0,48;	0,01;	2,40;	0,000
Tedavi sonrası	0,294±0,065	0,301±0,066	0,489	0,954	0,125	(-0,004 - 0,004)
Median sinir kesit alanı (mm²) (Dirsek seviyesi)						
Tedavi öncesi	0,069±0,112	0,075±0,014	0,02;	1,48;	0,114;	-0,002
Tedavi sonrası	0,087±0,013	0,085±0,096	0,878	0,227	0,737	(-0,024 - 0,021)
Median sinir derinlik (mm) (Dirsek seviyesi)						
Tedavi öncesi	1,304±0,224	1,264±0,274	0,31;	1,10;	0,45;	-0,022
Tedavi sonrası	1,312±0,221	1,300±0,215	0,578	0,297	0,505	(-0,063 - 0,020)
APB kası kesit alanı (mm²)						
Tedavi öncesi	0,924±0,192	0,969±0,204	2,20;	4,31;	8,20;	-0,006
Tedavi sonrası	0,914±0,185	0,992±0,195	0,0142	0,050*	0,005*	(-0,017 - 0,005)
APB kası kalınlık (mm)						
Tedavi öncesi	0,352±0,045	0,368±0,058	2,88;	0,07;	3,48;	0,000
Tedavi sonrası	0,349±0,043	0,370±0,056	0,093	0,791	0,066	(-0,002 - 0,003)

KT: Karpal tünel; APB: Abdüktör Pollicis Brevis Kası; n: Katılımcı Sayısı; mm: milimetre; Ort: Ortalama Değer; SD: Standart Deviasyon; F: Mixed Tip Anova test istatistiği; CI: Güven Aralığı; p: anlamlılık değeri

Tablo 4.6. Basit zaman etkisine göre ultrasonografik ölçümlerde ortalama farkların karşılaştırılması (grup içi karşılaştırma)

	Gruplar	Ortalama fark (TÖ-TS) (95% CI)	p
Median sinir kesit alanı (KT seviyesi) (mm²)	Kontrol grubu	0,002 (-0,003 - 0,008)	0,364
	Çalışma grubu	0,021 (0,012 - 0,026)	<0,001*
Median sinir derinlik (KT seviyesi) (mm)	Kontrol grubu	-0,003 (-0,010 - 0,004)	0,397
	Çalışma grubu	0,003 (-0,001 - 0,007)	0,109
Median sinir kesit alanı (Dirsek seviyesi) (mm²)	Kontrol grubu	-0,017 (-0,052 - 0,017)	0,312
	Çalışma grubu	-0,010 (-0,040 - 0,020)	0,503
Median sinir derinlik (Dirsek seviyesi) (mm)	Kontrol grubu	-0,008 (-0,017 - 0,002)	0,099
	Çalışma grubu	-0,036 (-0,120 - 0,047)	0,392
APB kası kesit alanı (mm²)	Kontrol grubu	0,010 (-0,001 - 0,007)	0,081
	Çalışma grubu	-0,022 (-0,042 - 0,002)	0,028*
APB kası kalınlık (mm)	Kontrol grubu	0,010 (-0,001 - 0,022)	0,171
	Çalışma grubu	0,003 (-0,001 - 0,007)	0,220

KT: Karpal Tünel; APB: Abdüktör Pollisis Brevis Kası; mm: Milimetre; TÖ: Tedavi Öncesi; TS: Tedavi Sonrası; n: Katılımcı Sayısı; CI: Güven Aralığı; p: anlamlılık değeri

Her iki grupta da Tinel testi sonuçlarında tedavi sonrası iyileşme gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrol grubunda, tedavi sonrası Tinel testinin pozitif olma olasılığı, çalışma grubuna kıyasla yaklaşık 2,25 kat daha yüksek bulundu. Ancak bu sonuç, %95 güven aralığı 1.0 değerini kapsadığı için istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadı. Başka bir ifadeyle, gruplar arası karşılaştırmada anlamlı bir fark saptanmamakla birlikte, grup içi analizler tedavinin etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.7. Tinel testi için grup içi ve gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalar

Kontrol Grubu (n=43)						Çalışma Grubu (n=43)					Gruplar arası karşılaştırma
	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası			Tedavi öncesi		Tedavi sonrası			
Semptomlar	n	%	n	%	P	n	%	n	%	p	OR (%95 CI); p
Pozitif	31	72,09	20	46,51	0,028	32	74,42	12	27,91	<0,001*	2,25
Negatif	12	27,91	23	53,49		11	25,58	31	72,09		(0.92, 5.50) 0,120

n: Katılımcı Sayısı; %: Yüzde Değer; OR: Odds Ratio; CI: Güven Aralığı; p: Anlamlılık Değeri

Her iki grupta da Phalen testi sonuçlarında tedavi sonrasında iyileşme gözlemlendi ($p<0,001$). Kontrol grubunda tedavi sonrasında Phalen testinin pozitif olma olasılığı çalışma grubuna göre yaklaşık 3,53 kat daha yüksekti ve %95 güven aralığı 1.0'i içermediği için sonuç istatistiksel olarak da anlamlı bulundu ($p=0,001$).

Tablo 4.8. Phalen testi için grup içi ve gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalar

Kontrol Grubu (n=43)						Çalışma Grubu (n=43)				Gruplar arası karşılaştırma	
	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası			Tedavi öncesi		Tedavi sonrası			
Semptomlar	n	%	n	%	P	n	%	n	%	p	OR (%95 CI); p
Pozitif	38	88,4	26	60,5	<0,001*	37	86,0	13	30,2	<0,001*	3,53
Negatif	5	11,6	17	39,5		6	14,0	30	69,8		(1,45 - 8,62); 0,001*

n: Katılımcı Sayısı; %: Yüzde Değer; OR: Odds Ratio; CI: Güven Aralığı; p: Anlamlılık Değeri

5. TARTIŞMA

Karpal tünel sendromunda hastalık Şiddetine göre konservatif ve cerrahi tedavi seçenekleri mevcuttur. Nörodinamik sinir kaydırma egzersizleri ve ultrason tedavisi gibi konservatif tedavi yöntemleri KTS tedavisinde sıkça tercih edilir . Çalışmamızda hafif ve orta derecede karpal tünel sendromu tanısı alan hastaların ultrason tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin median sinir ve abduktor pollicis brevis kası üzerine etkisini incelemeyi amaçladık. Çalışmamızda ultrason+egzersiz ( alışma grubu) tedavisi ile ultrason tedavisi (kontrol) alan grup kıyaslandığında; VAS skorlarında, Boston Karpal Tünel Anketinin FSS değerlendirme  l eğinde, Q-DASH skorlarında, el kavrama ve lateral kavrama kuvvetinde, klinik değerlendirmede kullanılan Phalen testi sonuçlarında anlamlı farklılık mevcuttu. Tedavi sonunda çalışma grubunda ultrasonografik değerlendirme ile, karpal tünel seviyesinde median sinir kesit alanında ve abduktor pollicis brevis kasının kesit alanında anlamlı farklılık saptandı. Tedavi sonrasında Tinel testinde, palmar kavrama kuvvetinde ve BA'nın SSS değerlendirme ölçeğinde her iki grupta da anlamlı farklılık mevcuttu fakat çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi.

Tuzak nöropatilerin tedavisinde egzersiz, manuel terapi ve elektroterapi gibi çeşitli fizyoterapi yöntemleri kullanılmaktadır. Nöral mobilizasyon tekniğinde amaç, periferik sinir dokusunu ve çevresindeki yapıları, periferik sinirlerin mekanik özelliklerini etkileyecek Şekilde mobilize etmektir. Fizik tedavi uygulamalarında bu teknik, sinir dokusunun bozulmuş mekanik işlevini yeniden sağlamak için kullanılır (171). Literatürde nörodinamik sinir mobilizasyonun KTS tanılı hastalardaki etkinliği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Wolny ve ark.'nın 2019 yılında yaptığı randomize kontrollü çalışmaya, hafif ve orta Şiddette karpal tünel sendromu olan 103 hasta dahil edilmiş ve bu hastalar nörodinamik egzersiz grubu ( alışma grubu, n=58) ve tedavi verilmeyen grup (kontrol grubu, n=45) Şeklinde ikiye ayrılmıştır. Çalışma grubunda egzersizler haftada 2 seans toplam 20 seans Şeklinde uygulanmıştır. Hastalar tedaviden 10 hafta sonra değerlendirilmiş olup duyu sinir iletim hızında, BA'nın SSS ve FSS skorlarında, ağrı Şiddetinde azalma tespit edilmiştir. Bu çalışmada bizim

çalışmamızdan farklı olarak, el kavrama ve parmak kavrama kuvvetlerinde anlamlı farklılık oluşmamıştır (172).

Wolny ve ark.'nın nörodinamik sinir egzersizlerinin etkinliğini sham teknik ile kıyaslandığı randomize plasebo kontrollü çalışmada ise, toplam 150 hasta, haftada 2 gün tedavi alarak 20 seans sonunda sayısal ağrı derecelendirme ölçeği, BA, el ve parmak kavrama kuvveti ve sinir iletim çalışmaları ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonunda, hastaların ağrı skorlarında, BA'nın SSS ve FSS değerlerinde, median sinirin duyu, motor iletim hızında ve motor latansında anlamlı farklılık saptanmışken, el ve parmak kavrama kuvvetlerinde anlamlı farklılık saptanmamıştır (173). Wolny ve ark.'nın yapmış olduğu bu iki çalışmada bizim çalışmamızla benzer şekilde nörodinamik sinir egzersizleri, semptom şiddetinde azalma ve fonksiyonel durumda iyileşme sağlamıştır. Subjektif semptomların azalması hem ağrının önemli ölçüde azalması hem de duyuusal liflerdeki sinir iletiminin iyileşmesi ile açıklanabilir. Ağrı, parestezi gibi duyuusal semptomlar ve duyuusal liflerdeki iletim hızının bozulması, karpal tünel sendromunun en erken belirtilerindendir ve tedaviyi takiben fizik muayene bulgularından (kas gücü) daha erken iyileşir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmalarda parmak ve el kavrama kuvvetlerinde anlamlı artışın olmamasının sebebi ise çalışma metodolojisindeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Çalışmamızda nörodinamik egzersizlerin US tedavisi ile kombine edilmesi bu farklılığa yol açmış olabilir.

Alam ve ark.'nın yaptığı randomize kontrollü bir çalışmada 48 KTS hastası değerlendirilmiş. Grup I'deki hastalara nörodinamik mobilizasyon egzersizleri öğretilmiş ve ev egzersiz programı şeklinde takip edilmiş. Grup II'deki hastalara her seansta 5 dakika boyunca 0,8 W/cm² yoğunlukta ultrason tedavisi, 4 haftalık bir süre boyunca haftada 3 seans olmak üzere toplam 12 seans uygulanmış. Hastalar tedavi öncesinde ve sonrasında VAS ile değerlendirilmiş. On iki seanslık tedaviden sonra, her iki grupta da VAS skorlarında azalma görülmüş, fakat gruplar arası karşılaştırmada sinir mobilizasyon tedavisi alan grupta VAS skorlarındaki düzelme ultrason tedavisi alan gruba göre anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur (174). Çalışmamızda, hem yalnızca ultrason tedavisi uygulanan grupta hem de ultrason tedavisine ek olarak nörodinamik mobilizasyon egzersizleri uygulanan grupta ağrı skorlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma gözlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında

ise, sinir mobilizasyon egzersizlerinin eklendiği grupta VAS skorlarında, yalnızca ultrason tedavisi alan gruba kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla iyileşme saptanmıştır. Benzer sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, çalışmamızın ayırt edici yönü; ultrason tedavisinin kesikli modda uygulanmış olması ve nörodinamik mobilizasyon egzersizlerinin fizyoterapist eşliğinde, kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmiş olmasıdır.

Literatürde KTS tanılı hastalarda terapötik ultrason, tedavi amaçlı yaygın olarak kullanıldığı bilinmekte ve fizyoterapinin bir tamamlayıcısı olarak kabul edilmektedir. 0,5–2,0 W/cm² yoğunluk aralığında, terapötik US dokularda çeşitli biyofiziksel etkiler yaratma potansiyeline sahip olabilir. Sinir iletimini ve rejenerasyonunu destekleyici etkileri üzerine yapılan terapötik US çalışmaları ile bu çalışmalar sonucunda ortaya konan anti inflamatuvar etkilerin keşfi, terapötik US'nin sinir kompresyonunun iyileşmesini destekleyebileceğini göstermektedir. Son araştırmalarda, germe ve kayma egzersizlerine dayalı 5 dakikalık nörodinamik mobilizasyonun, karpal tünelde median sinirde önemli ölçüde intranöral ödemi dağıtarak, azaltabileceği gösterilmiştir (175). İntranöral ödemdeki azalma, sinire kan akışını iyileştirebilir, mekanik irritasyonu azaltabilir, aksonal taşımayı iyileştirebilir ve fizyolojik sinir fonksiyonunu iyileştirerek mekanik duyarlılığı azaltabilir (172). Alam ve ark. ile bizim çalışmamızın sonuçları ve literatürdeki bilgiler ışığında KTS tedavisinde ultrason ve nörodinamik mobilizasyon egzersizlerinin ağrı yönetiminde etkili olabileceği kanısına varılabilir.

Hamzeh ve ark.'nın yapmış olduğu randomize kontrollü çalışmada, KTS olan bireylerde nörodinamik tedavi ile egzersiz temelli konservatif tedavinin uzun dönem etkinlikleri karşılaştırılmıştır. KTS tanısı almış 52 el çalışmaya dahil edilerek nörodinamik egzersiz tedavi grubu ve egzersiz kontrol grubu şeklinde ikiye ayrılmıştır. Tedavi protokolü kapsamında nörodinamik egzersiz grubuna dört hafta boyunca haftada bir kez nörodinamik egzersizler uygulanmış ve bu tedaviye nörodinamik temelli ev egzersizleri eşlik etmiştir. Egzersiz kontrol grubuna ise gözetimli klasik egzersiz terapisi (tendon kaydırma, el bileği ve el kuvvetlendirme, esneme ve aktif hareket açıklığı egzersizleri) ve aynı programın evde uygulanması önerilmiştir. Her iki grup da tedavi öncesi, tedavi bitiminde (1. ay) ve altı ay sonra değerlendirilmeye alınmış; bir yıl sonunda cerrahi girişim gereksinimi sorgulanmıştır (176).

Çalışmanın sonuçları, nörodinamik tedavi ve egzersiz temelli konservatif tedavi yaklaşımlarının her ikisinin de karpal tünel sendromu olan hastalarda semptom şiddetini azaltmada ve fonksiyonel durumu iyileştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ancak nörodinamik tedavi grubunda, özellikle Boston anketi'nin FSS skorlarında, Q-DASH ve ağrı skorlarında kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Ayrıca, nörodinamik tedavi alan hastalarda kavrama gücünde de anlamlı bir artış gözlenmiştir; ancak bu artış gruplar arası değerlendirmede anlamlı farklılık göstermemiştir. Her iki grupta da hastalar takip süresince cerrahi tedaviye ihtiyaç duymamıştır. Çalışmanın sonuçları, konservatif tedavi seçeneklerinin KTS yönetiminde etkili olduğunu ve cerrahi ihtiyacı azaltabileceğini bir kez daha ortaya koymuştur. Özellikle nörodinamik egzersizler, klasik egzersizler ile kıyaslandığında daha fazla klinik iyileşme sağlamış ve semptomların uzun vadede kontrol altında tutulmasına katkıda bulunmuştur. Bizim çalışmamızda benzer şekilde nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizleri uygulanan çalışma grubunda ağrı, klinik ve fonksiyonel parametrelerde kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmadan farklı olarak çalışmamızda egzersizlerin kısa dönem etkinliği değerlendirilmiştir. Nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin etkinliği farklı çalışmalarda gösterilmiştir fakat bu egzersizlerin uzun dönemde etkinliğiyle ilgili hem elektromiyografik hem de ultrasonografik bulgular açısından daha çok bilgiye ihtiyaç vardır.

Goyal ve ark. KTS tanılı 30 kadın hastayı 2 gruba randomize ederek, US tedavisi ile nörodinamik mobilizasyon (kayma tekniği) egzersizlerinin etkinliğini kıyaslamıştır. US tedavisi haftada 2 kez, 1 MHz başlıkla, 1:4 modda 5 dk olacak şekilde toplam 6 seans uygulanmıştır (177). Hastalar tedavi sonrasında numerik ağrı skalası, BA ve median sinir motor iletim hızı ve motor latansı bakılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda her iki grupta da numerik ağrı skalasında, SSS, FSS skorlarında, median sinirin motor iletim hızında ve latansında anlamlı farklılık oluşmuş fakat egzersiz grubu bütün değerlendirme parametrelerinde ultrasona kıyasla üstün bulunmuştur. Ultrason ve nöromobilizasyon egzersiz tedavileri, hafif ve orta dereceli KTS'de yalnızca klinik semptomları hafifletmekle kalmayıp, fonksiyonel iyileşmeyi de sağlar. Goyal ve ark. tarafından yürütülen çalışmada, nöromobilizasyon egzersizleri ile terapötik ultrason tedavisi uygulanan her iki grupta da hem klinik

semptomlarda hem de fonksiyonel kapasitede anlamlı iyileşmeler sağlandığı bildirilmiştir. Karpal tünel sendromunda median sinirin mekanik strese maruz kalması, sinirin intranöral dolaşımını ve aksoplazmik akışını engelleyerek iskemi, intranöral ödem ve iletim bloklarına yol açmaktadır. Nörodinamik tekniklerin uygulanması ise bu patofizyolojik süreci tersine çevirerek, kan akımını ve aksonal transportu artırmakta, intranöral basıncı ve ödemi azaltarak iyileşmeye katkı sağlamaktadır (171,178). Bunun sonucunda median sinir kesit alanında ve sinir iletim çalışmalarında düzelme meydana gelebilir. Bizim çalışmamızda da Goyal ve ark.'nın çalışmasıyla benzer şekilde, her iki tedavi grubunda Boston Karpal Tünel Anketi semptom şiddeti SSS, FSS skorları ve ağrı düzeylerinde anlamlı azalma gözlenmiştir. Ancak, çalışma grubumuz, ağrı, klinik ve fonksiyonel parametrelerdeki iyileşme bakımından kontrol grubuna göre daha üstün bulunmuştur. Goyal ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak, bizim çalışmamızda hastaları tedavi sonrasında EDT yerine USG ile değerlendirdik ve çalışma grubunda APB kasının kesit alanında ve median SKA anlamlı değişiklikler saptadık. Çalışmamızda, çalışma grubunda APB kasının kesit alanındaki artışın, elektrofizyolojik düzelmeyi yansıtır olabileceği; karpal tünel düzeyinde median sinirin kesit alanında gözlenen anlamlı azalmanın ise intranöral ödemin azalmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu bulgular, nörodinamik tedavinin sadece klinik semptomların kontrolünde değil, aynı zamanda sinir dokusundaki biyomekanik ve fizyolojik iyileşmeler üzerinde de olumlu etkiler sağlayabileceğini desteklemektedir.

Nazaryan ve ark.'nın 48 hastayı iki gruba randomize ederek yaptıkları çalışmada her iki gruba da el bileği splinti verilmiş bir gruba US tedavisi, diğer gruba ise sinir kaydırma egzersizleri eklenmiştir. US tedavisi haftada 3 kez, 1 MHz başlıkla, 1 W/cm² güçte, devamlı modda 5 dk olacak şekilde toplam 10 seans uygulanmıştır. Çalışma sonunda hastaların; VAS ve BA skorları ile duyuşal ve motor latansları değerlendirilmiştir (179). Her iki grupta da BA ve VAS skorlarında anlamlı azalış mevcutken, US grubunda motor ve duyuşal latanslarında egzersiz grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşmuştur. Bizim çalışmamızda, nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizleri eklenen grupta klinik ve fonksiyonel açıdan daha üstün sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, bu grupta median SKA ve APB kası kesit alanı açısından yalnızca ultrason tedavisi alan gruba kıyasla anlamlı farklılıklar

saptanmıştır. Çalışmamızda Nazaryan ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak egzersiz tedavisinde daha iyi sonuçlar elde edilmesinin nedeni, egzersiz protokolünde nörodinamik yaklaşımların tercih edilmiş olmasıyla açıklanabilir. Bu çalışma ile benzer sonuçlar elde eden Ebenbichler ve ark.'nın yaptığı çalışmada ultrason tedavisi ile sham tedavi alan hasta grubu değerlendirilmiş. Tedavi sonunda ultrason tedavi alan grubun motor distal latansında, duyu iletim hızında ve subjektif yakınmalarında anlamlı düzelme tespit edilmiştir (180). Bizim çalışmamızda da ultrason tedavisi alan grupta BA, Q-DASH ve VAS skorlarında anlamlı farklılık mevcuttu. Tüm bu bulgular, ultrason tedavisinin karpal tünel sendromu tedavisinde etkili bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Literatürde karpal tünel sendromu tedavisinde nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizleri ve ultrason uygulamalarının etkinliğini karşılaştıran çeşitli çalışmalar mevcuttur. Goyal ve ark.'nın (177) yaptığı çalışmada karpal tünel sendromu tedavisinde ultrason tedavisi ile nörodinamik sinir egzersizlerinin etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada, nörodinamik tekniklerden özellikle sinir kaydırma (sliding) tekniği kullanılmıştır. Her iki grupta da median sinirin motor iletim hızında ve latansında anlamlı düzelme oluşmuş fakat gruplar arası değerlendirmede egzersiz grubundaki düzelme ultrason grubuna göre üstün bulunmuştur. Nazaryan ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise, KTS'de ultrason tedavisinin egzersiz tedavisine kıyasla daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ultrason uygulanan grupta, semptomatik ve fonksiyonel iyileşmelerin sinir kaydırma egzersizleri yapılan gruba göre daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Ayrıca duyu ve motor latans parametreleri açısından da ultrason grubunda anlamlı farklılık saptanmıştır. Bu bulgular, ultrason tedavisinin hem klinik belirtiler hem de elektrodiagnostik göstergeler üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, çalışmada uygulanan egzersiz protokolünün ayrıntılarının verilmemesi, sonuçlarda bu farklılığa sebep olmuş olabilir. Her iki çalışmada US ve egzersiz tedavisinin uygulanış şekli farklıdır. Çalışmalardaki metodolojik farklılık US ve egzersiz tedavisinin elektrodiagnostik testler üzerine etkisinin net ortaya konulamamasına sebep olmuştur. Sonuç olarak hem ultrason hem de sinir kaydırma teknikleri kısa vadede hastaların semptomlarını ve ağrı yoğunluğunu etkili bir şekilde azaltmaktadır. Fakat ultrasonun KTS tedavisinde kullanımının

çalışmalarda farklılık göstermesi nedeniyle elektrodiagnostik göstergeler üzerindeki etkisi net değildir.

Vaidya ve ark.'nın nörodinamik sinir mobilizasyonu ile klasik median sinir kaydırma egzersizlerini karşılaştırdığı çalışmada ise hastaların el ve parmak kavrama kuvvetleri ile FSS ve SSS skorları kıyaslanmıştır (181). Her iki grupta bütün parametrelerde anlamlı düzelme mevcutken, nörodinamik sinir mobilizasyon grubunda klasik egzersiz uygulanan grupla kıyaslandığında klinik ve fonksiyonel parametrelerde anlamlı farklılık saptanmıştır. Literatürdeki bulgularla uyumlu olarak, bizim çalışmamızda nörodinamik sinir mobilizasyon tekniklerinin karpal tünel sendromu tedavisinde ağrı yönetimi, fonksiyonel iyileşme ve sinir iletim çalışmalarında belirgin fayda sağladığını göstermektedir.

Oskouei ve ark.'nın yaptığı toplam 32 KTS tanılı elin değerlendirildiği çalışmada eşit 2 gruba ayrılarak; kontrol grubuna transkutanöz elektriksel sinir stimölasyon (TENS)+ultrason+splint, çalışma grubuna TENS+ultrason+splint+nöromobilizasyon egzersizleri uygulanmıştır. Hastalar tedavi öncesi ve sonrasında VAS, BA, Phalen testi, median sinirin distal duyu ve motor latansları ile değerlendirilmiştir (182). Egzersiz eklenen grupta bütün değerlendirme ölçütlerinde kontrol grubuna göre anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Tedavi yanıtına bakıldığında klinik ve fonksiyonel iyileşme ile sinir iletim çalışmalarındaki düzelmenin korele olduğu görölmektedir. Nörodinamik egzersizler sinirin çevresi ile ilişkisini yeniden düzenleyerek iskemiye neden olan basıyı azaltır. Azalan bası sayesinde intranöral ödem gerileyebilir, aksonal transportta artış ile iletim çalışmalarında düzelme meydana gelebilir (170,174). Duyusal reinnervasyon artışı ile ağrı ve parestezi gibi semptomlarda azalma ve motor sinir iletiminde düzelme ile el ve parmak kavrama kuvvetinde artış meydana gelebilir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde egzersiz tedavisinin konservatif tedavi yöntemlerine eklenmesi klinik ve fonksiyonel açıdan iyileşmeye neden olmuştur.

Ijanz ve arkadaşlarının (26) 66 hastayla yapmış oldukları çift kör randomize çalışmada hastalar uygulanan tedavi methoduna göre; rutin fizik tedavi grubu (splint+US+tendon kaydırma egzersizleri) ve nöromobilizasyon grubu (splint+US+tendon kaydırma egzersizleri+nöromobilizasyon egzersizleri) olmak

üzere ikiye ayrılmış ve tedavi sonunda hastaların fonksiyonel durumları BA ile değerlendirilmiştir. Her iki grupta da BA'nın FSS ve SSS değerlendirme ölçeklerinde anlamlı farklılık oluşurken nöromobilizasyon grubu fonksiyonel iyileşmede daha etkili bulunmuştur. Nörodinamik sinir egzersizleri; sinirin çevresiyle ilişkisini yeniden düzenleyerek sinirin hareketliliğini artırır. Bu egzersizlerin sinirin kan akımının, aksoplazmik transportunun ve sinir bağ dokusunun viskoelastisitesinin artmasını, intranöral ödemin dağılmasını ve supraspinal duyarlılığın azalmasını sağlayarak etkinlik gösterdiği düşünülmektedir (171). Bu nedenle bu egzersizlerin KTS tedavisine eklenmesi hastaların semptomlarında ve fonksiyonel durumlarında iyileşme sağlayabilir. Bizim çalışmamızda da literatür ile benzer şekilde, nörodinamik sinir mobilizasyonun tedaviye eklenmesinin semptom şiddetinde azalma ve fonksiyonel iyileşme sağladığı gösterilmiştir.

Literatüre bakıldığında, nöromobilizasyonun etkinliğini değerlendiren çalışmaların çoğunlukla ağrı ölçeklerini kullandığı, buna karşılık yalnızca birkaç çalışmada sıvı dağılımında artış, intranöral ödemde azalma, median sinirin distal motor latansında iyileşme ve termal hiperaljezinin normalleşmesi gibi klinik etkilerin de vurgulandığı görülmektedir. Bu klinik gözlemler, nöromobilizasyon egzersizlerinin yalnızca semptom kontrolü sağlamanın ötesinde, hem periferik hem de merkezi düzeyde nörofizyolojik adaptasyonlara yol açabileceğini göstermektedir (155). Günümüzde bu etkiler, kas-iskelet sistemi ultrasonografisi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri kullanılarak daha ayrıntılı biçimde değerlendirilebilmektedir. Çalışmamızda ise, hafif ve orta dereceli karpal tünel sendromu tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin yalnızca klinik ve fonksiyonel iyileşmeler sağlamadığı, aynı zamanda sinir ve kas morfolojisi üzerinde de olumlu etkiler yarattığı gösterilmiştir.

Literatürde mobilizasyon yöntemlerinden biri olan nörodinamik sinir kaydırma egzersizlerinin diğer mobilizasyon teknikleri ile kıyaslandığı çalışmalar mevcuttur. Akabi ve ark.'nın yaptığı çalışmada 21 hasta 3 gruba ayrılmış. I. gruba nörodinamik mobilizasyon egzersizleri, II. gruba karpal kemik mobilizasyonu uygulanmış. III. gruba ise tedavi verilmemiştir. Hastaların ağrı ve fonksiyonel durumları VAS, fonksiyonel kutu ölçeği, ağrı giderme ölçeği ile değerlendirilmiş. Tedavi öncesinde ve sonrasında el bileği fleksiyon ve ekstansiyon açıları ile üst ekstremité germe testi 2a,

(ULTT2a) median sinir ağırlıklı test sonuçları kaydedilmiş (25). Tedavi sonunda tedavi verilmeyen grupta VAS skorlarında anlamlı azalma yok iken grup I ve II de anlamlı azalma tespit edilmiş. Ağrı giderme ölçeği sonuçlarında grup I ve II'de grup III'e kıyasla anlamlı farklılık tespit edilmiş. El bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümlerinde grup I ve II de anlamlı farklılık saptanmış. ULTT2a testi sonuçları bakımından tedavi sonrası üç grup arasında anlamlı farklılık mevcutmuş. Tedavi verilmeyen grup III' teki tüm hastaların tedavi sonrası hala semptomları pozitifken, grup I ve II' deki hastaların sonuçlarında düzelme tespit edilmiş. Çalışma sonucunda manuel tedavi yöntemlerinin KTS tedavisinde ek fayda sağladığı gösterilmiş fakat iki yöntemin birbirine üstünlüğü gösterilememiştir. Bizim çalışmamızda da nöromobilizasyon tekniklerinden biri olan nörodinamik sinir kaydırma egzersizleri tercih edildi. Çalışmamızın çalışma grubunda egzersiz tedavisinin hastaların ağrı, klinik ve fonksiyonel durumlarında iyileşme sağladığı tespit edildi. Bu çalışmada ve bizim çalışmamızda manuel tedavi yöntemlerinin KTS tedavisinde fayda sağlayabileceği gösterilmiştir.

Sheereen ark.'nın 30 hastayı randomize 2 gruba ayırarak yaptığı çalışmada tendon kaydırma egzersizlerine ek olarak karpal kemik mobilizasyonu ve nörodinamik sinir mobilizasyon tekniği (kayma tekniği) 3 hafta boyunca uygulanmıştır. Çalışmada ağrı şiddeti, fonksiyonel durum, kavrama gücü ve motor sinir iletim çalışması, sırasıyla VAS, BA, el dinamometresi ve elektromiyografi kullanılarak başlangıçta, tedavi sonunda ve tedavi bitiminden bir hafta sonra yapılan takipte değerlendirilmiştir (28). İki grupta da tüm değerlendirme parametrelerinde, tedavi sonrası ve takip eden 1. haftada yapılan ölçümlerde anlamlı fark tespit edilmiştir. Distal motor latans sonuçları bakımından nörodinamik egzersiz uygulanan grup, karpal kemik mobilizasyon grubuna göre üstün bulunmuşken, VAS ve el kavrama kuvveti sonuçları için karpal kemik mobilizasyon grubu daha üstün bulunmuştur. Sonuç olarak, nörodinamik sinir kaydırma tekniği uygulanan grup, ağrı ve kavrama gücü hariç olmak üzere semptomların şiddeti, fonksiyonel durum ve median sinir motor latansında karpal kemik mobilizasyon grubuna göre daha belirgin bir iyileşme sağlamıştır. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak, ultrason tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin sadece ultrason tedavisi alan grupla kıyaslandığında, hastaların ağrı skorlarında ve el kavrama kuvvetlerinde iyileşmeye

etkisinin daha fazla olduğu tespit edildi. Bu farklılığın sebebi bizim çalışmamızda nörokinamik egzersizlerin ultrason tedavisine eklenerek uygulanmış olması olabilir. Çalışmamızda, bu çalışmadan farklı olarak hastalar tedavi sonrası ultrasonografi ile değerlendirildi ve tedavi sonrası median SKA'da azalma ve APB kasının kesit alanında artış çalışma grubunda istatistiksel açıdan anlamlı bulundu. Manuel terapilerin, ağrıyı hafifletmek ve ağrı ile ilgili nöroplastik değişiklikleri aracılık etmek için akuedukt çevresi gri madde üzerinden inen inhibe edici yolu aktive ederek merkezi ağrı kontrol mekanizması üzerinde etki ettiği bildirilmiştir. Böylece, karpal tünel içindeki intranöral basıncın azalması, nöral hipoksi ve sinir basısına bağlı semptomları önemli ölçüde hafifletir ve periferik uyarı yoluyla sinir sistemini duyarsızlaştırır (183). Başka bir çalışma, manipülasyon, mobilizasyon, masaj ve nörokinamik teknikleri içeren manuel terapilerin temporal sumasyonu inhibe ederek dorsal boynuz hücrelerinin uyarılabilirliğini azaltarak etkilerini gösterdiğini bildirmiştir (184).

Literatürde, sinir kaydırma egzersizlerinin, farklı tedavi yöntemleri ile veya konservatif tedavi yaklaşımlarına eklenerek etkinliğinin karşılaştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Akalın ve ark.'nın 28 hastada toplam hafif orta KTS'li 36 el ile yapmış olduğu randomize kontrollü çalışmada hastalar iki gruba ayrılarak her iki gruba splint, çalışma grubuna ise Toten ve Hunter (185) tarafından geliştirilen tendon ve sinir kaydırma egzersizleri verilmiştir (186). Egzersiz grubundaki hastalara, aynı fizyatrast tarafından bir egzersiz programı verilmiş ve tüm hastalara egzersizleri açıklayan bir broşür verilmiştir. Egzersizler günde beş seans olarak uygulanmıştır. Her egzersiz her seansta 10 kez tekrarlanmış, tedaviye 4 hafta boyunca devam edilmiş. Hastalar tedaviden 8 hafta sonra, Tinel, Phalen, BA, el ve parmak kavrama kuvveti, iki nokta ayırımı gibi parametrelerde değerlendirilmiş. Her iki grupta da iki nokta ayırımı dışında bütün parametrelerde anlamlı farklılık oluşurken, gruplar arası değerlendirmede parmak kavrama kuvveti dışında diğer değerlendirme parametrelerinde anlamlı farklılık oluşmamıştır. Abdolrazaghi ve ark.'nın yaptığı randomize kontrollü çalışmada toplam 80 hafif ve orta KTS tanısı alan hasta 2 gruba ayrılmış. Her iki gruba 6 hafta boyunca gece ve gündüzleri el bileği splinti verilmiş ve tekrarlayıcı el bileği gerektiren işlerde kullanmaları önerilmiş. Çalışma grubuna Toten ve Hunter'ın tendon ve sinir kaydırma egzersizleri günde 3 kez 10 tekrar olacak şekilde 6 hafta boyunca ev egzersizi şeklinde verilmiş. Hastalar tedavi sonunda, 2. ve

6. haftalarda Boston anketi, el ve kavrama kuvvetleri bakılarak değerlendirilmiş (157). El kavrama kuvveti dışında diğer parametrelerde gruplar arasında anlamlı farklılık oluşmamıştır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmalarda Toten ve Hunter'ın sinir ve tendon kaydırma egzersizleri kullanılmıştır. Karpal tünel sendromu patofizyolojisinde tekrarlayıcı el bileği fleksiyonu ve ekstansiyonu gibi el bileği hareketleri önemli rol oynar (66,67). Totten ve Hunter tarafından önerilen sinir ve tendon kaydırma egzersizlerinin çoğu el bileği ve parmakların ekstansiyonunu içermektedir. Bu iki çalışmada tedavi boyunca uygulanan egzersizler ev egzersiz reçetesi olarak verilmiştir. Ev egzersizi sırasında bir gözlemci bulunmaması nedeniyle el bileği fleksiyonu ve ekstansiyonu gibi karpal tünel basıncında önemli rol oynayan hareketlerin doğru uygulanıp uygulanmadığı konusu net değildir. Bizim çalışmamızda egzersiz tedavisinin daha etkili bulunmuş olmasının sebebi; egzersiz türünün farklı olması, tendon kaydırma egzersizlerinin tedaviye eklenmemiş olması, egzersizlerin fizyoterapist eşliğinde uygulanmış olması olabilir.

Çağlar ve ark.'nın yaptıkları çalışmada 44 hasta iki gruba randomize edilerek her iki gruba da splint tedavisi verilmiş, çalışma grubuna ise Toten ve Hunter'ın tendon ve sinir kaydırma egzersizleri uygulanmıştır. Egzersizler haftanın 3 günü günde 2 kez toplam 20 tekrar olacak şekilde fizyoterapist gözetiminde yapılmıştır. Splint tedavisi ise ilk 10 gün gece ve gündüz takip eden 20 günde ise sadece geceleri şeklinde uygulanmıştır. Bütün hastalar tedaviden sonra birinci, ikinci ve üçüncü aylarda VAS, parmak pinçmetresi, jamar el dinamometresi ile değerlendirilmiş. Hastaların fonksiyonel durumları Q-DASH, Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgu Değerlendirme Testi (LANSS), SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği (SF-36) ile, median sinir kesit alanı ise USG ile değerlendirilmiştir (187). Değerlendirilme parametrelerinin hiçbirinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmada Toten ve Hunter'ın sinir ve tendon kaydırma egzersizleri kullanılmıştır. Wright ve ark. bu hareketlerle ilişkili gerginlik artışının aksonal taşıma, intranöral mikro sirkülasyon ve sinir iletimi gibi parametreleri etkileyecek düzeye yaklaştığını bildirmiştir (188). Karpal tünel içerisinde median sinir ve fleksör tendonların birbiri ile ilişkisi KTS patofizyolojisinde önemlidir. Fleksör tendonların neden olduğu sürtünme median sinir üzerinde strese neden olabilir (68). Bu çalışmada sinir kaydırma egzersizlerine eklenen tendon kaydırma egzersizleri

sırasında yapılan tam yumruk hareketinin kuvvetli bir şekilde yapılması lumbrikal kasların karpal tünel içerisine kaymasına neden olarak, median sinirin kompresyonuna neden olabilir (189). Bu çalışmayla benzer olarak bizim çalışmamızda tedavi değerlendirilmesi ultrasonografi ile yapılmış olup median SKA ve APB kası incelendi. Çalışma grubunun VAS, BA ve Q-DASH skorlarında azalma, el kavrama ve parmak kavrama kuvvetlerinde anlamlı artış tespit edildi. USG değerlendirme sonucunda median SKA'da azalma APB kasının kesit alanında artış tespit edildi. Bütün değerlendirme parametrelerinde gruplar arası anlamlı farklılık çalışma grubu lehine saptandı. Bu farklılığın nedeni bizim çalışmamızda nörodinamik sinir mobilizasyonun kullanılması, tendon kaydırma egzersizlerinin kullanılmaması ve egzersizlerin ultrason tedavisine eklenmiş olması olabilir.

Yıldırım ve ark.'nın 21 hasta ve 38 el bileği ile yaptıkları çalışmada hastalar 2 gruba randomize edilmiş. Her iki gruba da tendon ve sinir kaydırma egzersizleri verilmiştir. Çalışma grubuna kinezyobantlama uygulanmış. Kontrol grubuna ise sadece egzersiz tedavisi verilmiştir. Tedavi 6 hafta boyunca uygulanmış. Hastalar tedavi başlangıcında, tedavi devam ederken 3. haftada ve tedavi bitiminde 6. haftada olmak üzere, BA, el kavrama kuvveti, parmak kavrama kuvveti, Moberg toplama testi ve ultrasonografi ile karpal tünel seviyesinde median sinir kesit alanı bakılarak değerlendirilmiştir (190). Çalışma grubunda bütün parametrelerde 3. haftada grup içi anlamlı farklılık tespit edilmiş. Kontrol grubunda ise el kavrama kuvveti ve ultrasonografik değerlendirme haricinde diğer değerlendirme parametrelerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. İki grup arasında BA ve Moberg toplama testi haricinde klinik ve ultrasonografik değerlendirmede anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Bizim çalışmamız bu çalışmadan metodolojik olarak farklıdır. Fakat bizim çalışmamızda da verilen tedavilerin etkinliği ultrasonografik olarak değerlendirilmiş olup aynı zamanda dirsek ortasından median sinir derinlik ve kesit alanı ölçümleri ve APB kasının derinlik ve kesit alanı ölçümleri yapılmıştır. Verilen tedavilerin etkinliğini klinik ve fonksiyonel olarak değerlendirmek için çeşitli ölçekler ve fizik muayene yöntemleri mevcuttur. Fakat tedavilerin etkinliğinin ya da etkisizliğinin sinir ve kas morfolojisindeki değişiklikler ile ortaya koyabilmenin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle KTS'de tanı ve tedavide ultrasonografik değerlendirmenin önemi giderek artmaktadır.

Cihan ve ark.'nın toplam 80 hastalı 3 gruba randomize ederek yaptığı çalışmada bütün gruplara splint tedavisi verilmiş. 1. gruba manuel lenfatik drenaj tedavisi, 2. gruba ise sadece splint tedavisi, 3. gruba Toten ve Hunter'ın tendon ve sinir kaydırma egzersizi uygulanmıştır. 4 haftalık tedavinin sonunda hastalar BA, Tinnel ve Phalen testleri ile değerlendirilmiş. Median sinirin ultrasonografik ölçümleri karpal tünel ve dirsek ortası seviyesinden (kesit alanı ve derinlik) yapılmıştır (191). Egzersiz tedavisi ve manuel lenfatik drenaj verilen grupta median sinir karpal tünel ve dirsek ortası ölçümlerinde anlamlı farklılık tespit edilmiş. Bu çalışmayla benzer şekilde bizim çalışmamızda da verilen tedavinin sonuçları ultrasonografi ile aynı seviyelerden değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak nörodinamik sinir kaydırma egzersizleri kullanılmış olup median sinirin dirsek ortasından ölçümlerinde sinir kesit alanında anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Bu çalışmadan farklı olarak APB kası ultrasonografi ile değerlendirilmiş ve kasın kesit alanında anlamlı artış tespit edilmiştir. Hafif ile orta derecede karpal tünel sendromu olan hastalar için fizyoterapi programına sinir mobilizasyon egzersizlerinin dahil edilmesi, daha iyi fonksiyonel sonuçlar ve semptom şiddetinde azalmaya neden olabilir. Ancak, bazı çalışmalarda belirtildiği gibi, etkinliği klinik olarak anlamlı eşige ulaşmayabilir. Bunun sebebi ise çalışmalardaki metodolojik farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu egzersizler median sinirin anatomik seyri boyunca hareketliliğini artırarak, çevre dokular ile ilişkisini düzenleyerek yapışıklıkları azaltabilir. Bu sayede artan kan akımı ve sinir iletimindeki düzelme ile fonksiyonel ve klinik iyileşme sağlanabilir. Bir başka olası mekanizma ise, sinir hareketliliğinin artmasının merkezi düzeyde motor aktiviteyi uyarmış olması ve potansiyel olarak hastalarda kortikal yeniden modellemeyi etkilemiş olmasıdır (191).

Sinir mobilizasyon egzersizlerinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Çalışmaların bazılarında, sinir mobilizasyon egzersizleri, ev egzersiz programı olarak kullanılmış; diğerlerinde ise bir terapist tarafından uygulanmış veya kapsamlı bir terapötik programın yalnızca tek bir bileşeni olmuştur. Bazı çalışmalarda nörodinamik teknikler kullanılmış bazılarında ise Toten ve Hunter'ın tendon ve sinir kaydırma egzersizleri kullanılmıştır. Nörodinamik teknikler ise çalışmalarda farklılık göstermekte olup bazı çalışmalarda germe bazılarında ise kayma tekniği kullanılmıştır. Çalışmalardaki büyük metodolojik farklılıklar,

egzersizlerin etkinliğinin net bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle hangi tekniğin daha etkili olabileceği konusunda fikir birliğine varılamamıştır.

Hafif ve orta karpal tünel sendromu tedavisinde konservatif tedavi yöntemleri kullanılmaktadır. Ultrason KTS tedavisinde tek başına veya diğer konservatif tedavi yöntemleri ile kombine edilerek kullanılmaktadır. Bartkowiak ve ark.'nın 70 hastayı 2 gruba ayırarak yaptıkları çalışmada tendon ve sinir kaydırma egzersizleri düşük enerjili lazer ve ultrason tedavisi ile kombine edilmiştir. US grubuna 1 MHz frekansta, 1 W/cm² güçte, 1:4 kesikli modda 6 dk boyunca uygulanmıştır. Bütün tedaviler fizyoterapist ile haftanın 5 günü toplam 2 hafta boyunca uygulanmıştır. Hastalar; BA (FSS, SSS) ve VAS skorları, Tinel ve Phalen testleri, el kavrama kuvvetinin ölçülmesi ile değerlendirilmiştir (165). Her iki grupta FSS, SSS, VAS ve el kavrama kuvveti parametrelerinde anlamlı farklılık oluşurken, gruplar arasında anlamlı üstünlük saptanmamıştır. Tinel testinde her iki grupta anlamlı farklılık oluşmamış iken Phalen testinde gruplar arasında anlamlı farklılık US grubu lehine olmuştur. Çalışmamızda, bu çalışmadan farklı olarak çalışma grubuna nörodinamik egzersizler eklenmiş ve ultrason tedavisi 1 MHz frekansta, 0,8 W/cm² şiddetinde, 1:4 kesikli modda, 10 dakika süreyle uygulanmış; tüm tedavi protokolü haftanın 5 günü toplam 15 seans olarak tamamlanmıştır. Bu çalışmada ultrason tedavisi alan grubun FSS, SSS, VAS, kavrama kuvveti, Tinel ve Phalen testi sonuçları bizim çalışmamızın çalışma grubu ile benzerdi. Tinel testinde karpal tünel seviyesinde median sinire perküsyon uygulanır. Bu perküsyon kuvveti kullanıcı bağımlı olabilir. Phalen testinin duyarlılığının daha yüksek olması nedeniyle tedavi sonunda hastaların fonksiyonel ve ağrı durumlarında azalmayla korele olarak Phalen testi sonuçlarında anlamlı azalmanın olması beklenebilir. Testlerin uygulayıcı bağımlı olması, duyarlılık ve özgülüğünün farklılık göstermesi nedeniyle Tinel testinde her iki grupta anlamlı farklılık oluşmamış iken Phalen testinde gruplar arasında anlamlı farklılık US grubu lehine bulunmuş olabilir. Bu çalışmayla bizim çalışmamızın metodolojik farklılıkları mevcuttu. Fakat sonuçlarına baktığımızda ultrason tedavisi ile egzersiz kombinasyonun KTS tanımlı hastalarda klinik ve fonksiyonel açıdan düzelme sağlayabileceği kanısına varılabilir.

Armağan ve ark.'nın yaptığı çalışmaya, randomize 3 gruba ayrılan 46 karpal tünel sendromu hastası dahil edilmiş. İlk grup (n=16) 1 MHz başlıkla, 1,0 W/cm² sürekli ultrason tedavisi, ikinci grup (n=15) 1 MHz başlıkla, 1 W/cm² 1:4 kesikli

modda ultrason tedavisi, üçüncü grup (n=15) 0 W/cm² ultrason tedavisi (plasebo) almıştır. Hastaların kaç dakika boyunca tedavi aldığı net belirtilmemiştir. Ultrason tedavisi günde 1 kez haftanın 5 günü toplam 3 hafta boyunca uygulanmıştır. Tüm hastalar tedavi süresince gece splinti kullanmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası VAS, SSS ve FSS puanları, median sinir motor iletim hızı ve distal latansı ile median sinirin 2. Parmak ve avuç içindeki duyu iletim hızları karşılaştırılmıştır (192). Bütün grupların FSS, SSS ve VAS puanları arasında tedavi öncesi ve sonrasında anlamlı farklılık oluşmuş fakat gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Motor iletim çalışmalarında bütün gruplarda tedavi sonrası anlamlı farklılık oluşmamıştır. Duyu iletim çalışmalarında ise ultrason tedavisi alan iki grupta iletim hızında anlamlı farklılık oluşurken, distal latansta anlamlı değişim sadece sürekli ultrason uygulanan hasta grubunda tespit edilmiştir. Sürekli ultrasonun periferik sinirler üzerindeki termal etkisi önceki çalışmalarda tanımlanmıştır. Literatürde, ulnar sinire uygulanan sürekli mod ultrason tedavisinde yoğunluğun artmasıyla (0,5–2,0 W/cm²) birlikte sinir iletim hızında doğrusal bir artış gözlemlendiği bildirilmiştir (193,194). Bu bulgu doğrultusunda, yalnızca sürekli mod ultrason alan grupta distal duyu latansındaki anlamlı azalma bu mekanizma ile açıklanabilir. Ayrıca, ultrason uygulanan grupta duyu iletim hızında gözlenen iyileşmelerin, duyu semptomlardaki azalma ile ilişkili olabileceği düşünülebilir.

Baysal ve ark. 36 KTS hastasını (72 bilek) üç gruba randomize etmiştir. Birinci gruba (n=12), splint ve egzersiz tedavisi, ikinci gruba (n =12); splint ve ultrason tedavisi ve üçüncü gruba (n=12); splint, egzersiz ve ultrason tedavisi verilmiştir. Her hasta her iki bileği için aynı tedavi protokolünü almıştır. 28 hasta (56 bilek) çalışmayı tamamlamıştır. Ultrason tedavisi, 1 MHz frekansında ve 1,0 W/cm² yoğunlukta, 1:4 kesikli modda haftada 5 kez, 3 hafta boyunca toplam 15 seans şeklinde uygulanmıştır. Egzersiz gruplarında, hastalara Totten ve Hunter tarafından geliştirilen sinir ve tendon kayma egzersizleri gösterilmiş. Hastalara egzersizleri açıklayan broşürler de verilmiş. Egzersizler günde beş seans olarak uygulanmıştır. Her egzersiz, her seansta 10 tekrar şeklinde uygulanmış ve egzersiz tedavisi 3 hafta boyunca devam etmiştir. Hastalar tedavinin sonunda ve 8 haftalık takip sonrasında değerlendirilmiştir (161). 8 haftanın sonunda ağrı, FSS ve SSS skorlarında, el ve parmak kavrama kuvvetlerinde, Tinel ve Phalen değerlendirme testlerinde grup içi değerlendirmede anlamlı farklılık tespit

edilmiştir. Fakat gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak Toten ve Hunter'ın tendon ve sinir kaydırma egzersizleri kullanılmış ve egzersizler ev egzersizi şeklinde uygulanmıştır. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak median sinir ve APB kası ultrasonografisi tedavi öncesi ve sonrası değerlendirilmiş, ultrason tedavisine eklenen nörodinamik egzersizlerin median sinir SKA ve APB kesit alanında anlamlı farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Sadece ultrason eklenen grupta anlamlı farklılık elde edilememiştir. Terapötik ultrasonun kesin etki mekanizması henüz açıklığa kavuşturulmamış olsa da çeşitli kas-iskelet sistemi bozukluklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Terapötik US ile indüklenen analjezinin, kılcal geçirgenliğin ve doku metabolizmasının artması, fibröz doku esnekliğinin artması ve termal mekanizmalarla ağrı eşiğinin yükselmesi sonucu ortaya çıkabileceği düşünülmektedir (195). Bu çalışma ve bizim bulgularımız, ultrason tedavisinin tek başına veya egzersizlerle kombine edilerek KTS tedavisinde etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, çalışmamızın ultrasonografik verileri, tedavi başarısında ultrasona eklenen egzersiz türünün belirleyici bir öneme sahip olabileceğini ortaya koymuştur.

Sim ve ark.'nın yaptığı çalışmada, 41 hasta ve 56 KTS tanısı alan el değerlendirilmiştir. Hastalar 2 gruba randomize edilerek kontrol grubuna ortez tedavisi çalışma grubuna ise ortez, sinir/tendon kayma egzersizi ve ultrason tedavisini içeren kombine tedavi uygulanmıştır. Ultrason tedavisi 8 hafta boyunca haftada bir kez, 5 dakika dakika süreyle, 1 MHz frekans, 1,0 W/cm² yoğunluk ve 1:4 kesikli modda uygulanmıştır. Hastalar tedavi öncesi ve tedavi bitiminden 2 ay sonrasında BA ile değerlendirilmiş gruplar arasında anlamlı farklılık oluşmamıştır (196). Bizim çalışmamızda sadece ultrason tedavisi verilen grupta FSS, SSS, VAS, Q-DASH ve parmak lateral kavrama kuvveti açısından grup içinde tedavi sonunda anlamlı farklılık tespit edildi. Literatürde, ultrason tedavisinin insan dokusu üzerindeki termal ve mekanik etkileri olduğu gösterilmiştir. Ultrason dalgalarının vücut dokusunda emilmesi veya yansıtılması ısınmaya neden olarak termal etkiye sebep olur. Bu termal etkinin periferik sinir iletim hızının, sürekli modda ve 2,5 W/cm² yoğunluğu kadar, yoğunluk artışıyla doğru orantılı olduğu tespit edilmiş. Ultrasonun mekanik etkisi ise, tedavi edilen dokuda sürekli değişen gerilme ve sıkıştırma etkisini (sıkıştırma ve genişleme) içerir. Bu mekanik etki genellikle mikro masaj olarak tanımlanır. Kesikli

ultrason tedavisinde ısı oluşumu belirgin değildir veya minimum düzeydedir. Kesikli ultrasonun genliği sürekli ultrasonun genliği ile aynı olsa bile, yayılan toplam enerji yine de azalır. Bu nedenle, termal etkiyi önlemek için kesikli ultrason uygulanır (194). Fakat ultrasonun termal etkisinin ortadan kaldırılamayacağına dair görüşler de mevcuttur (195). Biz çalışmamızda ultrasonun, non termal etkilerinden faydalanmak amacıyla kesikli modda ve 0.8 W/cm^2 yoğunlukta uyguladık fakat sadece ultrason tedavisinin uygulandığı grupta median SKA'da anlamlı azalma tespit edilmedi. Bu sonuç düşük yoğunlukta ve kesikli modda kullanılmasına rağmen ultrasonun termal etkisinin ortadan kaldırılamayacağını destekleyen görüşleri destekler niteliktedir. Sonuç olarak, karpal tünel sendromunda konservatif tedavi seçenekleri arasında yer alan ultrasonun kullanımına dair frekans, yoğunluk, süre ve uygulanış modu açısından bir standart olmadığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda farklı sonuçların elde edilmesinin en önemli nedeni bu olabilir.

Periferik sinir tuzaklanma sendromları tek bir testle değil belirti ve semptomların kombinasyonları ile tanımlanabilir. Geleneksel olarak sinir fonksiyonunun objektif olarak tespiti için sinir iletim çalışmaları kullanılmıştır. Fakat son gelişmelerle birlikte ultrasonografinin kas iskelet sistemi sorunlarında kullanımı artmıştır. Periferik sinir tuzaklanmalarında ilgili sinirin kompresyon bölgesinin proksimal ve distalinde intranöral ödem oluşur. USG ile SKA'nın ölçümü ile intranöral ödemin varlığı tespit edilebilir. Bu nedenle USG bilimsel çalışmalarda tedavi yanıtının değerlendirilmesinde daha sık kullanılmaktadır.

Deng ve ark.'nın yaptığı çalışma uzun süreli takip verilerinde konservatif tedavi sonrası iyileşmeyi öngörmede ultrasonografi değişkenlerinin prognostik yeteneğini araştıran ilk retrospektif çalışmadır (197). Bu çalışmanın sonucunda ultrasonografinin, konservatif tedavi sonrası KTS' nin uzun vadeli iyileşmesini öngörmede prognostik değeri olduğu gösterilmiştir. Prospektif yapılan çalışmamızda ise median sinir ve APB kası tedavi öncesi ve sonrası ultrasonografik olarak değerlendirildi. Bizim çalışmamızda tedavi yanıtının ultrasonografik değişimi incelendi. Fakat tedaviye yanıtın tahminiyle ilişkili olabilecek ultrasonografik parametreler üzerine istatistiksel bir değerlendirme yapılmamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, karpal tünel sendromu gibi dünya genelinde en sık karşılaşılan üst ekstremité tuzak nöropatisinde, konservatif tedavi yöntemlerinden biri olan ultrason ve nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin median sinir ve APB kası üzerine etkisini araştırmak amacıyla planlanmıştır. Bulgularımıza göre, çalışma grubunda uygulanan ultrason tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizleri, ağrı skorlarında anlamlı azalma sağlarken, klinik ve fonksiyonel iyileşme ile median sinirin karpal tünel seviyesindeki kesit alanında ve abduktör pollicis brevis (APB) kasının kesit alanında artışa neden olmuştur. Bu yönüyle çalışmamız, karpal tünel sendromunda ultrason ve nörodinamik mobilizasyon kombinasyonunun APB kası üzerindeki etkilerini ultrasonografi ile değerlendiren ilk çalışma niteliğindedir. Çalışmamız, ultrason tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin median sinir ile APB kası üzerine etkilerinin ultrasonografi ile değerlendirilmesi bakımından literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca kontrol grubunda yalnızca ultrason tedavisi uygulanan hastalarda da ağrı düzeyinde azalma, klinik ve fonksiyonel iyileşme gözlenmiştir. Tüm hastalar tedavi öncesinde ve tedavi başlangıcından üç hafta sonra olmak üzere iki aşamalı olarak değerlendirilmiş, ancak tedavilerin uzun dönem etkileri ele alınmamıştır. Tedavi sonrası değerlendirme ultrasonografi ile gerçekleştirilmiş, başlangıçta tanı amacıyla yapılan sinir iletim çalışmaları ise tedavi sonrası tekrarlanmamıştır. Nörodinamik sinir mobilizasyon egzersizlerinin düşük maliyetli, tekrarlanabilir ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle, karpal tünel sendromunda etkili bir konservatif tedavi yöntemi olarak klinik pratikteki önemi giderek artmaktadır. Bununla birlikte, literatürde farklı sinir mobilizasyon yöntemleri kullanıldığı ve uygulama biçimlerinin (ev egzersizi veya fizyoterapist eşliğinde) değişiklik gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, bu tedavi yöntemlerinin etki süresi, mekanizması ve uygulanma biçimine ilişkin daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Fizik tedavi ajanlarından biri olan ultrason uzun süredir KTS tedavisinde kullanılmaktadır. Bizim çalışmamızda ultrason tedavisinin klinik ve fonksiyonel parametrelerde düzelme sağladığı gösterilmiştir. Fakat karpal tünel sendromunda kullanılan ultrasonun modu, frekansı ve süresi çalışmalarda farklılık göstermektedir. Bu nedenle ultrason tedavisinin KTS

tedavisinde kullanılabilirliği ve etkinliği üzerine iyi tasarlanmış klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.



7. LİMİTASYONLAR

Bizim çalışmamızın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, sham (yalancı) kontrol grubunun dahil edilmemesi, tedavi etkisinin plasebo etkisinden bağımsız olarak değerlendirilmesini güçleştirmiştir. Ayrıca, uygulanan tedavilerin uzun dönem etkinliğine yönelik takip yapılmamış olması, tedavilerin kalıcılığı hakkında kesin çıkarımlar yapmamıza engel olmuştur. Çalışmamızın bir diğer sınırlılığı ise, ultrasonografi ölçümlerinin kullanıcı bağımlı bir yöntem olması ve kullanıcının deneyimine bağlı olarak sonuçlarda değişkenlik olabilmesidir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, nörodinamik egzersizlerin ve ultrasonun farklı tedavi protokolleriyle birlikte uygulanması ve uzun takip dönemleriyle uzun vadeli etkinliklerinin değerlendirilmesi, hem nörodinamik egzersizlerin hemde ultrasonun etkinliğinin daha net ortaya konulmasını sağlayacaktır. Ayrıca, ilerde yapılacak çalışmalarda sham kontrol grubunun eklenmesi, tedavi etkinliğinin plasebo etkisinden bağımsız olarak değerlendirilebilmesini sağlayacaktır. Gelecek çalışmalarda, bu sınırlılıkların giderilmesi, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artıracak ve klinik uygulamalara daha güçlü bir katkı sağlayacaktır.

8. KAYNAKLAR

1. Wipperman J, Goerl K. Carpal tunnel syndrome: diagnosis and management. *Am Fam Physician*. 2016 Dec 15;94(12):993–9.
2. Ural FG, Öztürk GT. The Acupuncture Effect on median nerve morphology in patients with carpal tunnel syndrome: An ultrasonographic study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2017;2017:7420648.
3. Kozak A, Schedlbauer G, Wirth T, Euler U, Westermann C, Nienhaus A. Association between work-related biomechanical risk factors and the occurrence of carpal tunnel syndrome: an overview of systematic reviews and a meta-analysis of current research. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Sep;16(1).
4. Kuran B. El ve El Bileği Ağrısı Nedenleri ve Muayenesi. In: Beyazova M, Kutsal YG, editor. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. İstanbul: Güneş Tıp Kitapevi; 2016. p. 1657–9.
5. LeBlanc KE, Cestia W. Carpal tunnel syndrome. *Am Fam Physician*. 2011 Apr;15;83(8):952–8.
6. Padua L, Coraci D, Erra C, et al. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet Neurol*. 2016;15(12):1273-1284
7. Padua L, Padua R, Aprile I, Pasqualetti P, Tonali P. Multiperspective follow-up of untreated carpal tunnel syndrome. *Neurology*. 2001 Jun 12;56(11):1459–66.
8. Pryse-Phillips W. Validation of a diagnostic sign in carpal tunnel syndrome. Vol. 47, *Neurosurgery, and Psychiatry*. 1984.
9. Kürklü M, Türkkân S, Tüzün HY. Karpal tünel sendromu ve median sinirin diğer tuzak nöropatileri. *TOTBID Dergisi*. 2015;14(6).
10. Luo YT, Huang YT, Chiu V, Chang YW, Horng YS. Diagnostic meta-analysis of the efficacy of ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: A comparison between Asian and non-Asian populations. *J Formos Med Assoc*. 2025 Jul;124(7):666-674
11. Ertekin C. *Santral ve periferik eMG*. 1st ed. izmir: meta basım matbacılık; 2006.

12. Wang L. Guiding treatment for carpal tunnel syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2018 Nov 1;29(4):751–60.
13. Karabay N, Çetinkol E. Tuzak nöropatilerde ultrasonografik görüntüleme. *TOTBID Dergisi*. 2015;14(6).
14. McDonagh C, Alexander M, Kane D. The role of ultrasound in the diagnosis and management of carpal tunnel syndrome: a new paradigm. *Rheumatology*. 2015 Jan;54(1):9–19.
15. Shi Q, MacDermid JC. Is surgical intervention more effective than non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome? A systematic review. *J Orthop Surg Res*. 2011 Apr 11;6:17.
16. Huisstede BM, Hoogvliet P, Randsdorp MS, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part I: Effectiveness of nonsurgical treatments--a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010 Jul;91(7):981-1004.
17. Binder A, Hodge G, Greenwood AM, Hazleman BL, Page Thomas DP. Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions? *BMJ*. 1985 Feb 16;290(6467):512–4.
18. Hong CZ, Liu HH, Yu J. Ultrasound thermotherapy effect on the recovery of nerve conduction in experimental compression neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988 Jun;69(6):410–4.
19. Lehmann JF, Warren CG, Scham SM. Therapeutic heat and cold. *Clin Orthop Relat Res*. 1974 Mar;99:207–45.
20. Young S. Ultrasound Therapy. In: Kitchen S, editor. *Electrotherapy: Evidence Based Practice*. 11 th ed. Churchill Livingstone; 2002. p. 221–30.
21. Yildiz N, Atalay NS, Gungen GO, Sanal E, Akkaya N, Topuz O. Comparison of ultrasound and ketoprofen phonophoresis in the treatment of carpal tunnel syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2011 Jan 10;24(1):39–47.
22. Prentice WE. *Therapeutic modalities for sports medicine and athletic training*. 6th ed. New York: McGraw-Hill Companies;2009.
23. Rozmaryn LM, Dovel S, Rothman ER, Gorman K, Olvey KM, Bartko JJ. Nerve and tendon gliding exercises and the conservative management of carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Therapy*. 1998 Jul;11(3):171–9.

24. Horng YS, Hsieh SF, Lin MC, Chang YW, Lee KC, Liang HW. Ultrasonographic median nerve changes under tendon gliding exercise in patients with carpal tunnel syndrome and healthy controls. *Journal of Hand Therapy*. 2014 Oct;27(4):317–24.
25. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther*. 2000 Nov 1;5(4):214–22.
26. Ijaz MJ, Karimi H, Ahmad A, Gillani SA, Anwar N, Chaudhary MA. Comparative efficacy of routine physical therapy with and without neuromobilization in the treatment of patients with mild to moderate carpal tunnel syndrome. *Biomed Res Int*. 2022 Jun 22;2022:1–8.
27. Horng YS, Hsieh SF, Tu YK, Lin MC, Horng YS, Wang JD. The comparative effectiveness of tendon and nerve gliding exercises in patients with carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011 Jun;90(6):435–42.
28. Sheereen FJ, Sarkar B, Sahay P, et al. Comparison of two manual therapy programs, including tendon gliding exercises as a common adjunct, while managing the participants with chronic carpal tunnel syndrome. *Pain Res Manag*. 2022;2022:1975803.
29. Olney RK. Carpal tunnel syndrome. *Neurology*. 2001 Jun 12;56(11):1431–2.
30. Paget j. Lectures on surgical pathology, delivered at the Boyal College of Surgeons in England. *Boston Med Surg J*. 1859 Dec; 15;61(20):403–403.
31. Padua L, Padua R, Lo Monaco M, Aprile I, Tonali P. Multiperspective assessment of carpal tunnel syndrome: a multicenter study. *Italian CTS Study Group. Neurology*. 1999 Nov;53(8):1654-1659.
32. Murphy KA, Morrisonponce D. Anatomy, shoulder and upper limb, median nerve. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 20, 2023
33. Susan Standring. The anatomy of the peripheral nervous system. In: *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 42nd ed. Elsevier Limited; 2021. p. 1464.e11-1464.e55.
34. Doughty CT, Bowley MP. Entrapment neuropathies of the upper extremity. *Medical Clinics of North America*. 2019 Mar;103(2):357–70.

35. Singh V, Ericson Jr WB. Median nerve entrapments. In: In: Trescot AM, ed. *Peripheral nerve entrapments: Clinical diagnosis and management*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 82–369.
36. Dydyk AM, Negrete G, Sarwan G, Cascella M. Median nerve injury. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; June 4, 2023
37. İrdesel J. Median Sinir Tuzak Nöropatileri. In: Sarıdoğan M, editor. *Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. 1st ed. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2019. p. 11–21.
38. Yugueros P, BRA. Carpal Tunnel Syndrome. In: R. Luchetti ve P. Amadio, editor. *Anatomy of the Carpal Tunnel*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007. p. 10–2.
39. Cobb TK, Dalley BK, Posteraro RH, Lewis RC. Anatomy of the flexor retinaculum. *J Hand Surg Am*. 1993 Jan 1;18(1):91–9.
40. Rotman MB, Donovan JP. Practical anatomy of the carpal tunnel. *Hand Clin*. 2002 May;1;18(2):219–30.
41. Ghasemi-Rad M, Nosair E, Vegh A, Mohammadi A, Akkad A, Lesha E, et al. A handy review of carpal tunnel syndrome: from anatomy to diagnosis and treatment. *World J Radiol*. 2014 Jun;28;6(6):284–300.
42. Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell. Upper limb. In: *Gray's Basic Anatomy*. 3rd ed. Elsevier; 2023. p. 367–441.
43. Presazzi A, Bortolotto C, Zacchino M, Madonia L, Draghi F. Carpal tunnel: Normal anatomy, anatomical variants and ultrasound technique. *J Ultrasound*. 2011 Feb;14(1):40-46.
44. Sawyer E, Black AC, Launico MV, Varacallo MA. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Hand Ulnar Bursa. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; October 24, 2023.
45. Li ZM, Jordan DB. Carpal tunnel mechanics and its relevance to carpal tunnel syndrome. *Hum Mov Sci*. 2023 Feb;87:103044.
46. Dahlin LB, Zimmerman M, Calcagni M, Hundepool CA, van Alfen N, Chung KC. Carpal tunnel syndrome. *Nat Rev Dis Primers*. 2024 Dec;1;10(1).
47. Yesuf T, Aragie H, Asmare Y. Prevalence of carpal tunnel Syndrome and its associated factors among patients with musculoskeletal complaint at Dilchora

- Referral Hospitals in Dire Dawa administration, Eastern Ethiopia, 2022. Preprint at medRxiv.
48. Pourmemari M, Heliövaara M, Viikari-Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle Nerve*. 2018 Oct;18;58(4):497–502.
 49. Gelfman R, Melton LJ, Yawn BP, Wollan PC, Amadio PC, Stevens JC. Long-term trends in carpal tunnel syndrome. *Neurology*. 2009 Jan 6;72(1):33–41.
 50. Atroshi I. Incidence of physician-diagnosed carpal tunnel syndrome in the general population. *Arch Intern Med*. 2011 May 23;171(10):941.
 51. Davis L, Vedanarayanan VV. Carpal tunnel syndrome in children. *Pediatr Neurol*. 2014 Jan;50(1):57-59.
 52. Potulska-Chromik A, Lipowska M, Gawel M, Ryniewicz B, Maj E, Kostera-Pruszczyk A. Carpal tunnel syndrome in children. *J Child Neurol*. 2014 Feb;1;29(2):227–31.
 53. Jackson R, Beckman J, Frederick M, Musolin K, Harrison R. Rates of carpal tunnel syndrome in a state workers' compensation information system, by industry and occupation — California, 2007–2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2018 Oct;5;67(39):1094–7.
 54. Hegmann KT, Merryweather A, Thiese MS, Kendall R, Garg A, Kapellusch J, et al. Median nerve symptoms, signs, and electrodiagnostic abnormalities among working adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2018 Aug;15;26(16):576–84.
 55. Malakootian M, Soveizi M, Gholipour A, Oveisee M. Pathophysiology, diagnosis, treatment, and genetics of carpal tunnel syndrome: A review. Vol. 43, *Cellular and Molecular Neurobiology*. Springer; 2023. p. 1817–31.
 56. Geoghegan JM, Clark DI, Bainbridge LC, Smith C, Hubbard R. Risk factors in carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Surgery*. 2004 Aug;29;29(4):315–20.
 57. Solomon DH, Katz JN, Bohn R, Mogun H, Avorn J. Nonoccupational risk factors for carpal tunnel syndrome. *J Gen Intern Med*. 1999 May;14(5):310–4.
 58. Maggi SP, Lowe JB, Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve injury. *Clin Plast Surg*. 2003 Apr;30(2):109–26.

59. Becker J, Nora DB, Gomes I, Stringari FF, Seitensius R, Panosso JS, et al. An evaluation of gender, obesity, age and diabetes mellitus as risk factors for carpal tunnel syndrome. *Clinical Neurophysiology*. 2002 Sep;113(9):1429–34.
60. Shiri R. A square-shaped wrist as a predictor of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Muscle Nerve*. 2015 Nov 24;52(5):709–13.
61. Cazares-Manríquez MA, Wilson CC, Vardasca R, García-Alcaraz JL, Olguín-Tiznado JE, López-Barreras JA, et al. A review of carpal tunnel syndrome and its association with age, body mass index, cardiovascular risk factors, hand dominance, and sex. *Applied Sciences*. 2020 May;18;10(10):3488.
62. Shiri R, Heliövaara M, Moilanen L, Viikari J, Liira H, Viikari-Juntura E. Associations of cardiovascular risk factors, carotid intima-media thickness and manifest atherosclerotic vascular disease with carpal tunnel syndrome. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011 Dec;26;12(1):80.
63. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clinical Neurophysiology*. 2002 Sep;113(9):1373–81.
64. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. *Open Orthop J*. 2012 Feb 23;6(1):69–76.
65. Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Neurosciences (Riyadh)*. 2015 Jan;20(1):4-9.
66. Werner R, Armstrong TJ, Bir C, Aylard MK. Intracarpal canal pressures: the role of finger, hand, wrist and forearm position. *Clinical Biomechanics*. 1997 Jan;1;12(1):44–51.
67. Werner CO, Elmqvist D, Ohlin P. Pressure and nerve lesion in the carpal tunnel. *Acta Orthop Scand*. 1983 Jan;8;54(2):312–6.
68. Siegel DB, Kuzma G, Eakins D. Anatomic investigation of the role of the lumbrical muscles in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am*. 1995 Sep;1;20(5):860–3.
69. Keese GR, Wongworawat MD, Frykman G. The Clinical Significance of the Palmaris Longus Tendon in the Pathophysiology of Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Hand Surgery*. 2006 Dec;1;31(6):657–60.

70. Gelberman RH, Hergenroeder PT, Hargens AR, Lundborg GN, Akeson WH. The carpal tunnel syndrome. A study of carpal canal pressures. *J Bone Joint Surg Am.* 1981 May;63(3):380-383.
71. Keir PJ, Wells RP, Ranney DA, Lavery W. The effects of tendon load and posture on carpal tunnel pressure. *J Hand Surg Am.* 1997 Jul;1;22(4):628-34.
72. Alfonso C, Jann S, Massa R, Torreggiani. A. Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. *Neurological Sciences.* 2010 Jun;10;31(3):243-52.
73. Wehbe MA, Schlegel JM. Nerve gliding exercises for thoracic outlet syndrome. *Hand Clin.* 2004 Feb;20(1):51-5.
74. Millesi H, Zöch G, Rath T. The gliding apparatus of peripheral nerve and its clinical significance. *Annales de Chirurgie de la Main et du Membre Supérieur.* 1990 Jan;1;9(2):87-97.
75. Uchiyama S, Itsubo T, Nakamura K, Kato H, Yasutomi T, Momose T. Current concepts of carpal tunnel syndrome: pathophysiology, treatment, and evaluation. *Journal of Orthopaedic Science.* 2010 Jan;15(1):1-13.
76. MacDermid JC, Doherty T. Clinical and electrodiagnostic testing of carpal tunnel syndrome: A narrative review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2004 Oct;34(10):565-88.
77. Frieboes LR, Palispis WA, Gupta R. Nerve compression activates selective nociceptive pathways and upregulates peripheral sodium channel expression in Schwann cells. *Journal of Orthopaedic Research.* 2010 Jun;14;28(6):753-61.
78. Lundborg G, Dahlin LB. Anatomy, function and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clin.* 1996 May;1;12(2):185-93.
79. Armstrong TJ, Castelli WA, Evans FG, Diaz-Perez R. Some histological changes in carpal tunnel contents and their biomechanical implications. *J Occup Med.* 1984 Mar;26(3):197-201.
80. Hirata H, Nagakura T, Tsujii M, Morita A, Fujisawa K, Uchida A. The relationship of VEGF and PGE 2 expression to extracellular matrix remodelling of the tenosynovium in the carpal tunnel syndrome. *J Pathol.* 2004 Dec 10;204(5):605-12.

81. Ettema AM, Amadio PC, Zhao C, Wold LE, An KN. A histological and immunohistochemical study of the subsynovial connective tissue in idiopathic carpal tunnel syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2004 Jul;86(7):1458–66.
82. Altinok T, Karakas HM. Ultrasonographic evaluation of age-related changes in bowing of the flexor retinaculum. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2004 Dec 18;26(6):501–3.
83. Duncan SFM, Bhate O, Mustaly H. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. In: *Carpal tunnel syndrome and related median neuropathies*. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 13–29.
84. Roh YH, Chung MS, Baek GH, Lee YH, Rhee SH, Gong HS. Incidence of clinically diagnosed and surgically treated carpal tunnel syndrome in Korea. *J Hand Surg Am*. 2010 Sep 1;35(9):1410–7.
85. Song CH, Gong HS, Bae KJ, Kim JH, Nam KP, Baek GH. Evaluation of female hormone-related symptoms in women undergoing carpal tunnel release. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2014 Feb 8;39(2):155–60.
86. Stevens JC, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Conditions associated with carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc*. 1992 Jun;67(6):541-548.
87. Ferry S, Hannaford P, Warskyj M, Lewis M, Croft P. Carpal tunnel syndrome: a nested case-control study of risk factors in women. *Am J Epidemiol*. 2000 Mar; 151(6):566–74.
88. Pascual E, Giner V, Aróstegui A, Conill J, Ruiz MT, Picó A. Higher incidence of carpal tunnel syndrome in oophorectomized women. *Br J Rheumatol*. 1991 Feb;30(1):60-62.
89. Sestak I, Sapunar F, Cuzick J. Aromatase inhibitor–induced carpal tunnel syndrome: results from the ATAC trial. *Journal of Clinical Oncology*. 2009 Oct 20;27(30):4961–5.
90. Toesca A, Pagnotta A, Zumbo A, Sadun R. Estrogen and progesterone receptors in carpal tunnel syndrome. *Cell Biol Int*. 2008 Jan;1;32(1):75–9.
91. Kim JK, Hann HJ, Kim MJ, Kim JS. The expression of estrogen receptors in the tenosynovium of postmenopausal women with idiopathic carpal tunnel syndrome. *Journal of Orthopaedic Research*. 2010 Nov;7;28(11):1469–74.

92. Yu WD, Panossian V, Hatch JD, Liu SH, Finerman GA. Combined effects of estrogen and progesterone on the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res*. 2001 Feb;(383):268-281.
93. Yoshii Y, Villarraga HR, Henderson J, Zhao C, An KN, Amadio PC. Speckle tracking ultrasound for assessment of the relative motion of flexor tendon and subsynovial connective tissue in the human carpal tunnel. *Ultrasound Med Biol*. 2009 Dec;1;35(12):1973–81.
94. Wiberg A, Ng M, Schmid AB, Smillie RW, Baskozos G, Holmes M V., et al. A genome-wide association analysis identifies 16 novel susceptibility loci for carpal tunnel syndrome. *Nat Commun*. 2019 Mar;4;10(1):1030.
95. Wiberg A, Lucey MA, Kleeman S, Kang Y, Ng M, Furniss D. Genetic correlations between migraine and carpal tunnel syndrome. *Plast Reconstr Surg*. 2024 Jul;154(1):126e-134e.
96. Shafer-Crane GA, Meyer RA, Schlinger MC, Bennett DL, Robinson KK, Rechten JJ. Effect of occupational keyboard typing on magnetic resonance imaging of the median nerve in subjects with and without symptoms of carpal tunnel Syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005 Apr;84(4):258–66.
97. Lluch A. Thickening of the synovium of the digital flexor tendons: cause or consequence of the carpal tunnel syndrome? *Journal of Hand Surgery*. 1992 Apr;1;17(2):209–11.
98. Burger MC, De Wet H, Collins M. The BGN and ACAN genes and carpal tunnel syndrome. *Gene*. 2014 Nov;551(2):160-166.
99. Mio F, Chiba K, Hirose Y, Kawaguchi Y, Mikami Y, Oya T, et al. A functional polymorphism in COL11A1, which encodes the $\alpha 1$ chain of type XI collagen, is associated with susceptibility to lumbar disc herniation. *The American Journal of Human Genetics*. 2007 Dec;81(6):1271–7.
100. Dada S, Burger MC, Massij F, de Wet H, Collins M. Carpal tunnel syndrome: The role of collagen gene variants. *Gene*. 2016 Aug;587(1):53-58.
101. Hay M, Patricios J, Collins R, Branfield A, Cook J, Handley CJ, et al. Association of type XI collagen genes with chronic achilles tendinopathy in independent populations from South Africa and Australia. *Br J Sports Med*. 2013 Jun;47(9):569–74.

102. Mondelli M, Curti S, Farioli A, Aretini A, Ginanneschi F, Greco G, et al. Anthropometric measurements as a screening test for carpal tunnel syndrome: receiver operating characteristic curves and accuracy. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2015 May;24;67(5):691–700.
103. Singh R, Gamble G, Cundy T. Lifetime risk of symptomatic carpal tunnel syndrome in type 1 diabetes. *Diabetic Medicine*. 2005 May;18;22(5):625–30.
104. Rosenbloom AL, Silverstein JH. Connective tissue and joint disease in diabetes mellitus. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 1996 Jun;1;25(2):473–83.
105. Dellon AL, Mackinnon SE, Seiler WA. Susceptibility of the diabetic nerve to chronic compression. *Ann Plast Surg*. 1988 Feb;20(2):117–9.
106. Nemni R, Bottacchi E, Fazio R, Mamoli A, Corbo M, Camerlingo M, et al. Polyneuropathy in hypothyroidism: clinical, electrophysiological and morphological findings in four cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1987 Nov;1;50(11):1454–60.
107. Karne SS, Bhalerao NS. Carpal tunnel syndrome in hypothyroidism. *J Clin Diagn Res*. 2016 Feb;10(2):OC36-38.
108. Kwon HK, Pyun SB, Cho WY, Boo CS. Carpal tunnel syndrome and peripheral polyneuropathy in patients with end stage kidney disease. *J Korean Med Sci*. 2011 Sep;26(9):1227.
109. Muramatsu K, Tanaka H, Taguchi T. Peripheral neuropathies of the forearm and hand in rheumatoid arthritis: diagnosis and options for treatment. *Rheumatol Int*. 2008 Aug;6;28(10):951–7.
110. Filippucci E, Gabba A, Di Geso L, Girolimetti R, Salaffi F, Grassi W. Hand tendon involvement in rheumatoid arthritis: An ultrasound study. *Semin Arthritis Rheum*. 2012 Jun;1;41(6):752–60.
111. Lee KH, Lee CH, Lee BG, Park JS, Choi WS. The incidence of carpal tunnel syndrome in patients with rheumatoid arthritis. *Int J Rheum Dis*. 2015 Jan;18(1):52–7.
112. Keith MW, Masear V, Chung KC, et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guideline on diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Oct;91(10):2478-2479.

113. Caliandro P, La Torre G, Aprile I, Pazzaglia C, Commodari I, Tonali P, et al. Distribution of paresthesias in carpal tunnel syndrome reflects the degree of nerve damage at wrist. *Clinical Neurophysiology*. 2006 Jan;117(1):228–31.
114. Diao E. Carpal Tunnel Syndrome and Related Median Neuropathies. Duncan SFM, Kakinoki R, editors. *Carpal Tunnel Syndrome and Related Median Neuropathies*. Cham: Springer International Publishing; 2017
115. D'Arcy CA, McGee S. The rational clinical examination. Does this patient have carpal tunnel syndrome? *JAMA*. 2000 Jun;283(23):3110–7.
116. MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther*. 2004 Apr-Jun;17(2):309–19.
117. Wormser P. Halluzinieren und Suppressionsfelder. [Hallucinations and suppressor zones]. *Monatsschr Psychiatr Neurol*. 1950 Jun;119(6):340–346.
118. Ahn DS. Hand elevation: A new test for carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg*. 2001 Feb;46(2):120–4.
119. Blok RD, Becker SJE, Ring DC. Diagnosis of carpal tunnel syndrome: Interobserver reliability of the blinded scratch-collapse test. *J Hand Microsurg*. 2014 Jun;6(1):5–7.
120. Yildirim P, Gunduz OH. What is the role of Semmes-Weinstein monofilament testing in the diagnosis of electrophysiologically graded carpal tunnel syndrome? *J Phys Ther Sci*. 2015 Dec;27(12):3749–53.
121. Bell-Krotoski J, Tomancik E. The repeatability of testing with Semmes-Weinstein monofilaments. *J Hand Surg Am*. 1987 Jan;12(1):155–61.
122. Dellon AL. The moving two-point discrimination test: clinical evaluation of the quickly adapting fiber/receptor system. *J Hand Surg Am*. 1978 Sep;3(5):474–81.
123. Ruland RT, Hogan CJ. The ECU synergy test: An aid to diagnose ECU tendonitis. *J Hand Surg Am*. 2008 Dec;33(10):1777–82.
124. Chang J. Examination of the upper extremity. In: *Plastic Surgery*. fifth. Philadelphia: Elsevier Inc. All rights reserved; 2024.
125. Seddon HJ. *Peripheral nerve injuries*. London; 1954.
126. Peolsson A, Hedlund R, Oberg B. Intra- and inter-tester reliability and reference values for hand strength. *J Rehabil Med*. 2001 Jan;21;33(1):36–41.

127. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am.* 1984 Mar;9(2):222–6.
128. Bostanci H, Emir A, Tarakci D, Tarakci E. Video game-based therapy for the non-dominant hand improves manual skills and grip strength. *Hand Surg Rehabil.* 2020 Sep;39(4):265–9.
129. Haig AJ, Tzeng HM, Lebreck DB. The value of electrodiagnostic consultation for patients with upper extremity nerve complaints: a prospective comparison with the history and physical examination. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999 Oct;80(10):1273–81.
130. Katz JN, Stirrat CR, Larson MG, Fossel AH, Eaton HM, Liang MH. A self-administered hand symptom diagram for the diagnosis and epidemiologic study of carpal tunnel syndrome. *J Rheumatol.* 1990 Nov;17(11):1495–8.
131. Guidelines in electrodiagnostic medicine. *Muscle Nerve.* 1992 Feb 13;15(2):229–53.
132. Werner RA. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome and ulnar neuropathies. *PM&R.* 2013 May;28;5(5S).
133. Karataş M. Sinir İletim Çalışmaları. In: Zinnuroglu M, editor. *EMG Akıl Notarı.* Güneş Tıp Kitabevleri; 2022. p. 19–39.
134. Rosario NB, De Jesus O. Electrodiagnostic Evaluation of Carpal Tunnel Syndrome. In: *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; August 23, 2023
135. Mills KR. The basics of electromyography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005;76 Suppl 2(Suppl 2): ii32-ii35.
136. Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2011 Oct;15;44(4):597–607.
137. Murakami AM, Koppel A, Cossi A, Nwawka OK, Guermazi A. Imaging of the carpal tunnel and median nerve. In: *Carpal Tunnel Syndrome and Related Median Neuropathies.* Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 69–85.
138. Maravilla KR, Bowen BC. Imaging of the peripheral nervous system: evaluation of peripheral neuropathy and plexopathy. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1998 Jun;19(6):1011–23.

139. Jarvik JG, Yuen E, Haynor DR, Bradley CM, Fulton-Kehoe D, Smith-Weller T, et al. MR nerve imaging in a prospective cohort of patients with suspected carpal tunnel syndrome. *Neurology*. 2002 Jun;11;58(11):1597–602.
140. Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A, Mitra A, Conaway D. Carpal tunnel: MR imaging. Part II. Carpal tunnel syndrome. *Radiology*. 1989 Jun;171(3):749–54.
141. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: Summary statement. *Muscle Nerve*. 2002 Jun;30;25(6):918–22.
142. Visser LH, Smidt MH, Lee ML. High-resolution sonography versus EMG in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2008 Jan;1;79(1):63–7.
143. Chen YT, Williams L, Zak MJ, Fredericson M. Review of ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome and a proposed scanning protocol. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2016 Nov;14;35(11):2311–24.
144. Ghasemi-Esfe AR, Khalilzadeh O, Vaziri-Bozorg SM, Jajroudi M, Shakiba M, Mazloumi M, et al. Color and power doppler US for diagnosing carpal tunnel syndrome and determining its severity: a quantitative image processing method. *Radiology*. 2011 Nov;261(2):499–506.
145. Ooi CC, Wong SK, Tan ABH, Chin AYH, Abu Bakar R, Goh SY, et al. Diagnostic criteria of carpal tunnel syndrome using high-resolution ultrasonography: correlation with nerve conduction studies. *Skeletal Radiol*. 2014 Oct;12;43(10):1387–94.
146. Diao E. Clinical presentations and diagnosis. in: *Carpal Tunnel Syndrome and Related Median Neuropathies*. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 31–8.
147. Kalliainen LK. Nonoperative options for the management of carpal tunnel syndrome. In: *Carpal tunnel syndrome and related median neuropathies*. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 109–24.
148. Gerritsen AA, Scholten RJ, Assendelft WJ, Kuiper H, de Vet HC, Bouter LM. Splinting or surgery for carpal tunnel syndrome? Design of a randomized controlled trial. *BMC Neurol*. 2001 Dec;18;1:8.

149. Walker WC, Metzler M, Cifu DX, Swartz Z. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000 Apr;81(4):424–9.
150. Andayani NLN, Wibawa A, Nugraha MHS. Effective ultrasound and neural mobilization combinations in reducing hand disabilities in carpal tunnel syndrome patients. *Jurnal Keperawatan Indonesia*. 2020 Jul;30;23(2):93–101.
151. Hartzell TL, Rubinstein R, Herman M. Therapeutic modalities--an updated review for the hand surgeon. *J Hand Surg Am*. 2012 Mar;37(3):597–621.
152. Barbosa RI, Fonseca M de CR, Rodrigues EK da S, Tamanini G, Marcolino AM, Mazzer N, et al. Efficacy of low-level laser therapy associated to orthoses for patients with carpal tunnel syndrome: A randomized single-blinded controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2016 Aug;10;29(3):459–66.
153. Burger M, Kriel R, Damon A, Abel A, Bansda A, Wakens M, et al. The effectiveness of low-level laser therapy on pain, self-reported hand function, and grip strength compared to placebo or “sham” treatment for adults with carpal tunnel syndrome: A systematic review. *Physiother Theory Pract*. 2017 Mar;4;33(3):184–97.
154. Li ZJ, Wang Y, Zhang HF, Ma XL, Tian P, Huang Y. Effectiveness of low-level laser on carpal tunnel syndrome. *Medicine*. 2016 Aug;95(31):e4424.
155. Paquette P, Higgins J, Gagnon DH. Peripheral and central adaptations after a median nerve euromobilization program completed by Individuals with carpal tunnel syndrome: An exploratory mechanistic study using musculoskeletal ultrasound imaging and transcranial magnetic stimulation. *J Manipulative Physiol Ther*. 2020 Jul;1;43(6):566–78.
156. Coppieters MW, Hough AD, Dilley A. Different nerve-gliding exercises induce different magnitudes of median nerve longitudinal excursion: An in vivo study using dynamic ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2009 Mar;39(3):164–71.
157. Abdolrazaghi HA, Khansari M, Mirshahi M, Ahmadi Pishkuhi M. Effectiveness of tendon and nerve gliding exercises in the treatment of patients with mild idiopathic carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *HAND*. 2023 Mar; 15;18(2):222–9.

158. Jiménez-del-Barrio S, Cadellans-Arróniz A, Ceballos-Laita L, Estébanez-de-Miguel E, López-de-Celis C, Bueno-Gracia E, et al. The effectiveness of manual therapy on pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop*. 2022 Feb;3;46(2):301–12.
159. Dimitrova A, Murchison C, Oken B. Local effects of acupuncture on the median and ulnar nerves in patients with carpal tunnel syndrome: a pilot mechanistic study protocol. *Trials*. 2019 Jan 5;20(1):8.
160. Padua L, Cuccagna C, Giovannini S, Coraci D, Pelosi L, Loreti C, et al. Carpal tunnel syndrome: updated evidence and new questions. *Lancet Neurol*. 2023 Mar;22(3):255–67.
161. Baysal O, Altay Z, Ozcan C, Ertem K, Yologlu S, Kayhan A. Comparison of three conservative treatment protocols in carpal tunnel syndrome. *Int J Clin Pract*. 2006 Jul;60(7):820-828.
162. Walsh MT. Neurodynamic Treatment, Examination, and Intervention With Nerve Gliding. In: Skirven TM, Osterman LA, Fedorczyk JM, Amadio PC, Feldscher SB, Shin EK, editors. *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity*. 7th ed. Philadelphia; 2021. p. 1433–50.
163. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov 7;63(S11).
164. Sezgin M, İncel NA, Sevim S, Çamdeviren H, As İ, Erdogan C. Assessment of symptom severity and functional status in patients with carpal tunnel syndrome: Reliability and validity of the Turkish version of the Boston questionnaire. *Disabil Rehabil*. 2006 Jan;1;28(20):1281–6.
165. Bartkowiak Z, Eliks M, Zgorzalewicz-Stachowiak M, Romanowski L. The effects of nerve and tendon Gliding exercises combined with low-level laser or ultrasound therapy in carpal tunnel syndrome. *Indian J Orthop*. 2019 Apr;53(2):347–52.

166. Dogan SK, Ay S, Evcik D, Baser O. Adaptation of Turkish version of the questionnaire Quick Disability of the Arm, Shoulder, and Hand (Quick DASH) in patients with carpal tunnel syndrome. *Clin Rheumatol*. 2011 Feb;30(2):185–91.
167. Yaman F, Leblebici M, Özlü A, Cihan E, Özkaya D. Does hot pack application change the morphology of the median and ulnar nerves? *Turk J Phys Med Rehabil*. 2023 Aug 7;69(2):344–9.
168. Fowler JR, Munsch M, Tosti R, Hagberg WC, Imbriglia JE. Comparison of ultrasound and electrodiagnostic testing for diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2014 Sep;3;96(17):e148.
169. Karahan AY, Üniversitesi U, Fakültesi T, Tıp F, Abd R, Uşak T, et al. Türk toplumunda median ve ulnar sinirlerin ultrasonografik değerlendirilmesi ve antropometrik ölçümlerle ilişkisi. Vol. 1, Orijinal Araştırma / Original Investigation Aegean J Med Sci. 2018.
170. Fujino K, Ohno K, Fujiwara K, Yokota A, Neo M. Sonographic morphometry of abductor pollicis brevis: can direct contact yield images comparable with those obtained by the water bath technique? *Journal of Medical Ultrasonics*. 2019 Oct;1;46(4):489–95.
171. Mahmoud ELDesoky, Mohamed Taher. Efficacy of neural mobilization on low back pain with S1 radiculopathy. *International Journal of Physiotherapy*. 2016 Jun; 1;3(3).
172. Wolny T, Linek P. Is manual therapy based on neurodynamic techniques effective in the treatment of carpal tunnel syndrome? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2019 Mar;11;33(3):408–417.
173. Wolny T, Linek P. Neurodynamic techniques versus “sham” therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized placebo-controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 May;99(5):843–854.
174. Alam M, Khan M, Ahmed SI, Ali SS. Effectiveness of neural mobilization and ultrasound therapy on pain severity in carpal tunnel syndrome. *Biomedical Research and Therapy*. 2018 Apr;23;5(4):2187–93.
175. Boudier-Revéret M, Gilbert KK, Allégue DR, Moussadyk M, Brismée JM, Sizer PS, et al. Effect of neurodynamic mobilization on fluid dispersion in

- median nerve at the level of the carpal tunnel: A cadaveric study. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017 Oct;31:45–51.
176. Hamzeh H, Madi M, Alghwiri AA, Hawamdeh Z. The long-term effect of neurodynamics vs exercise therapy on pain and function in people with carpal tunnel syndrome: A randomized parallel-group clinical trial. *Journal of Hand Therapy.* 2021 Oct;34(4):521–30.
 177. Goyal M, Mehta S, Rana N, Singal R, Mittal A, Goyal K, et al. Motor nerve conduction velocity and function in carpal tunnel syndrome following neural mobilization: A randomized clinical trial. *International Journal of Health & Allied Sciences.* 2016;5(2):104.
 178. Nuñez de Arenas-Arroyo S, Martínez-Vizcaíno V, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Reina-Gutierrez S, Torres-Costoso A. The effect of neurodynamic techniques on the dispersion of intraneural edema: A systematic review with Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 4;19(21):14472.
 179. Nazarian M, Rahimi MS, Ghanbari A, Ghoreishi SA. Comparison of effects of ultrasound therapy and nerve-gliding techniques on patients with carpal tunnel syndrome: A randomized clinical trial. *Anesth Pain Med.* 2024 Jul;7;14(3).
 180. Ebenbichler GR, Resch KL, Nicolakis P, Wiesinger GF, Uhl F, Ghanem AH, et al. Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised “sham” controlled trial. *BMJ.* 1998 Mar;7;316(7133):731–5.
 181. Vaidya SM, Nariya D. Effect of neural mobilisation versus nerve and tendon gliding exercises in carpal tunnel syndrome: A randomised clinical trial. *Journal of Clinical And Diagnostic Research.* 2020 Jun;14(6): YC01-YC04
 182. Oskouei AE, Talebi GA, Shakouri SK, Ghabili K. Effects of neuromobilization maneuver on clinical and electrophysiological measures of patients with carpal tunnel syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2014 Jul;26(7):1017-1022.
 183. De-la-Llave-Rincon AI, Ortega-Santiago R, Ambite-Quesada S, Gil-Crujera A, Puentedura EJ, Valenza MC, et al. Response of pain intensity to soft tissue mobilization and neurodynamic technique: A series of 18 patients with chronic carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012 Jul;35(6):420–427.

184. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Man Ther.* 2009 Oct;14(5):531–8.
185. Totten PA, Hunter JM. Therapeutic techniques to enhance nerve gliding in thoracic outlet syndrome and carpal tunnel syndrome. *Hand Clin.* 1991 Aug;7(3):505–20.
186. Akalin E, El Ö, Peker Ö, Şenocak Ö, Tamci Ş, Gülbahar S, et al. Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002 Feb;81(2):108–13.
187. Çağlar S, Altun T, Vural M, Mert M. Evaluation of splint and exercise interventions for carpal tunnel syndrome: Insights from ultrasonographic measurements. *Med Sci Monit.* 2024 Nov;30:e945704.
188. Wright TW, Glowczewskie F, Wheeler D, Miller G, Cowin D. Excursion and strain of the median nerve. *J Bone Joint Surg.* 1996 Dec;78(12):1897–903.
189. Wehbé MA. Tendon gliding exercises. *The American Journal of Occupational Therapy.* 1987 Mar;41(3):164–7.
190. Yıldırım P, Dilek B, Şahin E, Gülbahar S, Kızıl R. Ultrasonographic and clinical evaluation of additional contribution of kinesiotaping to tendon and nerve gliding exercises in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Turk J Med Sci.* 2018 Oct;31;48(5):925–932.
191. Cihan E, Akdeniz Leblebici M, Sahbaz Pirincci C, Yaman F, et al. The impact of lymphatic drainage and nerve mobilization techniques on nerve morphology in mild-to-moderate carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2024 Dec;38(12):1633–1644.
192. Armagan O, Bakilan F, Ozgen M, Mehmetoglu O, Oner S. Effects of placebo-controlled continuous and pulsed ultrasound treatments on carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *Clinics.* 2014 Aug;69(8):524–528.
193. Kramer JF. Effect of therapeutic ultrasound intensity on subcutaneous tissue temperature and ulnar nerve conduction velocity. *Am J Phys Med.* 1985 Feb;64(1):1–9.
194. Schuhfried O, Vukanovic D, Kollmann C, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of pulsed ultrasound therapy on sensory nerve conduction parameters

- and the pain threshold perceptions in humans. *PM&R*. 2017 Aug;30;9(8):781–786.
195. Baker KG, Robertson VJ, Duck FA. A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. *Phys Ther*. 2001 Jul;81(7):1351–8.
196. Sim SE, Gunasagaran J, Goh KJ, Ahmad TS. Short-term clinical outcome of orthosis alone vs combination of orthosis, nerve, and tendon gliding exercises and ultrasound therapy for treatment of carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Therapy*. 2019 Oct;32(4):411–6.
197. Deng X, Chau LH, Chiu SY, Leung KP, Hu Y, Ip WY. Prognostic value of ultrasonography in predicting therapeutic outcome for carpal tunnel syndrome after conservative treatment: A retrospective long-term follow-up study. *J Med Ultrasound*. 2019 May;27(4):192-197.

9. EKLER

EK-1: Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı Formu

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.11.2023-114239



T.C.
KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı



Sayı : E-81469268-050.99-114239
Konu : Etik Kurul Kararı

Sayın Doç. Dr. Merve AKDENİZ LEBLEBİCİER

Üniversitemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından gerçekleştirilen 31.10.2023 tarihli ve 2023/13 sayılı toplantıda araştırma dosyanız incelenmiş olup karar formu ektedir.
Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. İnci ARIKAN
Başkan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSV6BSNLU7

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5378&eD=BSV6BSNLU7&eS=114239>

Kep Adresi:kutahyasaglikbilimleruniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: S.Karaçam Bayındır

Unvanı: Sekreter

Tel No: 3656



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.11.2023-114239

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Hafif ve Orta Seviyeli Karpal Tünel Sendromu Tanılı Hastaların Fizik Tedavisine Eklenen Nörodinamik Sinir Mobilizasyonun Median Sinir ve Abduktor Pollicis Brevis Kası Üzerine Etkisinin Ultrasonografik İncelenmesi			
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU			
	AÇIK ADRESİ:	KSBU EVLİYA ÇELEBİ YERLEŞKESİ TIP FAK. DEKANLIK BİNASI ZEMİN KAT MERKEZ/KÜTAHYA			
	TELEFON	0 274 265 20 31/ 1112			
	FAKS	0 274 265 22 85			
	E-POSTA	klinikenetikkurul@ksbu.edu.tr			
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Merve AKDENİZ LEBLEBİCİER			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD.			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	KSBU Tıp Fakültesi			
	Yardımcı Araştırmacı ve Bölümü	Arş. Gör. Dilan BULUT ÖZKAYA- Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD.- KSBU Tıp Fakültesi (Uzmanlık Tezi)			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Merve AKDENİZ LEBLEBİCİER			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
İn vitro tıbbi tam cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		☐			
İlaç dışı klinik araştırma		☒			
Diğer ise belirtiniz:					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐	

Prof. Dr. İnci ARIKAN
Etik Kurul Başkanı
Tarih: 31.10.2023

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.11.2023-114239

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Hafif ve Orta Seviyeli Karpal Tünel Sendromu Tanılı Hastaların Fizik Tedavisine Eklenen Nörodinamik Sinir Mobilizasyonun Median Sinir ve Abduktör Pollicis Brevis Kası Üzerine Etkisinin Ultrasonografik İncelenmesi		
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	09.10.2023		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	09.10.2023		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒ 09.10.2023		
	BİYOLOJİK MATERİYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☒ 09.10.2023 5 adet literatür		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2023-13/10	Tarih: 31.10.2023		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. (İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.)			

Prof. Dr. İnci ARIKAN
Etik Kurul Başkanı
Tarih: 31.10.2023

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu



KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sayın

Sizi Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ek Hizmet Binasında yürütülen "Hafif ve Orta Dereceli Karpal Tünel Sendromu Tanılı Hastaların Fizik Tedavisine Eklenen Nörodinamik Sinir Mobilizasyonunun Median Sinir ve Abduktor Pollicis Brevis Kası Üzerine Etkisinin Ultrasonografik İncelenmesi" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz.

Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın niçin yapıldığını, nasıl yapılacağını ve bu araştırmanın sağlıklı gönüllü katılımcılara getireceği olası faydaları, riskleri ve rahatsızlıklarını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. İsterseniz bu bilgileri aileniz, yakınlarınız ve/veya doktorunuzla tartışınız. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz, doktorunuz ve kuruluş görevlisi bir tanık tarafından doldurup imzalanmış bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir.

Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahibsiniz. Her iki durumda da bir ceza veya hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır.

Araştırma Sorumlusu
(Adı-Soyadı-Unvanı-imza)

Araştırmanın Amacı:

Hafif ve orta dereceli karpal tünel sendromu tanılı hastaların fizik tedavisine eklenen nörodinamik sinir mobilizasyon tekniğinin median sinir ve abduktor pollicis brevis kası üzerine etkisi olup olmadığının değerlendirilmesi

İzlenecek Olan Yöntem ve Yapılacak İşlemler:

Çalışmamıza, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran ve elektrodiagnostik incelemelerle hafif ya da orta karpal tünel sendromu (KTS) tanısı konmuş 86 alınacaktır. Hastalar ekstremiteleri sayısı eşit olacak şekilde iki gruba rastgele ayrılacaktır. 1. gruba ultrason tedavisi ve 2. gruba ultrason tedavisi ve nörodinamik sinir mobilizasyonu egzersizleri uygulanacaktır. Dağılım, değerlendirme ve tedavileri gerçekleştiren araştırmacılar dışındaki başka bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilecektir.

Hastaların öncelikle yaş, meslek, yaş gibi demografik verileri kaydedilecektir. Muayene öncesi ve sonrası hastalar karpal tünel sendromunda tanı koyabilmek amacıyla yapılan fizik

Çalışmanın adı:
Tarih:



KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

muayene yöntemlerinden olan Tinel testi, Phalen testi ile değerlendirilecektir. Hastaların ağrı durumu tedavi öncesi ve sonrası sorgulanacak 10 puan üzerinden puanlandırmaları istenecektir. Hastaların semptomları ve fonksiyonel durumları Boston Karpal Tünel sendromu anketi ve Hızlı Kol, Omuz ve El Engellilik Ölçeği ile tedavi öncesi ve sonrası değerlendirilecektir. Hastaların tedavi öncesi ve sonrası standart el kavrama kuvveti Jamar; J/LW Instruments, Chicago, IL) ve çimdikleyici kavrama kuvveti ise pinçmetre (Pro Med Products, Atlanta, GA) kullanılarak ölçülecektir.

Araştırmanın Süresi: 9 ay

Katılması Beklenen Gönüllü Sayısı: 86

Size Getirebileceği Olası Faydalar: Çalışma sürecince uygulanan Ultrason yöntemi ve nörodinamik sinir mobilizasyonu ile median sinir basısında azalma olacağı için karpal tünel sendromuna bağlı oluşan şikayetlerinizde azalma olabilir.

Size Getirebileceği Ek Risk ve Rahatsızlıklar:

Median sinirin el bileği seviyesinde herhangi bir sebeple baskıya uğraması sonucu sıkışması durumunda karpal tünel sendromu denen hastalık ortaya çıkabilir. Bu amaçla sizinle görüşüldükten sonra detaylı muayeneniz yapılacaktır. Bu muayeneler güvenilir ve kolay yöntemler olup herhangi bir tehlikeleri ve yan etkileri bulunmamaktadır. Tedavide hangi tedavi grubunda olduğunuza bakılmaksızın tanı konulan tarafa her hastaya verilen el-el bilek verilecektir. İki gruptaki hastalara da karpal tünel sendromunda tedavi amacıyla kullanılan ultrason kullanılacaktır. Ultrason insan kulağının işitemediği yükseklikte seslerdir. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon alanında tedavi amacıyla kullanılan ultrasonun kullanıldığı hastalıklardan biri de karpal tünel sendromudur. Karpal tünel sendromunda ultrasonun oluşturduğu ısınin etkilerine bağlı olarak median sinir kan akımını, hücre zar geçirgenliğini artırarak inflamasyonu azaltıcı etkiler gösterdiği, bağ doku esnekliği ve sinir iletimini değiştirdiği gösterilmiştir. Median sinirin nörodinamik mobilizasyonu parmak, el bileği, omuz ve boyun hareketlerini içeren fizyoterapist tarafından uygulanan 6 aşamalı median sinir germe tekniğidir. Mobilizasyon egzersizleri median sinirin karpal tünel içerisinde hareketini sağlayarak sıkışmayı azaltacak, sıkışmanın neden olduğu ödemi azaltarak median sinir iyileşmesine katkı sağlayacaktır. Toplam altı aşamadan oluşan bu mobilizasyon yöntemi 15 kez tekrarlanacak 3 set şeklinde yapılacaktır. Tedavi sonrası ağrı durumunuzu 10 puan üzerinden puanlamanız istenecektir. Elinizin günlük hayatta kullanabilme durumunuz ise Boston Karpal Tünel Anketi ile değerlendirilecektir. Tedavinin sonunda median sinire etki eden ve sıkışmasına neden olan ödemin iyileşip iyileşmediği, tenar kaslarda değişim olup olmadığı Ultrasonografi ile değerlendirilecektir. Sinir çapınızın değerlendirilmesi ağrısız ve radyasyon içermeyen görüntüleme yöntemi olan ultrasonografi cihazı ile tedavi öncesi ve sonrası el bileğinden ve ön koldan bir kez bakılacak ve sinir çapı ölçümü ultrasonografi cihazı üzerinde hesaplanacaktır. El bileğinizin ve ön kolun üzerine ağrısız ve baskı uygulamadan Ultrasonografi cihazının probu (görüntüleme veren uç kısmı) konulup buradan ekrana yansıyan el bileğinden ve ön koldan geçen sinirin görüntüsü alınarak çap ölçümü yapılacaktır. Amacımız bu yöntemlerle karpal tünel sendromunda bu tedavinin etkinliğini değerlendirmektir, bu form sizi bilgilendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu işlem sırasında sağlığınız için bir riski yoktur. Araştırmaya katılmak, zaman ve ulaşım problemleri dışında bir sorun teşkil etmeyecektir.

Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ek Hizmet Binası

Çalışmanın adı:
Tarih:



KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Araştırmalara Katılan Araştırmacılar: Doç. Dr. Merve Akdeniz Leblebicier, Arş. Görevlisi Dilan Bulut Özkaya,

Katılma ve Çıkma:

Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahiptir. Ayrıca sorumlu araştırmacı gerek duyarsa sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmama, çalışmadan çıkma veya çıkarılma durumlarında bir ceza veya hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır.

Masraflar:

İletişim Kurulacak Kişi(ler): Dilan Bulut Ozkaya: 05345620524

Gizlilik:

Bu çalışmadan elde edilen bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak ve kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli tutulacaktır.

Ben, ... [gönüllünün adı, soyadı (kendi el yazısı ile)] Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkânı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilirim ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi ve araştırmadan ayrıldığım zaman mevcut tedavimin olumsuz yönde etkilenmeyeceğini biliyorum.

Bu koşullarda;

- 1) Söz konusu Klinik Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı (çocuğumun/vasimin bu çalışmaya katılmasını) kabul ediyorum.
- 2) Gerek duyulursa kişisel bilgileri mevzuatta belirtilen kişi/kurum kuruluşların erişebilmesine,
- 3) Çalışmada elde edilen bilgilerin (kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile) yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

Çalışmanın adı:
Tarih:



KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Çalışma Kapsamında Katılımcıdan Biyolojik Örnek Alınması Durumunda Aşağıdaki Bölüm Katılımcı Tarafından Doldurulmalıdır:

- ☐ Tarafımdan alınan kodlanmış* örneğin yalnızca önerilen çalışma için kullanımını onaylıyorum; ileride yapılması olası diğer çalışmalar için onay vermiyorum.
- ☐ Tarafımdan alınan kodlanmış örneğin, araştırma konusuyla bağlantılı diğer çalışmalarda kullanımını onaylıyorum, ancak farklı çalışmalar için tekrar bilgilendirilmek ve yeni onay vermek istiyorum.
- ☐ Tarafımdan alınan kodlanmış örneğin gelecekte her türlü genetik çalışmada (kimliğim ile bağlantısız) olarak kullanılmasını onaylıyorum.

*Kodlanmış örnek: Sizden alınan örneğe bir kod numarası verilir. Kod numarasını yalnızca araştırmacı bilir ve sizin kimlik bilgilerinize yalnızca araştırmacı ulaşabilir. Böylece kimlik bilgileriniz gizli tutulmuş olur.

Gönüllünün (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Adresi:

(Varsa Telefon No, Faks No):

Tarih (gün/ay/yıl) .../.../....

Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı Soyadı:

İmzası:

Adresi:

(Varsa Telefon No, Faks No):

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../....

Açıklamaları Yapan Araştırmacının (Doktorun)

Çalışmanın adı:

Tarih:



**KÜTAHYA SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
GÖNÜLLÜ ONAM FORMU**

Adı-Soyadı:
İmzası:
Tarih (gün/ay/yıl) .../.../....

Onay Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin
Adı-Soyadı:
İmzası:
Görevi:
Tarih (gün/ay/yıl) .../.../....

NOT: Bu formun bir kopyası gönülden kalacak, diğer kopyası ise hasta dosyasına yerleştirilecektir. Hasta dosyası veya protokol numarası olmayan sağlıklı gönüllülerden alınacak onam formunun bir kopyası mutlaka sorumlu araştırmacı tarafından saklanacaktır.



EK-3: Hasta Değerlendirme Formu

Hafif-Orta Karpal Tünel Sendromu Tanılı Hastalarda Değerlendirme Formu

AD-SOYAD:

TARİH:

TELEFON:

YAŞ:

KİLO:

BOY:

BMI:

CİNSİYET:

EĞİTİM DURUMU:

SEMPTOMLARIN SÜRESİ:
(AY)

DOMİNANT EKSTREMİTE:

Median sinir kesit alanı ve derinliği		TEDAVİ ÖNCESİ ORT		TEDAVİ SONRASI ORT	
		Çap	Derinlik	Çap	Derinlik
On kol orta nokta (distal el bilek kıvrımı ile medial epikondil orta noktası)	SAĞ				
	SOL				
El bileği karpal tünel seviyesi	SAĞ				
	SOL				

Abduktor Pollicis Brevis Kalınlık ve Kesit alanı	TEDAVİ ÖNCESİ		TEDAVİ SONRASI	
	Kalınlık	KYA	Kalınlık	KYA
SAĞ				
SOL				

	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ SONRASI
Tinel		
Phalen		
VAS		
Boston Semptom şiddet skalası		
Boston Fonksiyonel durum skalası		
QDASH		

Lateral Kavrama	TEDAVİ ÖNCESİ		TEDAVİ SONRASI		Çimdik Kavrama	TEDAVİ ÖNCESİ		TED SON 	
	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL		SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
1.Ölçüm					1.Ölçüm				
2.Ölçüm					2.Ölçüm				
3.Ölçüm					3.Ölçüm				
Ortalama					Ortalama				

Jamar ile El Kavrama Kuvveti Ölçümü

	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ SONRASI	TEDAVİ SONRASI
	SAĞ	SOL	SAĞ	SOL
1.Ölçüm				
2.Ölçüm				
3.Ölçüm				
Ortalama				

EK-4: Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi

Ad – Soyad:

BOSTON KARPAL TUNEL ANKETİ	
SEMPATOM ŞİDDET SKALASI:	
Aşağıdaki sorularda, son iki hafta süresince bir gün içinde yaşadığınız şikayetlerinizi gösteren bir cevabı işaretleyiniz.	
1	Gece el veya el bileği ağrınızın derecesi nedir?
	1 Gece el veya el bileğinizde ağrı olmuyor
	2 Hafif ağrı
	3 Orta derecede ağrı
	4 Şiddetli ağrı
	5 Çok şiddetli ağrı
2	Son iki hafta içinde el veya el bileği ağrısı nedeniyle bir gecede ortalama kaç defa uyandınız?
	1 Hiç
	2 Bir defa
	3 İki- üç defa
	4 Dört- beş defa
	5 Beş defadan fazla
3	Gündüz el veya el bileğinizde ağrınız oluyor mu?
	1 Gündüz hiç ağrı olmuyor
	2 Gün içinde hafif ağrı oluyor
	3 Gün içinde orta derecede ağrı oluyor
	4 Gün içinde şiddetli ağrı oluyor
	5 Gün içinde çok şiddetli ağrı oluyor
4	Gündüz kaç defa el veya el bileğinizde ağrınız oluyor?
	1 Hiç
	2 Günde bir-iki defa
	3 Günde üç-beş defa
	4 Günde beş defadan fazla
	5 Devamlı ağrı oluyor
5	Gündüz bir ağrı dönemi ortalama ne kadar sürüyor?
	1 Gündüz hiç ağrı olmuyor
	2 10 dakikadan az
	3 10-60 dakika arası
	4 60 dakikadan daha uzun
	5 Gündüz devamlı ağrı oluyor
6	Elinizde hissizlik (duyu kaybı) var mı?
	1 Hayır
	2 Hafif hissizlik var
	3 Orta derecede hissizlik var
	4 Ciddi derecede hissizlik var
	5 Çok ciddi derecede hissizlik var
7	El veya el bileğinizde güçsüzlük var mı?
	1 Güçsüzlük yok
	2 Hafif güçsüzlük var
	3 Orta derecede güçsüzlük var

	4	Ciddi güçsüzlük var
	5	Çok ciddi derecede güçsüzlük var
8	Elinizde karıncalanma hissi oluyor mu?	
	1	Olmuyor
	2	Hafif karıncalanma oluyor
	3	Orta derecede karıncalanma oluyor
	4	Ciddi derecede karıncalanma oluyor
	5	Çok ciddi derecede karıncalanma oluyor
9	Son iki hafta içinde ortalama bir gecede kaç kez elinizde his kaybı veya karıncalanma ile uyandınız?	
	1	Hiç
	2	Bir
	3	İki-üç defa
	4	Dört-beş defa
	5	Beş defadan fazla
10	Elinizdeki his kaybı ve karıncalanma gece ne kadar şiddetli oluyor?	
	1	Gece karıncalanma ve his kaybı olmuyor
	2	Hafif
	3	Orta
	4	Ciddi derecede karıncalanma oluyor
	5	Çok ciddi derecede karıncalanma oluyor
11	Anahtar veya kalem gibi küçük cisimleri tutmak ve kavramakta zorluk çekiyor musunuz?	
	1	Hayır
	2	Hafif zorlanıyorum
	3	Orta derecede zorlanıyorum
	4	Şiddetli zorlanıyorum
	5	Çok şiddetli zorlanıyorum

BOSTON KARPAL TUNEL ANKETİ					
FONKSİYONEL DURUM SKALASI;					
Son iki hafta içinde sıradan bir günde, el ve el bileği şikâyetleriniz aşağıdaki aktiviteleri yapmakta ne kadar zorluk çekmenize sebep oldu? Aktiviteyi yapabilirliğinizi en iyi tanımlayan rakamı yuvarlak içine alınız.					
Aktivite	Zorluk Derecesi				
1-Yazı yazmak	1	2	3	4	5
2-Giyisilerin düğmesini iliklemek	1	2	3	4	5
3-Okurken kitabı tutmak	1	2	3	4	5
4-Telefon ahizesini tutmak	1	2	3	4	5
5-Kavonoz açmak	1	2	3	4	5
6-Alışveriş torbalarını taşımak	1	2	3	4	5
7-Günlük ev işleri	1	2	3	4	5
8-Banyo yapmak ve giyinmek	1	2	3	4	5
SŞS Skoru:	FDS Skoru:				

EK-5: Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (Q-DASH)

QICK DASH

Lütfen son hafta içindeki aşağıdaki etkinlikleri yapma yeteneğinizi uygun cevabın altındaki numarayı daire içine alarak sıralayınız.

	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta derecede zorluk	Aşırı zorluk	Hiç yapamama
1-Sıkı kapatılmış ya da yeni bir kavanozu açmak	1	2	3	4	5
2-Ağır ev işleri yapmak (duvar silmek, yer silmek, tamirat yapmak vs.)	1	2	3	4	5
3-Alışveriş çantası ya da evrak çantası taşımak	1	2	3	4	5
4-Sırtını yıkamak	1	2	3	4	5
5-Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak	1	2	3	4	5
6-Kolunuzdan, omzunuzdan veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye yönelik etkinlikler (önünüzde yerde bulunan bir konserve kutusu veya küçük bir taşla iki elinizle kavradığınız bir sopayla yandan vurmak, tenis oynamak, pinpon oynamak)	1	2	3	4	5

	Engel yok	Az engel	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
7-Son hafta süresince kol omuz ya da el probleminiz aile arkadaşlar, komşular veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinize ne ölçüde engel oldu?	1	2	3	4	5

	Hiç kısıtlanmış hissetmiyorum	Hafif derecede kısıtlı	Orta derecede kısıtlı	Çok kısıtlı	Bedensel etkinlik yapamıyorum
8-Son hafta süresince kol omuz ya da el sorunuz nedeniyle işinizde ya da diğerk günlük etkinliklerde kısıtlandınız mı?	1	2	3	4	5

Lütfen geçen hafta içerisinde aşağıdaki belirtilerin yoğunluğunu işaretleyiniz.

	Yok	Hafif	Orta	Bir hayli	Aşırı
9-El, omuz ya da kol ağrınız	1	2	3	4	5
10-El, omuz ya da kolunuzdaki karıncalanma (iğnenleme)	1	2	3	4	5

	Zorluk yok	Hafif derecede	Orta derecede	Aşırı zorluk	Uyuyamıyorum
11-Geçen hafta içinde el, omuz ya da kol ağrınız nedeniyle uyumada ne kadar zorlandınız?	1	2	3	4	5