



**KARPAL TÜNEL SENDROMU OLAN HASTALARDA BİLATERAL
NÖROMOBİLİZASYONUN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ:
UNİLATERAL UYGULAMA İLE KARŞILAŞTIRMA ÇALIŞMASI**

Öznur GÜNEY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2025

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Öznur GÜNEY

12/12/2025

KARPAL TÜNEL SENDROMU OLAN HASTALARDA BİLATERAL
NÖROMOBİLİZASYONUN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ:
UNİLATERAL UYGULAMA İLE KARŞILAŞTIRMA ÇALIŞMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

Öznur GÜNEY

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Aralık 2025

ÖZET

Bu alışma, karpal tünel sendromu (KTS) olan hastalarda nöromobilizasyon (NM) egzersizlerinin bilateral uygulandığında, ağrı, kavrama kuvveti, duyu, semptom şiddeti ve fonksiyonel düzeyi iyileştirmede unilateral uygulamaya göre üstünlüğü olup olmadığını araştırmak üzere planlandı. Randomize kontrollü çift krl tasarlanan bu çalışmada, tek tarafta ileri evre KTS tanılı 28 hasta, unilateral (UNI, n=14) ve bilateral NM uygulaması gruplarına (BIL, n=14) ayrıldı. Tedavi öncesinde ve sonrasında ağrı düzeyi (vizüel analog skala ile), her iki elin kaba ve ince kavrama kuvveti (hidrolik el dinamometresi ve pinmetre ile), hafif dokunma duyusu (monofilamentler ile) ile semptom şiddeti ve fonksiyonel durum (Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BK TSA)) ile değerlendirildi. Hastalar haftada iki kez canlı video konferans ile ve diğer günlerde ev programı ile dört hafta boyunca takip edildi. İki gruba da klasik masaj, median sinire kaydırma tekniği ile NM egzersizleri ve buz uygulaması verildi. NM egzersizleri, UNI grubunda yalnızca semptomatik tarafta yapılırken BIL’de bilateral olarak uygulandı. Tedavi sonunda iki grupta da aktivite ağrısı, gece ağrısı, semptomatik taraf kaba kavrama kuvveti ve BK TSA skorları iyileşirken, BIL’de bunlara ek olarak semptomatik taraf ikili kavrama kuvveti ile duyu da iyileşti ($p<0.05$). Gruplarda tedavi ile oluşan iyileşme düzeyi karşılaştırıldığında ise, aktivite ağrısı ve BK TSA Semptom şiddeti Alt leği skorunun BIL grubunda daha fazla iyileştiği görüldü ($p<0.05$). Sonuçlarımız, tek taraflı şiddetli KTS hastalarında NM egzersizlerinin klinik bulguları iyileştirdiğini, bu egzersizler bilateral uygulandığında ise unilateral uygulamaya göre aktivite ağrısını ve semptom şiddetini iyileştirmede daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda ileri evre KTS tanılı hastaların rehabilitasyon programında NM egzersizlerinin bilateral uygulanması önerilir.

Bilim Kodu : 10105.04
Anahtar Kelimeler : Karpal Tünel Sendromu, Median Sinir, Nöromobilizasyon
Sayfa Adedi : 82
Danışman : Do. Dr. Zeynep EMİR

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF BILATERAL
NEUROMOBILIZATION EXERCISES IN PATIENTS WITH CARPAL TUNNEL
SYNDROME: A COMPARISON STUDY WITH UNILATERAL APPLICATION

(M. Sc. Thesis)

Öznur GÜNEY

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

December 2025

ABSTRACT

This study aimed to investigate whether bilateral neuromobilization (NM) exercises are superior to unilateral application in improving pain, grip strength, sensation, symptom severity, and functional status in patients with carpal tunnel syndrome (CTS). In this randomized-controlled double-blinded study, 28 patients with unilateral severe CTS were divided into unilateral (UNI, n=14) and bilateral groups (BIL, n=14). Pain (visual analog scale), grip and pinch strength of both hands (hydraulic hand dynamometer and pinchmeter), light touch sensation (monofilament test), symptom severity, and functional status (Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire (BCTQ)) were assessed before and after treatment. Patients received real-time videoconference sessions twice a week and a home program for four weeks. Both groups applied massage, NM exercises via gliding technique for the median nerve, and cold-pack. NM exercises were performed only on the symptomatic side in the UNI group, while bilaterally in the BIL. After treatment, both groups showed improvements in activity pain, night pain, grip strength, and BCTQ scores on the symptomatic side, as well as in bipod grip and sensation in the BIL ($p<0.05$). When the levels of improvement with treatment were compared, activity pain and the BCTQ Symptom Severity Subscale score were improved more in the BIL group ($p<0.05$). Our results demonstrate that NM exercises improve clinical findings in patients with unilateral severe CTS, and that these exercises are more effective in improving activity pain and symptom severity when applied bilaterally. Therefore, bilateral application of NM exercises is recommended in the rehabilitation program of patients with unilateral severe CTS.

Science Code : 10105.04

Key Words : Carpal Tunnel Syndrome, Median Nerve, Neuromobilization

Page Number : 82

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Zeynep EMİR

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca hem akademik hem de klinik gelişimime katkıda bulunan, yanına her uğradığımda yeni bilgiler edinerek ayrıldığım ve el rehabilitasyonuna ilgi duymamı sağlayan danışman hocam Doç. Dr. Zeynep EMİR'e,

Yüksek lisansa başlamama ve akademisyenliği düşünmeme yol açan, lisans yıllarımdan beri tüm süreçlerde yanımda olan değerli arkadaşım Fzt. Çağla ÇAĞATAY'a, tez yazım sürecimde hem akademik hem manevi desteği ile bir abla gibi yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe DUMAN ÖZKAN'a, yüksek lisans sürecimiz boyunca yardımlarını esirgemeyerek tezimin tamamlanmasında büyük emeği olan meslektaşım Uzm. Fzt. Anıl YEŞİLOĞLU'na, tezime sağladıkları destekler için Fzt. Ceren ZORLUOĞULLARI ve Uzm. Fzt. Sedanur GÜNGÖR'e,

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümündeki çalışma arkadaşlarıma,

Tez çalışmamda yer alan hastalarıma,

Tez çalışmama TYL-2024-9545 kodlu proje ile verdiği destekten ötürü Gazi Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne,

Bursiyeri olduğum Türk Eğitim Vakfı'na,

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim annem, babam ve kardeşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Anatomik Yapılar.....	5
2.1.1. Karpal tünel anatomisi	5
2.1.2. Nervus medianus.....	6
2.2. Karpal Tünel Sendromu	10
2.2.1. Etiyoloji ve risk faktörleri.....	10
2.2.2. Patofizyoloji.....	13
2.2.3. Tanı	14
2.2.4. Tedavi	17
2.3. Nöromobilizasyon	19
2.3.1. Merkezi ve periferik sinir sistemlerinin organizasyonu	19
2.3.2. Nöromobilizasyon egzersizleri	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Katılımcılar	27
3.1.1. Dahil etme kriterleri.....	27

	Sayfa
3.1.2. Dışlama kriterleri	28
3.1.3. Çalışmadan çıkarılma kriterleri	28
3.2. Çalışma Tasarımı	28
3.3. Değerlendirmeler.....	29
3.3.1. Demografik bilgiler ve hastalık geçmişinin kaydedilmesi	29
3.3.2. Ağrı düzeyi değerlendirmesi.....	29
3.3.3. Hafif dokunma ve basınç duyusunun değerlendirilmesi.....	30
3.3.4. Kavrama kuvveti değerlendirilmesi	31
3.3.5. Semptom şiddeti ve fonksiyonel düzey değerlendirilmesi	32
3.4. Tedavi Planı	33
3.4.1. Klasik masaj uygulaması	33
3.4.2. Nöromobilizasyon egzersizleri	34
3.4.3. Soğuk uygulama	35
3.4.4. Günlük yaşam aktivitesi modifikasyonu ve hasta eğitimi	35
3.5. İstatistiksel Analiz	36
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	57
EKLER.....	71
EK-1. Etik Komisyon Onayı.....	72
EK-2. Unilateral Nöromobilizasyon Grubu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	74
EK-3. Bilateral Nöromobilizasyon Grubu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	76
EK-4. Değerlendirme Formu	78
EK-5. Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi	80
ÖZGEÇMİŞ	82

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bland KTS evrelemesi	16
Çizelge 4.1. Grupların demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması	39
Çizelge 4.2. Unilateral ve Bilateral Nöromobilizasyon Gruplarında yer alan hastaların tedavi öncesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	40
Çizelge 4.3. Unilateral Nöromobilizasyon Grubunun tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması	41
Çizelge 4.4. Bilateral Nöromobilizasyon Grubunun tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması	42
Çizelge 4.5. Parametrelerin tedavi öncesi- sonrası değişiminin grup*zaman etkileşimlerinin incelenmesi	44

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Karpal tünelin sınırları	5
Şekil 2.2. Karpal tünel anatomisi	6
Şekil 2.3. Nervus medianus seyrinin anterior gösterimi	7
Şekil 2.4. Nervus medianusun kolda seyri (anterior)	7
Şekil 2.5. Nervus medianusun ön kolda seyri (anterior).....	8
Şekil 2.6. El palmar yüz innervasyonu	9
Şekil 2.7. Spinal kord ve meninkslerin posterior görüntüsü.....	20
Şekil 2.8. Spinal sinir ve vertebra transvers kesiti	21
Şekil 2.9. Plexus brachialisin şematik gösterimi ve anterior görüntüsü	21
Şekil 2.10. Schmidt-Lantermann yarıklarının gösterimi	24
Şekil 3.1. Vizüel analog skala.....	30
Şekil 4.1. CONSORT hasta akış diyagramı.....	38

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Sıçan siyatik sinirinde Fontana bantlarının mekanik kuvvetler altında görüntüsü.....	23
Resim 3.1. Semmes-Weinstein monofilament testinin uygulaması.....	31
Resim 3.2. Kaba kavrama ölçümünde pozisyonlama	31
Resim 3.3. İnce kavrama kuvveti ölçümünde tutuş pozisyonları	32
Resim 3.4. Nöromobilizasyon egzersizlerinin uygulaması.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
°	Derece
cm	Santimetre
gr/f	Gram/Kuvvet
kg/f	Kilogram/Kuvvet
m ²	Metrekare
m.	Kas
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mm ²	Milimetrekare
mm.	Kaslar
mmHg	Milimetre Cıva
n	Katılımcı sayısı
n.	Sinir
r	Rank Biserial Correlation Katsayısı
rr.	Ramus
η^2	Eta kare
Kısaltmalar	Açıklamalar
APB	M. Abductor Pollicis Brevis
BIL	Bilateral Uygulama Grubu
BKTSA	Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi
EMG	Elektromiyografi
ESWT	Ekstrakorporeal Şok Dalgası Terapisi

Kısaltmalar**Açıklamalar**

FCR	M. Flexor Carpi Radialis
FDÖ	Fonksiyonel Durum Ölçeği
FDP	M. Flexor Digitorum Profundus
FDS	M. Flexor Digitorum Superficialis
FPL	M. Flexor Pollicis Longus
KTS	Karpal Tünel Sendromu
MEMT	Madenci El Masajı Tekniği
MKAD	Minimal Klinik Anlamlı Değişim
MS	Medulla Spinalis
NM	Nöromobilizasyon
OP	M. Opponens Pollicis
PL	M. Palmaris Longus
PQ	M. Pronator Quadratus
PRP	Platelet Rich Plasma
PT	M. Pronator Teres
SŞÖ	Semptom Şiddeti Ölçeği
TENS	Elektriksel Sinir Stimülasyonu
UNI	Unilateral Uygulama Grubu
VAS	Vizüel Analog Skala
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ

Karpal tünel sendromu (KTS), median sinirin el bileği seviyesinde karpal tünelde basıya uğraması ile ortaya çıkar. Toplumda %2.7 ila %5.8 arasındaki prevalansı ile en sık görülen tuzak nöropatidir (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2016; Atroshi ve diğerleri, 1999; Ferry, Pritchard, Keenan, Croft ve Silman, 1998; Katz ve Simons, 2002). KTS'nin klinik tablosu sinirin dermatomunda ağrı, duyu kusuru, kuvvetsizlik ve fonksiyon kaybı gibi semptomlarla seyrederek kişinin günlük yaşamını olumsuz etkiler (Alfonso, Jann, Massa ve Torreggiani, 2010; Joshi ve diğerleri, 2022). Demografik olarak 40-60 yaş arasında ve kadınlarda daha sık karşılaşılan bir klinik tablodur. Etiyolojisinde ise el bileğinin tekrarlı fleksiyon-ekstansiyon hareketleri, yaşlanma, yüksek vücut ağırlığı ve bazı kronik hastalıkların yer almaktadır. Tüm bu özellikleri ve toplumda sık görülmesi nedeniyle KTS tedavisi sağlık profesyonelleri tarafından sıkça ele alınan konulardan biridir.

El bileğinin volar yüzünde bulunan fleksör retinakulum altında basıya uğrayan n. medianus'ta zamanla endonöral ödem ve ardından lokal iskemi meydana gelmesi, sinirde demiyelinizasyon sürecinin başlamasına, başlangıçtaki hafif duysal semptomların zamanla şiddetlenmesine ve motor kayıpların başlamasına yol açar (Aboonq, 2015; Osiak, Elnazir, Mazurek ve Pasternak, 2021a; Rempel, Dahlin ve Lundborg, 1999). KTS'de sinir basısına bağlı görülen duysal ve motor kayıpların dekompresyon cerrahisi sonrası hafiflemesi, semptomların bu mekanik basıdan kaynaklandığını teyit etmektedir (Osiak ve diğerleri, 2021a; Rempel ve diğerleri, 1999; Werner ve Andary, 2002).

Sinir iletim hızındaki azalmaya göre yapılan hastalık evrelemesine göre, hafif ve orta şiddetli KTS tedavisinde konservatif yöntemler tercih edilirken, hastalık şiddeti arttıkça cerrahi tedavi endikasyonu gelişebilir (Burton, Chesterton, Chen ve van der Windt, 2016). Konservatif tedavi splintleme başta olmak üzere bantlama, enjeksiyonlar ve fizyoterapi yöntemlerini içerir. Cerrahi tedavinin kompresyonu ortadan kaldırması ile semptomlarda hızlı bir azalma görüldüğü bilinse de hastaların cerrahi listesinde bekledikleri süreçteki günlük yaşam aktivitelerinin KTS'den kaynaklı motor ve duysal kayıplar sebebiyle olumsuz etkilendiği göz ardı edilmemelidir. Bu süreci konforlu geçirmeleri için hastaların cerrahiyi beklediği süreçte de fizyoterapi alması önemlidir. Fizyoterapi programının içeriğinde, KTS semptomlarını iyileştirmeye yönelik sinir ve tendon kaydırma egzersizleri,

el ve el bileği eklem mobilizasyonları gibi manuel uygulamalar yer almaktadır (Baker ve Livengood, 2014; Page, O'Connor, Pitt ve Massy-Westropp, 2012).

Nöromobilizasyon (NM) egzersizleri sinir dokunun hareketliliğini sağlayan bir egzersiz türüdür. Bu egzersizler iki şekilde uygulanabilmektedir. Birincisi sinirin boyunu uzatan germe tekniğidir; ikincisi ise sinirin çevre dokulara göre hareketini sağlayan kaydırma tekniğidir. Kaydırma tekniğinde yapılan manevralar, nöral doku üzerindeki basıncı azaltmayı, nöral vaskülariteyi artırmayı, aksoplazmik akışı iyileştirmeyi ve böylece semptomları azaltmayı amaçlar. Bu yararlı etkileri nedeniyle güncel literatürde sıklıkla araştırıldığı görülen nöromobilizasyon egzersizleri, KTS semptomlarını iyileştirmede etkili bulunmuştur ve uzun zamandır rutin rehabilitasyon programlarında kullanılmaktadır (Akalın ve diğerleri, 2002; Fernández-de-Las-Peñas ve diğerleri, 2020; Vaidya ve Nariya, 2020). Ancak klinik pratiklerde genellikle sadece semptomatik tarafta uygulandığı görülmektedir (Butler, 2000; Ellis ve Hing, 2008; Shacklock, 1995).

Merkezi ve periferik sinir sistemi vücuttaki birçok yapı gibi birbirine bağlı ve ilişki içindedir. Spinal kolon içinde yer alan medulla spinalis, bağ dokular ile çevrelenmiştir. Bu bağ doku kılıfları meninks olarak adlandırılır ve dıştan içe dura mater, arachnoid mater ve pia materden oluşur. Meninksler, foramen intervertebrale düzeyinde periferik sinirin yapısına katılırlar. Dura mater epinöryum olarak, arachnoid mater ise perinöryum olarak devam eder. Foramen intervertebraleden ayrılan periferik sinir parmak uçlarına kadar ilerleyerek sonlanır (Kahle ve Frotscher, 2002). Bu iki taraflı anatomik ve organizasyonel bağlantı, bir tarafta yapılan hareketin karşı tarafta da çeşitli etkilere sebep olabileceğini düşündürmektedir.

Periferik sinirler, günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesi sırasında çeşitli kuvvetlere maruz kalır (Wang ve diğerleri, 2014). Periferik sinir sistemi bu mekanik stresi onu saran bağ doku ile birlikte ekskürsion hareketi yaparak tolere eder (Wright, Glowczewskie, Cowin ve Wheeler, 2001). KTS’de ise median sinirin bası altında kalması ile ekskürsion kapasitesinde azalma görülür ve bu durumun sinirin çevresel kuvvetleri tolere etme yeteneğini azaltarak fonksiyonel kayıplara yol açtığı bilinmektedir (Ellis, Blyth, Arnold ve Miner-Williams, 2017; Liu ve diğerleri, 2021).

Nöromobilizasyon egzersizlerinin KTS’de sağladığı klinik faydalara dair bilgilerimiz ile birlikte merkezi ve periferik sinir sistemi arasındaki anatomik bağlantılar göz önüne

alındığında, NM egzersizlerinin semptomatik olmayan tarafa da uygulanmasının, semptomatik taraftaki sinirin kayma miktarını etkileyebileceğini düşünmekteyiz. Buradan yola çıkarak, bu egzersizlerin bilateral uygulanmasının, semptomları iyileştirme konusunda sadece semptomatik tarafta uygulamaya göre fark yaratabileceğini hipotezlemekteyiz. Bu hipotez doğrultusunda bu çalışmada, ileri evre tek taraflı KTS hastalarında bilateral olarak uygulanan NM egzersizlerinin unilateral uygulamaya üstünlüğü olup olmadığını araştırmayı amaçladık

Çalışmanın hipotezleri şu şekildedir:

H1_a: İleri evre tek taraflı karpal tünel sendromu varlığında nöromobilizasyon egzersizlerinin bilateral uygulanması sadece semptomatik tarafa uygulamaya göre ağrı düzeyini daha fazla iyileştirir.

H1_b: İleri evre tek taraflı karpal tünel sendromu varlığında nöromobilizasyon egzersizlerinin bilateral uygulanması sadece semptomatik tarafa uygulamaya göre kavrama kuvvetini daha fazla iyileştirir.

H1_c: İleri evre tek taraflı karpal tünel sendromu varlığında nöromobilizasyon egzersizlerinin bilateral uygulanması sadece semptomatik tarafa uygulamaya göre hafif dokunma duyusunu daha fazla iyileştirir.

H1_d: İleri evre tek taraflı karpal tünel sendromu varlığında nöromobilizasyon egzersizlerinin bilateral uygulanması sadece semptomatik tarafa uygulamaya göre semptom şiddetini daha fazla iyileştirir.

H1_e: İleri evre tek taraflı karpal tünel sendromu varlığında nöromobilizasyon egzersizlerinin bilateral uygulanması sadece semptomatik tarafa uygulamaya göre fonksiyonel düzeyi daha fazla iyileştirir.

Bu hipotezleri test etmek amacı ile cerrahi endikasyonu olan ileri evre KTS hastalarına haftada iki seans olmak üzere toplam dört hafta tedavi uygulanmıştır. Hastalar randomize olarak iki gruba ayrılmış; bir grupta nöromobilizasyon egzersizleri yalnızca semptomatik tarafta, diğer grupta ise bilateral olarak uygulanmıştır. Tedavinin diğer bileşenleri iki grup için aynıdır. Tedavi öncesi ve sonrasında hastaların ağrı düzeyi, kaba ve ince kavrama

kuvveti, hafif dokunma ve basınç duyusu eşiği ile hasta bildirimli sonuçları (semtom şiddeti ve fonksiyonel düzey) değerlendirilmiştir. Bilateral uygulama yapılan grubun sonuçları analiz edilerek sadece semptomatik tarafa uygulama yapılan grubun sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

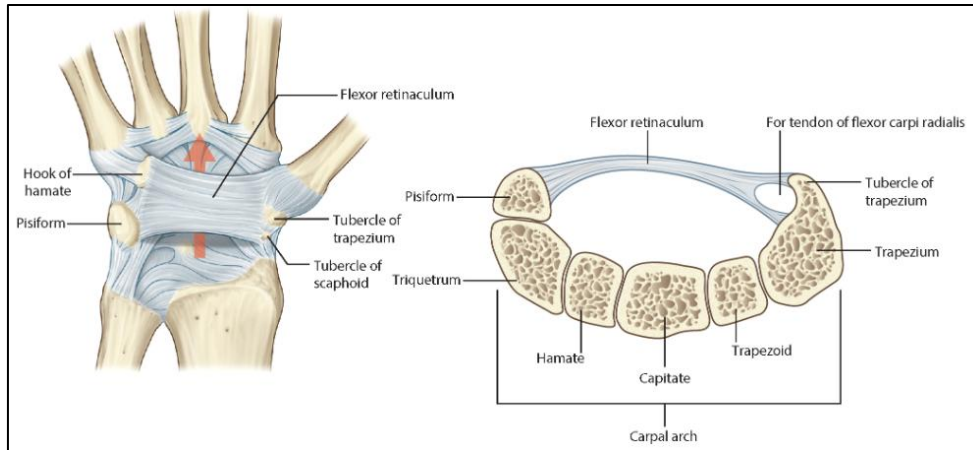
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Anatomik Yapılar

El ve el bileği bölgesindeki komponentlerden biri olan karpal tünel, elin duysal ve motor fonksiyonlarının devamını sağlamada kritik bir yapı olan n. medianusun içinden geçtiği kanaldır. Bu nedenle n. medianusun karpal tünel ile yakın anatomik ilişkisi, sendromun gelişim mekanizmasını anlamak açısından büyük önem taşır.

2.1.1. Karpal tünel anatomisi

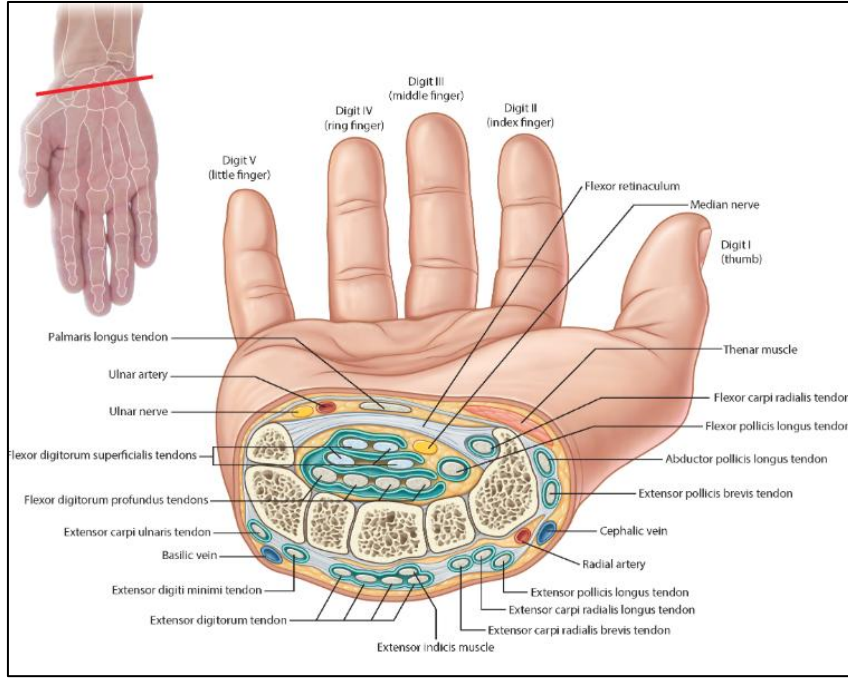
Karpal tünel, el bileğinin volar yüzünde yer alan osteofibroz yapıda dar bir kanaldır. Sınırlarını tabanda (posteriorda) karpal kemiklerin volar yüzeylerinin oluşturduğu sulcus carpi, tavanda (anteriorıda) ise fleksör retinakulum (transvers karpal ligament) çevreler (Şekil 2.1). Karpal oluk, lateralde skafoid ve trapezium kemiklerinin tüberkülleri ile (radio-karpal çıkıntı), medialde pisiform ve hamatum kemiğinin kancasının (hamulus) tüberkülleri ile (ulnar karpal çıkıntı) sınırlanır (Osiak, Elnazir, Walocha ve Pasternak, 2022).



Şekil 2.1. Karpal tünelin sınırları (Drake, Wayne Vogl, Mitchell, Tibbitts ve Richardson, 2020)

Tünelin genişliği proksimalde 25 mm, en dar yeri olan hamatumun hamulus seviyesinde 20 mm ve distal uçta 26 mm'dir (Cobb, Dalley, Posteraro ve Lewis, 1993). Proksimalde 12 mm, distalde 13 mm derinlikte bulunur. Enine kesit alanı ortalama 185 mm²'dir (Kaplan ve Milford, 1984). Hacmi ise elin büyüklüğüne göre değişmek ile birlikte yaklaşık 5 ml'dir ve kadınlarda daha azdır (Papaioannou, Rushworth, Atar ve Dekel, 1992; Richman ve diğerleri, 1987). Transvers karpal ligament yaklaşık 3-4 cm genişliğindedir.

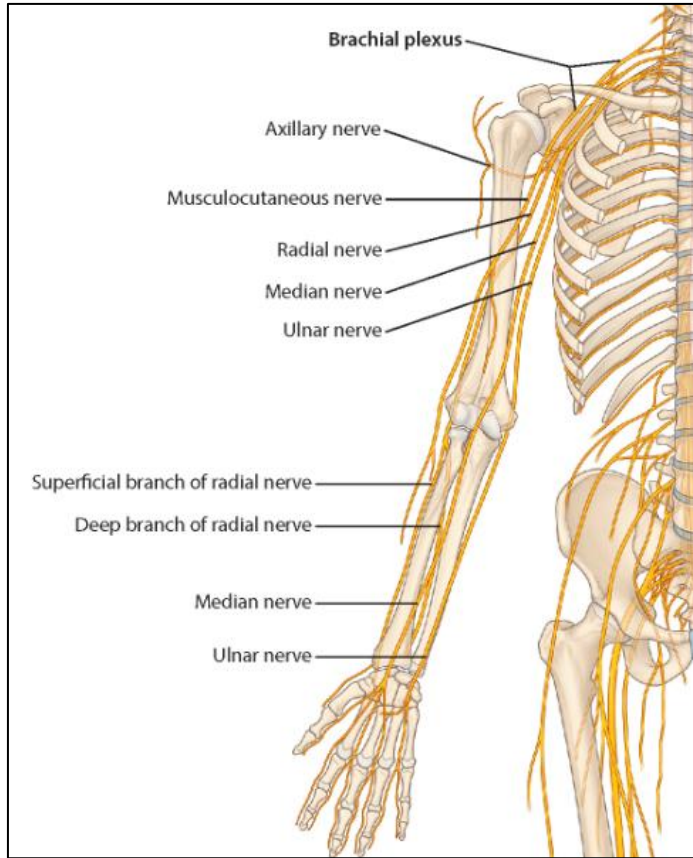
Karpal tünelin içinden n. medianus ile 4 adet m. flexor digitorum superficialis (FDS), 4 adet m. flexor digitorum profundus (FDP) tendonları ile m. flexor pollicis longus (FPL) tendonları geçer. FDS ve FDP tendonları ulnar bursa tarafından, FPL tendonu radyal bursa tarafından oluşturulan sinoviyal kılıfa sahiptir (Şekil 2.2) (Nigro, 2001; Richman ve diğerleri, 1987; Robbins, 1963).



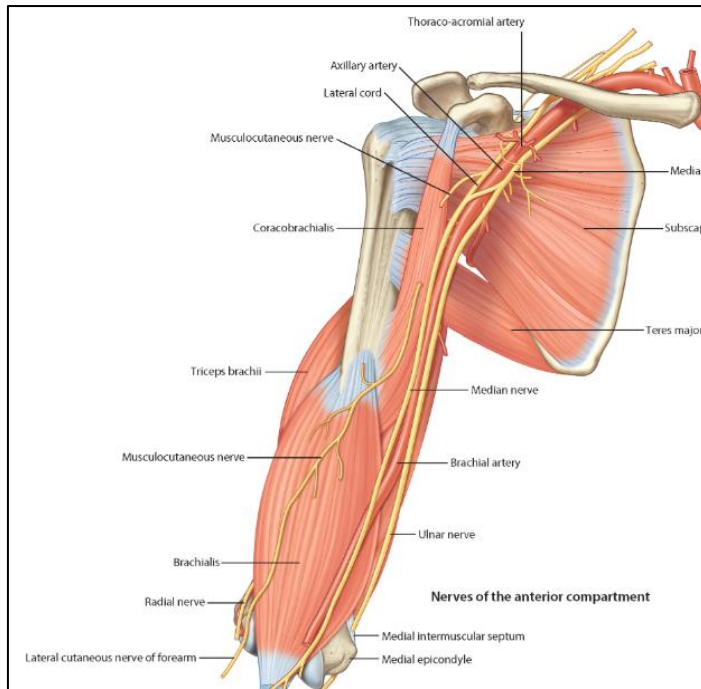
Şekil 2.2. Karpal tünel anatomisi (Drake ve diğerleri, 2020)

2.1.2. Nervus medianus

Nervus medianus adını plexus brachialisin ve ön kolun medyanında konumlanmasından alır. Bu sinirin innerve ettiği ön kol fleksör kasları, el bileği ve parmakların fleksiyonundan, el kasları ise başparmağın abduksiyon ve oppozisyonundan sorumludur. Siniri oluşturan spinal sinirler C5-T1 seviyelerinden köken alır ve sinir aksillar bölgede, torakoakromiyal arterin distalinde başlar (Şekil 2.3) (Soubeyrand, Melhem, Protais, Artuso ve Crézé, 2020). Nervus medianus kol bölgesinde dal vermez (Şekil 2.4).



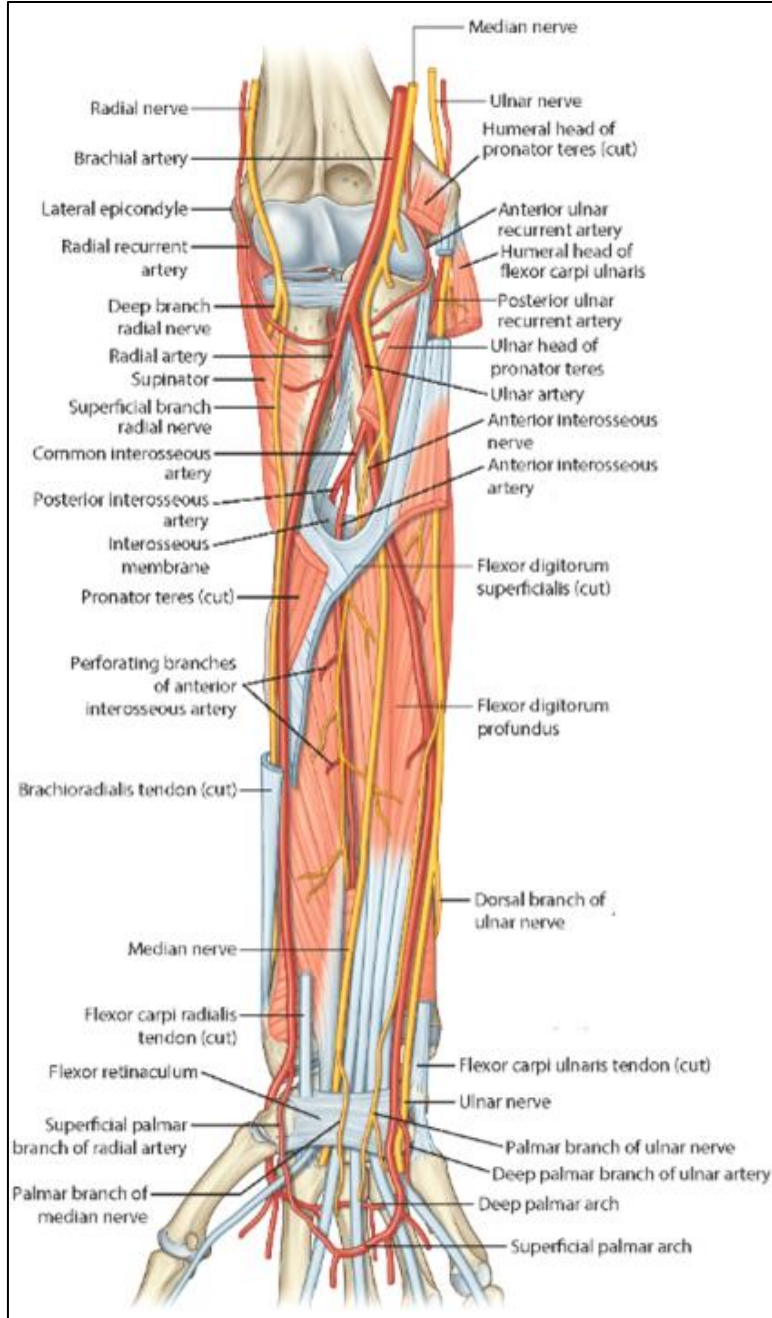
Şekil 2.3. Nervus medianus seyrinin anterior gösterimi (Drake ve diğerleri, 2020)



Şekil 2.4. Nervus medianusun kolda seyri (anterior) (Drake ve diğerleri, 2020)

Arteria brachialisin yüzeyi boyunca sulcus bicipitalis medialis içinde dirseğe kadar uzanarak m. pronator teresin (PT) iki başı arasından ön kola geçer. Nervus medianustan dirsek

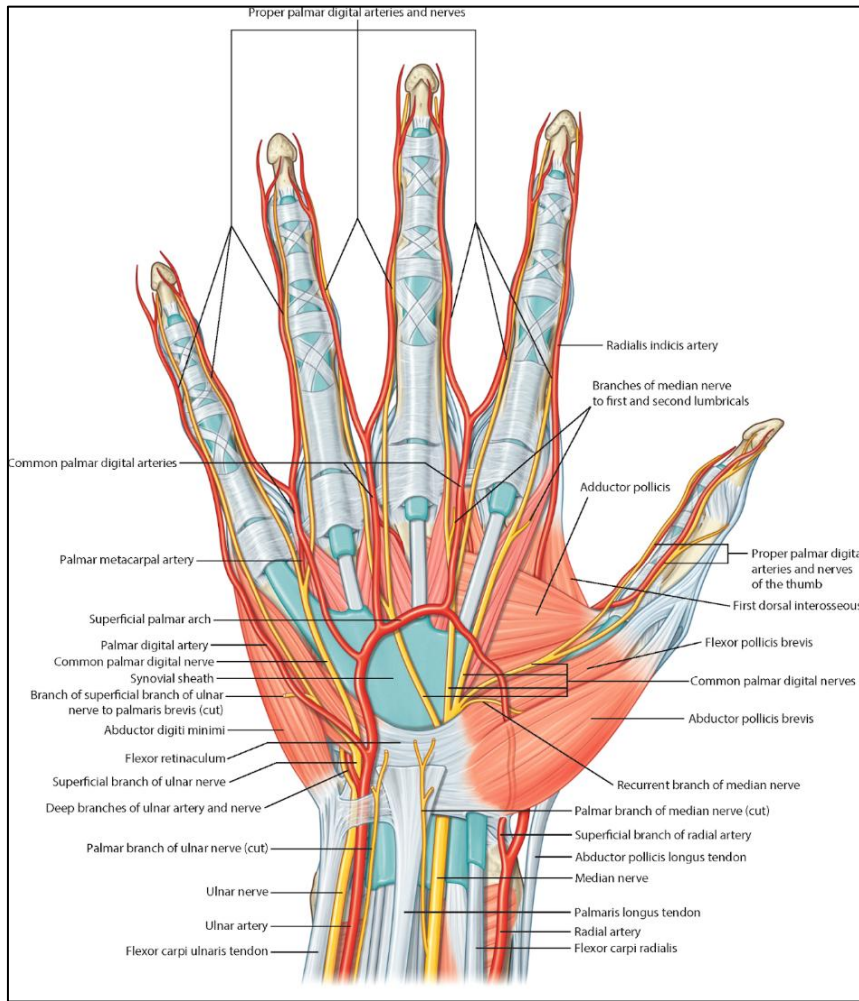
seviyesinde, n. interosseus anterior ayrılır ve membrana interossea boyunca ilerleyerek m. pronator quadratus (PQ), FDP'nin radial yarısına ve FPL'ye ulaşır. Ön kolda ve FDS ile FDP arasında el bileğine kadar ilerler. Karpal tünelin proksimalinde m. flexor carpi radialis (FCR) ile m. palmaris longusun (PL) tendonları arasında yüzeysel olarak seyrederek (Şekil 2.5) (Soubeyrand ve diğerleri, 2020).



Şekil 2.5. Nervus medianusun ön kolda seyri (anterior) (Drake ve diğerleri, 2020)

Karpal tünelde ise terminal dallarına ayrıldıktan sonra transvers karpal ligamentin altından elin volar yüzeyine ilerler. Ardından m. abductor pollicis brevis (APB), m. opponens pollicis

(OP) ve lateraldeki iki mm. lumbricales innerve eden dallara ayrılır. Sonrasında, n. digitalis palmaris communis olarak parmaklara devam eder ve bu sinirler, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının yarısının volar yüzeyini innerve edecek şekilde dallanır. Avuç içinin duyusu n. medianusun palmar kutanöz dalı tarafından alınır. Bu dal, karpal tünelin yaklaşık 6 cm proksimalinde ayrılır. Bu nedenle bu dal karpal tünel içindeki basınç değişimlerinden etkilenmez. Nervus medianusun motor dalı ise (rr. recurrens), genellikle transvers karpal ligamentin distal kenarında tenar kaslara girmeden önce ekstraligamentöz olarak seyreder (Şekil 2.6) (Iskra, Mizia, Musial, Matuszyk ve Tomaszewski, 2013).



Şekil 2.6. El palmar yüz innervasyonu (Drake ve diğerleri, 2020)

Nervus medianusun innerve ettiği ön kol fleksör kasları (FCR, PT, PL, FDS, FPL, PQ) el bileği ve parmak fleksiyonunu; el kasları ise (APB, OP) başparmak abdüksiyon ve oppozisyonunu sağlar. Başparmak interfalangeal ekleminin fleksiyonu FPL ile sağlanırken 1. ve 2. mm. lumbricales ise metakarpofalangeal eklemlerde ekstansiyon ve interfalangeal eklemlerde fleksiyon sağlar.

Nervus medianusun motor ve duyuşal yolları

Elin motor aktivitesi; bilinçli motor aktiviteyi kontrol eden piramidal sistem ve bilinçaltı aktivite, kas tonusu ve postüral refleksleri kontrol eden ekstrapiramidal sistem tarafından yönetilir. Piramidal sistemi oluşturan iki nöronun ilki (birinci sıra nöron) merkezi, ikincisi (ikinci sıra nöron) ise periferiktir. Birinci sıra nöron, hücre gövdeleri primer motor korteksin beşinci tabakasında, gyrus precentraliste, Brodmann alanı 4'te yer alan Betz hücrelerine karşılık gelir. İkinci sıra nöronların gövdeleri ise medulla spinalisin ön boynuzunda bulunur. Piramidal hücrelerin aksonlarının %90'ı truncus encephali boyunca ilerleyip medulla oblongata düzeyinde çaprazlanarak tractus corticospianlis lateralis oluşturur. Çapraz yapmayanlar ise tractus corticospianlis anterior olarak devam eder. İkinci sıra nöronların aksonları spinal sinirleri oluşturur. Spinal sinirler plexus brachialis, C5-T1 segmentlerinden gelen lifler ise n. medianusu oluşturur (Soubeyrand ve diğerleri, 2020).

Nervus medianusun santral sinir sistemine bilgi ilettiği üç yol vardır. Dorsal kolon-medial lemniskus yolu ile bilinçli propriosepsiyon, barestezi ve vibrasyon duyuları; spinotalamik yol ile sıcaklık ve ağrı duyusu; spinoserebellar yol ile bilinçaltı propriosepsiyon duyusu üst merkezlere iletilir (Soubeyrand ve diğerleri, 2020).

2.2. Karpal Tünel Sendromu

Karpal Tünel Sendromu (KTS), n. medianusun karpal tünelde transvers fleksör retinakulum altında basıya uğraması sonucu ortaya çıkan en yaygın tuzak nöropatidir (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2024; Katz ve Simons, 2002). Bu klinik tablo erken evrelerde ilk üç parmak ve dördüncü parmağın radial kenarında ağrı, uyuşma, parestezi ile kendini gösterirken ileri evrelerde kuvvet kaybı, dolayısı ile fonksiyon kaybı görülür (Joshi ve diğerleri, 2022). Yetişkin popülasyonda prevalansı yüzde 2.7 ila 5.8 arasında değişmektedir (Atroshi ve diğerleri, 1999; Ferry ve diğerleri, 1998). Kadınlarda, erkeklere göre 2 ila 10 kat daha fazla görülmekte ve insidansı 40-60 yaş arasında artmaktadır (Hegmann ve diğerleri, 2018; Moschovos ve diğerleri, 2019; Shipp, Ge, Piana ve DaSilva, 2025). Yaşlılarda ve erkeklerde daha şiddetli seyreder (Bland ve Rudolfer, 2003). Genellikle idiyopatik olarak görülen KTS, vakaların %60'ında bilateralidir (Butler, Means ve Segalman, 2017).

2.2.1. Etiyoloji ve risk faktörleri

KTS'nin etiyolojisi yaş, meslek, cinsiyet, yaşam tarzı, travma öyküsü, yaralanma veya genetik yatkınlık ile ilişkilendirilmektedir.

Çalışmalar, yaşlanma ile beraber KTS prevalansının arttığını göstermektedir. Kırk yaşın üzerindeki bireyler KTS'ye daha yatkındır. Prevalans, 30 yaşın altındaki bireylerde %3.7 iken 50 yaş üstünde %11.9'a çıkmaktadır (Dale ve diğerleri, 2013). Ayrıca yaş ilerledikçe transvers karpal ligamentin yapısında meydana gelen kalınlaşma, kolajen yapısının farklılaşması gibi değişimler KTS etiyolojisinde yer alabileceği düşünülen faktörlerdir.

Vücut kitle indeksi (VKİ) artışı ile KTS ilişkisini inceleyen çalışmalar, yüksek VKİ'nin KTS için önemli bir risk faktörü olduğunu göstermiştir (Kurt ve diğerleri, 2008; Sharifi-Mollayousefi ve diğerleri, 2008; Shiri, Pourmemari, Falah-Hassani ve Viikari-Juntura, 2015). Obez bireylerde karpal tünel içinde yağ doku birikimi ve hidrostatik basınç artışının n. medianus üzerindeki basıyı artırarak KTS'ye yol açtığı bildirilmiştir (Sharief, Kanmani ve Kumar, 2018). VKİ'de her bir birim artış, KTS riskini %7.4 oranında artırmaktadır (Shiri ve diğerleri, 2015).

Kişinin mesleğinin niteliği ile KTS arasındaki ilişkiyi gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur. İş yerinde titreşimli el aletlerine maruz kalmak, parmak ve bileğin proksimalindeki sinir gövdelerinde yapısal nöral değişikliklerle birlikte kalıcı sinir hasarına yol açabilir (Rempel ve diğerleri, 1999). Yapılan bir çalışma KTS'li kadınların %52'si ve KTS'li erkeklerin %65'inin mavi yakalı olduğunu yani ağır fiziksel işlerde çalıştığını göstermiştir (Möllestam, Englund ve Atroshi, 2021). Tekrarlı olarak titreşime veya kuvvetli açısall hareketlere maruziyetin KTS'nin iş sebepli en yaygın nedeni olduğu düşünülmektedir (Franklin ve Friedman, 2015). Üretim endüstrisinde çalışan işçiler, yük taşımacıları ve el bileğinin masa üstünde pozisyonlaması nedeniyle ofis çalışanları da risk altındaki meslek gruplarıdır (Jackson, Beckman, Frederick, Musolin ve Harrison, 2018).

Kadın cinsiyet, KTS riskini yaklaşık 10 kat artırmaktadır (Hegmann ve diğerleri, 2018). Karpal tünel gevşetme ameliyatları, kadın hastalara erkeklere kıyasla iki kat daha sık yapılır ve cerrahi insidansı kadınlarda %1.8 ila %2.6 arasında değişirken erkeklerde %0.7 ve %1.2 arasındadır (Pourmemari, Heliövaara, Viikari-Juntura ve Shiri, 2018). Bu durumun sebebi

olarak kadınların sahip olduğu biyomekanik ve antropometrik özellikler, yaşadıkları hormonal değişimler, ince el becerisi ve tekrarlı bilek hareketleri gerektiren işlerde çalışmaları gösterilmektedir (Farioli ve diğerleri, 2018).

Literatürdeki çalışmalar, KTS gelişiminde genetik yatkınlıkların rolüne ilişkin kanıtlar sağlasa da neden olan genler henüz belirlenmemiştir (Burger, De Wet ve Collins, 2014; Puchalski, Szlosser ve Żyluk, 2019). KTS çoğunlukla sporadik (bireysel vakalar halinde, yaygın ve dağınık) ve idiyopatik olmasına rağmen vakaların %17 ila %39'unda KTS'nin ailesel olarak görülmesi genetik yatkınlığın rolünü düşündürmektedir (Puchalski ve diğerleri, 2019; Radecki, 1994).

Kronik ve sistemik hastalık varlığı KTS'nin etiyolojisinde yer alan belirgin bir faktördür. Hipertansiyon, erken evrede koruyucu özellik gösterse de uzun süreli hipertansiyonda KTS riski artmaktadır (Guan ve diğerleri, 2018). Romatoid artritli hastalarda, el bileği eklemi çevresindeki inflamatuvar süreç nedeniyle KTS sık görülür (Smerilli ve diğerleri, 2021). Diyabette görülen n. medianus nöropatisi, hastalığın komplikasyonlarından biridir ve KTS'ye sebep olur. Diyabetli hastalarda dolaşımdaki inflamatuvar sitokin miktarının artışı ve mikrovasküler dolaşımın bozulması, sinirde demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyon süreçlerine yol açar (Esposito ve diğerleri, 2002; Goldin, Beckman, Schmidt ve Creager, 2006; Pourmemari ve Shiri, 2016). Tiroid disfonksiyonu (hipertiroidi ve hipotiroidi) varlığı da KTS için risk oluşturur (Zhang ve diğerleri, 2025). Bunun sebebinin tiroid fonksiyonu bozukluğu sonucunda n. medianus üzerinde müsinöz madde veya mukopolisakkaritlerin birikmesi olduğu düşünülmektedir (Karne ve Bhalerao, 2016).

Gebelik, menopoz, böbrek yetmezliği, oral kontraseptif kullanımı, konjestif kalp yetmezliği gibi bazı intrinsik ve ekstrinsik faktörler de sekonder KTS'ye yol açabilir (Chen ve diğerleri, 2012; Malakootian, Soveizi, Gholipour ve Oveisee, 2023).

Distal radius kırıkları, posttravmatik artrit, tümörler, ganglion kistleri veya persistan median arter gibi yapısal anomaliler karpal tünelin yapısını değiştirebilir. Alkolizm, vitamin toksisitesi/eksikliği ve toksinlere maruziyet gibi nöropatik faktörler, karpal tünel içinde basınç artışına sebep olmadan n. medianusun yapısında hasara yol açarak KTS semptomlarını tetikleyebilir (Osiak ve diğerleri, 2021a). Transvers karpal ligamentin hipertrofisi ve sertleşmesi gibi morfolojik ve mekanik değişiklikler de karpal tünel hacmini

ve yapısını etkileyerek KTS'ye yol açabilir (Osiak ve diğerleri, 2021a; Osiak ve diğerleri, 2022).

Çevredeki damarların endotel tabakasındaki hasar, vasküler geçirgenliği artırarak karpal tünelde ödem ile sonuçlanabilir. Sinir dejenerasyonu ve intranöral fibrozis, vasküler beslenmenin bozulmasını takiben sinirin mekanik yüklere ve devam eden doku iskemisine karşı sinir hassasiyetini artırabilir (Shiri ve diğerleri, 2011). Özetle karpal tünel içinde oluşan ödem, tünel hacmini daraltarak ve dolayısıyla sinirin kan akışını bozarak KTS semptomlarının ortaya çıkmasına neden olur.

2.2.2. Patofizyoloji

Karpal tünel sendromu, temel olarak karpal tünel içindeki interstisyel basıncın artması sonucu n. medianusun kompresyonu ve hasarı ile ortaya çıkar. Mekanik bası nedeni ile lokal iskemi geliştiği ve bunun n. medianus liflerinde demiyelinizasyona yol açarak karakteristik semptomları tetiklediği hipotezi kabul görmektedir (Aboonq, 2015). Karpal tüneldeki normal basınç 2-10 mmHg aralığındadır. Bileğin tekrarlayan hareketleri, basınçta değişimlere neden olabilir. Bilek ekstansiyonu basıncı 10 kat, fleksiyonu ise 8 kat artırabilir (Werner ve Andary, 2002).

Nervus medianus kompresyonu anatomik olarak en sık transvers karpal ligamentin proksimal kenarında ve hamatum kancasının kenarında görülür (Bland, 2007). Kompresyona verilen biyolojik yanıtın basamakları sırası ile endonöral ödem, demiyelinizasyon, inflamasyon, distal aksonal dejenerasyon, fibrozis, yeni aksonların büyümesi, remiyelinizasyon ve perineurium ile endotelin kalınlaşmasını içerir. Aksonal dejenerasyonun şiddeti endonöral ödem miktarı ile ilişkilidir (Rempel ve diğerleri, 1999).

Karpal tünelde meydana gelen kompresyon, n. medianusun demiyelinizasyonuna yol açar. Kompresyon maruziyeti devam ettikçe endonöral kapiller sistemde bozukluklar meydana gelir. Sonrasında kan-sinir bariyerinde değişiklikler ve ardından endonöral ödem oluşumu görülür. Sinirin mekanik olarak sıkıştırılmasıyla ortaya çıkan lokal iskemi, sinir liflerinin demiyelinizasyonunu tetikleyerek parestezi ve ağrı başta olmak üzere duysal ve motor bozukluklara neden olur (Werner ve Andary, 2002). Bu bozukluklar bireyde semptomların ortaya çıkmasına ve fonksiyon kaybına yol açar. Cerrahi dekompresyon müdahalesi

sonrasında semptomların hızla iyileşmesi, sinir üzerindeki bu mekanik basının geri dönüşlü lokal iskemi oluşturduğu teorisini desteklemektedir (Osiak ve diğerleri, 2021b; Rempel ve diğerleri, 1999).

Kompresyon varlığında duyuşal lifler, motor liflerden önce etkilenir. Karpal tüneldeki basınç arttıkça epinöral perfüzyonda (sinirin kanlanması sağlayan basınç farkı) düşüş ve iskemi görülür. Bu durum sinirde ödeme sebep olarak sinir iletim hızını azaltır; sinir iletim hızının azalması ise KTS'nin kötüleştiğinin elektrodagnostik bulgusudur. Kompresyon süresi uzadıkça sinir hasarının geri dönüş ihtimali azalır (Gillig, White ve Rachel, 2016).

Nervus medianus çok sayıda akson içermesine rağmen etrafını saran bağ dokulardan dolayı bütüncül bir yapı sergiler. Bu yüzden herhangi bir bölümündeki anormalliğın tüm siniri etkilediği göz ardı edilmemelidir (Butler, Jones ve Gore, 1991).

2.2.3. Tanı

Karpal tünel senromu tanısı, genelde hastanın klinik tablosu gözlemlenerek konur (Eroğlu, 2013). Klinik tablo; semptom varlığı, hikâye, fizik muayene ve elektrodagnostik incelemeleri içerir. Elin palmar yüzeyinde, başparmak, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının radyal yarısında ağrı ve parestezi, hastalık ilerledikçe aksonal hasara bağlı olarak tenar kaslarda güçsüzlük ve atrofi görülür. Bu semptomlar, geceleri daha kötüdür ve bireyi uykudan uyandırabilir (Padua ve diğerleri, 2016; Shipp ve diğerleri, 2025). Semptomlar genelde dominant tarafta daha çok görülür (Bland ve Rudolfer, 2003).

KTS, semptom ve bulgular temelinde üç evrede sınıflandırılabilir (Alfonso ve diğerleri, 2010):

İlk evrede hastalar gece boyunca ellerinde şişme ve uyuşma hissiyle sık sık uyanırlar; ayrıca bilekten omuza yayılan şiddetli ağrı ve ellerinde ve parmaklarında rahatsız edici bir karıncalanma (brachialgia paraesthetica nocturna) bildirirler. Eli sallamak genellikle rahatlama sağlar. Hastalar özellikle sabahları elde şişlik hissi tarif edebilirler.

İkinci evrede semptomlar artık gün içinde de görülür. Birey uzun süre aynı pozisyonda kaldığında veya tekrarlı el veya bilek hareketleri yaptığında semptom şiddeti artar. Motor defisit ortaya çıktığında, bireyler nesnelerin sıklıkla elinden düştüğünü bildirirler.

Üçüncü ve son evrede tenar bölgenin hipotrofisi ve hatta atrofisi belirgin bir şekilde gözlemlenebilir. Bu evrede duyuusal semptomlar azalabilir.

KTS’de tanı koymak için en yaygın kullanılan klinik test %56 duyarlılık ve %73 özgüllük ile Phalen testidir. Bu testte el bileği fleksiyonda ve parmaklar ekstansiyonda iken 60 saniye beklenerek nöropati bulgularının ortaya çıkması beklenir (Phalen, 1966). Bu test, el bileği ekstansiyonu ile yapıldığında ters Phalen testi olarak adlandırılır ve %55 duyarlılık ile %78 özgüllüğe sahiptir. Phalen testi ile benzer duyarlılığa sahip olsa da özgüllük değeri daha yüksektir (Cao, Jia, Lao, Liu ve Rui, 2022). Diğer bir klinik değerlendirme olan Tinel testi, transvers karpal ligament üzerine yapılan hafif vuruşlar ile KTS bulgularını provoke eder ve %53 duyarlılık ve %68 özgüllüğe sahiptir (Davis ve Chung, 2004; Kuschner, Ebrahimzadeh, Johnson, Brien ve Sherman, 1992). Duyarlılık ve özgüllük değerlerinin diğer testlere kıyasla düşük olması tanı koymada tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. *Scratch Collapse Test* ise bu testler arasında yüksek duyarlılık (%68) ve özgüllüğe (%89) sahiptir. Bu testte hasta kolları gövde yanında, dirsekleri 90 derece fleksiyonda, avuç içleri birbirine bakacak şekilde oturur. Hasta omuzlarda eksternal rotasyon yaparken, uygulayıcı internal rotasyon yönünde direnç verir ve izometrik kasılma meydana gelir. Bu sırada karpal tünel üzerine bir çizme/kaşıma (scratch) hareketi yapılır ve etkilenen tarafta kısa süreli bir çökme (collapse) görülür, o tarafta hasta uygulanan kuvvete karşı direnç oluşturamaz. Bu durum sinirdeki kronik irrtiasyonun sonucunda görülen refleks inhibisyon ile ilişkilendirilir (Cheng, Mackinnon-Patterson, Beck ve Mackinnon, 2008). KTS tansında kullanılan bir diğer test olan eller yukarı testinde (*hand elevation test*) kollar yukarı doğru kaldırılır ve yaklaşık iki dakikanın sonunda parestezi bulguları görülürse pozitif kabul edilir (Ahn, 2001). Bu testin duyarlılığı %75, özgüllüğü ise %87 olarak belirtilmiştir (Cao ve diğerleri, 2022). Özetle, KTS tanısında görece güncel yöntemler olan *scratch collapse* ve *hand elevation* testlerinin daha güvenilir ve özgül olduğu söylenebilir.

Tanıda belirsizlik olduğunda ya da cerrahi müdahale ihtiyacını belirlemek için objektif bir ölçüm gerektiğinde elektrodagnostik çalışmalar (örneğin sinir iletim çalışmaları) ve elektromiyografi (EMG) gibi ölçümler yapılabilir (American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology ve American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation 2002). İnvaziv tedavi öncesi tanıyı doğrulamak için sinir iletim çalışmaları yapılmalıdır. Sinir iletim çalışmaları, >%85 duyarlılık ve %95 özgüllük değerlerine sahip olup klinikte güvenilir bir değerlendirme metodu olarak kabul

edilir (Alanazy, 2017). Uzun süreli, bölgesel ve şiddetli basıya uğraması sonucunda n. medianusun miyelin kılıfında meydana gelen değişimler, sinirin liflerinde iskemi ve mekanik hasara yol açar (Gilliatt ve Sears, 1958). Bu nedenle KTS ilerledikçe APB kasının iğne EMG ölçümlerinde denervasyon bulguları görülür.

Sinir iletim çalışmaları sonuçlarına göre yapılan Bland sınıflaması 6 evreden oluşur ve KTS'nin elektrodiagnostik evrelemesinde kullanılan yaygın yöntemlerden biridir. Bu sınıflama Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Bland, 2000).

Çizelge 2.1. Bland KTS evrelemesi

Evre	Hastalık Şiddeti	Klinik Tablo
Evre 0	Normal	Nörofizyolojik bulgular, duyu ve motor yanıtlar normaldir.
Evre 1	Çok hafif	Yalnızca hassas testlerde (yüzük parmak testi gibi) bulgu verir.
Evre 2	Hafif	2. parmak/bilek duyu siniri iletim hızı yavaşlamıştır (<40 m/s) ama distal gecikme normaldir (<4.5 ms).
Evre 3	Orta	APB için distal motor gecikme vardır (4.5-6.5 ms) ve ikinci parmak için duyu sinir aksiyon potansiyeli korunmuştur.
Evre 4	Şiddetli	APB için distal motor gecikme vardır (4.5-6.5 ms) ve ikinci parmak için duyu sinir aksiyon potansiyeli kaydedilemez. Motor yanıt mevcuttur.
Evre 5	Çok Şiddetli	Distal motor gecikme 6.5 ms'nin üzerine çıkmıştır.
Evre 6	Aşırı Şiddetli	Duyu ve motor yanıt alınamaz.

Ultrasonografi kullanımı, %77 duyarlılık, %92 özgüllüğe sahip olup, n. medianusun kalınlaşması, sinirin tünel içinde düzleşmesi ve fleksör retinakulumun bollaşması (bowing) gibi KTS tanısında önemli değişimleri görmeyi sağlar (Fowler, Gaughan ve Ilyas, 2011). Ayrıca sekonder aksonal dejenerasyon ile demiyelinizan KTS'yi tanımlamada kullanılır (Deng ve diğerleri, 2018).

Manyetik rezonans görüntüleme, KTS tanısı için kullanılan bir diğer alternatiftir. Literatürde %96 duyarlılığa ve %33 özgüllüğe sahip olduğu gösterilmiştir (Jarvik ve diğerleri, 2002).

Tüm bu kullanılan yöntemlere rağmen, KTS için standartlaştırılmış tanı kriterleri ve hastaların cerrahi zamanlaması konusunda bir fikir birliği yoktur (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2024; Harinesan, Silsby ve Simon, 2024).

2.2.4. Tedavi

Karpal tünel sendromunda tedavi, hastanın klinik durumuna göre cerrahi ya da konservatif olarak ilerleyebilir. Hafif ve orta dereceli semptomları olan veya cerrahi tedavinin kontrendike olduğu hastaların ilk tedavisi için konservatif tedaviler önerilirken, şiddetli KTS olan hastalar için genellikle cerrahi tedavi önerilmektedir (Burton ve diğerleri, 2016).

Cerrahi tedavi

Birçok yüksek kaliteli çalışma, ameliyatsız tedaviye kıyasla cerrahi tedavinin üstün etkinliğini göstermiştir (Andreu, Ly-Pen, Millán, de Blas ve Sánchez-Olaso, 2014; Hui ve diğerleri, 2005) ve güçlü kanıtlar KTS'nin cerrahi tedavisini desteklemektedir (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2024). Transvers karpal ligamentin longitudinal olarak kesilmesi ile n. medianus dekompresyonu, cerrahide en sık tercih edilen yöntemdir. Bu işlem, açık cerrahi veya endoskopik yöntemle gerçekleştirilebilir. Karpal tünel sendrom tedavisinde seçilen cerrahi teknik ne olursa olsun, genellikle başarılı bir prosedürdür ve uzun vadeli sonuçları mükemmeldir (Louie ve diğerleri, 2013; Means, Dubin, Patel ve Pletka, 2014). Ayrıca son zamanlarda sadece lokal anestezi ile, turnike kullanılmadan, hastanın tamamen uyanık olduğu “Wide-Awake Local Anesthesia No Tourniquet (WALANT)” el cerrahisi yöntemi de KTS dekompresyonunda uygulanmaktadır. Maliyet tasarrufu, hastanın konforu ve cerrah için kolaylık sağlaması sebepleri ile Kanada'da yapılan (Leblanc, Lalonde ve Lalonde, 2007) KTS ameliyatlarının çoğunda tercih edilen bu cerrahi yöntem ülkemizde de kullanılmaktadır (Ayhan ve Akaslan, 2020).

Konservatif tedavi

Splintleme: KTS’de kullanılan en yaygın konservatif tedavi yöntemi olan splint kullanımının temel amacı el bileğini nötral pozisyonda tutarak aşırı fleksiyon ve ekstansiyonu önlemek ve böylece tünel içindeki basıncı azaltmaktır (Golriz ve diğerleri, 2016). Nörolojik defisiti olmayan ve hafif-orta düzeyde semptomlara sahip olan hastalarda splint kullanımının orta

düzeyde kanıt seviyesine sahip olduğu bildirilmiştir (Karşıdağ, Şahin, Hacikerim Karşıdağ ve Ayalp, 2007; Piazzini ve diğerleri, 2007). Splintler genellikle gece kullanımı için önerilse de hastanın işi ve günlük yaşam aktivitelerine göre gündüz de kullanılabilir.

Bantlama: Bantlama uygulamaları ile karpal tünel üzerindeki artmış basıncın azaltılması ve böylece semptomların azaltılması hedeflenir. Karpal tünel sendromunda kinezyobant uygulaması ile transvers karpal ligamentin uzaması, ödemin azaltılması ve kan-lenf akışının iyileşmesi sağlanabilir (Aktürk, Büyükavcı, Aslan ve Ersoy, 2018). Kinezyobantlamanın fonksiyonu iyileştirmede splintlemeden etkili olduğunu gösteren çalışmalar olsa da üstünlüğü olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Geler Külcü ve diğerleri, 2016; Mansız Kaplan, Akyüz, Kokar ve Yağcı, 2019).

Kortikosteroid Enjeksiyonları: Kortikosteroid enjeksiyonlarının uygulanma amacı, karpal tünel içindeki basınç ve inflamasyonu azaltmaktır. Karpal tünel sendromu için güvenli ve etkili bir konservatif tedavi yöntemi olduğu literatürde bildirilmiştir. Lokal kortikosteroid uygulamasının üç aya kadar semptomları, özellikle gece parestezisini, iyileştirdiği gösterilmiştir (Kirby ve diğerleri, 2021). Platelet-rich plasma (PRP), hyaluronik asit ve lokal anestezikler gibi enjeksiyonlar da KTS tedavisinde kullanılmaktadır (Cage, Beyer ve Ebraheim, 2023).

Fizyoterapi Ajanları: Uygulamasının kolaylığı, non-invaziv olması ve maliyetinin düşük olması sebeplerinden dolayı KTS tedavisinde sıkça kullanılan bu uygulamalar ultrason, Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS), düşük doz lazer, enterferansiyel akım, Ekstrakorporeal Şok Dalgası Terapisi (ESWT) ve iyontoforezis gibi modaliteleri kapsamaktadır (Afşar, Sarıfakıoğlu ve Yalbuzağ, 2014; Hong, Liu ve Yu, 1998; Zaraliev, Georgiev, Karabinov, Iliev ve Aleksiev 2020). Bu uygulamalar, sinir yaralanmalarında iletim hızını iyileştiren bir dizi moleküler reaksiyon yoluyla periferik sinirlerin aksonal rejenerasyonunu artırır (Barbosa ve diğerleri, 2016; Raissi ve diğerleri, 2017). Böylece hastada semptomların iyileşmesini destekler.

El Terapisi: Fizyoterapi başlığı altında özelleşmiş olan el terapisi, geleneksel fizyoterapi tekniklerinden ele spesifik tedavi bileşenlerini içermektedir. Karpal tünel sendromu rehabilitasyonunda kısa ve orta vadede uygulanan bölgesel manuel terapi, diğer tedavi yöntemlerine üstünlük göstermektedir (Chen ve diğerleri, 2025). Ele uygulanan manuel

terapi ile ön kol epinöryumundaki gerginliği azaltmak, karpal tünel içindeki bağ dokuların hareketliliğini artırmak ve böylece n. medianus üzerindeki mekanik stresi azaltmak hedeflenir (Jiménez Del Barrio ve diğerleri, 2021; Pratelli ve diğerleri, 2015). Manuel uygulamalar ile oluşturulan mekanik kuvvetlerin, sinir üzerindeki hassasiyeti azaltabileceği, nosiseptif nöronların eksitabilitesini düşürebileceği ve santral sinir sistemi aracılı ağrı modülasyonunu kolaylaştırabileceği öne sürülmektedir (Voogt ve diğerleri, 2015, Wolny ve Linek, 2019). Bu manuel terapi uygulamaları arasında karpal kemik mobilizasyonları, el içi kaslar ve fleksör retinakulum germe egzersizleri, tendon ve sinir mobilizasyonları, enstrüman destekli yumuşak doku mobilizasyonları ve kayropraktik uygulamaları yer almaktadır (Baker ve Livengood, 2014; Page ve diğerleri, 2012). El terapisi uygulamaları içinde yer alan tendon ve sinir kaydırma egzersizleri, sinir ve tendon hareketliliğini artırarak aksonal taşıma ve sinir iletimini iyileştirmeyi amaçlar (Kim, 2015). KTS hastalarında sinir kaydırma egzersizlerinin KTS semptomlarını iyileştirmeye katkısı olduğunu gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur (Akalın ve diğerleri, 2002; Fernández-de-Las-Peñas ve diğerleri, 2020; Vaidya ve Nariya, 2020).

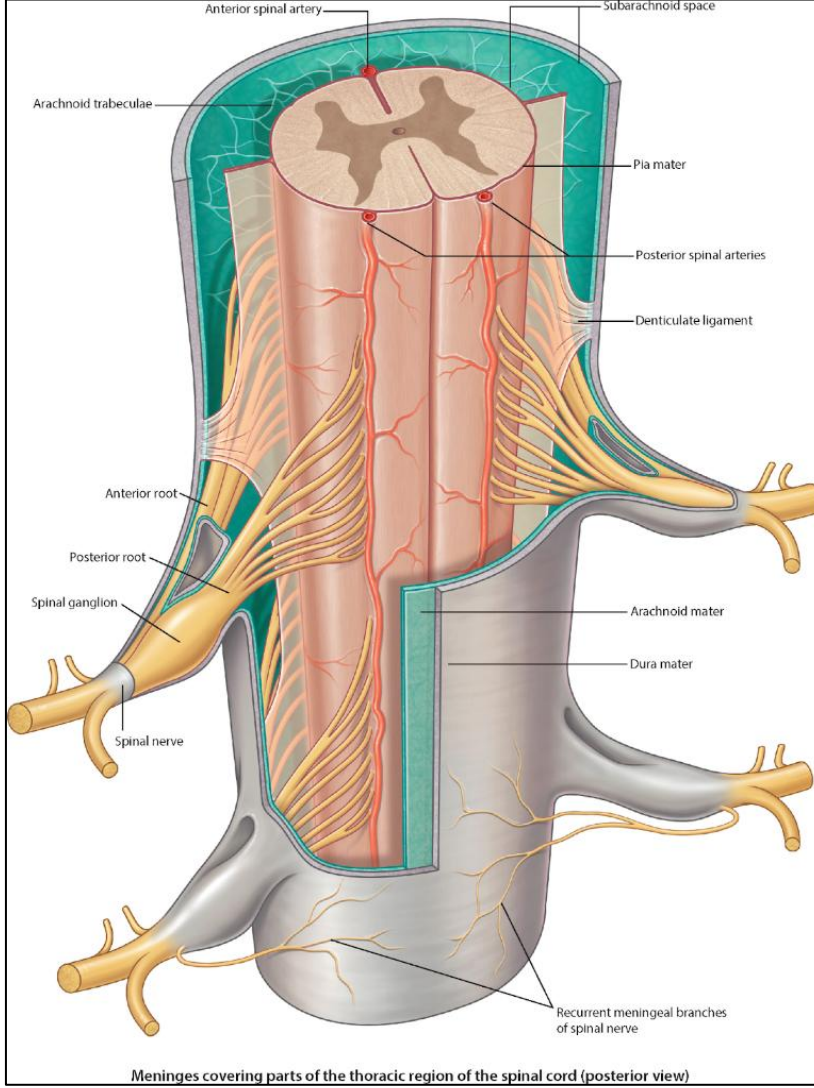
2.3. Nöromobilizasyon

Rehabilitasyon protokollerinde nörodinaminin bozulduğu durumlarda kullanılan nöromobilizasyon egzersizleri, tuzak nöropatilerde de sıklıkla tercih edilmektedir. Sinirin geçtiği eklemlerde meydana gelen hareketler, sinir dokunun da hareketlenmesini sağlar.

2.3.1. Merkezi ve periferik sinir sistemlerinin organizasyonu

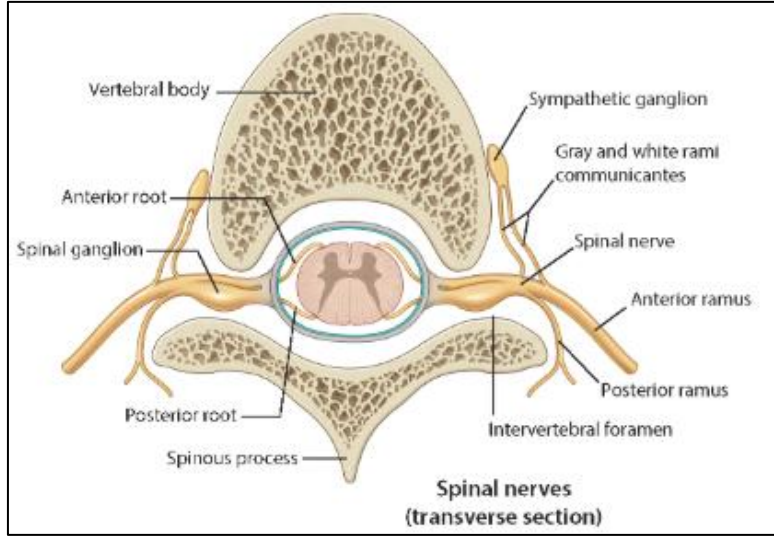
Medulla spinalis (MS), spinal kolon içindeki kanalda bulunur ve beyin-omurilik sıvısı ile çevrilidir. Medulla spinalis, meninks adı verilen bağ doku zarlarıyla sarılıdır: Dıştan içe doğru dura mater, arachnoid mater ve pia mater. Dura mater sert yapıdadır. Proksimalde foramen magnum seviyesinde os occipitale'ye tutunur, distalde ise cauda equinayı sararak filum terminale ile beraber uzanır ve os coccygis'in periostunda sonlanır. Epidural boşluk, hareket esnasında oluşan mekanik baskılara karşı dura mater için esnek bir yastık görevi görür. Başın fleksiyonu ile sinir kökleri ve vasküler yapılar gerilirken ekstansiyonu ile bu dokular üzerinde baskı oluşur. Dura mater ve arachnoid mater sinir köklerini sarar ve foramen intervertebraleden geçerek spinal ganglionları çevreler. Sonrasında dura mater spinal sinirlerin epinöryumuna, arachnoid mater ise perinöryuma dönüşerek perifere devam

eder. MS'in stabilitesinden sorumlu lig. denticulatum, pia materin dorsal ve ventral sinir kökleri arasından bilateral olarak geçmesiyle oluşur ve MS'nin iki tarafında dura matere kadar uzanır (Şekil 2.7) (Kahle ve Frotscher, 2002).



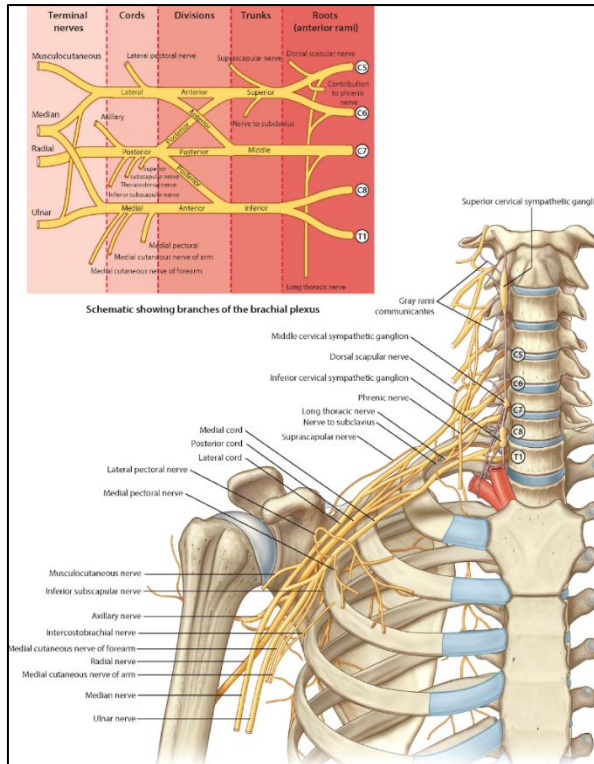
Şekil 2.7. Spinal kord ve meninkslerin posterior görüntüsü (Drake ve diğerleri, 2020)

Medulla spinalisin ön ve arka kökleri (radix anterior ve posterior), foramen intervertebraleler hizasında birleşir ve mikst özellikteki spinal sinirleri oluşturur. Duyuyu taşıyan spinal sinir kökleri MS'ye dorsalden giriş yaparken MS'nin ön boynuz hücrelerinden başlayan motor lifler ise ön kökten ayrılırlar (Şekil 2.8) (Kahle ve Frotscher, 2002).



Şekil 2.8. Spinal sinir ve vertebra transvers kesiti (Drake ve diğerleri, 2020)

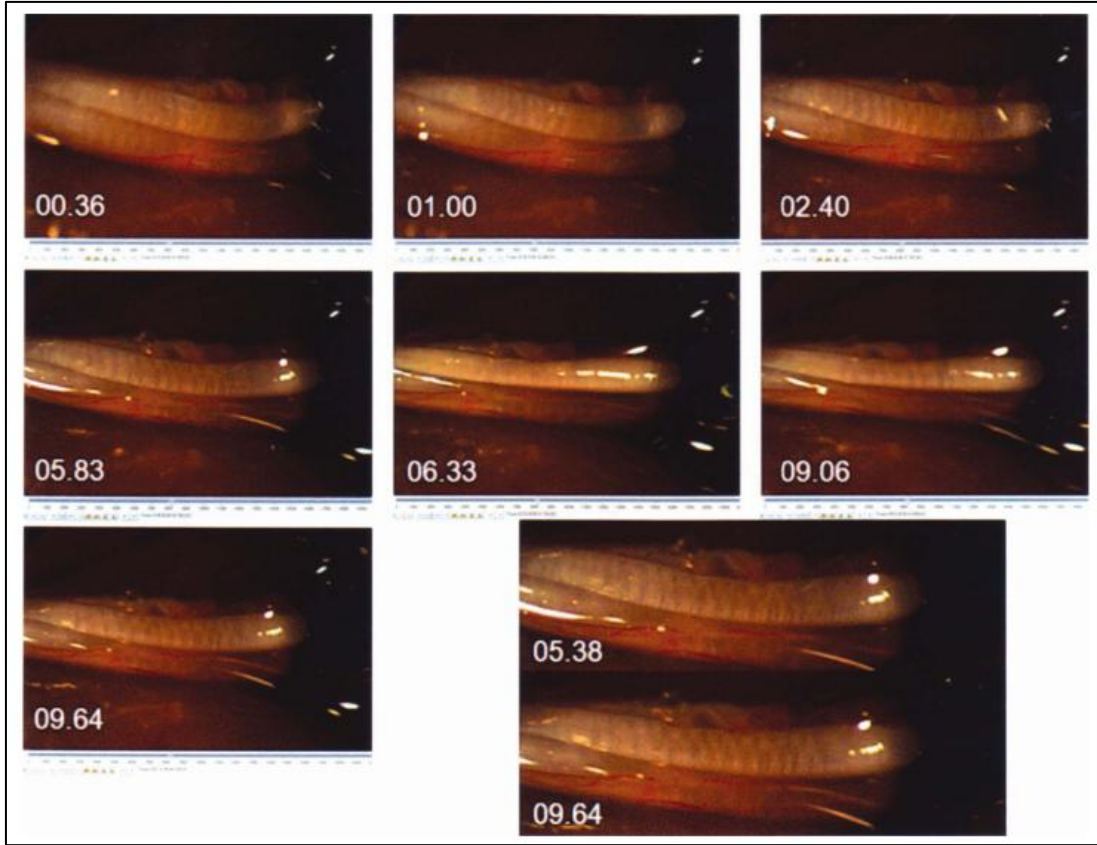
Spinal sinirlerin ön dalları pleksusları oluşturur. Baş ve üst ekstremitayı innerve eden pleksuslar; C1-C4 ön köklerinden oluşan plexus cervicalis ve C5-C8 ve T1 ön köklerinden oluşan plexus brachialis'tir. Plexus brachialis, trapezius ve levator scapula kasları hariç üst ekstremitenin tüm kaslarının motor inervasyonundan sorumludur. Beş kök, üç gövde, altı bölüm, üç kord ve terminal dallardan oluşur (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Plexus brachialisin şematik gösterimi ve anterior görüntüsü (Drake ve diğerleri, 2020)

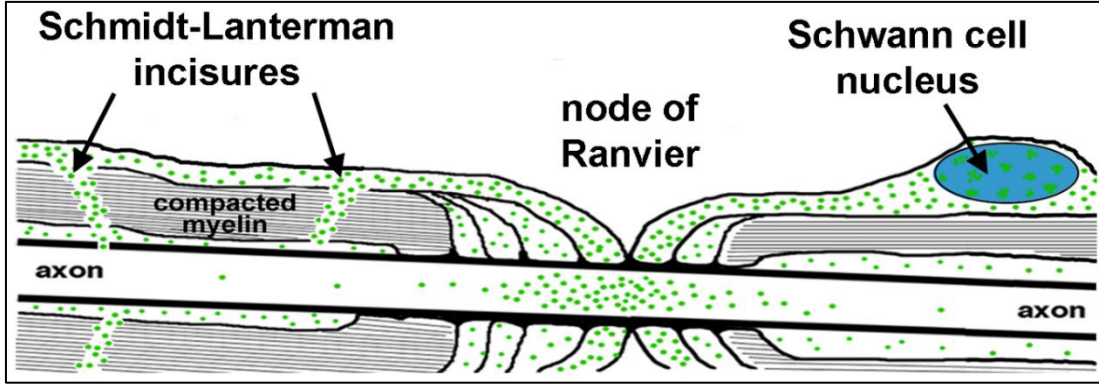
Günlük yaşam aktiviteleri sırasında vücutta meydana gelen postür değişimleri ve eklem hareketlerinden dolayı, periferik sinir sistemi sürekli olarak çeşitli kuvvetlere maruz kalır (Wang ve diğerleri, 2014). Sinir sisteminin mekanik yüklere adapte olabilmesi hayati önem taşır ve uzama, kayma, enine kesit değişimleri, açılma ve kompresyon gibi farklı mekanik olayları ekskürsiyon kapasitesi ile tolere edebilmesi gerekir (Wright ve diğerleri, 2001). Ekskürsiyon, fonksiyonun yerine getirilmesi sırasında düzenli olarak tekrarlanan hareket aralığı olarak tanımlanmaktadır. Sinir sistemini günlük yaşamdaki mekanik streslere karşı koruyan mekanizmalar yetersiz olduğunda nöral ödem, iskemi, fibrozis ve hipoksi meydana gelerek nörodinaminin değişmesine neden olabilir (Butler, 2000; Shacklock, 1995). Karpal tünel sendromu olan hastalarda, sağlıklı kişilere kıyasla n. medianus ekskürsiyonunun hem longitudinal hem transvers yönde azaldığı belirtilmiştir (Ellis ve diğerleri, 2017; Liu ve diğerleri, 2021).

Periferik sinirler, sinir yatağının uzunluğundaki belirgin değişikliklere uyum sağlamak ve bu mekanik yüklere cevap verirken impuls iletimini de sürdürmek zorundadır. Bu fonksiyon, sinir sisteminde impuls iletimi ile ilişkili yapılar (aksonlar, miyelin ve Schwann hücreleri) ve bu dokuları destekleyen/koruyan yapılar (nöroglia, meninksler vs.) aracılığı ile sağlanır. Aksonlar, endonöral tüpler içinde dalgalı bir şekilde seyretmelerinden dolayı sinirin esneyebilmesine olanak tanır. Bu esnemeyi sağlayan yapılara “Fontana’nın spiral bantları” denir ve bu bantlar sinirin kompresyona uğradığı bölgelerde görülmez (Butler ve diğerleri, 1991). İlk kez 1779’da tanımlanan Fontana bantları; periferik sinirler boyunca görülen enine veya oblik, dalgalı bantlardır. Perinöryumda bulunan spiral biçimli perinöral bantlar ve endonöryumda bulunan dalgalı seyreden endonöral bantların ışık altında üst üste gelmesi ile oluşan bir görüntüdür. Sinirde bir gerilim meydana geldiğinde bu bantların birbirinden uzaklaştığı, gevşetildiğinde ise eski haline döndüğü görülür. Resim 2.1’de 4 mm uzunluğunda, proksimal ve distalden gerilmiş bir sıçan siyatik siniri kesitinin gerilime karşı verdiği cevap görülmektedir. Mümkün olan maksimum germe 6.33 saniye sonunda yapılmış ve bantların birbirinden ayrılıp sonunda kaybolduğu, aynı zamanda sinirin çapının da azaldığı görülmüştür. Sinir kesitine uygulanan gerim sonlandırıldığında sinir toparlanmaya başlamış; 5.38. saniyedeki görüntü ile gevşeme periyodunda 9.38. saniyedeki görüntünün neredeyse aynı olduğu görülmüştür. Bu durum, sinirin gerim kuvvetlerine karşı mekanik olarak nasıl tepki verdiğini ve geri dönüşünün ne kadar hızlı olduğunu göstermektedir (Merolli, Mingarelli ve Rocchi, 2012).



Resim 2.1. Sıçan siyatik sinirinde Fontana bantlarının mekanik kuvvetler altında görüntüsü (Merolli ve diğerleri, 2012)

Periferik sinirlerde bulunan bir diğer yapı ise “Schmidt–Lanterman yarıkları”dır (Şekil 2.10). Bu yapı, miyelinli sinir liflerinde, Schwann hücresi zarlarının sinir etrafına sarılması sırasında lameller arasında kalan sitoplazmik köprülerdir. İnce kanallar oluşturarak akson ve Schwann hücresi arasında metabolit ve iyon değişimini sağlar. Ayrıca sinir hareketleri boyunca miyelin lamellere mikro düzeyde esneklik sağlayarak ekskürsion hareketine katkı sağlar. KTS'deki uzun süreli kompresyon, Schmidt–Lanterman yarıklarının kaybolmasına yol açabilir. Bu durum, sinir iletiminde yavaşlama ve sinir demiyelinizasyonuna dolayısı ile sinirde fonksiyon kaybına sebep olur. Bu fonksiyon kayıpları, EMG ölçümleri ile belirlenebilir. (Balice-Gordon, Bone ve Scherer, 1998; Butler ve diğerleri, 1991; Terada ve diğerleri, 2019).



Şekil 2.10. Schmidt-Lantermann yarıklarının gösterimi (Sotelo ve diğerleri, 2013)

2.3.2. Nöromobilizasyon egzersizleri

Nöromobilizasyon (NM) egzersizleri sinir sistemi ve çevresinde homeostazı yeniden sağlamayı amaçlayan hareket temelli bir egzersiz yöntemidir (Basson ve diğerleri, 2017). Nörodinaminin bozulduğu durumlarda kullanılan NM egzersizleri, sinir ve çevresindeki dokuların arasındaki dinamik dengeyi yeniden sağlamayı, nöral doku üzerindeki basıncı azaltmayı ve böylece optimum fizyolojik işlevi sağlamayı amaçlar (Butler, 2000; Ellis ve Hing, 2008; Shacklock, 1995). Bu egzersizler, esas olarak, nöral yapılar, fasya ve bağ dokular dahil olmak üzere tüm sinir sistemi ve bunu çevreleyen yapılara odaklanır. Bu egzersizler, manuel manipülasyonlar ve eklem hareketleri aracılığı ile siniri çevreleyen yumuşak doku hareketliliğinin geri kazanılmasında kullanılır (Basson ve diğerleri, 2017; Coppieters ve diğerleri, 2015; Mateus, Rebelo ve Silva, 2020).

Nöromobilizasyon egzersizleri germe ve kaydırma olarak iki teknik ile uygulanabilir. Germe tekniği ile uygulanan NM egzersizlerinde eklemler eş zamanlı hareket ettirilerek sinirin proksimal ve distal uçları birbirinden uzaklaştırılır, sinir sisteminin gerilimi artırılır (Beltran-Alacreu, Jiménez-Sanz, Carnero ve La Touche, 2015). Kaydırma tekniği ile uygulanan NM egzersizlerinde ise sinirin katettiği en az iki eklem dönuşümlü olarak hareket etmesi ile fizyolojik ekskürsiyon hareketi oluşturulur ve sinir sistemine optimal düzeyde mekanik yük binmesi sağlanır. Kaydırma tekniği, germe tekniğine göre daha güvenli kabul edilir ve akut yaralanmalar, postoperatif rehabilitasyon ile sinir irritasyonuna ve sıkışmasına yol açabilecek durumlar için daha uygundur. Nöromobilizasyon tekniklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, el bileği seviyesinde kaydırma tekniği ile yapılan egzersizlerde germe tekniğine göre 2 kat daha fazla longitudinal ekskürsiyon meydana geldiği ve dirsek fleksiyonu ile

kombine el bileği hareketlerinin median sinirin ekskürsionunu artırdığı bulunmuştur (Coppieters ve Butler, 2008).

Nöromobilizasyon egzersizleri ile sinirin çevre dokulara göre kayması kolaylaşır, adezyonlar açılır, nöral vaskülaritesi artar ve aksoplazmik akışı iyileşir (Dabholkar, Kalbande ve Yardi, 2013; Grieve, Boyling ve Jull, 2004; Pınar, Enhoş, Ada ve Güngör, 2005). Literatürde NM egzersizlerinin KTS'de eklem hareket açıklığını, ağrıyı ve kavrama gücünü artırmada etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Duman, Davul, Hallaçeli, Doğramacı ve Uruç, 2021; Ijaz ve diğerleri, 2022; Wright, Glowczewskie, Wheeler, Miller ve Cowin, 1996). Bu faydaları sağlayan mekanizmalar yalnızca ekskürsion ile değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemindeki değişikliklerle de açıklanabileceği belirtilmiştir (Coppieters ve Butler, 2008).

NM egzersizlerinin KTS semptomları üzerine etkisini inceleyen bir meta analizde, ağrı ölçütü için orta dereceli etki büyüklüğü ve istatistiksel olarak anlamlı fark görüldüğü bildirilmiştir. Kaba ve ince kavrama kuvveti, iki nokta diskriminasyonu için diğer fizyoterapi yöntemlerine kıyasla istatistiksel fark olmasa da NM egzersizleri lehine orta dereceli etki büyüklüğü sonucuna varmışlardır. Bu egzersizler ayrıca semptom şiddetinde orta dereceli etki büyüklüğü sağlamış ancak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamışken, fonksiyon için büyük etki büyüklüğü ile istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Paraskevopoulos ve diğerleri, 2023).

Karpal tünel sendromu, genellikle lokal bir periferik nöropati olarak kabul edilmektedir. Ancak son çalışmalar KTS'nin santral sensitizasyonu da içeren karmaşık bir ağrı sendromunu temsil ettiğini bildirmekte ve NM egzersizlerinin santral sensitizasyonda da iyileşme sağladığını göstermektedir (Bialosky ve diğerleri, 2009; de-la-Llave-Rincón, Puentedura ve Fernández-de-las-Peñas, 2012).

Karpal tünel sendromunun çok yönlü etiyolojisi ve patofizyolojisi göz önüne alındığında tedavide kullanılan konservatif yöntemlerin etkileri halen araştırılmaktadır. Güncel tedavi yaklaşımlarından olan NM egzersizlerinin KTS semptomlarını iyileştirdiğini gösteren çalışmalar bulunsada kanıt değerleri sınırlıdır. Ancak KTS patogeneğinde, sinirdeki mobilité yeteneğinin azalmasının rol oynadığı ve bu nedenle NM egzersizleri ile sinirde kayma etkisi oluşturmaının önemi kanıtlanmıştır.

Santral sinir sistemindeki meninkslerin anatomik yapısı incelendiğinde dura mater, araknoid mater ve pia materin merkezde tek tabaka halinde bulunurken, spinal kök seviyesinde hem sağ hem sol tarafta periferik sinir kılıflarına dönüştüğü görülür. Bu anatomik bağlantı göz önünde alındığında bir taraftaki periferik sinire uygulanan nöromobilizasyon egzersizinin, karşı taraftaki sinirin de hareketliliğini artırabileceği, böylece sinir ekskürsiyonuna katkıda bulunarak KTS semptomlarını iyileştirebileceği düşünülmüştür. Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmada, KTS hastalarında NM egzersizlerinin her iki ekstremitede uygulanmasının klinik bulgulara etkileri araştırılmış ve sonuçlar sadece semptomatik ekstremitede uygulanmasının sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Nisan 2024- Haziran 2025 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü ve Ankara Üniversitesi İbn-i Sina Hastanesi El Cerrahisi Bilim Dalı iş birliği ile yapıldı.

Prospektif, çift kör ve randomize kontrollü olarak tasarlanan bu çalışma, Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Etik Komisyonu tarafından 16 Nisan 2024 tarihinde onaylandı (Araştırma Kod No: 2024- 611) (EK-1) ve çalışma protokolü <https://www.clinicaltrials.gov> web sitesine NCT06554405 kodu ile kaydedildi. Ayrıca bu çalışma, CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) kılavuzlarına uygun olarak yürütülmüş ve raporlanmıştır.

3.1. Katılımcılar

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi İbn-i Sina Hastanesi El Cerrahisi Polikliniğine başvuran ve aşağıda verilen işleme kriterlerine uyan hastalar üzerinde yapıldı. Uygun hastalar çalışma hakkında bilgilendirildi ve çalışmaya davet edildi.

Çalışmaya dâhil edilecek hasta sayısına karar vermek için örneklem büyüklüğü analizi yapılması planlandı. Ancak çalışmanın yöntemine uygun benzer çalışma olmaması nedeniyle, bu hesaplamanın, pilot çalışma verileri üzerinden yapılmasına karar verildi. Bunun için her grupta onar kişi olacak şekilde pilot çalışma yapıldı. G-Power 3.1 programı kullanılarak yapılan örneklem büyüklüğü analizinde Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi Semptom Şiddeti Ölçeği alt skoru temel alındı ve yapılan analiz sonucunda %80 güce ulaşmak için her grupta 12 kişi olması gerektiği hesaplandı.

Çalışmaya kriterlere uygun olan hastalar gönüllülük esasına dayalı olarak dahil edildi. Katılımcıların sözlü olarak ve standart bir Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu ile yazılı olarak onamları alındı (EK-2, EK-3).

3.1.1. Dâhil etme kriterleri

- 18 yaş ve üzeri olmak
- Tek taraflı KTS tanısı almış olmak
- Semptomların 12 haftadan daha uzun bir süredir var olması

- El cerrahı tarafından cerrahi endikasyonu belirlenmiş ve ameliyat bekleme listesinde bekliyor olmak (Bland sınıflamasına göre seviye 4 ve üzeri) (Bland, 2000)

3.1.2. Dışlama kriterleri

- Her iki üst ekstremitede başka bir hastalık (tetik parmak, osteoartrit, tenosinovit gibi) tanısı varlığı
- Karşı tarafta KTS bulgusu ya da şikâyeti varlığı
- Her iki üst ekstremitede geçirilmiş cerrahi, travma ya da kırık öyküsü varlığı
- KTS için son 3 ay içinde enjeksiyon tedavisi almış olmak
- Kooperasyon zayıflığı varlığı
- Kontrol edilemeyen veya KTS etiolojisinde yer alan sistemik hastalık öyküsü (diyabet, tiroid hastalıkları, romatoid artrit gibi) varlığı
- Hamile ya da son 3 ay içinde doğum yapmış olmak,
- Son 3 ay içinde düzenli ortez kullanmış ve/veya fizyoterapi almış olmak
- Belirgin tenar atrofi nedeniyle erken cerrahi müdahale endikasyonuna sahip olmak

3.1.3. Çalışmadan çıkarılma kriterleri

Çalışma süreci içerisinde başka herhangi bir tedavi programına dâhil olan hastaların çalışmadan çıkarılması planlandı.

3.2. Çalışma Tasarımı

Çalışmamız, çift kör, paralel gruplu randomize kontrollü tasarımlı bir çalışma olarak planlandı. Hastaların değerlendirmeleri, hastanın dâhil olduğu grubu bilmeyen bir araştırmacı tarafından, tedavileri ise değerlendirme sonuçlarına kör bir araştırmacı tarafından yapıldı.

Çalışmanın etik izninin alınmasından sonra çalışmaya uygun olup katılmayı kabul eden ve bilgilendirilmiş onam formunu imzalamış katılımcılar blok randomizasyon yöntemi ile unilateral ve bilateral nöromobilizasyon gruplarına dağıtıldı.

Değerlendirmeler tedavi öncesi ve sonrasında olmak üzere toplam iki kez deneyimli bir fizyoterapist tarafından, benzer çevresel şartlarda yapıldı ve bulgular değerlendirme formuna kaydedildi (EK-4).

Tedavi, dört hafta süre ile haftada iki kez olmak üzere toplamda sekiz seans uygulandı. İki gruba da klasik masaj, nöromobilizasyon egzersizi ve soğuk uygulamayı içeren tedavi programı uygulandı. Unilateral nöromobilizasyon grubu (UNI) yalnızca semptomatik tarafta nöromobilizasyon egzersizi yaparken bilateral nöromobilizasyon grubu (BIL) önce semptomatik sonra nonsemptomatik tarafta nöromobilizasyon egzersizi uyguladı.

3.3. Değerlendirmeler

Değerlendirmeler tüm katılımcılar için aynı standartlarda (sessiz bir odada, aynı masa, sandalye ve cihazlar kullanılarak, aynı sıra ile) yapıldı. Değerlendirmelerde ağrı düzeyi sorulduğu için hastalardan, değerlendirme zamanından önceki son 24 saat içinde ağrı kesici ilaç kullanmamaları istendi. Ölçümlerden önce katılımcılara değerlendirmeler hakkında bilgi verildi ve her farklı değerlendirme parametresi için hastaların ölçüm öncesi bir kez deneme yapmasına izin verildi. Her farklı ölçüm arasında bir dakika dinlenme süresi verildi.

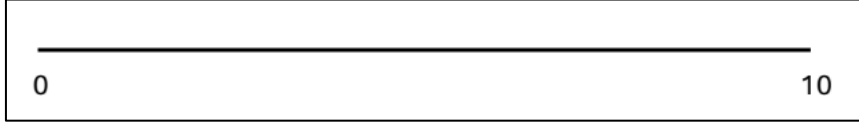
3.3.1. Demografik bilgiler ve hastalık geçmişinin kaydedilmesi

Katılımcıların yaş (yıl), boy uzunluğu (santimetre), vücut ağırlığı (kilogram), meslek ve cinsiyetten oluşan demografik bilgileri hastaya özel değerlendirme formuna kaydedildi (EK-4). Sonrasında semptomatik taraf (sağ/sol), dominant taraf (sağ/sol), şikâyet süresi (yıl), kronik hastalık öyküsü, Bland sınıflaması ve mevcut hastalığa ilişkin almış olduğu tedaviler hastaya sorularak ve poliklinik notlarından yararlanılarak kaydedildi. Dominant taraf belirlemesi için katılımcıya yazı yazmada hangi elini tercih ettiği soruldu.

3.3.2. Ağrı düzeyi değerlendirmesi

Katılımcıların ağrı düzeyi Vizüel Analog Skala (VAS) ile değerlendirildi (Şekil 3.1). Bu değerlendirme, 10 cm uzunluğunda, bir ucunda 0 diğer ucunda 10 yazan bir çizgiden oluşur. Katılımcıya 10 cm'lik çizginin en solunda (sıfır değeri) yer alan noktanın “ağrı yok”, en sağında (on değeri) yer alan noktanın ise “dayanılmaz/olabilecek en kötü ağrıyı” temsil ettiği bilgisi verildi. Aktivite, istirahat ve uyku durumlarında el ve el bileği çevresinde

deneyimlediği ağırların her biri için 10 cm uzunluğundaki çizgi üzerinde işaretleme yapması istendi. Katılımcının işaretlemiş olduğu noktanın sıfır değerine uzaklığı mezura kullanılarak ölçüldü ve cm olarak kaydedildi (McCormack, Horne ve Sheather, 1988).

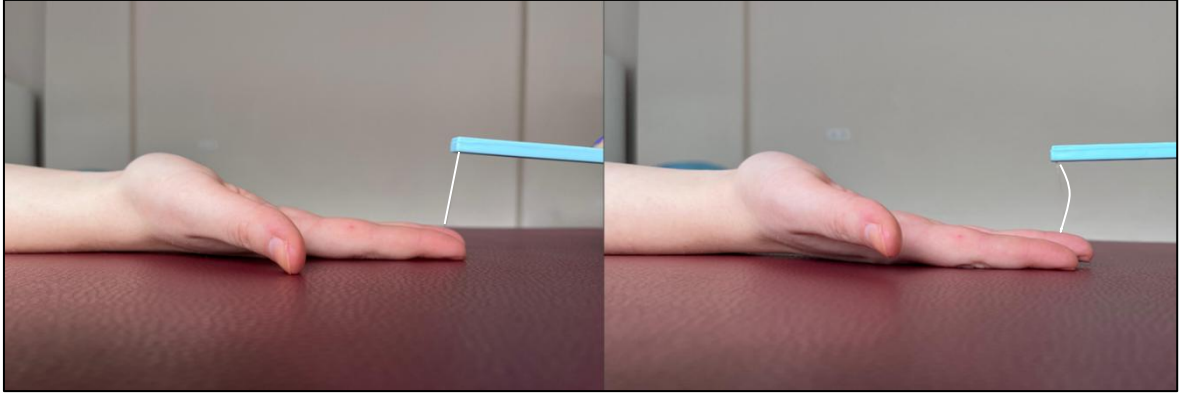


Şekil 3.1. Vizüel analog skala

3.3.3. Hafif dokunma ve basınç duyusunun değerlendirilmesi

Hafif dokunma ve basınç duyusu değerlendirmesi, KTS'li bireylerde duyuyu değerlendirmek için geçerli bir eşik testi olan Semmes-Weinstein Monofilament testi ile yapıldı (Raji, Ansari, Naghdi, Forogh ve Hasson, 2014). Bu test kitinde değerleri 1,65 (0.008 gr/f) ve 6,65 (300 gr/f) arasında değişen 20 adet monofilament bulunur. Ölçüme 2,83 değerli (0.07 gr/f) monofilamentle başlanır ve katılımcının bu monofilamenti hissedip hissetmediğine göre daha yüksek (daha kalın) veya düşük değerli (daha ince) monofilamente geçilir. Filamentlerin uyguladığı kuvvete göre 0.008 ila 0.07 gr/f arasındaki değerler normal duyuyu, 0.16 ila 0.40 gr/f arasındaki değerler azalmış hafif dokunma duyusunu, 0.60 ila 2.00 gr/f arasındaki değerler azalmış koruyucu duyuyu ifade eder.

Bu değerlendirme, katılımcının gözleri kapalı ve ön kolu destekli bir şekilde masanın üzerinde, ön kol supinasyon pozisyonunda iken yapıldı. Ölçümler birinci ve ikinci parmak pulpasından alındı. Filamentler, 2.83 değerli (0.07 gr/f) filament ile başlanarak 90 derece açı ile 1.5 saniye boyunca parmak pulpasına 3 kez dokunduruldu (Resim 3.1). Değerlendirmeler önce nonseptomatik sonra semptomatik tarafa olacak şekilde iki taraflı gerçekleştirildi. Her dokunma sonrası katılımcıya “Hissettiniz mi?” sorusu soruldu. Üç dokunmadan en az ikisine “evet” cevabını verdiğinde o monofilamentin verdiği basıncı hissettiği kabul edildi ve daha ince olan monofilamente geçildi. Hissetmediği ya da yanlış cevap verdiği durumda ise daha kalın olan monofilamente geçildi. Hastanın üç tekrarın en az ikisini hissettiği en ince monofilament değeri, hastanın hafif dokunma ve basınç duyusu eşiği olarak kaydedildi. Bu test sırasında sonuca ulaşana kadar mola verilmedi.



Resim 3.1. Semmes-Weinstein monofilament testinin uygulaması

3.3.4. Kavrama kuvveti değeriendirilmesi

Kaba kavrama ve üç farklı tipte ince kavrama kuvveti değeriendirildi.

Kaba kavrama kuvvetinin değeriendirilmesinde hidrolik el dinamometresi (Baseline®, ABD) kullanıldı. Ölçüm, Amerikan El Terapistleri Derneği'nin belirlediği standart pozisyonda yapıldı (Fess ve Moran, 1981). Bu pozisyonda kişi sırtı destekli bir sandalyede, dizleri 90 derece fleksiyonda ve ayakları yere tam temas edecek şekilde oturur (Resim 3.2A). Dirseği 90 derece fleksiyonda ve el bileği nötral pozisyondadır (Resim 3.2B). Kişiden dinamometreyi maksimum kuvvet ile sıkması istenir. Ölçüm 3 kez tekrarlandı ve ortalama değeri kg/f olarak kaydedildi.



Resim 3.2. Kaba kavrama ölçümünde pozisyonlama

İnce (Pinç) kavrama kuvvetinin değerlendirilmesinde mekanik pinçmetre cihazı (Baseline®, ABD) kullanıldı. Sırasıyla lateral kavrama, ikili (bipod) kavrama ve üçlü (tripod) kavrama ölçümleri ayrı ayrı gerçekleştirildi. Katılımcı, önceki paragrafta belirtilen şekilde konumlandırıldı. Lateral kavrama için katılımcıdan pinçmetrenin uç kısmını başparmağı ve ikinci parmak orta falanksın lateral yüzü arasında kavrayarak maksimum kuvvetle sıkması istendi (Resim 3.3A). İkili kavrama kuvveti ölçümü için katılımcıdan pinçmetreyi başparmak ve ikinci parmak pulpası arasında (Resim 3.3B), üçlü kavrama kuvveti ölçümü için ise başparmak, ikinci parmak ve üçüncü parmak arasında maksimum kuvvetle sıkması istendi (Resim 3.3C). Her ölçüm 3 kez tekrarlandı ve ortalama değer kg/f olarak kaydedildi.



Resim 3.3. İnce kavrama kuvveti ölçümünde tutuş pozisyonları

Her ölçüm 3 defa tekrarlandı ve ortalaması kilogram/kuvvet (kg/f) cinsinden kaydedildi. Değerlendirmeler önce nonseptomatik sonra septomatik tarafa olacak şekilde iki taraflı gerçekleştirildi. Değerlendirme sırasında tüm katılımcılara motivasyon yükselten komutlar verildi. Her ölçüm arasında bir dakika mola verildi.

3.3.5. Semptom şiddeti ve fonksiyonel düzey değerlendirmesi

Katılımcıların hastalık semptom şiddeti ve fonksiyonel düzey değerlendirmesi için Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BKTSA) Türkçe versiyonu kullanıldı (EK-5). BKTSA; karpal tünel sendromuna sahip hastalar için oluşturulmuş, hastalığın semptom şiddetini ve fonksiyonunu değerlendiren ve bireyin kendi kendine uyguladığı bir ankettir. Karpal tünel sendromunda hastalığa özgü geliştirilen anketler arasında Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi'nin (BKTSA) KTS'de kullanılan en geçerli ve güvenilir anket olduğu bildirilmiştir (Bakhsh ve diğerleri, 2012). Bireyin son iki hafta içerisindeki semptomlarını ve fonksiyonel durumunu sorgulayan iki alt başlığa sahiptir. Semptom Şiddeti Ölçeği (SSÖ) alt başlığı, çoktan seçmeli ve her cevabın sayısal karşılığının olduğu 11 soru içerir. Her soru için değerleri 1 (en hafif) ila 5 (en şiddetli) arasında olan bir yanıt seçilir. Fonksiyonel Durum Ölçeği (FDÖ) alt başlığı ile hastalığın günlük yaşam aktivitelerine etkisi değerlendirilir. Bu

bölüm 8 soru içerir ve her soru değerleri 1 puan (zorlanmadan yapıyorum) ile 5 puan (el veya el bileği şikâyetlerim nedeniyle hiç yapamıyorum) arasında değişen seçenekler ile cevaplanır. Toplam puanın soru sayısına bölünmesi ile bölüm puanları hesaplanır. Toplam puan 1 ile 5 arasında olabilir. Puanın yüksek olması, artmış semptom şiddeti ve azalmış fonksiyonel durumu gösterir (Levine ve diğerleri, 1993). Anketin Türkçe geçerlik güvenirlik çalışması Sezgin ve diğerleri (2006) tarafından yapılmıştır.

3.4. Tedavi Planı

Çalışmaya katılan katılımcıların tümü 4 hafta boyunca haftada 2 seans olmak üzere tedaviye alındı. Tedavi programının ilk seansı hasta eğitimini ve tüm tedavi modalitelerini (klasik masaj, nöromobilizasyon egzersizi ve buz uygulaması) hastaya öğretmeyi içerecek şekilde yüz yüze yapıldı. Sonraki tedavi seansları ise senkronize video konferans yöntemi ile telerehabilitasyon şeklinde uygulandı. Bu yöntemde hastalarla haftada 2 kez akıllı telefon aracılığıyla senkronize (canlı) video konferans yapıldı. Bu canlı video konferans seanslarının daha verimli ve standardize olması için hastalara yüz yüze yapılan ilk seansta telerehabilitasyon seansları için bilgilendirme yapıldı. Bu bilgilendirmede hastadan seans sırasında iyi internet bağlantısı olan sessiz bir ortamda olması ve bir masada oturarak telefonunu sabitlemesi (telefon tutucu kullanarak veya ağır bir objeye dayayarak) istendi. Tüm katılımcılar ilk görüşmede hastalık hakkında bilgilendirildi ve günlük yaşam aktivite modifikasyonları planlandı. Hastadan video konferans yapılmayan günlerde tedavisini ev programı olarak sürdürmesi istendi. Her canlı görüşmede hastanın ev programına uyumu sözel olarak soruldu. Ev programına uyumunu artırmak için kısa mesajla hatırlatmalar yapıldı ve tedavide yer alan klasik masaj ve NM egzersizlerinin uygulama videoları hastalara iletildi. Tedavi programı ve önerilerin detayları aşağıda verilmiştir.

3.4.1. Klasik masaj uygulaması

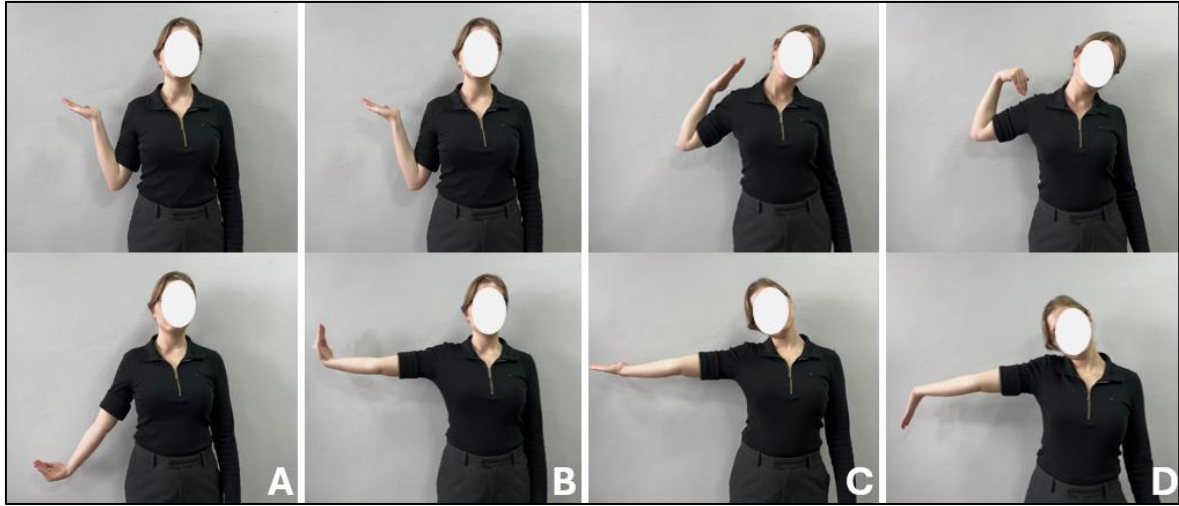
Klasik masaj, literatürde Madenci El Masajı Tekniği (MEMT) olarak tanımlanan şekilde uygulandı. Teknik ön kol, el bileği ve elin volar yüzeyine 30 saniye öfleraj (stroking), 60 saniye friksiyon, 30 saniye petrisaj (kneading), 30 saniye sallama (shaking) ve 30 saniye öfleraj tekniklerinin peşpeşe uygulanmasından oluşur ve 3 dakikada tamamlanır (Madenci, Altındag, Koca, Yılmaz ve Gur, 2012). Öfleraj, elin vücut yüzeyinde kaydırılmasıdır. Masaj tedavisine başlarken ve bitirirken kullanılan bu yöntemin amacı refleks etki elde etmektir.

Öfleraj uygulamasının, dolaşımı artırıcı, sedatif, ağrı ve ödem azaltıcı, endorfin salınımını uyarısı etkisi vardır. Friksiyon uygulaması, deri ile deri altı dokuların birlikte hareket ettirilmesini sağlayarak kas ve konnektif dokudaki fibrositik nodülleri dağıtır, dokuların hareketliliğini artırır, dokulardaki adezyon ve skar doku gelişimini engeller ve çözer. Petrisaj uygulamasında fasya ve altındaki kas kitlesi kaldırılması, yuvarlanması ve hafifçe sıkıştırılmasıyla kan akımının hızlanması ve deri esnekliğinin artması sağlanır. Ayrıca histamin salgılanmasını uyarak vazodilatasyona yol açar, eklemlerin etrafındaki patolojik oluşumları dağıtır, bölgedeki lenfatik ve venöz drenajı artırarak ödemi ve ağrıyı hafifletir. Sinirin seyri boyunca yapılan küçük friksiyonlar, sinir kılıfını ve dokusunu doğrudan etkilemez ancak dolaşımın artması ile sinirin beslenmesine destek sağlar. Sallama uygulaması ödemi ve adezyonları azaltır, dolaşımı artırır ve sinir kılıfı içindeki lenf drenajını iyileştirir (Cassar, 1999; Yüksel, 2018). Tekniğe uygun şekilde n. medianus trasesi boyunca klasik masaj uygulaması hastalara ilk tedavi seansında öğretildi. Her tedavi seansının başında hastadan bu masajı öğretildiği şekilde yapması istendi.

3.4.2. Nöromobilizasyon egzersizleri

Tedavi programında n. medianus için Paquette ve diğerleri (2021) tarafından geliştirilmiş ve kabul edilebilir, güvenli ve uygulanabilir bulunan nöromobilizasyon egzersizleri kullanıldı. El, el bileği, dirsek, omuz ve boyun hareketlerini içeren egzersizler 4 hafta boyunca, günde 3 kez, 15 tekrar olacak şekilde uygulandı.

Bu egzersiz programında, egzersizler her hafta değişmektedir. İlk hafta egzersizinde omuz hafif abduksiyonda (30° - 45°) iken dirsek fleksiyonu ile el bileği ekstansiyonu ve dirsek ekstansiyonu ile el bileği fleksiyonu yaptırıldı (Resim 3.4A). İkinci hafta, omuz hafif abduksiyonda iken dirsek fleksiyonu ile el bileği ekstansiyonu ve omuz 90° abduksiyonda iken dirsek ekstansiyonu ile el bileği fleksiyonu yaptırıldı (Resim 3.4B). Üçüncü hafta el bileği nötral pozisyonda ve omuz hafif abduksiyonda iken dirsek fleksiyonu ile birlikte boynun zıt tarafa lateral fleksiyonu ve dirsek ekstansiyonu ile boynun aynı tarafa lateral fleksiyonu yapılması istendi (Resim 3.4C). Dördüncü haftada omuz abduksiyonda iken el bileği fleksiyonu, dirsek fleksiyonu ve boynun zıt tarafa lateral fleksiyonu ve el bileği ekstansiyonu, dirsek ekstansiyonu ve boynun aynı tarafa lateral fleksiyonu yapılması istendi (Resim 3.4D).



Resim 3.4. Nöromobilizasyon egzersizlerinin uygulaması

Çalışma gruplarından UNI grubu, nöromobilizasyon egzersizlerini yalnızca semptomatik tarafa uygularken, BIL grubu sırasıyla semptomatik ve nonsemptomatik tarafa uyguladı.

3.4.3. Soğuk uygulama

Soğuk uygulama (kriyoterapi) genellikle kas-iskelet sistemi problemlerinde ağrıyı hafifletmek ve inflamasyonu azaltmak için uygulanır (Banfi, Lombardi, Colombini ve Melegati, 2010). Katılımcılardan masaj ve nöromobilizasyon egzersizlerini tamamladıktan sonra 12 dakika süre ile el ve el bileği çevresine buz paketi ile soğuk uygulama yapmaları istendi.

3.4.4. Günlük yaşam aktivitesi modifikasyonu ve hasta eğitimi

İlk görüşmede hasta ile beraber günlük hayatında rutin olarak yaptığı aktiviteler, hobileri, semptomlarını olumlu ya da olumsuz etkileyen durumlar değerlendirildi. Hastalara günlük yaşamlarında karpal tünel üzerindeki basıncı artıran aşırı ekstansiyon ve aşırı fleksiyon hareketlerinden kaçınılması önerildi (bez sıkmak, çamaşır çırpma, ağır poşet taşımak, örgü örmek gibi). Kaçınmanın mümkün olmadığı aktiviteler için modifikasyonlar (market alışverişine giderken sırt çantası kullanmak, bez yerine kullan-at havlu kullanmak gibi) önerildi.

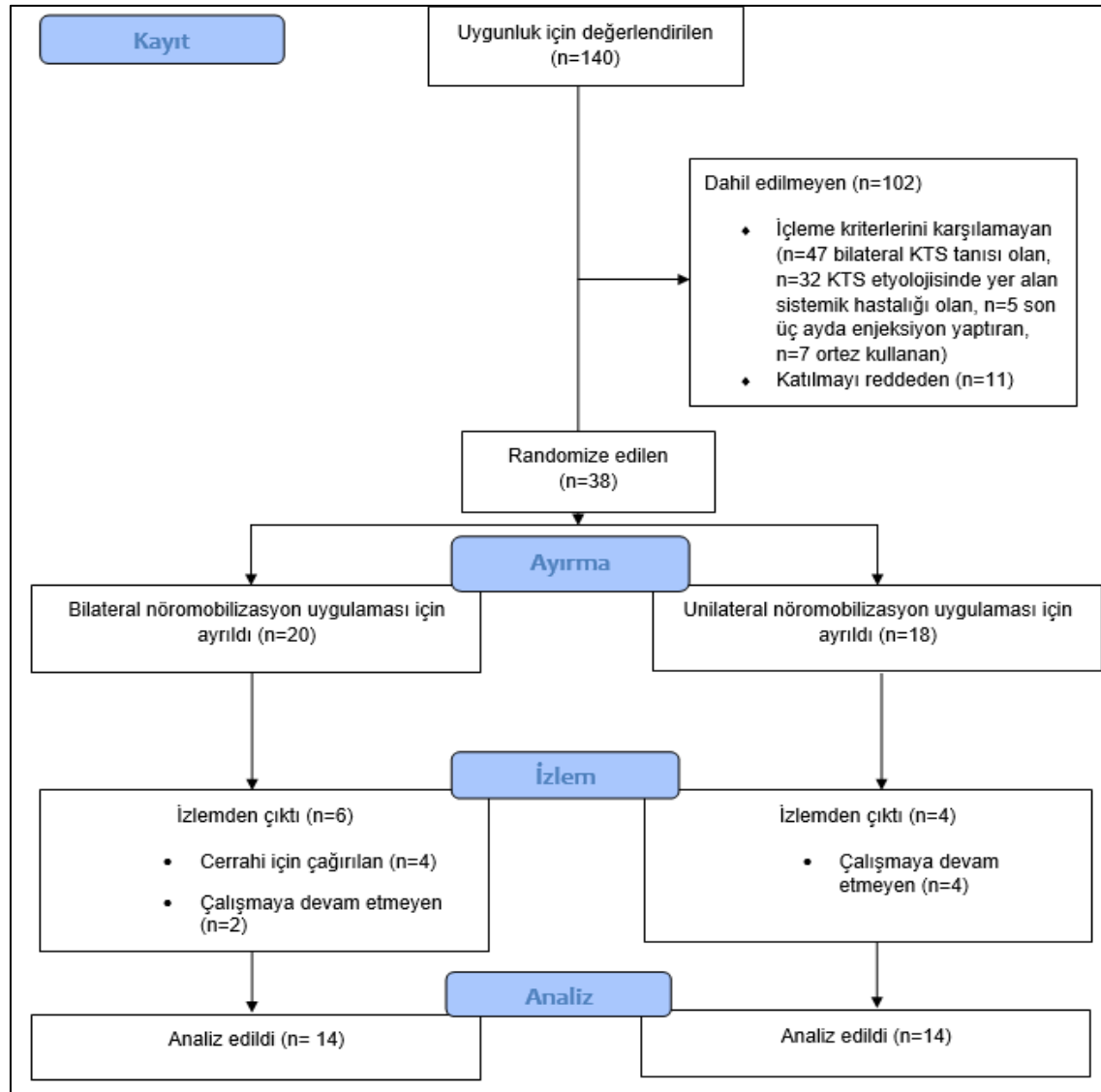
3.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler Jamovi (version 2.6) açık-kaynak istatistiksel analiz yazılımı ile yapıldı (The Jamovi Project, 2025). Tedavi öncesi demografik ve klinik özellikleri karşılaştırılmasında kategorik değişkenler için Ki-kare testi; sürekli değişkenler için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Grup içi zaman içerisindeki değişimi karşılaştırmada Wilcoxon testi kullanıldı. Etki büyüklüğü hesaplanırken rank biserial correlation katsayısı (r) kullanıldı. Parametrelerin tedavi öncesinden sonrasına zaman ile değişimine tedavi gruplarının etkisi, tekrarlı ölçümler varyans analizi (ANOVA) kullanılarak incelendi ve büyüklüğü Eta kare (η^2) olarak gösterildi. İstatistiksel anlamlılık için p değeri <0.05 kabul edildi. Etki büyüklükleri r için 0.2-0.5 arası küçük, 0.5-0.8 arası orta ve 0.8 üzeri büyük; η^2 için 0.01-0.06 arası küçük, 0.06-0.14 arası orta ve 0.14 üzeri büyük olacak şekilde belirtildi (Richardson, 2011; Sullivan ve Feinn, 2012).

4. BULGULAR

Bu çalışma için KTS tanısı almış ve ameliyat listesinde bekleyen 140 hasta tarandı. Hastalardan 49'u işleme kriterlerine uygun bulundu (n=47 bilateral KTS tanısı, n=32 KTS etyolojisinde yer alan sistemik hastalık varlığı, n=son 3 ay içinde enjeksiyon uygulaması, n=7 son 3 ay içinde ortez kullanımı nedeniyle uygun bulunmadı). Uygunluğuna karar verilen hastalar telefonla çalışmaya davet edildi. On bir hasta katılmayı reddetti. Çalışmaya toplam 38 hasta ile başlandı.

Unilateral nöromobilizasyon grubundaki (UNI) 4 hastanın verileri, çalışmaya devam etmemeleri sebebi ile analiz dışı bırakıldı. Bilateral nöromobilizasyon grubunda (BIL) 4 hasta çalışma süresi içinde cerrahi için çağrıldı ve 2 hastanın tedaviye devam etmemeleri sebebi ile verileri analiz dışı bırakıldı. Kendi isteğiyle bırakanlar hariç çalışmadan çıkarılan hasta olmadı. Çalışmanın sonunda toplam 28 hastaya ait veriler analiz edildi (n=14 UNI, n=14 BIL) Çalışmaya hasta dâhil edilme süreci CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) akış şemasında verilmiştir (Şekil 4.1). Çalışmanın gücü hesaplandığında, 28 hasta ile %90 güce ulaşıldığı tespit edildi.



Şekil 4.1. CONSORT hasta akış diyagramı

Çizelge 4.1. Grupların demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması

Demografik ve Klinik Özellikler		UNI (Ortalama±SS) (n=14)	BIL (Ortalama±SS) (n=14)	P değeri	r
Yaş (Yıl)		47.00±9.08	49.43±10.89	0.528	0.242
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)		27.59±4.49	29.45±3.97	0.241	0.454
Cinsiyet (kadın/erkek) (n) (%)		12 (%85.7)/ 2 (%14.3)	11 (%78.6)/ 3 (%21.4)	0.622	0.093
Dominant Taraf (n) (%)	Sağ	14 (%100)	13 (%92.9)	0.309	0.192
	Sol	0 (%0)	1 (%7.1)		
Semptomatik Taraf (n) (%)	Sağ	6 (%42.9)	8 (%57.1)	0.450	0.143
	Sol	8 (%57.1)	6 (%42.9)		
Şikâyet Süresi (Yıl)		4.71±3.90	5.26±6.56	0.908	0.043
Bland Sınıflaması (%)	4	11 (%78.5)	12 (%85.7)	0.637	0.391
	5	3 (%21.5)	2 (%14.3)		
	6	0 (%0)	0 (%0)		

UNI: Unilateral Uygulama Grubu, BIL: Bilateral Uygulama Grubu, SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı, r: Etki büyüklüğü, kg: Kilogram, m²: Metrekare, *p<0.05.

İki grupta yer alan hastalar demografik ve klinik özellikler açısından benzerdi (p>0.05) (Çizelge 4.1).

UNI'nin yaş ortalaması 47.00±9.08 yıl iken BIL'in 49.43±10.89 yılıdır (p=0.528). Cinsiyet, VKİ, dominant taraf ve semptomatik taraf dağılımları incelendiğinde iki grubun benzer özellikler gösterdiği bulundu (p>0.05). Şikâyet süresi UNI'de 4.71±3.90 yıl, BIL'de ise 5.26±6.56 yılıdır ve gruplar bu açıdan da benzerdi (p>0.05). Her iki grupta da hastaların çoğu Bland sınıflamasına göre evre 4 düzeyinde idi (UNI: %78.5, BIL: %85.7). Kronik hastalık bakımından incelendiğinde UNI grubunda 4 hastanın kronik hastalığı yokken (%28.57) 3 hastanın migren (%21.42), 2 hastanın gastrointestinal sistem hastalığı (%14.28), 5 hastanın astım (%35.71) öyküsü vardı. BIL grubunda ise 5 hastanın kronik hastalığı yokken (%35.71) 4 hastanın gastrointestinal sistem hastalığı (%28.57), 3 hastanın migren (%21.42) ve 2 hastalığın psoriasis (%14.28) öyküsü vardı. UNI grubundaki hastaların 12 (%85.7)'si ev hanımı ve 2 (%14.3)'si mavi yakalı çalışandı. BIL grubunda ise ev hanımı sayısı 10 (%71.42) iken mavi yakalı çalışan sayısı 4 (%28.57)'tü.

Çizelge 4.2. Unilateral ve bilateral nöromobilizasyon gruplarında yer alan hastaların tedavi öncesi sonuçlarının karşılaştırılması

Parametre			UNI (Ortalama±SS) (n=14)	BIL (Ortalama±SS) (n=14)	P değeri	r
Ağrı (cm)	Aktivite		5.79±2.39	6.24±2.50	0.613	0.117
	İstirahat		2.37±2.02	2.53±3.07	0.854	0.045
	Gece		6.30±2.82	5.61±3.62	0.783	0.066
Kaba Kavrama Kuvveti (kg/f)		Semptomatik taraf	20.91±10.47	25.94±10.68	0.141	0.331
		Nonsempomatik taraf	26.11±10.25	27.76±11.13	0.383	0.199
İnce Kavrama Kuvveti (kg/f)	Semptomatik taraf	Lateral Kavrama	6.26±3.25	6.69±2.12	0.565	0.132
		İkili Kavrama	3.99±2.03	4.25±1.64	0.394	0.193
		Üçlü Kavrama	4.74±2.46	5.45±2.06	0.280	0.244
	Nonsempomatik taraf	Lateral Kavrama	6.86±2.88	7.09±1.74	0.462	0.168
		İkili Kavrama	4.79±1.89	4.42±1.51	0.872	0.040
		Üçlü Kavrama	5.51±2.62	5.87±2.40	0.550	0.137
Hafif Dokunma ve Basınç Duyusu (gr/f)	Semptomatik taraf	Birinci parmak pulpası	0.30±0.16	0.26±0.27	0.323	0.214
		İkinci parmak pulpası	0.31±0.24	0.25±0.15	0.673	0.091
	Nonsempomatik taraf	Birinci parmak pulpası	0.24±0.21	0.32±0.27	0.412	0.183
		İkinci parmak pulpası	0.24±0.26	0.18±0.14	0.831	0.051
BKTSA Skoru	SŞÖ		3.01±0.48	2.92±0.70	1.000	0.005
	FDÖ		2.78±0.58	2.71±0.77	0.926	0.025

UNI: Unilateral Uygulama Grubu, BIL: Bilateral Uygulama Grubu, SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı, r: Etki büyüklüğü, cm: Santimetre, kg: Kilogram, f: kuvvet, gr: Gram, BKTSA: Boston Karpal Tünel Sendrom Anketi, SŞÖ: Semptom Şiddeti Ölçeği, FDÖ: Fonksiyonel Durum Ölçeği, *p<0.05.

Tedavi öncesinde gruplar arası klinik bulgular olan ağrı, kaba kavrama kuvveti, ince kavrama kuvveti, hafif dokunma ve basınç duyusu ile BKTSA skorları analiz edildi. Grupların benzer olduğu görüldü (p>0.05) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. Unilateral nöromobilizasyon grubunun tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması

Parametre			Tedavi Öncesi (Ortalama±SS)	Tedavi Sonrası (Ortalama±SS)	P değeri	r
Ağrı (cm)	Aktivite		5.79±2.39	4.70±1.91	0.002*	0.885
	İstirahat		2.37±2.02	1.82±1.46	0.367	0.307
	Gece		6.30±2.82	3.90±2.39	<0.001*	1.000
Kaba Kavrama Kuvveti (kg/f)		Semptomatik taraf	20.91±10.47	22.49±9.12	0.014*	0.780
		Nonsempomatik taraf	26.11±10.25	25.49±9.91	0.091	0.523
İnce Kavrama Kuvveti (kg/f)	Semptomatik taraf	Lateral Kavrama	6.62±3.25	6.61±3.50	0.972	0.021
		İkili Kavrama	3.99±2.03	4.06±1.80	0.777	0.095
		Üçlü Kavrama	4.74±2.46	4.98±2.75	0.462	0.241
	Nonsempomatik taraf	Lateral Kavrama	6.86±2.88	6.93±2.74	0.706	0.123
		İkili Kavrama	4.79±1.89	5.11±1.65	0.241	0.361
		Üçlü Kavrama	5.51±2.62	6.26±2.62	0.093	0.538
Hafif Dokunma ve Basınç Duyusu (gr/f)	Semptomatik taraf	Birinci parmak pulpası	0.30±0.16	0.28±0.24	0.854	0.200
		İkinci parmak pulpası	0.31±0.24	0.22±0.13	0.099	0.866
	Nonsempomatik taraf	Birinci parmak pulpası	0.24±0.21	0.18±0.17	0.175	0.607
		İkinci parmak pulpası	0.24±0.26	0.16±0.14	0.106	0.867
BKTSA Skoru	SŞÖ		3.01±0.48	2.24±0.60	0.005*	0.866
	FDÖ		2.78±0.58	2.42±0.62	0.025*	0.743

SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı, r: Etki büyüklüğü, cm: Santimetre, kg: Kilogram, f: kuvvet, gr: Gram, BKTSA: Boston Karpal Tünel Sendrom Anketi, SŞÖ: Semptom Şiddeti Ölçeği, FDÖ: Fonksiyonel Durum Ölçeği, *p<0.05.

Unilateral Nöromobilizasyon Grubu (UNI)'nda yer alan hastaların tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılmasına ait veriler Çizelge 4.3'te verildi. Buna göre, tedavi sonrasında öncesine göre aktivite ve gece ağrısı skorlarında anlamlı iyileşme görüldü (sırasıyla p=0.002, p<0.001). İstirahat ağrısında istatistiksel fark olmamasına rağmen küçük etki büyüklüğünde iyileşme görüldü (p>0.05, r=0.307). Yalnızca gece ağrısı parametresi için 1.64 cm olan minimal klinik anlamlı değişim (MKAD) eşiği aşılarak klinik anlamlılığa ulaşıldı (Krause ve diğerleri, 2021).

Kaba kavrama kuvveti için yalnızca semptomatik tarafta belirgin düzeyde iyileşme izlendi (p=0.014).

İnce kavrama kuvvetleri için anlamlı fark izlenmese de ($p>0.05$) nonsempomatik taraf ikili kavrama kuvveti için küçük, üçlü kavrama kuvveti için orta düzeyde etki büyüklüğü ile kuvvet artışı görüldü (sırasıyla $r=0.361$, $r=0.538$).

Hafif dokunma ve basınç duyusu parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişim görülmedi; ancak semptomatik elin ikinci parmak pulpasında yüksek etki ($r= 0.866$); nonsempomatik birinci parmak pulpasında orta ($r= 0.607$) ve ikinci parmak pulpasında yüksek ($r= 0.867$) etki büyüklüğü görüldü.

BKTSA SŞÖ ve FDÖ alt skorlarında tedavi sonrası iyileşme anlamlı düzeyde idi. (sırasıyla $p=0.005$; $p=0.025$). Ek olarak, SŞÖ için 0.46 ve FDÖ için 0.28 olan MKAD eşikleri aşılarak klinik anlamlılık sağladığı görüldü (De Kleermaeker ve diğerleri, 2019).

Çizelge 4.4. Bilateral Nöromobilizasyon Grubunun tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırılması

Parametre			Tedavi Öncesi (Ortalama±SS)	Tedavi Sonrası (Ortalama±SS)	P değeri	r
Ağrı (cm)	Aktivite		6.24±2.50	3.72±2.22	<0.001*	0.942
	İstirahat		2.53±3.07	1.92±2.65	0.087	0.549
	Gece		5.61±3.62	2.37±2.28	0.011*	0.846
Kaba Kavrama Kuvveti (kg/f)		Semptomatik taraf	25.94±10.68	27.70±12.08	0.026*	0.685
		Nonsempomatik taraf	27.76±11.13	28.44±10.23	0.551	0.190
İnce Kavrama Kuvveti (kg/f)	Semptomatik taraf	Lateral Kavrama	6.69±2.12	7.11±2.11	0.295	0.514
		İkili Kavrama	4.25±1.64	4.84±1.42	0.030*	0.666
		Üçlü Kavrama	5.45±2.06	6.03±2.20	0.055	0.590
	Nonsempomatik taraf	Lateral Kavrama	7.09±1.74	7.24±2.11	0.937	0.190
		İkili Kavrama	4.42±1.51	4.87±1.35	0.090	0.523
		Üçlü Kavrama	5.87±2.40	6.21±2.32	0.100	0.527
Hafif Dokunma ve Basınç Duyusu (gr/f)	Semptomatik taraf	Birinci parmak pulpası	0.26±0.27	0.26±0.37	0.332	0.363
		İkinci parmak pulpası	0.25±0.15	0.17±0.15	0.022*	1.000
	Nonsempomatik taraf	Birinci parmak pulpası	0.32±0.27	0.24±0.21	0.065	0.672
		İkinci parmak pulpası	0.18±0.14	0.20±0.17	0.905	0.066
BKTSA Skoru	SŞÖ		3.11±0.57	1.55±0.46	0.001*	1.000
	FDÖ		2.79±0.75	2.04±0.69	0.003*	0.934

SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı, r: Etki büyüklüğü, cm: Santimetre, kg: Kilogram, f: kuvvet, gr: Gram, BKTSA: Boston Karpal Tünel Sendrom Anketi, SŞÖ: Semptom Şiddeti Ölçeği, FDÖ: Fonksiyonel Durum Ölçeği, * $p<0.05$

Bilateral Nöromobilizasyon Grubunda (BIL) yer alan hastaların tedavi öncesi ve sonrası sonuçlarının karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.4'te verildi. Aktivite ve gece ağrısının tedavi sonrasında belirgin şekilde iyileştiği görüldü (sırasıyla $p<0.001$, $p=0.011$). Ayrıca bu iyileşmelerin KTS için belirtilen 1.64 cm'lik MKAD değerinin üzerinde olması klinik iyileşmeyi gösterdi. İstirahat ağrısında orta büyüklükte azalma eğilimi görülse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($r=0.549$).

Kaba kavrama kuvvetinde yalnızca semptomatik tarafta iyileşme görüldü ($p=0.026$).

İnce kavrama kuvvetleri incelendiğinde semptomatik tarafta yalnızca ikili kavrama için anlamlılık gözlendi ($p=0.030$). Lateral ve üçlü kavramada orta büyüklükte etki görülse de istatistiksel fark bulunmadı ($p>0.05$, sırasıyla $r=0.514$, $r=0.590$). Nonsemptomatik tarafta ise hiçbir parametre için istatistiksel fark oluşmasa da ikili ve üçlü kavrama kuvvetinde orta büyüklükte etki görüldü (sırasıyla $r=0.523$, $r=0.527$).

Hafif dokunma ve basınç duyusu için yalnızca semptomatik elin ikinci parmak pulpasında tedavi sonrasında iyileşme görüldü ($p=0.022$). Nonsemptomatik tarafta birinci parmak pulpası duyusu için istatistiksel anlamlı fark görülmezken orta etki büyüklüğünde iyileşme izlendi ($r=0.672$).

BKTSA alt skorları incelendiğinde tedavi sonrasında hem SŞÖ hem de FDÖ alt skorlarında belirgin iyileşme görüldü (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.003$). Ayrıca iki alt skorda da MKAD değerinin üzerinde fark olması, klinik anlamlılık elde edildiğini gösterdi.

Çizelge 4.5. Parametrelerin tedavi öncesi- sonrası değişiminin grup*zaman etkileşimlerinin incelenmesi

Parametre			Tedavi Sonrası-Öncesi Fark (Δ) (Ortalama±SS) (%95 Güven Aralığı)		P değeri	η²
			UNI (n=14)	BIL (n=14)		
Ağrı (cm)	Aktivite		-1.08±0.98 (-1.65, -0.51)	-2.51±1.89 (-3.60, -1.42)	0.019*	0.022
	İstirahat		-0.55±1.62 (-1.48, 0.38)	-0.61±1.19 (-1.30, 0.73)	0.906	0.000
	Gece		-2.40±1.24 (-3.55, -1.24)	-3.24±3.58 (-5.31, -1.17)	0.449	0.004
Kaba Kavrama Kuvveti (kg/f)		Semptomatik taraf	1.57±2.85 (0.06, 3.22)	1.76±2.47 (0.32, 3.19)	0.858	0.000
		Nonsempmatik taraf	-0.61±2.83 (-2.24, 1.01)	0.67±3.97 (-1.61, 2.97)	0.331	0.001
İnce Kavrama Kuvveti (kg/f)	Semptomatik taraf	Lateral Kavrama	-0.01±1.26 (-0.74, 0.72)	0.42±0.89 (-0.09, 0.94)	0.306	0.001
		İkili Kavrama	0.07±0.74 (-0.36, 0.50)	0.59±0.94 (0.05, 1.14)	0.073	0.007
		Üçlü Kavrama	0.23±1.11 (-0.41, 0.87)	0.69±1.50 (-0.17, 1.56)	0.364	0.002
	Nonsempmatik taraf	Lateral Kavrama	0.07±0.90 (-0.44, 0.60)	0.14±0.73 (-0.27, 0.57)	0.820	0.000
		İkili Kavrama	0.32±0.87 (-0.18, 0.82)	0.45±1.02 (-0.13, 1.04)	0.718	0.000
		Üçlü Kavrama	0.74±1.64 (-0.20, 1.69)	0.33±1.27 (-0.40, 1.07)	0.467	0.001
Hafif Dokunma ve Basınç Duyusu (gr/f)	Semptomatik taraf	Birinci parmak pulpası	-0.01±0.14 (-0.09, 0.07)	-0.03±0.15 (-0.12, 0.05)	0.654	0.000
		İkinci parmak pulpası	-0.08±0.18 (-0.19, 0.01)	-0.08±0.12 (-0.15, 0.01)	0.904	0.000
	Nonsempmatik taraf	Birinci parmak pulpası	-0.06±0.14 (-0.14, 0.02)	-0.08±0.16 (-0.17, 0.01)	0.746	0.000
		İkinci parmak pulpası	-0.08±0.18 (-0.19, 0.17)	-0.08±0.12 (-0.15, 0.01)	0.139	0.018
BKTSA Skoru	SŞÖ		-0.77±0.61 (-1.13, -0.42)	-1.55±0.41 (-1.79, -1.31)	<0.001*	0.056
	FDÖ		-0.36±0.49 (-0.61, -0.10)	-0.75±0.61 (-1.10, -0.39)	0.080	0.018

Δ : Fark, SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı, η^2 : Etki büyüklüğü, cm: Santimetre, kg: Kilogram, f: kuvvet, gr: Gram,

BKTSA: Boston Karpal Tünel Sendrom Anketi, SŞÖ: Semptom Şiddeti Ölçeği, FDÖ: Fonksiyonel Durum Ölçeği,

*p<0.05.

Her sonuç ölçütü için grup*zaman etkileşimi incelendi ve bulguları Çizelge 4.5'te sunuldu. Bu analiz, gruplarda tedavi ile oluşan iyileşmenin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterip göstermediğini ortaya koymaktadır.

Tedavi öncesi ve sonrası değişimlerin incelendiği bu analize göre, aktivite ağrısındaki iyileşme gruplar arasında fark göstererek BIL'deki iyileşmenin daha fazla olduğunu ve 1.64 cm'lik MKAD eşliğinin aşılarak klinik anlamlılık sağlandığını gösterdi (p=0.019; Δ UNI=-

1.08±0.98, Δ BIL=-2.51±1.89). İstirahat ve gece ağrısının iyileşmesi karşılaştırıldığında gruplardaki iyileşme benzer düzeydeydi ($p>0.05$).

Kaba kavrama kuvveti parametresi incelendiğinde grup*zaman etkileşiminin anlamlı sonuç vermediği olmadığı görüldü. Diğer bir deyişle, iki grubun da semptomatik taraf kaba kavrama kuvveti iyileşti ancak bu iyileşmeler benzerdi ($p>0.05$).

İnce kavrama kuvveti için UNI semptomatik taraf lateral kavrama parametresi haricindeki tüm kavrama kuvvetlerinde artış görüldü ancak bu artış gruplar arasında benzerdi ($p>0.05$).

Hafif dokunma ve basınç duyusunun zamanla değişiminin gruplar arasındaki farklılığı incelendiğinde, tüm ölçümlerde iyileşme görülmesine rağmen gruplar arasında iyileşme düzeyi benzer bulundu ($p>0.05$).

Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (BKTSA) alt skorları incelendiğinde iki grupta da alt skorlarda iyileşme görüldü. Ancak SŞÖ alt skoru için BIL'de görülen iyileşmenin daha fazla olduğu bulundu ($p<0.001$; Δ UNI=-0.77±0.61, Δ BIL=-1.55±0.41). BKTSA MKAD değerlerinin SŞÖ için 0.46 ve FDÖ için 0.28 puan olduğu değerlendirildiğinde başlangıç değerlerine kıyasla iki grupta da her iki skorun klinik olarak anlamlı düzeyde iyileştiği; ancak semptom şiddetini iyileştirmede bilateral uygulamanın daha etkili olduğu görüldü.

5. TARTIŞMA

Bu çift körlü randomize kontrollü çalışmada, tek tarafta ileri evre KTS tanısı olan hastalarda sinir kaydırma egzersizlerinin her iki ekstremitede uygulanmasının klinik sonuçlara etkisi yalnızca semptomatik tarafa uygulama ile karşılaştırıldı. Çalışmamızın sonunda, NM egzersizlerinin uygulanan taraftan bağımsız olarak aktivite ve gece ağrısını azalttığı, etkilenen elde kaba kavrama kuvvetini artırdığı, semptom şiddetini ve fonksiyonel düzeyi iyileştirdiği; bilateral uygulamanın bunlara ek olarak etkilenen elin ikili kavrama kuvvetini ve duyusunu da iyileştirdiği görüldü. Çalışmamızdan elde edilen en önemli bulgu ise, bilateral uygulanan NM egzersizlerinin aktivite ağrısı ve semptom şiddeti üzerinde unilateral uygulamaya göre daha belirgin fayda sağladığının görülmesi idi. Bu sonuçlar, NM egzersizlerinin ileri evre KTS hastalarının rehabilitasyon programlarında etkili bir tedavi seçeneği olduğunu ve bu egzersizlerin bilateral uygulandığında klinik bulgulara daha fazla fayda sağladığını göstermektedir. Çalışmadan elde ettiğimiz bulgular, NM egzersizlerinin KTS üzerindeki klinik etkilerini ele alan mevcut çalışmalarla uyumludur ve bilateral uygulamanın rehabilitasyonun verimini artırmak adına klinik kullanıma dâhil edilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde, nöromobilizasyon egzersizlerinin KTS'nin rutin konservatif tedavisinde sıklıkla kullanılmasına rağmen yalnızca semptomatik tarafa uygulandığı ve karşı tarafa herhangi bir müdahale yapılmadığı görülmektedir. Bu açıdan çalışmamızın, bilateral NM uygulamalarının etkilerini inceleme konusunda öncü bir çalışma niteliği taşıdığını ve literatüre katkı sağladığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda NM egzersizlerinin her iki grupta da aktivite ve gece ağrısı parametrelerinde iyileşme sağladığı bulundu. Buna ek olarak aktivite ağrısında meydana gelen iyileşme bilateral uygulama yapılan hastalarda daha belirgindi, bu durum bilateral uygulamanın özellikle aktivite ağrısını iyileştirmede unilateral uygulamaya göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, KTS'de ağrı parametresi için VAS'a göre minimal klinik anlamlılık değerinin (MKAD) 1.64 cm olduğu göz önüne alındığında, tek taraflı uygulama ile yalnızca gece ağrısında; bilateral uygulamada ise hem aktivite hem gece ağrısında bu eşiğin geçildiği, yani klinik iyileşme sağlandığı görüldü (Krause ve diğerleri, 2021).

Elde ettiğimiz sonuçlar, KTS’de median sinire uygulanan NM egzersizlerinin ağrıyı azalttığını gösteren önceki çalışmaları desteklemektedir. Bialosky ve diğerleri (2009), yaptıkları çalışmada NM egzersizlerinin ağrıyı azalttığını, bu iyileşmenin arkasındaki etki mekanizmalarının, median sinir üzerindeki spesifik mekanik stresten bağımsız olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç, santral ve periferik sinir sistemi arasındaki anatomik bağlantıları ve sensitizasyon mekanizmalarının etkilerini düşündürmektedir. Yine yapılan başka bir çalışmada, nöromobilizasyon egzersizlerini içeren manuel tedavi tekniklerinin, geleneksel fizyoterapi yöntemlerine kıyasla etkili olduğu bildirilmiştir (Wolny ve Linek, 2018). Fernández-de-Las-Peñas ve diğerleri (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise ağrı ve fonksiyon parametreleri için ilk üç ayda nöromobilizasyon egzersizi yapan grup lehine fayda görülmüştür. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da bu etkiler sadece birkaç bileşenden oluşan sade bir el terapisi programı ile sağlanmıştır ve sonuçlarımız, ameliyat endikasyonu olan şiddetli KTS hastalarında, ameliyata kadar olan sürede kısa vadeli fayda ve konfor sağlama amacı ile NM egzersizlerinin bilateral uygulanabileceğini ortaya koymuştur.

Karpal tünel sendromunda hastaların ağrı bulgusunun çoğunlukla nöropatik kaynaklı olduğu bilinmektedir (Sonohata ve diğerleri, 2017). Karpal tünelde hâlihazırda kompresyon altında olan median sinir, aktiviteler esnasında el bileğinde meydana gelen fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin sebep olduğu tünel içi basınç artışı ile harekete zorlanır. Bundan dolayı elin bir dirençle birlikte ya da dirence karşı kullanıldığı (ev işi, hobiler, yük taşıma vs.) aktiviteler sırasında ağrı tetiklenebilir. Nöromobilizasyon egzersizleri sırasında el bileği hareketlerinin dirençsiz olarak uygulanmasının semptomları tetiklemediği için konforlu olduğu söylenebilir. Sinir, istirahat halinde yalnızca komprese olmuş durumdadır ve genelde el bileği, karpal tünelin en geniş olduğu nötral pozisyonundadır; bu durum ağrının daha az hissedilmesini sağlar. Çalışma gruplarımızın tedavi öncesi istirahat ağrısı skorlarının, aktivite ve gece ağrısı skorlarının neredeyse yarısı değerinde olması bunu desteklemektedir.

Hastalar, ilk tedavi seansında el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin karpal tüneldeki basıncı artırdığı konusunda bilgilendirilmiştir. Bilek ekstansiyonunun tünel içi basıncı 10 kat, fleksiyonunun ise 8 kat artırabildiği bilgisinden yola çıkarak hastalardan günlük yaşamda hareketleri ağrı sınırının ötesinde yapmamaları, özellikle dirençle birlikte fleksiyon ve ekstansiyon yapmaktan kaçınmaları istenmiştir (Werner ve Andary, 2002). Hastaların günlük yaşamda bu bilinçle elini kullanması ve NM egzersizleri kombinasyonunun her iki grupta da özellikle aktivite ağrısını azaltmaya katkı sağladığını

düşünmekteyiz. Bunun yanı sıra bilateral uygulamanın aktivite ağrısında daha fazla iyileşme sağlaması, hastaların aktivite modifikasyonundan daha ziyade, NM egzersizlerinin etkilerinin bu sonuçta daha fazla rol oynadığına işaret etmektedir. Bu sonuç, NM egzersizlerinin sağladığı sinir ekskürsiyon kapasitesinin artışı ile intranöral dolaşımın iyileşmesi ve sinirin fizyolojik iyileşmesinin desteklenmesi ile açıklanabilir (Coppieters ve Butler, 2008). Ek olarak bu iyileşmelerin görülmesi, karşı taraf ekstremitede yapılan sinir mobilizasyonlarının anatomik bağlantılar aracılığı ile semptomatik taraf üzerindeki olumlu etkiler oluşturduğu fikrimizi desteklemektedir.

Çalışmamızda, iki grupta da hem semptom şiddeti hem de fonksiyonel düzey BKTSA skorlarında iyileşme görülse de bilateral uygulama grubunda semptom şiddetindeki azalmanın daha belirgin olması, bu çalışmanın dikkat çekici bir başka bulgusudur. Karpal tünel sendromundaki temel semptomlardan biri olan ağrının azalması sonucunda hastaların konforunun arttığını, buna paralel olarak semptom şiddeti ve fonksiyonel düzeyde iyileşme görüldüğünü düşünmekteyiz. Başlangıç değerlerine kıyasla iki grupta da BKTSA için MKAD eşiklerinin aşılması, nöromobilizasyon egzersizlerinin semptom şiddetini azaltma ve fonksiyonu iyileştirmedeki rolünü ortaya koymaktadır. (De Kleermaeker ve diğerleri, 2019). Bilateral uygulama grubunda semptom şiddeti düzeyinde unilateral uygulamaya nazaran daha belirgin olan iyileşmeye, bu grubun özellikle aktivite ağrısında daha avantajlı olması katkı sağlamış olabilir.

Bulgularımız, nöromobilizasyon uygulamasının sinir üzerindeki baskıyı azaltarak ağrı, uyuşma ve parestezi gibi KTS'nin duyuşsal semptomlarını iyileştirebildiğini belirten literatür ile uyumludur. Karpal tünel sendromunda semptomatik tarafta hissedilen ağrı ve parestezi gibi olumsuz deneyimlerden dolayı hastalar günlük yaşamda ellerini kullanmaktan çekinir hale gelebilir. Bu durum, Núñez-Cortés ve diğerleri (2025) tarafından korku kaçınma davranışı (kinezyofobi) ile açıklanmıştır. Buna göre, hastanın semptomatik olmayan tarafta ağrı sınırında hareket ortaya çıkarmasının, üst merkezlere bu hareketin “ağrısız” olduğu mesajını ilettiği belirtilmiştir. Ek olarak Louw ve diğerleri (2021) egzersizle kombine tedavinin, ağrıyı yeniden kavramsallaştırdığını, hareketin ağrıya sebep olacağı algısını azalttığını ve kademeli ve güvenli egzersizi teşvik ettiğini ifade etmiştir. Bilateral uygulama grubunda, semptomatik tarafa ek olarak, semptomatik olmayan tarafa da egzersiz yapılmış olmasının hastalarda gelişmiş olan ağrı algısını ve santral sensitizasyon mekanizmalarını olumlu etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda hastalardan tedavi süresi

boyunca ağrılarını artıran durumlardan kaçınmaları da önerilmiştir. Bu etkilerin birlikte hastada egzersizin ağrısız olduğuna inancı oluşturduğunu ve bu sayede ağrı düzeyinde azalma sağlamış olabileceğini düşünmekteyiz. Ağrıdaki azalma hastanın elini kullanmasına olanak vermiş ve semptom şiddeti ve fonksiyonun iyileşmesine katkıda bulunmuş olabilir.

Hamzeh ve diğerleri (2021) tarafından yapılan çalışmada semptom şiddeti ve fonksiyonel durumdaki belirgin iyileşmenin kaynağı olarak NM egzersizlerinin sinir duyarlılığını azaltması, median sinir ekskürsionunu artırması, ev egzersizleriyle günlük yaşam aktivitelerinin benzer hareket paternlerinin desteklenmesi olduğu; ağrının azalmasıyla birlikte ortaya çıkan eklem hareket açıklığı artışı ve el kullanımındaki rahatlamanın da fonksiyonel gelişime katkı sağladığı söylenmiştir. Nöromobilizasyon uygulamalarını sham kontrolü ile kıyaslayan bir başka çalışmada ise NM egzersizlerinin semptom şiddeti ve fonksiyonu iyileştirmede etkili olduğu gösterilmiştir (Wolny ve Linek, 2018). Gösterilen bulgular, sinirin hareket kabiliyetinin artırılması ile median sinir üzerindeki mekanik kompresyonun, intranöral basıncın ve nörojenik duyarlılığın azalmasının semptomatik ve fonksiyonel iyileşmeye katkı sunduğunu düşündürmektedir. Çalışmamızda gözlenen iyileşmenin de benzer mekanizmalar üzerinden ortaya çıkmış olduğu düşünülmektedir. Özellikle semptom şiddetindeki azalmanın el kullanımı ve günlük yaşam aktivitelerinde güven hissinin artmasını destekleyerek fonksiyonel iyileşmeye aracılık ettiği söylenebilir.

Çalışmamızın sonunda hastalarda görülen fonksiyonel iyileşmede, NM egzersizlerinin kavrama kuvvetlerine etkilerinin de katkısı olduğu düşünülmektedir. Egzersizlerden sonra her iki grupta da semptomatik tarafın kaba kavrama kuvvetinde artış olduğu; bilateral uygulama grubunda buna ek olarak ikili kavrama kuvvetinde de iyileşme olduğu görüldü. Çalışmamıza benzer bir araştırmanın sonucunda, NM egzersizleri sonucunda kaba kavrama kuvvetinde artış görülen bir çalışmada, azalmış ağrı duyusunun maksimum kavrama sırasında kas aktivasyonunu kolaylaştırarak daha güçlü kavrama performansı sağlayabileceği belirtilmiştir (Hamzeh ve diğerleri, 2021). Literatürde NM egzersizlerinin kavrama kuvvetinde etkilendiğini gösteren çalışmalar kadar etki bulmayan çalışmalar da mevcuttur (Ijaz ve diğerleri, 2022; Wolny ve Linek, 2018). Bulgularda görülen çeşitliliğin sebebi çalışmaların farklı metodolojilere sahip olmasından kaynaklanabilir. Ek olarak karpal kemik mobilizasyonu ile kombine NM egzersizleri uygulanan bir çalışmada beşinci haftada fark görülmezken ve onuncu haftada anlamlı farka ulaşılmıştır (Beddaa ve diğerleri, 2022). Bu sonuçtan yola çıkarak, çalışmamızın 4 haftalık süresinin tüm kavrama tiplerinde kuvvet

artışı oluşturmaya yetecek kadar uzun olmadığı sonucuna varılabilir. Kuvvet artışının NM egzersizlerinin primer hedeflerinden biri olmamasına rağmen kaba ve ikili kavrama kuvvetlerinde artış meydana gelmesi, NM egzersizlerinin sekonder kazançlarına işaret etmektedir.

Bilateral uygulama grubunda ikili kavrama kuvvetinde artış görülmesi, NM egzersizlerinin iki taraflı uygulanmasının avantajlarına dikkat çekmektedir. İnce kavrama kuvvetlerini tamamında median sinir tarafından inerve edilen APB ve OP kaslarının rolü göz önüne alındığında, NM egzersizlerinin bu kasların fonksiyonunu artırdığı ve böylece kavrama kuvvetini de bu sayede iyileştirdiği tahmin edilmektedir.

Literatürde, KTS’de Semmes–Weinstein monofilament testi ile hafif dokunma ve basınç duyusunun değerlendirildiği çalışmalar, genellikle kısa dönem konservatif tedaviler sonrasında sınırlı düzeyde iyileşme bildirmiştir. Bialosky ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmada NM egzersizlerinin birinci ve ikinci parmak duyusu için, Pınar ve diğerleri (2005) tarafından yapılan çalışmada da ikinci parmak duyusu için fark görülmemiştir. Bu durum, duysal değişimin çoğunlukla splint, doğal iyileşme ve non-spesifik etkiler sayesinde iyileşmesi ile ilişkilendirilmiştir. Öte yandan Horng ve diğerlerinin (2011) yaptığı çalışmada KTS’de azalmış duyunun tipik olduğu ancak kısa sürede tam iyileşmenin beklenmediği vurgulanmıştır. Çalışmamızda duyu değerlendirmesi için ikinci parmak pulpasının seçilmiş olmasının nedeni, bu hasta grubunda en fazla duysal hasarın ve semptom yoğunluğunun olduğu bölgenin burası olmasıdır. Çalışma sonucunda bilateral uygulama grubunda bu bölgenin duysunda bu nedenle belirgin iyileşme meydana geldiği tahmin edilmektedir. Ayrıca çalışmamızda her iki grupta da hem tedavi öncesi hem de tedavi sonrasında alınan duyu ölçümlerinde ortalama değerlerin, “azalmış hafif dokunma duyusu” aralığında olması KTS’de duyunun azaldığına dair literatürü desteklemektedir (Paraskevopoulos ve diğerleri, 2023).

Karpal tünel sendromunda primer olarak lokal bir periferik nöropati olarak kabul edilse de KTS'nin santral sensitizasyonu da içeren karmaşık bir ağrı sendromunu temsil ettiği bildirilmiştir (de-la-Llave-Rincón, Puentedura ve Fernández-de-las-Peñas, 2012). Nöromobilizasyon egzersizlerinin santral sensitizasyon tablosunda iyileşme sağladığı gösterilmiştir (Bialosky ve diğerleri, 2009). Yapılan bir çalışmada, araştırmacıların NM egzersizleri uyguladığı programda kontrol grubuna “ağrı sinirbilimi eğitimi” verilmiş ve bu

gruptaki hastaların semptom şiddeti, ağrı ve kinezyofobi iyileşmesinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Núñez-Cortés ve diğerleri, 2023). Çalışmamızda ağrı düzeyinde meydana gelen iyileşmelere, santral sensitizasyonda meydana gelen değişiklikler de katkıda bulunmuş olabilir. Ancak çalışmamızda bunun için herhangi bir değerlendirme yapılmamış olması, bu sonucumuzun yorumunu sınırlandırmaktadır. Bu mekanizmanın ileri değerlendirme yöntemleriyle kanıtlanmasına ihtiyaç vardır. Gelecekteki çalışmalarda NM egzersizlerinin, santral sensitizasyon düzeyine etkilerinin incelenmesi önerilebilir.

Nöromobilizasyon egzersizleri germe ve kaydırma tekniği şeklinde uygulanabilmektedir. Literatürde hem germe hem de kaydırma egzersizlerinin faydalarını gösteren gösteren çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir çalışmada germe tekniği ile uygulanan NM egzersizinin ağrı ve paresteziyi azaltıp fonksiyonu artırdığını göstermiştir (Andayani ve diğerleri, 2020). Bunun aksine germe tekniği ile uygulanan NM egzersizlerinin, KTS’de median sinirde meydana gelen kan dolaşımının azalmasını ve lokal inflamasyon kaynaklı nöral mekanik duyarlılığın artışı tetikleyebileceği söylenmiştir (Bland, 2005; Dilley ve diğerleri, 2005). Dolayısıyla germe tekniği ile uygulanan NM egzersizleri semptom şiddetini artırabilir. Germe tekniğinin non-radiküler bel ağrısı ve tarsal tünel sendromu gibi bazı problemlerde fayda sağladığı görülse de KTS’de bu tekniğin etkilerine dair sonuçlar tutarsızdır (Cleland ve diğerleri, 2006; Heebner ve Roddey, 2008; Kavlak ve Uygur, 2011). Kaydırma tekniği ile yapılan NM egzersizlerinin nöral yapılar üzerinde daha az gerim etkisi oluşturması, intranöral ödemi azaltması, ağrı ve fonksiyonu iyileştirmesi, germe tekniğine kıyasla daha fazla mobilizasyon meydana getirmesinden dolayı daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Coppieters ve Alshami, 2007; Schmid ve diğerleri, 2012). Bu nedenle kaydırma şeklinde yapılan NM egzersizlerinin KTS’de daha etkili olduğu düşünülmektedir ve bu çalışmada bu nedenle kaydırma tekniği kullanılmıştır. Çalışmamız da dahil olmak üzere birçok çalışma, kaydırma egzersizlerinin de semptom iyileşmesinde faydalı olduğunu göstermiştir (Duman ve diğerleri, 2021; Hamzeh ve diğerleri, 2021; Ijaz ve diğerleri, 2022; Wolny ve Linek, 2018; Wright ve diğerleri, 1996). Ek olarak KTS’de iki tekniği birbiri ile kıyaslayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Germe tekniğinin uygulandığı ve hatta teknikler arası karşılaştırma yapmayı amaçlayan ileri çalışmalar planlanabilir.

Çalışmamızda yer alan grupların çoğunluğunu kadınların oluşturması (UNI’de %85.6, BIL’de %75.6) örneklemimizin genel KTS popülasyonunu yansıttığını göstermektedir. Çünkü yapılan çalışmalar KTS riskinin kadınlarda erkeklere kıyasla 10 kat daha fazla

olduğunu göstermektedir (Hegmann ve diğerleri, 2018). Ayrıca VKİ değerleri incelendiğinde iki grubun da VKİ ortalamalarının 25.0-29.9 aralığında olması, çalışmada yer alan hastaların Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, “kilolu (pre-obez)” (UNI’de 27.59 ± 4.49 , BIL’de 29.45 ± 3.97) sınıflamasında yer aldığını göstermektedir (National Institutes of Health, 1998). Yine yapılan çalışmalar, KTS’nin yüksek vücut kitle indeksine sahip kişilerde daha fazla görüldüğünü bildirmektedir (Kurt ve diğerleri, 2008). Bu sonuç da çalışma popülasyonumuzun genel KTS popülasyonu özellikleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, değerlendirme görüşmeleri klinik ortamında yüzyüze yapılırken tedavi görüşmeleri ise canlı video konferans yöntemi ile yürütüldü. Özellikle koronavirüs hastalığı (COVID-19) pandemisi sonrasında popülerleşen tele-sağlık uygulamaları, kas iskelet sistemi problemlerinin rehabilitasyonunda “telerehabilitasyon” başlığı altında kullanılmaktadır (Peretti ve diğerleri, 2017). Telerehabilitasyonun yüzyüze rehabilitasyon ile kıyaslandığında ağrı, fonksiyon, yaşam kalitesi ve psikolojik durumu iyileştirmede benzer sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Cottrell ve diğerleri, 2017; Lara-Palomo ve diğerleri, 2022). Literatürdeki bir çalışmada, KTS’de telerehabilitasyon yöntemi ile nöromobilizasyon egzersizlerini de içeren bir tedavi programı uygulanmış ve ağrı, semptom şiddeti, fonksiyonellik, kinezyofobi, yaşam kalitesi gibi parametrelerde iyileşme sağlamıştır ve hastaların uyum oranını %80’den fazla olduğu bildirilmiştir (Núñez-Cortés ve diğerleri, 2023). Bizim çalışmamızda da tedavi sürecinde hastalardan, kısa süreli bir seans için kliniğe gelmek yerine ev ortamında, hasta ve terapist tarafından ortak belirlenen zamanda eş zamanlı video konferans ile görüşmenin tedaviye uyumu attırdığını bildiren sözel geri dönüşler alındı. Hastalar, evde bakmakla yükümlü oldukları aile bireyleri olması (çocuk, eş, ebeveyn vb.), şehir dışında yaşıyor ya da seyahat ediyor olmaları ve mesai saatleri gibi zaman ve mekân olumsuzluklarını ortadan kaldırması gibi avantajları nedeniyle telerehabilitasyondan memnun olduklarını belirttiler. Aslında tedavi eden araştırmacının şehir dışına taşınması nedeniyle uygulamak zorunda kaldığımız telerehabilitasyonun bu açıdan da çalışmamıza değer kattığını düşünmekteyiz. Bu doğrultuda, çalışmamızdaki izlemiden çıkma (drop-out) sayısının düşük olması telerehabilitasyonun yukarıda sayılan avantajları ile açıklanabilir. Diğer bir deyişle, çalışmamızda telerehabilitasyon yönteminin uygulanması, hastaların tedaviye erişimini kolaylaştırarak tedavi sürecine uyumlarını ve dolayısıyla çalışma sonuçlarımızı olumlu yönde etkilemiş olabilir.

Çalışma grubumuzdaki hastaların KTS düzeyi şiddetli olmalarından dolayı median sinirlerinde demiyelinizasyon sürecinin başladığı söylenebilir. Çalışmamız süresince median sinirin kronik olarak kompresyon altında bulunuyor olmasına rağmen, NM egzersizlerinin tek ya da çift taraflı uygulanmasından bağımsız olarak iyileşmeler görüldü. Bu sonuca göre, NM egzersizlerinin cerrahi endikasyonu olan şiddetli KTS hastalarında dahi faydalı olduğunu göstermektedir. Bununla bağlantılı olarak, hafif ve orta seviye KTS'li hastalarda median sinirde akson hasarı başlamadan ya da başlangıç aşamasında iken uygulanacak NM egzersizlerinin hastaların klinik bulgularına daha fazla yarar sağlayabileceği tahmin edilmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, henüz akson hasarı başlamamış olan erken evre KTS hastalarında, benzer analizlerin yapılması önerilebilir.

Çalışmamızın sonuçlarının, ameliyat endikasyonu olan şiddetli KTS hastalarında NM egzersizlerinin etkilerine dair yüksek kanıt düzeyi oluşturduğu düşünülmektedir. Demografik ve klinik açıdan benzer olan hastalar ile yürütülen bu çalışmada çift körlük yöntemi ile yanlılığın önüne geçilmiştir. Çalışmada ihtiyaç duyulan örneklem büyüklüğü pilot çalışma sonucuna göre hesaplanmıştır; böylece örneklem büyüklüğü, varyans analizlerinden ziyade gerçek ölçümler ile belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arası değerlendirmeler yalnızca tedavi sonrası ve öncesi farkı ile değil, grup*zaman etkileşimi ile de analiz edilmiştir. Bu yaklaşım, çalışmanın bilimsel anlamda gücünü artırmakla beraber sonuçlarımızın doğruluğu ve tekrarlanabilirliğini destekleyen bir metodoloji sunmaktadır. Tedavide egzersiz seanslarının fizyoterapist gözetiminde yapılmış olması ve her seansta ev programına uyumun sorulmuş olmasının, hastaların tedaviye uyumunu artırmış olabileceğini ve bu durumun da çalışmamızın gücünü arttırdığını düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Cerrahi endikasyonu olan ileri evre tek taraflı KTS tanılı hastalarda bilateral uygulanan nöromobilizasyon egzersizlerinin klinik çıktılarına etkilerini araştıran ve unilateral uygulama ile kıyaslayan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar;

- Dört hafta süre ile bilateral uygulanan nöromobilizasyon egzersizinin, aktivite ağrısı ve semptom şiddetini iyileştirmede unilateral uygulamaya göre daha etkili olduğunu gösterdi. Bu sonuca göre hipotezlerimizden H1a ve H1d hipotezlerimizin kabul edildiği görüldü. Bu çalışmanın en önemli çıktısı, aktivite sırasında hissedilen ağrıyı ve semptom şiddetinin iyileştirmede bilateral uygulamanın unilateral uygulamaya göre daha etkili olduğunun gösterilmesidir.
- Nöromobilizasyon egzersizlerinin, tek ya da iki taraflı uygulanmasından bağımsız olarak, aktivite ağrısı, gece ağrısı, semptomatik taraf kaba kavrama kuvveti, semptom şiddeti ve fonksiyonel düzeyi iyileştirdiği görüldü. Dolayısıyla, nöromobilizasyon egzersizlerinin cerrahiye bekleyen ileri evre KTS tanılı hastalarda dahi önemli faydalar sağladığı gösterilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak bu hastalarda cerrahiye kadar olan sürede semptomları azaltmak ve konforu artırmak için nöromobilizasyon egzersizleri yapılması önerilir.
- Söz konusu çalışma, cerrahi endikasyonu olan ileri evre KTS tanılı hastalar üzerinde uygulanmış ve NM egzersizleri ile birçok klinik bulguda iyileşme elde edilmiştir. Sinirdeki iskemi ve demiyelinizasyonun zamanla şiddetlendiği göz önüne alındığında, daha erken evre hastalıkta bilateral nöromobilizasyonun daha fazla klinik bulguda iyileşme sağlayacağı tahmin edilmektedir. Başlangıç evresinde olan hastalarda bilateral NM egzersizlerinin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar yapılması önerilir.
- Nöromobilizasyon egzersizleri, germe ve kaydırma olmak üzere temelde iki teknik ile uygulanmaktadır. Farklı hasta popülasyonlarında bu iki tekniği karşılaştıran çalışmalar olsa da başta KTS olmak üzere periferik sinir tuzaklanmalarında bu karşılaştırmayı yapan çalışmalar sayıca çok yetersizdir. İleri dönemde yapılacak çalışmalarda bu iki tekniğin karşılaştırılması önerilebilir.
- Nöromobilizasyon egzersizlerinin sinir hareketliliğini artırdığı bilinmesine rağmen bilateral uygulamanın sinir boyunca sağladığı ekskürsiyonu değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Objektif görüntüleme teknikleri (ultrasonografik görüntüleme gibi) kullanılarak yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Aboonq M. S. (2015). Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*, 20(1), 4–9.
- Afşar, S. İ., Sarıfakıoğlu, B. ve Yal buzdağ, Ş. A. (2014). Karpal tünel sendromu tedavisinde fizik tedavi modalitelerinin yeri: Derleme. *Turkish Journal of Osteoporosis*, 20(3), 125–131.
- Ahn D. S. (2001). Hand elevation: a new test for carpal tunnel syndrome. *Annals of Plastic Surgery*, 46(2), 120–124.
- Akalın, E., El, O., Peker, O., Senocak, O., Tamci, S., Gülbahar, S., Cakmur, R. ve Oncel, S. (2002). Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(2), 108–113.
- Aktürk, S., Büyükavcı, R., Aslan, Ö., ve Ersoy, Y. (2018). Comparison of splinting and Kinesio taping in the treatment of carpal tunnel syndrome: a prospective randomized study. *Clinical Rheumatology*, 37(9), 2465–2469.
- Alanazy M. H. (2017). Clinical and electrophysiological evaluation of carpal tunnel syndrome: approach and pitfalls. *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*, 22(3), 169–180.
- Alfonso, C., Jann, S., Massa, R., and Torreggiani, A. (2010). Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 31(3), 243–252.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons. (2016). *Management of carpal tunnel syndrome: Evidence-based clinical practice guideline*. Rosemont, IL: AAOS Publications, 9-38.
- American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. (2002). Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement. *Muscle and Nerve*, 25(6), 918–922.
- Andayani, N. L. N., Wibawa, A., and Nugraha, M. H. S. (2020). Effective ultrasound and neural mobilization combinations in reducing hand disabilities in carpal tunnel syndrome patients. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 23(2), 93-101.
- Andreu, J. L., Ly-Pen, D., Millán, I., de Blas, G., and Sánchez-Olaso, A. (2014). Local injection versus surgery in carpal tunnel syndrome: neurophysiologic outcomes of a randomized clinical trial. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 125(7), 1479–1484.

- Atroshi, I., Gummesson, C., Johnsson, R., Ornstein, E., Ranstam, J., and Rosén, I. (1999). Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *The Journal of the American Medical Association*, 282(2), 153–158.
- Ayhan, E. ve Akaslan, F. (2020). Patients' perspective on carpal tunnel release with WALANT or intravenous regional anesthesia. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 145(5), 1197–1203.
- Baker, N. A., and Livengood, H. M. (2014). Symptom severity and conservative treatment for carpal tunnel syndrome in association with eventual carpal tunnel release. *The Journal of Hand Surgery*, 39(9), 1792–1798.
- Bakhsh, H., Ibrahim, I., Khan, W., Smitham, P., and Goddard, N. (2012). Assessment of validity, reliability, responsiveness and bias of three commonly used patient-reported outcome measures in carpal tunnel syndrome. *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja*, 14(4), 335–340.
- Balice-Gordon, R. J., Bone, L. J., and Scherer, S. S. (1998). Functional gap junctions in the Schwann cell myelin sheath. *The Journal of Cell Biology*, 142(4), 1095–1104.
- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A. and Melegati, G. (2010). Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports Medicine*, 40, 509–517.
- Barbosa, R. I., Fonseca, M. C. R., Rodrigues, E. K., Tamanini, G., Marcolino, A. M., Mazzer, N., Guirro, R. R., and MacDermid, J. (2016). Efficacy of low-level laser therapy associated to orthoses for patients with carpal tunnel syndrome: A randomized single-blinded controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(3), 459–466.
- Basson, A., Olivier, B., Ellis, R., Coppieters, M., Stewart, A. and Mudzi, W. (2017). The effectiveness of neural mobilization for neuromusculoskeletal conditions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(9), 593–615.
- Beddaa, H., Kably, B., Marzouk, B., Mouhi, I., Marfak, A., Azemmour, Y., Bouzekraoui Alaoui, I., and Birouk, N. (2022). The effectiveness of the median nerve neurodynamic mobilisation techniques in women with mild or moderate bilateral carpal tunnel syndrome: A single-blind clinical randomised trial. *The South African Journal of Physiotherapy*, 78(1), 1823.
- Beltran-Alacreu, H., Jiménez-Sanz, L., Carnero, J. F. and La Touche, R. (2015). Comparison of hypoalgesic effects of neural stretching vs neural gliding: a randomized controlled trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 38(9), 644–652.
- Bialosky, J. E., Bishop, M. D., Price, D. D., Robinson, M. E., Vincent, K. R. and George, S. Z. (2009). A randomized sham-controlled trial of a neurodynamic technique in the treatment of carpal tunnel syndrome. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 39(10), 709–723.
- Bland J. D. (2005). Carpal tunnel syndrome. *Current Opinion in Neurology*, 18(5), 581–585.
- Bland J. D. (2007). Carpal tunnel syndrome. *British Medical Journal*, 335(7615), 343–346.

- Bland, J. D. (2000). A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome. *Muscle and Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 23(8), 1280-1283.
- Bland, J. D. and Rudolfer, S. M. (2003). Clinical surveillance of carpal tunnel syndrome in two areas of the United Kingdom, 1991-2001. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 74(12), 1674-1679.
- Burger, M. C., De Wet, H., and Collins, M. (2014). The BGN and ACAN genes and carpal tunnel syndrome. *Gene*, 551(2), 160-166.
- Burton, C. L., Chesterton, L. S., Chen, Y., and van der Windt, D. A. (2016). Clinical course and prognostic factors in conservatively managed carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(5), 836-852.
- Butler, D. S. (2000). *The sensitive nervous system*. Adelaide: Noigroup Publications, 135-142.
- Butler, D. S., Jones, M. A., and Gore, R. (1991). *Mobilisation of the nervous system*. Melbourne: Churchill Livingstone, 4-7.
- Butler, K. A., Means, K. R., and Segalman, K. A. (2017). Compressive neuropathies. In T. E. Trumble, (Ed), *Principles of hand surgery and therapy* (pp. 362-379). Saunders: Elsevier.
- Cage, E. S., Beyer, J. J., and Ebraheim, N. A. (2023). Injections for treatment of carpal tunnel syndrome: a narrative review of the literature. *Journal of Orthopaedics*, 37, 81-85.
- Cao, J., Jia, T., Lao, J., Liu, A., and Rui, J. (2022). Evaluation of different physical examination methods for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *World Academy of Sciences Journal*, 4, 33.
- Cassar, P. M. (1999). *Handbook of clinical massage a complete guide for students and practitioners* (2nd ed.). London: Churchill Livingstone, 25-56.
- Chen, S. F., Huang, C. R., Tsai, N. W., Chang, C. C., Lu, C. H., Chuang, Y. C., and Chang, W. N. (2012). Ultrasonographic assessment of carpal tunnel syndrome of mild and moderate severity in diabetic patients by using an 8-point measurement of median nerve cross-sectional areas. *BioMed Central Medical Imaging*, 12(1), 15.
- Chen, Y., Han, B., Zhang, X., Guo, C., Han, Q., Zhang, Z., and Hou, S. (2025). Conservative treatments of carpal tunnel syndrome: a systematic review and network meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 106(9), 1447-1458.
- Cheng, C. J., Mackinnon-Patterson, B., Beck, J. L., and Mackinnon, S. E. (2008). Scratch collapse test for evaluation of carpal and cubital tunnel syndrome. *The Journal of Hand Surgery*, 33(9), 1518-1524.
- Cleland, J. A., Childs, J. D., Palmer, J. A., and Eberhart, S. (2006). Slump stretching in the management of non-radicular low back pain: a pilot clinical trial. *Manual Therapy*, 11(4), 279-286.

- Cobb, T. K., Dalley, B. K., Posteraro, R. H., and Lewis, R. C. (1993). Anatomy of the flexor retinaculum. *The Journal of Hand Surgery*, 18(1), 91-99.
- Coppieters, M. W., and Alshami, A. M. (2007). Longitudinal excursion and strain in the median nerve during novel nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 25(7), 972-980.
- Coppieters, M. W., and Butler, D. S. (2008). Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy*, 13(3), 213-221.
- Coppieters, M. W., Andersen, L. S., Johansen, R., Giskegjerde, P. K., Høivik, M., Vestre, S., and Nee, R. J. (2015). Excursion of the sciatic nerve during nerve mobilization exercises: an in vivo cross-sectional study using dynamic ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(10), 731-737.
- Cottrell, M. A., Galea, O. A., O'Leary, S. P., Hill, A. J., and Russell, T. G. (2017). Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 31(5), 625-638.
- Dabholkar, A. S., Kalbande, V. M., and Yardi, S. (2013). Neural tissue mobilisation using ULTT2b and radial head mobilisation v/s exercise programme in lateral epicondylitis. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 7(4), 247.
- Dale, A. M., Harris-Adamson, C., Rempel, D., Gerr, F., Hegmann, K., Silverstein, B., Burt, S., Garg, A., Kapellusch, J., Merlino, L., Thiese, M. S., Eisen, E. A., and Evanoff, B. (2013). Prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations: pooled analysis of six prospective studies. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 39(5), 495-505.
- Davis, E. N., and Chung, K. C. (2004). The Tinel sign: a historical perspective. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 114(2), 494-499.
- De Kleermaeker, F. G. C. M., Boogaarts, H. D., Meulstee, J. and Verhagen, W. I. M. (2019). Minimal clinically important difference for the Boston Carpal Tunnel Questionnaire: New insights and review of literature. *The Journal of Hand Surgery, European Volume*, 44(3), 283-289.
- de-la-Llave-Rincón, A. I., Puentedura, E. J. and Fernández-de-las-Peñas, C. (2012). New advances in the mechanisms and etiology of carpal tunnel syndrome. *Discovery Medicine*, 13(72), 343-348.
- Deng, X., Chau, L. P., Chiu, S. Y., Leung, K. P., Li, S. W., and Ip, W. Y. (2018). Exploratory use of ultrasound to determine whether demyelination following carpal tunnel syndrome co-exists with axonal degeneration. *Neural Regeneration Research*, 13(2), 317-323.
- Dilley, A., Lynn, B., and Pang, S. J. (2005). Pressure and stretch mechanosensitivity of peripheral nerve fibres following local inflammation of the nerve trunk. *Pain*, 117(3), 462-472.

- Drake, R., Wayne Vogl, A., Mitchell, A. W. M., Tibbitts, R. M., and Richardson, P. E. (2020). *Grays Anatomy* (3rd Edition). London; Churchill Livingstone, 841-973.
- Duman, İ., Davul, S., Hallaçeli, H., Doğramacı, Y., and Uruç, V. (2021). Excursion of the median, ulnar and radial nerves during the nerve gliding exercises used in the orthopedic physiotherapy: a cadaveric study. *The Medical Journal of Mustafa Kemal University*, 12(44), 144-148.
- Ellis, R. F., and Hing, W. A. (2008). Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *The Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 16(1), 8–22.
- Ellis, R., Blyth, R., Arnold, N., and Miner-Williams, W. (2017). Is there a relationship between impaired median nerve excursion and carpal tunnel syndrome? A systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 30(1), 3-12.
- Eroğlu, S. (2013). Karpal tünel sendromu ve tanısında kullanılan elektrodiagnostik yöntemler. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 10(2), 79-86.
- Esposito, K., Nappo, F., Marfella, R., Giugliano, G., Giugliano, F., Ciotola, M., Quagliaro, L., Ceriello, A., and Giugliano, D. (2002). Inflammatory cytokine concentrations are acutely increased by hyperglycemia in humans: role of oxidative stress. *Circulation*, 106(16), 2067–2072.
- Farioli, A., Curti, S., Bonfiglioli, R., Baldasseroni, A., Spatari, G., Mattioli, S., and Violante, F. S. (2018). Observed differences between males and females in surgically treated carpal tunnel syndrome among non-manual workers: a sensitivity analysis of findings from a large population study. *Annals of Work Exposures and Health*, 62(4), 505–515.
- Fernández-de-Las-Peñas, C., Arias-Buría, J. L., Cleland, J. A., Pareja, J. A., Plaza-Manzano, G., and Ortega-Santiago, R. (2020). Manual therapy versus surgery for carpal tunnel syndrome: 4-year follow-up from a randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 100(11), 1987–1996.
- Fernández-de-Las-Peñas, C., Cleland, J., Palacios-Ceña, M., Fuensalida-Novo, S., Pareja, J. A., and Alonso-Blanco, C. (2017). The effectiveness of manual therapy versus surgery on self-reported function, cervical range of motion, and pinch grip force in carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(3), 151–161.
- Ferry, S., Pritchard, T., Keenan, J., Croft, P., and Silman, A. J. (1998). Estimating the prevalence of delayed median nerve conduction in the general population. *British Journal of Rheumatology*, 37(6), 630–635.
- Fess, E. and Moran, C. (1981). *Clinical assessment recommendations*. USA: Publication of American Society of Hand Therapists, 6-8.
- Fowler, J. R., Gaughan, J. P., and Ilyas, A. M. (2011). The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 469(4), 1089–1094.

- Franklin, G. M., and Friedman, A. S. (2015). Work-related carpal tunnel syndrome: Diagnosis and treatment guideline. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 26(3), 523-537.
- Geler Külçü, D., Bursalı, C., Aktaş, İ., Bozkurt Alp, S., Ünlü Özkan, F., ve Akpınar, P. (2016). Kinesiotaping as an alternative treatment method for carpal tunnel syndrome. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 46(4), 1042–1049
- Gilliatt, R. W., and Sears, T. A. (1958). Sensory nerve action potentials in patients with peripheral nerve lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 21(2), 109–118.
- Gillig, J. D., White, S. D., and Rachel, J. N. (2016). Acute carpal tunnel syndrome: a review of current literature. *The Orthopedic Clinics of North America*, 47(3), 599–607.
- Goldin, A., Beckman, J. A., Schmidt, A. M., and Creager, M. A. (2006). Advanced glycation end products: sparking the development of diabetic vascular injury. *Circulation*, 114(6), 597–605.
- Golriz, B., Ahmadi Bani, M., Arazpour, M., Bahramizadeh, M., Curran, S., Madani, S. P., and Hutchins, S. W. (2016). Comparison of the efficacy of a neutral wrist splint and a wrist splint incorporating a lumbrical unit for the treatment of patients with carpal tunnel syndrome. *Prosthetics and Orthotics International*, 40(5), 617–623.
- Grieve G. P., Boyling, J. D., and Jull, G. A. (2004) *Grieve's modern manual therapy: The vertebral column* (3rd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone - Elsevier Science, 21-39.
- Guan, W., Lao, J., Gu, Y., Zhao, X., Rui, J., and Gao, K. (2018). Case-control study on individual risk factors of carpal tunnel syndrome. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 15(3), 2761–2766.
- Hamzeh, H., Madi, M., Alghwiri, A. A., and Hawamdeh, Z. (2021). 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: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 34(4), 521–530.
- Harinesan, N., Silsby, M., and Simon, N. G. (2024). Carpal tunnel syndrome. *Handbook of Clinical Neurology*, 201, 61–88.
- Heebner, M. L., and Roddey, T. S. (2008). The effects of neural mobilization in addition to standard care in persons with carpal tunnel syndrome from a community hospital. *Journal of hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 21(3), 229–241.
- Hegmann, K. T., Merryweather, A., Thiese, M. S., Kendall, R., Garg, A., Kapellusch, J., Foster, J., Drury, D., Wood, E. M., and Melhorn, J. M. (2018). Median nerve symptoms, signs, and electrodiagnostic abnormalities among working adults. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 26(16), 576–584.

- Hong, C. Z., Liu, H. H., and Yu, J. (1998). Ultrasound thermotherapy effect on the recovery of nerve conduction in experimental compression neuropathy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(6), 410–414.
- Horng, Y. S., Hsieh, S. F., Tu, Y. K., Lin, M. C., Horng, Y. S., & Wang, J. D. (2011). The comparative effectiveness of tendon and nerve gliding exercises in patients with carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *American journal of physical medicine and rehabilitation*, 90(6), 435–442.
- Hui, A. C., Wong, S., Leung, C. H., Tong, P., Mok, V., Poon, D., Li-Tsang, C. W., Wong, L. K., and Boet, R. (2005). A randomized controlled trial of surgery vs steroid injection for carpal tunnel syndrome. *Neurology*, 64(12), 2074–2078.
- Ijaz, M. J., Karimi, H., Ahmad, A., Gillani, S. A., Anwar, N., and Chaudhary, M. A. (2022). Comparative efficacy of routine physical therapy with and without neuromobilization in the treatment of patients with mild to moderate carpal tunnel syndrome. *Biomed Research International*, 2022, 2155765.
- İnternet: American Academy of Orthopaedic Surgeons. (2024). *Management of carpal tunnel syndrome: Evidence-based clinical practice guideline*. Web: [aaos.org/cts2cpg](https://www.aaos.org/cts2cpg) adresinden 09 Mayıs 2025 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: The Jamovi Project. (2025). Jamovi (Version 2.6) [Computer Software]. Web: <https://www.jamovi.org> adresinden 15 Nisan 2025 tarihinde alınmıştır.
- Iskra, T., Mizia, E., Musial, A., Matuszyk, A., and Tomaszewski, K. A. (2013). Carpal tunnel syndrome - anatomical and clinical correlations. *Folia medica Cracoviensia*, 53(2), 5–13.
- Jackson, R., Beckman, J., Frederick, M., Musolin, K., and Harrison, R. (2018). Rates of carpal tunnel syndrome in a state workers' compensation information system, by Industry and Occupation - California, 2007-2014. *MMWR-Morbidity and Mortality Weekly Report*, 67(39), 1094–1097.
- Jarvik, J. G., Yuen, E., Haynor, D. R., Bradley, C. M., Fulton-Kehoe, D., Smith-Weller, T., Wu, R., Kliot, M., Kraft, G., Wang, L., Erlich, V., Heagerty, P. J., and Franklin, G. M. (2002). MR nerve imaging in a prospective cohort of patients with suspected carpal tunnel syndrome. *Neurology*, 58(11), 1597–1602.
- Jiménez Del Barrio, S., Ceballos-Laita, L., Bueno-Gracia, E., Rodríguez-Marco, S., Haddad-Garay, M., and Estébanez-de-Miguel, E. (2021). Effects of diacutaneous fibrolysis on mechanosensitivity, disability, and nerve conduction studies in mild to moderate carpal tunnel syndrome: Secondary analysis of a randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 101(2), pzaa222.
- Joshi, A., Patel, K., Mohamed, A., Oak, S., Zhang, M. H., Hsiung, H., Zhang, A., and Patel, U. K. (2022). Carpal tunnel syndrome: Pathophysiology and comprehensive guidelines for clinical evaluation and treatment. *Cureus*, 14(7), e27053.
- Kahle, W., and Frotscher M. (2002). *Color atlas of human anatomy (Color atlas and textbook of human anatomy)* (5th ed.). New York: Thieme, 64-76.

- Kaplan, E. B., and Milford, L. W. (1984). *Functional and surgical anatomy of the hand* (3rd ed.). Philadelphia: JB Lippincott, 245-279.
- Karne, S. S., and Bhalerao, N. S. (2016). Carpal tunnel syndrome in hypothyroidism. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(2), OC36–OC38.
- Karşıdağ, S., Şahin, S., Hacıkerim Karşıdağ, S. ve Ayalp, S. (2007). Long term and frequent electrophysiological observation in carpal tunnel syndrome. *Europa Medicophysica*, 43(3), 327–332.
- Katz, J. N., and Simmons, B. P. (2002). Clinical practice. Carpal tunnel syndrome. *The New England Journal of Medicine*, 346(23), 1807–1812.
- Kavlak, Y. and Uygur, F. (2011). Effects of nerve mobilization exercise as an adjunct to the conservative treatment for patients with tarsal tunnel syndrome. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34(7), 441–448.
- Kim, S. D. (2015). Efficacy of tendon and nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(8), 2645–2648.
- Kirby, D., Donnelly, M., Buchalter, D., Gonzalez, M., Catalano, L., and Hacquebord, J. (2021). Influence of Corticosteroid Injections on Postoperative Infections in Carpal Tunnel Release. *The Journal of Hand Surgery*, 46(12), 1088–1093.
- Krause, D., Roll, S. C., Javaherian-Dysinger, H and Daher, N. (2021). Comparative efficacy of the dorsal application of Kinesio tape and splinting for carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 34(3), 351–361.
- Kurt, S., Kisacik, B., Kaplan, Y., Yildirim, B., Etikan, I. ve Karaer, H. (2008). Obesity and carpal tunnel syndrome: is there a causal relationship?. *European Neurology*, 59(5), 253–257.
- Kuschner, S. H., Ebrahimzadeh, E., Johnson, D., Brien, W. W., and Sherman, R. (1992). Tinel's sign and Phalen's test in carpal tunnel syndrome. *Orthopedics*, 15(11), 1297–1302.
- Lara-Palomo, I. C., Gil-Martínez, E., Ramírez-García, J. D., Capel-Alcaraz, A. M., García-López, H., Castro-Sánchez, A. M., and Antequera-Soler, E. (2022). Efficacy of e-health interventions in patients with chronic low-back pain: a systematic review with meta-analysis. *Telemedicine Journal and E-health: The Official Journal of the American Telemedicine Association*, 28(12), 1734–1752.
- Leblanc, M. R., Lalonde, J., and Lalonde, D. H. (2007). A detailed cost and efficiency analysis of performing carpal tunnel surgery in the main operating room versus the ambulatory setting in Canada. *Hand*, 2(4), 173–178.
- Levine, D. W., Simmons, B. P., Koris, M. J., Daltroy, L. H., Hohl, G. G., Fossel, A. H. and Katz, J. N. (1993). A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 75(11), 1585–1592.

- Liu, C. T., Liu, D. H., Chen, C. J., Wang, Y. W., Wu, P. S., and Horng, Y. S. (2021). Effects of wrist extension on median nerve and flexor tendon excursions in patients with carpal tunnel syndrome: a case control study. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 477.
- Louie, D. L., Earp, B. E., Collins, J. E., Losina, E., Katz, J. N., Black, E. M., Simmons, B. P., and Blazar, P. E. (2013). Outcomes of open carpal tunnel release at a minimum of ten years. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 95(12), 1067–1073.
- Louw, A., Sluka, K. A., Nijs, J., Courtney, C. A., and Zimney, K. (2021). Revisiting the provision of pain neuroscience education: an adjunct intervention for patients but a primary focus of clinician education. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(2), 57-59.
- Madenci, E., Altindag, O., Koca, I., Yilmaz, M., and Gur, A. (2012). Reliability and efficacy of the new massage technique on the treatment in the patients with carpal tunnel syndrome. *Rheumatology International*, 32(10), 3171–3179.
- Malakootian, M., Soveizi, M., Gholipour, A., and Oveisee, M. (2023). Pathophysiology, Diagnosis, Treatment, and Genetics of Carpal Tunnel Syndrome: A Review. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 43(5), 1817–1831.
- Mansız Kaplan, B., Akyüz, G., Kokar, S. ve Yağcı, I. (2019). Comparison of the effectiveness of orthotic intervention, kinesiotaping, and paraffin treatments in patients with carpal tunnel syndrome: A single-blind and randomized controlled study. *Journal of hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 32(3), 297–304.
- Mateus, A., Rebelo, J., and Silva, A. G. (2020). Effects of a multimodal exercise program plus neural gliding on postural control, pain, and flexibility of institutionalized older adults: A randomized, parallel, and double-blind study. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 43(1), 3-11.
- McCormack, H. M., Horne, D. J. D. L., and Sheather, S. (1988). Clinical applications of visual analogue scales: a critical review. *Psychological Medicine*, 18(4), 1007-1019.
- Means, K. R., Jr, Dubin, N. H., Patel, K. M., and Pletka, J. D. (2014). Long-term outcomes following single-portal endoscopic carpal tunnel release. *Hand*, 9(3), 384–388.
- Merolli, A., Mingarelli, L., and Rocchi, L. (2012). A more detailed mechanism to explain the "bands of Fontana" in peripheral nerves. *Muscle and Nerve*, 46(4), 540–547.
- Möllestam, K., Englund, M., and Atroshi, I. (2021). Association of clinically relevant carpal tunnel syndrome with type of work and level of education: a general-population study. *Scientific Reports*, 11(1), 19850.
- Moschovos, C., Tsivgoulis, G., Kyrozi, A., Ghika, A., Karachalia, P., Voumvourakis, K., and Chroni, E. (2019). The diagnostic accuracy of high-resolution ultrasound in screening for carpal tunnel syndrome and grading its severity is moderated by age. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 130(3), 321–330.

- National Institutes of Health. (1998). Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults--The evidence report. *Obesity Research*, 6(2), 51–209.
- Nigro, R. O. (2001). Anatomy of the flexor retinaculum of the wrist and the flexor carpi radialis tunnel. *Hand Clinics*, 17(1), 61-64.
- Núñez-Cortés, R., Carrasco, J. J., Salazar-Méndez, J., Torreblanca-Vargas, S., Pérez-Alenda, S., Calatayud, J., Lluch, E., Horment-Lara, G., Cruz-Montecinos, C., and Cerda, M. (2025). Psychological factors are associated with pain extent in patients with carpal tunnel syndrome. *Physiotherapy Theory and Practice*, 41(1), 187–196.
- Núñez-Cortés, R., Cruz-Montecinos, C., Torreblanca-Vargas, S., Tapia, C., Gutiérrez-Jiménez, M., Torres-Gangas, P., Calatayud, J., and Pérez-Alenda, S. (2023). Effectiveness of adding pain neuroscience education to telerehabilitation in patients with carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial. *Musculoskeletal Science and Practice*, 67, 102835.
- Osiak, K., Elnazir, P., Mazurek, A., and Pasternak, A. (2021a). Prevalence of the persistent median artery in patients undergoing surgical open carpal tunnel release: A case series. *Translational Research in Anatomy*, 23, 100113.
- Osiak, K., Elnazir, P., Walocha, J. A., and Pasternak, A. (2022). Carpal tunnel syndrome: state-of-the-art review. *Folia Morphologica*, 81(4), 851–862.
- Osiak, K., Mazurek, A., Pękala, P., Koziej, M., Walocha, J. A., and Pasternak, A. (2021b). Electrodiagnostic studies in the surgical treatment of carpal tunnel syndrome – a systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(12), 2691.
- Padua, L., Coraci, D., Erra, C., Pazzaglia, C., Paolasso, I., Loreti, C., Caliandro, P., and Hobson-Webb, L. D. (2016). Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *The Lancet Neurology*, 15(12), 1273–1284.
- Page, M. J., O'Connor, D., Pitt, V., and Massy-Westropp, N. (2012). Exercise and mobilisation interventions for carpal tunnel syndrome. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012(6), CD009899.
- Papaioannou, T., Rushworth, G., Atar, D., and Dekel, S. (1992). Carpal canal stenosis in men with idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 285, 210-213.
- Paquette, P., Higgins, J., Danino, M. A., Harris, P., Lamontagne, M., and Gagnon, D. H. (2021). Effects of a preoperative neuromobilization program offered to individuals with carpal tunnel syndrome awaiting carpal tunnel decompression surgery: A pilot randomized controlled study. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 34(1), 37–46.
- Paraskevopoulos, E., Karanasios, S., Gioftsos, G., Tatsios, P., Koumantakis, G., and Papandreou, M. (2023). The effectiveness of neuromobilization exercises in carpal tunnel syndrome: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 39(10), 2037–2076.

- Peretti, A., Amenta, F., Tayebati, S. K., Nittari, G., and Mahdi, S. S. (2017). Telerehabilitation: Review of the state-of-the-art and areas of application. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 4(2), e7.
- Phalen G. S. (1966). The carpal-tunnel syndrome. Seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 48(2), 211–228.
- Piazzini, D. B., Aprile, I., Ferrara, P. E., Bertolini, C., Tonali, P., Maggi, L., Rabini, A., Piantelli, S., and Padua, L. (2007). A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clinical Rehabilitation*, 21(4), 299–314.
- Pınar, L., Enhoş, A., Ada, S. ve Güngör, N. (2005). Can we use nerve gliding exercises in women with carpal tunnel syndrome?. *Advances in Therapy*, 22(5), 467–475.
- Pourmemari, M. H., and Shiri, R. (2016). Diabetes as a risk factor for carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Diabetic Medicine: a Journal of the British Diabetic Association*, 33(1), 10–16.
- Pourmemari, M. H., Heliövaara, M., Viikari-Juntura, E., and Shiri, R. (2018). Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle and Nerve*, 58(4), 497–502.
- Pratelli, E., Pintucci, M., Cultrera, P., Baldini, E., Stecco, A., Petrocelli, A., and Pasquetti, P. (2015). Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: comparison between laser therapy and Fascial Manipulation®. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(1), 113–118.
- Puchalski, P., Szlosser, Z., and Żyluk, A. (2019). Familial occurrence of carpal tunnel syndrome. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 53(1), 43–46.
- Radecki, P. (1994). The familial occurrence of carpal tunnel syndrome. *Muscle and Nerve*, 17(3), 325–330.
- Raissi, G. R., Ghazaei, F., Forogh, B., Madani, S. P., Daghighzadeh, A., and Ahadi, T. (2017). The effectiveness of radial extracorporeal shock waves for treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 43(2), 453–460.
- Raji, P., Ansari, N. N., Naghdi, S., Forogh, B., and Hasson, S. (2014). Relationship between Semmes-Weinstein Monofilaments perception Test and sensory nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome. *NeuroRehabilitation*, 35(3), 543–552.
- Rempel, D., Dahlin, L., and Lundborg, G. (1999). Pathophysiology of nerve compression syndromes: Response of peripheral nerves to loading. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 81(11), 1600–1610.
- Richardson, J. T. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, 6(2), 135–147.

- Richman, J. A., Gelberman, R. H., Rydevik, B. L., Gylys-Morin, V. M., Hajek, P. C., and Sartoris, D. J. (1987). Carpal tunnel volume determination by magnetic resonance imaging three-dimensional reconstruction. *The Journal of Hand Surgery*, 12(5), 712-717.
- Robbins, H. (1963). Anatomical study of the median nerve in the carpal tunnel and etiologies of the carpal-tunnel syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 45(5), 953-966.
- Schmid, A. B., Elliott, J. M., Strudwick, M. W., Little, M., and Coppieters, M. W. (2012). Effect of splinting and exercise on intraneural edema of the median nerve in carpal tunnel syndrome--an MRI study to reveal therapeutic mechanisms. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 30(8), 1343-1350.
- Sezgin, M., Incel, N. A., Serhan, S., Camdeviren, H., As, I. ve Erdoğan, C. (2006). Assessment of symptom severity and functional status in patients with carpal tunnel syndrome: reliability and functionality of the Turkish version of the Boston Questionnaire. *Disability and Rehabilitation*, 28(20), 1281-1285.
- Shacklock, M. (1995). Neurodynamics. *Physiotherapy*, 81(1), 9-16.
- Sharief, F., Kanmani, J., and Kumar, S. (2018). Risk factors, symptom severity and functional status among patients with carpal tunnel syndrome. *Neurology India*, 66(3), 743-746.
- Sharifi-Mollayousefi, A., Yazdchi-Marandi, M., Ayramlou, H., Heidari, P., Salavati, A., Zarrintan, S., and Sharifi-Mollayousefi, A. (2008). Assessment of body mass index and hand anthropometric measurements as independent risk factors for carpal tunnel syndrome. *Folia Morphologica*, 67(1), 36-42.
- Shipp, M. M., Ge, J. S., Piana, L. E., and DaSilva, M. F. (2025). Carpal tunnel syndrome. In Ferri, F. F. (Ed.), *Ferri's Clinical Advisor 2025* (pp. 243-244). Canada: Elsevier.
- Shiri, R., Heliövaara, M., Moilanen, L., Viikari, J., Liira, H., and Viikari-Juntura, E. (2011). Associations of cardiovascular risk factors, carotid intima-media thickness and manifest atherosclerotic vascular disease with carpal tunnel syndrome. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 12, 80.
- Shiri, R., Pourmemari, M. H., Falah-Hassani, K., and Viikari-Juntura, E. (2015). The effect of excess body mass on the risk of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of 58 studies. *Obesity Reviews*, 16(12), 1094-1104.
- Smerilli, G., Di Matteo, A., Cipolletta, E., Carloni, S., Incorvaia, A., Di Carlo, M., Grassi, W., and Filippucci, E. (2021). Ultrasound assessment of carpal tunnel in rheumatoid arthritis and idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clinical Rheumatology*, 40(3), 1085-1092.
- Sonohata, M., Tsuruta, T., Mine, H., Asami, A., Ishii, H., Tsunoda, K., and Mawatari, M. (2017). The effect of carpal tunnel release on neuropathic pain in carpal tunnel syndrome. *Pain Research and Management*, 2017, 8098473.

- Sotelo, J. R., Canclini, L., Kun, A., Sotelo-Silveira, J. R., Xu, L., Wallrabe, H., Calliari, A., Rosso, G., Cal, K., and Mercer, J. A. (2013). Myosin-Va-dependent cell-to-cell transfer of RNA from Schwann cells to axons. *PloS One*, 8(4), e61905.
- Soubeyrand, M., Melhem, R., Protais, M., Artuso, M., and Crézé, M. (2020). Anatomy of the median nerve and its clinical applications. *Hand Surgery and Rehabilitation*, 39(1), 2–18.
- Sullivan, G. M., and Feinn, R. (2012). Using effect size-or why the p value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279–282.
- Terada, N., Saitoh, Y., Kamijo, A., Yamauchi, J., Ohno, N., and Sakamoto, T. (2019). Structures and molecular composition of Schmidt-Lanterman incisures. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1190, 181–198.
- Vaidya, S. M., and Nariya, D. (2020). Effect of neural mobilisation versus nerve and tendon gliding exercises in carpal tunnel syndrome: a randomised clinical trial. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 14(6), 1–4.
- Voogt, L., de Vries, J., Meeus, M., Struyf, F., Meuffels, D., and Nijs, J. (2015). Analgesic effects of manual therapy in patients with musculoskeletal pain: a systematic review. *Manual Therapy*, 20(2), 250–256.
- Wang, Y., Filius, A., Zhao, C., Passe, S. M., Thoreson, A. R., An, K. N., and Amadio, P. C. (2014). Altered median nerve deformation and transverse displacement during wrist movement in patients with carpal tunnel syndrome. *Academic Radiology*, 21(4), 472–480.
- Werner, R. A., and Andary, M. (2002). Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 113(9), 1373–1381.
- Wolny, T., and Linek, P. (2018). Neurodynamic techniques versus "sham" therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: A randomized placebo-controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(5), 843–854.
- Wolny, T., and Linek, P. (2019). Long-term patient observation after conservative treatment of carpal tunnel syndrome: a summary of two randomised controlled trials. *PeerJournal*, 7, e8012.
- Wright, T. W., Glowczewskie Jr, F., Cowin, D., and Wheeler, D. L. (2001). Ulnar nerve excursion and strain at the elbow and wrist associated with upper extremity motion. *The Journal of Hand Surgery*, 26(4), 655-662.
- Wright, T. W., Glowczewskie, F., Wheeler, D., Miller, G., and Cowin, D. (1996). Excursion and strain of the median nerve. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 78(12), 1897–1903.
- Yüksel İ. (2018). *Masaj teknikleri* (4. Baskı). Ankara: Hipokrat Yayınevi, 67-82.

- Zaralieva, A., Georgiev, G. P., Karabinov, V., Iliev, A., and Aleksiev, A. (2020). Physical therapy and rehabilitation approaches in patients with carpal tunnel syndrome. *Cureus*, *12*(3), e7171.
- Zhang, F., Cui, R., Yin, L., Bi, R., Xu, H., and Wang, S. (2025). The causal relationship between thyroid dysfunction and carpal tunnel syndrome: A Mendelian randomization study. *Medicine*, *104*(9), e41648.

EKLER

EK-1. Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 22.04.2024-E.929864



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu



Sayı : E-77082166-302.08.01-929864
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

22.04.2024

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Öznur GÜNEY'in, Doç.Dr.Zeynep EMİR'in** danışmanlığında yürüttüğü **"Karpal Tünel Sendromu Olan Hastalarda Bilateral Nöromobilizasyonun Etkilerinin İncelenmesi: Unilateral Uygulama ile Karşılaştırma Çalışması"** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **16.04.2024** tarih ve **07** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2024 - 611

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Doç. Dr. Zeynep EMİR

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu :BSERE8V0B3

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>
Kep Adresi: gaziuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için :Nursel Güner
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 20 57



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-1. (devam) Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 22.04.2024-E.929864	GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ
--	---

TOPLANTI TARİHİ : 16.04.2024		TOPLANTI SAYISI : 07	
ADI – SOYADI		İMZA	
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN			
Prof. Dr. Zehra GÖÇMEN BAYKARA BAŞKAN YRD.			
Prof. Dr. C. Haluk BODUR			
Prof. Dr. Seçil ÖZKAN			
Prof. Dr. Cevriye TEMEL GENCER			
Prof. Dr. İlkay ULUTAŞ			
Prof. Dr. Kemalettin DENİZ			
Prof. Dr. Makbule GEZMEN KARADAĞ			
Prof. Dr. İlyas OKUR			
Prof. Dr. Nihan KAFA			
Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN			
Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU			
Doç. Dr. Elvan İNCE AKA			

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2. Unilateral Nöromobilizasyon Grubu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndantarih /sayı ile izin alınan* ve Doç. Dr. Zeynep Emir'in danışmanlığında Yüksek Lisans Öğrencisi Öznur GÜNEY tarafından yürütülen "Karpal Tünel Sendromu Olan Hastalarda Bilateral Nöromobilizasyonun Etkilerinin İncelenmesi: Unilateral Uygulama ile Karşılaştırma Çalışması" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izini alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Bu çalışma, Karpal Tünel Sendromu tanıları bireylerde iki tarafa uygulanan nöromobilizasyonun (sinir kaydırma egzersizi) sadece etkilenmiş tarafta yapılan nöromobilizasyona göre üstün olup olmadığını araştırmayı amaçlamaktadır.
Araştırmanın Yöntemi	Karpal tünel sendromunda nöromobilizasyon teknikleri, hastalığın tedavisinde rutin olarak yapılan bir egzersiz türüdür. Bu teknik ile sinir kaydırılarak hastanın elinde hissettiği uyuşma, karıncalanma ve ağrı gibi şikayetlerinde iyileşme sağlanır. Biz bu çalışmada hem etkilenmiş ele hem de etkilenmemiş ele bu tekniği uygulayarak bu yöntemin sadece etkilenmiş ele yapılan uygulamadan farklı sonuçları olup olmadığını araştırmayı planlıyoruz. Sizi tek elinizde karpal tünel sendromu tanısı almış olduğunuz için bu çalışmaya davet etmek istiyoruz. Çalışmaya katılmayı kabul ederseniz 4 hafta boyunca haftada 2 gün klinikte birlikte egzersiz yapacağız. Seans içinde, egzersizlere ek olarak, şikayetlerinizi azaltmak için, klasik masaj ve buz uygulamaları da yapılacaktır. Egzersiz programının başında ve sonunda olmak üzere toplam iki kez değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmeler; kavrama kuvveti, çimdikleme kuvveti, ağrı ve duyu ölçümleri ile karpal tünel sendromu için oluşturulmuş bir anketin doldurulmasını içermektedir. İlk ziyarette hastalık hakkında bilgilendirme yapılacağı için seansımız yaklaşık 30 dakika, sonraki seanslar ise yaklaşık 20 dakika sürecektir. Kliniğe gelmediğiniz günlerde egzersizleri evde de yapmanız istenecektir. Sizin dahil olduğunuz grupta sinir kaydırma egzersizleri tek tarafa uygulanacaktır. Sinir kaydırma egzersizi hariç tüm tedavi ve değerlendirmeler diğer grupla aynı olacaktır. Sizden toplanan veriler, diğer grubun verileri ile karşılaştırma yapmak amacıyla kullanılacak ve saklı tutulacaktır. Çalışma sonunda diğer gruba uygulanan tedavinin daha etkili olduğu bulunursa, size de çift taraflı uygulama yapılacaktır.
Araştırmanın Öngörülen Süresi	27.04.2024-18.04.2025
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	44
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Ankara Üniversitesi İbni Sina Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Altındağ Ankara
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☐ Hayır ☒

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

EK-2. (devam) Unilateral Nöromobilizasyon Grubu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü

Adı ve Soyadı	Doç. Dr. Zeynep EMİR	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		20.03.2024

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vasi

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

EK-3. Bilateral Nöromobilizasyon Grubu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndantarih /sayı ile izin alınan* ve Doç. Dr. Zeynep EMİR'in danışmanlığında yüksek lisans öğrencisi Öznur GÜNEY tarafından yürütülen "Karpal Tünel Sendromu Olan Hastalarda Bilateral Nöromobilizasyonun Etkilerinin İncelenmesi: Unilateral Uygulama ile Karşılaştırma Çalışması" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izni alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Bu çalışma, Karpal Tünel Sendromu tanılı bireylerde iki tarafa uygulanan nöromobilizasyonun (sinir kaydırma egzersizi) sadece etkilenmiş tarafta yapılan nöromobilizasyona göre üstün olup olmadığını araştırmayı amaçlamaktadır.
Araştırmanın Yöntemi	Karpal tünel sendromunda nöromobilizasyon teknikleri, hastalığın tedavisinde rutin olarak yapılan bir egzersiz türüdür. Bu teknik ile sinir kaydırılarak hastanın elinde hissettiği uyuşma, karıncalanma ve ağrı gibi şikayetlerinde iyileşme sağlanır. Biz bu çalışmada hem etkilenmiş ele hem de etkilenmemiş ele bu tekniği uygulayarak bu yöntemin sadece etkilenmiş ele yapılan uygulamadan farklı sonuçları olup olmadığını araştırmayı planlıyoruz. Sizi tek elinizde karpal tünel sendromu tanısı almış olduğunuz için bu çalışmaya davet etmek istiyoruz. Çalışmaya katılmayı kabul ederseniz 4 hafta boyunca haftada 2 gün klinikte birlikte egzersiz yapacağız. Seans içinde, egzersizlere ek olarak, şikayetlerinizi azaltmak için, klasik masaj ve buz uygulamaları da yapılacaktır. Egzersiz programının başında ve sonunda olmak üzere toplam iki kez değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirmeler; kavrama kuvveti, çimdikleme kuvveti, ağrı ve duyu ölçümleri ile karpal tünel sendromu için oluşturulmuş bir anketin doldurulmasını içermektedir. İlk ziyarette hastalık hakkında bilgilendirme yapılacağı için seansımız yaklaşık 30 dakika, sonraki seanslar ise yaklaşık 20 dakika sürecektir. Kliniğe gelmediğiniz günlerde egzersizleri evde de yapmanız istenecektir. Sizin dahil olduğunuz grupta sinir kaydırma egzersizleri iki elinize de uygulanacaktır. Sinir kaydırma egzersizi hariç tüm tedavi ve değerlendirmeler diğer grupla aynı olacaktır. Sizden toplanan veriler, diğer grubun verileri ile karşılaştırma yapmak amacıyla kullanılacak ve saklı tutulacaktır.
Araştırmanın Öngörülen Süresi	27.04.2024-18.04.2025
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	44
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Ankara Üniversitesi İbni Sina Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Altındağ Ankara
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☐ Hayır ☒

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

EK-3. (devam) Bilateral Nöromobilizasyon Grubu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü

Adı ve Soyadı	Doç. Dr. Zeynep EMİR	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		20.03.2024

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vasi

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

EK-4. Değerlendirme Formu

DEĞERLENDİRME FORMU

İlk Değerlendirme Tarihi:
Son Değerlendirme Tarihi:

Ad Soyad: Semptomatik Taraf:
Yaş: Dominant Taraf:
Cinsiyet: Şikâyet Süresi:
Boy – Kilo: Kronik Hastalıklar:
Telefon No: Önceki Tedaviler:
Meslek: Bland Sınıflaması:

VİZÜEL ANALOG SKALA

0 10

0 10

	Ağrı-İlk Değerlendirme	Ağrı-Son Değerlendirme
Aktivite		
İstirahat		
Uyku		

Hafif Dokunma ve Basınç Duyusunun Değerlendirmesi				
	İlk Değerlendirme		Son Değerlendirme	
	Semptomatik taraf	Non- semtomatik taraf	Semptomatik taraf	Non- semtomatik taraf
1. parmak pulpası				
2. parmak pulpası				

EK-4. (devam) Değerlendirme Formu

Kavrama Kuvveti Değerlendirmesi-İlk Değerlendirme								
	Semptomatik Taraf				Non-semptomatik Taraf			
	1.	2.	3.	Ortalama	1.	2.	3.	Ortalama
Kaba Kavrama Kuvveti								
Lateral İnce Kavrama								
İkili İnce Kavrama								
Üçlü İnce Kavrama								

Kavrama Kuvveti Değerlendirmesi- Son Değerlendirme								
	Semptomatik Taraf				Non-semptomatik Taraf			
	1.	2.	3.	Ortalama	1.	2.	3.	Ortalama
Kaba Kavrama Kuvveti								
Lateral İnce Kavrama								
İkili İnce Kavrama								
Üçlü İnce Kavrama								

Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi		
	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Semptom Şiddeti Ölçeği		
Fonksiyonel Durum Ölçeği		

EK-5. Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi

BOSTON KARPAL TÜNEL SENDROMU ANKETİ**Semptom Şiddeti Skalası**

Aşağıdaki sorularda, son iki hafta süresince tipik 24 saatlik bir dönemdeki semptomlarınızı gösteren bir cevabi daire içine alınız.

1. Gece el veya el bileği ağrınızın derecesi nedir?

- 1-Gece el veya el bileğimde 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 ağrım olmuyor
- 2-Gün içinde hafif ağrım oluyor
- 3-Gün içinde orta derecede ağrım oluyor
- 4-Gün içinde şiddetli ağrım oluyor
- 5-Gün içinde çok şiddetli ağrım 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 ağrım 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. Elinizdeki his kaybı ve karıncalanma gece ne kadar şiddetli oluyor?

- 1-Gece karıncalanma ve his kaybı olmuyor
- 2-Hafif
- 3-Orta
- 4-Şiddetli
- 5-Çok şiddetli

EK-5. (devam) Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi

10. Son iki hafta içinde ortalama bir gecede kaç kez elinizde his kaybı veya karıncalanma ile uyandınız?

- 1-Hiç
2-Bir defa
3-İki-üç defa
4-Dört-beş defa
5-Beş defadan fazla

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

Fonksiyonel Durum Skalası

Son iki hafta içinde sıradan bir günde, el ve el bileği şikayetleriniz aşağıdaki aktiviteleri yapmakta ne kadar zorluk çekmenize sebep oldu? Aktiviteyi yapabilirliğinizi en iyi tanımlayan rakamı yuvarlak içine alınız. (1- Zorlanmadan, 2- Hafif zorlanarak, 3-Orta derecede zorlanarak, 4-Şiddetli zorlanarak, 5-El veya el bileği şikayetlerim nedeniyle hiç yapamıyorum)

	Zorlanmadan	Hafif zorlanarak	Orta derecede zorlanarak	Şiddetli zorlanarak	El veya el bileği şikayetlerim nedeniyle hiç yapamıyorum
Yazı yazmak	1	2	3	4	5
Giysilerin düğmesini iliklemek	1	2	3	4	5
Okurken kitabı tutmak	1	2	3	4	5
Telefon ahizesini tutmak	1	2	3	4	5
Kavanoz açmak	1	2	3	4	5
Alışveriş torbalarını taşımak	1	2	3	4	5
Günlük ev işleri	1	2	3	4	5
Banyo yapmak ve giyinmek	1	2	3	4	5

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜNEY, Öznur
Uyruğu : T.C.

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2022
Lise	Final Temel Lisesi	2018

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2024- Halen	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2023-2024	Zenon Therapy&Pilates, Ankara	Fizyoterapist
2022-2023	Duçe Tıp Merkezi, Ankara	Fizyoterapist

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Emir, Z., Güney, Ö., and Çevik, K. (2025). Hand therapy experience after major earthquakes in 2023 in Türkiye: A single-site evaluation. *Hand Therapy*, 30(3), 124–134.
2. Akbaş, E., and Güney, Ö. (2025). Effects of scapular taping on grip strength and hand function: a randomized controlled cross-over study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 41(11), 2229–2241

Hobiler

Makrome, Yürüyüş



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..