

TC  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

**KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA MEDİAN SİNİR GERME  
EGZERSİZLERİ VE KESİKLİ ULTRASON TEDAVİLERİNİN  
ULTRASONOGRAFİK VE ELEKTROFİZYOLOJİK OLARAK  
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ  
Dr. Bülent PAMUK

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Canan TIKIZ

Manisa, 2014

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması 10.10.2012 'de CBÜTF Etik Kurul onayı alınarak, 2012-102 numarası ile Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Çalışmam sırasında tez danışmanlığımı üstlenen, eğitim ve tez sürecimde desteğini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli hocam Sn. Prof. Dr. Canan Tıkız'a, tüm eğitim sürecinde bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, bizlere desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Sn. Prof. Dr. Lale Cerrahoğlu ve Sn. Prof. Dr. Zeliha Ünlü'ye, eğitim sürecimde bilgi ve deneyimlerini paylaşarak bize desteklerini esirgemeyen değerli hocam Sn. Doç. Dr. Özgür Akgül'e, ultrasonografi çalışmalarımızı yaparak, bilgi ve deneyimlerini paylaşarak, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Radyoloji A.D. öğretim üyesi Prof. Dr. Şebnem Örgüç'e teşekkürlerimi sunarım. Uzmanlık eğitimi sürecinde birlikte çalıştığım tüm doktor arkadaşlarıma, kliniğimiz hemşirelerine ve diğer personellerine desteklerinden ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Bülent Pamuk

## İÇİNDEKİLER

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ .....                                                       | I    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                 | II   |
| ŞEKİL DİZİNİ .....                                                | V    |
| GRAFİK DİZİNİ .....                                               | V    |
| TABLolar DİZİNİ .....                                             | VI   |
| RESİMLER DİZİNİ .....                                             | VIII |
| KISALTMA VE SEMBOLLER DİZİNİ .....                                | IX   |
| I. GİRİŞ VE AMAÇ .....                                            | 1    |
| II . GENEL BİLGİLER .....                                         | 3    |
| 2.1. Karpal Tünel Sendromu Tanımı .....                           | 3    |
| 2.2. Karpal Tünel Anatomisi .....                                 | 3    |
| 2.2.1. Fleksör Retinakulum .....                                  | 4    |
| 2.2.2. Nervus Medianus.....                                       | 6    |
| 2.3. Karpal Tünel Sendromu Epidemiyolojisi.....                   | 9    |
| 2.4. Karpal Tünel Sendromu Etyolojisi .....                       | 10   |
| 2.5. Karpal Tünel Sendromu Fizyopatolojisi .....                  | 12   |
| 2.6. Karpal Tünel Sendromunda Klinik Özellikler .....             | 15   |
| 2.7. Karpal Tünel Sendromu Tanısı.....                            | 15   |
| 2.7.1. Fizik Muayene .....                                        | 15   |
| 2.7.2. Elektrofizyolojik Çalışmalar .....                         | 18   |
| 2.7.2.1. Karpal Tünel Sendromunda Elektrodyagnostik Çalışma ..... | 21   |
| 2.7.2.2. Karpal Tünel Sendromunda Nörofizyolojik Sınıflama.....   | 22   |
| 2.7.3. Karpal tünel Sendromunda Görüntüleme Yöntemleri.....       | 22   |
| 2.7.3.1.Ultrasonografi.....                                       | 22   |
| 2.7.3.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) .....                | 24   |
| 2.7.3.3. Direkt Grafi.....                                        | 25   |
| 2.7.3.4. Bilgisayarlı tomografi (BT).....                         | 26   |
| 2.8. Ayırıcı Tanı .....                                           | 26   |
| 2.9. Karpal Tünel Sendromu Tedavisi .....                         | 28   |
| 2.9.1. Konservatif Tedavi .....                                   | 28   |
| 2.9.2. Cerrahi Tedavi .....                                       | 35   |

|                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>III . GEREÇ ve YÖNTEM .....</b>                                                                                                   | <b>37</b> |
| 3.1. Çalışmaya Alınan Hastaların Değerlendirilmeleri .....                                                                           | 39        |
| 3.1.1. Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi .....                                                                                    | 39        |
| 3.1.2. Vizüel Analog Skala (VAS) .....                                                                                               | 40        |
| 3.1.3. Kısa Form 36 (SF-36) .....                                                                                                    | 40        |
| 3.1.4. Elektrofizyolojik İncelemeler .....                                                                                           | 41        |
| 3.1.5. Hastaların Ultrasonografi ile Değerlendirilmeleri .....                                                                       | 43        |
| 3.2. Çalışmada Uygulanan Tedaviler .....                                                                                             | 48        |
| 3.2.1. Terapötik Ultrason.....                                                                                                       | 48        |
| 3.2.2. Egzersiz .....                                                                                                                | 49        |
| 3.3. İstatistiksel Analiz .....                                                                                                      | 51        |
| <b>IV. BULGULAR.....</b>                                                                                                             | <b>52</b> |
| 4.1. Demografik Verilerin Değerlendirilmesi .....                                                                                    | 52        |
| 4.2. Tedavi Gruplarının Karşılaştırması .....                                                                                        | 56        |
| 4.3. Ultrasonografi Bulgularının Tedavi Grupları Arasında Tedavi<br>Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması .....                        | 67        |
| 4.4. Tanıda Kullanılan Klinik ve Laboratuvar Bulguları Arasındaki İlişkinin<br>Değerlendirilmesi.....                                | 68        |
| <b>V. TARTIŞMA .....</b>                                                                                                             | <b>82</b> |
| 5.1. Demografik Verilerin Değerlendirilmesi .....                                                                                    | 83        |
| 5.2. Ultrasonografinin KTS Takibinde Kullanılması .....                                                                              | 52        |
| 5.3. Karpal Tünel Sendromunda Elektrodyagnostik ve Ultrasonografik<br>Verilerin İlişkisi.....                                        | 90        |
| 5.4. Karpal Tünel Sendromunda Elektrodyagnostik Çalışmalar ve Klinik<br>Durumu Değerlendiren Testlerin İlişkisi .....                | 94        |
| 5.5. Karpal Tünel Sendromunda Ultrasonografi ve Klinik Durumu<br>Değerlendiren Testlerin İlişkisi.....                               | 97        |
| 5.6. Karpal Tünel Sendromunda Nöral Mobilizasyon Tedavisi .....                                                                      | 99        |
| 5.7. Karpal Tünel Sendromunda Nöromobilizasyon Tedavisinin<br>Etkinliğinin Klinik ve Elektrodyagnostik Olarak Değerlendirilmesi..... | 102       |
| 5.8. Karpal Tünel Sendromunda Nöromobilizasyon Tedavisinin                                                                           |           |

|                                                                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Etkinliğinin Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi .....                                                              | 107        |
| 5.9. Karpal Tünel Sendromunda Terapötik Ultrasonun Etkinliğinin<br>Klinik Olarak Değerlendirilmesi.....              | 107        |
| 5.10. Karpal Tünel Sendromunda Terapötik Ultrasonun Etkinliğinin<br>Elektrodiagnostik Olarak Değerlendirilmesi ..... | 111        |
| 5.11. Karpal Tünel Sendromunda Terapötik Ultrasonun Etkinliğinin<br>Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi .....       | 114        |
| 5.12. Tedavi Gruplarının Karşılaştırılması .....                                                                     | 114        |
| <b>VI. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>                                                                                | <b>117</b> |
| <b>VII.ÖZET .....</b>                                                                                                | <b>121</b> |
| <b>VIII. İNGİLİZCE ÖZET.....</b>                                                                                     | <b>124</b> |
| <b>IX.EKLER.....</b>                                                                                                 | <b>128</b> |
| <b>X.KAYNAKLAR .....</b>                                                                                             | <b>142</b> |

## ŞEKİL DİZİNİ

**Şekil 2.1.** Karpal tünel düzeyinin kesitsel Şematik görüntüsü

**Şekil 2.2.** El bileği volar yüz proksimal düzeyi kesiti

**Şekil 2.3.** Median sinirin üst ekstremitedeki seyri

**Şekil 2.4.** Median sinirin duyusal dağılımı

**Şekil 3.1.** Karpal tünelin psiform kemik düzeyinde (inletinde) iç yapısı

**Şekil 3.2.** Karpal tünelin hamatum kemik düzeyinde iç yapısı

## GRAFİK

**Grafik 4.1.** Tedavi  ncesi ve sonrası egzersiz ve terapötik US gruplarında ultrasonografik ölçümlerin ortalama değerlerinin değişimi

## TABLÖLAR DİZİNİ

**Tablo 2.1.** Karpal tünel sendromuna yol açan çeşitli meslek dışı nedenler

**Tablo 4.1.** Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri

**Tablo 4.2.** Tedavi gruplarındaki hastaların demografik özellikleri

**Tablo 4.3.** Tedavi öncesi ultrasonografik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu

**Tablo 4.4.** Tedavi öncesi tüm hastalarda elektrodyagnostik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu

**Tablo 4.5.** Tedavi öncesi klinik ve laboratuvar parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması

**Tablo 4.6.** Tedavi öncesi elektrodyagnostik çalışma, BSŞS ve BFDS skorları tutulum şiddetlerine göre hasta sayılarının dağılımı

**Tablo 4.7.** Egzersiz grubunda klinik ve laboratuvar parametrelerinin tedavi öncesi, tedavi sonrası karşılaştırılması

**Tablo 4.8.** Egzersiz grubunun tedavi öncesi ve sonrası SF-36 değerlerinin karşılaştırılması

**Tablo 4.9.** Terapötik US grubunda klinik ve laboratuvar parametrelerin tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması

**Tablo 4.10.** Terapötik US grubunun tedavi öncesi ve sonrası SF-36 değerlerinin karşılaştırılması

**Tablo 4.11.** Tedavi gruplarında klinik ve laboratuvar parametrelerinde tedavi öncesi ile tedavi sonrası arasındaki farkın karşılaştırılması

**Tablo 4.12.** Egzersiz grubunda inlet alan ölçümüne göre yapılan derecelendirmede hasta sayılarının dağılımı

**Tablo 4.13.** Terapötik ultrason grubunda inlet alan ölçümüne göre yapılan derecelendirmede hasta sayılarının dağılımı

**Tablo 4.14.** Tedavi öncesi çalışmaya alınan tüm ellerde median sinir inlet alanı derecesine göre ayrılan gruplarda elektrodyagnostik ölçümler

**Tablo 4.15.** Tedavi sonrası çalışmaya alınan tüm ellerde median sinir inlet alanı derecesine göre ayrılan gruplarda elektrodyagnostik ölçümler

**Tablo 4.16.** Çalışmaya alınan tüm ellerin tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında elektrodiagnostik tutulum şiddetine göre ayrıldığı gruplarda ultrasonografik ölçümlerin karşılaştırılması

**Tablo 4.17.** Tedavi öncesi BSŞS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodiagnostik ölçümler

**Tablo 4.18.** Tedavi öncesi BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodiagnostik ölçümler

**Tablo 4.19.** Tedavi sonrası BSŞS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodiagnostik ölçümler

**Tablo 4.20.** Tedavi sonrası BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodiagnostik ölçümler

**Tablo 4.21.** Tedavi öncesi elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BSŞS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

**Tablo 4.22.** Tedavi öncesi elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BFDS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

**Tablo 4.23.** Tedavi sonrası elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BSŞS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

**Tablo 4.24.** Tedavi sonrası elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BFDS ile tespit edilen hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

**Tablo 4.25.** Elektrodiagnostik tutulum şiddetine göre BSŞS ve BFDS skorları

**Tablo 4.26.** Tedavi öncesi tüm ellerde klinik ve laboratuvar verilerinin korelasyonu

**Tablo 4.27.** Klinik ve laboratuvar değerlerinde tüm ellerde tedavi öncesinden sonrasına olan sayısal değişimler arasındaki ilişki

## RESİMLER DİZİNİ

**Resim 3.1.** Çalışmada kullanılan elektronöromiyografi cihazı

**Resim 3.2.** Çalışmada kullanılan ultrasonografi cihazı

**Resim 3.3.** Karpal tünelin proksimali (radioulnar eklem seviyesinde) ultrasonografik görüntüsü

**Resim 3.4.** Karpal tünelin psiform kemik düzeyinde (inletinde) median sinirin alan ölçümünün yapıldığı el bilek seviyesi

**Resim 3.5.** Karpal tünelin psiform kemik düzeyinde ultrasonografik görüntüsü

**Resim 3.6.** Karpal tünelin çıkışında fleksör retinakulumda yerdeğiştirmenin ölçüldüğü el bilek seviyesi

**Resim 3.7.** Karpal tünelin çıkışında (hamatum kemik düzeyinde) ultrasonografik görüntüsü

**Resim 3.8.** Terapötik ultrasonda kullanılan cihaz

**Resim 3.9.** Nöral mobilizasyon egzersizleri

**Resim 3.10.** Totten ve Hunter tarafından önerilen sinir kaydırma egzersizleri, Wehbe ve Hunter tarafından önerilen tendon kaydırma egzersizleri

## KISALTMA VE SEMBOLLER DİZİNİ

|              |   |                                                                          |
|--------------|---|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>ENMG</b>  | : | Elektronöromiyografi                                                     |
| <b>US</b>    | : | Ultrason                                                                 |
| <b>USG</b>   | : | Ultrasonografi                                                           |
| <b>MRG</b>   | : | Manyetik rezonans görüntüleme                                            |
| <b>BT</b>    | : | Bilgisayarlı tomografi                                                   |
| <b>FR</b>    | : | Fleksör retinakulum                                                      |
| <b>BSŞS</b>  | : | Boston semptom şiddet skoru                                              |
| <b>BFDS</b>  | : | Boston fonksiyonel durum skoru                                           |
| <b>TÖ</b>    | : | Tedavi öncesi                                                            |
| <b>TS</b>    | : | Tedavi sonrası                                                           |
| <b>ms</b>    | : | milisaniye                                                               |
| <b>mV</b>    | : | milivolt                                                                 |
| <b>µV</b>    | : | mikrovolt                                                                |
| <b>m/sn</b>  | : | metre/saniye                                                             |
| <b>VAS</b>   | : | Vizüel ağrı skalası                                                      |
| <b>VKİ</b>   | : | Vücut kitle indeksi                                                      |
| <b>SS</b>    | : | Standart sapma                                                           |
| <b>KK</b>    | : | Korelasyon Katsayısı                                                     |
| <b>TENS</b>  | : | Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu                              |
| <b>KTS</b>   | : | Karpal Tünel Sendromu                                                    |
| <b>mMDL</b>  | : | Median sinir motor distal latansı                                        |
| <b>mSDL</b>  | : | Median sinir duyuşal distal latansı                                      |
| <b>MSNCV</b> | : | Median sinir duyuşal sinir ileti hızı                                    |
| <b>MA</b>    | : | Motor amplitud                                                           |
| <b>DA</b>    | : | Duyuşal amplitud                                                         |
| <b>MÜP</b>   | : | Motor Ünit Potansiyel                                                    |
| <b>AAEM</b>  | : | American Association of Electrodiagnostic Medicine                       |
| <b>BKTSA</b> | : | Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi                                     |
| <b>İA</b>    | : | Karpal tünel inletinde (psiform-skafoid kemik düzeyi) median sinir alanı |

**PA** : Karpal tünel proksimalimde (radioulnar eklem düzeyi) median sinir alanı

**VB** : Karpal tüneli hamatum-trapezium kemikler düzeyinde volar bulging

**EDTŞ** : Elektrodyagnostik tutulum Şiddeti

## I . GİRİŞ VE AMAÇ

Karpal tünel sendromu (KTS) sınırları karpal kemikler ve transvers karpal ligaman tarafından oluşturulan karpal tünel seviyesinde, median sinirin sıkışması ile oluşan bir nöropatidir (1). Karpal tünel sendromu en sık görülen sinir sıkışma sendromudur, kadınlarda % 9,2 ve erkeklerde % 6'ya varan prevalans ve yıllık 276/100000'a varan insidans oranlarında görüldügü bildirilmiştir (2,3).

Semptomlar hastalığın ciddiyetine bağlı olarak değişiklik gösterir. Hasta hastalığın erken safhasında median sinire ait duyusal tutulumu bağlı semptomlardan yakınıırken ileriki dönemde motor liflerin tutulumuna bağlı semptomlar görülebilir (4).

Karpal tünel sendromu tanısı klinik semptom ve bulgular ve sinir iletim çalışmalarına dayanılarak konulur. Fakat hastaların %13-27 kadarında elektrodiagnostik çalışmalar normal olabilir, bu hastalarda ultrasonografi (USG) ve magnetik rezonans grntleme (MRG) gibi tanı yöntemlerinin yararlı olduğu gösterilmiştir (4).

Nörofizyolojik incelemenin yanında USG'nin yararlı ve tamamlayıcı olduğu yönünde giderek artan kanıt mevcuttur. Dahası USG ve nörofizyolojik çalışmanın aynı seansta yapılması birbiri yerine geçmeyen bilgiler verebilmekte ve mononropatilerde tedavi çalışmalarının tanısal gücünü büyük oranda arttırabilmektedir (5).

Karpal tünel sendromu tedavisinde tedavi seçenekleri genel olarak cerrahi ve cerrahi olmayan şeklinde ayrılır. Yakın zamanda yapılan derlemelerde cerrahi olmayan tedavi seçenekleri; el bileği için splintleme, terapötik ultrason (US), nöral mobilizasyon, karpal kemik mobilizasyonu, lazer tedavisi, oral steroid ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar, oral B vitamini, lokal kortikosteroid enjeksiyonu, iş yeri modifikasyonu, yoga gibi yöntemler olarak bildirilmiştir (6,7). Bu tedavilerden oral steroid, el bileği splintleme, terapötik US tedavisi, yoga, nöral mobilizasyon ve karpal kemik mobilizasyonunun hafif ve orta şiddette KTS'de uygun olabileği ve bunlarla kısa dönemde önemli fayda sağlanabileği belirtilmektedir (4,7).

Terapötik ultrason tedavisinin monoterapi olarak karpal tünele 1 MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 1:4 kesikli modda verildiği ve hafif, orta düzey KTS hastalarında kısa dönemde etkili bulunduğu belirtilmektedir (8,9).

Tendon ve sinir kaydırma egzersizleri adezyonları gererek açma, median sinirle transvers karpal ligaman arası mesafeyi artırma, karpal tüneldeki ödem ve basıyı azaltma yönündeki etkileri nedeniyle halen tedavide kullanılmaktadır (6,10,11).

Bu çalışmanın amacı klinik ve elektrofizyolojik olarak hafif ve orta düzeyde karpal tünel sendromu tanısı almış hastalarda terapötik US ve sinir germe egzersizlerinin kısa dönem tedavi etkinliklerinin klinik testler, elektrofizyolojik, ultrasonografik çalışmalarla karşılaştırılması, bununla beraber klinik, elektrofizyolojik ve ultrasonografik bulguların hastalığın izlenmesinde ve şiddetinin gösterilmesindeki rollerinin araştırılmasıdır.

## II. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Karpal Tünel Sendromu Tanımı

Karpal tünel sendromu (KTS) el bileği seviyesinde median sinir sıkışmasına bağlı olarak oluşan semptomlar bütünüdür. En sık rapor edilen sinir sıkışma sendromudur. Median sinirin karpal tünel içinde sıkışması sonucu oluşan sinir hasarının nedenleri mekanik kompresyon ve iskemidir. Karpal tünel sendromu tanısı halen median sinirin eldeki dağılım alanına uyan kliniği ve semptomları temelinde konmaktadır (12).

Karpal tünel sendromu en sık orta yaşlı bayanlarda görülür. Etyolojisinde birçok neden olmakla beraber çoğu vaka idiyopatiktir (1). Dominant el ilk olarak ve daha şiddetli etkilense de genelde bilateral tutulum izlenir (13).

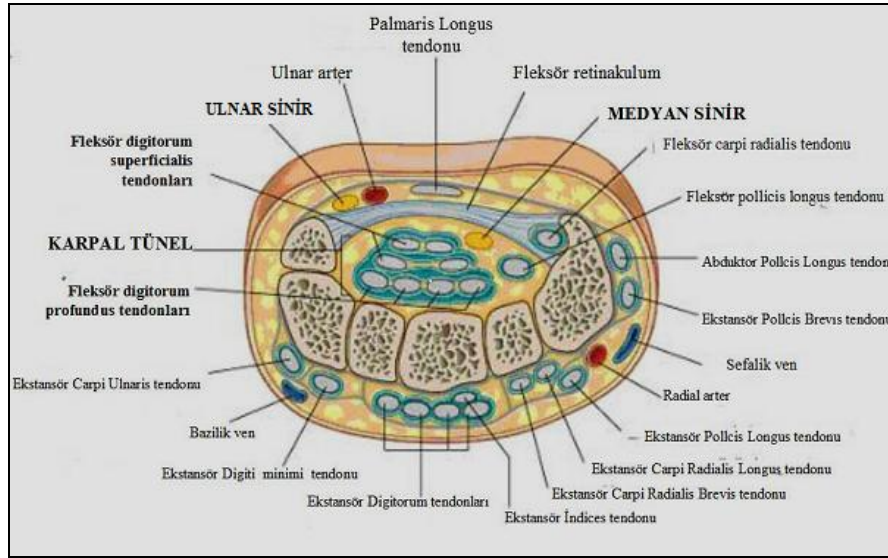
Tekrarlayan el aktivitesi karpal tünelde median sinirle beraber bulunan tendonlara ait sinovial kılıflarda kalınlaşmaya neden olabilmektedir (14). Bu kalınlaşma da karpal tünelde sinir üzerinde bası oluşturarak, sinirin miyelin kılıfında, ender olarak da aksonunda yaralanmaya neden olmaktadır. Karpal tünel sendromu tanısı için klinik semptomların varlığında nörofizyolojik çalışmalarla anormal median sinir fonksiyonunun gösterilmesinin en iyi yaklaşım olduğu bildirilmiştir (12). Ultrasonografi KTS'de median sinirle beraber çevre dokularla ilgili değerlendirme olanağı sağlamaktadır (15).

### 2.2. Karpal Tünel Anatomisi

Fibro-osseöz bir tünel olan karpal tünel, el bileği seviyesinde palmar tarafında fibröz, dorsal tarafında osseöz yapılarca sınırlandırılmıştır. Tünel distal ön kol ile derin avuç içi arasındaki bağlantıyı oluşturur. Sınırlarını proksimalde distal bilek fleksiyon pilisi, distalde hamatum kemiğinin kancası oluşturur. Karpal tünelde geçen yapılar; fleksör pollicis longus tendonu, medyan sinir, fleksör digitorum superfisiyalis ve fleksör digitorum profundus tendonlarıdır. Tünelin girişi os radius ve os ulna distal uçları seviyesindedir, tünelin orta ve distal kesiminde karpal kemikler bulunur. Karpal kemikler proksimal ve distal olmak üzere iki sıra halinde yer alır (16).

Kanalı üç kemik duvar ve bir fibröz ön duvar sınırlar. Tabanı os kapitatum, trapezoideum ve lunatumun oluşturduğu konkav yapıdır. Ulnar duvarı os hamatumun hamulusu, radial duvarı ise os trapezium ve tuberkulum ossis trapezii oluşturur. El bileği proksimal fleksiyon çizgisi tünelin proksimal sınırını belirlerken distal sınırını 3. metakarpal kemik basisi belirler (16) .

Tünelin transvers kesitte palmardan dorsale yüksekliği 1-1,5 cm, radialden ulnara genişliği ise 2,5-2,8 cm arasındadır (17,18).



**Şekil 2.1.** Karpal tünel düzeyinin kesitsel şematik görüntüsü (17)

### 2.2.1. Flexör Retinakulum

Flexör retinakulum transvers karpal arkın çatısını oluşturan güçlü bir ligamenttir. Temel fonksiyonu el bileği seviyesinde fleksör tendonlar için fleksör pulley gibi çalışmasıdır. Palmar arkı karpal tünele çevirerek psiform, hamatum, skafoid ve trapezium kemiklerine tutunur. Çatısını fleksör retinakulumun oluşturduğu karpal tünel bir kompartman gibi davranır ve kendi doku içi sıvı basıncı oluşturur (19). Flexör digitorum süperfisiyalis, palmaris longus kas gruplarının anomali şeklinde uzun oluşları, persistan median arter, lumbrikal kasların proksimal orijinli olmaları karpal tünel içindeki yapılarda bası oluşturabilir. Flexör retinakulumun proksimal kısmı derin

antebrakiyal fasiyanın devamıdır. Transvers karpal ligaman fleksör retinakulumun santral kısmını oluşturur (20).

Hamatumun çengeli karpal tünelin en proksimal seviyesinin 2-2,5 cm distalinde kalır ve bu seviye karpal tünelin 20 mm ile en dar kısmıdır. Burası aynı zamanda transvers karpal ligamanın en kalın olduğu yerdir (21).

### **Transvers Karpal Ligaman**

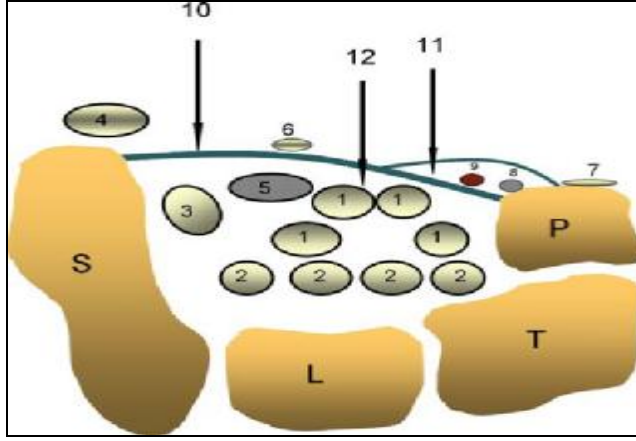
Fleksör retinakulumun yüzeysel tabakası palmar karpal ligament, derin tabakası ise transvers karpal ligamenti oluşturur. Transvers karpal ligament kalındır ve radial tarafta iki laminaya ayrılır. Transvers laminaı skafoit ve trapeziumun tuberküllerine, oblik lamina ise trapeziumun medial kenarına tutunur. Bu laminalar trapezium ile birlikte fleksör karpi radialis kasına geçit oluşturur. Transvers karpal

ligamentin ulnar kısmı pisiformedeki ulnar arter oluğunun derin dorsoline, radial kısmı ise pisohamat ligamentin latereline ve hamulus ossis hamati'ye tutunur (17).

Transvers karpal ligament fleksör tendonların volar yaylanmasını sınırlar (22). Kanal çapı enine kesitlerinde distale doğru değişmektedir. Karpal tünele girmeden önce medyan sinir şekil olarak silindirik, oval yapıdadır. Kanal içinde ise belirgin yassılaşıma gösterir. Sinirin en yassı olduğu yer transvers karpal ligamanın proksimal kenarının 2,0-2,5 cm distalidir, burası aynı zamanda karpal tünelin en dar bölümüdür. Transvers ligamanın distal kenarı, 4. parmağın fleksiyonuyla ucunun tenar bölge tabanında değdiği noktaya denk gelir (22). Diyagnostik ultrasonografi aracılığıyla tünelin farklı seviyelerinde medyan sinirin çap ve alan ölçümleri yapılarak sinirin basıya uğrayıp uğramadığı konusunda yorum yapılabilir (23,24).

### **Palmar Karpal Ligament**

Proksimalde önkol fasyasının, distalde ise palmar fasyanın devamı olan ince bir bağıdır. Radial tarafta transvers karpal ligamentle birleşir. Ulnar tarafta transvers karpal ligamentten ayrılarak os pisiformedeki ulnar arter oluğunun palmar kenarına tutunur (17).



**Şekil 2.2.** El bileği volar yüz proksimal düzeyi kesiti (18)

S = skafoïd, L = lunatum, T = trikuetrum, P = pisiform, 1 = süperfisyal fleksör tendonlar, 2 = derin fleksör tendonlar, 3 = fleksör pollisis longus tendonu, 4 = fleksör karpi radialis tendonu, 5 = median sinir, 6 = palmaris longus, 7 = fleksör karpi ulnaris tendonu, 8 = ulnar sinir, 9 = ulnar arter, 10 = fleksör retinakulum, 11 = Guyon kanalı, 12 = karpal tünel

### 2.2.2. Nervus Medianus

Pleksus brakialıs 5.6.7.ve 8. servikal spinal sinirler ile 1. torakal spinal sinirin ön dallarının regio servikalıs lateraliste birleşmesi ile oluşur. Pleksus brakialıs sinir kökleri, gövdeleri, dalları ile fasikuluslardan oluşur. C5 ve C6'nın kökleri birleşerek trunkus süperioru, C8 ve T1'in kökleri birleşerek trunkus inferioru oluşturur. C7'nin kökü trunkus medius olarak devam eder. Trunkuslar daha sonra ön ve arka dallara ayrılır. Üst ve orta trunkusun ön dalları birleşerek fasikulus lateralisi, alt trunkusun ön dalı fasikulus medialis ve üç trunkusun arka dalları birleşerek fasikulus posterioru oluşturur (25).

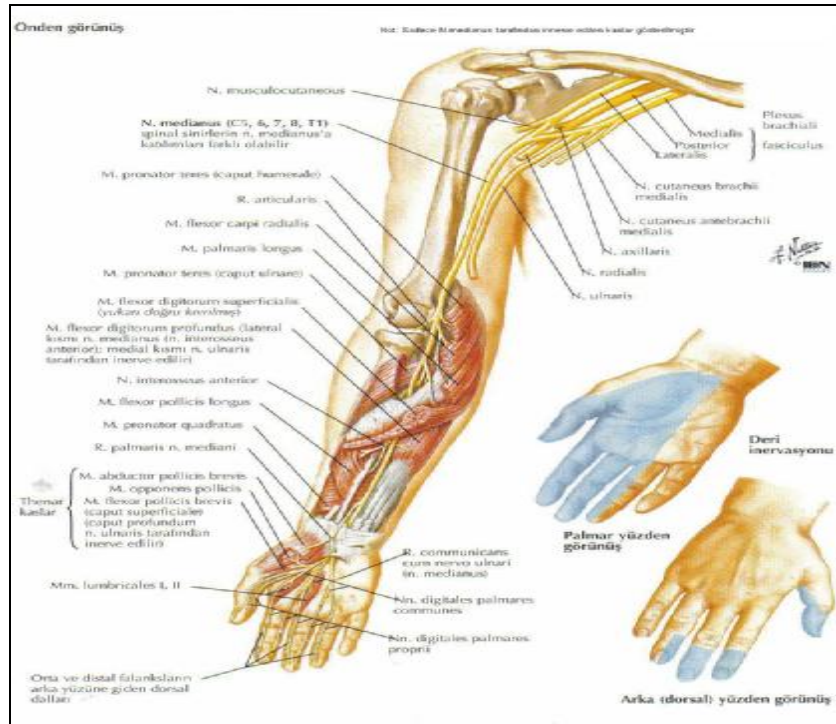
Median sinir (C5-T1), brakial pleksusun mediyal ve lateral fasiküllerinden gelen köklerin aksiller arterin önünde birleşmesiyle meydana gelir. Bu yolda median sinir, brakial pleksusun bütün segmentlerinden fasikül alır. Kolda damarlar ile birlikte sulkus bisipitalıs mediyaliste ve dirseğe doğru inerken brakial arterin mediyalinde seyreder (16).

Sinir dirsekte bisipital kas aponevrozunun (lasertus fibrosus) altından geçer. Lasertus fibrosus'un altında median sinir bazı dallar verir ve bunlar önkol kaslarını (m. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus,

m.flexor digitorum superficialis) innerve ederler. Sinir dirsekte pronator teres kasının distalinde N. interosseus anterior dalını verir (16).

### Nervus Medianusun Etrafındaki Yapılarla İlişkisi

Median sinir motor ve duysal bir sinir olup tenar eminens ve radyal taraftaki 3,4,5. parmakların duysunu alır. Nervus medianus radial taraftaki iki lumbrikal ve tenar taraf kaslarına motor dallar verir. Ön kolda fleksör yüzde transvers karpal ligamentin 5 cm proksimaline kadar fleksör digitorum profundusun üzerinde ve fleksör digitorum superfisiyalisin altında seyrederek, ardından fleksör digitorum superfisiyalis ve fleksör karpi radiyalis arasında olacak şekilde yüzeyelleşir. Karpal tünele girmeden hemen önce palmaris longus tendonu radyal tarafında yer alır. El bileği fleksör kıvrım çizgisi 5 cm kadar proksimalinde fleksör digitorum süperfisiyalis radyal kenarında seyreden median sinir, el bileğinde karpal kanala girmeden distal bilek çizgisinden birkaç santimetre önce volar veya anterolateral tarafından palmar kutanöz dalını verir. Bu dal elin palmar yüzünün radyal yarısının duysunu alır. Palmar kutanöz dal 16-25 mm kadar sinire paralel gidip sonrasında ondan ayrılır, fleksör karpi radiyalisin ulnar tarafında seyrederek (21).



Şekil 2.3. Median sinirin üst ekstremitedeki seyri (26).

Median sinir el bileği ekstansiyonunda fleksör digitorum superfisiyalisin 3. parmağa giden tendonu ve fleksör retinakulum arasında seyrederek. Fleksiyon tendonlarda fleksör retinakulum, anteriora doğru yerdeğiştirme oluşturur. Median sinir bu hareketlerde ya fleksör retinakulum doğru ya da fleksör digitorum superfisiyalisin 2. tendonuna doğru yassılaşıp ya da en sık olarak fleksör digitorum superfisiyalis 2. tendonu ve fleksör pollicis longus, daha az olarak da fleksör digitorum superfisiyalis 3 ve 4. tendonları arasında kalır, el bileği fleksiyounda fleksör retinakulum ile diğer tendonlara daha yakın pozisyonda bulunur. Anatomi olarak karpal tüneldeki yapıların birbirine yakınlığı karpal tünel basıncını hem ekstansiyonda hem de fleksiyounda artırırsa da basınç artışı fleksiyon posturunda daha belirgindir (21).

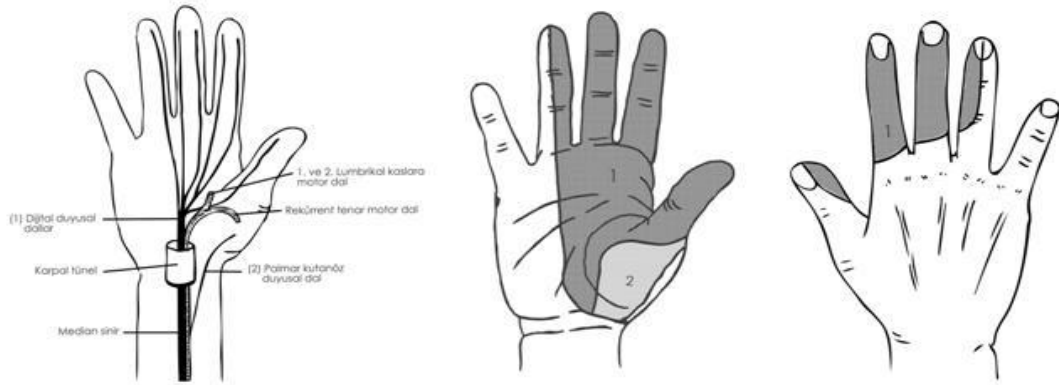
Median sinir fleksör retinakulum distalinde altı dala ayrılır. Bu altı daldan biri rekkurrent motor dal olup skafoidden yüzük parmağın radyal kleftine çizilen çizginin tenar fleksiyon çizgisini kestiği yerden, karpal kanal içinden çıkarak abduktör pollicis brevis, fleksör pollicis brevis, opponens pollicis inerve eder. Diğer dallar arasında baş parmağın ulnar ve radyal tarafına ve işaret parmağın radyal tarafına giden duyuşal digital sinirler mevcuttur (27). Tenar dalın çıkış noktası skafoid tüberkülden başparmak metakarpofalangiyeal eklem fleksiyon çizgisi distali arasında çizilen çizginin orta noktasıdır. Sonrasında iki digital sinir daha çıkacaktır. İlk iki lumbrikal kas median sinirin bu digital motor dalları tarafından inerve edilir (28).

Mediyan sinir eldeki otonomik sinir liflerinin çoğunu taşır (22). Mediyan sinirin transvers karpal ligamane yapışık olduğu kronik olgularda motor tutulum daha sık izlenir. Bu yapışıklık direkt olarak anteriorda bulunan mediyan sinir motor liflerine etki eder. Karpal tünel seviyesinde mediyan sinir %94 oranında duyuşal ve sadece %6 oranında motor lifleri içerir (29).

Mediyan sinirin motor dalının birçok varyasyon göstermesi KTS'li olgularda gözlenebilen farklı patolojilere neden olabilir. Tenar kaslarda çift inervasyon olması nadir karşılaşılan bir durum değildir. Bu tip inervasyona "*Ansa thenaris*" denmesi önerilmektedir. Böylesi bir çift inervasyon sinir yaralanmaları ve sinir cerrahisi için önemlidir (30). Birinci, 2 ve 3. digital palmar sinirler mediyan sinirin son dallarıdır. Digitales palmaris proprii sinirleri

başparmak, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının yarısını innerve eder. Bu sinirler ikinciden dördüncüye kadar olan parmakların yalnızca fleksor yüzlerini değil, aynı zamanda orta ve son falanksların ekstensör yüzleri üzerindeki deriyi de innerve ederler. Birinci ve 2. digitales palmaris communis sinirleri, birinci ve ikinci lumbrikal kaslara motor dallar da gönderir.

Kolda median siniri brakial arter ve dalları besler. Sinir önkolda anterior interosseal arterden çıkan median arterden beslenir. Dirsek eklemi sinovyasına, el bileğine, ulna ve radiusun kemik ve periostuna, metakarpal ve falangiyal kemiklere dallar verir (16).



**Şekil 2.4.** Median sinirin duyuşal dağılımı (31)

### 2.3. Karpal Tünel Sendromu Epidemiyolojisi

Karpal tünel sendromu en sık görülen sinir sıkışmasına bağlı nöropati olup ABD'de insidansı %3,7 olarak bildirilmekle birlikte prevalansını kadınlarda %9,2, erkeklerde %6, insidansını yılda 276/100000 olarak verilmiştir (2,3,32). 2001 yılında Avrupa'da yapılan, 400000 kişiyi kapsayan geniş bir incelemede üst ekstremitede görülen rahatsızlıkların %6,5'ini oluşturduğu, bayanlarda daha yüksek bir insidans ile %7,6, erkeklerde ise yıllık %5,6 insidans ile görüldüğü belirtilmiştir. Avrupa'da işe bağlı oluşan üst ekstremitte iskelet kas kaynaklı hastalıkların %60 oranında KTS'ye bağlı olduğu belirtilmiştir (1).

#### **2.4. Karpal Tünel Sendromu Etiyolojisi**

Karpal tünel sendromu için akut ve kronik olarak iki ayrı form tanımlanmıştır. Akut form nadir görülmekte olup radius kırığı sonrası karpal tünelde ani basınç artışına bağlı olarak görülür. Aynı zamanda yanıklar, koagulopati, lokal enfeksiyon ve enjeksiyonlara bağlı olarak da oluşabilir. Kronik form daha sık görülmekte ve kendini yıllar içinde göstermektedir. Bu hastalarda ancak %50'sinde neden tanımlanabilmektedir (4). En sık olarak görülen primer KTS'yi etyolojik faktörlerden nonspesifik fleksör tenosinovit, diyabet, gebelik, el bileği artriti ve hipotiroidizm izlemektedir (33). Karpal tünel sendromunun etiyojisinde yapısal ve genetik faktörlerin mesleki faktörlerin önünde yer aldığı bildirilmiştir. Yapısal faktörlerde el bileği seviyesinde antropometrik ölçümler ve kare el bilek şeklinin, vücut kitle indeksi yüksekliğinin yer aldığı düşünülmektedir (34,35). İdiyopatik karpal tünel sendromlu 625 hastanın doku biyopsisinin incelendiği çalışmada vakların %96'sında inflamasyon olmayan benign fibröz doku, %4 kronik inflamasyon, %0,2 akut inflamasyon görülmüş, etiyojide tenosinovit ile ilişki gösterilememiştir (36).

**Tablo 2.1.** Karpal tünel sendromuna yol açan çeşitli meslek dışı nedenler (4)

| A.Lokal Nedenler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | C. Sistemik Nedenler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>İnflamatuar nedenler :</b><br/>Tenosinovit, histoplazma, fungal enfeksiyon, hipertrofik sinoviyum vb.</li> <li>• <b>Travma :</b> Colles kırığı, karpal kemiklerin ıkığı vb.</li> <li>• <b>Tmrler :</b> Hemanjiyom, kist, gangliyon, lipom, nroma vb.</li> <li>• <b>Anatomik anomaliler :</b><br/>Kalınlamı transvers karpal ligaman, kemik anormallikleri, anormal kas yapıları, persistan median arter vb.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diyabet</li> <li>• Obesite</li> <li>• Hipotiroidizm</li> <li>• Gebelik , Menapoz</li> <li>• Sistemik eritematozus lupus</li> <li>• Skleroderma</li> <li>• Dermatomyozit</li> <li>• Bbrek yetmezliği</li> <li>• Hemodiyaliz</li> <li>• Akromegali</li> <li>• Multiple miyelom,</li> <li>• Lsemi</li> <li>• Sarkoidoz</li> <li>• Alkolizm</li> <li>• Hemofili vb.</li> </ul> |
| B. Blgesel Nedenler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartrit, Romatoid artrit, Amiloidoz, Gut vb.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Gebelerde genelde 3. trimestırda ve bilateral olarak görülür. Çoğunlukla konservatif tedaviyle ve gebeliğin sona ermesi ile kendiliğinden semptomlarda azalma olur. Sekonder nedenler lokal, bölgesel ve sistemik olarak ayrılabilirler (Tablo 2.1) (4).

### **Karpal Tünel Sendromunun Mesleki Faktörlerle İlişkisi**

Karpal tünel sendromu tekrarlayıcı travma bozukluklarının en sık görülen formudur. Bileyici, ğtc işlemler yapanlar, kasa görevlileri, et ambalajlama içi, dikiş, ince elii ve montaj yapanlar, bakkaliyelerde sık grlmektedir. Etyolojide mesleki faktörler araştırılmıştır ve tekrarlayıcı hareket, kuvvet uygulama, postür, dış basıya maruziyet ve vibrasyon gibi faktörler arasından en sık suçlanan tekrarlayıcı hareketler olmuştur (4).

Deneysel bir çalışmada kompartman içi basınç tam supinasyon ve 90 derece metakarpofalangiyal eklem fleksiyonunda 55 mmHg olarak en yüksek, 45 derece pronasyon ve 45 derece metakarpofalangiyal eklem fleksiyonunda en düşük saptanmıştır, bu çalışmada yazarlar işyerinde küçük aletlerle yapılan işler için en düşük basınç görülen pozisyonun tasarlanması gerektiğini bildirmişlerdir (37).

Mesleki faktörler KTS'nin açıklanmasında yeterli olmamış, hastaya bağlı intrinsik faktörlerin mesleki faktörlerle kombinasyonunun riski arttıracakı belirtilmiştir (4). Yapılan bir çalışmada aynı işi yapan KTS olan ve olmayan hastalarda, KTS olan grupta hayat boyu %19 daha fazla sigara, %75 daha fazla alkol, %5 daha fazla kafein kullanımı tespit edilmiştir (37). Endüstriyel işlerde çalışanların incelendiği 17 yıl süren başka bir çalışmada KTS ile tekrarlayıcı hareketler arasında net bir birliktelik gösterilememiş, KTS insidansının fazla kilolu insanlarda ve kadınlarda daha fazla görüldüğü belirtilmiştir (38).

Mesleğin KTS üzerindeki rolünün incelendiği sistematik literatür taramasında elde tutulan vibrasyonla çalışan aletlerle çalışanlarda KTS riskinin 2 kattan fazla arttığı, tekrarlayan fleksiyon, ekstansiyon hareketi ile çalışanlarda, elde sıkma işi yapanlarda KTS riskinin arttığı, bilgisayar kullananlarda ise KTS için risk artışı saptanmadığı bildirilmiştir (39).

## **2.5. Karpal Tünel Sendromu Fizyopatolojisi**

Karpal tünel içinden median sinir yanında fleksör karpi ulnaris ve palmaris longus dışındaki parmaklara giden fleksör tendonların geçtiği el bileği seviyesindeki osseofibroz bir tüneldir. Tünelin volar yüzünü transvers karpal ligaman, dorsal yüzünü karpal kemikler üzerindeki ekstrinsik palmar el bileği ligamentleri sınırlandırır. Teorik olarak kapalı bir kompartman olmamasına rağmen lokal ödemlerde bile, elastik olmayan transvers ligaman tarafından sınırlandırılması nedeniyle içindeki median sinir kompresyon altında kalmaya yatkındır (40).

Kompresyon nöropatilerinin patofizyolojilerinin anlaşılması çoğunlukla hayvan çalışmaları ile olmuşsa da az sayıda, insanlarda yapılmış karpal tünelin iç basıncının incelendiği çalışma da mevcuttur (12).

Periferik sinir bası altında kaldığında sinirde ve çevre dokularda hızla biyokimyasal değişiklikler başlar. Periferik sinir metabolizması Lundborg tarafından yapılan çalışmalarda incelenmiş, 30 mmHg basınç ile periferik sinirde ilk nörofizyolojik değişikliklerin olduğu, basınç 50 mmHg'yı aştığında total sinir bloğu geliştiği gösterilmiştir (41). Karpal tüneldaki normal basınç 2,5-15 mmHg olup en yüksek olarak tünelin distalinde bulunmuştur (42). Çalışmalarda en fazla bası altında kalan bölge el bileği çizgisinin 10 mm kadar distali olup basınç burada  $44,9 \pm 26,4$  mmHg olarak ölçülmüştür. Basınç artışının distal motor latans ve semptomların süresi ile ilgili olduğu belirtilmiştir (43,44). Fleksiyon ve ekstansiyon el bileğinde karpal tünel hacmini azaltarak burada basıncı 30-50 mmHg düzeyine çıkarmaktadır. Bazı çalışmalarda preoperatif KTS hastaları ve kontroller arasında, el bileği nötral, tam fleksiyon, tam ekstansiyonda iken ölçülen basınçlar karşılaştırılmış, KTS grubunda her üç durumda da kontrollere göre basınç yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada en yüksek basınç tam pasif ekstansiyonda, en düşük basınç nötral pozisyonda izlenmiştir (42,45).

Kalın myelinli lifler küçük, ince liflere göre hipoksiye karşı daha hassastır (41). Artan basınçla beraber oluşan median sinir motor ve duyu fonksiyonlarında kayıp ve sinir ileti hızları arasında ilişki izlenmiştir (42). Basınç artışı kapiller dolaşımı yavaşlatarak venöz basıncı arttırmakta bu da sinir dokusunun daha fazla hipoksiye maruz kalmasına neden olmaktadır (41,46).

Median sinirin bası altında kalması sinir distal aksoplazmik akımında değişikliklere yol açmakta ve aksonal membran uyarılabilirliğini değiştirmektedir. İnternodal mesafede distorsiyon, myelin lamellerde bası altında kalan bölgede kaymalar sonrası ranvier nodlarında teleskop benzeri ayrışmalar tarif edilmiştir (41,47).

Kan akımı azalması ve iskemi ile sonuçlanan süreçte artan basınca bağlı olarak demyelinizasyon görülür, bu süreç dönüşümlüdür, düzelme

saatler içinde başlayacaktır. Proksimal aksonların gerilerek besleyici madde transportunun bozulmasıyla distaldeki enzimatik süreç başlar ve beslenmede azalma görülür (41,48). Ameliyat edilen KTS hastalarında, gerilen damarlar ve siyanoza bağlı olarak %14 vakada psödonöroma ve median sinirde kumsaati görünümü tesbit edilmiştir (47). Ödematöz değişiklikler fibroblast proliferasyonunu uyarak uzun süren kompresyon sonucu fasiküller içinde, epinöryum etrafında ve intertisiyel alanda skarlaşmalar oluşur (41). Bası süresi arttıkça sinir disfonksiyonu daha da artar. İntermitant kompresyon ve sinirde dislokasyon olması ek olarak aksonal daralmaya neden olur (48). Bu fibrotik değişiklikler serbest nöral kayma derecesini etkiler (46).

Sinirdeki gerilme gücünü temel olarak perinöryum sağlayarak yapısal değişiklikler olmaksızın bir miktar sinir gerilmesine izin verir. Kontrol grubu ve KTS hastalarında el bileği hareketleri ile sinir fasikülün longitudinal yerdeğiştirmesi benzer bulunmuş, buna karşılık KTS grubunda transvers hareketlerde kontrol grubuna göre %40 azalma tespit edilmiştir (41).

Fibrotik değişikliklerin artması ile aksonal dejenerasyon ve daha ileri durumlarda aksonların distalinde Wallerian dejenerasyon görülecektir. Median sinir içinde yoğunlukla duyusal liflerin bulunması nedeni ile daha çok duyusal bulgular görülmektedir (49). Duyusal sinir lifleri disfonksiyonu önce geniş liflerde başlayarak sonrasında ince liflerde görülmektedir (50). Otonomik median sinir tutulumuna bağlı olarak KTS'de vasküler fonksiyonlarda ve terlemede değişiklikler görülebilmektedir (51).

Basıya bağlı nöropatilerde oluşan geridönüşümlü değişiklikler iskemiye bağlı lipid, myelin değişiklikleri ve daha yavaş gelişen mekanik etkiye bağlı yapısal değişikliklerdir. Periferik sinirin bası altında kalması ile oluşan standart senaryoda ilk basamak olan nöropraksis, nöronda geridönüşümlü fonksiyonel kesinti, kendini bası altında kalan yerde lokal sinir ileti bloğu şeklinde gösterir. Sonrasında aksonotmezis ile endonöryum tutulumu ve bazı aksonların yaralanması da patolojik sürece eklenir. Bu durum da iyileşme eğilimindedir, fakat bu kez iyileşme yavaş olacak ve 0,7–2,7 mm/gün hızında görülebilecektir. Fibrozis arttığında Wallerian dejenerasyon oluşarak kalıcı

sinir hasarı oluşur. Denervasyondan 2 yıl sonra maksimal ve kalıcı olarak kas liflerinde fibrozis oluşur (52).

## **2.6. Karpal Tünel Sendromunda Klinik Özellikler**

Karpal tünel sendromunda erken safhalarda duyuusal semptomlar, ileri safhalarda motor semptomlar görülür. En sık görülen semptom el bileği distalinde, median sinir dağılım alanı olan ilk üç parmak ve dördüncü parmağın radyal tarafında görülen, karıncalanma ve uyuşuklukla giden yanıcı ağrıdır. Gece parestezi şikayetlerinin KTS'de duyarlılığı %56-91, özgüllüğü %27-68 olarak belirtilmiştir (53).

Semptom ve bulgular eşliğinde KTS üç safhaya ayrılabilir. İlk safhada hastalar gece ender olarak uyanırlar, elde şişlik hissi, bazen el bileğinden omuza yayılan ciddi ağrı, parmak ve elde rahatsız edici bir karıncalanma tariflerler. El bileğini sallama şikayetleri azaltır. Sabahları elde bir miktar katılık hissi tariflenir. İkinci safhada şikayetler gün içinde de özellikle aynı pozisyon uzun süre korunursa veya tekrarlanan hareketler yapılırsa devam eder. Motor kayıp gelişirse hastalar objelerin ellerinden düştüğünü belirtirler. Üçüncü safhada tenar bölgede atrofi gelişir, duyuusal semptomlar hafifleyebilir (1). Bazı hastalar omuz ağrısı tarifleseler de el bileği yukarısında duyu değişiklikleri tariflemesler (4). Kendall'ın 327 hastada yaptığı çalışmada %95,7 hasta parestezi, %38 hasta sadece noktürnal, %58 hasta gece ve gündüz devam eden, ama geceleri kötüleşen, %5 hasta sadece gündüzleri olan şikayetler tariflemişlerdir (54).

## **2.7. Karpal Tünel Sendromu Tanısı**

### **2.7.1. Fizik Muayene**

Tanı amaçlı kullanılan klinik testler mevcut olsa da bunların hiçbirisi tek başına yeterli olmayıp, birbirlerini destekler niteliktedirler (4).

Tinel İşareti: Tinel tarafından 1915'de tanımlanmış olan testte muayene eden hafifçe median sinir üzerine vurur. Median sinir tarafından duyusu sağlanan bölgede karıncalanma veya rahatsızlık hissi görülmesi pozitif teste işaret eder. Sinir üzerine uygulanan basınç testin doğruluğunu

etkileyecektir. Çok fazla güç verilmemesi gerekir. Tinel işaretinin sensitivitesi %23-67, spesifitesi %55-100 olarak belirtilmiştir (55,56).

**Phalen Testi:** Phalen and Kendrick tarafından 1957'de tarif edilen bu testte el bileğinin fleksiyonu median sinirin transvers karpal ligamanlar arasında sıkışmasına bu da sinir dağılım alanında semptomlara neden olmaktadır. Bir dakikadan kısa süren parestezi pozitif olarak değerlendirilir (57). Testin rapor edilen sensitivitesi %10-91, spesifitesi %33-100 arasında değişmektedir (58,59).

**Katz El Diyagramı:** Hastanın kendi kendine uygulayabildiği bir testtir. Elin ve kolun dorsal ve palmar kısımlarının, ağrı, uyuşma, karıncalanma olan bölgelerinin, hasta tarafından çizerek tasvir edilmesi ile yapılır. Tanı klasik, muhtemel, olası veya kuşkulu olarak derecelendirilir. Klasik ve muhtemel derecelerin tanıda sensitivitesi %80, spesifitesi %90'dır (60).

**Kare El Bileği Belirtisi:** Kuhlman ve arkadaşları karpal tünel sendromunda el bileğinde anterior posterior çapın mediolateral çapa oranının 0.70'nin üzerinde olması olarak tanımladıkları kare el bileği belirtisinin (square wrist sign) sensitivitesini %69, abduktör pollicis brevis kası zayıflığının sensitivitesini %66 olarak rapor etmişlerdir (35).

**Median Sinir Stress Testi:** LaBan tarafından 1986'da tarif edilen bu test dış rotasyondaki el bileğinde ikinci parmağın distal interfalangiyal ekleminin aşırı uzatılarak bir dakika beklenmesi ile yapılır. Kronik KTS hastaları proksimal ön kolda volar yüzde ağrı tarifler. İkinci parmağı aşırı uzatmanın diğer parmaklara göre median sinirde daha fazla distale doğru uzamaya neden olduğu belirtilmiştir. Raudino'nun çalışmasında KTS hastalarında Phalen belirtisinde %56.4, Tinel belirtisinde %42 olan pozitiflik oranı bu testle %60 olarak belirtilmiştir (61).

**Basınç Provakasyon Testi:** Muayene yapanın karpal tünele el bileği seviyesinde 60 saniye baskı uygulaması sonrası median sinirin duyusunu inerve ettiği bölgede ağrı, karıncalanma, uyuşma olması bu testin pozitifliği anlamına gelir. Sensitivitesi %28-63, spesifitesi %33-74 olarak rapor edilmiştir (57).

Turnike Testi: Kolda tansiyon ölçme aletinin sistolik basınç üzerinde 1-2 dakika tutulması sonrası median sinirin duyusunu inerve ettiği bölgede parestezi olması bu testin pozitifliği anlamına gelir. Normal insanlarda da bu test pozitif olabileceğinden özellikle hafif düzeyde KTS durumunda testin değerlendirilmesi güçleşir. Testin sensitivitesi %21-52, spesifitesi %36-87 olarak rapor edilmiştir (62).

### **Karpal Tünel Sendromunda Nörolojik Muayene**

#### **Motor Muayene**

El Kuvvet Ölçümleri: Tenar kaslar (M. abdüktör pollisis brevis, M. opponens pollisis, M. fleksör pollisis brevis) median sinir tarafından innerve edilir. Motor liflerdeki etkilenme bu kaslarda güçsüzlüğe sebep olur. M. abdüktör pollisis brevis kuvveti Oxford kas gücü sınıflamasına göre 5'in altında ise test pozitifdir (63). Gerçek gücü ölçen aletler daha sensitiftir, hidrolik veya pnömatik dinamometre ve pinçmetre kullanılarak kas güçleri izometrik olarak ölçülür. Kavrama gücü ölçümü hasta oturur pozisyonda, kolu yan tarafta, dirsek 90° fleksiyonda, ön kol nötral pozisyonda, el bileği 0-10° ekstansiyonda ve 15° ulnar deviasyonda olacak şekilde yapılır. İkili, üçlü ve lateral tutma kuvvet ölçümü de kavrama kuvvet ölçümü ile aynı pozisyonda gerçekleştirilir (64).

Tenar atrofi geç bir bulgu olup önemli derecede fonksiyonel kayıp olduğuna işaret eder. Parmak güçsüzlüğü objeleri parmak arasında ve elde tutmada güçlük şeklinde kendini belli eder. Tenar atrofi başparmak abduksiyon, fleksiyon ve oppozisyon gücünde azalmaya neden olur. Her iki avuç karşılaştırıldığında belirgin olan bu kas gücü kaybı hasta tarafından bazen ağrının ön planda tutulması nedeni ile gözardı edilir. Abdüktör pollisis brevis kası en sık etkilenen kas olduğu için KTS tanısında en sık faydalanan kastır (4).

#### **Duyu Muayenesi**

Dokunma eşiği: Semmes-Weinstein Monofilamanları veya Weinstein Artmış Sensitivite Test Kiti kullanılarak ölçülür. İkinci veya 3. parmak değerlendirilir.

Diyapazonla Vibrasyon Ölçümü: Diyapazon etkilenen tarafta ve karşı tarafta ilk üç parmak pulpasına uygulanır. Hasta karşılaştırılan taraflar arasında fark hissediyorsa test pozitif demektir.

Vibrometreyle Vibrasyon Ölçümü: Parmak pulpasına vibrasyon stimulusu uygulanarak değerlendirilir. Karpal tünel sendromunda eşik değer artmıştır.

Akım Algılama Eşiği: Farklı frekanslarda akım oluşturan stimülatöre dokunularak duyuşal sinirlerin uyarılması esasına dayanır. Hasta sinyali algıladığı anda işaret verir. Eşik değeri ve frekans oranları normale göre karşılaştırılır (63).

İki Nokta Ayırımı: Hastanın cilt rengi soluklaşana kadar sivri uçlu bir aletle parmak pulpasına dokunulur, 5 mm'nin üzerindeki mesafelerde ayırım yapılamaması patolojik olarak yorumlanır (65).

### **2.7.2. Elektrofizyolojik Çalışmalar**

Elektronörofizyolojik inceleme, KTS'de halen en değerli tanı yöntemidir. Kayıt almak için aktif, referans ve toprak elektrodlar gereklidir. Aktif elektrod incelemenin yapılacağı yere mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidir. Kayıta da uyarıda olduğu gibi yüzeyel ve iğne elektrodlar kullanılabilir. Aktif elektrod her zaman kasın motor noktasına konmalıdır. Referans elektrodu ise kas ile tendon birleşme bölgesinin hemen distaline konur (66).

Motor sinir ileti incelemesinde amaç; motor veya miks sinirin en hızlı ileten motor liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef kasa giden motor liflerin ne kadarının fonksiyon gördüğünü yaklaşık olarak belirlemektir. Bu amaçla, kas üzerine kayıt elektrodu yerleştirilip kası innerve eden motor sinir yeterli şiddette elektrikle uyarılarak kastan bir aksiyon potansiyeli elde edilerek kaydedilir. Bu potansiyele birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) adı verilir (66).

Distal Latans: Elektrik uyarımının verildiği andan potansiyelin başlangıcına kadar geçen süredir. Birimi milisaniyedir (msn).

Sinir İletim Hızı: İki farklı uyarı yeri arası mesafenin, elektrik akımının bu mesafeyi geçme süresine bölünmesiyle elde edilir.

Mediyan sinir, brakiyal pleksustan çıktıktan sonra aksilladan avuç içine kadar tüm seyri boyunca oldukça yüzeysel seyreder. Bu nedenle motor lifler Erb noktası, aksilla yakını, dirsek düzeyi, bilek ve avuç içinden kolaylıkla uyarılabilir. Genellikle uyarı bipolar yüzeysel elektrodlarla yapılır. Sadece ortodromik duyuşal iletim tekniğı kullanmak gerektiğinde, örneğın polinöropati veya mediyan sinir dirsek ve üzeri lezyonlarındaki gibi, teflon kaplı ucu çıplak iğne elektrodlarla kayıtlama yapılır, aynı elektrodlar uyarım için de kullanılırlar.

Mediyan sinir motor uyarım noktaları:

1- Erb noktası: Klavikulanın üstü ve sternokleoidomastoid kasın yapışma yeri arkasında, klavikulanın orta veya 1/3 medialindeki nokta.

2- Aksilla yakını veya civarı: Brakiyal arter lateralinden ve biceps kası medial kıyısından bipolar olarak uyarılır. Aynı çizgi devam ettirildiğinde, sinir aksilla çukurundan biceps kası mediali, 1/3 üst kısmına dek uyarılabilir.

3- Dirsek: Ön yüzde brakiyal arter pulsasyonunun medialinden uyarılır.

4- Bilek çizgisinin orta noktasından geçen dikey çizgide bilek çizgisinden yaklaşık 1-3 cm yukarıdan bipolar yüzeysel elektrodla uyarılır. Yine yaklaşık aynı düzeyde fleksör karpi radialis longus ve fleksör digitorum sublimis tendonları arasından derine sokulan bir iğne elektrod aracılığı ile de uyarılabilir.

5- Avuç içi: Bilek çizgisi orta noktası ile 2–3. parmak arasından geçen çizgide tenar kabarıklığın bitiminde yüzeysel elektrodlarla uyarım yapılabilir.

Karpal tünel sendromunda mediyan sinir motor iletim çalışmaları için dirsek ve bilek düzeyi bipolar uyarıları çoğı kez yeterli olur. Kayıtlama tenar kas grubundan yapılır. Burada bipolar kayıt elektrodları tenar kabarıklık üzerine ve hafifçe dorsale doğru yerleştirilir veya abduktor pollisis brevis kası motor son plak bölgesine bir elektrod yapıştırılır, referans elektrod da başparmak üzerine yerleştirilir. Genel ilke olarak uyarım ve kayıt yeri arasına toprak hattı yerleştirilir. Mediyan sinir motor distal latansının uzaması önemli tanı kriterlerindendir. Ancak duyuşal iletide daha önce değışiklik meydana

geldiğinden, elektronörofizyolojik incelemede duysal ileti anormallikleri daha önce saptanır (66).

Duyusal ileti çalışmaları, KTS'de tanı koyduran en hassas elektronörofizyolojik incelemedir. Duyusal sinir ileti incelemelerinde amaç, incelenecek duysal veya miks sinirin en hızlı ileten duysal liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef deri bölgesine giden duysal liflerin bütünlüğünün tamamen veya kısmen korunup korunmadığını anlamaktır. Duyusal iletiler iki ayrı teknikle; ortodromik (distalden duysal reseptörlerden uyarıp proksimalden kaydetmek) veya antidromik (proksimalden uyarıp duysal reseptörlerden kaydetmek) olarak kayıtlama yapılabilir.

Ortodromik teknik: Transvers karpal ligaman boyunca mediyen sinir duysal liflerinde ortodromik iletimi ölçmek için 2. veya 3. parmak uyarılır, duysal yanıtlar avuç içi ve bilek düzeyinden genellikle iğne elektrod ile kaydedilir (66).

Antidromik teknik: Mediyen sinir, bilek ve avuç içinden uyarılarak 2. veya 3. parmaktaki yüzük elektrodlerden antidromik duysal yanıtlar alınır ve avuç-bilek segmentinde iletim hızı hesaplanır. Antidromik tekniğin avantajı cevabın yüksek amplitüdlü olması, dezavantajı ise motor lifleri de uyarabilmesi ve karışıklıklara yol açabilmesidir (66).

Normalde erişkin bireylerde mediyen sinir distal motor iletim zamanı 2,0-4,5 msn arasında değişir ve genellikle 4,7 msn'yi aşmaz. KTS'de 4,7 msn'yi aşan bir uzama olabilir, bazen 10 msn'yi aşabilecek kadar artabilir (67).

Elektronörofizyolojik incelemeler sonucunda, mediyen sinir duysal distal latans için normal kabul edilen değerler 2,5 ile 3,5 msn arasında bulunmuştur. Mediyen sinir için normalin üzerindeki latans değerleri veya aynı eldeki ulnar sinir duysal distal latansı ile farkın 0,5 msn'den daha uzun olması halinde ya da karşı eldeki mediyen sinir duysal distal latansından 0,5–1,0 msn'den daha uzun olması halinde KTS tanısı konabilmektedir (17). Duysal aksiyon potansiyelindeki azalma da tanıya yardımcı olabilmektedir (67). Mediyen sinirin duysal sinir ileti hızı 40 ile 67,3 m/sn arasında normal

kabul edilmektedir. Bilekte lifleri diğer parmakların liflerine göre daha posteriorde bulunduğu için ikinci parmak KTS'da en az etkilenir (67).

İğne EMG çalışmaları; KTS tanısında sinir ileti çalışmaları kadar bilgi vermez. EMG anormallikleri aksonotmezis varlığında ortaya çıkabilir. İğne EMG bulguları olarak fibrilasyon, pozitif keskin dalga, fasikülasyon, polifazik motor ünitler, kompleks tekrarlayıcı deşarjlar, inkomplet interferans paternleri gibi spontan aktivite potansiyelleri ve nörojenik büyük, reinerve polifazik motor ünitler saptanabilir (67).

%5-15 hastada klinik bulgu olmasına rağmen elektrofizyolojik incelemeler ile bulgu saptanamamaktadır (67).

#### **2.7.2.1. Karpal Tünel Sendromunda Elektrodyagnostik Çalışma**

Median sinir duysal ve motor iletim çalışmalarının KTS'de sensitivitesi %85, spesifitesi %95'tir. Standart incelemede median sinir duysal hızı el bileğinden 2. parmağa 13-14 cm mesafe ölçülerek yapılır. Polinöropatiyi dışlamak için ulnar sinir çalışması 5. parmakta ve gerektiğinde KTS ayrımı için median sinir çalışması ile karşılaştırmak amacıyla 3. parmakta da yapılarak benzer mesafede sinir hızı ölçülebilir. Aynı eldeki ulnar sinir duysal distal latansı ile median sinir duysal distal latansı arasındaki farkın 0,5 msn'den daha uzun olması tanıda kullanılır.

Median sinirin iletim hızı normalse şu ek çalışmalar önerilir;

a) median sinir duysal ileti hızı veya miks ileti hızının el bileğinden 7-8 cm mesafede aynı mesafedeki ulnar sinir ileti hızı veya miks ileti hızı ile karşılaştırılması veya

b) median sinir ileti hızının aynı parmak için başka sinirle karşılaştırılması (4. parmakta median/ulnar, birinci parmakta median/radial) veya

c) karpal tüneldeki median sinir ileti hızı veya miks ileti hızı ile proksimal ön kol veya distaldeki (parmak) median sinir ileti hızı veya miks ileti hızının karşılaştırılması

Aynı eldeki median ve ulnar sinirlerdeki motor ileti hızı ve distal motor latans ek bilgiler verebilir (1). Abduktör polllis brevis ve opponens polllis

kasları ile yapılan iğne elektromiyografi bu kaslara giden motor liflerdeki aksonal dejenerasyonu göstermede faydalı olabilir. Radikülopatiyi dışlamada C5-T1 invazyonlu üst ekstremité kaslarının değerlendirilmesi ayırıcı tanıda yardımcı olabilir (1).

#### **2.7.2.2. Karpal Tünel Sendromunda Nörofizyolojik Sınıflama**

Tanıda ve tedavi için standart yaklaşım geliştirmek amacıyla AAEM (American Association of Electrodiagnostic Medicine) kılavuzlarınca KTS şiddeti şu şekilde sınıflandırılmıştır;

Negatif KTS: Tüm testlerde normal bulgular (karşılaştırmalı ve segmental testler dahil)

Minimal KTS: Sadece karşılaştırmalı ve segmental testlerde anormal bulgular

Hafif KTS: El bileği parmak arası duyuşal ileti hızı uzamış olup distal motor latans normal olması

Orta düzeyde KTS: El bileği parmak arası duyuşal ileti hızı uzamış olup distal motor latansın da uzamış olması

İleri düzeyde KTS: Duyuşal cevabın olmaması ve el bileği parmak arası distal motor latansın uzamış olması

Aşırı ileri düzeyde KTS: Tenar motor cevabın olmaması (1,22).

#### **2.7.3. Karpal tünel Sendromunda Görüntüleme Yöntemleri**

##### **2.7.3.1. Ultrasonografi**

Elektrodiagnostik çalışmalar yüksek spesifikliklerine rağmen KTS tanısında %10-20 oranında yalancı negatif sonuç vermektedirler (68). 1988'de Fornage ve ark. ultrasonografinin (USG) periferik sinirlerde kullanımı ile ilgili derlemeyi yayınlamışlardır (69). Ultrasonografi teknolojisinde gelişmeler sonrası periferik sinir görüntülemesinde USG kullanışlı bir görüntüleme aracı haline gelmiştir (70).

Amerikan Nöroloji Akademisi kalite standartları alt komitesi tarafından KTS tanısında USG'nin yeterliliği kabul edilmiştir. Günümüzde 7-15 MHz'lik yüksek rezolüsyonlu probların kullanılması ile etkilenen periferik sinirler direkt

olarak görülerek basıya bağlı oluşan iç yapı değişiklikleri tespit edilebilmektedir.

Periferik sinir gövdesindeki pek çok nöral fasikül epinörium adlı kılıflar ile çevrilidir. Yüksek rezolüsyonlu USG ile bu kılıflar hiperekojen çizgiler şeklinde izlenirken sinir lifleri ise bu çizgiler içerisinde yerleşen hipoekoik alanlar olarak görülürler. Longitudünel kesitlerde iki kalın ekojen çizgi içerisinde yer alan daha ince ekojenik çizgiler halinde görülen periferik sinirler, transvers kesitlerde adeta balpeteğini andıran, hiperekojenik çizgilerle çevrili yuvarlak hipoekoik alanlar şeklindeki retiküler görünüme neden olur (71).

Sinir sıkışması sendromunda USG'nin KTS tanısında kullanımı için median sinirin el bileğinde boyutlarının ölçülmesi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (72,73). Bu çalışmalar sinirin cerrahi sırasında da saptandığı üzere sıkışma yeri proksimalinde genişlemesi esasına dayanmaktadır (74). Daha önceki çalışmalarda KTS tanısında faydalı olabilecek median sinirin ön kol ve karpal tünelde farklı yerlerde; alan ve yassılaşıma ölçümleri, ultrasonografik ekojenite özellikleri, sinirin mobilitesi, fleksör retinakulum yerdeğiştirmesi ve kalınlığı gibi özellikler tespit edilmiştir. Bunların karpal tünel sendromundaki sınır değerleri konusunda literatürde farklı görüşler mevcuttur (73,75).

Transvers karpal ligamanın jukstaproksimal kısmı distal radioulnar eklem seviyesi olarak tarif edilir. Burası aksiyel görüntüde karpal tünelin girişine gelindiği anlamını taşır (76). Karpal tünel inlet'i fleksör retinakulumun proksimal sınırda psiform ve skafoid kemik arasında uzandığı yeri anlatmak için kullanılır. Karpal tünel outlet'i ise fleksör retinakulumun distalde trapezium ve hamatumun çengeli arasında uzanan kısmıdır (77).

Median sinirin alanının USG ile ölçümü iz sürme (tracing) ve elipsoid metodları ile en sık olarak da proksimal karpal tünelde radioulnar eklem düzeyinde ve psiform kemik seviyesinde yapılmıştır, buna karşılık bu ölçümün yapıldığı farklı yerler de bildirilmiştir (78).

Median sinirin karpal tünel içinde normal alan ölçüm değerleri farklı çalışmalarda 7-9,4 mm<sup>2</sup>, KTS tanısı için ise 9-15 mm<sup>2</sup> arasında olarak

bildirilmiştir. Ölçüm sonuçlarındaki bu geniş aralığın nedeni ölçüm yapılan populasyon ve ölçüm tekniğindeki farklılıklara bağlanmıştır (79). Ultrasonografi periferik sinir patolojilerini saptamada basit ve invazif olmayan bir teknik olarak gelecek vaat etmekle birlikte, tek ölçüm tanı için en doğru parametreyi sağlamada yetersiz olabilir (79).

Altınok ve ark. USG ile median sinir değerlendirmede kullanılan farklı ölçüm tekniklerinden en yüksek sensitiviteye sahip kriteri şişme oranı olarak belirtmişlerdir (80). Bu konuda yapılan farklı çalışmaların incelendiği metanalizde median sinir için alan ölçümü en değerli parametre olarak belirtilmiştir (81).

Alan ölçümü için kanal girişi veya çıkışı, psiform seviyesi veya hamatum seviyesi de ayrıca tartışılmıştır ve bazı çalışmalarda kanal inlet (psiform kemik seviyesi) tanı için en kullanışlı yer olarak belirtilmiştir (82,83). Seçilmiş çalışmalarda median sinir sınır alan değeri için 9,5-10 mm<sup>2</sup> değeri en sık olarak kullanılmıştır. Buna karşılık ölçüm teknikleri standardize olmadığından ileri çalışmaların bu konuda farklı sonuçlar verebileceği belirtilmiştir (81).

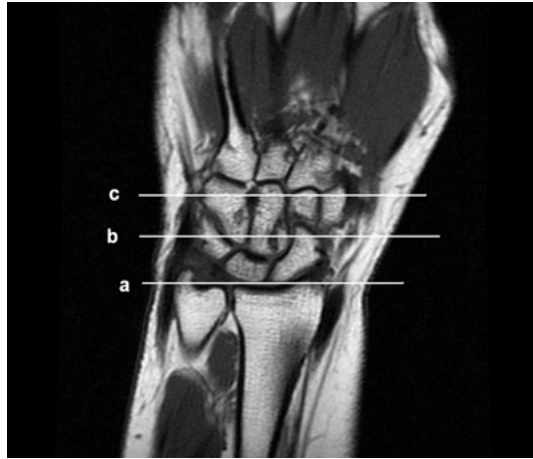
Seror ve ark. derlemelerinde elektrodiagnostik çalışmalar ile ultrason incelemesinin birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğunu belirtmişlerdir (84). Burada KTS tanısında USG için spesifite %57-100, sensitivite %44-95 olarak belirtilmiştir. Fowler ve ark. elektrodiagnostik testi referans olarak aldıkları metaanalizde USG için sensitiviteyi %80,2, spesifiteyi %78,7 olarak rapor etmişlerdir (85). Ultrasonografinin elektrodiagnostik testlerin yerine geçmediği, buna karşılık tartışmalı veya sekonder KTS vakalarında kullanılmasının morfolojiyi ve bası nedenini göstermesi açısından faydaları vurgulanmıştır (70,84).

#### **2.7.3.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)**

Kantitatif MRG karpal tünelin anotomisini değerlendirmede değerli bir metoddur (86). Karpal tünel hacmi nötralde en geniş, tam fleksiyonda en dar olarak ölçülmüştür. Erkekler kadınlara göre daha geniş karpal tünel alanına

ve hacmine sahip olsa da tünel içindeki yapılarda oransal olarak cinsiyetler arasında fark olmadığı bildirilmiştir (87).

Önceki yayınlar KTS’de sinir basısının proksimalde olduğunu belirtmişlerse de bu günümüzdeki bilgilere zıttır. Tünelin en dar noktası distal üçte birlik kısmındaki, tünelin çıkışının 8 mm kadar öncesidir. T1 ağırlıklı görüntüler tendon ve sinirlerin kemiklerle ilişkisini detaylı olarak gösterebilir. Sinir tümörlerinden şüphelenirse gadolinyum T1 ağırlıklı görüntüler kullanılabilir, T2 ağırlıklı görüntüler median sinir çevresinde dem, iskemi gibi bulgular varlığında faydalıdır (88). Median sinirde iskemi düşünüldüğünde akım duyarlı veya dinamik kontrastlı MRG’den yararlanılabilir (88). MRG günümüzde elektrodyagnostik testlere göre daha az spesifikliğe sahip olduğundan KTS tanısı için direkt kullanılması tavsiye edilmemektedir (89).



**Resim 2.1.** El bileği seviyesi T1 koronal manyetik rezonans görüntüsü.

Karpal tünel için a. Radioulnar eklem seviyesi, b. Psiform-skafoid kemik seviyesi, c. Hamatum-trapezium kemik seviyesi düzeylerini göstermektedir.

#### **2.7.3.3. Direkt Grafi**

Karpal tüneldeki kemik yapılar ve bunları ilgilendiren lezyonlar incelenebilir. Ancak median sinir ve yumuşak dokular hakkında detaylı bilgi sağlamaz.

#### **2.7.3.4. Bilgisayarlı tomografi (BT)**

Aksiyel planda doku süperpozisyonu olmaksızın elde edilen görüntüler direkt grafilere kıyasla daha fazla detay sağlasa da median sinir ve komşu yumuşak dokuları değerlendirmede rolü kısıtlıdır (90).

#### **2.8. Ayırıcı Tanı**

Ayırıcı tanıda KTS'nu diğer hastalıklardan ayırt etmede elektrodyagnostik testlerden yararlanılır. Ayırıcı tanıda göz önünde bulundurulması gereken durumlar sıralanmıştır.

##### **Periferik sinir sistemi patolojileri**

Servikal radikülopati, brakiyel pleksopati ve median sinirin diğer sıkışma sendromları göz önünde bulundurulmalıdır.

Servikal radikülopati (özellikle C6–C7): KTS semptomları genelde parmaklarda ve el bileğinde gözlenir, ender olarak da dirseğe hatta omuza kadar yayılabilir. Bu durumda ayırıcı tanıda servikal disk hernisi düşünülmelidir. Özellikle servikal 6 ve 7'deki lezyonlarda median sinir bölgesinde hissedilen yakınmalar oluşabilmektedir. Ayrıca servikal disk hernisinin bu şekilde karpal tünel sendromuyla birlikte olması halinde 'double crush sendromu' (çift sıkışma /ezilme sendromu) adını alır. Servikal disk hernisinde tutulan sinir köküne bağlı nörolojik muayene bulguları ve boyun hareketlerinde ağrı görülebilir.

Brakiyal pleksopati (özellikle üst trunkus): Kronik inflamatuvar poliradikülonöropatiye neden olan otoimmün hastalıklar (Poliarteritis nodosa, sistemik lupus eritematosus, romatoid artrit vb.), özellikle üst trunkusu etkileyen brakiyal pleksus lezyonları KTS'nin ayırıcı tanısında göz önüne bulundurulmalıdır.

Torasik çıkış sendromu: Proksimal seviyede olan sinir sıkışmaları için elektrodyagnostik testlerden faydalanılır. Fizik muayenede torasik çıkış sendromu için spesik testlerden faydalanılabilir (1,66)

Proksimal median nöropatiler göz önüne alınmalıdır (özellikle pronator teres seviyesi) (1). Bu durumlarda elde duyu kaybı, karpal tünelin

proksimalinde median sinirin motor inervasyonunu yaptığı kaslarda güç kaybı görülür.

Suprakondiler Spur Sendromu (Struthers ligamanı): Konjenital bir anomali olan, Struthers ligamanının medial epikondilden 3–5 cm kadar yukarıda mediyan siniri bası altında bırakması ile oluşur.

Anterior İnterosseöz Sinir Sendromu: Saf bir motor sinirdir. Lezyonlarında duyu kaybı oluşmaz. Pronator teres'in derin başı, genişlemiş bursalar, lasertus fibrosus, anormal kas veya damar paketleri basıya neden olabilir.

Pronator Teres Sendromu: Ön kolun proksimalinde mediyan sinirin lasertus fibrosus, damar paketlerinin siniri çaprazlaması, pronator teres kası ve fleksör digitorum süperfisiyalisin kalınlaşması ile bası altında kalmasıdır. Ön kol ve kolda ağrı ve mediyan sinir duyusal alanında parestezi semptomları vardır. Semptomlar, ön kolun dirençli pronasyonu ve el bileği fleksiyonu ile artar (66).

#### **Merkezi sinir sistemi hastalıkları**

Multiple skleroz, küçük serebral damar infarktı, geçici iskemik atak, epilepsi gibi durumlar göz önüne alınmalıdır (1).

#### **Sistemik nedenler**

Jeneralize periferik nöropati yapan sistemik nedenlerden üremi, diabetes mellitus, toksik nedenler, hipotiroidizm, malnütrisyon vb. göz önüne alınmalıdır.

Karpal tünel sendromu polinöropatilerle birlikte de bulunabilir.

#### **Lokal vazospazm yapan vasküler lezyonlar**

Raynaud sendromu, refleks sempatik distrofi sendromu ayırıcı tanıda düşünülmeli, Raynaud fenomeninde KTS'da otonomik liflerin de etkilenerek vazomotor değişikliklere neden olabileceği göz önünde tutulmalıdır.

#### **Kas iskelet sistemine ait mekanik nedenler**

Omuz periartriti, radyokarpal ve metokarpal bölgede artrit ya da artroz, tenosinovitler ayırıcı tanıda düşünülmelidir.

### **Diğer nadir durumlar**

Spinal kord tümörleri, periferik sinir tümörleri, siringomyeli, demyelinizasyon gözönünde bulundurulmalıdır (64).

## **2.9. Karpal Tünel Sendromu Tedavisi**

Karpal tünel sendromunda tedavi konservatif ve cerrahi olarak ayrılır. Konservatif veya cerrahi tedavi kararı semptomların günlük aktivitelere engel olma düzeyi, ilerleyici motor kayıp, ciddi duyu kaybı veya ciddi elektrofizyolojik anormalliklerin görülmesine göre verilir (91).

### **2.9.1. Konservatif Tedavi**

Konservatif tedaviden faydalanan yöntemler şunlardır ;

Aktivite modifikasyonu

İş değiştirilmesi

Steroid enjeksiyonları (92)

**Farmakolojik tedavi:** Öncelikle KTS ile ilgili olabilecek diğer hastalıkların tedavisi önemlidir. Sekonder KTS nedenlerinden romatoid artrit, hipotiroidizm, diyabetes mellitus gibi sistemik nedenlerin varlığında altta yatan hastalık tedavi edilmelidir. Bu sistemik hastalıkların tedavilerinin KTS'a etkileri net değildir.

İdiyopatik KTS'de konservatif tedavi genellikle hafif periferik sinir etkilenmesi olan, nörolojik muayenenin normal olup intermitant hipoestezi tarif edilen durumlarda etkilidir. Karpal tünelde farmakolojik tedavi ile ilgili çalışma sayısı kısıtlıdır. Steroidlerin sistemik alımı ve lokal enjeksiyonları, steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar, diüretikler, B6 vitamini tedavide kullanılabilir. Steroid tedavisinin kullanılmasında amaç karpal tünelde interstisyel basıncın azaltılmasıdır. Prednizon oral kullanımı ve depo steroidlerin lokal kullanımı, lokal enjeksiyon ve intramusküler steroid kullanımını karşılaştıran çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda; 25 mg/gün oral prednizon tedavisinin 10 gün verilmesiyle semptomların 8 hafta süre ile gerilediği, lokal steroid enjeksiyonunun en azından kısa sürede (2-4 hafta) etkili olduğu, lokal enjeksiyonun intramusküler kullanımdan daha etkili

olduğu, lokal enjeksiyonun en azından kısa dönemde oral kullanımdan etkili olduğu belirtilmiştir (91). Diüretikler ve steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçların kontrollü çalışmalarda etkisi gösterilememiştir. Başlangıçta görülen umut verici bilgilere karşılık kontrollü çalışmalarda B6 vitamininin etkinliği gösterilememiştir. L-Asetil-karnitinin 109 KTS hastasında uygulandığı çalışmada etkili olduğu görülmüş, hem semptomatik hem de nöroprotektif etkisi nedeniyle karpal tünel sendromu tedavisinde umut verici olduğu bildirilmiştir (1).

**Fizik tedavi ajanları:** Ultrason (US), transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), kontrast banyo, parafin, lazer tedavide kullanılmıştır (92).

**Ultrason tedavisi:** Ultrason tedavisinde 85 KHz ile 3 MHz arasında frekanslara sahip ses dalgalarının insan dokusuna 3 W/cm<sup>2</sup> ve daha az yoğunlukta, uygulanması sonucu termal, mekanik ve bu ikisinin eş zamanlı etkileri oluşur. Bu etkiler yumuşak doku iyileşmesi, inflamatuvar yanıtta azalmaya neden olur (93). Ultrason dalgaları düşük frekansta daha derin dokulara penetre olabilir. 1MHz frekanslı ultrasonun 3-5 cm derinliğe kadar absorbe olduğu bilinmektedir. Bu nedenle daha derin yaralamalarda ve subkutan dokusu kalın olan hastalarda tercih edilir. 3 MHz frekansta US'un 1-2 cm gibi daha yüzeysel dokular için kullanımı tercih edilir.

Ultrasonun fizyolojik etkileri şunlardır;

1. Termal etkiler: Doku uzayabilirliğinde artış, kan akımında artış, ağrı modülasyonu, hafif inflamatuvar cevap, kas spazmında azalma, eklem sertliğinde azalma.

2. Termal olmayan etkiler: Kavitasyon, akustik etki, bunların kombinasyonu olarak fibroblast aktivitesinde, protein sentezinde, kan akımında, doku rejenarasyonunda, kemik iyileşmesinde artış (94).

Ultrason uygulanmasında etkili olabilecek faktörler şunlardır: frekans, dalga boyu, yoğunluk, amplitud, US başlığının etkili yayılım alanı, doku kompozisyonu, uygulamanın sürekli veya kesikli olması, transduserin hareketi ve kullanım açısı, ışın tektiplik oranı, uygulandığı yerde bağlantı sağlayan materyal, tedavi seansının frekans ve süresi (94).

Uygulamada US başlık seçimi ile transduser titreşim frekansı (85 KHz-3 MHz), etki yayılım alanı (1,5-10 cm<sup>2</sup>), dalga benzeşmezlik oranı (2:1-8:1) değişmektedir. Uygulama şeklinde devamlı mod kullanıldığında termal etkiler arttırılmış olur. Kesikli uygulama dalganın periyodik olarak kesilmesi ya da atımlar halinde yayılımını ifade etmektedir. Kesikli uygulamada termal etkiler yaratacak seviyede önemli bir etkileşim olmaz (93).

Hem sürekli hem de kesikli uygulamada düşük yoğunlukta termal olmayan etkiler ön plandadır. Aşırı termal etkiler yüksek yoğunlukta US uygulanması ile oluşur. Ultrasonun termal dışı etkilerinin yumuşak doku iyileşmesinde daha etkili olduğu düşünülmektedir (94). Ultrason uygulama yöntemleri direkt temas, su içi uygulama ve tampon ara madde kullanımı şeklindedir. Ultrason tedavisinde uygulamada statik teknik, dokuda istenmeyen etkilere ve ağrıya neden olabileceğinden uygulanmaz. Dinamik teknik kullanılarak başlık sürekli ve yavaş hareketlerle sirküler veya longitudinal şekilde 4 cm/sn hızında ve uygulandığı yüzeyde 450 gr basınç oluşturacak şekilde uygulanmaya çalışılır. Ultrason tedavisinde dozaj kullanılan güç (W), uygulama süresi (T), uygulama başlığındaki cm<sup>2</sup> başına yayılan toplam enerji (Es), US başlığının etkin yayılım alanı (ERA), tedavi edilen alan (S), tedavide çalışma durma oranı (kesikli 1:4 vb.) etkili faktörlerdir (93).

Ultrason tedavisi endikasyonları; artrit, osteoartrit, myofasiyel ağrı, disk herniasyonları, yumuşak doku yaralanmaları, bursit, kapsülit, karpal tünel sendromu, tendinit, skar dokusu, kontraktür, amputasyon sonrası fantom ağrısı, nöralji, refleks sempatik distrofi sonrası gelişen ağrı, hemiplejik ağrılı omuz, cerrahi yaralar, ağrılı epizyotomi skarları, perineal lezyonlar, postherpetik nevralji, plantar fasiit, tibial periostit, basınç ülseri, venöz ülser, tenosinovit, çeşitli ağrılar, kırık iyileşmesi ve bunlarla ilgili durumlardır (93,95,96).

Ultrason tedavisi kontrendikasyonları; uygulama yapılmaması gereken bölgeler ve durumlar; kanserli deri alanı (tümöral olaylarda yayılıma neden olabileceğinden), hemorajik alan, iskemik alan, duyusal kayıp mevcut alan, plastik implantlar üzeri, enfekte lezyonlar üzeri (sepsis durumunda yayılıma

neden olabileceğinden), elektronik implantlar üzeri, implante edilmiş nörostimulasyon sistemi üzeri, kalp pili bulunanlar, radyoterapi almış deri bölgesi, trombotik alanlar, tromboflebit, büyüme çağındaki epifizler üzerleri, hamile kadınlarda ve menstrual dönemlerde lomber ve pelvik bölgeler, göz küresi, overler, testis gibi sıvı dolu alanlar (kavitasyona neden olabileceğinden), laminektomi sonrası spinal kord üzerleridir (93,95,96).

Daha önce US tedavi doz cevap ilişkileri ile ilgili randomize kontrollü çalışmaları inceleyen derlemelerde yeterli sonuç alınamamıştır. Ağrı ve yumuşak doku iyileşmesinde kullanılan US dozları için yapılan randomize kontrollü çalışmalardan 15 tanesinde 1 MHz frekansta US kullanılmış, bunların beş tanesinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme elde edilmiştir. 3 MHz frekans ile yapılan tedavide dokuz ayrı çalışmadan iki tanesinde başarılı sonuç alınmıştır. Bu yedi başarılı sonuçtan hepsinde kesikli US tedavisi uygulanmıştır. Beş çalışmada  $1\text{W}/\text{cm}^2$ , bir tanesinde  $0.8\text{W}/\text{cm}^2$ , bir tanesinde ise yoğunluğu net belirtilmemiş daha düşük yoğunlukta kesikli US kullanılmış, bu çalışmalar için kesikli uygulamada  $0,05\text{-}0,5\text{ W}/\text{cm}^2$  toplam yoğunluk bandında US tedavisi verilmiştir. Bu çalışmalarda tedavi süresi 5-40 dk arasında değişmektedir (97).

Ultrason tedavisinin deneysel çalışmalarla sinir rejenerasyonu, sinir iletimi ve sinir basısında iyileşmede etkili olabileceği belirtilmiştir (98). Ebenbichler ve ark.'nın KTS hastalarında yaptıkları çalışmada hastalara 15 dk boyunca 1:4 kesikli modda, 1 MHz frekansta,  $1\text{ W}/\text{cm}^2$  yoğunlukta toplamda 20 seans olacak şekilde ilk 10 seansı iki haftada, sonraki 10 seansı beş haftada terapötik US verilmiştir. Hastalarda tedavi sonrası ve 6. ayda yapılan kontrollerde elektrodyagnostik veriler, fiziksel fonksiyon ve semptomlarda tedavi alan grupta plaseboya göre anlamlı iyileşme tespit edilmiştir. Ultrason tedavisi etkinliğinin kısa dönemde steroid enjeksiyonu grubuyla benzer olabileceği 6 aylık dönemde ise steroid enjeksiyonuna üstünlüğünün görülebileceği söylenmiştir (9). Daha düşük kaliteli 20 gün süre ile  $0,8\text{ W}/\text{cm}^2$  ve  $1,5\text{ W}/\text{cm}^2$  ultrason ile plasebo grubun karşılaştırıldığı çalışmada semptomlar ve gece uyanma sıklığında terapötik US gruplarının

plaseboya üstün olduğu, terapötik US uygulamaları arasında anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir (99).

**El ve el bileği splinti:** Karpal tünel sendromu tedavisinde 40 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır, etkinliğini gösteren randomize kontrollü çalışma sayısı kısıtlıdır. Randomize kontrollü bir çalışmada 4 hafta süreyle yumuşak el breysi kullanımı ile Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi (BKTSA) semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorlarında tedavi verilmeyen gruba göre anlamlı iyileşme tespit edilmiştir (100). Cerrahi grubu ile yapılan karşılaştırmada 3 ay sonunda semptom ve fonksiyonlarda iyileşme benzer düzeydedir (101). Başka bir çalışmada nötral ve 20 derece el bileği ekstansiyonunda kullanılan splintlerin etkinliği karşılaştırılmış ikinci haftada nötral grup üstün bulunmuş, ileri dönemdeki karşılaştırmada iki grubun birbirine üstünlüğü tespit edilmemiştir (102). Gece ve tüm gün kullanımın karşılaştırıldığı, 6 hafta süreyle splint kullanımı değerlendirildiğinde iki grup arasında anlamlı fark bulunamamıştır (103). Splintin daha çok geceleri kullanımı tercih edilmektedir, erken safhada daha etkili sonuç alınırken hastalarda splint kullanımının bırakılması ile nüks oranı %10-90 olarak verilmiştir (104).

**Egzersiz tedavisi:** Zarar görmüş sinirler mobilitenin azalması, mekanosensitivitenin artması, sinir iletiminin azalması, sinir dokusunda iskemi, aksonal transportta inhibisyon, intranöral ödem gibi patofizyolojik cevaplar sergilerler (105).

Azalmış sinir mobilitesi ve artmış mekanosensitivitesi nörodinamik mobilizasyonda semptomların oluşması, eklem hareket açıklığının değişmesi ve ağrı oluşumu ile klinik olarak değerlendirilebilir (106). Bazı yazarlar nöral mobilizasyon uygulanması ile mobilitede artış ve semptomlarda düzelme tarif etmişlerdir. Ellis ve Hing nöral mobilizasyon için yapılan çalışmalarını inceledikleri derlemelerinde bu tedavi modalitesini destekleyecek kısıtlı kanıt bulmuşlardır (107).

Periferik sinirler ekstremiteler boyunca uzanır ve kayma kapasitesine sahiptir. Eklem hareket açıklığı boyunca sinirin fizyolojik kayması sinirin bası altında kalmasını önler, bu nedenle median sinir uzunlamasına

yerdeğiştimesinin faydaları bazı yazarlar tarafından rapor edilmiştir (108). Sinirin uzamasını gösteren kadavra ve intraoperatif çalışmaların yanında ultrasonografik çalışmalar da mevcuttur (69,109).

Karpal tünel sendromu tedavisinde Yoga ve tendon germe egzersizleri, Garfinkel ve ark. tarafından incelenmiş ve germenin tünel içindeki basıncı azalttığı, yapışık ise median siniri serbestleşmesine, eklem postürünün düzelmesine ve median sinir kanlanmasıyla ilgili artmasına neden olarak karpal tünel sendromuna bağlı semptomları azalttığını belirtmişlerdir. Tal-Akabi ve ark. KTS tedavisinde nörodinamik mobilizasyonun, kontrol grubuna göre, semptomları azaltmakta etkili olmadığını, karpal kemiklerin mobilizasyon tedavisinin ise etkili olduğunu belirtmişlerdir (16).

Karpal tünel sendromu tedavisine kullanılan egzersizler literatürde nöral mobilizasyon, nöral manipülatif fiziksel tedavi, nöral kaydırma, nöral germe, nörodinamik fizyoterapi başlıkları altında çeşitli çalışmalarda değerlendirilmişlerdir (107). Metanalizde literatürde bu konuda 11 randomize kontrollü çalışmada altı farklı egzersiz tipi; aktif sinir ve tendon kaydırma egzersizleri, servikal kontrlateral kaydırma egzersizleri, nöral manuel terapi, kombinasyon tedavisi (nöral manuel terapi, omuz kuşağı egzersizleri), st ekstremit germe egzersizleri ve nöral mobilizasyon egzersizleri kombinasyonu vb. kullanılmıştır. Bu egzersizlerde tedavi etkinliğinde kanıt düzeyi düşük bulunmuştur, randomize kontrollü çalışmalarda KTS dışında başka hasta grupları (spinal cerrahi sonrası, non-radiküler bel ağrısı, nörojenik servikal, brakial ağrı) da incelenmiştir (107). Nöral mobilizasyon egzersizleri farklı klinik durumlarda, farklı uygulamalarla denenmişlerdir, bunlardan median sinire yönelik olanlar karpal tünel sendromunda tedavide kullanılmıştır (110).

Karpal tünel sendromu tedavisinde kullanılan tendon ve sinir kaydırma egzersizleri başta cerrahi sonrası rehabilitasyonda daha sık kullanılsa da, zamanla konservatif tedavi içinde kendilerine yer edinmişlerdir. Median sinir kaydırma egzersizleri sırasında median sinirin mobilizasyonu için parmaklar, el, el bileği altı farklı pozisyona getirilir (25). Birinci pozisyonda el bileği nötral, baş parmak fleksiyonda, 2. pozisyonda bilek nötral, baş parmak ve parmaklar

ekstansiyonda, 3. pozisyonunda bilek ve parmaklar ekstansiyonda, baş parmak nötral, 4. pozisyonunda bilek, baş parmak ve parmaklar ekstansiyonda, 5. pozisyonunda ön kol supinasyonda tutulur, 6. pozisyonunda diğer elle baş parmağa nazikçe germe uygulanır (25). Tendon kaydırma egzersizleri sırasında parmaklar düz tutma, çengel kavrama, masa üstü, yumruk ve tam yumruk olmak üzere 5 farklı pozisyona getirilir (111).

Sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ve el bileği splintleri ile sadece splint kullanımını karşılaştıran randomize bir çalışmada, 8 hafta sonunda fonksiyonel ve semptomatik iyileşmede iki grup arası anlamlı fark gösterilmemiştir (7). O'Connor ve ark. çalışmalarında önce nörodinamik egzersizlerin KTS semptomları üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerse de sonrasında yapılan çalışmalarda nörodinamik mobilizasyonun ağrıyı plaseboya göre daha fazla azalttığı belirtilmiştir (112). Akalın ve ark. sinir ve tendon kaydırma egzersizlerinin KTS hastalarında iki nokta ayrımında düzelmeye neden olduğunu belirtmiş, başka bir çalışmada splint tedavisine eklenen sinir ve tendon kaydırma egzersizlerinin el kuvvetini arttırırken iki nokta ayrımı üzerinde etkisi olmadığı belirtilmiştir (112).

**Lazer tedavisi:** Anti ödem etkisine sahip olan, kan ve lenf akımını uyaran, doku artıklarının temizlenmesini arttıran, sürekli ve kesikli lazer emisyonlarının farklı infrared dalga boylarında senkronize verilmesi ile uygulanan lazer tedavisinin sıçanlarda sinir rejenerasyonunu arttırdığı gösterilmiştir. İn vivo çalışmalarda median sinirde remyelinizasyonun arttığı bunun sonucu olarak da sinir iletiminin ve bu sinirin uyardığı kaslarda kontraksiyon gücünün arttığı belirtilmiştir (1). Dinçer ve ark. splintin tek başına uygulandığı grupla terapötik US artı splint ve lazer tedavisi artı splint olmak üzere üç grubu karşılaştırdıkları çalışmalarında lazer tedavisi verilen karpal tünel sendromu hastalarında hasta memnuniyeti ve ağrıda azalma diğer gruplardan daha önde iyi bulunmuştur (113). Lazer akupunkturun transkutanöz elektrik stimülasyonu ile kombinasyonunun etkili olduğunu gösteren düşük kalitede bir çalışmaya karşın tek başına akupunkturun etkisiz olduğunu gösteren başka bir çalışma da mevcuttur (104).

**Manyetik tedavi:** Manyetik tedavi orta düzeyde (2b) bir çalışma tarafından desteklenirken bir diğer orta düzey çalışma tarafından etkisiz bulunmuştur (114,115).

**Yoga:** Haftada ik seans 60-90 dakika yoga ile KTS'de semptomlarında splint tedavine göre daha fazla düzelme olduğu, tedavi ile sinir iletimi düzelmese de kavrama gücü ve ağrıda splint kullanımına göre avantajı olduğu belirtilmiştir (116).

**Manual tedavi:** Çalışmalar etkinliğin manuel tedavi tekniğine bağlı olduğunu göstermektedir. Karpal kemik mobilizasyonu ve yumuşak doku mobilizasyonu manuel terapide kullanılmaktadır (104). Karpal kemik mobilizasyonunun fleksör retinakulum germe ile kombine edilmesiyle ağrının azaldığı, ama parmakların gerilmesinin sinir iletim hızını arttırmadığı belirtilmiştir (117).

### 2.9.2. Cerrahi Tedavi

Karpal tünel sendromu tedavisinde cerrahi; konservatif tedavinin ağrıyı azaltmada etkili olmadığı, tenar atrofi veya kalıcı duyu kaybı, progresif motor kayıp olan, elektrodyagnostik çalışmalarda ciddi bozukluk olan, cerrahi tedavi sonrası yeterli düzelme olmaması nedeniyle yeniden gözden geçirme gereğinin doğduğu hastalarla sınırlıdır (118,119).

Karpal tünel sendromunda konservatif tedavinin olumsuz prognoz işaretleri; bir yılı aşmış semptomlar, ilk üç parmakta devamlı uyuşukluk, abduktör pollicis brevis kasında objektif kuvvet kaybı, tenar kaslarda atrofi, 6 mm'den daha büyük iki nokta ayrımı olması, 6 ms'den uzun median motor distal latans olması, iğne EMG'de tenar kaslarda fibrilasyon potansiyellerinin varlığıdır.

Cerrahide temelde iki prosedür kullanılır;

1. Açık kanal serbestleştirme; palmar cilt insizyonu, gerekirse epinörotomi ve internal nöroliz ile kombine yapılabilir.
2. Endoskopik karpal tünel serbestleştirme, ligamanın tünelin içinden diseksiyonu ve cildin intakt bırakılması ile uygulanır (1).

Cerrahi tedavi komplikasyonları: Enfeksiyonlar, hipersensitif skar dokusu, nöroma, refleks sempatik distrofi sendromu, ağrı ve uyuşmanın devam etmesidir (119).

### III. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamıza 10.10.2012 ile 10.04.2014 tarihleri arasında, servisimizde klinik ve elektrofizyolojik olarak hafif ve orta KTS tanısı almış, hastanemizde ayaktan veya yatarak takip edilmiş hastalar dahil edildi. Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulunun onayı ile çalışmaya başlandı. Tüm katılımcıların aydınlatılmış onamları alındı. Çalışmaya alınan hastalar yaş ve cinsiyet kontrol altında tutularak geliş sırasına göre randomize edildi. Çalışma randomize kontrollü olarak tasarlandı. Çalışmaya alınan 40 hastadan 20 hasta terapötik ultrason, 20 hasta sinir germe egzersizleri grubuna alınacak şekilde dahil edildi. Çalışmaya tedavi yada takibi bırakan 5 hasta da dahil olmak üzere toplam 45 hasta alınmıştır. 5 tanesinin çalışmayı bırakması üzerine 40 hasta ile çalışma sonlandırıldı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şunlardır:

1.Öykülerinde elde median sinir dağılımına uyan bölgede parestezi, ağrı ve/veya vazomotor semptomları olması, gece yakınmaları olması, semptom süresi 6 haftadan uzun olması

2. Fizik muayenelerinde Tinel, Phalen ve ters Phalen testlerinin en az birinin pozitif olması

3. 18 yaşından büyük olması ve çalışmaya katılmayı kabul etmesi

4. Elektrofizyolojik incelemelerinin yapılmış ve Amerikan Nöroloji Akademisi kriterlerine göre hafif, orta KTS tanısı almış olması (17,22)

5. Son altı ay içinde oral steroid ilaç tedavisi almamış, karpal tünel içine herhangi bir madde enjeksiyonu yapılmamış ve karpal tünel sendromuna yönelik fizik tedavi programına girmemiş olması

Çalışma dışı bırakılma kriterleri olarak ise şu parametreler tespit edildi:

1. Karpal tünel sendromu için predispoze etyolojik faktörleri olanlar (diabetes mellitus gibi periferik polinöropati yapabilecek sistemik hastalıklar, tiroid bezi hastalığı olması veya bu hastalıklar için ilaç kullanması, romatoid artrit, akromegali, alkolizm, SLE, gut, geçirilmiş travma ve fraktür hikayesi, servikal radikülopati, gebelik olması)

2. Önceki altı ay içinde steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar gibi düzenli bir medikal tedavi alan veya fizik tedavi programına girenler

3. Önceki altı ay içinde steroid enjeksiyonu yapılanlar

4. Kesikli US ve egzersiz yapılmasını engelleyen medikal problemi olanlar

veya bu tedavileri rahatsızlık duymaları nedeniyle yapamayanlar

5. Çalışmaya rıza göstermeyen hastalar

6. Ultrasonografik değerlendirme esnasında patolojik durumların (tenosinovit, fleksör kasların karpal tünele protrüzyonu, sinovyal kist, arteriovenöz malformasyon, bifid median sinir vb.) tespit edildiği hastalar

7. Aynı taraf üst ekstremitede geçirilmiş ameliyat öyküsü olanlar

8. Elektrofizyolojik çalışmayla servikal radikulopati, brakial pleksopati, proksimal median nöropati ve polinöropati saptanan hastalar

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara uygulanacak yaklaşım ve yöntemler şu şekilde belirlendi:

1. Hastaların demografik verilerini içeren ayrıntılı hikaye alınıp, sistemik fizik muayeneleri, lokomotor sistem muayeneleri ve nörolojik muayeneleri yapıldı. Tedavi öncesi ve sonrası Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi, SF-36 ve ağrı, parestezi düzeyinin değerlendirilmesi için VAS değerleri kaydedildi.

2. Hastalara tanısal USG tedavi verilmeden önce ve tedavi bitimini takip eden haftada yapıldı. Ultrasonografileri öncesi hastalara bilgi verilerek onam formu alındı. (Elektrodiagnostik verilere, klinik bulgulara ve verilen tedavilere kör olan araştırmacı tarafından).

3. Hastalara tedavi öncesi ve tedavi bitimini takip eden haftada elektrodiagnostik test uygulandı. (Tanısal ultrasonografi, klinik bulgular ve verilen tedavilere kör olan araştırmacı tarafından)

4. Hastalar yaş ve cinsiyetleri kullanılarak geliş sıralarına göre randomize edilerek iki gruba ayrıldı. Tedavide birinci gruba terapötik ultrason 1:4 kesikli modda, 1 MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 10 dakika süreyle, haftada 5 gün, 3 hafta süreyle, toplamda 15 seans olmak üzere verildi.

5. Egzersiz verilen gruba egzersizlerin nasıl uygulayacağı gösterildi. Egzersiz uygulamalarını gösteren ve anlatan yazılı doküman verildi. Nörodinamik egzersizlerle ilgili güvenlik önlemleri anlatıldı. Egzersizleri tamamlamalarını engelleyen fiziksel durumu olanlar veya egzersiz sırasında rahatsızlık hissi belirtenler çalışma dışı bırakıldı. Hastalar haftalık olarak telefonla aranarak egzersize devam edip edemedikleri soruldu ve tedavi sonrası kontrolleri planlandı.

### **3.1. Çalışmaya Alınan Hastaların Değerlendirilmeleri**

Çalışmaya katılmayı kabul eden hastaların yaş, kilo, boy, tek elin mi çift elin mi etkilendiği, vücut kitle indeksi, eğitim ve meslek bilgileri kaydedildi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalardan ayrıntılı hikaye alınıp, sistemik fizik muayeneleri, lokomotor sistem muayeneleri ve nörolojik muayeneleri yapıldı. Her hastanın tedavi öncesinde, tedavi bitiminin hemen sonrasında BKTSA ile hastalık semptom şiddeti ve fonksiyonel durumu, VAS ile ağrı değerlendirilmesi, SF-36 ile yaşam kalitesi değerlendirilmesi yapıldı. Yaş ve cinsiyet kontrol altında tutularak geliş sırasına göre randomize edilen hastalar terapötik ultrason ve sinir germe egzersizleri olarak iki tedavi grubuna ayrıldı. Hastalara tedavi öncesi ve tedavi bitimindeki hafta içinde elektronörofizyolojik değerlendirme ve ultrasonografik değerlendirme yapıldı. Hastaların klinik değerlendirmeleri, elektrofizyolojik değerlendirmeleri, ultrasonografik değerlendirmeleri ayrı hekimler tarafından gerçekleştirildi.

#### **3.1.1. Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi**

Karpal tünel sendromunda hastalık semptom şiddetini ve fonksiyonel durumu değerlendirmek ve tedaviye yanıtı izlemek için kullanılan Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi (BKTSA) Levine ve arkadaşları tarafından oluşturulmuştur. Toplam 19 sorudan oluşur, 11 soru semptomlara yönelik, 8 soru ise fonksiyonel kapasiteye yöneliktir. Yanıtlar çoktan seçmelidir ve her soru 1-5 puan arasında değerlendirilir. 1 puan en hafif semptom ya da en iyi fonksiyonel kapasiteye, 5 puan ise en ağır semptom ya da en kötü fonksiyonel duruma karşılık gelir. Boston semptom şiddet skoru 11 sorudan

elde edilen toplam puandır. Boston fonksiyonel durum skoru, sekiz sorudan elde edilen toplam puandır. Ortalama skorlar ise toplam skorun soru sayısına bölümü ile elde edilir. Bu çalışmada ortalama skorlar verilmiştir. Boston karpal tünel sorgulama anketi farklı klinik ve epidemiyolojik senaryolarda hastaların el semptomlarının ve fonksiyonel bozulmanın ciddiyetini değerlendiren bir hastalık skalasıdır (120). Hastalığı ve tedavi sonuçlarını değerlendirmede Türkçe'yi de kapsayan farklı dillerde duyarlılığı ve güvenilirliği test edilerek Türkçe validasyonu yapılmıştır (121). Daha önceki çalışmalarda hastalar sorgulama anketindeki ortalama skorları ile semptom şiddeti ve fonksiyonel bozulmanın ciddiyetine göre derecelendirilmiştir (100,122). Çalışmamızda hastaları tedavi öncesi ve sonrası Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durum ortalama skorlarına göre derecelendirdik.

### **3.1.2. Vizüel Analog Skala (VAS)**

Uzunluğu 0-10 cm olan görsel bir skala kullanılarak hastaların geçen haftalar içindeki el ve parmaklardaki ağrı düzeyleri sorgulandı. 0 şikayetlerinin hiç olmadığını, 10 ise dayanılamayacak kadar şiddetli şikayetlerinin olduğunu göstermekteydi.

### **3.1.3. Kısa Form 36 (SF-36)**

Yaşam kalitesi ölçekleri içinde jenerik ölçek özelliğine sahip ve geniş açılı ölçüm sağlayan Kısa Form 36; Rand Corporation tarafından 1992 yılında geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur (123).

SF-36'nın özelliklerinin başında kendi kendini değerlendirme ölçeği olması gelmektedir. Beş dakika gibi kısa sürede doldurulabilmesi, sağlık durumunun olumsuz olduğu kadar olumlu yönlerini de değerlendirebilmesi ölçeğin avantajları arasında sayılmaktadır (124).

Ölçek otuzaltı maddeden oluşmaktadır ve bunlar sekiz ayrı boyutun ölçümünü yapmaktadır. Bu farklı kategoriler; fiziksel fonksiyon (10 madde), sosyal fonksiyon (2 madde), fiziksel fonksiyonlara bağlı rol kısıtlılıkları (4 madde), emosyonel sorunlara bağlı rol kısıtlılıkları (3 madde), mental sağlık (5 madde), enerji/vitalite (4 madde), ağrı (2 madde) ve sağlığın genel

algılanmasıdır (5 madde) (123). Ölçek son 4 hafta göz önüne alınarak değerlendirilmektedir. Değerlendirme 4. ve 5. maddeler dışında Likert tipi (üçlü- altılı) yapılmaktadır, 4. ve 5. maddeler evet/hayır biçiminde yanıtlanmaktadır (123). Ölçek yalnızca tek bir toplam puan vermek yerine, her bir alt ölçek için ayrı ayrı toplam puan vermektedir (124). Alt ölçekler sağlığı 0 ila 100 arasında değerlendirmektedir ve 0 kötü sağlık durumuna, 100 iyi sağlık durumuna işaret etmektedir. SF-36'nın Türkçe versiyonunun güvenirlik ve geçerlilik çalışması Koçyiğit ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (125).

#### **3.1.4. Elektrofizyolojik İncelemeler**

Elektronöromyografi cihazı kullanılarak, hastalar rahat oturur pozisyonda 25-28°C oda sıcaklığında, yüzeysel stimülatör ve kaydedici elektrodlar ile yapıldı. Araştırmacı tedavi öncesi, tedavi bitimi sonrası çalışmaları yaparken hastaların hangi tedavi grubunda olduğunu bilmiyordu.

Elektronörofizyolojik incelemeler 2 kanallı Alpin-Biomed marka Keypoint portable EMG cihazı kullanılarak yapıldı. Sinir iletim çalışmaları sırasında cihazın süpürme hızı 2 msn, kazancı 10 mikroVolt, filtre genişliği duysal çalışmalarda 20 Hz-3 kHz, motor çalışmalarda 2 Hz-3 kHz idi.

Tüm hastaların median ve ulnar sinir duyu ve motor iletim çalışmaları yapıldı. Tüm iletim çalışmalarında uyarı elektrodu el bileği bölgesinde her hastada en düzgün zemin, en yüksek amplitüdlü yanıt ve net latansın saptandığı standart bir mesafeden yapıldı. Uyarı, anodu katodun 2,5 cm proksimalinde yerleşik olan bipolar yüzeysel elektrodla uygulandı. Motor ve duysal sinir iletileri antidromik olarak çalışıldı.

**Motor sinir iletim çalışmaları:** Median sinir birleşik kas aksiyon potansiyellerinin kaydı için yüzeysel elektrodlerden aktif elektrod, abduktör pollicis brevis kasının göbeğine, pasif elektrod ise kasın tendonuna yerleştirildi, göbek-tendon ilkesi gözetilerek kayıtlar alındı. Uyarı el bileği seviyesinde aktif elektrodun 8 cm proksimalinden olacak şekilde fleksör karpi radialis ve palmaris longus tendonları arasından yapıldı. Dirsek seviyesinde ise uyarı antekubital boşluğun medialinden brakial arterin lateralinden yapıldı.

Median sinir supramaksimal stimulus ile uyarılarak birleşik kas aksiyon potansiyelleri elde edildi. Median motor sinir distal latansı, ileti hızı, amplitüdü kaydedildi. Motor distal latans değeri stimulusun verildiği andan birleşik kas aksiyon potansiyelinin izoelektrik çizgiden ilk saptığı ana kadar geçen süre olarak ölçüldü. Median sinir için 8 cm'den uyarımla motor distal latans üst sınırı 4 msn, median motor sinir için bilek-kübital fossa arasındaki ileti hızının alt sınırı ise 50 m/sn olarak alındı. Motor aksiyon potansiyellerinin amplitüdü potansiyelin pozitif ile negatif pikleri arası milivolt (mV) olarak ölçüldü.

Ulnar motor sinir iletim çalışmaları; aktif yüzeyel kayıt elektrod 5. parmak proksimali ile distal bilek çizgisi arasında Adduktor digiti minimi kası üzerine, referans elektrod 5. parmak üzerine, toprak elektrod ön kol fleksör yüzeyine yerleştirilmiştir. Distalden uyarım, katod aktif elektrottan 8 cm proksimalde olacak şekilde fleksör carpi ulnaris tendonu üzerinden, proksimalden uyarım ise ulnar oluk distali ve proksimalinden olmak üzere uygulanmıştır. Ulnar motor sinir için bilek dirsekaltı, dirsek altı-üstü segmentlerinin ileti hızları hesaplandı.

**Duyusal sinir iletim çalışmaları:** Median ve ulnar duysal sinir ileti çalışmaları antidromik olarak median sinir için ikinci parmak, ulnar sinir için beşinci parmaktan yüzük elektrotla kayıt alınarak yapıldı. Median duysal sinir aksiyon potansiyelinin kaydı için yüzük elektrodlar ikinci parmağa yerleştirildi. El bileğinde fleksor carpi radialis ve palmaris longus kaslarının tendonları arasından ideal olarak distal el bileği çizgisinin proksimalinden bipolar stimulator elektrodla uyarıldı. Median sinir için ikinci parmak, bilek segmentinde 14 cm'den uyarımla duysal distal latansı üst sınırı 3,5 msn olarak ve duysal iletim hızı alt sınırı ise 40 m/sn olarak alındı. Duysal distal latans, duysal sinir aksiyon potansiyelinin negatif sapmasının tepe noktasına kadar olan süre olarak belirlendi.

Duyusal iletim hızının yavaşlaması ya da etkilenmiş tarafta median ve ulnar sinir duysal latans farkının 0,5 msn ve daha fazla olması ve/veya motor distal latans uzaması durumunda karpal tünel sendromu tanısı konuldu (67,126).



**Resim 3.1.** Çalışmada kullanılan elektronöromiyografi cihazı

### **Elektrofizyolojik Çalışmalarla KTS şiddetinin belirlenmesi**

Çalışmamızda KTS şiddetini belirlemede AAEM (American Association of Electrodiagnostic Medicine ) kılavuzları kullanılarak

Minimal KTS: Sadece karşılaştırmalı ve segmental testlerde anormal bulguları olan

Hafif KTS: El bileği parmak arası duyusal ileti hızı uzamış olup distal motor latans normal olan

Orta düzeyde KTS: El bileği parmak arası duyusal ileti hızı uzamış olup distal motor latansın da uzamış olan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Median sinirde duyusal ve motor veya miks cevap alınamayan hastalar ileri düzey KTS olarak değerlendirildi ve çalışmamıza dahil edilmedi.

### **3.1.5. Hastaların Ultrasonografi ile Değerlendirilmeleri**

Her hastaya tedavi öncesi ve tedavi sonrası ilk haftada ultrasonografik değerlendirmeler aynı hekim tarafından yapıldı. Çalışmada hastanemizde bulunan Siemens Acuson Antares cihazı ve 5-15 MHz'lik yüksek frekanslı lineer-matriks transdüser kullanıldı.

Hastaların incelenmesi için hasta rahat oturur pozisyonda, el bilekleri nötral supin pozisyonda, gereklilik halinde destekleyici materyaller ile elevasyona getirilerek değerlendirildi. Hastalar ultrasonografi yapan hekimin sağ lateralinde, yüzü hekime dönük olarak oturtuldu. Çalışmada el bileği seviyesinde aksiyel planda mediyen sinir gösterilerek başlandı. El bileğinde

mediyan sinirde basıya neden olabilecek yer kaplayıcı lezyonlar (ganglion kisti, anatomik varyasyonlar vb.), sinire komşu tendonlarda sıvı birikimi (tendinit, tenosinovit) araştırıldı ve bu hastalar çalışma kapsamı dışında tutuldu. Bifid median sinirlerde ultrasonografi ile alan ölçümü değer taşımadığı için bu hastalar çalışma dışı bırakıldı.



**Resim 3.2.** Çalışmada kullanılan ultrasonografi cihazı

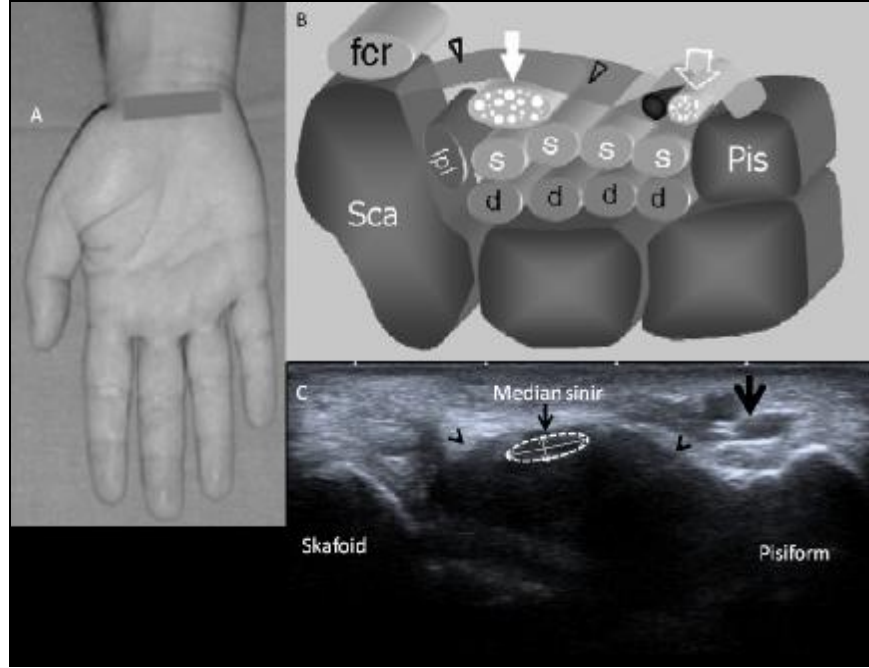
Mediyan sinir ön kol 1/3 distal kesimi ile el ayasında izlenebildiği en distal seviyeye kadar trasesi boyunca takip edilerek, mediyan sinirin yapısı, konturları, internal ekojenitesi incelendi.



**Resim 3.3.** Karpal tünelin proksimali (radioulnar eklem seviyesinde) ultrasonografik görüntüsü

Tüm hastalara mediyen sinirin karpal tünelin proksimalinde (distal radioulnar eklem seviyesinde) ve karpal tünel pisiform kemik seviyesinde (inlet) antero- posterior, transvers çap ve alan ölçümleri yapılarak tedavi öncesi ve sonrası değerler kayıt edildi.

Median sinir alan ölçümleri cihazın otomatik olarak hesaplad  , indirekt yolla yapıldı. Longitudinal ve transvers çap ölçümleri üzerinden alanın hesaplanması şeklinde, elipsoid yöntemle, cihaz tarafından (alan ölçümü = pi sayısı  $\times$  ( AP  ap  $\times$  transvers çap/4) gerçekleştirildi (72,148).



**Resim 3.4.** (A) Karpal tünelin psiform kemik düzeyinde (inletinde) median sinirin alan ölçümünün yapıldığı el bilek seviyesi

**Şekil 3.1.** (B) Karpal tünelin psiform kemik düzeyinde (inletinde) iç yapısı

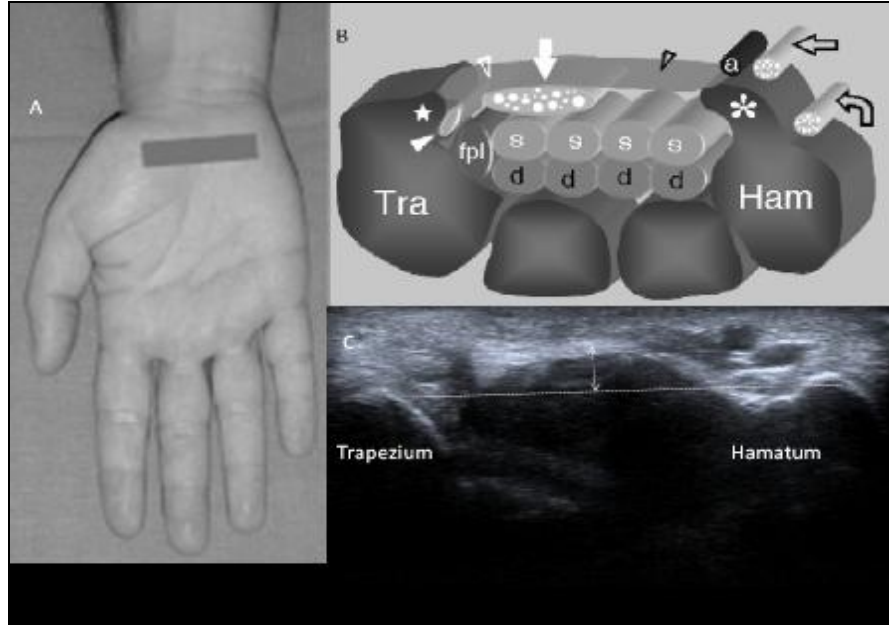
(ok başları: fleksör retinakulum, beyaz ok: median sinir, içi boş ok: ulnar sinir, s: fleksör dig superfisiyalis tendonları, d. Fleksör dig profundus tendonları, fcr: fleksör karpi radiyalis tendonu, fpl: fleksör pollisis longus tendonu (A), (B) (127)

**Resim 3.5.** (C) Karpal tünelin psiform kemik düzeyinde ultrasonografik görüntüsü

(median sinirin elipsoid yöntemle alan ölçümü; ok başları: fleksör retinakulum, siyah ok: ulnar sinir)

Çalışmamızda hastalar literatür ışığında, tedavi öncesinde ve sonrasında median sinir alanı ölçüm değerlerine göre ayrılarak ultrasonografik tutulum şiddeti derecelendirildi. Bu amaçla derlemelerde karpal tünel sendromunda ultrasonografik ölçümlerde en duyarlı olan, median sinir alanı ölçümünün en çok yapıldığı ve ultrasonografik tutulum şiddetini belirlemede sınır değerleri çalışılmış olan karpal tünel inlet seviyesindeki median sinir alanı ölçümleri kullanıldı (81,84,122).

Distal karpal kemikler seviyesinde trapezium ve hamatuma teğet geçen sanal doğru ile fleksör retinakulum arasındaki en uzak mesafe olan palmar yerdeğiştirme (volar bulging) ölçümü yapıldı.



**Resim 3.6.** (A) Karpal tünelin çıkışında fleksör retinakulumda yerdeğiştirmenin ölçüldüğü el bilek seviyesi

**Şekil 3.2.** (B) Karpal tünelin hamatum kemik düzeyinde iç yapısı (ok başları: fleksör retinakulum, beyaz ok: median sinir, içi boş ok: ulnar sinir motor dalları, asteriks: hamatum çengeli, s: fleksör dig superfisiyalis tendonları, d. Fleksör dig profundus tendonları, fpl: fleksör pollisis longus tendonu, yıldız: trapeziumun tüberkülü, beyaz ok başı: fleksör karpi radyalis tendonu (A), (B) (127)

**Resim 3.7.** (C) Karpal tünelin çıkışında (hamatum kemik düzeyinde) ultrasonografik görüntüsü

(Hamatum ve trapezium kemikleri arasında çizilen hayali hat ile fleksör retinakulum arasında kalan mesafe (volar bulging) ölçümü)

Tüm ölçümlerde alan değerleri için 'milimetre kare' ve uzunluk ölçümleri için 'milimetre' birimleri kullanıldı. Ölçüm sırasında sinirin inceleme

düzlemine tam aksial planda girmesine ve sinirde deformasyona neden olacak düzeyde bası uygulanmamasına özen gösterildi.

### **3.2. Çalışmada Uygulanan Tedaviler**

#### **3.2.1. Terapötik Ultrason**

Çalışmaya dahil edilen 40 hastadan 20 tanesi randomizasyon sonrası terapötik ultrason grubunda tedavi aldı. Hastalara tedavi öncesi terapötik ultrason tedavisi konusunda bilgi verildi ve onamları alındı.

Terapötik ultrason için BTL-4000 marka cihaz ve 5 cm<sup>2</sup> başlık kullanıldı. Her uygulamada aynı uygulayıcı tarafından, kesikli US tedavisi, 1 MHz frekansta, 1 Watt/ cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 1:4 kesikli modda, 10 dakika/gün süreyle, haftada 5 seans, toplamda 15 seans, olmak üzere üç hafta uygulandı. Ara madde (konix US jeli) karpal tünel bölgesine ve tedavi başlığı üzerine ince bir tabaka halinde sürüldükten sonra el bileği volar yüzünde karpal tünel bölgesine terapötik ultrason verildi. Uygulama süresince US başlığı sürekli olarak sirküler, longitudinal ve transvers yönlerde hareket ettirildi.



**Resim 3.8.** Terapötik ultrasonda kullanılan cihaz

### 3.2.2. Egzersiz

Çalışmaya dahil edilen 40 hastadan 20 tanesi randomizasyon sonrası egzersiz grubunda tedavi aldı.

Hastalara Totten ve Hunter tarafından geliştirilen ve Muller tarafından sistematik derlemede KTS tedavisinde önerilen tendon ve sinir kaydırma egzersizleri ve daha önceki çalışmalarda etkinliği gösterilmiş olan nöral mobilizasyon egzersizleri verildi (11,104,110,128). Hastaların bu egzersizleri günde 5 kez, 10 tekrar şeklinde ve her pozisyon için germeleri 5 saniye tutarak yapmaları önerildi. Hastalara egzersizler gösterildi ve hastalara evde kullanmaları için egzersizleri gösteren yazılı doküman verildi. Hastalara nörodinamik egzersizlerle ilgili bilgi verilerek rahatsızlık duymaları halinde doktorları ile iletişime geçmeleri önerildi ve güvenlik önlemleri anlatıldı. Egzersizleri tamamlamalarını engelleyen fiziksel durumu olanlar veya egzersiz sırasında rahatsızlık hissedenler çalışmaya alınmadı. Hastalar haftalık olarak telefonla aranarak egzersize devam edip edemedikleri kontrol edildi.

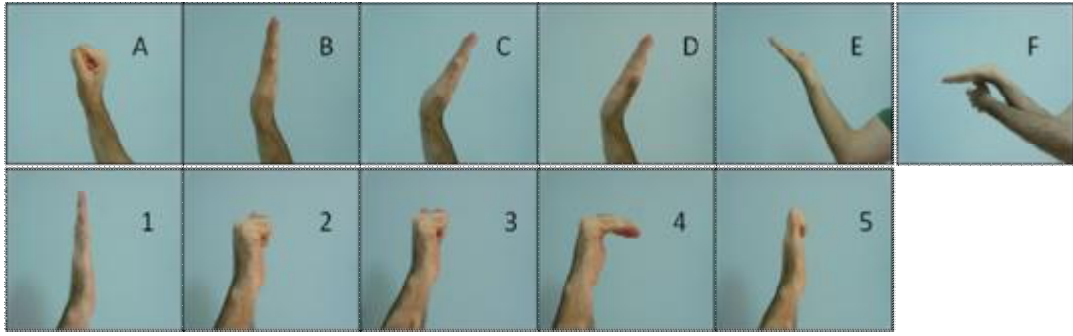
Tüm hastalar üç haftalık egzersiz tedavisi sonrasında kontrol elektrofizyoloji ve ultrasonografi çalışmalarına alındı.



**Resim 3.9.** Nöral mobilizasyon egzersizleri

(Baş karşı tarafa bakar pozisyonda; (A) dirsek fleksiyonda el bilek ekstansiyonu (B) dirsek ekstansiyonda el bilek ekstansiyonu)

Nöral mobilizasyon egzersizleri: Hasta düzgün bir postürde ayakta durma pozisyonunda iken el şekilde gösterildiği gibi duvara avuç içi değecek şekilde yaslanır. Dirsek hafifçe fleksiyona getirilir ve baş duvardan karşı tarafa çevrilir. Bu egzersiz sırasında sinirle ilgili hafif bulgular hissedilmeli, zorlayıcı olmamalıdır. Üst ekstremitede ağrı, uyuşma gibi rahatsız edici bulguların olması durumunda dirseğin düz tutularak yapılması önerildi. Egzersizin günde 5 kez ve 10 tekrar yapılması ve germenin 5 saniye tutarak uygulanması önerildi (110).



**Resim 3.10.** Totten ve Hunter tarafından önerilen sinir kaydırma egzersizleri (üst sıra) (A-F) (11, 111). Wehbe ve Hunter tarafından önerilen tendon kaydırma egzersizleri (alt sıra) (1-5) (111,129)

Sinir kaydırma egzersizleri: (A) el bileği nötral, başparmak ve diğer parmaklar fleksiyon pozisyonunda, (B) el bileği nötral, başparmak diğer parmaklar ekstansiyon pozisyonunda, (C) el bileği ve parmaklar ekstansiyon, başparmak nötral pozisyonunda, (D) el bileği, başparmak ve parmaklar ekstansiyon pozisyonunda, (E) (D)'deki gibi ve ön kol supinasyonda, (F) (E)'deki gibi ve başparmağa nazik germe uygulanarak yapılır (111).

Tendon kaydırma egzersizleri: (1) düz pozisyonunda, (2) yumruk pozisyonu; metakarpofalangiyal, PIF, DIF eklemlerde fleksiyon pozisyonunda, (3) düz yumruk pozisyonu; metakarpofalangiyal eklemdede fleksiyon, PIF eklemdede fleksiyon, DIF eklemdede ekstansiyon, (4) masaüstü pozisyonu; metakarpofalangiyal eklemler fleksiyon , PIF ve DIF ekstansiyonda, (5) kanca pozisyonu; metakarpofalangiyal eklemdede

ekstansiyon, PIF eklemde fleksiyon, DIF eklemde fleksiyonda tutularak yapılır (111).

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

Verilerin analizi SPSS for Windows 15.0 paket programında yapıldı (SPSS Inc., Chicago, IL, United States). Demografik verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik ve frekans analizi kullanıldı. Sürekli değişkenler; ortalama  $\pm$  standart sapma, kategorik, kesikli değişkenler ise frekans ve yüzde (% sayı) olarak sunuldu. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testiyle araştırıldı.

Gruplar arasında normal dağılan değişkenler yönünden farkın önemliliği Student's t testiyle, normal dağılmayan değişkenler yönünden farkın önemliliği ise Mann Whitney U testiyle incelendi. Kategorik değişkenler Ki-Kare testiyle değerlendirildi. Sürekli değişkenler arasında anlamlı korelasyon olup olmadığı Pearson'ın korelasyon testiyle değerlendirildi. Grup içi karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunda bu farkın hangi değerlendirmeden kaynaklandığını saptamak için parametrik test varsayımlarının sağlanma durumuna göre Paired t test veya Wilcoxon testi kullanıldı. Bağımlı örneklerin karşılaştırılmasında ki kare testi olarak McNemar testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda ise yine parametrik test varsayımlarının sağlanması durumuna göre tek yönlü varyans analizi ya da Kruskal Wallis varyans analizi kullanıldı. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verildi,  $p < 0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## IV. BULGULAR

### 4.1. Demografik Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmamıza 45 hasta alındı, bunlardan tedaviyi tamamlayan 40 hasta ile çalışma sonlandırıldı. Hafif ve orta düzeyde KTS'li 40 hastaya ait 65 el bileği incelendi. Hastalardan 20 tanesi egzersiz grubunda (grup 1), 20 tanesi terapötik ultrason grubunda (grup 2) değerlendirildi. Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Hastalardan 25 tanesinde (%62,5) bilateral, 15 hastanın (%37,5) tek taraflı ekstremitte incelemesi yapıldı. Çalışmamıza dahil edilen 40 hastanın 5'i (%12,5) erkek, 35'i (%87,5) kadındı. Hastaların yaşları 33-69 arasındaydı, ortalama yaş  $51,75 \pm 9,14$  idi. Yakınma süreleri en az 6 ay, en çok 48 ay, ortalama  $14,85 \pm 7,37$  aydı. Vücut kitle indeksleri 17,30-39,20 arasında değişen değerlerde, ortalama vücut kitle indeksi  $29,08 \pm 4,34$ 'tü. Hastaların 25 tanesi (%62,5) ev hanımı, 6 kişi (%15) işçi, 6 kişi (%15) masa başı çalışanı, 3 kişi (%7,5) diğer meslek gruplarındandı. Ev hanımı olan hasta oranı her iki grupta da yüksekti.

**Tablo 4.1.** Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri

|                            |                                         | <b>Tüm hastalar (n= 40)</b> |
|----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Yaş</b>                 | Yıl (Ort±SS)<br>(min-max)               | 51,75±9,14<br>(33-69)       |
| <b>Cinsiyet</b>            | Kadın n (%)                             | 35 (%87,5)                  |
|                            | Erkek n (%)                             | 5 (%12,5)                   |
| <b>El Tutulumu</b>         | Tek taraflı n (%)                       | 15 (%37,5)                  |
|                            | Çift taraflı n (%)                      | 25 (%87,5)                  |
| <b>Meslek</b>              | Ev hanımı n (%)                         | 25 (%62,5)                  |
|                            | İşçi n (%)                              | 6 (%15)                     |
|                            | Masabaşı çalışanı n (%)                 | 6 (%15)                     |
|                            | Diğer n (%)                             | 3 (%7,5)                    |
| <b>Vücut Kitle İndeksi</b> | Kg/m <sup>2</sup> (Ort±SS)<br>(min-max) | 29,08±4,34<br>(17,30-39,20) |
| <b>Yakınma süresi</b>      | Ay (Ort±SS)<br>(min-max)                | 14,85±7,37<br>(6-48)        |

n= 40 hasta sayısı, SS=standart sapma, min =minimum değer, max =maksimum değer

Egzersiz tedavisi alan 1. gruptaki hastaların minimum yaşı 37, maksimum yaşı 67, yaş ortalaması 53,45±8,72 yılı. Hastaların 17'si (%85) kadın, 3'ü (%15) erkekti. Hastaların 13'ü (%65) evhanımı, bir tanesi (%5) işçi, 3'ü (%15) masa başı çalışanı, 3'ü (%15) bu meslek grupları dışında kalan hastalardan oluşmaktaydı. 7 hastada (%35) tek el tutulumu, 13 hastada (%65) her iki el tutulumu mevcuttu. Hastaların vücut kitle indeksleri minimum 17,30, maksimum 35,70, ortalama 29,23±4,50 kg/m<sup>2</sup> idi. Hastaların yakınma süresi minimum 6 ay, maksimum 30 ay, ortalama yakınma süresi 14,90±6,20 aydı.

**Tablo 4.2.** Tedavi gruplarındaki hastaların demografik özellikleri

|                                |                                         | <b>Grup 1<br/>Egzersiz<br/>(n=20)</b> | <b>Grup 2<br/>Terapötik US<br/>(n=20)</b> | <b>p değeri</b> |
|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
| <b>Yaş</b>                     | Yıl (Ort±SS)<br>(min-max)               | 53,45±8,72<br>(37-67)                 | 50,05±9,45<br>(33-69)                     | 0,245           |
| <b>Cinsiyet</b>                | Kadın n (%)                             | 17 (85)                               | 18 (90)                                   | 0,500           |
|                                | Erkek n (%)                             | 3 (15)                                | 2 (10)                                    |                 |
| <b>El<br/>Tutulumu</b>         | Tek taraflı n (%)                       | 7 (35)                                | 8 (40)                                    | 0,500           |
|                                | Çift taraflı n (%)                      | 13 (65)                               | 12 (60)                                   |                 |
| <b>Meslek</b>                  | Ev hanımı n (%)                         | 13 (65)                               | 12 (60)                                   | 0,428           |
|                                | İşçi n (%)                              | 1 (5)                                 | 5 (25)                                    |                 |
|                                | Masabaşı çalışanı<br>n (%)              | 3 (15)                                | 3 (15)                                    |                 |
|                                | Diğer n (%)                             | 3 (15)                                |                                           |                 |
| <b>Vücut Kitle<br/>İndeksi</b> | Kg/m <sup>2</sup> (Ort±SS)<br>(min-max) | 29,23±4,50<br>(17,30-35,70)           | 28,93±4,28<br>(22,90-39,20)               | 0,833           |
| <b>Yakınma<br/>süresi</b>      | Ay (Ort±SS)<br>(min-max)                | 14,90±6,20<br>(6-30)                  | 14,80±8,55<br>(7-48)                      | 0,965           |

(Student's independent samples t-test ve ki kare testi ) SS = standart sapma, min =minimum değer, max =maksimum değer

Terapötik ultrason tedavisi alan 2. gruptaki hastaların minimum yaşı 33, maksimum yaşı 69, yaş ortalaması 50,05±9,45 yıldır. Hastaların 18'i (%90) kadın, 2'si (%10) erkekti. Hastaların 12'si (%60) ev hanımı, 5'i (%25) işçi, 3'ü (%15) masa başı çalışanıydı. Hastalardan 8'inde (%40) tek el tutulumu, 12'sinde (%60) her iki el tutulumu mevcuttu. Hastaların vücut kitle indeksleri minimum 22,90, maksimum 39,20, ortalama vücut kitle indeksi 28,93±4,28 kg/m<sup>2</sup> idi. Hastaların yakınma süresi minimum 7 ay, maksimum 48 ay, ortalama yakınma süresi 14,80±8,55 aydır.

Tedavi grupları arasında yaş, cinsiyet, el tutulumu, meslek, yakınma süresi, vücut kitle indeksi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (p>0,05). (Tablo 4.2)

### Ultrasonografik ve elektrodyagnostik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu

Tedavi öncesi tüm hastalarda ultrasonografik ölçümlerle yaş, vücut kitle indeksi, yakınma süresi korele edildi. Ultrasonografik ölçümlerden volar bulging ile VKİ arasında orta güçlü korelasyon vardı ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.3)

**Tablo 4.3.** Tedavi öncesi ultrasonografik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu

| n= 65 TÖ |   | Yaş    | VKİ    | Yakınma süresi |
|----------|---|--------|--------|----------------|
| PA       | r | 0,040  | 0,193  | 0,065          |
|          | p | 0,750  | 0,123  | 0,608          |
| İA       | r | -0,082 | 0,093  | 0,144          |
|          | p | 0,517  | 0,461  | 0,251          |
| VB       | r | -0,024 | 0,347  | 0,204          |
|          | p | 0,853  | 0,005* | 0,103          |

(Pearson korelasyon analizi) TÖ =tedavi öncesi, r = Pearson korelasyon katsayısı, \* = istatistiksel olarak anlamlı, VKİ= vücut kitle indeksi, PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme)

Tedavi öncesi tüm hastalarda elektrodyagnostik ölçümlerle yaş, vücut kitle indeksi, yakınma süresi korele edildi. VKİ ile duysal latans arasında orta güçlü ilişki vardı ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.4)

**Tablo 4.4.** Tedavi öncesi tüm hastalarda elektrodyagnostik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu

| n= 65 TÖ |   | Yaş    | VKİ    | Yakınma süresi |
|----------|---|--------|--------|----------------|
| mMDL     | r | -0,198 | 0,189  | 0,071          |
|          | p | 0,113  | 0,131  | 0,573          |
| MA       | r | -0,176 | -0,110 | -0,151         |
|          | p | 0,160  | 0,381  | 0,231          |
| MSNCV    | r | -0,097 | 0,012  | -0,021         |
|          | p | 0,443  | 0,923  | 0,869          |
| mSDL     | r | -0,140 | 0,308  | 0,141          |
|          | p | 0,265  | 0,012* | 0,263          |
| DA       | r | 0,094  | -0,241 | -0,060         |
|          | p | 0,459  | 0,053  | 0,656          |

(Pearson korelasyon analizi) TÖ =tedavi öncesi, r = Pearson korelasyon katsayısı, \* = istatistiksel olarak anlamlı, VKİ= vücut kitle indeksi, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud

#### 4.2. Tedavi Gruplarının Karşılaştırması

Hastalar yaş ve cinsiyet kontrol altında tutularak geliş sırasına göre randomize edildi. Klinik ve laboratuvar değerleri randomizasyonda kullanılmamıştır. Tedavi öncesi klinik ve laboratuvar parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması belirtilmiştir.

Tedavi öncesinde değerlendirme parametrelerinden Boston semptom şiddeti skoru, motor latans ve median sinirin karpal tünel inletindeki alan

ölçümü egzersiz grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşüktü ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.5)

**Tablo 4.5.** Tedavi öncesi klinik ve laboratuvar parametrelerinin gruplar arası karşılaştırılması

| (n=65)       | Egzersiz (n=33)<br>Ort±SS | Terapötik US (n=32)<br>Ort±SS | p<br>değeri |
|--------------|---------------------------|-------------------------------|-------------|
| VAS          | 6,60±1,29                 | 6,84±1,13                     | 0,436       |
| BSŞS         | 2,98±0,55                 | 3,28±0,61                     | 0,045*      |
| BFDS         | 2,79±0,76                 | 3,18±0,80                     | 0,053       |
| mMDL (ms)    | 4,65±1,02                 | 5,41±1,69                     | 0,033*      |
| MA (mV)      | 10,23±4,45                | 10,44±3,68                    | 0,837       |
| mSDL (ms)    | 3,80±0,93                 | 3,75±0,98                     | 0,835       |
| MSNCV (m/sn) | 33,96±5,32                | 33,84±6,69                    | 0,940       |
| DA (µV)      | 16,58±7,25                | 15,64±9,42                    | 0,651       |
| PA (mm²)     | 11,82±3,00                | 12,69±3,12                    | 0,267       |
| İA (mm²)     | 12,02±2,59                | 13,79±3,61                    | 0,026*      |
| VB (mm)      | 5,41±1,80                 | 5,11±1,66                     | 0,485       |

(Student's independent samples t-test) SS =standart sapma, \* = istatistiksel olarak anlamlı, , PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı, BSŞS= Boston semptom şiddet skoru, BFDS= Boston fonksiyonel durum skoru, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=33 egzersiz grubunda KTS saptanan el sayısı, n=32, terapötik US grubunda KTS saptanan el sayısı

Hastalar tedavi öncesi elektrodiagnostik tutulum şiddetlerine ve Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi skorlarına göre derecelendirilerek sınıflara ayrıldı. İki tedavi grubu arasında yapılan karşılaştırmada istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 4.6)

**Tablo 4.6.** Tedavi öncesi elektrodiagnostik çalışma, BSŞS ve BFDS skorları tutulum şiddetlerine göre hasta sayılarının dağılımı

| (n=65)                       | TÖ     | Egzersiz<br>(n=33) | Terapötik US<br>(n=32) | p<br>değeri |
|------------------------------|--------|--------------------|------------------------|-------------|
| Elektrodiagnostik<br>çalışma | Hafif  | 7                  | 4                      | $p>0.05$    |
|                              | Orta   | 26                 | 28                     |             |
| BSŞS                         | Normal |                    |                        | $p>0.05$    |
|                              | Hafif  |                    | 1                      |             |
|                              | Orta   | 21                 | 10                     |             |
|                              | Ağır   | 12                 | 20                     |             |
|                              | Aşırı  |                    | 1                      |             |
| BFDS                         | Normal |                    |                        | $p>0.05$    |
|                              | Hafif  | 6                  | 5                      |             |
|                              | Orta   | 16                 | 7                      |             |
|                              | Ağır   | 10                 | 16                     |             |
|                              | Aşırı  |                    |                        |             |

(ki kare testi) TÖ = tedavi öncesi, BSŞS = Boston semptom şiddet skoru, BFDS= Boston fonksiyonel durum skoru, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı, n=33 egzersiz grubunda KTS saptanan el sayısı, n=32 terapötik US grubunda KTS saptanan el sayısı

Egzersiz tedavisi alan 1. gruptaki hastaların VAS, Boston skalası, elektrodiagnostik, tanısal ultrasonografik parametreleri tedavi öncesi (TÖ), tedavi sonrası (TS) karşılaştırılmıştır (Tablo 4.7). Bu gruptaki hastaların; TÖ VAS değeri minimum 4, maksimum 8, ortalama  $6,60\pm1,29$ , tedavi sonrası VAS değeri minimum 2, maksimum 6, ortalama  $3,93\pm1,08$ 'di. Tedavi sonrası VAS değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı ( $p<0,05$ ). Tedavi öncesi Boston semptom şiddet skoru değerleri (BSŞS) minimum 2,18, maksimum 4,09, ortalama  $2,98\pm0,55$ 'di. Tedavi

sonrası BSŞS değerleri minimum 1,18 maksimum 3,27, ortalama  $2,27 \pm 0,49$  idi. Tedavi öncesi Boston fonksiyonel durum skoru (BFDS) değerleri minimum 1,63, maksimum 4,13, ortalama  $2,79 \pm 0,76$  idi. Tedavi sonrası BFDS değerleri minimum 1,00, maksimum 3,00, ortalama  $2,06 \pm 0,57$  idi. Tedavi sonrası BSŞS ve BFDS değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştı ( $p < 0,05$ ).

Egzersiz grubunda TÖ motor latans değeri minimum 2,48 ms, maksimum 7,29 ms, ortalama  $4,65 \pm 1,02$  ms idi. Tedavi sonrası motor latans değeri minimum 2,60 ms, maksimum 6,50 ms ortalama  $4,57 \pm 0,81$  ms idi. Tedavi öncesi ve sonrası motor latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi motor amplitud değeri minimum 2,70 mV, maksimum 18,90 mV ortalama  $10,23 \pm 4,45$  mV idi. Tedavi sonrası motor amplitud değeri minimum 3,50 mV, maksimum 25,5 mV ortalama  $10,35 \pm 5,28$  mV idi. Tedavi öncesi ve sonrası motor amplitud değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi duyusal latans değeri minimum 2,30 ms, maksimum 6,54 ms, ortalama  $3,80 \pm 0,93$  ms idi. Tedavi sonrası duyusal latans değeri minimum 2,60 ms, maksimum 5,65 ms, ortalama  $3,71 \pm 0,63$  ms idi. Tedavi öncesi ve sonrası duyusal latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi duyusal ileti hızı değeri minimum 12,80 m/sn, maksimum 41,90 m/sn ortalama  $33,96 \pm 5,32$  m/sn idi. Tedavi sonrası duyusal ileti hızı değeri minimum 15,80 m/sn, maksimum 53,40 m/sn, ortalama  $35,69 \pm 6,65$  m/sn idi. Tedavi öncesi ve sonrası duyusal ileti hızı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi duyusal amplitud değeri minimum 6,00  $\mu$ V, maksimum 36,70  $\mu$ V, ortalama  $16,58 \pm 7,25$   $\mu$ V idi. Tedavi sonrası duyusal amplitud değeri minimum 5,30  $\mu$ V, maksimum 29,00  $\mu$ V ortalama  $17,13 \pm 6,27$   $\mu$ V idi. Tedavi öncesi ve sonrası duyusal amplitud değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesinde median sinirin karpal tünelin proksimalinde alan değeri minimum 5,50 mm<sup>2</sup>, maksimum 18,50 mm<sup>2</sup>, ortalama 11,84±3,00 mm<sup>2</sup> idi. Tedavi sonrası median sinirin karpal tünelin proksimalinde alan değeri değeri minimum 5,20 mm<sup>2</sup>, maksimum 15,30 mm<sup>2</sup>, ortalama 11,11±2,70 mm<sup>2</sup> idi. Tedavi sonrası median sinirin karpal tünelin proksimalinde alan değeri tedavi öncesine göre istatistiki olarak anlamlı şekilde azalmıştı (p<0,05).

Tedavi öncesi median sinirin karpal tünel inletinde alan değeri minimum 6,50 mm<sup>2</sup>, maksimum 17,50 mm<sup>2</sup>, ortalama 12,02±2,59 mm<sup>2</sup> idi. Tedavi sonrası median sinirin karpal tünel inletinde alan değeri minimum 6,20 mm<sup>2</sup>, maksimum 15,40 mm<sup>2</sup>, ortalama 11,67±2,34 mm<sup>2</sup> idi. Tedavi sonrası median sinirin karpal tünel inletinde alan değeri tedavi öncesine göre sayısal olarak azalmıştı ama istatistiki olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05).

Tedavi öncesi fleksör retinakulumun karpal tünel distalinde yerdeğiştirme (volar bulging) değeri minimum 1,80 mm, maksimum 8,80 mm, ortalama 5,41±1,80 mm idi. Tedavi sonrası volar bulging değeri minimum 1,90 mm, maksimum 8 mm, ortalama 4,97±1,53 mm idi. Tedavi sonrası volar bulging değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştı (p<0,05). (Tablo 4.7)

**Tablo 4.7.** Egzersiz grubunda klinik ve laboratuvar parametrelerinin tedavi öncesi, tedavi sonrası karşılaştırılması

|                     | <b>EgzersizTÖ (n=33)<br/>Ort±SS</b> | <b>Egzersiz TS (n=33)<br/>Ort±SS</b> | <b>p<br/>değeri</b> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| <b>VAS</b>          | 6,60±1,29                           | 3,93±1,08                            | 0,000*              |
| <b>BSŞS</b>         | 2,98±0,55                           | 2,27±0,49                            | 0,000*              |
| <b>BFDS</b>         | 2,79±0,76                           | 2,06±0,57                            | 0,000*              |
| <b>mMDL (ms)</b>    | 4,65±1,02                           | 4,57±0,81                            | 0,559               |
| <b>MA (mV)</b>      | 10,23±4,45                          | 10,35±5,28                           | 0,899               |
| <b>mSDL (ms)</b>    | 3,80±0,93                           | 3,71±0,63                            | 0,550               |
| <b>MSNCV (m/sn)</b> | 33,96±5,32                          | 35,69±6,65                           | 0,095               |
| <b>DA (µV)</b>      | 16,58±7,25                          | 17,13±6,27                           | 0,564               |
| <b>PA (mm²)</b>     | 11,84±3,00                          | 11,11±2,70                           | 0,000*              |
| <b>İA(mm²)</b>      | 12,02±2,59                          | 11,67±2,34                           | 0,199               |
| <b>VB (mm)</b>      | 5,41±1,80                           | 4,97±1,53                            | 0,001*              |

(Student's paired samples t-test) TÖ = tedavi öncesi TS=tedavi sonrası \* istatistiksel olarak anlamlı, SS=standart sapma, BSŞS = Boston semptom şiddeti skoru, BFDS = Boston fonksiyonel durum skoru PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=33 egzersiz grubunda KTS saptanan el sayısı

Egzersiz tedavisi alan 1. gruptaki hastalar tedavi öncesi ve tedavi sonrası SF-36 ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası SF-36 değerlerinden fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlanmasında tedavi

öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düzelme vardı ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.8)

**Tablo 4.8.** Egzersiz grubunun tedavi öncesi ve sonrası SF-36 değerlerinin karşılaştırılması

|                            | <b>Egzersiz TÖ<br/>(n=33)<br/>Ort±SS</b> | <b>Egzersiz TS<br/>(n=33)<br/>Ort±SS</b> | <b>p<br/>değeri</b> |
|----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| <b>SF-36 Fiz fonk</b>      | 28,25±21,96                              | 40,00±22,24                              | 0,000*              |
| <b>SF-36 Rol güç fiz</b>   | 46,25±29,55                              | 96,25±16,77                              | 0,000*              |
| <b>SF-36 Ağrı</b>          | 42,05±13,71                              | 58,85±12,77                              | 0,000*              |
| <b>SF-36 Genel sağlık</b>  | 50,15±10,85                              | 50,50±11,97                              | 0,414               |
| <b>SF-36 Vitalite</b>      | 43,50±16,39                              | 44,25±16,32                              | 0,083               |
| <b>SF-36 Sosyal fonk</b>   | 48,12±10,15                              | 51,25±10,65                              | 0,166               |
| <b>SF-36 Rol güç emos</b>  | 36,66±30,39                              | 80,00±31,34                              | 0,000*              |
| <b>SF-36 Mental sağlık</b> | 54,60±15,96                              | 55,80±15,38                              | 0,187               |

(Student's paired samples t-test) TÖ = tedavi öncesi, TS=tedavi sonrası, \* istatistiksel olarak anlamlı, SS=standart sapma, n=33 egzersiz grubunda KTS saptanan el sayısı

Terapötik US alan 2. gruptaki hastaların VAS, Boston skalası, elektrodiagnostik, tanısal ultrasonografi parametreleri tedavi öncesi (TÖ), tedavi sonrası (TS) karşılaştırılmıştır (Tablo 4.9). Bu gruptaki hastaların; tedavi öncesi VAS değeri minimum 5, maksimum 9, ortalama  $6,84\pm1,13$ , tedavi sonrası VAS değeri minimum 1, maksimum 8, ortalama  $4,31\pm1,40$ 'dı. Tedavi sonrası VAS değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı ( $p<0,05$ ). Tedavi öncesi Boston semptom şiddet skoru değerleri minimum 1,55, maksimum 4,36, ortalama  $3,28\pm0,61$ , tedavi öncesi Boston fonksiyonel durum skoru değerleri minimum 1,63, maksimum 4,50, ortalama  $3,18\pm0,80$ 'di. Tedavi sonrası Boston semptom şiddet skoru

değerleri minimum 1,00, maksimum 3,45, ortalama  $2,53 \pm 0,55$ . Tedavi sonrası Boston fonksiyonel durum skalası değerleri minimum 1,00, maksimum 3,38, ortalama  $2,40 \pm 0,63$ 'tü. Tedavi sonrası BSŞS ve BFDS değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı ( $p < 0,05$ ).

Tedavi öncesi motor latans değeri minimum 3,40 ms, maksimum 10,60 ms, ortalama  $5,41 \pm 1,69$  ms idi. Tedavi sonrası motor latans değeri minimum 3,30 ms, maksimum 11,40 ms, ortalama  $5,34 \pm 1,64$  ms idi. Tedavi öncesi ile sonrası arasındaki motor latans değerleri farkında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi motor amplitud değeri minimum 3,20 mV, maksimum 16,20 mV, ortalama  $10,44 \pm 3,68$  mV idi. Tedavi sonrası motor amplitud değeri minimum 3,10 mV, maksimum 21,00 mV, ortalama  $9,63 \pm 4,43$  mV'du. Tedavi öncesi ve sonrası motor amplitud değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi duyusal latans değeri minimum 2,10 ms, maksimum 7,35 ms, ortalama  $3,75 \pm 0,98$  ms idi. Tedavi sonrası duyusal latans değeri minimum 2,80 ms, maksimum 7,40 ms, ortalama  $3,91 \pm 1,02$  ms idi. Tedavi öncesi ve sonrası duyusal latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi duyusal ileti hızı değeri minimum 20 m/sn, maksimum 47,00 m/sn, ortalama  $33,84 \pm 6,69$  m/sn idi. Tedavi sonrası duyusal ileti hızı değeri minimum 21,00 m/sn, maksimum 59,80 m/sn, ortalama  $34,15 \pm 7,61$  m/sn idi. Tedavi öncesi ve sonrası duyusal ileti hızı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi duyusal amplitud değeri minimum 4,75  $\mu$ V, maksimum 39,80  $\mu$ V, ortalama  $15,64 \pm 9,42$   $\mu$ V idi. Tedavi sonrası duyusal amplitud değeri minimum 4,90  $\mu$ V, maksimum 34,60  $\mu$ V ortalama  $14,66 \pm 7,63$   $\mu$ V idi. Tedavi öncesi ve sonrası duyusal amplitud değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Tedavi öncesi median siniri karpal tünelin proksimalinde alan değeri minimum 8 mm<sup>2</sup>, maksimum 19,00 mm<sup>2</sup>, ortalama  $12,69 \pm 3,12$  mm<sup>2</sup>, tedavi

sonrası minimum 6 mm<sup>2</sup>, maksimum 18,50 mm<sup>2</sup>, ortalama 11,26±3,09 mm<sup>2</sup> idi. Tedavi sonrası median siniri karpal tünelin proksimalinde alan değeri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı (p<0,05).

Tedavi öncesi median siniri karpal tünelin inletinde alan değeri minimum 8 mm<sup>2</sup>, maksimum 23 mm<sup>2</sup>, ortalama 13,79±3,61 mm<sup>2</sup>, tedavi sonrası minimum 6 mm<sup>2</sup>, maksimum 17,50 mm<sup>2</sup>, ortalama 11,63±2,94 mm<sup>2</sup> idi. Tedavi sonrası median siniri karpal tünelin inletinde alan değeri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı (p<0,05).

Tedavi öncesi fleksör retinakulumda yerdeğiştirme (volar bulging) değeri minimum 2,40 mm, maksimum 8,30 mm, ortalama 5,11±1,66 mm, tedavi sonrası volar bulging değeri minimum 1,90 mm, maksimum 8,00 mm, ortalama 4,73±1,61 mm idi. Tedavi sonrası volar bulging değeri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştı (p<0,05). (Tablo 4.9)

**Tablo 4.9.** Terapötik US grubunda klinik ve laboratuvar parametrelerin tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılması

|                            | <b>Terapötik US TÖ<br/>(n=32)<br/>Ort±SS</b> | <b>Terapötik US TS<br/>(n=32)<br/>Ort±SS</b> | <b>p<br/>değeri</b> |
|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|
| <b>VAS</b>                 | 6,84±1,13                                    | 4,31±1,40                                    | 0,000*              |
| <b>BSŞS</b>                | 3,28±0,61                                    | 2,53±0,55                                    | 0,000*              |
| <b>BFDS</b>                | 3,18±0,80                                    | 2,40±0,63                                    | 0,000*              |
| <b>mMDL (ms)</b>           | 5,41±1,69                                    | 5,34±1,64                                    | 0,515               |
| <b>MA (mV)</b>             | 10,44±3,68                                   | 9,63±4,43                                    | 0,216               |
| <b>mSDL (ms)</b>           | 3,75±0,98                                    | 3,91±1,02                                    | 0,103               |
| <b>MSNCV (m/sn)</b>        | 33,84±6,69                                   | 34,15±7,61                                   | 0,805               |
| <b>DA (µV)</b>             | 15,64±9,42                                   | 14,66±7,63                                   | 0,541               |
| <b>PA (mm<sup>2</sup>)</b> | 12,69±3,12                                   | 11,26±3,09                                   | 0,000*              |
| <b>İA (mm<sup>2</sup>)</b> | 13,79±3,61                                   | 11,63±2,94                                   | 0,000*              |
| <b>VB (mm)</b>             | 5,11±1,66                                    | 4,73±1,61                                    | 0,000*              |

(Student's paired samples t-test) TÖ = tedavi öncesi TS=tedavi sonrası \* istatistiksel olarak anlamlı, SS=standart sapma, BSŞS = Boston semptom şiddeti skoru, BFDS = Boston fonksiyonel durum skoru, PA= karpal

tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=32 terapötik US grubunda KTS saptanan el sayısı

Terapötik ultrason grubundaki hastalar tedavi öncesi ve tedavi sonrası SF-36 ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası SF-36 değerlerinden fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlanmasında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düzelme vardı ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.10)

**Tablo 4.10.** Terapötik US grubunun tedavi öncesi ve sonrası SF-36 değerlerinin karşılaştırılması

|                     | Terapötik US TÖ<br>(n=32)<br>Ort±SS | Terapötik US TS<br>(n=32)<br>Ort±SS | p<br>değeri |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| SF-36 Fiz fonk      | 26,00±18,46                         | 37,00±23,75                         | 0,000*      |
| SF-36 Rol güç fizik | 40,00±28,56                         | 83,75±28,41                         | 0,000*      |
| SF-36 Ağrı          | 40,10±14,58                         | 61,65±12,80                         | 0,000*      |
| SF-36 Genel sağlık  | 45,45±19,84                         | 46,10±19,97                         | 0,276       |
| SF-36 Vitalite      | 49,00±18,68                         | 49,75±18,67                         | 0,257       |
| SF-36 Sosyal fonk   | 50,00±10,72                         | 53,75±8,21                          | 0,161       |
| SF-36 Rol güç emos  | 33,33±30,58                         | 90,00±24,42                         | 0,000*      |
| SF-36 Mental sağlık | 56,20±17,48                         | 56,40±15,40                         | 0,863       |

(Student's paired samples t-test) TÖ = tedavi öncesi, TS=tedavi sonrası, \* istatikselsel olarak anlamlı, SS=standart sapma, n=32 terapötik US grubunda KTS saptanan el sayısı

Klinik değerlendirmede kullanılan VAS, Boston skorları ile elektrodyagnostik ve ultrasonografik parametrelerinin tedavi öncesinden sonrasına olan değişim değerlerinin gruplar arasında karşılaştırılması yapıldı.

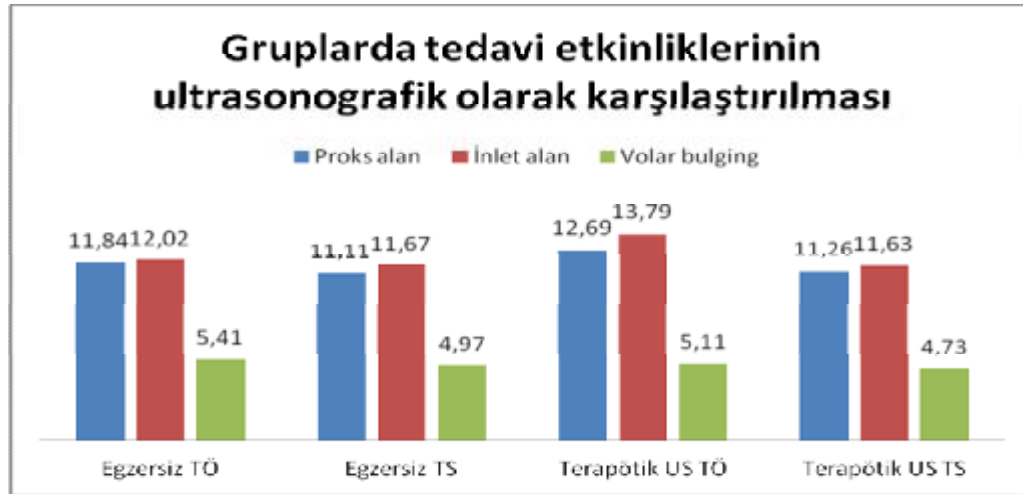
Terapötik US grubunda median sinirin karpal tünel inletinde ölçülen alan değerinde tedavi öncesi ile tedavi sonrası arasındaki fark egzersiz grubuna göre istatistiki olarak daha fazlaydı ( $p<0,05$ ). Elektrodyagnostik parametrelerde VAS, BSŞS ve BFDS skorlarında tedavi öncesi ve sonrası arasındaki değişimde iki tedavi grubu arasında istatistiki olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). (Tablo 4.11)

**Tablo 4.11.** Tedavi gruplarında klinik ve laboratuvar parametrelerinde tedavi öncesi ile tedavi sonrası arasındaki farkın karşılaştırılması

| TÖ-TS fark            | Egzersiz<br>(n=33) Ort±SS | Terapötik US<br>(n=32) Ort±SS | p<br>değeri |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------|
| VAS                   | 2,66±1,29                 | 2,53±1,45                     | 0,693       |
| BSŞS                  | 0,71±0,37                 | 0,74±0,41                     | 0,732       |
| BFDS                  | 0,73±0,34                 | 0,77±0,37                     | 0,604       |
| mMDL (ms)             | 0,081±0,79                | 0,065±0,56                    | 0,926       |
| MA (mV)               | -0,118±5,29               | 0,810±3,63                    | 0,414       |
| mSDL(ms)              | 0,087±0,82                | -0,164±0,553                  | 0,157       |
| MSNCV (m/sn)          | -1,73± 5,78               | -0,309±9,47                   | 0,466       |
| DA (µV)               | -0,551±5,43               | 0,981±8,98                    | 0,407       |
| PA (mm <sup>2</sup> ) | 0,724± 0,980              | 1,42± 1,85                    | 0,061       |
| İA (mm <sup>2</sup> ) | 0,345± 1,51               | 2,15± 2,20                    | 0,000*      |
| VB (mm)               | 0,437± 0,699              | 0,378± 0,511                  | 0,699       |

(Student's independent paires t-test) TÖ = tedavi öncesi TS=tedavi sonrası \* istatiksel olarak anlamlı, SS=standart sapma, BSŞS = Boston semptom şiddeti skoru, BFDS = Boston fonksiyonel durum skoru PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir

alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=33 egzersiz grubunda KTS saptanan el sayısı, n=32 terapötik US grubunda KTS saptanan el sayısı



**Grafik 4.1.** Egzersiz ve Terapötik US gruplarında tedavi öncesi ve sonrası ultrasonografik ölçümlerin ortalama değeri ( tedavi ile Egzersiz grubunda PA ve VB değışimleri, Terapötik US grubunda PA, İA ve VB değışimleri istatistiksel olarak anlamlı  $p<0,05$  )

PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme)

#### 4.3. Ultrasonografi Bulgularının Tedavi Grupları Arasında Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması

Hastaların KTS için ultrasonografik bulgulara göre derecelendirmesi median sinirin karpal tünel inletindeki alan ölçümlerine (İA) göre yapıldı. Egzersiz verilen grup tedavi öncesi ve tedavi sonrası ultrasonografik verilere göre derecelendirildiğinde tedavi öncesi ve sonrası arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 4.12)

**Tablo 4.12.** Egzersiz grubunda inlet alan ölçümüne göre yapılan derecelendirmede hasta sayılarının dağılımı

| Egzersiz<br>(n=33) | İA derecesi                          |                                  |                                 |                                    | p<br>değeri |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------|
|                    | Normal<br>( $\leq 10 \text{ mm}^2$ ) | Hafif<br>(10-13mm <sup>2</sup> ) | Orta<br>(13-15mm <sup>2</sup> ) | Ağır<br>( $\geq 15 \text{ mm}^2$ ) |             |
| TÖ                 | 6                                    | 19                               | 4                               | 4                                  | >0.05       |
| TS                 | 8                                    | 13                               | 10                              | 2                                  |             |

(McNemar's test) TÖ = tedavi öncesi, TS=tedavi sonrası , İA= karpal tünel inletinde median sinirin alan ölçümü, n=33 egzersiz grubunda KTS saptanan el sayısı,

Terapötik ultrason verilen grup inlet alan ölçümüne göre derecelendirildiğinde tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiki olarak anlamlı fark vardı (p=0,017). (Tablo 4.13)

**Tablo 4.13.** Terapötik ultrason grubunda inlet alan ölçümüne göre yapılan derecelendirmede hasta sayılarının dağılımı

| Terapötik<br>US<br>(n=32) | İA derecesi                          |                                  |                                 |                                    | p<br>değeri |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------|
|                           | Normal<br>( $\leq 10 \text{ mm}^2$ ) | Hafif<br>(10-13mm <sup>2</sup> ) | Orta<br>(13-15mm <sup>2</sup> ) | Ağır<br>( $\geq 15 \text{ mm}^2$ ) |             |
| TÖ                        | 4                                    | 15                               | 4                               | 9                                  | 0,017*      |
| TS                        | 10                                   | 13                               | 6                               | 3                                  |             |

(McNemar's test) TÖ = tedavi öncesi, TS=tedavi sonrası , İA= karpal tünel inletinde median sinirin alan ölçümü, n=32 terapötik US grubunda KTS saptanan el sayısı, \* istatiksel olarak anlamlı

#### 4.4. Tanıda Kullanılan Klinik ve Laboratuar Bulguları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Klinik ve laboratuar bulguları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için tedavi gruplarına bakılmaksızın tüm hastalarda tedavi öncesi ve sonrası olmak üzere iki defa karşılaştırma yaptık.

### Ultrasonografide median sinir alanına göre yapılan derecelendirme ile elektrodiagnostik çalışma verileri arasındaki ilişki

Tüm hastalar tedavi öncesinde ultrasonografide karpal tünel inletinde yapılan median sinir alanı (İA) ölçümüne göre derecelendirildi. Elektrodiagnostik sayısal verilerin İA dereceleri arasındaki farkı değerlendirildi. Gruplar arasında elektrodiagnostik verilerde istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktu ( $p>0.05$ ). Motor ve duysal latans değerlerinde İA derecesine göre bir miktar sayısal artış vardı, bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildi. (Tablo 4.14)

**Tablo 4.14.** Tedavi öncesi çalışmaya alınan tüm ellerde median sinir inlet alanı derecesine göre ayrılan gruplarda elektrodiagnostik ölçümler

| TÖ<br>İA derecesi<br>(n=65)                | TÖ elektrodiagnostik parametreler (n=65) (ort±SS) |            |              |                 |             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|--------------|-----------------|-------------|
|                                            | mMDL<br>(ms)                                      | MA (mV)    | mSDL<br>(ms) | MSNCV<br>(m/sn) | DA (µV)     |
| Normal<br>(≤10mm <sup>2</sup> )<br>(n=10)  | 4,52±0,62                                         | 8,72±3,96  | 3,52±0,46    | 34,97±3,30      | 16,75±5,76  |
| Hafif<br>(10-13mm <sup>2</sup> )<br>(n=34) | 4,96±1,46                                         | 10,55±4,20 | 3,86±1,01    | 33,44±4,96      | 15,58±7,12  |
| Orta<br>(13-15mm <sup>2</sup> )<br>(n=8)   | 6,00±2,10                                         | 11,51±4,86 | 3,85±1,29    | 34,92±7,58      | 15,45±10,88 |
| Ağır (≥15mm <sup>2</sup> )<br>(n=13)       | 4,97±1,16                                         | 10,30±3,24 | 3,68±0,88    | 33,65±8,93      | 17,44±11,59 |
| p değeri                                   | 0,316                                             | 0,514      | 0,861        | 0,862           | 0,951       |

(Kruskal Wallis testi) TÖ =tedavi öncesi, SS standart sapma, İA= karpal tünel inletinde median sinirin alan ölçümü, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

Tüm hastalarda tedavi sonrasında elektrodyagnostik sayısal verilerin İA dereceleri arasındaki farkı değerlendirildi. Gruplar arasında istatistiksel anlamlı ilişki yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 4.15)

**Tablo 4.15.** Tedavi sonrası çalışmaya alınan tüm ellerde median sinir inlet alanı derecesine göre ayrılan gruplarda elektrodyagnostik ölçümler

| TS<br>İA derecesi<br>(n=65)       | TS elektrodyagnostik parametreler (n=65) (ort±SS) |            |           |              |            |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------|------------|-----------|--------------|------------|
|                                   | mMDL                                              | MA (mV)    | mSDL (ms) | MSNCV (m/sn) | DA (µV)    |
| Normal<br>( ≤10 mm <sup>2</sup> ) | 4,90±1,71                                         | 11,25±6,10 | 3,46±0,49 | 37,13±7,86   | 17,50±7,24 |
| Hafif<br>(10-13mm <sup>2</sup> )  | 5,05±1,38                                         | 9,51±3,81  | 3,95±1,05 | 33,92±6,75   | 14,67±6,58 |
| Orta<br>(13-15mm <sup>2</sup> )   | 4,95±0,96                                         | 9,55±4,55  | 4,01±0,79 | 33,64±7,54   | 14,59±7,84 |
| Ağır<br>(≥15mm <sup>2</sup> )     | 4,56±0,71                                         | 9,46±6,42  | 3,71±0,51 | 36,44±3,61   | 20,96±2,40 |
| p değeri                          | 0,528                                             | 0,862      | 0,101     | 0,377        | 0,119      |

(Kruskal Wallis testi) TS =tedavi sonrası, SS standart sapma, İA= karpal tünel inletinde median sinirin alan ölçümü, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı,

#### **Elektrodyagnostik bulgulara göre hafif ve orta KTS tanısı alan hastalarda ultrasonografik ölçüm değerleri**

Tüm hastalar tedavi öncesi ve sonrası elektrodyagnostik tutulum şiddetine göre ayrılarak gruplarda USG ölçümleri karşılaştırıldı. Median sinirin karpal tünel inletindeki, proksimalindeki alan ölçümleri ve volar bulging değerleri ile elektrodyagnostik tutulum şiddeti arasında anlamlı ilişki yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 4.16)

**Tablo 4.16.** Çalışmaya alınan tüm ellerin tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında elektrodyagnostik tutulum şiddetine göre ayrıldığı gruplarda ultrasonografik ölçümlerin karşılaştırılması

| EDTŞ                         | İA (mm <sup>2</sup> )<br>(Ort±SS) | PA (mm <sup>2</sup> )<br>(Ort±SS) | VB (mm)<br>(Ort±SS) | p<br>değeri |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------|
| Hafif TÖ (n=11)<br>TS (n=11) | 13,10±4,25                        | 11,90±3,70                        | 5,30±1,48           | >0.05       |
|                              | 11,82±2,73                        | 11,64±3,46                        | 5,14±1,03           |             |
| Orta TÖ (n=54)<br>TS (n=54)  | 12,84±3,03                        | 12,33±2,96                        | 5,25±1,79           |             |
|                              | 11,62±2,64                        | 11,10±2,77                        | 4,80±1,65           |             |

(Wilcoxon işaretli sıra testi) TÖ =tedavi öncesi, TS =tedavi sonrası, SS= standart sapma, PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), EDTŞ= Elektrodyagnostik tutulum şiddeti

#### **Boston semptom şiddet ve fonksiyonel durum skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarının elektrodyagnostik ölçümleri**

Çalışmadaki KTS saptanan ellerin tümü tedavi öncesi Boston semptom şiddet ortalama skorlarına göre hastalık şiddet gruplarına ayrılarak, tüm gruplarda elektrodyagnostik veriler sayısal olarak incelendi. Gruplar arasında distal motor latans değeri değişimi istatistiki olarak anlamlıydı (p=0,015). Diğer elektrodyagnostik değerlerde gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı fark yoktu (p<0,05). (Tablo 4.17)

**Tablo 4.17.** Tedavi öncesi BSŞS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodyagnostik ölçümler

| TÖ       | BSŞS şiddeti (n=65) | TÖ Elektrodyagnostik Ölçümler (n=65) (ort±SS) |            |           |              |            |
|----------|---------------------|-----------------------------------------------|------------|-----------|--------------|------------|
|          |                     | mMDL (ms)                                     | MA (mV)    | mSDL (ms) | MSNCV (m/sn) | DA (µV)    |
| Hafif    | (1,1-2) (n=1)       | 5,30                                          | 6,30       | 3,60      | 34,50        | 21,30      |
| Orta     | (2,1-3) (n=31)      | 4,54±0,92                                     | 10,66±3,89 | 3,61±0,83 | 33,86±6,32   | 17,37±8,59 |
| Ağır     | (3,1-4) (n=32)      | 5,32±1,48                                     | 10,23±4,30 | 3,91±1,06 | 34,02±5,92   | 14,87±8,23 |
| Aşırı    | (4,1-5) (n=1)       | 5,25                                          | 7,70       | 4,40      | 30,70        | 12,10      |
| p değeri |                     | 0,015*                                        | 0,634      | 0,387     | 0,758        | 0,454      |

(Kruskal Wallis testi) TÖ = tedavi öncesi, BSŞS =Boston semptom şiddeti skoru, SS =standart sapma, \*=istatistiksel olarak anlamlı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

Çalışmadaki KTS saptanan ellerin tümü tedavi öncesi Boston fonksiyonel durum ortalama skorlarına göre hastalık şiddeti gruplarına ayrılarak, tüm gruplarda elektrodyagnostik veriler sayısal olarak incelendi. Gruplar arasında motor amplitud değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıyken (p=0,011), diğer elektrodyagnostik verilerde istatistiki olarak anlamlı fark yoktu (p<0,05). (Tablo 4.18)

**Tablo 4.18.** Tedavi öncesi BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodyagnostik ölçümler

| TÖ şiddeti<br>(n=65)            | TÖ Elektrodyagnostik Ölçümler<br>(n=65) (ort±SS) |            |              |                 |            |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|------------|--------------|-----------------|------------|
|                                 | mMDL<br>(ms)                                     | MA (mV)    | mSDL<br>(ms) | MSNCV<br>(m/sn) | DA (µV)    |
| <b>Hafif (1,1-2)<br/>(n=11)</b> | 4,84±1,93                                        | 12,34±3,57 | 3,42±1,01    | 32,36±7,36      | 14,99±4,50 |
| <b>Orta (2,1-3)<br/>(n=23)</b>  | 4,79±0,97                                        | 8,53±3,19  | 3,62±0,71    | 34,46±5,56      | 14,93±7,90 |
| <b>Ağır (3,1-4)<br/>(n=26)</b>  | 5,38±1,62                                        | 11,46±4,36 | 4,04±1,01    | 34,02±6,18      | 17,79±9,97 |
| <b>Aşırı (4,1-5)<br/>(n=5)</b>  | 4,63±0,73                                        | 8,40±3,81  | 3,86±1,29    | 34,10±4,60      | 15,36±8,22 |
| <b>p değeri</b>                 | 0,217                                            | 0,011*     | 0,106        | 0,905           | 0,731      |

(Kruskal Wallis testi) TÖ = tedavi öncesi, BSŞS =Boston semptom şiddeti skoru, SS =standart sapma, \*=istatistiksel olarak anlamlı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

Çalışmadaki KTS saptanan ellerin tümü tedavi sonrası BSŞS ortalama skorlarına göre gruplara ayrıldığında gruplar arasında elektrodyagnostik verilerde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05). (Tablo 4.19)

**Tablo 4.19.** Tedavi sonrası BSŞS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodyagnostik ölçümler

| TS BSŞS şiddeti (n=65)      | TS Elektrodyagnostik Ölçümler (n=65) (ort±SS) |            |           |              |            |
|-----------------------------|-----------------------------------------------|------------|-----------|--------------|------------|
|                             | mMDL (ms)                                     | MA (mV)    | mSDL (ms) | MSNCV (m/sn) | DA (µV)    |
| <b>Düşük (0,1-1) (n=1)</b>  | 11,40                                         | 6,30       | 3,40      | 21           | 34,60      |
| <b>Hafif (1,1-2) (n=23)</b> | 4,78±0,81                                     | 9,68±4,25  | 3,74±0,76 | 34,22±6,16   | 16,18±6,53 |
| <b>Orta (2,1-3) (n=35)</b>  | 4,83±1,29                                     | 10,21±5,47 | 3,89±0,95 | 35,90±7,91   | 14,86±7,11 |
| <b>Ağır (3,1-4) (n=6)</b>   | 5,22±0,45                                     | 10,56±3,91 | 3,66±0,52 | 34,36±3,03   | 17,95±4,28 |
| <b>p değeri</b>             | 0,153                                         | 0,840      | 0,835     | 0,351        | 0,221      |

(Kruskal Wallis testi) TÖ = tedavi öncesi, BSŞS =Boston semptom şiddeti skoru, SS =standart sapma, \*=istatistiksel olarak anlamlı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

Çalışmadaki KTS saptanan ellerin tümü tedavi sonrası değerlendirildi. BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan gruplarda elektrodyagnostik değerler arasında istatistiki olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). (Tablo 4.20)

**Tablo 4.20.** Tedavi sonrası BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında elektrodyagnostik ölçümler

| TS<br>şiddeti<br>(n=65) | BFDS | TS Elektrodyagnostik Ölçümler<br>(n=65) (ort±SS) |            |           |                 |             |
|-------------------------|------|--------------------------------------------------|------------|-----------|-----------------|-------------|
|                         |      | mMDL<br>(ms)                                     | MA (mV)    | mSDL (ms) | MSNCV<br>(m/sn) | DA (µV)     |
| Düşük (0,1-1)<br>(n=3)  |      | 7,04±3,77                                        | 7,73±3,85  | 3,25±0,27 | 30,30±8,64      | 25,73±10,87 |
| Hafif (1,1-2)<br>(n=20) |      | 4,72±0,91                                        | 10,00±4,23 | 3,80±0,84 | 34,29±6,74      | 15,14±6,63  |
| Orta (2,1-3)<br>(n=38)  |      | 4,70±0,82                                        | 10,40±5,36 | 3,72±0,53 | 36,09±7,01      | 16,11±6,67  |
| Ağır (3,1-4)<br>(n=4)   |      | 6,85±2,22                                        | 7,85±3,64  | 5,10±2,13 | 30,60±8,50      | 10,60±3,13  |
| p değeri                |      | 0,074                                            | 0,714      | 0,509     | 0,465           | 0,109       |

(Kruskal Wallis testi ) TS = tedavi sonrası, BFDS = Boston fonksiyonel durum skoru, SS=standart sapma, \*=istatistiksel olarak anlamlı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

#### **Elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan hastaların Boston anketi skorlarına göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı**

Çalışmadaki KTS saptanan ellerin tümü tedavi öncesi ve sonrası iki kez değerlendirilerek elektrodyagnostik tutulum şiddetlerine ve Boston skorları derecelerine göre ayrıldı.

Tedavi öncesi elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin Boston semptom şiddeti ortalama skorlarına göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 4.21)

**Tablo 4.21.** Tedavi öncesi elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BSŞS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

| TÖ EDTŞ | TO BSŞS<br>Hafif<br>(1,1-2) | TÖ BSŞS<br>Orta<br>(2,1-3) | TÖ<br>BSŞS<br>Ağır | TÖ<br>BSŞS<br>Aşırı | Toplam<br>vaka<br>(n=65) | p<br>değeri |
|---------|-----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-------------|
| Hafif   | 0                           | 7                          | 4                  | 0                   | 11                       | >0.05       |
| Orta    | 1                           | 24                         | 28                 | 1                   | 54                       |             |
| Toplam  | 1                           | 31                         | 32                 | 1                   | 65                       |             |

(ki kare testi) TÖ =tedavi öncesi, BSŞS = Boston semptom şiddet skoru, EDTŞ= elektrodyagnostik tutulum şiddeti, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

Tedavi öncesi elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BFDS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardı (p=0.044). ( Tablo 4.22)

**Tablo 4.22.** Tedavi öncesi elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BFDS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

| TÖ EDTŞ | TÖ BFDS<br>Hafif<br>(1,1-2) | TÖ BFDS<br>Orta<br>(2,1-3) | TÖ<br>BFDS<br>Ağır<br>(3,1-4) | TÖ<br>BFDS<br>Aşırı<br>(4,1-5) | Toplam<br>vaka<br>(n=65) | p<br>değeri |
|---------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| Hafif   | 5                           | 3                          | 2                             | 1                              | 11                       | 0.044*      |
| Orta    | 6                           | 20                         | 24                            | 4                              | 54                       |             |
| Toplam  | 11                          | 23                         | 26                            | 5                              | 65                       |             |

(ki kare testi) TÖ =tedavi öncesi, BFDS = Boston fonksiyonel durum skoru, EDTŞ= elektrodyagnostik tutulum şiddeti, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı, \*= istatistiksel olarak anlamlı

Tedavi sonrası elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BSŞS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktu (p>0.05). (Tablo 4.23)

**Tablo 4.23.** Tedavi sonrası elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BSŞS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

| TS EDTŞ | TS<br>BSŞS<br>Düşük<br>(0,1-1) | TS<br>BSŞS<br>Hafif<br>(1,1-2) | TS BSŞS<br>Orta<br>(2,1-3) | TS<br>BSŞS<br>Ağır<br>(3,1-4) | Toplam<br>vaka<br>(n=65) | p<br>değeri |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------|
| Hafif   | 0                              | 3                              | 8                          | 0                             | 11                       | >0.05       |
| Orta    | 1                              | 20                             | 27                         | 6                             | 54                       |             |
| Toplam  | 1                              | 23                             | 35                         | 6                             | 65                       |             |

(ki kare testi) TS=tedavi sonrası, BSŞS = Boston semptom şiddet skoru, EDTŞ= elektrodiagnostik tutulum şiddeti, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

Tedavi sonrası elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BFDS'ye göre hastalık şiddeti gruplarına dağılımında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktu ( $p>0.05$ ). (Tablo 4.24)

**Tablo 4.24.** Tedavi sonrası elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan tüm ellerin BFDS ile tespit edilen hastalık şiddeti gruplarına dağılımı

| TS EDTŞ | TS BFDS<br>Düşük<br>(0,1-1) | TS<br>BFDS<br>Hafif<br>(1,1-2) | TS BFDS<br>Orta<br>(2,1-3) | TS BFDS<br>Ağır<br>(3,1-4) | Toplam<br>vaka<br>(n=65) | p<br>değeri |
|---------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|
| Hafif   | 0                           | 5                              | 6                          | 0                          | 11                       | >0.05       |
| Orta    | 3                           | 15                             | 32                         | 4                          | 54                       |             |
| Toplam  | 3                           | 20                             | 38                         | 4                          | 65                       |             |

(ki kare testi) TS=tedavi sonrası, BFDS= Boston fonksiyonel durum skoru, EDTŞ= elektrodiagnostik tutulum şiddeti, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

**Elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS tanısı alan hastaların Boston anketi ortalama skorları arasındaki ilişki**

Çalışmaya alınan tüm ellerde, elektrodiagnostik olarak hafif ve orta KTS gruplarında, tedavi öncesi ve sonrası bakılan Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorları ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). (Tablo 4.25)

**Tablo 4.25.** Elektrodiagnostik tutulum şiddetine göre BSŞS ve BFDS skorları

| EDTŞ  |          | TÖ ve TS      |               | p değeri |
|-------|----------|---------------|---------------|----------|
|       |          | BSŞS (ort±SS) | BFDS (ort±SS) |          |
| Hafif | TÖ(n=11) | 2,90±0,48     | 2,73±1,01     | >0,05    |
|       | TS(n=11) | 2,25±0,50     | 2,19±0,65     |          |
| Orta  | TÖ(n=54) | 3,18±0,60     | 3,03±0,75     |          |
|       | TS(n=54) | 2,43±0,54     | 2,24±0,62     |          |

(Wilcoxon işaretli sıra testi) TÖ =tedavi öncesi, TS =tedavi sonrası, BSŞS=Boston semptom şiddet skoru, BFDS = Boston fonksiyonel durum skoru, EDTŞ= elektrodiagnostik tutulum şiddeti, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı

**Çalışmaya alınan tüm ellerde klinik ve laboratuvar değerlerinin korelasyonları**

Tedavi öncesi tüm hastalarda klinik ve laboratuvar veriler arasında yapılan korelasyonda; BSŞS ile VAS arasında orta güçlü, BFDS ile VAS arasında orta güçlü, VAS ile duyusal latans arasında orta güçlü ilişki, karpal tünel proksimalinde median sinir alanı ile inletinde median sinir alanı arasında çok güçlü, karpal tünel proksimalinde median sinir alanı ile volar bulging arasında güçlü, volar bulging ile karpal tünel inletinde median sinir alanı arasında orta güçlü, BSŞS ile BFDS arasında çok güçlü şekilde pozitif ilişki vardı ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.26)

**Tablo 4.26.** Tedavi öncesi tüm ellerde klinik ve laboratuvar verilerin korelasyonu

| n = 65     |   | TÖ<br>VAS | TÖ<br>mMDL | TÖ<br>MA | TÖ<br>mSDL | TÖ<br>MSNCV | TÖ<br>DA |
|------------|---|-----------|------------|----------|------------|-------------|----------|
| TÖ<br>VAS  | r | 1         | 0,027      | -0,162   | 0,258      | -0,143      | 0,136    |
|            | p |           | 0,831      | 0,897    | 0,038*     | 0,257       | 0,279    |
| TÖ<br>PA   | r | 0,135     | 0,062      | -0,052   | 0,081      | 0,019       | 0,177    |
|            | p | 0,284     | 0,626      | 0,680    | 0,521      | 0,878       | 0,159    |
| TÖ<br>İA   | r | 0,136     | 0,127      | 0,054    | 0,013      | 0,059       | 0,162    |
|            | p | 0,279     | 0,313      | 0,671    | 0,917      | 0,641       | 0,197    |
| TÖ<br>VB   | r | 0,249     | 0,021      | -0,125   | 0,220      | -0,052      | 0,063    |
|            | p | 0,045     | 0,865      | 0,323    | 0,079      | 0,682       | 0,618    |
| TÖ<br>BSŞS | r | 0,480     | 0,037      | 0,080    | 0,152      | -0,021      | -0,105   |
|            | p | 0,000*    | 0,771      | 0,527    | 0,226      | 0,869       | 0,403    |
| TÖ<br>BFDS | r | 0,422     | 0,086      | 0,100    | 0,230      | -0,006      | 0,135    |
|            | p | 0,000*    | 0,495      | 0,427    | 0,065      | 0,960       | 0,283    |
| n = 65     |   | TÖ<br>PA  | TÖ<br>İA   | TÖ<br>VB | TÖ<br>BSŞS | TÖ<br>BFDS  |          |
| TÖ<br>PA   | r | 1         | 0,797      | 0,570    | -0,045     | 0,136       |          |
|            | p |           | 0,000*     | 0,000*   | 0,720      | 0,279       |          |
| TÖ<br>İA   | r | 0,797     | 1          | 0,486    | -0,039     | 0,129       |          |
|            | p | 0,000*    |            | 0,000*   | 0,760      | 0,307       |          |
| TÖ<br>VB   | r | 0,570     | 0,486      | 1        | -0,131     | -0,048      |          |
|            | p | 0,000*    | 0,000*     |          | 0,299      | 0,702       |          |
| TÖ<br>BSŞS | r | -0,045    | -0,039     | -0,131   | 1          | 0,804       |          |
|            | p | 0,720     | 0,760      | 0,299    |            | 0,000*      |          |
| TÖ<br>BFDS | r | 0,136     | 0,129      | -0,048   | 0,804      | 1           |          |
|            | p | 0,279     | 0,307      | 0,702    | 0,000*     | 0           |          |

(Pearson korelasyon analizi) TÖ =tedavi öncesi, r = Pearson korelasyon katsayısı, \* = istatistiksel olarak anlamlı, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal distal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA =

Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), BSŞS= Boston semptom şiddet skoru, BFDS= Boston fonksiyonel durum skoru

Tüm hastalarda elektrodyagnostik, ultrasonografik veriler ve Boston skorlarının tedavi öncesinden sonrasına olan sayısal değişimleri arasında yapılan korelasyonda; median sinirin karpal tünel proksimalinde alan değişimi ile karpal tünel inletinde alan değişimi arasında çok güçlü, median sinirin karpal tünel proksimalinde alan değişimi ile volar bulging değişimi arasında orta güçlü, median sinirin karpal tünel inletinde alan değişim ile volar bulging değişimi arasında zayıf, median sinirin karpal tünel proksimalinde alan değişimi ile BFDS değişimi arasında orta güçlü, BSŞS ile BFDS değişimi arasında güçlü pozitif ilişki vardı ( $p < 0,05$ ). (Tablo 4.27)

**Tablo 4.27.** Klinik ve laboratuvar değerlerinde tüm ellerde tedavi öncesinden sonrasına olan değişimler arasındaki ilişki

| n = 65        |   | TÖ-TS<br>mMDL | TÖ-TS<br>MA | TÖ-TS<br>mSDL | TÖ-TS<br>MSNCV | TÖ-TS<br>DA |
|---------------|---|---------------|-------------|---------------|----------------|-------------|
| TÖ-TS<br>PA   | r | 0,054         | 0,125       | 0,243         | -0,061         | -0,021      |
|               | p | 0,671         | 0,320       | 0,051         | 0,630          | 0,867       |
| TÖ-TS<br>İA   | r | 0,056         | 0,107       | 0,077         | -0,042         | 0,024       |
|               | p | 0,658         | 0,396       | 0,543         | 0,739          | 0,852       |
| TÖ-TS<br>VB   | r | 0,080         | 0,037       | 0,242         | -0,019         | 0,056       |
|               | p | 0,525         | 0,772       | 0,052         | 0,883          | 0,660       |
| TÖ-TS<br>BSŞS | r | 0,109         | 0,123       | -0,009        | -0,040         | -0,067      |
|               | p | 0,389         | 0,329       | 0,942         | 0,753          | 0,598       |
| TÖ-TS<br>BFDS | r | 0,030         | 0,125       | 0,212         | -0,070         | 0,054       |
|               | p | 0,810         | 0,320       | 0,090         | 0,578          | 0,670       |

(Pearson korelasyon analizi) TÖ-TS = tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasındaki fark, r = Pearson korelasyon katsayısı, \* = istatistiksel olarak anlamlı, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal latansı, MSNCV = Median sinir

duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), BSŞS= Boston semptom şiddet skoru, BFDS=Boston fonksiyonel durum skoru

**Tablo 4.27.devamı** Klinik ve laboratuvar değerlerinde tüm ellerde tedavi öncesi ve sonrası değişimleri arasındaki ilişki

| n = 65        |   | TÖ-TS<br>PA | TÖ-TS<br>İA | TÖ-TS<br>VB | TÖ-TS<br>BSŞS | TÖ-TS<br>BFDS |
|---------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| TÖ-TS<br>PA   | r | 1           | 0,785       | 0,487       | 0,189         | 0,297         |
|               | p |             | 0,000*      | 0,000*      | 0,132         | 0,016*        |
| TÖ-TS<br>İA   | r | 0,785       | 1           | 0,0247      | 0,100         | 0,206         |
|               | p | 0,000*      |             | 0,047*      | 0,427         | 0,100         |
| TÖ-TS<br>VB   | r | 0,487       | 0,0247      | 1           | 0,042         | 0,095         |
|               | p | 0,000*      | 0,047*      |             | 0,741         | 0,450         |
| TÖ-TS<br>BSŞS | r | 0,189       | 0,100       | 0,042       | 1             | 0,541         |
|               | p | 0,132       | 0,427       | 0,741       |               | 0,000*        |
| TÖ-TS<br>BFDS | r | 0,297       | 0,206       | 0,095       | 0,541         | 1             |
|               | p | 0,016*      | 0,100       | 0,450       | 0,000*        |               |

(Pearson korelasyon analizi) TÖ-TS =tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasındaki fark, r = Pearson korelasyon katsayısı, \* = istatistiksel olarak anlamlı, n=65 çalışmada KTS saptanan el sayısı, mMDL= Median sinir motor distal latansı, mSDL= Median sinir duysal latansı, MSNCV = Median sinir duysal sinir ileti hızı, MA = Motor amplitud, DA = Duyusal amplitud, PA= karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, İA= karpal tünel inletinde median sinir alanı, VB= volar bulging (fleksör retinakulumda yerdeğiştirme), BSŞS= Boston semptom şiddet skoru, BFDS=Boston fonksiyonel durum skoru

## V. TARTIŞMA

Karpal tünel sendromu en sık görülen tuzak nöropati olup, çalışan popülasyonda sık görülmesi nedeniyle ekonomik maliyeti yüksek olan bir hastalıktır. Prevalansı genel popülasyonda %1-5 arasında değişse de bazı meslek gruplarında %14,5'a varan oranlarda görülebilir (81). Tanı kriterleri üzerinde halen tartışmalar mevcuttur (130). Temelde tanı klinik bulguların elektrodyagnostik yöntemlerle doğrulanması sonrası konulur (131). Son 20 yılda görüntüleme yöntemlerinden USG KTS tanısında kullanılmaktadır (72). 2003 yılında yayınlanan bir derlemede farklı çalışmalar değerlendirilerek median sinirin psiform kemik düzeyinde (karpal tünel inlet) alan artışının gösterilmesi ile KTS'de güvenilir tanı konabileceği bildirilmiştir (81).

KTS tedavisinde konservatif yöntemleri araştıran metaanalizde fiziksel tedavi yöntemlerinden terapötik ultrason ve lazerin etkili olduğu, çalışmalarda bunların uygulama şekilleri ile ilgili yeterli verinin bulunmadığı belirtilmiş, kanıt düzeyi düşük çalışmalarda egzersiz tedavisinin etkisiz bulunduğu rapor edilmiştir (25). Başka bir derlemede ise derin, kesikli terapötik ultrasonun semptomları azaltma, sinir iletimi ve el kavrama gücünü arttırmada sürekli uygulanan terapötik ultrasona göre daha etkili olduğu, sinir kaydırma egzersizlerinin ağrıyı azaltma, eklem hareket açıklığını arttırmada etkili olduğu belirtilmiştir (104).

Çalışmamız iki yönlüdür. Karpal tünel sendromunda terapötik kesikli ultrason ve egzersiz tedavilerinin; klinik parametreler (ağrı yoğunluğu, parestezi yoğunluğu, el bileğine yönelik semptom şiddeti, fonksiyonel durum, yaşam kalitesi), elektrodyagnostik parametreler ve ultrasonografik parametreler üzerine etkileri karşılaştırılmıştır.

Ayrıca hastalık şiddetini ve fonksiyonel durumu değerlendirmede kullanılan Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi, KTS tanı ve takibinde kullanılan ultrasonografik ve elektrodyagnostik bulgular tedavi öncesi ve sonrası değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda kontrol grubu bulunmamaktadır. Hastalar elektrodyagnostik, ultrasonografik ölçümler ve Boston Karpal Tünel

Sorgulama Anketi skorları için literatürde belirlenen sınır değerler kullanılarak hastalık şiddeti ve tutulum derecesine göre ayrılarak incelenmişlerdir.

### **5.1. Demografik Verilerin Değerlendirilmesi**

Karpal tünel sendromu orta yaşlı bireylerde ve bayanlarda erkeklerden daha sık görülen bir hastalıktır. Stevans ve ark. tarafından yapılan ilk çalışmalarda ortalama tanı yaşı erkeklerde 50, bayanlarda 51 olarak verilmiştir (132). Çalışmamıza alınan hastaların ortalama yaş  $51,75 \pm 9,14$  idi. Bulgularımız literatürle uyumludur.

Karpal tünel sendromu, özellikle aşırı güç gerektiren, tekrarlayıcı ve vibrasyon yapan araç kullanımı içeren, endüstriyel iş sahalarında sıklığı fark edilmiş, epidemiyolojik çalışmalarda, etiolojisinde fazla tekrarlı hareketlerin sorgulandığı bir iş hastalığıdır. Mesleki risk faktörlerinde ele alınan 'yüksek tekrar sayısı'nın tarifi; el bilek hareketlerinin 30 saniyeden kısa sürede ve iş süresinin %50'sinden fazlasında tekrarlanması şeklinde yapılmıştır (133). Kuvvet ve tekrar sayısının KTS etiolojisinde birbirinin önüne geçen risk faktörleri olarak değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Buna karşılık son çalışmalarda el ile kullanılan, vibrasyon ile çalışan aletlerin KTS riskini iki kattan fazla arttırdığı söylenmiştir (4). Çalışmamıza alınan hastalardan 25'si (%62,5) ev hanımı, 6 kişi (%15) işçidir. Her iki tedavi grubunda da ev hanımı sayısı anlamlı şekilde yüksektir.

Ofis çalışanlarının KTS etiolojisinde yüksek riskli meslekler arasında bulunması tartışmalıdır. Bu konuda yapılan son çalışmalarda bilgisayar kullanımını risk faktörü olarak değerlendirecek yeterli kanıt bulunamamıştır (39,134). Çalışmamızda 6 kişi (%15) masabaşı çalışanıydı. Çalışmamızda tedavi grupları arasında meslek oranları açısından anlamlı fark izlenmemiştir.

Çalışmamızda terapötik ultrason ve egzersiz grupları arasında yaş ve cinsiyet yönünden anlamlı fark yoktu. Çalışmaya alınan hastaların 35'i (%87,5) bayandı. Tedavi gruplarındaki bayan hasta oranı egzersiz grubu için %85, terapötik ultrason grubu için %90 şeklindeydi. Bu bulgularımız literatür bilgileri ile uyumludur (132).

İdiyopatik KTS'de ilk ve daha ciddi etkilenen dominant el olmakla birlikte olguların %55-88'inde bilateral tutulum olduğu bildirilmiştir (135,136). Çalışmamızda bilateral tutulum 25 hastada (%62,5) görüldü ve literatürle uyumluydu.

Vücut kitle indeksi 29'un üzerinde olanlarda KTS görülme riskinin 2,5 kat fazla olduğu belirtilmektedir. 5 yıl süreyle 316 işçide 630 elin değerlendirildiği çalışmada KTS gelişme olasılığının birincil olarak vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, genel form ve kondisyon durumuna bağlı olduğu söylenmiştir (135). Çalışmamıza katılan hastaların ortalama vücut kitle indeksi  $29,08 \pm 4,34$ 'tü. Tedavi grupları arasında VKİ açısından anlamlı fark yoktu. Çalışmamızda KTS açısından yüksek risk taşıyan kadın cinsiyet ve yüksek VKİ oranları mevcuttu.

Kim ve ark. çalışmalarında, daha önce KTS için ultrasonografik ölçümlerin farklı çalışmalarda farklı sonuçlar verdiğini, cinsiyet ve VKİ parametreleri göz önüne alınmadan karpal tüneldeki yapıların normal referans değerlerinin bilinemiyeceğini vurgulamışlardır. Median sinirin karpal tünel içindeki alanının vücut kitle indeksinden etkilendiğini, erkek ve kadın cinsiyetler arasında anlamlı fark olduğunu belirtmişlerdir. Karpal tünelin proksimal ve distal düzeylerinde median sinir alanı ile karpal tünelin alanlarının birbirlerine olan oranının bu değişkenlerden etkilenmediğini, KTS tanısı koymada daha kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir (137).

Çalışmamızda tedavi öncesi tüm hastalarda ultrasonografik ölçümlerle vücut kitle indeksi, yakınma süresi korele edildi. Ultrasonografik ölçümlerden volar bulging (VB) ile VKİ arasında orta güçlü korelasyon vardı ( $p < 0,05$ ). Kim ve ark. erkeklerin median sinir alanı, vücut ağırlığı ve VKİ'nin bayanlardan fazla olmasına karşılık KTS'nin bayanlarda daha fazla görüldüğünü, karpal tünel sendromunda volar bulging ile ilgili çalışmalarda fleksör retinakulumdaki yerdeğiştirmenin fleksör tenosinovitten etkilenebileceğini, bu durumda median sinirle beraber karpal tünelin toplam alanında da artış görüleceğini belirtmiştir (137).

Çalışmamızda tedavi öncesi tüm hastalarda elektrodyagnostik ölçümlerle yaş, vücut kitle indeksi, yakınma süresi korele edildi. Yaş tek

başına periferik sinir iletimini negatif etkileyen bir faktördür, yaş artışının KTS ameliyatları sonrası distal motor latansın düzelmesini geciktirdiğini bildiren yayınlar mevcuttur (138). Yaş ile tedavi öncesi elektrodiagnostik ve ultrasonografik parametreler arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Yaş faktörünün tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde göz önünde tutulması gerektiğini düşünmekteyiz. Vücut kitle indeksinin sinir iletim çalışmalarının üzerinde başta latans değerler olmak üzere etkili bir faktör olabileceği bildirilmiştir (139). Çalışmamızda VKİ ile duyuşsal latans arasında orta güçlü ilişki vardı ( $p<0,05$ ). Bu bulgular literatür ile uyumluydu.

## **5.2. Ultrasonografinin KTS Takibinde Kullanılması**

Elektrodiagnostik çalışmaların KTS tanısında güvenilirliği %80-90 olarak tahmin edilmektedir. Laplace kanununa göre sinir sıkışması durumunda önce küçük duyuşsal lifler etkilenir. Elektrodiagnostik çalışmaların geniş sinir liflerini değerlendirmede ince liflere göre daha hassas olduğu kalın, myelinli liflerin tanışal amaçlı değerlendirilebildiği belirtilmiştir (108). Klinik olarak KTS düşünölen hastaların %20 kadarında uygulanan tekniğe ve hastalığın şiddetine bağılı olarak elektrodiagnostik testlerle tanı konamamaktadır (79).

Klinik olarak KTS semptomları bulunan ama elektrodiagnostik çalışmalarda tanı alamayan hastalar klinisyeni zorlamaktadır. Ultrasonografi masrafsız, kolay uygulanabilir olma özellikleri ile bu konuda diğerk görüntöleme yöntemlerinin önüne çıkmaktadır (140). Literatürlerde KTS tanısında ultrasonografinin kullanışlı bir tanı aracı olduğu belirtilmiştir (75). Median sinirde karpal tünel içerisinde sıkıştığı yerden öncesinde çap artışı göröleceğı düşünösesi ile görüntöleme yöntemlerinden faydalanılmaya başlanmıştır (74). Klinik veriler ve elektrofizyolojik bulgularla KTS tanısı konmuş hastaları değerlendirmede ultrasonografi ölçümlerinin tanışal olarak kullanılmasını araştıran pek çok çalışma bulunmaktadır (12,70,83,141,142).

Çalışmamızda elektrodiagnostik incelemelerde KTS tanısı almış hastalarda ultrasonografinin tanıdaki tamamlayıcı rolünün değerlendirilmesini planladık.

Karpal tünel sendromu dşnlen hastalarda median sinirin psiform kemik seviyesindeki (karpal tünel inlet) alan lm KTS tanısı koymada ve hastalığın ultrasonografik şiddetinin belirlenmesinde en fazla çalışılan kriterdir (68,122,143). Biz de hastaları ultrasonografik verilere göre derecelendirirken inlet alan değerini kullandık.

Daha önce ultrasonografi için KTS tanısında kullanılan parametreler için farklı sınır değerler tanımlanmıştır. Bunlardan median sinirde şişme oranı, karpal tünel inletinde median sinir alanı ölçümü ( 9mm<sup>2</sup> zerinde olması), palmar yerdeğiştirmenin (2,5 mm üzerinde olması) en duyarlı ve özgül yöntemler olarak rapor edildiği çalışma mevcuttur (79). Median sinir alanı için kullanılan sınır değerler elektrodyagnostik testlere göre KTS tanısı koymada daha duyarlı bulunmuştur (144).

Lee ve ark. ultrasonografi ile karpal tünel inletinde median sinir alanı ölçümünün elektrodyagnostik çalışmalarla korelasyonunun iyi olduğunu belirtmişlerdir (76). Median sinirdeki intranöral ödeme bağlı oluşan şişme, akson kaybı nedeniyle sinir iletimine ve nörofizyolojik çalışmalara etki etmektedir (145). Ultrasonografik bulguların ve nörofizyolojik bulguların ciddiyetleri arasında ilişki olduğunu gösteren pekçok çalışma mevcuttur (77,122,146).

Padau ve ark. nörofizyolojik çalışmalar ve tanısal ultrasonografinin aynı seansta yapılmasının tanı koyma gücünü arttıracadığını, birbirlerinin tamamlayıcısı olabileceklerini ve ultrasonografinin etraftaki dokuları değerlendirmeye olanak sağlaması nedeni ile yanlış tanı konmasını önleyeceğini belirtmişlerdir (5).

Çalışmamızda bu konuda yapılmış diğer çalışmalarda da belirtildiği gibi limitasyonlardan bir tanesi USG lmnn yapanın tecrübesine bağımlı olmasıdır.

Çalışmamızda tedavi grupları karşılaştırıldığında inlet alan değerinde tedavi öncesinden sonrasına olan değişimde terapötik US grubunda anlamlı olarak daha iyi sonuçlar alındı (p<0,05). Aynı şekilde tedavi öncesi ve tedavi sonrası İA'a göre hastalar derecelendirildiğinde egzersiz grubunda anlamlı fark yoktu (p>0.05), terapötik ultrason verilen grupta hastaların tedavi sonrası

dağılımı tedavi öncesinden anlamlı şekilde farklıydı ( $p=0,017$ ). Her iki grupta da klinik testlerdeki VAS, BSŞS ve BFDS değerlerinde tedavi öncesinden sonrasına olan değişimlerde anlamlı iyileşme izlenirken gruplar arasındaki fark incelendiğinde anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ). Tedavi öncesi ve sonrası arasındaki değişim miktarları arasında yapılan korelasyonda tüm hastalarda BFDS değişimi ile karpal tünel proksimalindeki değişim arasında orta güçlü pozitif ilişki bulundu ( $p<0,05$ ). Bu korelasyonda karpal tünel proksimalindeki median sinir alan değişimi ile hastanın fonksiyonel durumundaki değişim arasında ilişki olduğu görüldü. Median sinirin karpal tüneldeki sıkışma yeri ultrasonografik ölçümler üzerinde direkt etkili olacaktır. Bu nedenle hasta takibinde karpal tünel içindeki farklı düzeyde ölçümlerin yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda her iki tedavi grubunda da elektrodyagnostik ölçümlerde tedavi öncesi ve sonrası arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamadı.

Her iki tedavi grubunda da klinik değerlendirmede ve ultrasonografik verilerde tedavi öncesine göre anlamlı iyileşme saptanması nedeniyle elektrodyagnostik çalışmaların uzun dönemde takibinin yapılması gerektiği düşüncesindeyiz. Hastaların ultrasonografi ile değerlendirilen sinir morfolojisindeki değişikliklerinin sinir fonksiyonlarına yansması hastalığın tutulum süresi ve ciddiyeti, myelin veya akson tutulumu olup olmadığı, karpal tüneldeki sıkışmanın gerçekte olduğu yer veya yerler, tedaviye yanıtın değerlendirilmesinin tam doğru yapılıp yapılmadığı gibi faktörlerden etkilenebilir.

Karpal tünel sendromu hastalarında elektrodyagnostik veriler ile ultrasonografi verilerini karşılaştıran 1999-2006 arasında yapılan onüç çalışmanın incelendiği metanalizde çalışmaya alınma kriterleri elektrodyagnostik verilerde; distal motor latanslar için 4,0 ila 4,9 ms arasında değişen sınır değerleri, duysal ileti hızları için 35 ila 50 m/sn arasında değişen sınır değerleri, duysal distal latans için 3,5 m/sn ve üzeri sınır değerlerinden en az birini kapsayacak şekilde belirlenmişti (84). Aynı metanalizde hastaların karpal tünel sendromu tanısı almasında en sık

kullanılan ultrasonografik parametre median sinir alanı ölçümüdür. Bu değer 13 çalışmanın hepsinde kullanılmış ve 9-14 mm<sup>2</sup> arasında değişen değerler sınır değer olarak alınmıştır (84).

Sernik ve ark. KTS hastalarında karpal tünel anteroposterior çapının arttığını, fleksör retinakulum kalınlığının arttığını, median sinir mobilitasının, ekojenitesinin azaldığını belirtmiş KTS hastaları için sınır median sinir alan değerini 10 mm<sup>2</sup> olarak vermişlerdir (75).

Duncan ve ark. median sinirin alanının distalde ölçümünün diğer ölçümlere oranla daha zor yapıldığını ve probun kompresyonunun ölçüm sonuçlarını bu seviyelerde etkileyebilmekte olduğunu belirtmişlerdir (140). Karpal tünelin daraldığı ve median sinirin yassılaştığı distal karpal tünelde median sinir alanı ölçümünün ölçüm şeklinden etkilendiğini ve her zaman en doğru sonucu vermeyebileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmalarda median sinirin karpal tünelde görüntülediği farklı seviyeler belirtilmiştir. Bunlardan en sık kullanılan proksimal karpal tüneldeki psiform kemik seviyesini istatiki analiz için daha sensitif ve spesifik olduğu için tedavi sonuçlarını değerlendirmede ve hastalık şiddetinin derecelendirilmesinde kullandık (78,147). Karpal tünel sendromu tanısı için ultrasonografi ile daha önce yapılan çalışmalarda karpal tünel inlet (psiform-skafoid düzeyi) dışında, karpal tünel proksimali (radioulnar eklem), karpal tünel distali (hamatum seviyesi) düzeyleri değerlendirilmiş ve median sinir alanı için 9-15 mm<sup>2</sup> arası değerlerin KTS hastalarında sınır değerler olabileceği belirtilmiştir (70). Median sinir için karpal tüneldeki KTS tanısı koymada sınır alan değeri genel olarak 10 mm<sup>2</sup> dir (73,148). Karpal tünel içinde median sinir için normal alan ölçüm değerleri 7-9,4 mm<sup>2</sup> olarak verilmiştir. Çalışmalarda elde edilen farklı değerler çalışmaya alınan hasta popülasyonlarındaki farklılıklara bağlanmıştır (149).

Çalışmamızda tedaviden önce ve sonrası arasındaki değişimlerde proksimaldeki alan değerinin klinik değerlendirmelerden BFDS ile ilişkili olduğu görüldü. Hastanın ultrasonografik takibinde karpal tünel içindeki proksimal alan ölçümünün kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Palmar olan fleksör retinakulum yerdeğiştirme miktarı, median sinir alanı ölçümüne göre duyarlılık ve özgüllüğü bazı çalışmalarda daha düşük bulunmuşsa da halen literatürlerde KTS tanısı koyma kriterleri arasındaki yerini korumaktadır. Fleksör retinakulumun yerdeğiştirme ölçümü KTS hastalarında kullanılmış ve çalışmalarda farklı sınır değerleri verilmiştir. Buchberger ve ark. 4 mm'yi KTS hastalarında sınır değer olarak vermiştir (148). Sarria ve ark. 2,5 mm'yi sınır değer olarak vermişler ve bu değer KTS tanısında duyarlılığını %81,3 olarak belirtmişlerdir (150). Bianchi ve ark. eğer KTS sekonder fleksör tenosinovite bağılysa fleksör retinakulumda volare yerdeğiştirme ortalama değerini 4,0 mm olarak belirtmişlerdir (151).

Çalışmamızda hafif ve orta düzeyde KTS hastalarının ultrasonografi bulgularıyla değerlendirilmesinde median sinir alanının karpal tünel proksimali olan radioulnar eklem seviyesi (radius distali), karpal tünel inletini olarak bilinen pisiform ve skafoid kemik seviyesinde ölçülmesi ve karpal tünel çıkışı olarak bilinen hamatum, trapezius kemik seviyesinde fleksör retinakulumun palmar yerdeğiştirme miktarının ölçümleri kullanıldı. Bunun için kısa aks planlarında median sinir alanı perinöral ekojenik rim sınır alınarak, sinirin anteroposterior ve transvers çapları belirlenerek elipsoid yöntemle cihaz tarafından otomatik olarak ölçüldü. Palmar yerdeğiştirme için (volar bulging) trapezium ve hamatum kemiklerinin üst sınırını birleştiren doğrusal hat ile fleksör retinakulum arasında kalan mesafe değerlendirildi.

Çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrasında yapılan ultrasonografik ölçümler kendi içlerinde değerlendirildiğinde karpal tünel inletinde, proksimalinde median sinir alan ölçümleri ve karpal tünel distalinde fleksör retinakulum yerdeğiştirme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olduğu görüldü.

Tedaviye olan yanıtın izlenmesinde tedavi öncesi ve sonrası arasındaki değişim göz önüne alındığında median sinirin karpal tünel proksimalinde alan değişimi ile karpal tünel inletinde alan değişimi arasında güçlü ilişki, median sinirin karpal tünel proksimalinde alan değişimi ile volar bulging değişimi arasında orta güçlü ilişki, median sinirin karpal tünel

inletinde alan değişim ile volar bulging değişimi arasında zayıf ilişki saptandı ( $p<0,05$ ).

### **5.3. Karpal Tünel Sendromunda Elektrodyagnostik ve Ultrasonografik Verilerin İlişkisi**

Çalışmamıza hafif ve orta düzeyde KTS tanısı elektrodyagnostik testlerle konulmuş hastalar dahil edildi. Bu hastaların duysal iletim hızlarının 40 m/sn'den yavaş olması, dördüncü parmaktan alınan median ve ulnar sinir latans farkının 0,5 msn'den fazla olması hafif KTS, duysal iletim hızının yavaşlamasının yanında distal motor latansın 4 msn'den uzun olması orta düzeyde KTS olarak kabul edildi.

Karpal tünelin ve median sinirin MRG ile değerlendirildiği çalışmalarda kanal çapının fleksiyon ve ekstansiyonla özellikle psiform kemik seviyesinde daraldığı ve median sinirin bu seviyede anlamlı bası altında kaldığı belirtilmiştir (152). Karpal tünel çapını değerlendiren başka çalışmada karpal tünelin distal kısma doğru daraldığı ve en dar kısmın distalinde kapitatum kemiğine yakın kısım olduğu belirtilmiş, bu noktada yapılan ölçümlerde KTS hastalarında normal bireylerle karşılaştırıldığında anlamlı olmayan bir daralma olduğu, normal bireyde distal karpal tünelde ortalama alanın 2,857 mm<sup>2</sup> olduğu rapor edilmiştir (86). Manyetik rezonans görüntüleme ile normal bireylerde ve KTS tanısı almış hastalarda median sinir ve tendonların tünel içindeki hareketleri görüntülenmiş, KTS hastalarında kanalda proksimalde şişme, distalde median sinirde düzleşme, sinyal yoğunluğunda değişiklik, hamatum kemiğinin çengeli ve psiform kemik seviyelerinde fleksör karpal retinakulumda palmaraya doğru bombeleşme olduğu gösterilmiştir (153).

Karpal tünel sendromunun MRG ile değerlendirilmesi sonrası Buchberger ve ark. fleksör retinakulumda palmaraya bombeleşme, psiform kemik düzeyinde median sinirde şişme, hamatum kemik düzeyinde median sinirde düzleşme olarak benzer kriterleri ultrasonografik görüntüleme için tanımlamışlardır (72,80,154).

Median sinirin alanı Duncan ve ark tarafından belirtildiği şekilde anteroposterior ve mediolateral çaplar belirlenerek psiform kemik seviyesinde

sinirin oval şeklinden faydalanarak elipsoid alan formülü üzerinden veya buna alternatif klinisyen tarafından sinirin etrafı çizerek (tracing) metodu ile hesaplanmaktadır (140). Çalışmamızda literatür bilgileri doğrultusunda psiform kemik ve radioulnar eklem seviyesinde olmak üzere iki seviyede elipsoid alan ölçümü yöntemini kullandık. Hamatum ve trapezius kemik düzeyinde fleksör retinakulumda palmar bombeleşme ölçümünü yaptık.

Mondelli ve ark KTS hastalarının %23,5'unda hafif düzeyde KTS'nin ultrasonografi ve elektrodyagnostik çalışmalarla gösterilemeyebileceğini bildirmişlerdir (155). Ahn ve ark. KTS hastalarında nörofizyolojik hastalık şiddetinin ultrasonografi ile uyumlu olmadığını bildirmişlerdir (156).

Başka bir çalışmada aynı şekilde ultrasonografi bulgularının nörofizyolojik veriler ile uyumlu olmadığı, KTS hastaları için ultrasonografi bulgularının ancak normal veya anormal şekilde sınıflandırılabilceği, tünel girişi (psiform kemik düzeyi) veya çıkışında (hamatum kemik düzeyi) median sinir alanı ölçümünün KTS şiddetini yansıtmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada tünel inletinde median sinir alanı 8,5 mm<sup>2</sup>'nin KTS tanısı koymada %97 duyarlılığa, %98 özgüllüğe sahip olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmadaki sınır median sinir alan değerinin başka çalışmalara göre düşük bulunması çalışmaya nörofizyolojik testlerle hafif, orta düzey KTS hastalarının alınmış olmasına bağlanmıştır (147).

Çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrası çalışmaya alınan tüm ellerde median sinirin karpal tünel inletindeki alan derecesine göre ayrılan gruplar arasında elektrodyagnostik ölçümlerde istatistiksel anlamlı ilişki yoktu ( $p>0.05$ ).

Çalışmamızda hastaları iki ayrı tedavi grubunda değerlendirirken tedavi öncesinde ve sonrasında elektrodyagnostik tutulum şiddetine göre gruplara ayrıldı. Elektrodyagnostik tutulum şiddetine göre ayrılan gruplar arasında ultrasonografik olarak belirlenen median sinirin karpal tünel inletindeki, proksimalindeki alan ölçümleri ve volar bulging ölçümlerinde anlamlı fark yoktu ( $p>0.05$ ).

Wong ve ark. çalışmalarında ultrasonografi ile sınır median sinir değerini 9,8 mm<sup>2</sup> olarak alındığında KTS hastalarına elektrofizyolojik çalışmalara yakın şekilde tanı konabildiğinin belirtmişlerdir (157).

Çalışmamızda tedavi öncesi ortalama median sinir alanı karpal tünel proksimalinde egzersiz grubunda 11,82±3,00 mm<sup>2</sup>, terapötik ultrason grubunda 12,69±3,12 mm<sup>2</sup>, karpal tünel inletinde egzersiz grubunda 12,02±2,59 mm<sup>2</sup>, terapötik ultrason grubunda 13,79±3,61 mm<sup>2</sup>, karpal tünel çıkışında fleksör retinakulumun volare yerdeğiştirme miktarı egzersiz grubunda 5,41±1,80 mm, terapötik ultrason grubunda 5,11±1,66 mm idi. Bu değerler literatur bilgileri ile uyumludur.

Bandinelli ve ark.'nın sistemik sklerozlu asemptomatik hastalarda yüksek rezolüsyonlu ultrasonografi ile yaptığı çalışmada hastaların karpal tüneldeki median sinir alan ölçümlerinde kontrol grubuna göre artış tespit edilmiştir (158). Asemptomatik diyabetik hastalarda yapılan karpal tünelde median sinirin görüntülenmesinde median sinir alanında artış tespit edilen grupta elektrodiagnostik testlerde de polinöropati bulguları tesbit edilmiştir (159). Bu iki çalışmadaki median sinir alanındaki artış iskemik değişiklikler sonrası myelinli ve myelinli olmayan liflerdeki aksonal rejenerasyona bağlanmış ve asemptomatik bireylerde ultrasonografi ile karpal tüneldeki median sinire ait patolojilerin erken tespit edilebileceği bildirilmiştir. Bu çalışmalarda elektrodiagnostik çalışmalara ve kliniğe yansımayan değişiklikler ultrasonografik çalışmalarla tespit edilmiştir.

Lee ve ark. proksimal seviyede median sinir alanının duyuusal amplitud ve duyuusal hız ile pozitif, duyuusal distal latansla negatif ilişkide olduğunu rapor etmişlerdir (76).

Nakamichi ve ark. daha önce kum saati diye tabir edilen median sinir baş, boyun ve gövde kısmı konfigürasyonunda ölçülen alan değerinin duyuusal ileti hızı ve distal motor latansı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (160).

Ultrasonografi ile median sinirin alanın değerlendirilerek KTS ciddiyetinin belirlenmesinde El Miedany ve ark.'nın çalışmasında sınır alan ölçümleri psiform kemik düzeyinde yapılarak median sinir alanının 10-13 mm<sup>2</sup>

arasında olması ile hafif derecede, 13-15 mm<sup>2</sup> arasında olması orta düzeyde, 15 mm<sup>2</sup> 'nin üzerinde olması ileri derecede tutulum olduğu değerlendirilmiştir (122).

Çalışmamızda inlet alanı derecesine göre hastalar ayrıldığında hasta grupları arasında motor ve duysal latans açısından zayıf sayısal ilişki olmasına karşılık bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p < 0,05$ ).

Ultrasonografi ile elektrodiagnostik verileri ve hastaların klinik durumunun ilişkisini değerlendiren bir çalışmada median siniri karpal tünel proksimal karpal tünelde çap artışının elektrofizyolojik bulgularının şiddeti ile korele olduğu belirtilmiştir (76).

Ultrasonografi ile nöropatilerde sinirlerdeki çap artışının değerlendirildiği çalışmada median sinirdeki intranöral ödeme bağlı oluşan şişmenin akson kaybına neden olarak sinir iletimine ve nörofizyolojik çalışmalara etki ettiği belirtilmiştir (145).

Çalışmamızda tedavi öncesinde ve tedavi öncesi ile sonrası arasındaki değişim yönünden ultrasonografik ve elektrodiagnostik çalışmalar arasında ilişki bulunmadı ( $p > 0,05$ ).

Çalışmamızda tedavi grupları kontrolleri tedavi bitiminde yapılmıştır. Tedavi sonuçlarının uzun süre takip edilmesiyle ultrasonografik ve elektrofizyolojik verilerdeki değişimlerin tedaviye yanıt süresi ile ilişkisinin değerlendirilebileceğini düşünmekteyiz. Tedavi sonrası görülen morfolojik değişiklikleri saptamadaki rolü nedeniyle USG'nin hasta takibinde elektrodiagnostik testlerle birlikte kullanılmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Elektrodiagnostik çalışmalarda tedavi verilen el bileklerinden egzersiz grubunda 7 tanesi hafif düzeyde KTS, 26 tanesi orta düzeyde KTS grubundayken, tedavi sonrasında egzersiz grubunda 8 tanesi hafif, 25 tanesi orta düzey KTS grubundaydı. Terapötik ultrason grubunda tedavi öncesi hafif düzeyde KTS 4 el bileğinde, orta düzeyde KTS 28 el bileğinde ve tedavi sonrası hafif düzeyde KTS 3 el bileğinde, orta düzeyde KTS 29 el bileğinde izlendi.

Ultrasonografi ile psiform kemik düzeyinde median sinir alanı ölçümüne göre yapılan derecelendirmede egzersiz grubunda tedavi öncesinde ve sonrası arasında istatistiki olarak anlamlı fark yoktu. Terapötik ultrason grubunda tedavi ile anlamlı düzelme tespit edildi ( $p=0,019$ ).

Literatürde nörofizyolojik testlerin normal olduğu ve klinik semptomların görüldüğü durumlarda ultrasonografinin tamamlayıcı rolünü vurgulayan çalışmalar mevcuttur (161).

Elektrodiagnostik testlerin sinir fonksiyonlarını, klinik testlerin semptom şiddeti ve fonksiyonel durumu, ultrasonografik bulguların sinir morfolojisini değerlendirmeleri nedeniyle birbirlerini tamamlayıcı bilgiler verebildiklerini ve birlikte değerlendirilmelerinin daha faydalı olacağını düşünmekteyiz.

#### **5.4. Karpal Tünel Sendromunda Elektrodiagnostik Çalışmalar ve Klinik Durumu Değerlendiren Testlerin İlişkisi**

Metanalizlerde elektrodiagnostik çalışmalarla hastaların KTS şiddetini belirlemede, tanı ve tedavi takibinde median sinire ait duyusal, motor hızlar ve duyusal, motor distal latansların farklı sınır değerleri kullanılmıştır. Çalışmamızda KTS tanısında halen en geçerli test olan elektrodiagnostik çalışmalara göre hastalık şiddeti belirlendi. Hastalara tedavide konservatif yöntemlerden egzersiz ve terapötik ultrason verilmesi planlanarak ileri düzey KTS düşünülenler çalışmaya dahil edilmedi.

Nörofizyolojik çalışmalar sinir fonksiyonunu göstermede güvenilir bir metod olmasına karşılık sinirin segmental olarak bası altında kaldığı durumlarda her zaman hastalık durumunu göstermede yeterli olmamaktadır. Hastaların tedavi takiplerinde elektrofizyolojik çalışma sonuçlarının klinik durumla her zaman uyumlu olmaması nedeniyle giderek artan sayıda çalışmacı tanıyı koymada klinik bulguların temel alınması gerektiğini belirtmektedirler (162).

Karpal tünel sendromu hastalarının değerlendirilmesinde hem elektrofizyolojik çalışmalar hem de ultrasonografik veriler ile hastanın kendi semptom ve fonksiyonlarını değerlendirdiği ölçümler arası pozitif ilişki daha

önceki çalışmalarda gösterilmiştir (163,164). Bu ve benzeri raporlar doğrultusunda KTS tanısı koymada hastanın kendi semptomlarını değerlendirmesinin tanı koymada güvenilir bir metod olduğu söylenmiştir (122). Padau ve ark ve El Miedany ve ark. klinik ve nörofizyolojik ilişkinin güçlü olduğunu, hastadaki fonksiyonel bozulmanın nörofizyolojik tutulum şiddetine yansıdığını belirtmişlerdir (122,165).

Çalışmamızda hastaların KTS'ye bağlı semptomlarını ve fonksiyonel durumlarının şiddetini Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketini kullanarak değerlendirdik.

Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi hastaların kendi kendilerine doldurabildikleri ve halen KTS değerlendirmede en sık kullanılan testtir (100,166). Hastalarda semptom ve fonksiyonel durumu değerlendirmede kullanılan bu test ile hastalık ciddiyetini belirlemede ortalama puanlara göre 4,1-5 arası puan aşırı derece, 3,1-4 puan arası ağır derece, 2,1-3 puan arası orta derece, 1,1-2 puan arası hafif derece, 0,1-1 puan arası düşük derece olarak gruplara ayrılmaktadır (100,122).

Çalışmamızda tüm hastalar tedavi öncesi ve sonrası hem Boston semptom şiddet ve fonksiyonel durum skorları hem de elektrodyagnostik verileri hastalık şiddeti gruplarına ayrılarak karşılaştırıldı. Tedavi öncesi yapılan değerlendirmede hastalar BFDS'a göre sınıflara ayrıldığında elektrodyagnostik tutulum şiddeti ve BFDS derecesi arasında anlamlı ilişki izlendi ( $p<0,05$ ). Tedavi öncesinde BSŞS, tedavi sonrasında BSŞS ve BFDS skorlarına göre yapılan derecelendirmelerde ise hasta grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktu ( $p>0,05$ ).

Çalışmamızda tüm hastalarda tedavi öncesi ve sonrası elektrodyagnostik olarak hafif ve orta KTS gruplarında bakılan Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorları ortalamaları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

Tedavi öncesi ve sonrasında BSŞS ve BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan hasta gruplarında diğer elektrodyagnostik değerlerde gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

Tedavi sonrası yapılan değerlendirmede Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorlarında ve hastalık şiddeti gruplarında anlamlı düzelme izlenirken ( $p<0,05$ ) elektrodyagnostik çalışmada anlamlı fark izlenmedi ( $p>0,05$ ).

Hastaların semptom ve fonksiyonel durumunun Boston Karpal Tünel Anketi ile değerlendirildiği başka bir çalışmada anormal sinir iletim çalışması olan hastalarda KTS şiddeti ve semptom skoru arası ilişki zayıf bulunmuştur. Boston semptom şiddet skoru anormal ve normal sinir iletim çalışması olan hasta grubu arasında Boston anketi skoru ve elektrodyagnostik çalışmalar arasında ilişki bulunmamıştır (144). Dhong ve ark. semptom skorunun sinir iletim çalışmaları ve özellikle distal motor latansı ile korele olduğunu, fonksiyon skoru ile korelasyonun daha düşük olduğunu söylemişlerdir (163).

Çalışmamızda tüm hastaları Boston anketi skorlarına göre şiddet derecelerine ayrılarak elektrodyagnostik ölçümleri karşılaştırdık. Tedavi öncesi BSşS ortalama değerlerine göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında distal motor latans değerleri arasındaki fark istatistiki olarak anlamlıydı ( $p=0,015$ ). Boston semptom şiddeti skorlarına göre artan derecelerde distal motor latans değerlerinde artış görüldü. Tedavi öncesi BFDS ortalama değerlerine göre ayrılan hastalık şiddeti gruplarında motor amplitud değerindeki dağılım istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p=0,011$ ). Boston fonksiyonel durum skorlarına göre artan derecelerde motor amplitud değerlerinde azalma görüldü. Bu bulgular literatür ile uyumludur. Elektrodyagnostik çalışmalarda demyelinizasyonla oluşan motor latans uzaması ağrı ve semptom şiddeti ile, aksonal kaybı gösteren motor amplitud düşmesi de fonksiyonel durum ile ilişkili bulunmuştur. Aksonal hasar sinirin inerve ettiği kaslardaki motor kayıp ile ilişkilidir. Motor kayıp da hastanın fonksiyonel durumunu olumsuz etkiler. Çalışmamızdaki sonuçlar da bunu doğrulamaktadır.

Çalışmamızda klinik ve laboratuvar verilerinin korelasyonunda tedavi öncesinde VAS ile duyuşal latans arasında orta güçlü ilişki ( $p<0,05$ ). Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durumu skorları ile elektrodyagnostik veriler arasında ilişki yoktu ( $p>0,05$ ).

Padua ve ark hem semptom hem de fonksiyon skoru ile elektrofizyolojik derecelendirme arasında korelasyon bulmuşlardır (165). You ve ark. semptomların major, minör olarak katmanlaştırılarak klinik olasılık belirtilmesinin hastalık şiddetini göstermede daha faydalı olduğunu söylemişlerdir (167).

Başka bir çalışmada sinir hasarına daha özgün olan hissizlik, gece şikayetleri ve zonklama (parestezi) primer semptomlar olarak görülerek, diğer kas iskelet hastalıklarına da eşlik edebilen el becerisinde azalma (fonksiyonel değerlendirme), ağrı, güçsüzlük sekonder semptomlar arasında değerlendirildiğinde primer semptomların şiddet skorları ile sinir iletim testleri arasında ilişki bulunmuştur (167).

Çalışmamızda tedavi gruplarında Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorlarındaki anlamlı düzelme elektrodyagnostik çalışmalara yansımamıştır.

Sinir morfolojisindeki değişikliklerin sinir fonksiyonlarına yansımaması süre ile ilişkili olabilir. Elektrodyagnostik testlerin klinik testlerle beraber kullanılmasının hasta takibinde ve tedavisinin planlanmasında faydalı olacağı düşüncesindeyiz.

## **5.5. Karpal Tünel Sendromunda Ultrasonografi ve Klinik Durumu Değerlendiren Testlerin İlişkisi**

Kronik lokal basılar median sinirde morfolojik değişikliklere yol açarak myelin kaybına neden olur. Basıya bağlı nöral iskemi nedeniyle bu hastalarda el bilek fleksiyonu ile geceleri geçici pareteziler oluşabilir (168). Bulguların elektrodyagnostik çalışmalara yansımaması sadece kalın liflerde ciddi demyelinizasyon ve akson kaybı olunca görülmekte, bunun yanında semptomlar başka mekanizmalarla da oluşabilmektedir (122).

Buchberger ve ark. KTS hastalarında ultrasonografi ile tespit edilebilecek karakteristik özellikleri sıralamışlardır; bunlar psiform kemik düzeyinde ve daha az oranda da hamatum kemik düzeyinde median sinir alanında artış, distal radius düzeyi ile karşılaştırıldığında psiform kemik düzeyinde median sinir alanında anlamlı artış (şişme oranı), hamatumun çengeli seviyesinde anlamlı yassılaşma oranı (flattening ratio), fleksör retinakulumda palmara anlamlı yerdeğiştirme (volar bulging), fleksör retinakular kalınlaşmadır (72,148). Ultrasonografik bulguların değerlendirildiği çalışmalarda daha çok klasik olarak KTS kliniği yansıtan hastalar seçilmiştir (70). Sınırlı sayıda bazı çalışmalarda hasta seçiminde daha seçici davranılmış, Sarria ve ark hastalık süresi bir yıldan düşük olan hastaları çalışma dışı bırakmışlardır. Bu çalışmada ultrasonografide KTS tanısında en güvenilir kriter fleksör retinakulumun 2,5 mm'den fazla bombeleşmesi olarak belirtilmiş, elektrodyagnostik çalışmalarla sonuç alınamadığında ultrasonografinin tanıda yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir (150).

Çalışmamızda hastaların yakınma süresi 6 ila 48 ay arasında değişen değerlerde ortalama  $14,85 \pm 7,37$  aydı. Tedavi grupları arasında yakınma süresi açısından anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

Sarria ve ark. fleksör retinakular bombeleşme, median sinir alanı ile elektrodyagnostik çalışmaların arasında korelasyon olmadığını, ultrasonografinin KTS'yi düşündürebildiğini ama sinir iletim çalışmalarındaki değişimleri yansıtmadığını, karpal tünel sendromunu açık bir şekilde düşündüren klinik bulgular ve ultrasonografik tanı kriterleri varlığında, elektrodyagnostik çalışmalara gerek olmayabileceğini rapor etmişlerdir (150).

Çalışmamızda da klinik ve ultrasonografi bulgularındaki istatistiki olarak anlamlı düzeydeki ilişki elektrodyagnostik verilere yansımamıştır.

Ultrasonografi ile hastanın değerlendirilmesi sadece tanısal olarak değil hastanın takibinde de kullanılmıştır (169). El Mediany ve ark ultrasonografik bulgularla hastanın klinik durumunu gösteren Boston anketinin semptom ve fonksiyon skorlarının uyumlu olduğunu hatta elektrodyagnostik çalışmalara göre daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında elektrodyagnostik çalışma sonucu negatif olan ve klinik

durumu klasik KTS kliniği gösteren hastalarda KTS tanısının dışlanamayacağını bildirmişlerdir (122). Padau ve ark. tipik KTS semptomları olup negatif elektrofizyolojik çalışması olan hastaların fonksiyonel durum, semptom şiddeti skorlarının ve muayene bulgularının minimal olarak etkilenen grupla aynı olduğunu belirtmişlerdir (165).

Lee ve ark. çalışmalarında semptom ciddiyeti skorları ve fonksiyonel durum skorlarının hamatum düzeyinde median sinir alanı ile negatif korelasyonu olduğunu söylemişlerdir, aynı çalışmada proksimal seviyede (radioulnar eklem seviyesi) median sinir alanının sinir iletim çalışma bulguları ile korele olması nedeniyle proksimal ultrasonografik bulguların elektrodyagnostik çalışmalarla, distal ultrasonografik bulguların subjektif semptomlarla korele olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada fleksör retinakulumda volare yerdeğiştirme duyusal amplitud ile negatif korele, volar yerdeğiştirme miktarı semptom şiddeti skalası ve fonksiyonel durum skalası ile pozitif korele bulunmuştur (76).

Çalışmamızda literatür ile uyumlu şekilde klinik ve ultrasonografik ölçümlerde tedavi öncesinden sonrasına olan sayısal değişimler arasındaki ilişki incelendiğinde tüm hastalarda median sinirin karpal tünel proksimalinde alan değişimi ile BFDS değişimi arasında orta güçlü ilişki vardı ( $p<0,05$ ).

Elektrodyagnostik ölçümleri etkileyen vücut ısı, yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi, parmak kalınlığı gibi yapısal ve fonksiyonel vücut ölçüsü faktörlerinin varlığı KTS'nin değerlendirilmesinde ultrasonografinin lehine bir durum oluşturmaktadır (122).

Burada median sinirin sıkışma düzeyi ultrasonografik veriler üzerinde önemli rol oynamaktadır. Çalışmamızda karpal tünel proksimalinde alan ölçümleri ile klinik parametreler arasında korelasyon görülmüştür.

## **5.6. Karpal Tünel Sendromunda Nöral Mobilizasyon Tedavisi**

Günümüzde sinir sisteminin biyomekanik, fizyolojik ve morfolojik fonksiyonlarının birarada değerlendirilmesinde daha fazla kabul gören terim nörodinamidir (107). Nörodinamik mobilizasyon egzersizleri intranöral ve ektranöral mekanik ve fizyolojik etkiler yoluyla sinirlerin yapısına ve sıvı

dolaşımına katkılar sağlar. Bu egzersizler karpal tünel sendromu gibi sinir sıkışması durumlarında, eklem hareketlerine bağlı olarak sinirlerde gerilme ve uzamaya yol açarak klinik düzeyde çalışmalara konu olmaktadır (105).

Mekanik temas yüzeyi sinire komşu ve sinirden bağımsız hareket edebilen fibroosseöz tüneller ve yumuşak dokuları anlatmak için kullanılmış bir terimdir. Bu bölgelerdeki patolojiler sinirin mekanik bası altında kalması ve hareketinin kısıtlanmasına yol açmaktadır. Karpal tünel bu patolojinin görüldüğü yerlerden biridir, sinir hareketinin kısıtlanması sinirde daha ileri patolojik süreçlere yol açmaktadır (170).

Nöral mobilizasyon kavramı sinir sıkışması sendromlarında sinirdeki aksonal transportu arttırmak için sinirin mobilizasyonu ile üzerindeki basıncın azaltılması temeline dayanmaktadır (112). Nöral mobilizasyon başlığı altında farklı patolojilerde farklı tipte egzersizler metaanalizlerde incelenmiştir. Bunlardan tendon ve sinir kaydırma egzersizleri ve nöral mobilizasyon egzersizleri karpal tünel sendromunda kullanılmıştır (107).

Daha önce yapılan çalışmalarda nöral mobilizasyon, nöral manipülatif fiziksel tedavi, nöral kaydırma, nöral germe, nörodinamik fizyoterapi başlıkları altında farklı çalışmalarda farklı tedavi kombinasyonları değerlendirilmiştir (107).

Tendon ve sinir kaydırma egzersizleri nöral mobilizasyon egzersizleri içinde değerlendirilmiştir ve KTS tedavisinde başka nöral mobilizasyon yöntemleri ile beraber daha önce kullanılmışlardır (107). Zaman içinde karpal tünel sendromu konservatif tedavi planında sinir germe ve kaydırma önemli rol almıştır (171).

Tendon ve sinir kaydırma egzersizleri Wehbe ve Hunter tarafından önerilen ve ilk olarak tendon yaralanması sonrası adezyonları önlemek amacıyla kullanılan egzersizlerdir (129). Tendon ve sinir kaydırma egzersizlerini çalışmalarda ilk kullananlardan Rozmaryn ve ark. el bileği ve parmak hareketleri ile median sinirin uzadığını ve yerdeğiştirdiğini bu şekilde lokal gerilmenin önüne geçildiğini, gerilmenin sinir yanında etraf dokularda oluştuğunu, tendonların sinirden beş kat fazla uzayabilmesi özelliğinden faydalanarak tünel içi dokular arası adezyonların azaltılabileceğini

belirtmişlerdir (6). Postoperatif KTS hastalarında adhezyonları açmada faydalı görülerek KTS hastalarında kullanılmaya başlanan sinir ve tendon kaydırma egzersizleri el bileği ve parmak aktif fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine dayanır. Sonraki dönemde operasyon geçirmemiş olan KTS hastalarında da kullanılmaya başlanmış, Szabo ve ark. bu egzersizlerle tendonlarda ve median sinirde kaymanın doğru orantılı olduğunu göstermişlerdir (172). Bu egzersizlerin cerrahi olmayan KTS tedavisinde klinik uygulanabilirliğini inceleyen Seradge ve ark. fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında kanal içinde artan basıncın egzersizler sonrası bir dakika yüksek, sonraki 15 dakika boyunca ise istirahat pozisyonuna göre daha düşük kaldığını bildirmişlerdir (173).

Median sinirin kaydırma egzersizleri ile ne kadar uzadığı ultrasonografi gibi görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Ön kol supinasyonu ve başparmak ekstansiyonu ile bu germenin en fazla sağlandığı ve median sinirde 1,8-3,0 mm arasında uzama sağlandığı bildirilmiştir (109).

Sinirin etrafındaki adventisiya sinirin uzamasına imkan sağlamaktadır. Başka çalışmalarda el bilek hareketleri ile median siniri 7,3-9,8 mm'ye kadar uzayabildiğini belirtilmiştir. Bu hareketle intranöral ve ektranöral sıvı akışı sağlanmakta ve intranöral ödeme bağlı artmış basınç ve fibroblastik aktivite regüle edilebilmektedir. Basıncın azalması ile kan akımı ve aksonal transport düzelebilmektedir (174).

Kaydırma egzersizleri adıyla tanımlanan egzersizlerde bir eklemden median sinirin boyu germe sonucu uzatılırken, başka bir eklemden hareketle sinir gevşetilmektedir. Bu egzersizlerin temel avantajı median sinirdeki uzama sağlanırken sinirin minimal bası altında kalmasına izin vermeleridir (111). Median sinir kaydırma egzersizlerinin diğer avantajı da germe ve gevşemeyi aynı anda farklı noktalarda gerçekleştirerek sinir ve çevre dokular arasında yer değişikliğine neden olmalarıdır (108).

Bu egzersizlerin faydalı etkileri sinirin direkt mobilizasyonu, venöz dönüşün kolaylaştırılması, ödemin dağılması ve kaybolması, perinöryum ve karpal tünel içi basıncın azaltılması vasıtasıyla olabilir (10,11). Sinir mobilizasyon egzersizleri KTS tedavisinde kullanılmaktadır, buna karşılık

uygulamalar ve zamanlaması konusunda net bilgi bulunmamaktadır. Nöral mobilizasyon egzersizleri ile KTS hastalarında semptomlarda fayda sağlandığı bildirilmiştir (175). Sınırlı sayıda çalışmada kısa dönem etkiler değerlendirilmiştir (171).

Çalışmamızda egzersiz grubuna Totten ve Hunter tarafından oluşturulan sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ve nörodinamik mobilizasyon tedavisinde kullanılan el bilek ekstansiyonuna yönelik egzersizler verilmiştir (110).

Nöral mobilizasyon tedavisi daha önce Sweeney ve ark tarafından el yaralanması sonrası mekanik allodinin sinir sisteminin mobilize ederek tedavi edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Sweeney ve ark. median sinir için C5/6/7 nöral foraminalardan distal median sinir dağılım alanına kadar olan bölgede üst ekstremiteye germe uygulamışlardır (128). Daha sonra nöral mobilizasyon egzersizleri Hebbner tarafından karpal tünel sendromu tedavisinde kullanılmıştır (110).

Hastalarımıza tedavi öncesi egzersiz tedavisi gösterildi. Hastalardan uygulama yapmaları istendi. Hasta uyumu egzersiz tedavisinde önemli olduğu için hastalar tedavi konusunda bilgilendirilerek telefonla tedaviye devam edip edemedikleri soruldu. Çalışmamızda egzersiz tedavisini tamamlayamayan hasta olmadı.

Literatürde egzersiz tedavisinin karpal tünel sendromunda kullanımı ile ilgili randomize kontrollü çalışma sayısı sınırlıdır. Çalışmaların çoğunda diğer konservatif yöntemlerle birlikte uygulanmıştır. Bu konuda daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

### **5.7. Karpal Tünel Sendromunda Nöromobilizasyon Tedavisinin Etkinliğinin Klinik ve Elektrodyagnostik Olarak Değerlendirilmesi**

Nöral mobilizasyon ile KTS hastalarında amaçlanan aksonal transportu düzeltmeye çalışarak sinir iletimini iyileştirmektir (170).

Basıya bağlı nöropatilerde patoloji statik bir bakış açısıyla ele alındığında sinirin bası altında kaldığı yerdeki hareketleri değerlendirilememektedir. İn vivo olarak sinirin maksimal bası altında kaldığı

yerde gerilmesini değerlendiren çalışma sayısı da azdır. Bu basıya transvers karpal ligaman ve etraf dokudaki adezyonlar dışında fleksör tendonlar da neden olabilir. Karpal tünel sendromu konservatif tedavisinde sinir ve tendonları kaydırma egzersizlerini kullanan Rozmaryn ve ark. hastaların semptomlarının azalmasını egzersizlerin; median sinir ve fleksör tendonların birbirine göre farklı şekillerde kaymalarına neden olarak kanal içindeki yapışıklıkları çözmesi, karpal tünel içindeki yapıları birbirinden bağımsız hareket etmeleri sonucu oluşan sağma efekti (milking effect) denilen venöz dönüşü kolaylaştıran bir etkiyle tenosinoviyal ödemin azaltılması, karpal tünel içi basıncın ve median sinir ile transvers karpal ligaman arası temas yüzeyinin azaltılmaları yoluyla perinöral basıncı azaltılması gibi etkilere bağlanabileceğini rapor etmişlerdir (6). Tendon ve sinirlere yönelik egzersizlerin cerrahi yapılmayan KTS hastalarında faydalı etkileri izlenmiş, mesleki karpal tünel sendrom bulguları olan ve elektrodyagnostik olarak KTS saptanmayan hastalarda da faydalı olabileceğı belirtilmiştir (6).

Rozmaryn ve ark tarafından yapılan çalışmada bu hastaların uzun dönem takiplerinde cerrahi yapılma oranının azaldığı saptanmıştır (6). Akalın ve ark. alışmasında sinir ve tendon kaydırma için ev egzersiz programını tüm gün splintle beraber uygulamışlar sadece splint verilen gruba göre egzersiz grubunda karpal tünele özel uygulanan klinik testlerde daha fazla iyileşme sağlamışlarsada bu iyileşme istatistiki olarak anlamlı olmamıştır (7). Baysal ve ark yaptıkları çalışmada sinir ve tendon germe egzersizleri ile verilen tedavi sonrası 8 haftalık takipte semptomatik olarak sayısal verilerde iyileşme saptansa da elektrodyagnostik verilerde istatistiksel olarak önemli sonuç alamamışlardır (176). Pınar ve ark KTS hastalarında semptomlarda sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ile fayda sağlamışlarsa da bu istatistiklere yansımamıştır (177).

Çalışmamızda KTS hastalarına sinir germe egzersizleri grubunda sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ve daha önce de başka çalışmalarda kullanılmış nöral mobilizasyon egzersizlerini kullandık (6,110).

Çalışmamızda egzersiz grubunda tedavi sonrası bulgularımız literatür ile uyumludur. Egzersiz grubunda tedavi öncesi ve tedavi sonrası

elektrodiagnostik ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı düzelme sağlanmamış, üç haftalık tedavi sonrası yapılan değerlendirmede klinik ve ultrasonografik verilerde düzelme elde edilmiştir. Klinik değerlendirmede kullanılan VAS, BSŞS, BFDS skorlarında, SF-36 verilerinden fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlaması alt gruplarında, ultrasonografik verilerden PA ve VB'de anlamlı iyileşme görüldü ( $p<0,05$ ). Egzersiz tedavisi sonrası görülen ultrasonografik verilerdeki değişimler karpal tünel içinde median sinir alanında ve fleksör retinakulumdaki yerdeğiştirme miktarında azalma olduğunu göstermektedir bu bulgular klinikte görülen düzelmeler ile uyumludur.

Hafif ve orta düzeyde KTS tedavisinde konservatif tedavi yaklaşımların incelendiği derlemelerinde Muller ve ark. sinir ve tendon kaydırma egzersiz tedavisini Akalın ve Tal-Akabi- Rushton ark.'nın yaptığı çalışmaları değerlendirerek önermişlerdir (7,104,112). Tal-Akabi ve ark. tedavi sonrası ağrıda önemli azalma sağladıklarını bildirmişlerdir. Seradge ve ark. diğer konservatif tedavi yöntemleriyle beraber verdikleri egzersiz tedavisi ile hafif ve orta KTS hastalarının %71'i cerrahiye gitmemişken, ciddi KTS hastalarında %100'ünün cerrahiye gittiğini bildirmişlerdir (178). KTS hastalarına verilen tendon ve sinir kaydırma egzersizleri ile yapılan çalışmalar kısıtlı sayıdadır ve çoğunluğunda elektrodiagnostik testlerle istatistiki olarak anlamlı sonuç alınamamıştır. Çalışmamızda hafif ve orta düzeyde KTS hastalarını değerlendirdik ve klinik testlerde anlamlı düzelme elde edildi.

Lazer ve terapötik egzersizlerde sinir ve tendon kaydırma egzersizlerinin kullanıldığı, iki tedavinin karşılaştırıldığı çalışmada her iki grupta da ağrı ve sinir iletiminde istatistiki olarak anlamlı müspet sonuçlar bildirilmiştir (179).

Tedavi gruplarının grup 1'de splint ve tendon ve sinir kaydırma egzersizleri, grup 2'de splint ve terapötik ultrason, grup 3'te splint, tendon ve sinir kaydırma egzersizleri ve terapötik ultrason olduğu hastaların karşılaştırıldığı bir çalışmada duyu distal latansta grup 1 ve 3 'te anlamlı iyileşme bulunmuştur. Bu çalışmada elektrofizyolojik değerlendirmede

egzersizin etkisinin sinir iletimindeki A liflerine bağı olabileceğı belirtilmiştir (176). Ayrıca bu çalışmada egzersiz tedavisi tek başına kullanılmamıştır. Etkinlik birlikte uygulanan diğ er tedavi yöntemlerinden de kaynaklanabilir. Çalışmamızda egzersiz tedavisi sonrası elektrodyagnostik parametrelerde anlamlı değışiklik olmamıştır. Elektrodyagnostik çalışmaların geniş sinir liflerini değıerlendirmede daha hassas olduğı belirtilmiştir (108). Elektrodyagnostik çalışmaların sadece kalın liflerde ciddi demyelinizasyon ve akson kaybı durumlarına hassas olduğı görölmektedir, bunun yanında başka mekanizmalar da semptomlardan sorumlu olabilmektedir (122). Çalışmamızda elektrodyagnostik testlerin sonuç vermemesi egzersiz tedavisi etkilerinin erken dönemde elektrofizyolojik çalışmalara yansımaması nedeniyle olabilir. Elektrodyagnostik çalışmalarla birlikte ultrasonografinin kullanılmasının tedavi takibinde faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Rozmaryn ve ark. çalışmalarında sinir ve tendon kaydırma egzersizlerinin hastaların ilk 4 ayda şikayetlerinde önemli gerilemeye yol açtığını, bu hasta grubunda 23 aya varan takipte ameliyata gitme oranını düşürdüğünü belirtmişlerdir (6).

Walsh ve ark. derlemelerinde nöral mobilizasyonda hastanın tedaviye olan cevabının gözlenmesi, semptomların olası artışından kaçınmak amacıyla hasta takibinin sürekliliğinin önemini belirtmişlerdir (180). Nöral mobilizasyon egzersizleri daha önce başka çalışmalarda da başarıyla kullanılarak hastaların tedaviden fayda sağladıkları gözlenmiştir (110). Sweeney ve ark. el yaralanmasına bağı mekanik allodini tarifleyen hastaları iki haftalık sinir mobilizasyon programına almışlardır. Tedavi öncesi üst ekstremit ekle hareket açıklığı ve semptomları değıerlendirmişler, tedavi sonrasında ekle hareket açıklığı ve semptomlarda anlamlı düzelme bulmuşlardır (128). Tal Akabi ve ark. KTS tedavisinde nöral mobilizasyon ile karpal kemik mobilizasyonunu karşılaştırmışlar, her iki tedavi grubunda da kontrol grubuna göre ekle hareket açıklığında artma ve ağrıda azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ağrıda azalmanın tedavi gruplarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olduğı, iki tedavi grubu arasında istatistiksel anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir (112).

Bardak ve ark. yaptıkları çalışmanın sonucunda idiyopatik KTS tedavisinde konservatif tedaviye eklenen tendon ve sinir germe egzersizlerinin uzun dönem KTS tedavisinde faydalı olduğunu, tek başına uygulanmalarının diğer tedavi modalitelerine göre daha az fayda sağladığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında semptom ve fonksiyonel durumu sorgulamışlar ve anlamlı düzelme bulmuşlardır (181). Seradge ve ark. nöral mobilizasyon tedavileri verdikleri hastaları semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skalası ile değerlendirmişlerdir. Klinik olarak semptom şiddeti ve fonksiyonel durumu hafif ve orta gruba dahil KTS hastalarında egzersiz tedavisinin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (178). Heebner ve Rodney 6 aylık takip içeren çalışmalarında tendon kaydırma egzersizleri ve splint tedavisi verdikleri grup ile sinir kaydırma egzersizi grubunu DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire) ve karpal tünele spesifik anket formu (CTSQ) ile karşılaştırmışlardır. Her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı iyileşme olmamıştır (110). Çalışmamızda KTS yönelik Boston anketi yanında VAS ve yaşam kalitesini değerlendirmek için SF-36 kullandık ve tedavi ile klinik düzelme saptadık.

Çalışmamızda hastalara üç haftalık egzersiz tedavisi sonrası kontrol planlanmış, bu zaman dilimindeki olası hasta rahatsızlıkları ve egzersiz tedavisine bağlı semptomlar konusunda hastalar bilgilendirilmiştir. Telefonla iletişim ile gerekli durumlarda doktor önerisi almaları sağlanmıştır. Egzersiz grubunda yeni oluşan bir rahatsızlık hissi veya şikayet artışı nedeni ile tedaviyi yarıda bırakmak isteyen veya tarafımızca semptomları nedeni ile tedavisi kesilen veya değiştirilen hasta olmamıştır.

Hastalara egzersizleri doktor tarafından gösterilmiş ve egzersizlerin nasıl yapılacağını gösteren yazılı doküman verilmiştir. Biz de diğer çalışmalara benzer şekilde takibin ve hasta uyumunun egzersiz tedavisinin sürdürülmesinde önemli olduğunu, gerekli durumlarda egzersiz tedavisinin modifiye edilebileceğini düşünmekteyiz (7,112). Hastaların egzersiz tedavisini uzun süre devam ettirebilecek olmalarının KTS tedavisinin sürekliliği açısından faydalı olabileceği düşüncesindeyiz.

### **5.8. Karpal Tünel Sendromunda Nöromobilizasyon Tedavisinin Etkinliğinin Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi**

Bilgimiz dahilinde KTS hastalarında konservatif tedavide uygulanan egzersizlerin tanısal ultrasonografi ile değerlendirildiği randomize kontrollü çalışma kısıtlıdır.

Çalışmamızda egzersiz tedavisi alan hastalarda tedavi sonrasında ultrasonografik ölçümlerden volar bulging ve median sinirin karpal tünel proksimalindeki alan ölçüm değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştı ( $p<0,05$ ). Median sinirin karpal tünel inletindeki alan ölçüm değerleri sayısal olarak azalmıştı, istatistiksel olarak anlamlı azalma yoktu. Hastaların tedavi öncesinden sonrasına olan değişimlerinde BFDS skorları ve karpal tünel proksimalindeki alan ölçümleri arasında orta güçlü ilişki vardı ( $p<0,05$ ).

Ultrasonografi transvers karpal ligaman ve fleksör tendonlar gibi etraf dokulardaki adezyonların neden olduğu sinirin basısının değerlendirilmesinde faydalıdır. Karpal tünel sendromu konservatif tedavisinde kullanılan nöral mobilizasyon tedavileri median sinir ve fleksör tendonların birbirine göre farklı şekillerde kaymalarına neden olarak kanal içindeki yapışıklıkları çözebilir, median sinir ile transvers karpal ligaman arası temas yüzeyini azaltabilir. Egzersizlerin venöz dönüşü kolaylaştırıcı etkisi karpal tünel içi ve perinöral basıncın azalmasına yol açar. Çalışmamızda egzersiz tedavisi verilen hastalarda ultrasonografik değerlendirmeler neticesinde median sinir alanında ve fleksör retinakulumun karpal tünel distalindeki yerdeğiştirme miktarında tedavi sonrası anlamlı azalmalar olduğu görüldü. Tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde takipte ultrasonografinin faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

### **5.9. Karpal Tünel Sendromunda Terapötik Ultrasonun Etkinliğinin Klinik Olarak Değerlendirilmesi**

Doku seviyesinde terapötik ultrasonun faydaları inflamatuvar cevap üzerinden doku rejenerasyonunda görev alan hücrelerin aktivasyonu, doku

içindeki damarsal yapıların genişlemesi ve immün hücrelerin uyarılması gibi yollarla olmaktadır (182).

Terapötik ultrasonun KTS hastalarına uygulandığında ağrı azalması, elbilek ve parmaklarda kas gücünü arttırması, fonksiyonel durum ve semptom şiddetinde iyileşmeye yol açması etkileri bu tedavinin, inflamasyonun rezolüsyonunu ve zarar görmüş dokularda iyileşmeyi hızlandırmasına bağlanmıştır (176).

Terapötik ultrasonun yumuşak dokulardaki lezyonlarda iyileşme sağlaması invitro çalışmalarla gösterilmiştir ve termal etkiler dışında kalan etkilere bağlanmaktadır. Termal etkiler dışında kalan etkilere stabil kavitasyonun zarar görmüş dokularda fibroblast onarımı, kollajen sentezi, doku rejenerasyonu yoluyla iyileşmeyi arttırabileceği, bu etkinin düşük yoğunlukta, 1MHz'lik kesikli kullanımla sağlanabileceği belirtilmiştir (94). Bu amaçla yapılan kesikli terapötik uygulama termal etkilerin en aza indirilmesi istendiğinde seçilir. Termal dışı etkilere akustik yayılma stabil kavitasyona yol açarak hücre çevresinin değiştirilmesi yoluyla etkisini gösterir(183).

Karpal tünel sendromunda terapötik US uygulamalarını değerlendiren Cochrane derlemesinde randomize kontrollü çalışmalar değerlendirilmiştir. Bakhtary ve ark. 1 MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, günde 15 dakika olarak 15 seans uyguladıkları kesikli US tedavisi ile lazer tedavisini karşılaştırmışlardır. Üçüncü ve yedinci hafta sonunda terapötik US grubunda ağrı azalması ve elde sıkma gücü artışı lazer grubuna göre anlamlı olarak daha iyi bulunmuşlardır (184). Baysal ve ark. çalışmalarında bir grupta terapötik US ve splint, ikinci grupta tendon ve sinir kaydırma egzersizleri ve splint, üçüncü grupta terapötik US, tendon ve sinir kaydırma egzersizleri ve splint kullanılmışlardır. Terapötik US 1 MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, günde 15 dakika olarak 15 seans verilmiştir. Kısa dönem sonuçlarda terapötik US uygulanan gruplar VAS ve Boston skorunda uygulanmayan gruba göre daha iyi sonuçlar vermiştir (176). Bilgici ve ark. 3 MHz frekansta, 1,5 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 5 dakika/gün olarak dört hafta verdikleri sürekli terapötik US ile lokal kortikosteroid enjeksiyonunu karşılaştırmışlardır. Kısa dönem sonuçlarda terapötik US grubunda Boston skoru tedaviden hemen

sonra steroid enjeksiyonundan bir miktar düşük, tedaviden 4 hafta sonra yüksek bulunmuştur, el sıkma gücü terapötik US grubunda daha iyidir (185). Dinçer ve ark çalışmasında 3 MHz frekansta, 1,0 W/cm<sup>2</sup>, sürekli, 3 dakika/gün olarak 2 hafta verdikleri terapötik US artı splint ile, 2 hafta süreli lazer artı splint ve sadece splint tedavilerini karşılaştırmışlardır. Kısa dönem sonuçlarda terapötik US grubu splintin tek başına verilmesine göre hasta memnuniyetinde önde iken, lazer grubundan biraz geride bulunmuştur (113). Duymaz ve ark. tüm gruplara sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ve splint verdikleri hastalara terapötik US grubunda 0,8 W/cm<sup>2</sup>, 1MHz frekansta, 5 dakika/gün, 3 hafta süreli kesikli US vermişler ve diğer grupta deksametazon iyontoforezi ekleyerek bunları karşılaştırmışlardır. Levine (Boston) semptom skoru açısından deksametazon verilen grupta daha anlamlı azalma bulunmuştur (186). Ekim ve ark. sürekli 1,5 W/cm<sup>2</sup>, 3 MHz olarak, 5 dakika/gün, 2 hafta uyguladıkları terapötik US tedavisini splint ile beraber kullanmışlar, splint artı plasebo US ile karşılaştırmışlardır. Terapötik US grubunda kısa dönem sonuçlarda Phalen testi pozitifliği ve semptom şiddet skoru daha düşük bulunmuştur (187). Koyuncu ve ark. 8 dakika/gün olarak 4 hafta 1,0 W/cm<sup>2</sup> verdikleri terapötik US 'u iki ayrı grupta 1 ve 3 MHz olarak kesikli uygulamışlardır. Kısa dönem sonuçlarda ağrı, parestezi, yüzeysel duyu üzerinde 3 MHz tedavi verilen grup bir miktar daha iyi sonuçlar vermiştir (188). Öztaş ve ark. sürekli uygulamada 3 MHz frekansta, 5 dakika/gün, 2 hafta süreyle uyguladıkları 1,5/0,8/0,0 W/cm<sup>2</sup> olarak ayrı yoğunlukta verdikleri terapötik US gruplarını karşılaştırmışlardır. Kısa dönem sonuçlarda terapötik US uygulamaları arasında fark yokken tedavi verilen gruplarda VAS skorunda azalma plasebo grubuna göre anlamlıydı. Gece ağrısı ve Boston skorları açısından 1,5 W/cm<sup>2</sup> tedavi verilen grup daha iyi sonuçlar vermiştir (99). Privaj ve ark. 0,5 W/cm<sup>2</sup>, 1 MHz, 10 dakika/gün, 4 hafta verdikleri terapötik US'u plasebo ilaçla vererek, plasebo US ve diklofenak sodyum 75 mg/gün tedavisi ile karşılaştırmışlardır. VAS, gece yakınmaları ve Boston skorlarında iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır (189). Yıldız ve ark. kesikli, 1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>, 15 dakika/gün, 2 hafta süreli terapötik US artı splint grubunu bu tedaviye eklenen ketoprofen jel ve yalancı US uygulaması

ile karşılaştırmışlardır. Levine skoru ve VAS skorunda gruplar arası bulunan fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (190,191).

Terapötik ultrasonun ağrı ve doku iyileşmesi için uygulama şeklinin değerlendirildiği metanaliz şeklindeki çalışmada 1 MHz frekans uygulamaları ile istatistiki anlamlı iyileşmeler rapor edilmiştir. Bunlardan Ebenbichler ve ark. çalışmasını KTS hastalarında yapmışlardır (9,192).

Çalışmamızda kesikli 1 MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 10 dakika/gün, 3 hafta süreyle toplamda 15 seans olarak terapötik US verdik. Çalışmamızda hastaların klinik değerlendirilmesinde Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketini, VAS ve SF-36 anketini kullandık. Terapötik US grubunda tedavi sonrasında BSŞS, BFDS skorları, VAS, SF-36 alt gruplarından fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlanmasında tedavi öncesine göre anlamlı iyileşmeler bulundu (p<0,05). Çalışmamızda kesikli uygulanan terapötik US grubunda klinik düzelme literatür bulguları ile uyumludur.

Literatürdeki çalışmalarda anlamlı iyileşme terapötik ultrasonun kesikli uygulamalarla 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta verilmesi ile sağlanmıştır. Bu uygulamalar farklı çalışmalarda 5 ila 15 dakika şeklinde verilmiştir (9,192). Çalışmamızda 1 W/cm<sup>2</sup>, 1:4 kesikli mod terapötik US 10 dakika süreyle verildi.

Literatürde terapötik ultrason tedavisi ile tedavi edilen KTS hastalarında randomize çalışmalardan bir tanesinde 1W/cm<sup>2</sup>, kesikli modda ve 1 MHz frekansta, 15 seans tedavi verilmiş, iki ve yedinci hafta takiplerinde plaseboya göre anlamlı şekilde ağrı ve parestezide azalma sağlanmıştır. Çalışmada hastalar semptom şiddeti ve fonksiyonel değerlendirmede anlamlı iyileşme belirtmişlerdir (9). Daha düşük kalitede farklı bir çalışmada 3MHz frekansta verilen 0,8 W/cm<sup>2</sup> ve 1,5 W/cm<sup>2</sup> terapötik ultrason uygulamaları plasebo ile karşılaştırılmış ve semptom şiddetinde anlamlı iyileşme tespit edilmemiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre; yüzeysel uygulanan, sürekli terapötik ultrasonun ağrıyı azalttığı buna karşılık plasebo ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı elektrofizyolojik iyileşme sağlamadığı belirtilmiştir (99).

### **5.10. Karpal Tünel Sendromunda Terapötik Ultrasonun Etkinliğinin Elektrodyagnostik Olarak Değerlendirilmesi**

Terapötik ultrasonun doku iyileşmesi, antiinflamatuvar etkisi klinik çalışmalarda gösterilmiştir (192). Terapötik ultrasonun sinir dokusu üzerindeki etkisi; periferik sinirleri selektif olarak ısıtması bu yolla iletideki impulsları etkileyebilmesi, membran geçirgenliği ve doku metabolizmasını arttırabilmesi şeklinde belirtilmiştir. Bu etkilerin ısıya bağlı olabileceği ve ağrı azalmasına yol açabileceği belirtilmiştir. Terapötik ultrasona duyarlılık ve lif çapı arasında ters ilişki mevcuttur. En küçük C lifleri en duyarlı iken, en geniş A liflerinin daha az etkilendiği bu seçici absorpsiyonun ağrı transmisyonunda azalmaya neden olabileceği belirtilmiştir (176). Elektrodyagnostik çalışmalarla kalın, myelinli liflerin tanısall amaçlı değerlendirilebildiği bilinmektedir (108). Bulguların elektrodyagnostik çalışmalara yansması sadece kalın liflerde ciddi demyelinizasyon ve akson kaybı olunca görülmekte, bunun yanında semptomlar başka mekanizmalarla da oluşabilmektedir (122). Çalışmamızda terapötik ultrasonun üç hafta verilmesi sonrası yapılan kontrolde elektrodyagnostik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzelme izlenmemiştir. Tedaviden sonra, kısa dönemde yapılan değerlendirmelerde tedavi etkileri elektrodyagnostik çalışmalara yansımamış olabilir. Ultrasonografik değerlendirmelerde anlamlı iyileşme izlenmiştir.

Terapötik ultrasonun doku stimule edici etkileri mevcuttur (184). Terapötik ultrason tedavisinin normal sinir dokusunda sinir iletimini arttırdığı, zarar görmüş dokularda iyileşmeyi hızlandırdığı literatürde bildirilmiştir (171,193).

Tuzak nöropatiye bağlı periferik sinir yaralanması olan bölgelere terapötik ultrason uygulanması ile ağrının azaldığı, sinir iyileşmesinin arttığı belirtilmiştir (194). Ebenbichler ve ark. ve O'Connor ve ark çalışmalarında kesikli 1MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup>, derin terapötik ultrason uygulamasında median sinir iletiminde anlamlı iyileşme belirtmişlerdir (9,16). Ebenbichler ve ark. terapötik ultrasonun kısa ve orta dönemde 6 aya varan tedavi etkinliği olduğunu, hafif ve orta şiddette KTS'de tedavide faydalı olabileceğini belirtmişlerdir (9). Tanuguchi ve ark tarafından yapılan, 8 aylık takibin olduğu

çalışmada hafif ve orta düzey KTS bulunan hastalarda kesikli, 1 W/cm<sup>2</sup> terapötik ultrason uygulanması ile hastalarda sürekli terapötik ultrason uygulanmasına göre semptomlarda ve median sinir ileti hızında daha fazla iyileşme tespit edilmiştir (195). O'Connor ve ark. çalışmalarında derin, kesikli terapötik ultrason ile 20 seans sonrası ağrı, duyu kaybı ve sinir iletiminde anlamlı iyileşme sağlamışlardır (16).

Bakhtiyari ve ark. KTS tedavisinde terapötik ultrasonun 1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>, 1:4 kesikli olarak uygulandığı hasta grubu ile düşük yoğunlukta lazer grubunu karşılaştırmışlardır. Terapötik ultrasonun lazer tedavisine göre daha etkili olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada sonuçlar elektrodyagnostik testlerle değerlendirildiğinde motor ve duyu latansları ortalamalarındaki değişiklikler büyükken, motor ve duyu amplidulerindeki ortalama değişiklikler küçük bulunmuştur. Tedavi etkinliğindeki bu farklılığın Caetano ve ark. tarafından belirtildiği gibi hafif ve orta KTS'de çoğu hastada miyelin tutulumu olmasına karşılık aksonal tutulumun her zaman görülmemesine bağlı olabileceği belirtilmiştir (184,196).

Ebenbichler ve ark. kesikli 1 MHz frekansta, 1 W/cm<sup>2</sup> derin terapötik ultrasonun 2 haftalık tedavisi sonunda motor latans, sinir iletim hızında anlamlı düzelme belirtmişlerdir (9). Öztaş ve ark. 0,8 W/cm<sup>2</sup> tedavi alan grupta 1,5 W/cm<sup>2</sup> tedavi alan gruba göre motor distal latansta anlamlı düzelme belirtmişlerdir. Sinir ileti hızlarında terapötik US gruplarında anlamlı değişiklik olmamıştır (99). Bilgici ve ark. 3 MHz frekansta, 1,5 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 5 dakika/gün olarak dört hafta verdikleri sürekli terapötik US ile lokal kortikosteroid enjeksiyonunu karşılaştırmışlardır. Terapötik US tedavisinden sonra azalan distal motor latansın tedaviden 7 hafta sonra arttığını belirtmişlerdir (185). Dinçer ve ark. 3 MHz frekansta, 1,0 W/cm<sup>2</sup>, sürekli, 3 dakika/gün olarak 2 hafta verdikleri terapötik US artı splint ile 2 hafta süreli lazer artı splint ve sadece splint tedavilerini karşılaştırmışlardır. Terapötik US artı splint tedavisinin 1 ve 3. ayın sonunda sadece splint alan gruba göre distal motor latans ve sinir iletim hızında daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (113). Ekim ve ark. sürekli 1,5 W/cm<sup>2</sup>, 3 MHz olarak, 5 dakika/gün, 2 hafta uyguladıkları terapötik US artı splint grubunu, splint artı

plasebo US ile karşılaştırmışlardır. İki haftalık tedavi sonunda terapötik US ve splint grubunun, splint artı yalancı terapötik US uygulamasına göre distal motor latans, duyuşal latans ve motor ileti hızında daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (187). Privaj ve ark. 0,5 W/cm<sup>2</sup>, 1 MHz, 10 dakika/gün, 4 hafta verdikleri terapötik US artı plasebo ilaç grubunu plasebo US ve diklofenak sodyum 75 mg/gün tedavisi ile karşılaştırmışlardır. Tedavi grupları arasında anlamlı farklar bildirmemişlerdir (189). Yıldız ve ark. 1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>, 15 dakika/gün, 2 hafta süreli terapötik US artı splint grubunu bu tedaviye eklenen ketoprofen jel ve yalancı US uygulaması ile karşılaştırmışlardır. Tedavinin bitimi olan ikinci hafta ve altıncı hafta sonunda anlamlı iyileşme bildirmemişlerdir (190,197).

Literatürdeki çalışmaların çoğu konservatif tedavilerin kombine edilmesi şeklinde düzenlenmişlerdir. Burada etkinliğin hangi tedaviden kaynaklandığı net değildir. Çalışmamızda hastalarda klinik ve ultrasonografik parametrelerdeki anlamlı düzelmeler oldu. Elektrodiagnostik verilerin değerlendirilmesinde kontrollerin tedaviden sonra yapılması çalışmamızın kısıtlılığıdır.

Terapötik US literatürde farklı şekillerde uygulanmıştır. Tedavi etkinlikleri üzerinde etkili olabilecek faktörler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Tedavi sonuçları, cihaz ve hasta seçimiyle ilgili faktörlerden etkilenebilir (94). Hastalık süresi için farklı yoğunluk tercihleri, frekansa bağılı olarak ulaşılan derinliğin değişmesi nedeniyle tedaviye alınan bölgedeki yumuşak doku kalınlığı gibi faktörler tedavi sonuçlarını etkileyebilir (97). Çalışmamızda hastaların yakınma süresi 6-48 ay arasında vücut kitle indeksleri 17,30-39,20 kg/m<sup>2</sup> arasında değişmekteydi. Terapötik US etkinliğinin gösterilmesinde doğru tanımlanmış gruplarda, iyi tanımlanmış lezyonlar için spesifik tedavi dozlarının ayarlandığı randomize çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

### **5.11. Karpal Tünel Sendromunda Terapötik Ultrasonun Etkinliğinin Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi**

Bilgimiz dahilinde KTS hastalarında konservatif tedavide uygulanan terapötik ultrasonun tanısal ultrasonografi ile değerlendirildiği çalışma sayısı kısıtlıdır.

Çalışmamızda terapötik US tedavisi alan hastalarda tedavi sonrasında ultrasonografik ölçümlerden volar bulging, median sinirin karpal tünel inlet ve proksimalindeki alan ölçüm değerlerinde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalma oldu. Tedavi öncesi ve sonrası arasında median sinirin karpal tünel inletindeki alan ölçümündeki azalma terapötik ultrason grubunda egzersiz grubuna göre anlamlı olarak daha fazlaydı ( $p<0,05$ ).

Terapötik US dozu ve tedaviye yanıtın incelendiği metanalizde SATA (spatial average temporal average) değeri ( $W/cm^2$ 'nin kesikli uygulamalarda tedavi verilen zamanın tüm zamana oranı ile çarpılması ile bulunur) için etkili tedavi aralığı  $0,16-0,50 W/cm^2$  arasında değişmektedir (97). Çalışmamızda terapötik US grubunda  $1 W/cm^2$ , 1:4 kesikli modda verdiğimiz yoğunlukta SATA değeri  $0,20 W/cm^2$  idi. Kullandığımız US başlığı için ERA (etkili yayılım alanı)  $5 cm^2$  idi. Bu etkili yayılım alanı için optimal tedavi alanı  $10 cm^2$  idi (93). Bu değerler bizim çalıştığımız el bileği bölgesine uyumludur (93).

Terapötik ultrasonun KTS hastalarında inflamasyonu azaltması ve zarar görmüş dokularda iyileşmeyi hızlandırması hastalarda tedavi sonrası görülen median sinir alanındaki ve fleksör retinaküler yerdeğiştirmedeki azalmayı açıklayabilir. Bu etkiler aynı zamanda hastaların klinik testlerdeki değişimleri ile uyumludur. Hastaların uzun dönem takiplerinde de ultrasonografiden yararlanılabileceği düşüncesindeyiz.

### **5.12. Tedavi Gruplarının Karşılaştırılması**

Çalışmamızda hem egzersiz hem de terapötik US grubunda VAS, BSŞS, BFDS, SF-36 subgruplarından fiziksel fonksiyon, ağrı, emosyonel ve fiziksel rol kısıtlılığı tedavi öncesinden sonrasına istatistiksel olarak anlamlı şekilde düzelmiştir ( $p<0,05$ ). Klinik değerlendirme testlerindeki tedavi

öncesinden sonrasına olan değişimlerde iki tedavi grubu arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ).

Elektrodiagnostik parametrelerde her iki grupta da tedavi ile anlamlı düzelme olmazken, USG verilerinde PA ve VB'de tedavi ile düzelme her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlıydı. İnlet alan ölçümünde azalma terapötik egzersiz grubunda istatistiksel olarak anlamlıdır ve egzersiz grubuna göre daha iyidir ( $p<0,05$ ).

Çalışmamızda terapötik ultrasonun KTS hastalarına uygulandığında ağrı azalması, fonksiyonel durum ve semptom şiddetinde iyileşmeye yol açması tedavinin, inflamasyonun azalmasına yol açarak zarar görmüş dokularda iyileşmeyi hızlandırması ile ilgili olabilir (176).

Çalışmamızdaki egzersiz grubunda nöral mobilizasyon egzersizleri uygulanmıştır. Sinirin etrafındaki adventisiyanın sinirin uzamasına imkan sağlamasından faydalanılarak uygulanan nöral mobilizasyon tedavileri el bilek hareketleri ile median sinirde kullanılmıştır. Bu hareketle intranöral ve ektranöral sıvı akışı sağlanmakta ve intranöral ödeme bağlı artmış basınç ve fibroblastik aktivite regüle edilebilmektedir (174).

Bu literatür bilgileri ışığında çalışmamızda kullandığımız terapötik US ve egzersiz tedavilerinin intranöral ödemi ve dokudaki inflamasyonu azaltma yoluyla median sinir alanında azalmaya neden olduğunu bu şekilde ağrı, semptom şiddet ve fonksiyonel durumda düzelme sağladığını düşünmekteyiz.

Çalışmaya alınan hastalar yaş ve cinsiyet kontrol altında tutularak geliş sırasına göre randomize edildi. Tedavi öncesi yapılan değerlendirmede terapötik US grubunda BSŞS, motor distal latans, İA ölçümleri istatistiksel olarak egzersiz grubundan daha yüksekti ( $p<0,05$ ). Hastaların klinik ve laboratuvar değerleri randomizasyonda kullanılmadığı için bu değerlendirmelerde iki grup arasındaki farkların önüne geçilemezdi. Ancak çalışmamızda tedavi öncesinde elektrodiagnostik testlerle sınıflandırılan hafif ve orta düzey KTS hastalarının dağılımında ve Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi skorlarına göre hastaların derecelendirilmesinde iki tedavi grubu arasında fark yoktu ( $p>0,05$ ). Çalışmamızda asıl olarak grupları tedavi

öncesinden sonrasına olan değişimleri açısından karşılaştırdık. Bütün bunları göz önüne aldığımızda tedavi öncesindeki değerlendirmelerde gruplar arasındaki sayısal farklılıkları göz ardı edebiliriz. Literatür araştırmamızda da çalışmamıza benzer olarak tedavi öncesi tedavi grupları arasında sayısal değerleri farklı olan ve tedavi öncesinden sonrasına olan değişimlerin karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır (9,198). Sonuçların tedavi etkinliklerini gösterdiği düşüncesindeyiz. Her iki grupta da tedavi sonrası klinik ve ultrasonografik değerlendirmelerde anlamlı iyileşme oldu, elektrodyagnostik değerlendirmelerde anlamlı iyileşme olmadı.

Hastaların ultrasonografik ve elektrodyagnostik verilerinin tedavi öncesinde randomizasyon için kullanılması, çalışmaya alınan hasta sayısının artırılması tedavi öncesi gruplar arasındaki farkların daha aza indirilmesinde faydalı olabilir.

Her iki grupta da fiziksel rahatsızlık nedeniyle tedavileri yarıda bırakan hasta olmamıştır.

Egzersiz grubunun tedaviyi hastaneye gelmeden devam ettirme olanağı hasta uyumu sağlanması durumunda bu tedavi yönteminin avantajı olabilir ve tedavi etkinliğinin daha uzun sürmesini sağlayabilir.

Terapötik US uygulamaları egzersiz tedavisine göre daha fazla sayıda çalışmada değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarda her iki tedavi de çoğunlukla diğer konservatif tedavilerle beraber uygulanmışlardır. Egzersiz tedavisinin karpal tünel sendromunda uygulanması ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda bu tedavilerin tek başlarına uygulandıklarında klinik testler ve USG ile tespit edilen ölçümlerde anlamlı düzelme sağladıklarını gördük. Her iki tedavide de elektrodyagnostik testlerde anlamlı düzelme olmadı. Tedavi sonrası değerlendirmeler çalışmamızda kısa dönemde yapılmıştır. Uzun dönem takibin faydalı olacağı düşüncesindeyiz

## VI. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Egzersiz tedavisi alan hastalarda tedavi sonrasında öncesine göre VAS, BSŞS, BFDS, SF-36 alt gruplarından fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlanmasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düzelme oldu ( $p<0,05$ ).
2. Egzersiz tedavisi alan hastalarda tedavi sonrasında öncesine göre ultrasonografik ölçümlerden volar bulging ve median sinirin karpal tünel proksimalindeki alan ölçüm değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldı ( $p<0,05$ ). Median sinirin karpal tünel inletindeki alan ölçüm değerleri sayısal olarak azaldı, istatistiksel olarak anlamlı değişiklik yoktu. Egzersiz tedavisinin intranöral ödemi ve dokudaki inflamasyonu azaltma yoluyla median sinir alanında azalmaya neden olduğunu bu şekilde ağrıda, semptom şiddet ve fonksiyonel durumda düzelme sağladığını düşünmekteyiz.
3. Egzersiz tedavisi alan hastalarda elektrodyagnostik parametrelerde tedavi sonrası ve öncesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).
4. Çalışmamızda hastalara egzersiz tedavisinde sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ve nöral mobilizasyon egzersizleri verildi. Tedaviyi rahatsızlık duyması nedeniyle yarıda bırakan hastamız olmadı. Hasta uyumu egzersiz tedavisinin etkinliği için önemlidir. Egzersiz tedavisi alan hastaların belli aralıklarla değerlendirilerek gerek görülmesi halinde tedavide değişiklik yapılabileceği düşüncesindeyiz. Hastane dışında ve süre kısıtlaması olmaksızın uygulanabilme avantajları nedeniyle çalışmamızda uygulanan egzersizlerin KTS tedavisinde kullanılabileceği düşüncesindeyiz. Literatürde egzersiz tedavisi ile ilgili çalışma sayısı azdır. Karpal tünel sendromunda uygulanacak egzersizlerle ilgili daha fazla randomize kontrollü çalışmanın yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.
5. Terapötik US tedavisi sonrası VAS, BSŞS, BFDS, SF-36 alt gruplarından fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlanmasında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düzelme oldu ( $p<0,05$ ).
6. Terapötik US grubunda hastalarda tedavi sonrasında ultrasonografik ölçümlerden volar bulging ve median sinirin karpal tünel inlet ve

proksimalindeki alan ölçüm değerleri tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldı ( $p<0,05$ ). Terapötik US tedavisinin elektordiyagnostik çalışmalar yanında ultrasonografi ile değerlendirilmesinin tedavi etkinliğini ve morfolojiyi göstermede faydalı olacağını düşünmekteyiz.

7. Terapötik US alan hastalarda elektordiyagnostik parametrelerde tedavi sonrası ve öncesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

8. Terapötik US'un 1 MHz frekansta,  $1W/cm^2$  yoğunlukta, 1:4 kesikli olarak, 10 dakika süreyle, haftada 5 seans, toplamda üç hafta süreyle verilmesi ile hastanın klinik ve ultrasonografik verilerinde istatistiksel anlamlı düzelme görüldü. Terapötik US literatürde çoğunlukla diğer konservatif tedavilerle beraber uygulanmıştır. Terapötik US çalışmalarında tedavi dozu etkinliğinin değerlendirilmesinde iyi tanımlanmış lezyonlar için spesifik tedavi dozlarının ayarlandığı randomize çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

9. Klinik durumu değerlendirdiğimiz VAS, BSŞS, BFDS'da tedavi öncesinden sonrasına olan değişimler arasında iki grup arasında anlamlı fark yoktu. Ultrasonografik değerlendirmelerde median sinirin karpal tünel inletindeki alan ölçümündeki azalma terapötik US grubunda egzersiz grubuna göre anlamlı olarak daha fazlaydı ( $p<0,05$ ). Karpal tünel sendromu konservatif tedavisinde hem kesikli terapötik US hem de egzersiz tedavisi etkin bulundu. Karpal tünel sendromunda ultrasonografik değerlendirmede en sık kullanılan ve spesifitesi en yüksek olan inletteki median alanı ölçümünde terapötik US grubunda anlamlı şekilde daha fazla iyileşme görüldü.

10. Çalışmamızda egzersiz ve terapötik ultrason tedavisi verilen hastaların kontrolünde elektordiyagnostik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı düzelme izlenmemiştir. Bu hastalarda klinik ve ultrasonografik parametrelerde anlamlı düzelmeler olmuştur. Ultrasonografi veya elektordiyagnostik ölçüm tek başına yapıldığında optimal değerlendirmeyi sağlamada yetersiz kalabilir. Tedavinin morfolojik etkileri daha erken görülebilir ancak morfolojideki bu değişikliklerin elektordiyagnostik çalışmayla saptanan sinir fonksiyonlarına yansması daha geç olabilir. Burada sinire basının süresi ve şiddetinin, buna bağlı olarak değişen derecelerde myelin ve,veya aksonal tutulum olmasının, bunların elektordiyagnostik çalışmalarla

belirlenebilmesinin de rolü bulunmaktadır. Çalışmamızda tedavi bitiminden hemen sonra değerlendirme yapıldığı için ultrasonografi ile saptadığımız bu morfolojik değişiklikler elektrofizyolojik çalışmalarımıza yansımamış olabilir. Bu nedenle elektrofizyolojik değişikliklerin izlenmesinde uzun süreli takiplerin gerektiğini, ultrasonografi ile morfolojik değişikliklerin erken saptanabileceğini düşünmekteyiz.

11. Tedavi öncesi ultrasonografik ve elektrodiagnostik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu yapıldı. Ultrasonografik ölçümlerden volar bulging ile VKİ ve duyusal latans arasında istatistiksel anlamlı korelasyon vardı ( $p<0,05$ ). Karpal tünelde distalde genişlemeyi ifade eden fleksör retinaküler yerdeğiştirme ile median sinirin demyelinizasyonu gösteren duyusal latans uzaması ilişkiliydi.

12. Ultrasonografi parametreleri klinik değerlendirme testleri ile korele edildi. Tüm hastalarda tedavi öncesinden sonrasına olan değişimlerin korelasyonu yapıldığında BFDS skoru değişimi ile karpal tünelin proksimalinde median sinir alan değişimi arasında orta güçlü ilişki bulundu ( $p<0,05$ ). Median sinir sıkışmasının düzeyi ultrasonografide kullanılan ölçümler üzerinde etkilidir. Daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi hastaların ultrasonografik takibinde karpal tünel içindeki inlet alan ölçümü ile beraber proksimal alan ölçümünün de kullanılmasının ek fayda sağladığını düşünmekteyiz.

13. Klinik değerlendirme testleri ile elektrodiagnostik parametreler arasındaki ilişkiyi değerlendirdik. Tedavi öncesinde tüm hastalarda yapılan korelasyonda VAS ile duyusal latans arasında orta güçlü ilişki bulundu ( $p<0,05$ ).

14. Çalışmamıza dahil edilen tüm hastalar hem tedavi öncesinde hem de tedavi sonrasında median sinirin karpal tünel inletindeki alan ölçümüne göre gruplara ayrıldığında bu gruplarda elektrodiagnostik ölçümlerde ve BKTSA skorlarında anlamlı farklılık izlenmedi ( $p>0,05$ ).

15. Çalışmamıza dahil edilen tüm hastalar hem tedavi öncesinde hem de sonrasında elektrodiagnostik çalışmalardaki tutulum şiddetlerine göre gruplara ayrılarak ultrasonografik ölçümler ve BKTSA skorları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi ( $p>0,05$ ).

16. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar tedavi öncesinde ve sonrasında BKTSA skorlarına göre derecelendirilerek elektrodyagnostik ölçümlerin dereceler arası farkları incelendi. Tedavi öncesi BSŞS ortalama skorlarına göre oluşturulan gruplarda hastalık şiddeti artışı ile distal motor latans değeri artışı, BFDS ortalama skorlarına göre oluşturulan gruplarda hastalık şiddeti artışı ile motor amplitud değerinde azalma arasındaki ilişki istatistiki olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Basıya bağlı demyelinizasyonu yansıtan motor latans uzaması ile semptom şiddeti, aksonal tutulumu yansıtan amplitud azalması ile fonksiyonel durum ortalama skorları arasında anlamlı ilişki vardı ( $p<0,05$ ). Tedavi öncesi ve sonrası BSŞS ve BFDS ortalama skorlarına göre ayrılan gruplarda diğer elektrodyagnostik ölçümler arasında anlamlı fark izlenmedi ( $p>0,05$ ).

17. Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi hastanın semptom ve fonksiyonel durumunu, ultrasonografi ölçümleri karpal tünel ve median sinirin morfolojisini değerlendirmektedir. Elektrodyagnostik çalışmaların KTS hasta takibinde ve tedavi yanıtın izlenmesinde hasta semptom ve fonksiyonlarını değerlendiren testler ve ultrasonografi ile beraber kullanılmasının faydalı olacağını düşünmekteyiz. Tedavi sonrası yapılacak kontrollerde elektrodyagnostik çalışmaların yanına ultrasonografik değerlendirmenin eklenmesi karpal tünelde morfolojiye ait faydalı ek bilgiler sunmaktadır.

## VII. ÖZET

### **Karpal tünel sendromunda median sinir germe egzersizleri ve kesikli ultrason tedavilerinin ultrasonografik ve elektrofizyolojik olarak karşılaştırılması**

#### **Amaç**

Çalışmanın amacı klinik ve elektrofizyolojik olarak hafif ve orta düzeyde karpal tünel sendromu tanısı almış hastalarda terapötik ultrason ve sinir germe egzersizlerinin kısa dönem tedavi etkinliklerinin klinik testler, elektrofizyolojik, ultrasonografik çalışmalarla karşılaştırılması, bununla beraber klinik, elektrofizyolojik ve ultrasonografik bulguların hastalığın izlenmesinde ve şiddetinin gösterilmesindeki rollerinin araştırılmasıdır.

#### **Materyal metod**

Çalışma etik kurul onayı sonrasında randomize kontrollü olarak tasarlandı. Çalışmaya alınan hastalar yaş ve cinsiyet kontrol altında tutularak geliş sırasına göre randomize edildi

Hafif ve orta düzeyde KTS tanısı elektrodyagnostik ve klinik olarak konmuş 40 hastaya ait 65 el bileği incelendi. Hastalardan 20 tanesi egzersiz grubunda (grup 1), 20 tanesi terapötik ultrason grubunda (grup 2) değerlendirildi. Çalışmamıza dahil edilen 40 hastanın 5'i (%12,5) erkek, 35'i (%87,5) kadındı. Hastaların ortalama yaş  $51,75 \pm 9,14$  idi. Yakınma süreleri ortalama  $14,85 \pm 7,37$  ay, vücut kitle indeksleri ortalama  $29,08 \pm 4,34$  kg/m<sup>2</sup> idi. Hastalardan 25 tanesinde (%62,5) bilateral, 15 hastanın (%37,5) tek taraflı KTS saptandı.

Tüm hastalar tedavi öncesi ve sonrasında klinik olarak Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi (BKTSA), SF-36, VAS, ultrasonografik olarak karpal tünel proksimalinde (radioulnar eklem seviyesi), karpal tünel inletinde (pisiform-skafoid kemik düzeyi) elipsoid yöntemle yapılan median sinir alanı ölçümleri, karpal tünel distalinde (hamatum-trapezium düzeyi) volar bulging ölçümleri ve elektrodyagnostik çalışmalar ile değerlendirildi. Tedavi öncesi ve sonrası BKTSA skorları belirlenerek klinik bulgular bu skorlara göre derecelendirildi. Ultrasonografide tespit edilen median sinirin karpal tünelin

inletindeki alan ölçümüne göre ultrasonografik tutulum derecelendirildi. Klinik testleri, ultrasonografik ve elektrodyagnostik çalışmalar tedavi öncesi ve sonrası birbirleri ile korele edildi.

Egzersiz tedavisinin median sinir ve tendon kaydırma egzersizleri ve nöral mobilizasyon egzersizleri olarak, günde 5 kez 10 tekrar şeklinde, her hareketi 5 saniye tutarak, üç hafta süreyle uygulanması önerildi. Terapötik US 1 MHz frekansta, 1:4 kesikli olarak, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, 10 dakika süreyle uygulandı. Tedavi 3 hafta süreyle, haftada 5 gün olarak verildi. Tedavi gruplarında tedaviyi yarıda bırakma olmadı.

### **Bulgular**

Tedavi sonrasında her iki grupta da VAS, Boston semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorlarında, SF-36 alt gruplarından fiziksel fonksiyon, ağrı, fiziksel ve emosyonel rol kısıtlanmasında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme oldu. Egzersiz grubunda karpal tünel proksimalinde median sinir alanı, volar bulging ölçümlerinde istatistiki anlamlı düzelme olurken terapötik US grubunda bu ölçümlere ek olarak karpal tünelin inletinde median sinir alanı ölçümlerinde istatistiki anlamlı düzelme oldu. Her iki tedavi grubunda da elektrodyagnostik verilerde tedavi sonrasında anlamlı farklılık olmadı.

İki tedavi grubu tedavi öncesinden sonrasına olan değişimler yönünden karşılaştırıldığında terapötik US grubundaki inlet median sinir alanındaki değişim egzersiz grubuna göre istatistiki olarak daha fazlaydı ( $p<0,05$ ).

Tedavi öncesi ultrasonografik ve elektrodyagnostik ölçümlerle demografik verilerin korelasyonu yapıldı. Ultrasonografik ölçümlerden volar bulging ile VKİ arasında orta güçlü pozitif korelasyon vardı. Vücut kitle indeksi ile duyusal latans arasında orta güçlü pozitif ilişki vardı. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar tedavi öncesinde ve sonrasında Boston anketi ortalama skorlarına göre gruplara ayrılarak elektrodyagnostik ölçümlerin gruplar arası farkı incelendi. Tedavi öncesi BSŞS ortalama skorlarına göre oluşturulan gruplarda hastalık şiddeti artışı ile distal motor latans değeri artışı, BFDS ortalama skorlarına göre oluşturulan gruplarda hastalık şiddeti artışı ile motor amplitud değerinde azalma arasındaki ilişki istatistiki olarak

anlamliydy ( $p<0,05$ ). Tüm hastalar elektrodyagnostik tutulum Şiddetine göre gruplara ayrıldığında bu gruplarda Boston semptom Şiddeti ve fonksiyonel durum skorları yönünden anlamlı fark izlenmedi. Tedavi öncesinde yapılan korelasyonda VAS ile duyusal latans, tedavi öncesinden sonrasına olan değişimler arasındaki korelasyonda BFDS değişimi ile proksimalde median sinir alanı değişimi arasında orta güçlü pozitif ilişki bulundu.

Çalışmamıza alınan tüm hastalar elektrodyagnostik tutulum Şiddetine göre hem tedavi öncesinde hem de tedavi sonrasında hafif ve orta KTS olarak gruplara ayrıldı. Bu gruplar arasında ultrasonografik ölçüm değerleri karşılaştırıldığında anlamlı fark izlenmedi.

### **Sonuç**

Karpal tünel sendromu konservatif tedavisinde hem kesikli terapötik US hem de egzersiz tedavisi etkili bulunmuştur. Karpal tünel sendromunda ultrasonografik değerlendirmede en sık kullanılan ve spesifitesi en yüksek olan inletteki median alanı ölçümünde terapötik US grubunda anlamlı şekilde daha fazla iyileşme görülmüştür.

Karpal tünel ve median sinir morfolojisi hakkında önemli bilgiler veren ultrasonografinin KTS'da tanıda ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde elektrodyagnostik çalışmalarla birlikte kullanılmasının faydalı olacağı düşüncesindeyiz.

Anahtar kelimeler: terapötik kesikli ultrason, median sinir, tendon kaydırma egzersizleri, nral mobilizasyon, karpal tnel sendromu, inlet alan, fleksör retinaküler yerdeğiştirme, Boston Karpal Tnel Sorgulama Anketi

## VIII. ABSTRACT

### **Electrophysiological and Ultrasonographic Comparison of the Median Nerve Stretching Exercises and Pulsed Ultrasound Treatment in Carpal Tunnel Syndrome**

#### **Objective**

The aim of this study is to compare the short-term treatment of therapeutic ultrasound and nerve stretching exercises with clinical testing and electrophysiological and ultrasonographic studies in patients who were clinically and electrophysiologically diagnosed as mild to moderate carpal tunnel syndrome. Besides, our aim is to investigate the role of clinical, electrophysiological and ultrasonographic findings in monitoring of disease and demonstrating disease severity.

#### **Methods**

The study was designed as a randomized-controlled trial after the approval of the ethics committee. Patients included in the study were randomized into two groups considering age and gender through arrival order.

65 wrists of 40 patients, who were electrodiagnostically and clinically diagnosed as mild or moderate CTS, were studied. 20 of the patients were evaluated in the exercise group (group 1), and 20 of them were evaluated in the therapeutic ultrasound group (group 2). 5 of the 40 patients (12.5%) included in the study were men and 35 of them (87.5%) were female. The mean age of the patients was  $51,75 \pm 9,14$ . The average duration of symptoms was  $14.85 \pm 7.37$  months, and the mean body mass index was  $29.08 \pm 4.34$  kg/m<sup>2</sup>. In 25 patients (62.5%) bilateral and in 15 patients (37.5%) unilateral carpal tunnel syndrome were diagnosed.

Before and after treatment, all patients were clinically evaluated by Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ), SF-36, VAS, ultrasonographic measurements of the median nerve area made by the ellipsoid method in the proximal carpal tunnel (at the radioulnar joint level) and in the carpal tunnel inlet (at pisiform-scaphoid bone level), volar bulging measurements in the

distal carpal tunnel (at hamatum-trapezium level) and electrodiagnostic studies. BCTQ scores were determined before and after treatment, and clinical findings were graded according to these scores. The ultrasonographic involvement was graded based on the ultrasonographic measurement of the median nerve area in the carpal tunnel inlet. Clinical tests, ultrasonographic and electrodiagnostic studies before and after treatment were correlated with each other.

As the exercise therapy, the application of median nerve and tendon gliding exercises and neural mobilization exercises for three weeks (5 times a day, 10 reps, holding each position for 5 seconds) was suggested. In the therapeutic US group, the 1:4 pulsed US, in 1 MHz frequency and 1 W / cm<sup>2</sup> at a density was applied for 10 minutes. The treatment was applied 5 days per week for 3 weeks. In the treatment groups, none of the patients discontinued the treatment.

### **Results**

After treatment, in both groups, there has been statistically significant improvement in terms of VAS, Boston symptom severity and functional status scores, physical function, pain, physical and emotional role limitations at SF-36 sub-groups. In the exercise group, there was significant improvement in median nerve area in the carpal tunnel proximal and volar bulging measurements. In the therapeutic US group, in addition to these measurements, statistically significant improvement in median nerve area measurements in the carpal tunnel inlet was noted. After treatment, electrodiagnostic data did not differ significantly in both treatment groups.

When the two treatment groups were compared in terms of the changes after the treatment, the changes in the inlet median area of the therapeutic US group were statistically higher than those of the exercise group ( $p < 0.05$ ).

Before treatment, ultrasonographic and electrodiagnostic measurements were correlated with demographic data. Ultrasonographic measurement of the volar bulging had a moderate positive correlation with BMI. There was moderate positive relationship between sensory latency and

BMI. Before and after treatment, all the patients included in the study were divided into groups according to the average score of the Boston questionnaire, and electrodiagnostic measurements, and differences between the groups were examined. Before treatment, in the groups created according to the average value of BSSS (Boston Symptom Severity Scale), the increase in disease severity and motor latency value was statistically meaningful; in the groups created according to mean scores of BFSS (Boston Functional Status Scale), the increase in disease severity and the decrease in motor amplitude scores were statistically meaningful ( $p < 0,05$ ). When patients were divided into groups according to the severity of electrodiagnostic involvement, in these groups no significant differences were observed in terms of the Boston symptom severity and functional status scores. Before treatment, there was moderate correlation between VAS and sensory latency, and the correlation made before and after the treatment between BFSS change and the change in the proximal area of the median nerve demonstrated moderate positive relationship ( $p < 0,05$ ).

Both before and after treatment, all the patients included in the study were divided into groups of mild and moderate CTS according to the severity of electrodiagnostic involvement. The comparison of ultrasonographic measurements presented no significant difference between the groups.

### **Conclusion**

In the conservative treatment of carpal tunnel syndrome, both the pulsed therapeutic US and the exercise therapy have been found effective. According to the median area measurement at the inlet, which is the most commonly used method with the highest specificity in the ultrasonographic evaluation of CTS, a significantly greater improvement was observed in the therapeutic US group.

We believe that the use of ultrasonography together with electrodiagnostic studies provides important information about the morphology of median nerve and carpal tunnel, and it would be helpful in the diagnosis of CTS and the evaluation of the treatment.

Key words: therapeutic pulsed ultrasound, the median nerve, tendon gliding exercises, neural mobilization, carpal tunnel syndrome, inlet area, displacement of the flexor retinaculum, Boston Carpal Tunnel Questionnaire

## IX. EKLER

### Ek 1 HASTA TAKİP FORMU

**' KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA MEDİAN SİNİR GERME EGZERSİZLERİ VE KESİKLİ ULTRASON TEDAVİLERİNİN ULTRASONOGRAFİK VE ELEKTROFİZYOLOJİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI '** çalışması için hasta takip formu

1. Muayene tarihi:

2. Protokol no:

3. Sıra no:

4. Adı soyadı:

5. Cinsiyeti:

6. Adres:

7. Tel:

8. Doğum Tarihi: Yaş:

9. Meslek:

10. Boy: kilo: kg BMI:  $\text{kg/m}^2$

11. Ek hastalık: yok var

Kalp Hast:

Malignensi:

HT:

Hepatobilier

Hastalık:

SVH:

Renal Hastalık:

Periferik Arter Hastalığı:

Romatizmal

Hastalık:

DM:

Gastrointestinal

Hastalık:

Akciğer Hastalığı:

12. Kullandığı ilaçlar:

13. Daha önceden karpal tünel sendromu için alınan tedaviler

## Ek 2 SF-36 SAĞLIK TARAMASI SORGULAMA FORMU ve VAS

### SF 36 SORGULAMA FORMU:

Aşağıdaki sorular sağlığını, kendinizi nasıl hissettiğiniz ve günlük işlerinizi nasıl yaptığınızla ilgili görüşleriniz için hazırlanmıştır. Herhangi bir soru hakkında endişeniz varsa, en doğru cevabı vermeye çalışın ve açıklayınız.

Lütfen birini işaretleyiniz.

Sağlığınız tanımı ve değerlendirilmesi:

1. Genel olarak sağlığınızı nasıl değerlendirirsiniz?

- a. Mükemmel
- b. Çok iyi
- c. İyi
- d. Fena değil
- e. Kötü

2. Geçen seneye karşılaştırıldığında şimdi sağlığınızı nasıl değerlendirirsiniz?

- a. Bir yıl öncesine göre çok daha iyi
- b. Bir yıl öncesine göre daha iyi
- c. Hemen hemen aynı
- d. Bir yıl öncesine göre daha kötü
- e. Bir yıl öncesinden çok daha kötü

3. Aşağıdakiler normal olarak gün içerisinde yapıyor olabileceğiniz bazı faaliyetlerdir. Şu sıralarda sağlığınız sizi şu faaliyetler bakımından kısıtlıyor mu? Kısıtlıyorsa ne kadar?

**Ek 2 DEVAMI**

|                                                                                                      | Evet,<br>oldukça<br>kısıtlıyor | Evet,<br>biraz<br>kısıtlıyor | Hayır, hiç<br>kısıtlamıyor |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| a. Kuvvet gerektiren faaliyetler<br>örneğin ağır eşyalar kaldırma,<br>futbol gibi sporlara uğraşma   | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| b. Orta zorlukta faaliyetler,<br>örneğin masa kaldırmak,<br>süpürmek, yürüyüş gibi hafif spor yapmak | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| c. Çarşı, pazar torbalarını taşımak                                                                  | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| d. Birkaç kat merdiven çıkma                                                                         | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| e. Bir kat merdiven çıkmak                                                                           | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| f. Eğilmek, diz çökmek, yerden bir şey almak                                                         | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| g. Bir kilometreden fazla yürümek                                                                    | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| h. Birkaç yüz metre yürümek                                                                          | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| İ. Yüz metre yürümek                                                                                 | (1)                            | (2)                          | (3)                        |
| j. Yıkanmak yada giyinmek                                                                            | (1)                            | (2)                          | (3)                        |

4. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde işinizde veya diğer günlük faaliyetlerinizde bedensel sağlığınız nedeniyle aşağıdaki sorunların herhangi biriyle karşılaştınız mı?

|                                                                                       | Evet | Hayır |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| a. İş yada iş dışı uğraşlarınıza verdiğiniz zamanı kısmak zorunda kalmak?             | (1)  | (2)   |
| b. Yapmak istediğinizden daha azını yapabilmek? (bitmeyen proje, temizlenmeyen ev...) | (1)  | (2)   |
| c. Yapabildiğiniz iş türünde yada diğer faaliyetlerinizde kısıtlanmak?                | (1)  | (2)   |
| d. İşiniz yada diğer uğraşları yapmakta zorlanmak?                                    | (1)  | (2)   |

5. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde işinizde veya diğer günlük faaliyetlerinizde duygusal problemleriniz nedeniyle (üzüntülü ya da kaygılı olmak gibi) aşağıdaki sorunların herhangi biriyle karşılaştınız mı?

|                                                                                       | Evet | Hayır |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| a. İş yada iş dışı uğraşlarınıza verdiğiniz zamanı kısmak zorunda kalmak?             | (1)  | (2)   |
| b. Yapmak istediğinizden daha azını yapabilmek? (bitmeyen proje, temizlenmeyen ev...) | (1)  | (2)   |
| c. İş yada diğer uğraşları her zamanki gibi dikkatlice yapamamak?                     | (1)  | (2)   |

6. Son bir ay (4 hafta) içerisinde bedensel sağlığınız veya duygusal problemleriniz, aileniz, arkadaşlarınız, komşularınızla ya da diğer gruplarla olan normal olarak yaptığınız sosyal faaliyetlere ne kadar engel oldu?

Birini işaretleyin:

- a. Hiç
- b. Biraz
- c. Orta derecede
- d. Epeyce
- e. Çok fazla

7. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde ne kadar bedensel ağrınız oldu?

Birini işaretleyin:

- a. Hiç
- b. Çok hafif
- c. Hafif
- d. Aşırı derecede
- e. Çok aşırı derecede

8. Son bir ay (4 hafta), ağrı normal işinize (ev dışında ve ev işi) ne kadar engel oldu?

Birini işaretleyin:

- a. Hiç olmadı
- b. Biraz
- c. Orta derece
- d. Epeyce
- e. Çok fazla

9. Aşağıdaki sorular geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde kendinizi nasıl hissettiğinizle ve işlerin sizin için nasıl gittiğiyle ilgilidir. Lütfen her soru için

**Ek 2 DEVAMI**

nasıl hissettiğinize en yakın olan cevabı verin. Geçtiğimiz 4 hafta içindeki sürenin ne kadarı

|                                                                                     | Her zaman | Çoğu zaman | Epeyce | Arada sırada | Çok ender | Hiçbir zaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------|--------------|-----------|--------------|
| a. Kendinizi hayat dolu hissettiniz?                                                | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| b. Çok sinirli bir kişi oldunuz?                                                    | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| c. Hiçbir şeyin sizi neşelendiremeyeceği kadar moraliniz bozuk ve kötü hissettiniz? | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| d. Sakin ve huzurlu hissettiniz?                                                    | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| e. Çok enerjiniz oldu?                                                              | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| f. Mutsuz ve kederli oldunuz?                                                       | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| g. Yıpranmış, tükenmiş hissettiniz mi?                                              | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| h. Kendinizi bitkin hissettiniz?                                                    | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |
| i. Yorgun hissettiniz?                                                              | (1)       | (2)        | (3)    | (4)          | (5)       | (6)          |

10. Geçtiğimiz bir ay (4 hafta) içerisinde, bu sürenin ne kadarında bedensel sağlığınız ya da duygusal problemlerinizi sosyal faaliyetlerinize (arkadaş, akraba ziyareti gibi) engel oldu?

Birini işaretleyin:

- a. Her zaman
- b. Çoğu zaman
- c. Bazen
- d. Çok ender
- e. Hiçbir zaman

11.Aşağıdaki sorulardan size en uygun olan doğru veya yanlış seçiniz.

|                                              | Kesin<br>doğru | Kısmen<br>doğru | Emin<br>değil | Kısmen<br>yanlış | Kesin<br>yanlış |
|----------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|
| a. Diğer insanlardan kolay hastalanıyorum    | (1)            | (2)             | (3)           | (4)              | (5)             |
| b. Bildiğim diğer insanlar kadar sağlıklıyım | (1)            | (2)             | (3)           | (4)              | (5)             |
| c. Sağlığımın kötüye gideceğini bekliyorum   | (1)            | (2)             | (3)           | (4)              | (5)             |
| d. Sağlığım mükemmel                         | (1)            | (2)             | (3)           | (4)              | (5)             |

### VAS (10CM)

HASTANIN GÜNLÜK AKTİVİTELERDEKİ AĞRI YAKINMALARINI DEĞERLENDİRİLMESİ (10 cm VAS)



### **Ek 3 BOSTON KARPAL TÜNEL SORGULAMA ANKETİ**

**HASTANIN ADI SOYADI:**

**TARİH:**

**HASTA NO:**

### **BOSTON KARPAL TÜNEL SORGULAMA ANKETİ**

#### **1) SEMPTOM ŞİDDETİ SKALASI**

A- Gece olan el ya da el bileği ağrınız ne kadar şiddetlidir?

- 1- Geceleri el ya da el bileği ağrım olmuyor.
- 2- Hafif ağrı
- 3- Orta derecede ağrı
- 4- Şiddetli ağrı
- 5- Dayanılmaz, çok şiddetli ağrı

B- Son iki hafta içerisinde, el ya da el bileği ağrısı nedeniyle bir gecede ortalama kaç kere uyandınız?

- 1- Hiç
- 2- Gecede 1 kez
- 3- Gecede 2–3 kez
- 4- gecede 4–5 kez
- 5- Gecede 5 kezden fazla

C- Gündüz ne kadar el ya da el bileği ağrınız olur?

- 1- Gündüzleri el ya da el bileği ağrım olmuyor.
- 2- Hafif ağrı
- 3- Orta derecede ağrı
- 4- Şiddetli ağrı
- 5- Dayanılmaz, çok Şiddetli ağrı

### **Ek 3 DEVAMI**

D- Gündüz ne sıklıkta, kaç kere ağrınız olur?

- 1- Hiç
- 2- Günde 1–2 kez
- 3- Günde 3–4 kez
- 4- Günde 5 kezden fazla
- 5- Devamlı ağrı oluyor.

E- Gündüz ağrınız başladımı ortalama ne kadar sürer?

- 1- Gündüzleri el ya da el bileği ağrı olmuyor.
- 2- 10 dakikadan az
- 3- 10–60 dakika arası
- 4- 60 dakikadan uzun
- 5- Tüm gün ağrı oluyor.

F- Elinizde uyuşukluk (hissizlik) oluyor mu?

- 1- Yok
- 2- Hafif uyuşukluk, hissizlik var.
- 3- Orta derecede uyuşukluk, hissizlik var.
- 4- Çok rahatsız edici uyuşukluk, hissizlik var.
- 5- Dayanılmaz uyuşukluk, hissizlik var.

G- Elinizde ya da el bileğinizde güçsüzlük/ zayıflık var mı?

- 1- Yok
- 2- Hafif zayıflık var.
- 3- Orta derecede zayıflık var.
- 4- Çok rahatsız edici zayıflık var.
- 5- Felç gibi, çok şiddetli zayıflık var.

H- Elinizde karıncalanma hissi ne kadar oluyor?

- 1- Yok
- 2- Hafif karıncalanma hissi var.

### **Ek 3 DEVAMI**

3- Orta karıncalanma hissi var.

4- Çok rahatsız edici karıncalanma hissi var.

5- Dayanılmaz karıncalanma hissi var.

Ğ- Gece elinizde ne şiddette uyuşukluk ve hissizlik oluyor?

1- Yok

2- Hafif

3- Orta

4- Çok rahatsız edici

5- Dayanılmaz

J- Son iki hafta içerisinde, uyuşukluk veya karıncalanma nedeniyle ortalama bir

gecede kaç kez uyandınız?

1- Hiç

2- Gecede 1 kez

3- Gecede 2-3 kez

4- Gecede 4-5 kez

5- Gecede 5 kezden fazla

K- Anahtar ve kalem gibi küçük cisimleri tutmak veya kullanmakta güçlük çekiyor musunuz?

1- Hayır, güçlük çekmiyorum

2- Hafif

3- Orta

4- Oldukça

5- Yapamıyorum.

### **Ek 3 DEVAMI**

#### **2) FONKSİYONEL KAPASİTE SKALASI**

A- Şikayetiniz yazı yazarken kullandığınız elde ise yazı yazmayı, şikayetiniz diğer elde ise yazı yazmaya benzer ince bir işi;

- 1- Rahat yapıyorum
- 2- Hafif zorlanıyorum
- 3- Orta derecede zorlanıyorum
- 4- Çok zorlukla yapıyorum
- 5- El ya da el bileği sorunun nedeniyle hiç yapamıyorum

B- Elbiselerinizin düğmelerini açıp kapamada;

- 1- Hiç sorunun yok
- 2- Hafif zorlanıyorum
- 3- Orta derecede zorlanıyorum
- 4- Çok zorlukla düğmeliyorum
- 5- Hiç düğmelemiyorum

C- Okurken kitabı rahatsız elimle;

- 1- Rahat tutuyorum
- 2- Kitabı tutmakta hafif zorlanıyorum
- 3- Kitabı tutmakta orta derecede zorlanıyorum
- 4- Kitabı çok zorlukla tutabiliyorum
- 5- Kitabı elimle hiç tutamıyorum

D- Rahatsız olan elimle telefonu veya bıçağı;

- 1- Tutmamda problem yok
- 2- Tutmakta hafif zorlanıyorum
- 3- Tutmakta orta derecede zorlanıyorum
- 4- Çok zorlukla tutabiliyorum
- 5- Hiç tutamıyorum

E- Rahatsız olan elimle kavanoz gibi çevirmeli kapağı olan bir nesnenin kapağını açmakta;

- 1- Dönen kapağı açmakta problemim olmuyor
- 2- Dönen kapağı açarken hafif zorlanıyorum
- 3- Dönen kapağı açarken oldukça zorlanıyorum
- 4- Dönen kapağı çok zorlukla açabiliyorum
- 5- Dönen kapakları hiç açamaz durumdayım

F- Evde veya işteki günlük işlerimi yapmada;

- 1- Günlük işlerimi yapmamda sorun yok
- 2- Günlük işlerimi yaparken hafif zorlanıyorum
- 3- Günlük işlerimi yaparken oldukça zorlanıyorum
- 4- Günlük işlerimi çok zorlukla yapıyorum
- 5- Artık günlük işlerimi yapamaz durumdayım

G- Elimde torba, çanta gibi eşyaları taşıırken;

- 1- Elimde bir şey taşımamda da sorun yok
- 2- Elimde bir şey taşıırken hafif zorlanıyorum
- 3- Elimde bir şey taşıırken oldukça zorlanıyorum
- 4- Elimde bir şeyi çok zorlukla taşıyorum
- 5- Elimde hiçbir şey taşıyamıyorum

H- Banyo yaparken ve giyinirken;

- 1- Banyo yapmamda ve giyinmemde sorun yok
- 2- Banyo yaparken ve giyinirken hafif zorlanıyorum
- 3- Banyo yaparken ve giyinirken oldukça zorlanıyorum
- 4- Zorla banyo yapabiliyor ve çok zorlukla giyinebiliyorum
- 5- Kendi kendime banyo yapamaz ve giyinip soyunamaz haldeyim.

**SEMPATOM SİDDETİ SKALASI:**

**FONKSİYONEL KAPASİTE SKALASI:**

**Ek 4 KARPAL TÜNEL SEVİYESİNDE YAPILAN ULTRASONOGRAFİ  
ÖLÇÜMLERİ**

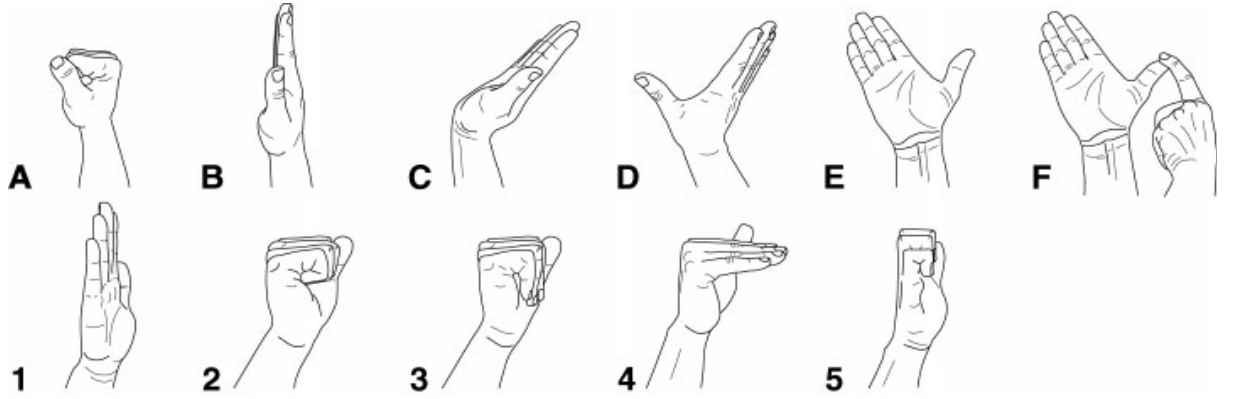
**HASTANIN ADI SOYADI:**

**TARİH:**

**HASTA NO:**

| ÖLÇÜMLER<br>(ÖLÇÜM YERLERİ)                                                                      | TEDAVİ ÖNCESİ<br>ÖLÇÜMLER | TEDAVİ<br>SONRASI<br>ÖLÇÜMLER |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| KARPAL TÜNEL<br>PROKSİMALİNDE<br>N. MEDİANUS ALANI ÖLÇÜMÜ<br>(DİSTAL RADİYUS) (mm <sup>2</sup> ) |                           |                               |
| KARPAL TÜNEL İNLETİNDE<br>N. MEDİANUS ALANI ÖLÇÜMÜ<br>(PSİFORM –SKAFOİD) (mm <sup>2</sup> )      |                           |                               |
| KARPAL TÜNEL DİSTALİNDE<br>VOLAR BULGİNG ÖLÇÜMÜ (mm)<br>(HAMATUM-TRAPEZIUM)                      |                           |                               |

## Ek 5 HASTA EGZERSİZ FORMU



**ŞEKİL 1.**

**(A-F) Sinir Kaydırma Egzersizleri**

**(1-5) Tendon kaydırma egzersizleri**



**ŞEKİL 2.**

**Nöral mobilizasyon egzersizleri**

**Egzersizler günde 5 kez, 10 tekrar şeklinde uygulanacaktır. Her egzersiz için 5 saniye bekleme süresi önerilir.**

## X. KAYNAKLAR

1. Alfonso C, Jann S, Massa R et al. Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. *Neurol Sci* 2010; 31: 243-252
2. de Krom MC, Knipschild PG, Kester AD et al. Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population. *J Clin Epidemiol* 1992; 45: 373-376
3. Mondelli M, Giannini F, Giacchi M. Carpal tunnel syndrome incidence in a general population. *Neurology* 2002; 58: 289-294
4. Aroori S, Spence RA. Carpal tunnel syndrome. *Ulster Med J* 2008; 77: 6-17
5. Padua L, Martinoli C. From square to cube: ultrasound as a natural complement of neurophysiology. *Clin Neurophysiol* 2008; 119: 1217-1218
6. Rozmaryn LM, Dovellet S, Rothman ER et al. Nerve and tendon gliding exercises and the conservative management of carpal tunnel syndrome. *J Hand Ther* 1998; 11: 171-179
7. Akalin E, El O, Peker O et al. Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 108-113
8. Tikiz C, Duruoğlu T, Unlu Z et al. Comparison of the Efficacy of Low-Level Laser Therapy and Pulsed Ultrasound Treatment in Carpal Tunnel Syndrome: A Placebo-Controlled Study. *Turkiye Fiziksel Tip Ve Rehabilitasyon Dergisi-Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 2013; 59: 201-208
9. Ebenbichler GR, Resch KL, Nicolakis P et al. Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised "sham" controlled trial. *BMJ* 1998; 316: 731-735
10. Burke FD, Ellis J, McKenna H et al. Primary care management of carpal tunnel syndrome. *Postgrad Med J* 2003; 79: 433-437

11. Totten PA, Hunter JM. Therapeutic techniques to enhance nerve gliding in thoracic outlet syndrome and carpal tunnel syndrome. *Hand Clin* 1991; 7: 505-520
12. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol* 2002; 113: 1373-1381
13. Rhomberg M, Herczeg E, Piza-Katzer H. Pitfalls in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Eur J Pediatr Surg* 2002; 12: 67-70
14. Schuind F, Ventura M, Pasteels JL. Idiopathic carpal tunnel syndrome: histologic study of flexor tendon synovium. *J Hand Surg Am* 1990; 15: 497-503
15. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T et al. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76: 1103-1108
16. O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2003: CD003219
17. Jablecki CK, Andary MT, Floeter MK et al. Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology* 2002; 58: 1589-1592
18. [Anonymous]. Practice parameter for carpal tunnel syndrome (summary statement). Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 1993; 43: 2406-2409
19. Steinberg DR, Szabo RM. Anatomy of the median nerve at the wrist. Open carpal tunnel release--classic. *Hand Clin* 1996; 12: 259-269
20. Cobb TK, Dalley BK, Posteraro RH et al. Anatomy of the flexor retinaculum. *J Hand Surg Am* 1993; 18: 91-99
21. Demircay E, Civelek E, Cansever T et al. Anatomic variations of the median nerve in the carpal tunnel: a brief review of the literature. *Turk Neurosurg* 2011; 21: 388-396

22. Padua L, Lo Monaco M, Padua R et al. Neurophysiological classification of carpal tunnel syndrome: assessment of 600 symptomatic hands. *Ital J Neurol Sci* 1997; 18: 145-150
23. Kostopoulos D. Treatment of Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Non-Surgical Approaches with Emphasis in Neural Mobilization. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2004; 8: 2-8
24. Bleecker ML, Bohlman M, Moreland R et al. Carpal tunnel syndrome: role of carpal canal size. *Neurology* 1985; 35: 1599-1604
25. Piazzini DB, Aprile I, Ferrara PE et al. A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clin Rehabil* 2007; 21: 299-314
26. Netter F. Üst Ekstremité. In: Editörü) CMÇ ed, İnsan Anatomisi Atlası (Atlas of Human Anatomy). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2005: 399-466
27. Johnson RK, Shrewsbury MM. Anatomical course of the thenar branch of the median nerve--usually in a separate tunnel through the transverse carpal ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1970; 52: 269-273
28. Schmidt H. Normal anatomy and variations of the median nerve in the carpal tunnel. In: Luchetti R, Amadio P eds, *Carpal tunnel syndrome*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer; 2007: 13-20
29. Nakamichi K, Tachibana S. Restricted motion of the median nerve in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br* 1995; 20: 460-464
30. Harness D, Sekeles E. The double anastomotic innervation of thenar muscles. *J Anat* 1971; 109: 461-466
31. Preston D, Shapiro B. Median neuropathy at the wrist, ulnar neuropathy at the elbow. In, *Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical Electrophysiologic correlations*. Philadelphia: Elsevier; 2005
32. Pacek CA, Tang J, Goitz RJ et al. Morphological analysis of the carpal tunnel. *Hand (N Y)* 2010; 5: 77-81
33. Cantatore FP, Dell'Accio F, Lapadula G. Carpal tunnel syndrome: a review. *Clin Rheumatol* 1997; 16: 596-603

34. Lozano-Calderon S, Anthony S, Ring D. The quality and strength of evidence for etiology: example of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 2008; 33: 525-538
35. Kuhlman KA, Hennessey WJ. Sensitivity and specificity of carpal tunnel syndrome signs. *Am J Phys Med Rehabil* 1997; 76: 451-457
36. Kerr CD, Sybert DR, Albarracin NS. An analysis of the flexor synovium in idiopathic carpal tunnel syndrome: report of 625 cases. *J Hand Surg Am* 1992; 17: 1028-1030
37. Rempel D, Bach JM, Gordon L et al. Effects of forearm pronation/supination on carpal tunnel pressure. *J Hand Surg Am* 1998; 23: 38-42
38. Nathan PA, Istvan JA, Meadows KD. A longitudinal study of predictors of research-defined carpal tunnel syndrome in industrial workers: findings at 17 years. *J Hand Surg Br* 2005; 30: 593-598
39. Palmer KT, Harris EC, Coggon D. Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic literature review. *Occup Med (Lond)* 2007; 57: 57-66
40. Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. Seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48: 211-228
41. Lundborg G. A 25-year perspective of peripheral nerve surgery: evolving neuroscientific concepts and clinical significance. *J Hand Surg Am* 2000; 25: 391-414
42. Gelberman RH, Rydevik BL, Pess GM et al. Carpal tunnel syndrome. A scientific basis for clinical care. *Orthop Clin North Am* 1988; 19: 115-124
43. Ikeda K, Osamura N, Tomita K. Segmental carpal canal pressure in patients with carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 925-929
44. Okutsu I, Ninomiya S, Hamanaka I et al. Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71: 679-683

45. Sanz J, Lizaur A, Sanchez Del Campo F. Postoperative changes of carpal canal pressure in carpal tunnel syndrome: a prospective study with follow-up of 1 year. *J Hand Surg Br* 2005; 30: 611-614
46. Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve compression. *Hand Clin* 2002; 18: 231-241
47. Arons JA, Collins N, Arons MS. Results of treatment of carpal tunnel syndrome with associated hourglass deformity of the median nerve. *J Hand Surg Am* 1999; 24: 1192-1195
48. Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Pathophysiology of nerve compression syndromes: response of peripheral nerves to loading. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 1600-1610
49. Haase J. Carpal tunnel syndrome--a comprehensive review. *Adv Tech Stand Neurosurg* 2007; 32: 175-249
50. Nishimura A, Ogura T, Hase H et al. A correlative electrophysiologic study of nerve fiber involvement in carpal tunnel syndrome using current perception thresholds. *Clin Neurophysiol* 2004; 115: 1921-1924
51. Orlin JR, Strandén E, Slagsvold CE. Effects of mechanical irritation on the autonomic part of the median nerve. *Eur J Neurol* 2005; 12: 144-149
52. Fernandez E, Pallini R, Lauretti L et al. Carpal tunnel syndrome. *Surg Neurol* 1997; 48: 323-325
53. Szabo RM, Slater RR, Jr., Farver TB et al. The value of diagnostic testing in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 1999; 24: 704-714
54. Kendall WW. Results of treatment of severe carpal tunnel syndrome without internal neurolysis of the median nerve. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70: 151
55. Kuschner SH, Ebrahimzadeh E, Johnson D et al. Tinel's sign and Phalen's test in carpal tunnel syndrome. *Orthopedics* 1992; 15: 1297-1302

56. Mondelli M, Passero S, Giannini F. Provocative tests in different stages of carpal tunnel syndrome. *Clin Neurol Neurosurg* 2001; 103: 178-183
57. Burke DT, Burke MA, Bell R et al. Subjective swelling: a new sign for carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 1999; 78: 504-508
58. Gerr F, Letz R, Harris-Abbott D et al. Sensitivity and specificity of vibrometry for detection of carpal tunnel syndrome. *J Occup Environ Med* 1995; 37: 1108-1115
59. Bruske J, Bednarski M, Grzelec H et al. The usefulness of the Phalen test and the Hoffmann-Tinel sign in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Acta Orthop Belg* 2002; 68: 141-145
60. Katz JN, Stirrat CR, Larson MG et al. A self-administered hand symptom diagram for the diagnosis and epidemiologic study of carpal tunnel syndrome. *J Rheumatol* 1990; 17: 1495-1498
61. Raudino F. Tethered median nerve stress test in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2000; 40: 57-60
62. Buch-Jaeger N, Foucher G. Correlation of clinical signs with nerve conduction tests in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br* 1994; 19: 720-724
63. MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther* 2004; 17: 309-319
64. Kaymak B, Özçakar L. Karpal Tünel Sendromu. *Hacettepe Tıp Dergisi* 2007; 38: 141-146
65. Gellman H, Gelberman RH, Tan AM et al. Carpal tunnel syndrome. An evaluation of the provocative diagnostic tests. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 735-737
66. Ertekin C. Santral ve Periferik EMG: Anatomi-Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım; 2006
67. Ertekin C. Pleksus Brakialisten Çıkan Sinirler. In, Santral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik, . İzmir: Meta Basım; 2006: 387-453

68. Rahmani M, Ghasemi Esfe AR, Vaziri-Bozorg SM et al. The ultrasonographic correlates of carpal tunnel syndrome in patients with normal electrodiagnostic tests. *Radiol Med* 2011; 116: 489-496
69. Fornage BD. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US. *Radiology* 1988; 167: 179-182
70. Beekman R, Visser LH. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a critical review of the literature. *Muscle Nerve* 2003; 27: 26-33
71. Chiou HJ, Chou YH, Chiou SY et al. Peripheral nerve lesions: role of high-resolution US. *Radiographics* 2003; 23: e15
72. Buchberger W, Schon G, Strasser K et al. High-resolution ultrasonography of the carpal tunnel. *J Ultrasound Med* 1991; 10: 531-537
73. Wong SM, Griffith JF, Hui AC et al. Carpal tunnel syndrome: diagnostic usefulness of sonography. *Radiology* 2004; 232: 93-99
74. Tuncali D, Barutcu AY, Terzioglu A et al. Carpal tunnel syndrome: comparison of intraoperative structural changes with clinical and electrodiagnostic severity. *Br J Plast Surg* 2005; 58: 1136-1142
75. Sernik RA, Abicalaf CA, Pimentel BF et al. Ultrasound features of carpal tunnel syndrome: a prospective case-control study. *Skeletal Radiol* 2008; 37: 49-53
76. Lee CH, Kim TK, Yoon ES et al. Correlation of high-resolution ultrasonographic findings with the clinical symptoms and electrodiagnostic data in carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg* 2005; 54: 20-23
77. Ziswiler HR, Reichenbach S, Vogelin E et al. Diagnostic value of sonography in patients with suspected carpal tunnel syndrome: a prospective study. *Arthritis Rheum* 2005; 52: 304-311
78. Koyuncuoglu HR, Kutluhan S, Yesildag A et al. The value of ultrasonographic measurement in carpal tunnel syndrome in patients with negative electrodiagnostic tests. *Eur J Radiol* 2005; 56: 365-369

79. Hobson-Webb LD, Massey JM, Juel VC et al. The ultrasonographic wrist-to-forearm median nerve area ratio in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol* 2008; 119: 1353-1357
80. Altinok T, Baysal O, Karakas HM et al. Ultrasonographic assessment of mild and moderate idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clin Radiol* 2004; 59: 916-925
81. Descatha A, Huard L, Aubert F et al. Meta-analysis on the performance of sonography for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Semin Arthritis Rheum* 2012; 41: 914-922
82. Moran L, Perez M, Esteban A et al. Sonographic measurement of cross-sectional area of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: correlation with nerve conduction studies. *J Clin Ultrasound* 2009; 37: 125-131
83. Kwon BC, Jung KI, Baek GH. Comparison of sonography and electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 2008; 33: 65-71
84. Seror P. Sonography and electrodiagnosis in carpal tunnel syndrome diagnosis, an analysis of the literature. *Eur J Radiol* 2008; 67: 146-152
85. Fowler JR, Gaughan JP, Ilyas AM. The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469: 1089-1094
86. Pierre-Jerome C, Bekkelund SI, Mellgren SI et al. Quantitative MRI and electrophysiology of preoperative carpal tunnel syndrome in a female population. *Ergonomics* 1997; 40: 642-649
87. Bower JA, Stanisiz GJ, Keir PJ. An MRI evaluation of carpal tunnel dimensions in healthy wrists: Implications for carpal tunnel syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2006; 21: 816-825
88. Filler AG, Kliot M, Howe FA et al. Application of magnetic resonance neurography in the evaluation of patients with peripheral nerve pathology. *J Neurosurg* 1996; 85: 299-309

89. Britz GW, Haynor DR, Kuntz C et al. Carpal tunnel syndrome: correlation of magnetic resonance imaging, clinical, electrodiagnostic, and intraoperative findings. *Neurosurgery* 1995; 37: 1097-1103
90. Mesgarzadeh M, Triolo J, Schneck CD. Carpal tunnel syndrome. MR imaging diagnosis. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1995; 3: 249-264
91. Colombini D, Occhipinti E, Cairoli S et al. [Musculoskeletal conditions of the upper and lower limbs as an occupational disease: what kind and under what conditions. Consensus document of a national working-group. ISPESL]. *Med Lav* 2003; 94: 312-329
92. Bengtson K, Brault J. Hand Disorders. In: A DJ ed, *Physical Medicine & Rehabilitation Principles and Practice*: Lippincott Williams& Wilkins; 2005: 843-854
93. Yakut E. Kaynak kanıta dayalı elektroterapi: Pelikan yayınları
94. Speed CA. Therapeutic ultrasound in soft tissue lesions. *Rheumatology (Oxford)* 2001; 40: 1331-1336
95. Basford J. Therapeutic Physical Agents. In: Delisa J, Gans B, Walsh N eds, *Physical Medicine & Rehabilitation Principles and Practice*: Lippincott Williams& Wilkins; 2005: 251-270
96. Kalyon TA. Ultrason. In: Tuna N ed, *Elektroterapi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2001: 129-140
97. Robertson VJ. Dosage and treatment response in randomized clinical trials of therapeutic ultrasound. *Physical therapy in sport* 2002: 124-133
98. Capella D. Descriptive tools and analysis. *WHO Reg Publ Eur Ser* 1993; 45: 55-78
99. Oztas O, Turan B, Bora I et al. Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1540-1544
100. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1993; 75: 1585-1592

101. Manente G, Torrieri F, Di Blasio F et al. An innovative hand brace for carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Muscle Nerve* 2001; 24: 1020-1025
102. Burke DT, Burke MM, Stewart GW et al. Splinting for carpal tunnel syndrome: in search of the optimal angle. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 1241-1244
103. Walker WC, Metzler M, Cifu DX et al. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 424-429
104. Muller M, Tsui D, Schnurr R et al. Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther* 2004; 17: 210-228
105. Brown CL, Gilbert KK, Brismee JM et al. The effects of neurodynamic mobilization on fluid dispersion within the tibial nerve at the ankle: an unembalmed cadaveric study. *J Man Manip Ther* 2011; 19: 26-34
106. Coppieters MW, Bartholomeeusen KE, Stappaerts KH. Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther* 2004; 27: 560-568
107. Ellis RF, Hing WA. Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *J Man Manip Ther* 2008; 16: 8-22
108. Lundborg G, Dahlin LB. Anatomy, function, and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clin* 1996; 12: 185-193
109. Echigo A, Aoki M, Ishiai S et al. The excursion of the median nerve during nerve gliding exercise: an observation with high-resolution ultrasonography. *J Hand Ther* 2008; 21: 221-227; quiz 228
110. Heebner ML, Roddey TS. The effects of neural mobilization in addition to standard care in persons with carpal tunnel syndrome from a community hospital. *J Hand Ther* 2008; 21: 229-240; quiz 241

111. Coppieters MW, Alshami AM. Longitudinal excursion and strain in the median nerve during novel nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res* 2007; 25: 972-980
112. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther* 2000; 5: 214-222
113. Dincer U, Cakar E, Kiralp MZ et al. The effectiveness of conservative treatments of carpal tunnel syndrome: splinting, ultrasound, and low-level laser therapies. *Photomed Laser Surg* 2009; 27: 119-125
114. Weintraub MI, Cole SP. Neuromagnetic treatment of pain in refractory carpal tunnel syndrome: An electrophysiological and placebo analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2000; 15: 77-81
115. Carter R, Aspy CB, Mold J. The effectiveness of magnet therapy for treatment of wrist pain attributed to carpal tunnel syndrome. *J Fam Pract* 2002; 51: 38-40
116. Garfinkel MS, Singhal A, Katz WA et al. Yoga-based intervention for carpal tunnel syndrome: a randomized trial. *JAMA* 1998; 280: 1601-1603
117. Manente G, Torrieri F, Pineto F et al. A relief maneuver in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1999; 22: 1587-1589
118. Roquelaure Y, Ha C, Leclerc A et al. Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis Rheum* 2006; 55: 765-778
119. Bagatur AE. [Analysis of the causes of failure in carpal tunnel syndrome surgery and the results of reoperation]. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002; 36: 346-353
120. Ortiz-Corredor F, Calambas N, Mendoza-Pulido C et al. Factor analysis of carpal tunnel syndrome questionnaire in relation to nerve conduction studies. *Clin Neurophysiol* 2011; 122: 2067-2070
121. Heybeli N, Kutluhan S, Demirci S et al. Assessment of outcome of carpal tunnel syndrome: a comparison of electrophysiological findings

- and a self-administered Boston questionnaire. J Hand Surg Br 2002; 27: 259-264
122. El Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests? Rheumatology (Oxford) 2004; 43: 887-895
  123. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. Med Care 1992; 30: 473-483
  124. Carr AJ, Thompson PW, Kirwan JR. Quality of life measures. Br J Rheumatol 1996; 35: 275-281
  125. Koçyiğit H, Aydemir Ö, Fisek G. "Kısa Form-36'nın Türkçe Versiyonunun Güvenilirliği ve Geçerliliği. İlaç ve Tedavi Dergisi 1999:
  126. Preston D, Shapiro B. Median neuropathy at the wrist. In, Electromyography and Neuromuscular Disorders Clinical and Electrophysiological Correlations. Philadelphia: Elsevier; 2005: 255-279
  127. Hagebeuk EE, de Weerd AW. Clinical and electrophysiological follow-up after local steroid injection in the carpal tunnel syndrome. Clin Neurophysiol 2004; 115: 1464-1468
  128. Sweeney J, Harms A. Persistent mechanical allodynia following injury of the hand. Treatment through mobilization of the nervous system. J Hand Ther 1996; 9: 328-338
  129. Wehbe MA, Hunter JM. Flexor tendon gliding in the hand. Part II. Differential gliding. J Hand Surg Am 1985; 10: 575-579
  130. Descatha A, Dale AM, Franzblau A et al. Comparison of research case definitions for carpal tunnel syndrome. Scand J Work Environ Health 2011; 37: 298-306
  131. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement. Muscle Nerve 2002; 25: 918-922
  132. Stevens JC, Sun S, Beard CM et al. Carpal tunnel syndrome in Rochester, Minnesota, 1961 to 1980. Neurology 1988; 38: 134-138

133. Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *Am J Ind Med* 1987; 11: 343-358
134. Andersen JH, Thomsen JF, Overgaard E et al. Computer use and carpal tunnel syndrome: a 1-year follow-up study. *JAMA* 2003; 289: 2963-2969
135. Falkiner S, Myers S. When exactly can carpal tunnel syndrome be considered work-related? *ANZ J Surg* 2002; 72: 204-209
136. Chang MH, Liu LH, Lee YC et al. Comparison of sensitivity of transcarpal median motor conduction velocity and conventional conduction techniques in electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol* 2006; 117: 984-991
137. Kim HS, Joo SH, Han ZA et al. The nerve/tunnel index: a new diagnostic standard for carpal tunnel syndrome using sonography: a pilot study. *J Ultrasound Med* 2012; 31: 23-29
138. Vysata O, Prochazka A, Kunc P et al. Age delays the recovery of distal motor latency after carpal tunnel syndrome surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 2014:
139. Pawar SM, Taksande AB, Singh R. Effect of body mass index on parameters of nerve conduction study in Indian population. *Indian J Physiol Pharmacol* 2012; 56: 88-93
140. Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173: 681-684
141. Visser LH, Smidt MH, Lee ML. High-resolution sonography versus EMG in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008; 79: 63-67
142. Yesildag A, Kutluhan S, Sengul N et al. The role of ultrasonographic measurements of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Clin Radiol* 2004; 59: 910-915
143. Boutte C, Gaudin P, Grange L et al. [Sonography versus electrodiagnosis for the diagnosis of carpal tunnel syndrome in routine practice]. *Rev Neurol (Paris)* 2009; 165: 460-465

144. Witt JC, Hentz JG, Stevens JC. Carpal tunnel syndrome with normal nerve conduction studies. *Muscle Nerve* 2004; 29: 515-522
145. Beekman R, van den Berg LH, Franssen H et al. Ultrasonography shows extensive nerve enlargements in multifocal motor neuropathy. *Neurology* 2005; 65: 305-307
146. Wiesler ER, Chloros GD, Cartwright MS et al. The use of diagnostic ultrasound in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 726-732
147. Mohammadi A, Afshar A, Etemadi A et al. Diagnostic value of cross-sectional area of median nerve in grading severity of carpal tunnel syndrome. *Arch Iran Med* 2010; 13: 516-521
148. Buchberger W, Judmaier W, Birbamer G et al. Carpal tunnel syndrome: diagnosis with high-resolution sonography. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 159: 793-798
149. Hammer HB, Hovden IA, Haavardsholm EA et al. Ultrasonography shows increased cross-sectional area of the median nerve in patients with arthritis and carpal tunnel syndrome. *Rheumatology (Oxford)* 2006; 45: 584-588
150. Sarria L, Cabada T, Cozcolluela R et al. Carpal tunnel syndrome: usefulness of sonography. *Eur Radiol* 2000; 10: 1920-1925
151. Tagliafico A, Rubino M, Autuori A et al. Wrist and hand ultrasound. *Semin Musculoskelet Radiol* 2007; 11: 95-104
152. Yoshioka S, Okuda Y, Tamai K et al. Changes in carpal tunnel shape during wrist joint motion. MRI evaluation of normal volunteers. *J Hand Surg Br* 1993; 18: 620-623
153. Pasternack, II, Malmivaara A, Tervahartiala P et al. Magnetic resonance imaging findings in respect to carpal tunnel syndrome. *Scand J Work Environ Health* 2003; 29: 189-196
154. Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A et al. Carpal tunnel: MR imaging. Part II. Carpal tunnel syndrome. *Radiology* 1989; 171: 749-754

155. Mondelli M, Filippou G, Gallo A et al. Diagnostic utility of ultrasonography versus nerve conduction studies in mild carpal tunnel syndrome. *Arthritis Rheum* 2008; 59: 357-366
156. Ahn SY, Hong YH, Koh YH et al. Pressure measurement in carpal tunnel syndrome : correlation with electrodiagnostic and ultrasonographic findings. *J Korean Neurosurg Soc* 2009; 46: 199-204
157. Wong SM, Griffith JF, Hui AC et al. Discriminatory sonographic criteria for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Arthritis Rheum* 2002; 46: 1914-1921
158. Bandinelli F, Kaloudi O, Candelieri A et al. Early detection of median nerve syndrome at the carpal tunnel with high-resolution 18 MHz ultrasonography in systemic sclerosis patients. *Clin Exp Rheumatol* 2010; 28: S15-18
159. Watanabe T, Ito H, Morita A et al. Sonographic evaluation of the median nerve in diabetic patients: comparison with nerve conduction studies. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 727-734
160. Nakamichi KI, Tachibana S. Enlarged median nerve in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2000; 23: 1713-1718
161. Padua L, Pazzaglia C, Caliendo P et al. Carpal tunnel syndrome: ultrasound, neurophysiology, clinical and patient-oriented assessment. *Clin Neurophysiol* 2008; 119: 2064-2069
162. Gunnarsson LG, Amilon A, Hellstrand P et al. The diagnosis of carpal tunnel syndrome. Sensitivity and specificity of some clinical and electrophysiological tests. *J Hand Surg Br* 1997; 22: 34-37
163. Dhong ES, Han SK, Lee BI et al. Correlation of electrodiagnostic findings with subjective symptoms in carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg* 2000; 45: 127-131
164. Dudley Porras AF, Rojo Alaminos P, Vinuales JI et al. Value of electrodiagnostic tests in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br* 2000; 25: 361-365

165. Padua L, Padua R, Lo Monaco M et al. Multiperspective assessment of carpal tunnel syndrome: a multicenter study. Italian CTS Study Group. *Neurology* 1999; 53: 1654-1659
166. Sambandam SN, Priyanka P, Gul A et al. Critical analysis of outcome measures used in the assessment of carpal tunnel syndrome. *Int Orthop* 2008; 32: 497-504
167. You H, Simmons Z, Freivalds A et al. Relationships between clinical symptom severity scales and nerve conduction measures in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1999; 22: 497-501
168. Dawson DM. Entrapment neuropathies of the upper extremities. *N Engl J Med* 1993; 329: 2013-2018
169. Abicalaf CA, de Barros N, Sernik RA et al. Ultrasound evaluation of patients with carpal tunnel syndrome before and after endoscopic release of the transverse carpal ligament. *Clin Radiol* 2007; 62: 891-894; discussion 895-896
170. Butler D, Gifford L. The Concept of Adverse Mechanical Tension in the Nervous System Part 1: Testing for 'Dural tension' *Physiotherapy* 1989; 75: 622-636
171. Oskay D, Meric A, Kirdi N et al. Neurodynamic mobilization in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome: long-term follow-up of 7 cases. *J Manipulative Physiol Ther* 2010; 33: 156-163
172. Szabo RM, Bay BK, Sharkey NA et al. Median nerve displacement through the carpal canal. *J Hand Surg Am* 1994; 19: 901-906
173. Seradge H, Jia YC, Owens W. In vivo measurement of carpal tunnel pressure in the functioning hand. *J Hand Surg Am* 1995; 20: 855-859
174. Wilgis EF, Murphy R. The significance of longitudinal excursion in peripheral nerves. *Hand Clin* 1986; 2: 761-766
175. Lund AT, Amadio PC. Treatment of cubital tunnel syndrome: perspectives for the therapist. *J Hand Ther* 2006; 19: 170-178
176. Baysal O, Altay Z, Ozcan C et al. Comparison of three conservative treatment protocols in carpal tunnel syndrome. *Int J Clin Pract* 2006; 60: 820-828

177. Pinar L, Enhos A, Ada S et al. Can we use nerve gliding exercises in women with carpal tunnel syndrome? *Adv Ther* 2005; 22: 467-475
178. Seradge H, Parker W, Baer C et al. Conservative treatment of carpal tunnel syndrome: an outcome study of adjunct exercises. *J Okla State Med Assoc* 2002; 95: 7-14
179. Atya AM, Mansour WT. Laser versus Nerve and Tendon Gliding Exercise in Treating Carpal Tunnel Syndrome *Life Science Journal* 2011; 8: 413-418
180. Walsh MT. Upper limb neural tension testing and mobilization. Fact, fiction, and a practical approach. *J Hand Ther* 2005; 18: 241-258
181. Bardak AN, Alp M, Erhan B et al. Evaluation of the clinical efficacy of conservative treatment in the management of carpal tunnel syndrome. *Adv Ther* 2009; 26: 107-116
182. Paliwal S, Mitragotri S. Therapeutic opportunities in biological responses of ultrasound. *Ultrasonics* 2008; 48: 271-278
183. ter Haar G. Therapeutic ultrasound. *Eur J Ultrasound* 1999; 9: 3-9
184. Bakhtiary AH, Rashidy-Pour A. Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Aust J Physiother* 2004; 50: 147-151
185. Bilgici A, Ulusoy H, Kuru O et al. The comparison of ultrasound treatment and local steroid injection plus splinting in the carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Bratisl Lek Listy* 2010; 111: 659-665
186. Duymaz T, Sindel D, Kesiktas N et al. Efficacy of Some Combined Conservative Methods in the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Clinical and Electrophysiological Trial. *Turk J Rheumatol* 2012; 27: 38-46
187. Ekim A, Colak E. Ultrasound treatment in carpal tunnel syndrome: a placebo controlled study. *Turkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi* 2008; 54: 96-101.
188. Koyuncuoglu H, Unver FN, Sahin U et al. 1MHz - 3MHz ultrasound applications in carpal tunnel syndrome (Karpal tunel sendromunda

- 1MHz - 3MHz ultrason uygulaması). Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Dergisi 1995; 19:23
189. Piravej K, Boonhong J. Effect of ultrasound thermotherapy in mild to moderate carpal tunnel syndrome. J Med Assoc Thai 2004; 87 Suppl 2: S100-106
  190. Yıldız N, Atalay NS, Gungen GO et al. Comparison of ultrasound and ketoprofen phonophoresis in the treatment of carpal tunnel syndrome. J Back Musculoskelet Rehabil 2011; 24: 39-47
  191. Page MJ, O'Connor D, Pitt V et al. Therapeutic ultrasound for carpal tunnel syndrome. Cochrane Database Syst Rev 2013; 3: CD009601
  192. Binder A, Hodge G, Greenwood AM et al. Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions? Br Med J (Clin Res Ed) 1985; 290: 512-514
  193. Kramer JF. Effect of therapeutic ultrasound intensity on subcutaneous tissue temperature and ulnar nerve conduction velocity. Am J Phys Med 1985; 64: 1-9
  194. Michlovitz SL. Is there a role for ultrasound and electrical stimulation following injury to tendon and nerve? J Hand Ther 2005; 18: 292-296
  195. Taniguchi Y, Yoshida M, Tamaki T. Cubital tunnel syndrome associated with calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease. J Hand Surg Am 1996; 21: 870-874
  196. Caetano MR. Axonal degeneration in association with carpal tunnel syndrome. Arq Neuropsiquiatr 2003; 61: 48-50
  197. Page MJ, O'Connor D, Pitt V et al. Therapeutic ultrasound for carpal tunnel syndrome. Cochrane Database Syst Rev 2012; 1: CD009601
  198. Horng Y-S, Hsieh S-F, Tu Y-K et al. The Comparative Effectiveness of Tendon and Nerve Gliding Exercises in Patients with Carpal Tunnel Syndrome Am. J. Phys. Med. Rehabil. & Vol. 90, No. 6, June 2011