



**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**BEHÇET HASTALARINDA MEDİAN SİNİRİN US ELASTOGRAFİ  
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**  
**Dr. Aysun GÜNDÜZ USLU**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. Veysel BURULDAY**

**MALATYA, 2025**



**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**BEHÇET HASTALARINDA MEDİAN SİNİRİN US ELASTOGRAFİ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Aysun GÜNDÜZ USLU**  
**ORCID ID:0000-0003-3154-8477**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. Veysel BURULDAY**

**MALATYA, 2025**

# İÇİNDEKİLER

|                                                     |      |
|-----------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                          | v    |
| ABSTRACT .....                                      | vi   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                | vii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                | viii |
| TABLolar DİZİNİ .....                               | x    |
| 1. GİRİŞ .....                                      | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                             | 3    |
| 2.1. Behçet Hastalığı .....                         | 3    |
| 2.1.1. Epidemiyoloji.....                           | 3    |
| 2.1.2. Patogenez .....                              | 4    |
| 2.1.3. Klinik Bulgular .....                        | 4    |
| 2.1.4. Tanı .....                                   | 8    |
| 2.1.5. Tedavi.....                                  | 9    |
| 2.2. Median Sinir ve Karpal Tünel.....              | 9    |
| 2.2.1. Median Sinir ve Karpal Tünel Anatomisi ..... | 9    |
| 2.2.2. Median Sinir Vasküler Beslenmesi.....        | 15   |
| 2.2.3. Tuzak Nöropati .....                         | 16   |
| 2.3. Sonoelastografi.....                           | 18   |
| 2.3.1. Elastografi Tanımı ve Tarihçesi .....        | 18   |
| 2.3.2. Elastografi Fiziği.....                      | 19   |
| 2.3.3. Elastografi Teknikleri .....                 | 21   |
| 2.3.4. Klinik Kullanım .....                        | 22   |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                          | 24   |
| 3.1. Hasta Seçimi .....                             | 24   |
| 3.2. Shear Wave Elastografi.....                    | 24   |
| 3.3. İstatiksel Analiz.....                         | 28   |
| 4. BULGULAR.....                                    | 30   |
| 5. TARTIŞMA-SONUÇ .....                             | 40   |
| KAYNAKLAR .....                                     | 45   |
| EKLER.....                                          | 56   |
| EK-1. Etik kurul onayı .....                        | 56   |

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince radyoloji alanında yetişmeme büyük katkı sağlayan, tezimin her aşamasında bana destek olan, değerli danışman hocam ve anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Veysel BURULDAY'a,

Uzmanlık eğitim sürecinde değerli bilgilerini esirgemeyen, eğitimime emek veren anabilim dalı öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Ramazan KUTLU, Prof. Dr. Ayşegül KAHRAMAN, Prof. Dr. Zeynep ÖZDEMİR, Prof. Dr. Leyla KARACA, Prof. Dr. İsmail Okan YILDIRIM, Doç. Dr. M. Fatih ERBAY, Doç. Dr. Nurullah DAĞ, Doç. Dr. Sevgi DEMİRÖZ TAŞOLAR, Doç. Dr. Ahmet Turan KAYA ve Dr. Öğretim Üyesi Hilal ER ULUBABA'ya,

Tezimin veri toplama aşamasında desteğini esirgemeyen başta Doç.Dr. Servet YOLBAŞ'a ve romatoloji bilim dalı ekibine,

Tezimin biyoistatistik çalışması sırasında analizleriyle bana destek olan Arş.Gör. Dr. Şeyma Yaşar'a,

İnönü Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalında bulunduğum süre içerisinde her konuda desteğini esirgemeyen, yanımda olan kıymetli Tuğba DEMİRALP'e ve beraber çalışmaktan mutlu olduğum asistan arkadaşlarıma, teknisyenlerimize ve sekreterlerimize,

Bana verdikleri koşulsuz sevgi, destek ve inanç ile bugünlere gelmemi sağlayan canım ailem Turgut GÜNDÜZ, Gülsen GÜNDÜZ ve Bilge GÜNDÜZ'e,

Varlığıyla hayatıma anlam katan, bu sürecin başından sonuna her noktasında bana destek olan, yanımda olup beni her daim motive eden, sevgisi, sabrı ve desteği için değerli eşim Dr. Yavuz Selim USLU'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Aysun GÜNDÜZ USLU

## ÖZET

### Behçet Hastalarında Median Sinirin Us Elastografi İle Değerlendirilmesi

**Amaç:** Behçet tanılı hastalarda median sinirdeki oluşabilecek değişiklikleri SWE yöntemi ile non-invaziv bir biçimde gösterebilmektir.

**Materyal ve Metot:** Hasta grubu, 18-65 yaş aralığında Nörobeçet ile takip edilmeyen, bilinen nörolojik tutulumu veya semptomu olmayan, 1-28 yıl hastalık süresi bulunan, 41 adet Behçet hastalarından oluşmaktadır. Kontrol grubu ise benzer yaş ve cinsiyette tamamen sağlıklı 41 hastadan oluşmaktadır. Her iki grubun her iki el bileği-pisiform kemik hizasında median sinirine yönelik US cihazı ile alan ölçümleri yapılmış ve SWE yöntemi ile median sinir elastisite değerleri ölçülmüştür.

**Bulgular:** Kontrol grubunda sağ median sinir elastisite değerleri ortalama  $3,06 \pm 0,22$  m/s ve  $9,65 \pm 1,48$  kPa, hasta grubunda ise  $4,54 \pm 1,22$  m/s ve  $22,91 \pm 12,72$  kPa olarak ölçülmüştür. Sol median sinirde bu değerler kontrol grubunda  $3,15 \pm 0,29$  m/s ve  $10,31 \pm 2,00$  kPa, hasta grubunda ise  $4,78 \pm 1,41$  m/s ve  $24,65 \pm 13,84$  kPa'dır. Her iki el bileğinde yapılan elastisite ölçümlerinde hasta grubundaki değerler istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir ( $p < 0,001$ ). MSKA ölçümleri kontrol grubunda  $0,13 \pm 0,03$  cm<sup>2</sup>, hasta grubunda ise  $0,12 \pm 0,03$  cm<sup>2</sup> olarak saptanmış; hasta grubundaki değerlerin anlamlı düzeyde daha düşük olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ).

**Sonuç:** BH'de periferik sinirlerden median sinirin bu hastalıktan etkilendiği ve median sinir elastisite değerlerinin sağlıklı kontrol grubu ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca BH'de sağlıklı kontrol grubuna kıyasla median sinir kesit alanında azalma olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Behçet, Median Sinir, Shear Wave Elastografi, Median Sinir Kesit Alanı

## ABSTRACT

### Evaluation Of The Median Nerve Using Ultrasound Elastography In Patients With Behçet's Disease

**Objective:** The aim of this study is to non-invasively demonstrate potential alterations in the median nerve in patients diagnosed with Behçet's disease using the SWE technique.

**Materials and Methods:** The patient group consisted of 41 individuals aged between 18 and 65 years who were diagnosed with Behçet's disease, had no neurological symptoms or findings, were not being followed for neuro-Behçet, and had a disease duration ranging from 1 to 28 years. The control group included 41 age- and sex-matched healthy individuals. Median nerve measurements were performed at the level of the pisiform bone in both wrists using ultrasonography, and the elasticity values of the median nerve were assessed using the SWE method.

**Results:** In the control group, the mean elasticity values of the right median nerve were  $3.06 \pm 0.22$  m/s and  $9.65 \pm 1.48$  kPa, while in the patient group, these values were  $4.54 \pm 1.22$  m/s and  $22.91 \pm 12.72$  kPa. For the left median nerve, these values were  $3.15 \pm 0.29$  m/s and  $10.31 \pm 2.00$  kPa in the control group and  $4.78 \pm 1.41$  m/s and  $24.65 \pm 13.84$  kPa in the patient group. Median nerve elasticity values in both wrists were significantly higher in the patient group compared to the control group ( $p < 0.001$ ). The mean cross-sectional area (CSA) of the median nerve was  $0.13 \pm 0.03$  cm<sup>2</sup> in the control group and  $0.12 \pm 0.03$  cm<sup>2</sup> in the patient group, with the latter being significantly lower ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** These findings suggest that the median nerve, as a peripheral nerve, is affected in Behçet's disease. Compared to healthy individuals, patients with Behçet's disease exhibited increased elasticity values and reduced cross-sectional area of the median nerve.

**Keywords:** Behçet's Disease, Median Nerve, Shear Wave Elastography, Cross-Sectional Area

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| <b>Ark</b>            | :Arkadaşları                     |
| <b>BH</b>             | :Behçet Hastalığı                |
| <b>cm<sup>2</sup></b> | :Santimetrekare                  |
| <b>EMG</b>            | :Elektromyografi                 |
| <b>FKU</b>            | :Flektor Karpı Ulnarı            |
| <b>Kpa</b>            | :Kilopaskal                      |
| <b>KTS</b>            | :Karpal Tünel Sendromu           |
| <b>m/s</b>            | :Metre/saniye                    |
| <b>MRG</b>            | :Manyetik Rezonans Görüntüleme   |
| <b>MSKA</b>           | :Median Sinir Kesit Alanı        |
| <b>MSS</b>            | :Merkezi Sinir Sistemi           |
| <b>M-STB</b>          | :Motion Stability                |
| <b>NBS</b>            | :Nöro-Behçet Sendromu            |
| <b>PMA</b>            | :Persistan Median Arter          |
| <b>PSS</b>            | :Periferik Sinir Sistemi         |
| <b>pSWE</b>           | :Point Shear Wave Elastografi    |
| <b>ROI</b>            | :Region of Interest (İlgi Alanı) |
| <b>SWE</b>            | :Shear Wave Elastografi          |
| <b>US</b>             | :Ultrasonografi                  |
| <b>VKİ</b>            | :Vücut Kitle İndeksi             |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| Şekil No                                                                                                                                                                                                   | Sayfa No |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Şekil 2.1. Behçet hastalığı prevalansı (2). ....                                                                                                                                                           | 3        |
| Şekil 2.2. Aksiller fossa ile dirsek arasındaki median sinirin anatomisi (7). ....                                                                                                                         | 11       |
| Şekil 2.3. Dirsek ve ön kolda median sinirin anatomisi-US görüntüsü (Biceps kası, ulnar arter, median sinir) (7). ....                                                                                     | 12       |
| Şekil 2.4. Median sinir duysal innervasyonu (7). ....                                                                                                                                                      | 13       |
| Şekil 2.5. Karpal tünelin proksimal kesiti, A)Karpal tüneldeki tendonların şematik gösterimi, B)US ile gösterimi (oklar: fleksor retinakulum), C)MRG ile gösterimi (oklar: fleksor retinakulum) (46). .... | 14       |
| Şekil 2.6. Karpal tünel distal kesiti, A)US ile gösterimi B)MRG ile gösterimi (oklar: retinakulum distal kesimi) (46). ....                                                                                | 15       |
| Şekil 2.7. Elastografi fiziği, deformasyon modelleri (68). ....                                                                                                                                            | 20       |
| Şekil 3.1. İnceleme sırasında hasta pozisyonu. ....                                                                                                                                                        | 25       |
| Şekil 3.2. Median sinir aksiyel kesiti (A) ve longitudinal kesiti (B). ....                                                                                                                                | 26       |
| Şekil 3.3. Median sinirin aksiyel düzlemde kesit alanı ölçümü. ....                                                                                                                                        | 26       |
| Şekil 3.4. Kontrol grubunda median sinirin m/s (A) ve kPA birimlerinde (B) SWE ölçümleri. ....                                                                                                             | 27       |
| Şekil 3.5. Hasta grubunda median sinirin m/s (A) ve kPA (B) birimlerinde SWE ölçümleri. ....                                                                                                               | 28       |
| Şekil 4.1. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama medyan sinir kesit alanı (cm <sup>2</sup> ) karşılaştırması. ....                                                                                         | 36       |
| Şekil 4.2. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama medyan sinir elastisitesi (m/s) karşılaştırması. ....                                                                                                     | 36       |
| Şekil 4.3. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sol medyan sinir elastisitesi (m/s) karşılaştırması. ....                                                                                                 | 37       |
| Şekil 4.4. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sağ medyan sinir elastisitesi (m/s) karşılaştırması. ....                                                                                                 | 37       |
| Şekil 4.5. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama medyan sinir elastisitesi (kpa) karşılaştırması. ....                                                                                                     | 38       |
| Şekil 4.6. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sağ medyan sinir elastisitesi (kpa) karşılaştırması. ....                                                                                                 | 38       |

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.7.</b> Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sol medyan sinir elastisitesi (kpa) karşılaştırması.....                                       | 39 |
| <b>Şekil 4.8.</b> Tüm deneklere ilişkin medyan sinir elastisitesi (m/s) ile medyan sinir elastisitesi (kpa) arasındaki ilişkinin saçılım grafiği. .... | 39 |



## TABLÖLAR DİZİNİ

| <b>Tablo No</b>                                                                                              | <b>Sayfa No</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Tablo 2.1.</b> Behçet hastalığı için Uluslararası Çalışma Grubu Tanı Kriterleri (39). ....                | 9               |
| <b>Tablo 4.1.</b> Kontrol ve hasta gruplarının demografik verileri. ....                                     | 30              |
| <b>Tablo 4.2.</b> Hasta ve kontrol gruplarında median sinir elastisite değerlerinin karşılaştırılması. ....  | 30              |
| <b>Tablo 4.3.</b> Hasta ve kontrol gruplarında median sinir kesit alanı değerlerinin karşılaştırılması. .... | 31              |
| <b>Tablo 4.4.</b> Hasta ve kontrol gruplarında MSKA ile median sinir SWE değerlerinin korelasyonu. ....      | 32              |
| <b>Tablo 4.5.</b> VKİ ile MSKA ve median sinir SWE değerleri korelasyon tablosu. ....                        | 33              |

# 1. GİRİŞ

Behçet hastalığı (BH), ilk olarak 1937 yılında Türk dermatolog Hülûsi Behçet tarafından tanımlanmış bir hastalıktır. Hastalık, ağızda ve genital bölgede tekrarlayan aftöz ülserler ve göz tutulumu ile karakterize bir semptom üçlüsüne sahiptir (1). Bunların dışında vasküler tutulum, gastrointestinal tutulum ve nörolojik tutulum da yapabilmektedir (2-4).

BH'da periferik sinir sistemi (PSS) tutulumu, BH'nin nadir ve ciddi bir komplikasyonu olarak kabul edilir ve genellikle tibial ve peroneal sinirler gibi çeşitli periferik sinirleri etkileyebilir (5,6). Bu bağlamda, periferik sinirlerin değerlendirilmesi, hastalığın klinik seyri ve uygulanacak tedavi stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Median sinir, el fonksiyonlarının sağlanmasında kritik bir role sahip olup, ön kolun fleksör-pronator kas grubunu ve elin radyal kısmındaki çoğu kası innerve eder. Ayrıca başparmak, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının radyal tarafının duyu innervasyonunu sağlar (7). Median sinirdeki oluşabilecek inflamatuvar veya vasküler süreçler nedeniyle oluşabilecek patolojik değişikliklerin erken tespiti, hem hastalığın prognozunu değerlendirme hem de zamanında müdahale açısından büyük önem taşımaktadır.

Son yirmi yılda, yumuşak doku elastikiyetinin değerlendirilmesinde shear wave elastografi (SWE) yöntemi, pratikte önemli bir yere sahip olmuştur. Klasik gri ölçekli ve Doppler ultrason (US) yöntemlerin sağladığı verilerin ötesinde, SWE bize daha objektif, nicel ve tekrarlanabilir ölçümler sunarak tanısal güvenilirliği artırmaktadır. Bu teknik, akustik radyasyon kuvveti darbe dizisi kullanılarak, ultrason ışınına dik yönde yayılan shear dalgalarının üretilmesine dayanır. Oluşan bu dalgaların hız dağılımı, doğrudan dokunun elastik özelliklerinin nicel bir göstergesi olan shear modülü ile ilişkilendirilebilmektedir (8). Kesme dalgalarının hızı, dokunun elastik özelliklerini doğrudan etkiler ve bu hızın ölçülmesi, dokunun sertliğini değerlendirmek için kullanılır (9).

İnvaziv olmayan, US tabanlı teknoloji olan SWE, doku sertliğini ve bütünlüğünü değerlendirmek için kas-iskelet sistemi araştırmalarında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda iskelet kaslarının elastisite değerleri incelenmiş ancak; yaş ve cinsiyetin SWE değerleri üzerindeki etkileri konusunda bir fikir birliği

yoktur ve güvenilirlik değerlerindeki değişkenlik, standart protokollere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır (10). Bu yöntem, median sinirin mekanik özelliklerini değerlendirmek için kullanılan bir US tekniğidir. Bu teknik, özellikle karpal tünel sendromu (KTS) gibi sinir sıkışma sendromlarının tanısında ve değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. KTS olan hastalarda median sinir, sağlıklı bireylere kıyasla daha serttir. Bu durum, elastografi ile ölçülen yüksek elastisite değerleri ile doğrulanmıştır. KTS'nin şiddeti arttıkça median sinir sertliği de artmaktadır. Orta ve şiddetli KTS vakalarında, hafif vakalara göre daha yüksek elastisite değerleri gözlemlenmiştir. Bu, elastografinin hastalık şiddetini değerlendirmede etkili bir araç olduğunu göstermektedir (11). Median sinir elastografisi, karpal tünel sendromu ve diğer nöropatilerin tanı ve değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. Sinir sertliğindeki değişiklikler, hastalık şiddetini ve tedaviye yanıtı değerlendirmede kullanılabilir.

Bu çalışmanın amacı, Behçet hastalarında periferik sinirlerden median sinirdeki değişiklikleri US elastografi yöntemi ile incelemek, kontrol grubu ile arasındaki farkları gözlemlemek ve bu hasta gruplarında gelişebilecek periferik sinir sistemi tutulumuna US elastografi ile non-invaziv bir şekilde tanı koymak ve böylece tedavi ve klinik izlemi yönlendirmektir.

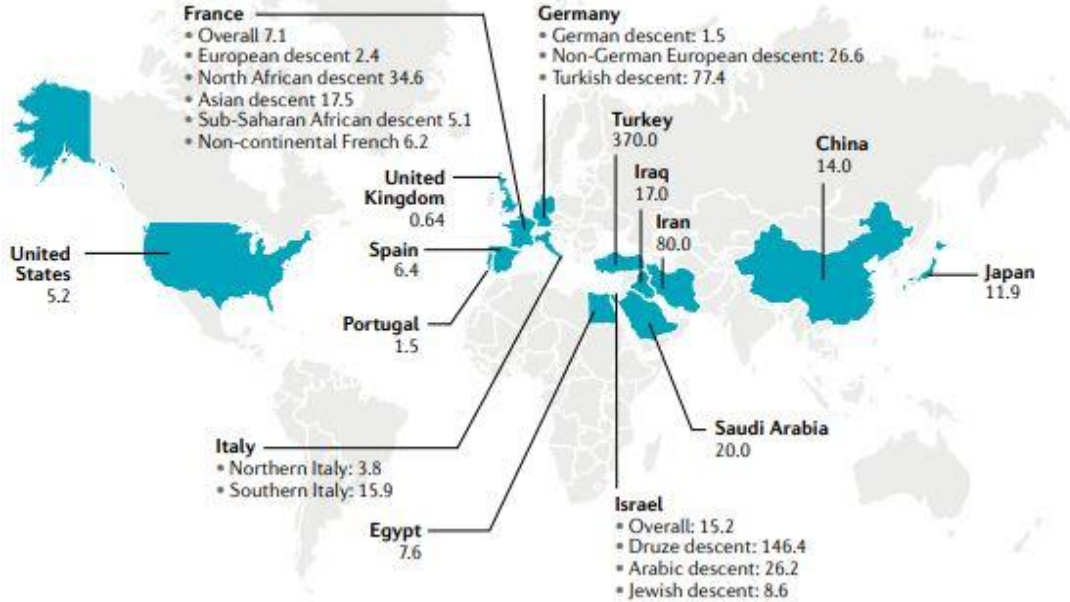
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Behçet Hastalığı

BH, ilk olarak 1937 yılında Türk dermatolog Hulûsi Behçet tarafından tanımlanmış etiyolojisi belirsiz olup, ana patolojisi sistemik inflamatuvar vaskülit olarak tanımlanan bir hastalıktır (1,5,12). Hastalık, ağızda ve genital bölgede tekrarlayan aftöz ülserler ve göz tutulumu ile karakterize bir semptom üçlüsüne sahiptir (1). Bunların dışında vasküler tutulum, gastrointestinal tutulum ve nörolojik tutulum da yapabilmektedir (2-4). Etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte, hastalığın genetik yatkınlığı olan bireylerde enfeksiyöz ya da çevresel faktörler tarafından tetiklendiğine inanılmaktadır ve HLA-B51 geni önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (2,4).

#### 2.1.1. Epidemiyoloji

BH, en yaygın olarak tarihi İpek Yolu boyunca, özellikle Türkiye ve İran'da görülmektedir. Türkiye'de prevalans, 100.000 kişiye 20 ila 420 arasında değişmektedir, İran'da ise 100.000 kişiye 80 olarak bildirilmektedir. Batı ülkelerinde nadir olup, Birleşik Krallık'ta prevalans 100.000 kişiye 0,64'tür (1,4).



Şekil 2.1. Behçet hastalığı prevalansı (2).

Hastalık genellikle üçüncü veya dördüncü dekada başlamaktadır ve cinsiyetler arasında benzer bir dağılım göstermesine rağmen, erkeklerde daha ağır seyretme

eğilimindedir (4). Pediatrik vakalar, tüm BH içinde %15-20'lik bir oran oluşturmakta olup, yetişkinlere kıyasla farklı klinik belirtiler göstermektedir (3).

### **2.1.2. Patogenez**

BH'nin immüнопatogenezi, genetik faktörler, nötrofil aktivasyonu ve mikrobiyal etkileşimler gibi birçok karmaşık mekanizmayı içermektedir. HLA-B51 geni dışında IL-10, IL-23R/IL-12RB2, ERAP1 gibi genlerdeki varyasyonlar da hastalık riskini artırabilir (13-16). Patogeneizde, Th1 ve Th17 hücrelerinin aşırı aktivasyonu ve T regülatör hücrelerin baskılanması sonucunda inflamatuvar yanıt artar ve hastalığın erken dönemlerinde nötrofiller de aktif hale gelir; inflamasyon daha da şiddetlenir (15,17). Streptokoklar gibi enfektif patojenler, ağız-bağırsaktaki flora mikrobiyomunun değişmesi genetik olarak yatkın bireylerde hastalığı tetikleyebilir (15,18,19).

BH'de nötrofil ekstrasellüler tuzaklarının (NETs) artışı gözlemlenmiştir. NETs, makrofaj aktivasyonunu teşvik ederek IL-8 ve TNF- $\alpha$  üretimini artırır ve IFN- $\gamma$ + CD4+ T hücrelerinin farklılaşmasını destekler. NETs'in içeriğindeki Histon H4, makrofajların aşırı aktivasyonunda önemli bir rol oynar (20).

### **2.1.3. Klinik Bulgular**

#### **Oral Aft**

BH'nin en yaygın belirtilerinden biri tekrarlayan oral aftlardır. Bu aftlar, hastalığın erken belirtileri arasında yer alır ve tanı sürecinde önemli bir rol oynar; ancak BH'nin diğer sistemik belirtileriyle birlikte değerlendirilerek tanı konulmasına yardımcı olur (21). Oral aftlar, tekrarlayan stomatitteki aftlara benzer ancak daha büyük, ağrılı ve sarımsı beyaz renkte olup, iyi sınırlıdır ve etrafında eritemli bir halo bulunur. Ülserler 7-20 gün içinde iyileşir. Hastalık ilerledikçe azalır. Ülserler 1 cm'den küçükse “minör”, büyükse “majör” diye ifade edilir. Majör ülserler bazen kalıcı iz bırakır (21).

#### **Genital Ülser**

Genital ülserler de BH'de yaygındır. Erkeklerde skrotumda, kadınlarda vulvada görülür. Ülserler ağrılıdır ve skar bırakabilir. Epididimit ve salpenjit ise nadiren görülmektedir (21).

### **Cilt ve Mukoza Tutulumu**

BH'de cilt lezyonları arasında akneiform lezyonlar, eritema nodosum, papülopüstüler lezyonlar ve tromboflebitis bulunur. Bu lezyonlar, hastalığın ilk belirtileri olarak ortaya çıkabilir ve uzun süreli seyir boyunca tekrarlayabilir. Cilt lezyonları, hastalığın tanısında önemli bir yer tutar ve erken teşhis için kritik öneme sahiptir (22,23). Hastaların %75'inden fazlasında cilt lezyonu görülür. Akneiform lezyonlar eklem tutulumu ile ilişkilidir. Sıklıkla *Staphylococcus aureus* ve *Prevotella* türleri ciltte kolonize olur. Paterji testinde 2 mm çapında papüler, püstüler reaksiyon oluşur (21).

### **Göz Tutulumu**

Göz tutulumu %25-75 oranında görülür. Tedavi edilmezse körlük gelişebilir. Üveit hastalığın tipik bulgusudur. Genellikle episodik, bilateral olup panuveit yapabilir. Hipopyon, %20 hastada görülen anterior üveittir. Diğer bulgular posterior üveit, retinal vaskülit olabilir. Retinal damar tıkanıklığı, optik nörit görülebilir. Tedavi edilmezse görme kaybı olur. Hızlı immünoşüpresif tedavi gereklidir (21).

### **Vasküler Tutulum**

BH'de vasküler tutulum, hastalığın önemli komplikasyonlarından biridir ve hem venöz hem de arteriyel damarları etkileyebilir. Bu durum, BH'nin morbidite ve mortalitesinde önemli bir rol oynar (24). Erkek hastalarda görülme sıklığı daha fazladır ve venöz yapıların tutulma olasılığı daha yüksektir (24). BH'de en yaygın vasküler tutulum türü derin ven trombozudur, genellikle alt ekstremitelerde görülür (25). Venöz tutulum, hastaların %68-95,8'inde görülür ve inferior vena kava, süperior vena kava ve serebral venler gibi diğer venöz bölgeleri de etkileyebilir (25).

Arteriyel lezyonlar daha az yaygındır, ancak kadınlarda daha sık görülür ve genellikle anevrizma veya tromboz şeklinde ortaya çıkar. Pulmoner arter anevrizmaları ve aort lezyonları gibi ciddi komplikasyonlar görülebilir (25). Tedavi genellikle antikoagülanlar, kortikosteroidler ve immünoşüpresif ilaçları içerir. Arteriyel lezyonlar için cerrahi müdahale gerekebilir (25).

### **Kas-İskelet Tutulumu**

BH'de kas-iskelet sistemi tutulumu, hastalığın yaygın belirtilerinden biridir ve hem yetişkinlerde hem de çocuklarda görülebilir (26,27). BH'de eklem tutulumunun en

yaygın şekli artralji (eklem ağrısı) ve artrittir (eklem iltihabı). Artrit genellikle asimetrik olup, monoartiküler (tek eklem), oligoartiküler (birkaç eklem) veya poliartiküler (birçok eklem) olabilir. Artrit genellikle diz, ayak bileği ve el bileği gibi eklemleri etkiler. Artralji ise daha yaygın olarak görülür ve hastaların neredeyse yarısında mevcuttur (26,27). Eklem tutulumları genellikle iz bırakmadan iyileşir ve nadiren fonksiyonel prognozu etkiler, ancak çok nadir durumlarda destrüktif artrit gelişebilir (27).

BH'li bireylerde entezopati yaygın bir bulgudur. US çalışmaları, BH olan hastalarda subklinik entezopati prevalansının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu hastalarda, Madrid sonografi entezit indeksi kullanılarak yapılan değerlendirmelerde, entezopati skorlarının sağlıklı kontrol gruplarına göre anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur (28).

### **Gastrointestinal Tutulum**

BH'de gastrointestinal tutulum da sıkça görülür. Ağızdan anüse kadar tüm sindirim sistemini tutabilir. Başlıca semptomlar arasında kilo kaybı, karın ağrısı, ishal ve gastrointestinal kanamalar yer alır (2). Bağırsak tutulumunun endoskopi bulguları ise yuvarlak, derin, büyük ülserler şeklindedir. Bunun dışında çok sayıda küçük ülserler ve aftöz lezyonlar da görünebilir (2). Behçet Sendromu olan hastalarda bağırsak perforasyonu, fistül ve ciddi kanama gibi komplikasyonlar sık olur. Bu sebepten sık cerrahi gereksinimi olur ve hastaların yaşam kalitesi belirgin etkilenir (2). Behçet sendromunun bağırsak tutulumu, coğrafi bölgelere göre değişkenlik gösterir. Doğu Asya'da (özellikle Kore ve Japonya'da) %5–25 oranında yayginken, Akdeniz ve Batı ülkelerinde bu oran %0,3 civarındadır (2).

### **Nörolojik Tutulum**

BH'de nörolojik tutulum, hastalığın en ciddi komplikasyonlarından biridir ve genellikle "Nöro-Behçet sendromu" (NBS) olarak adlandırılır. Nörolojik tutulum, merkezi sinir sistemi (MSS) ve PSS üzerinde etkili olabilir. Bu durum hastaların %10-30'unda izlenebilir (29). Genellikle genç erkeklerde, hastalığın başlangıcından itibaren ilk 5 yıl içinde ortaya çıkar (29). NBS, yüksek mortalite ve morbidite ile ilişkili olduğundan, klinik olarak son derece önemlidir. NBS temelde; parankimal ve non-parankimal tutulum olarak ikiye ayrılmaktadır (29).

## **Parankimal Tutulum**

Parankimal tutulum, beyin sapı, diensefalon ve omurilik gibi bölgelerde yaygındır (30). Bu durum, baş ağrısı, parestezi, disestezi, uyuşma, hemiparezi (vücudun bir tarafında güçsüzlük), ataksi (denge bozukluğu), disartri (konuşma bozukluğu) ve davranış değişiklikleri gibi belirtilerle kendini gösterir (29,30). Klinik bulgular arasında kraniyal sinir felci, oftalmopleji ve işitme kaybı da izlenebilir. Ayrıca çok çeşitli nöbet olguları da bildirilmiştir (29). Bunlar arasında jeneralize tonik-klonik nöbetler, parsiyel nöbetler, myoklonik nöbetler ve epilepsi vardır (29). NBS olan hastaların yaklaşık %6'sında hareket bozukluğu da bildirilmiştir (29).

Parankimal tutulumun en sık etkilendiği bölgeler arasında bazal ganglionlar da yer alır ve hemikorea, hemiballismus ve hemidistoni gibi bulgular subthalamik çekirdek, substantia nigra ve bazal gangliyonlarla ilişkilidir (29,30).

Frontal lob tutulumunda; hafıza ve yürütücü fonksiyonlarda bozukluklar ortaya çıkar (29). Bunların dışında psikoz, manik ataklar ve depresyon gibi semptomlar da oluşabilir (29). Psikiyatrik bulgular limbik sistemin tutulumu ile de ilişkilendirilmiştir (29).

Omurilik tutulumu ise sıklıkla transvers miyelit şeklinde izlenir ve kötü prognoz ile ilişkilidir (30). Bu hastalar paraparezi, sfinkter fonksiyonlarının bozulması ve duysal fonksiyon kayıpları ile gelirler (30). Bazı vakalarda demyelinizan plaklar görülmüştür, bu durum multiple skleroz ile karışabilir; ayrımı oldukça önemlidir (31).

İzole baş ağrısı NBS hastalarında sıkça görülür (29). Migren gibi patolojilerden ayrılmalı ve ağrının karakterinin değişimi ve şiddetinin artması mutlaka uyarıcı faktör olarak görülmeli, araştırılmalıdır (29).

## **Non-Parankimal Tutulum**

BH'de non-parankimal tutulum, genellikle MSS dışındaki yapıları etkileyen nörolojik bulgularla karakterizedir ve en çok serebral venöz sinüs trombozları görülür (32). En sık etkilenen venöz sinüsler; süperior sagittal sinüs, transvers sinüs ve Rosenthal bazal venidir (29). Bu durum baş ağrısı, nöbetler ve görme bozuklukları gibi semptomlarla kendini gösterebilir (32).

Arteryel tromboz ise venöz tromboza göre çok nadir görülür ve bu durumlarda orta serebral arter trombozu, anevrizma, diseksiyon, enfarktüs, intraserebral ya da subaraknoid kanamalar gelişebilir (29,33).

Bazı vakalarda ise non-parankimal tutulum aseptik menenjit olarak da ortaya çıkabilir (34).

Parankimal tutulum, non-parankimal tutulumla göre daha kötü prognoz ile ilişkilidir ve genellikle daha fazla nörolojik hasara yol açar (35).

### **Periferik Sinir Sistemi Tutulumu**

BH'de PSS tutulumu nadir görülmekle birlikte klinik açıdan önemli bir durumdur (36,37). Araştırmalar bu durumun daha çok alt ekstremitelerde belirgin olduğunu ve sıklıkla duyuşal sinirleri etkilediğini göstermiştir (36,37). Genellikle aksonal tipte distal nöropati olarak tanımlanır (36). Alt ekstremitelerde en çok tibial ve peroneal sinir tutulumları izlenmiştir (36).

BH'de PSS tutulumu nadir görülse de elektrofizyolojik çalışmalar ile subklinik sinir tutulumu tespit edilebilir (37,38). Klinikte belirgin nörolojik semptomu olmayan hasta gruplarında erken nöropatiye önceden tanı koyabilmek için elektrofizyolojik sinir iletim sistemi çalışmaları yapılması önerilmiştir (37). Yapılan çalışmalarda BH'nin süresi uzadıkça periferik nöropati riskinin arttığı saptanmıştır (37). Patofizyolojisi net açıklanamamakla birlikte aksonal dejenerasyona ve demyelinizasyona bağlanmıştır (37,38).

BH'de median sinir tutulumu ile ilişkili olarak median sinir iletim hızında gecikme, sensörimotor polinöropati veya sensörimotor nöropati şeklinde ortaya çıkabilir (37). Elektrofizyolojik çalışmalar subklinik sinir tutulumunun tespitinde önemli rol oynar ve nörolojik semptomları olmayan hastalarda dahi nöropatiyi erken dönemde ortaya çıkarabilir (37,38).

### **2.1.4. Tanı**

BH'nin tanısında en yaygın kullanılan kriterler, 1990 yılında Uluslararası Çalışma Grubu tarafından belirlenen kriterlerdir. 2014 yılında bu kriterler, duyarlılığı artırmak amacıyla güncellenmiştir (39). Tanı için en önemli klinik bulgular arasında tekrarlayan oral aftöz ülserler, genital ülserler, cilt lezyonları ve göz tutulumu yer alır. Paterji testi bazı hastalarda pozitif olabilir ve tanıya yardımcı olabilir (40). BH için patognomonik bir laboratuvar testi bulunmamaktadır. HLA-B51 antijeni bazı hastalarda bulunabilir, ancak tanı için yeterli değildir (39,40).

**Tablo 2.1.** Behçet hastalığı için Uluslararası Çalışma Grubu Tanı Kriterleri (39).

| <b>Kriter</b>                                 | <b>Gerekli Özellikler</b>                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tekrarlayan ağız ülserleri                    | Hekim veya hasta tarafından gözlemlenen, minör/majör aftöz veya herpes benzeri ülserasyon; 12 ay içinde en az 3 kez tekrarlayan                                                                            |
| Ek olarak aşağıdaki 2 bulgudan herhangi biri: |                                                                                                                                                                                                            |
| Tekrarlayan genital ülserler                  | Hekim veya hasta tarafından gözlemlenen aftöz ülserasyon veya skar oluşumu                                                                                                                                 |
| Göz lezyonları                                | Oftalmolog tarafından gözlemlenen ön üveit, arka üveit, yarık lamba muayenesinde vitreus içinde hücreler veya retinal vaskülit                                                                             |
| Deri lezyonları                               | Hekim veya hasta tarafından gözlemlenen eritema nodozum; hekim tarafından gözlemlenen psödofolikülit, papülopüstüler lezyonlar veya kortikosteroid kullanmayan post-adolesan hastalarda akneiform nodüller |
| Pozitif paterji testi                         | Hekim tarafından 24–48 saat içinde değerlendirilerek pozitif olarak saptanan test sonucu                                                                                                                   |

### 2.1.5. Tedavi

BH tedavisinde infliksimab ve adalimumab gibi biyolojik ajanlar, özellikle şiddetli hastalık seyri olan olgularda etkili bulunmuştur ve bu tedaviler genellikle geleneksel tedaviye yanıt vermeyen hastalarda kullanılmıştır (41).

BH'nin tedavisinde hastalığın şiddeti, etkilenen organlara göre tedavi protokolleri değişmekle beraber genellikle bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımları daha uygun bulunur. Tedavi yaklaşımları arasında kortikosteroidler önemli yer kaplar; inflamatuvar atakları baskılamak amacıyla lokal ve sistemik immünosupresif ilaçlar kullanılmaktadır (42). Kolşisin, BH'nin tedavisinde kortikosteroidlerle beraber kullanılmakta olup özellikle mukokutanöz ve eklem semptomlarının yönetiminde çok etkilidir (42).

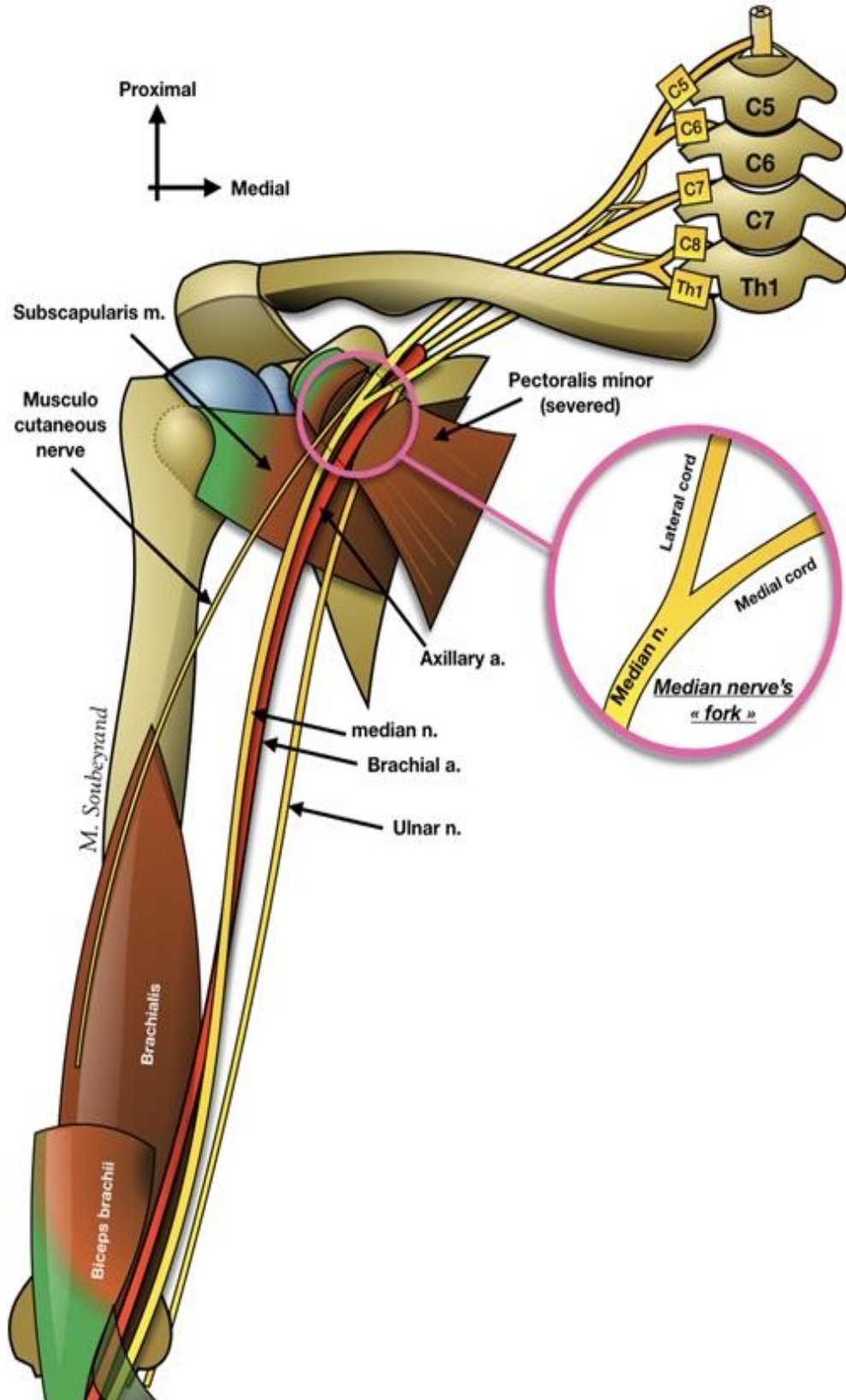
## 2.2. Median Sinir ve Karpal Tünel

### 2.2.1. Median Sinir ve Karpal Tünel Anatomisi

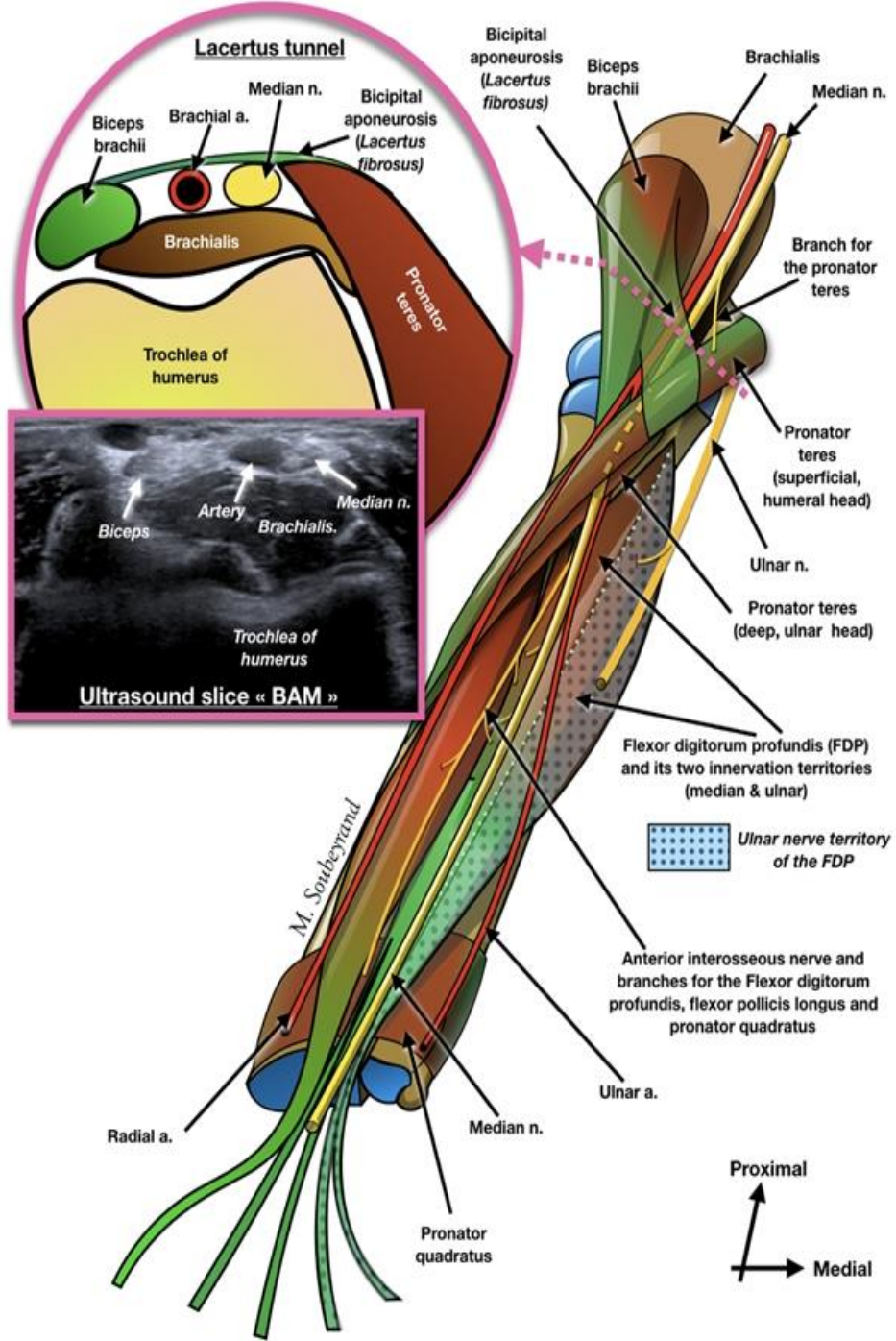
Median sinir, üst ekstremitede önemli bir sinirdir ve hem motor hem de duyu fonksiyonları taşır. Median sinir, brakiyal plexusun (C5–T1) medial ve lateral köklerinin birleşmesiyle oluşur (43,44). Median sinir, ön kolun pronator teres, pronator

quadratus kasları ile ön kolun ön tarafındaki fleksor karpi ulnaris (FKU) ve fleksor digitorum profundus kasının medial yarısı hariç fleksor kasların hepsini innerve eder. El düzeyinde tenar kaslar ve birinci ve ikinci lumbrikal kasları innerve eder. Ayrıca palmar ve dijital kutanöz dallar aracılığıyla avuç içinin radial yarısı ile üç buçuk parmağa duyusal dallar verir (45).

Median sinir, aksiler çukur düzeyinde proksimalde pektoralis major ve minör kaslarının arkasında, subskapularis kasının önünde yer alır. Pektoralis major kasının altından çıkarak aksiler çukurdan ayrılır. Başlangıçta brakiyal arterin lateralindedir ancak korakobrakialis kası seviyesinde brakial arteri çaprazlayarak medial tarafa geçer. Üst kol düzeyinde biceps brachi ve brachialis kasları arasında ve brakial arter-ven yapılarının mediali boyunca seyrederek (45).Dirsek düzeyinde kübital fossaya girer. Kübital fossa düzeyinde biceps kasının aponevrotik yapısı olan lacertus fibrosus'un altında seyrederek. Daha sonra pronator teres kasının iki başı arasından geçer. Ön kolda fleksor kasların arasında seyrine devam eder. Fleksor digitorum superficialis ve profundus arasından geçerek fleksor retinakulumun proksimalinde yüzeyelleşir. Burada anterior interosseöz sinir ve palmar kutanöz dalı ayrılır (45). Anterior interosseöz sinir; ön kolun derin fleksör kaslarını (fleksor digitorum profundus radial kısmı, fleksor pollicis longus ve pronator kuadratus kaslarını innerve eder. Palmar kutanöz dalı ise elin radial tarafındaki cildi innerve eder ve karpal tünelin içinden geçmez. Median sinir, fleksor retinakulumun altından geçerek karpal tünele girer. Burada tenar kaslarını, lateral iki lumbrikal kası ve duyu alanlarını innerve eden dallara ayrılır (45).



Şekil 2.2. Aksiller fossa ile dirsek arasındaki median sinirin anatomisi (7).

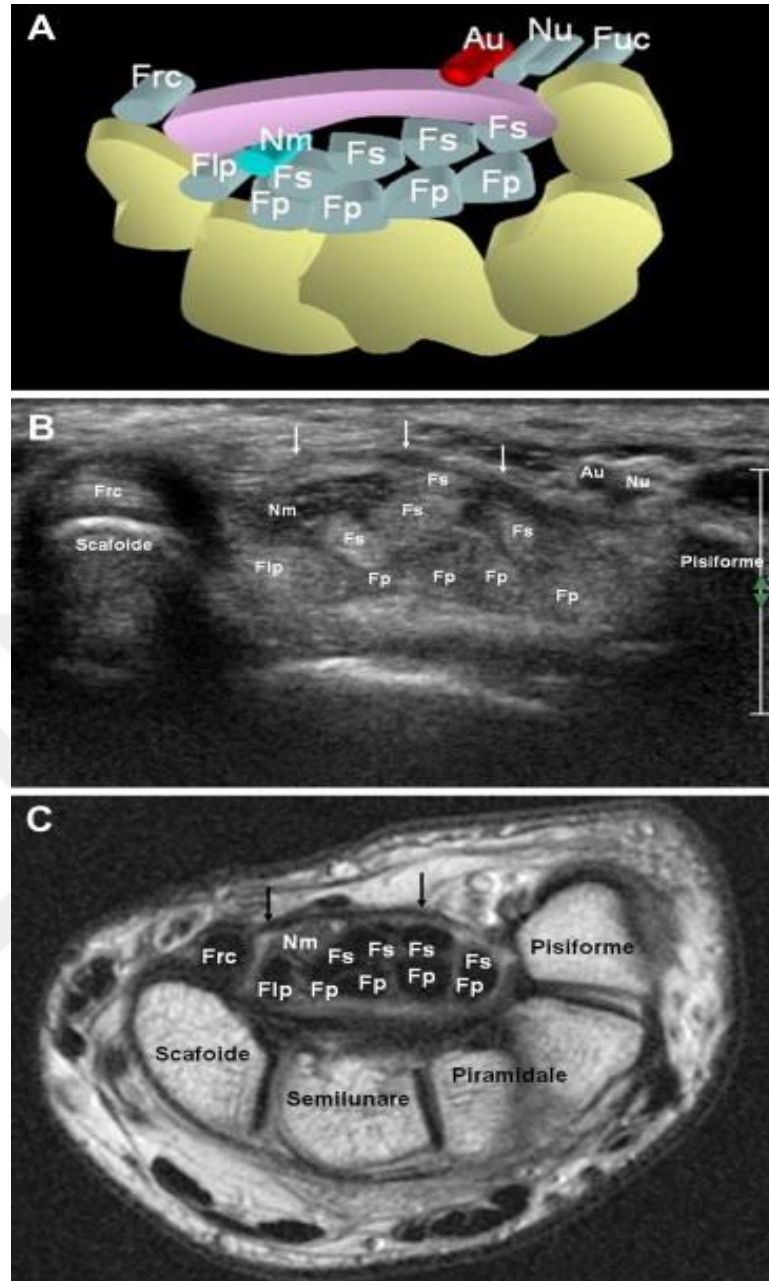


Şekil 2.3. Dirsek ve ön kolda median sinirin anatomisi-US görüntüsü (Biseps kası, ulnar arter, median sinir) (7).

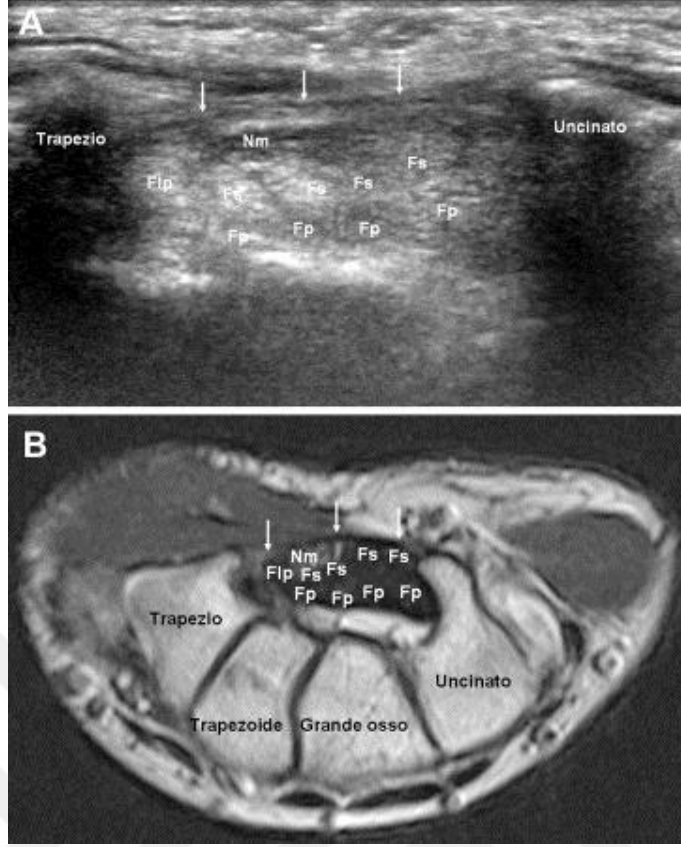


**Şekil 2.4.** Median sinir duysal innervasyonu (7).

Karpal tünel, volar bilek bölgesinde yer alan osteofibroz bir kanaldır. Median sinir karpal tünelden geçerek bileğe ulaşır. Tünelin tabanı karpal kemikler (skafoïd, lunatum, triquetrum, pisiform, trapezium, trapezoid, kapitatum, hamatum) ve çatısı ise fleksör retinakulum (transvers karpal ligament) tarafından sınırlandırılır (46,47). Anatomik olarak, tünelin radial tarafında trapezium, skafoïd ve FKU tendonunun oluşturduğu septum yapısı yer alır. Ulnar tarafında ise hamatumun kancası, pisiform ve triquetrum bulunur. Karpal tünel içerisinde median sinir ve dokuz tendon bulunur: bir fleksör pollicis longus, dört fleksör digitorum superficialis ve dört fleksör digitorum profundus tendonu (43,44). Median sinir en palmar tarafta yani yüzeye en yakın yerinde seyreder. Tünelin tabanı ve eğimli yanları, radyokarpal ve interkarpal eklemlerin kapsülleri ve karpusun periostu ile kaplıdır (46,47). Hamat kemiğin kancası tünelin en dar yeridir ve kompresyon açısından bu alan risklidir.



**Şekil 2.5.** Karpal tünelin proksimal kesiti, A)Karpal tüneldaki tendonların şematik gösterimi, B)US ile gösterimi (oklar: fleksor retinakulum), C)MRG ile gösterimi (oklar: fleksor retinakulum) (46).



**Şekil 2.6.** Karpal tünel distal kesiti, A)US ile gösterimi B)MRG ile gösterimi (oklar: retinakulum distal kesimi) (46).

### 2.2.2. Median Sinir Vasküler Beslenmesi

Median sinirin arteriyel beslenmesi, ön kol ve el bölgesinde çevresindeki çeşitli arterler tarafından gelen dallar (vasa nervorum) ile sağlanır (48,49). Özellikle karpal tünel bölgesinde median sinirin arteriyel beslenmesi, elin vaskülarizasyon tipine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Median sinirin distal ön kolda, radial arterden çıkan sabit bir dal ile beslendiği ve bu dalın sinirin vaskülaritesini koruduğu belirtilmiştir (45,46). Dirsek ve ön kol düzeyinde a. ulnaris tarafından verilen önemli dallardan biri olan a. interossea anterior'dur (48). El bileği ve karpal tünel düzeyinde ise a. radialis ve a. ulnaris'in karpal dalları ile beslenir (48,49). Bu seviyede embriyolojik dönemde var olan a. mediana doğumdan sonra kalıcı olursa persistan median arter (PMA) adını alır ve ön kolun ve median sinirin beslenmesine katkıda bulunur (50).

Median sinirin vasküler beslenmesi; damar tıkanıklıkları, kronik kompresyon (karpal tünel sendromu gibi) durumlarında bozulabilir. Yine Diabetes Mellitus, vaskülit veya travmalar, sinir beslenmesini olumsuz etkileyerek sinir hasarına yol açabilir.

### **2.2.3. Tuzak Nöropati**

Periferik sinirlerde seyirleri sırasında çeşitli nedenlerle basıya uğramaları veya sinir kılıfında oluşan dejenerasyon, irritasyon gibi durumlar sonucu oluşan nöropatlere tuzak nöropatiler denir (51).

**Tuzak nöropati şu şekillerde oluşur:**

#### **a.Mekanik Bası:**

Sinirlerin dar ve sert tünellerden geçerken, hareketli eklemlerden geçerken veya hipertrofiye olmuş kaslar ya da lifli bantlar boyunca ilerlerken mekanik kompresyon sonucu ortaya çıkabilir.

#### **b. İskemi:**

Sinirlerin beslenmesini sağlayan vasa nervorumlarda herhangi bir nedenle iskemik bir olay sonucunda meydana gelebilir.

#### **c. Mikrotravmalar veya Tekrarlayan Hareketler:**

Sürekli tekrarlayan hareketler sinirin etrafındaki bağ dokunun kalınlaşmasına neden olabilir ve bu durum sinirin sıkışmasına yol açabilir.

#### **d. Doğumsal Anatomik Varyasyonlar:**

Konjenital dar tüneller, akseusar kas yapıları, bağ dokusundaki ek bant yapıları veya PMA gibi aksesuar bir arterin median sinire baskı yapması ile oluşabilir.

#### **e.Travma veya Kırıklar:**

Sinirlerin trasesinde meydana gelen kırık, çıkık veya hematomlar nedeniyle olabilir.

#### **f.Enflamatuar veya Metabolik Hastalıklar:**

İnflamatuar veya metabolik hastalıklarda sinir çevresinde lokal inflamasyon meydana gelebilir. Bu inflamasyon, sinir sıkışması ile birlikte sinir dokusunda miyelin kaybı ile küçük çaplı aksonların hasar görmesine neden olabilir (52).

### **Karpal Tünel Sendromu**

KTS, üst ekstremitenin en yaygın sinir sıkışma nöropatisidir ve median sinirin bilek seviyesinde sıkışması sonucu ortaya çıkar. Bu durum, el ve parmaklarda ağrı, güçsüzlük ve uyuşma gibi semptomlara yol açar (52-55).

## **Karpal Tünel Sendromu Epidemiyolojisi**

KTS, kadınlarda erkeklere oranla daha yaygındır ve genellikle orta yaş grubunda (50-59 yaş) daha sık görülür (56). Obezite, diyabet, gut ve romatoid artrit gibi tıbbi durumlar KTS ile önemli ölçüde ilişkilidir (57).

Yüksek tekrarlı ve kuvvetli el hareketleri gerektiren işler, KTS riskini artırmaktadır. Özellikle kasaplar, market çalışanları ve dondurulmuş gıda fabrikası işçileri gibi meslek gruplarında KTS prevalansı yüksektir (58). Ailede KTS öyküsü olan bireylerde sendromun görülme olasılığı daha yüksektir. Bu durum, KTS'nin genetik bir yatkınlıkla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (59). Amerika Birleşik Devletlerindeki çalışma popülasyonlarında KTS prevalansı %7,8 olarak belirlenmiştir. Yıllık insidans oranı ise %2,3 olarak hesaplanmıştır (60).

Tayvan'da yapılan bir çalışmada 5 yıllık bir takipte diş hekimlerinde KTS, kümülatif insidansı %0,5 olarak bildirilmiştir. Kadınlarda ve 60 yaş üstünde oran daha yüksek bulunmuştur (61). Kadınlarda KTS görülme sıklığı erkeklere göre daha yüksektir ve yaşla birlikte artış göstermektedir. Özellikle 45-74 yaş arası kadınlarda KTS daha yaygındır (56).

## **Karpal Tünel Sendromu Patofizyolojisi**

KTS'nin patofizyolojisi, median sinirin mekanik travmaya, artan basınca ve iskemik hasara maruz kalmasıyla gelişir. Normalde 2-10 mmHg olan karpal tünel basıncı, bilek fleksiyon ve ekstansiyon hareketleriyle belirgin şekilde artar. Uzun süreli veya tekrarlayan el hareketleri, sinir üzerinde kronik basınca neden olarak demiyelinizasyon sürecini başlatır. İlk olarak sinirin miyelin kılıfında yapısal bozulmalar meydana gelirken, basınç devam ettikçe endonöral ödem, venöz konjesyon ve iskemi gelişir. Bu durum zamanla aksonal dejenerasyona, inflamatuvar mediatörlerin salınımına ve sinirin fonksiyonel kaybına yol açar. Aynı zamanda, sinirin çevresindeki bağ dokusunda gelişen fibrozis sinirin kayma hareketini kısıtlayarak ek yaralanmalara neden olur (62).

Karpal tüneldeki sinovyal dokunun kalınlaşması ve inflamasyonu da KTS gelişiminde önemli bir rol oynar. Tekrarlayan el hareketleri, fleksör tendonların çevresindeki sinovyal dokunun hacmini artırarak tünel içindeki basıncı yükseltir. Bunun sonucunda median sinirin bulunduğu alanda sıkışma ve dolaşım bozuklukları meydana gelir. Ayrıca, inflamatuvar mediatörlerin (TNF $\alpha$  gibi) ve sinovyal biyokimyasal

değişikliklerin etkisiyle, sinir dokusunda hipereksitabilite gelişir ve buna bağlı olarak ağrı ile duyuşal bozukluklar ortaya çıkar. Özellikle küçük çaplı C liflerinin etkilenmesi, ağrının nöropatik bileşenini açıklarken, kronik inflamasyon sonucu sinirin çevresinde skar dokusu oluşması sinirin daha da sıkışmasına yol açar. KTS'de bu patofizyolojik süreçler bir araya gelerek sinir iletim bozukluğu ve ağrılı semptomlarla kendini gösterir (62).

### **Karpal Tünel Sendromu Tanı**

KTS tanısı genellikle hastanın öyküsü ve fizik muayene ile konulur. Klinik muayenede Phalen ve Tinel testleri gibi spesifik testler kullanılır. Phalen testi %68 duyarlılık ve %73 özgüllük gösterirken, Tinel testi %50 duyarlılık ve %77 özgüllük sunar (63). Klinik muayene, deneyimli bir doktor tarafından yapıldığında, tipik KTS semptomları olan hastalar için genellikle yeterlidir.

### **2.3. Sonoelastografi**

#### **2.3.1. Elastografi Tanımı ve Tarihçesi**

USG, yüksek frekanslı ses dalgaları kullanarak vücuttaki organların, dokuların ve kan akışının görüntülenmesini sağlayan noninvaziv bir tıbbi görüntüleme yöntemidir. Bu teknik, radyasyon içermemesi nedeniyle güvenlidir (64).

Elastografi, doku sertliğini değerlendirmek için kullanılan nispeten yeni bir görüntüleme teknolojisidir. Bu teknik, klinisyenlerin manuel olarak gerçekleştirdiği palpasyonun teknolojik bir uzantısı olarak düşünülebilir; ancak daha yüksek mekansal çözünürlük ve daha objektif değerlendirme olanağı sunar (65).

Elastografi, dokunun elastikiyetini değerlendiren noninvaziv bir görüntüleme yöntemidir ve bu teknik sayesinde hem niceliksel hem de niteliksel veriler elde edilebilir. Kolay ulaşılabilir olması, hızlı sonuç vermesi ve düşük maliyetli olması gibi avantajları bulunmaktadır. Ayrıca bu yöntemle dokuların elastisitesini ölçerek hastalıklı ve sağlıklı dokular arasındaki farkı belirlemek amaçlanır. Örneğin; meme kanseri, tiroid nodülleri ve karaciğer fibrozisi gibi çeşitli hastalıkların tanı ve değerlendirilmesinde kullanılır (66).

Elastografi, 1980'lerin sonları ile 1990'ların başlarında ultrasonik görüntülemeyi geliştirmek amacıyla geliştirildi. 1991 yılında elastografinin ilk klinik kullanımı Jonathan Ophir ve ekibi tarafından gerçekleştirildi. İlk olarak ultrason elastografi olarak

ortaya çıkan bu teknik, daha sonra manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve optik koherens tomografi gibi diğer görüntüleme yöntemleriyle de entegre edilmiştir (66).

### 2.3.2. Elastografi Fiziği

Elastisite, bir dokunun üzerine uygulanan bir kuvvetle şekil değiştirip, bu kuvvet kaldırıldığında tekrar eski formuna dönebilme özelliği olarak tanımlanır. Elastisite prensibi Hooke Yasası'na bağlı olarak ifade edilmiştir. Elastisite ile ilgili niceliksel parametreler çoğunlukla M-modu veya ilgili elastik modüller kullanılarak hesaplanır (66,67).

**Hooke Yasası, "Gerilme, şekil değişimiyle orantılıdır" prensibine dayanır.**

**Burada:**

Gerilim (Stress): Maddenin üzerine uygulanan şekil değiştirme kuvvetidir.

Gerinim (Strain): Maddenin boyutunda meydana gelen değişimdir.

**Matematiksel olarak Hooke Yasası şu şekilde ifade edilir:**

$$F=k \cdot \Delta x$$

Burada:

F: Kuvvet (Newton), genellikle birim alana düşen basınç (gerilme) olarak değerlendirilir ve birimi Pascal'dır (Newton/metre<sup>2</sup>).

k: Orantı sabiti (birimsizdir).

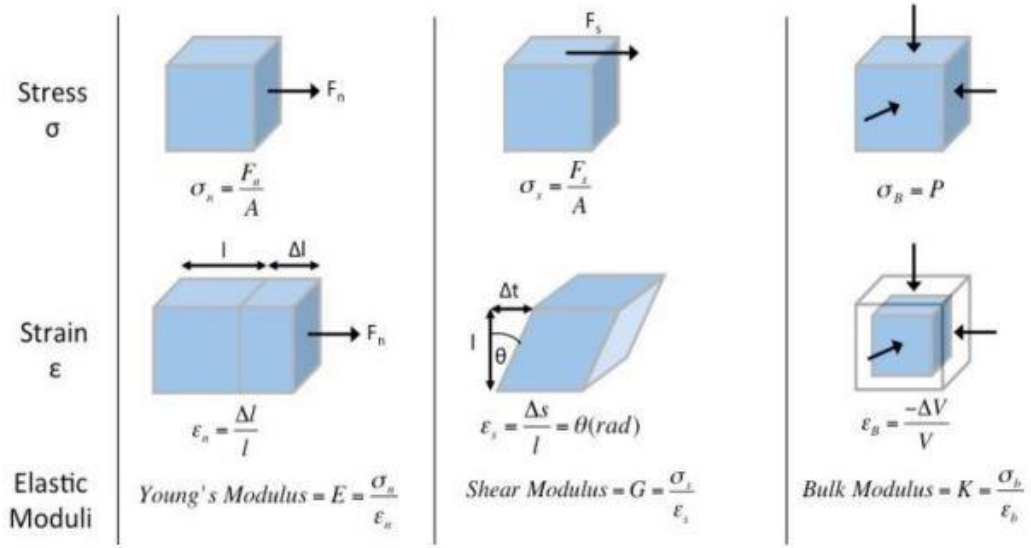
$\Delta x$ : Uzaysal boyut değişimi (şekil değişimi), milimetre veya santimetre cinsinden ifade edilir (60).

Bu formül elastik dokulara göre uyarlanır ise denklem şöyle olur:

$$\sigma = \Gamma \cdot \varepsilon$$

$\sigma$ : Gerilim,  $\Gamma$ : Elastik modül (esneklik katsayısı),  $\varepsilon$ : Gerinim

Gerinim (strain), uygulanan kuvvete bağlı gelişen deformasyonun miktarı olarak tanımlanmaktadır. Gerilim (stress) ise birim alan başına kuvvet miktarıdır. Buna göre gerinim (strain), basınç ile doğru orantılıdır. İncelenen dokuda esneklik katsayısı düşük ise basınç uygulandığında gerinim (strain) o kadar fazla olacaktır (66,67).



**Şekil 2.7.** Elastografi fiziği, deformasyon modelleri (68).

Elastik modüller, malzemelerin deformasyonlara karşı gösterdiği dirençleri tanımlayan fiziksel parametrelerdir. Young modülü, shear modülü ve bulk modülü olmak üzere üç ana elastik modül, farklı deformasyon türlerini tanımlar ve her biri farklı şekil değiştirme tipleriyle ilişkilidir (68).

#### **a. Young Modülü (E)**

Young modülü, bir malzemenin normal gerilme (yüzeye dik kuvvetler) altında nasıl şekil değiştirdiğini tanımlar. Bu modül, malzemenin esnekliğini veya sertliğini ölçen temel bir parametredir. Yani bir malzemeye normal bir kuvvet uygulandığında, malzemenin uzama veya kısalma miktarı ile gerilme arasındaki ilişkiyi belirtir.

Young modülü yüksek olan malzemeler daha serttir; bu nedenle şekil değişimi daha az olur.

Genellikle katı malzemelerde kullanılır ve gerilme/şekil değişimi dikey yönde ölçülür.

Uygulama: Metal, beton, cam gibi katı malzemelerde, normal kuvvetler altında davranışı anlamak için kullanılır (68).

#### **b. Shear Modülü (G) veya Kayma Modülü**

Shear modülü, bir malzemeye kayma gerilmesi (yüzeye paralel kuvvetler) uygulandığında, malzemenin şekil değiştirme (kayma) miktarını tanımlar. Bu modül, malzemenin kayma kuvvetlerine karşı gösterdiği direnci ölçer. Yani shear modülü, yüzeye paralel kuvvetlerin malzemeyi nasıl deforme ettiğini tanımlar.

Shear modülü ne kadar yüksekse, malzeme kaymaya karşı daha dayanıklıdır.

Kayma modülü, genellikle yumuşak dokular ve sıvılar gibi deformasyona eğilimli malzemelerde daha düşük değerler alır.

Uygulama: Yapı mühendisliğinde ve zemin mekaniğinde, malzemelerin kayma kuvvetlerine tepkisi incelenir (68).

### **c. Bulk Modülü (K) veya Hacim Modülü**

Bulk modülü, bir malzemeye tüm yönlerden eşit basınç uygulandığında, hacminde meydana gelen değişimin büyüklüğüyle ilgilenir. Bu modül, malzemenin hacimsel deformasyonlara karşı gösterdiği direnci ölçer. Yani basınç uygulandığında malzemenin hacim değişimi ile bu basınç arasındaki ilişkiyi tanımlar.

Bulk modülü yüksek olan malzemeler, hacimsel deformasyonlara (sıkıştırılmaya) karşı daha dayanıklıdır.

Bulk modülü, sıvılar ve gazlar gibi sıkıştırılabilir malzemeler için önemlidir.

Uygulama: Hava, su ve gazlar gibi sıvı ve gazların sıkıştırılmasına karşı davranışlarını analiz etmek için kullanılır (68).

Her üç modül de, malzemenin farklı deformasyon türlerine karşı gösterdiği direnci ifade eder ve malzemenin sertlik veya esneklik özelliklerini anlamak için kullanılır.

### **2.3.3. Elastografi Teknikleri**

Elastografi, kuvvetin uygulanma yöntemine göre iki ana kategoriye ayrılabilir: statik (kuasi-statik) elastografi ve dinamik elastografi (66-68). Bu iki tür elastografi, farklı teknikler kullanarak dokunun elastik özelliklerini ölçer.

Statik elastografi, dokulara hafif bir basınç uygulanarak doku sertliğini değerlendirir. Burada kuvvetin uygulanması genellikle statiktir (değişmeyen veya yavaşça değişen kuvvetler). Bu tür elastografi, genellikle elastik modülü hesaplamak amacıyla doku deformasyonlarını inceler. Dokuya sabit bir basınç uygulanır ve bu basınç sonrası doku deformasyonu ölçülür. SWE veya strain elastografi gibi yöntemler kullanılır. Strain elastografi örneği, dokuya uygulanan basınca göre doku deformasyonu (gerinim) ölçülerek doku sertliği belirlenir. Doku üzerindeki deformasyonun, kuvvet kaldırıldığında ne ölçüde geri döndüğü (esneklik) değerlendirilir. Bu yöntemle elde edilen bilgiler genellikle doku sertliği ile ilişkilendirilir (66-68).

Dinamik elastografi, kuvvetin daha dinamik bir şekilde (yani sürekli değişen veya geçici olarak uygulanan kuvvetler) dokulara uygulanmasını içerir. Bu teknikte

genellikle shear wave (kayma dalgası) gibi mekanik dalgaların yayılma hızını ölçerek dokunun elastik özellikleri değerlendirilir. Akustik radyasyon kuvveti impulsu, SWE, point shear wave elastography (pSWE) gibi teknikler kullanılır. SWE gibi dinamik teknikler, kayma dalgalarının dokudaki yayılma hızını ölçerek doku sertliği hakkında niceliksel bilgi sağlanır. Dokuya dinamik bir kuvvet uygulanarak dalga hızları ölçülür. Dalga hızının yüksekliği, dokunun sertliği ile ilişkilidir. Manyetik rezonans elastografi gibi yöntemler, MR ile birlikte dinamik elastografi tekniği kullanılarak doku sertliği ölçülür (66-68).

Özetle; statik elastografide kuvvetin yavaşça veya sabit bir şekilde uygulanmasıyla doku deformasyonu ölçülür. Doku sertliği hakkında genel bilgiler sağlar. Dinamik elastografide kuvvetin değişken veya geçici bir şekilde uygulandığı, dalga hızları ölçülerek doku sertliğinin değerlendirilmesi yapılan bir tekniktir. Bu yöntem daha gelişmiş ve daha hassas ölçümler sağlar. Her iki elastografi türü, doku sertliğinin değerlendirilmesi ve hastalıkların teşhisi için önemli klinik uygulamalara sahiptir.

Bu çalışmada kullanılacak SWE yöntemi genellikle akustik radyasyon kuvveti impulsu tekniği veya pSWE gibi tekniklerle gerçekleştirilir. Bu teknikler, kayma dalgalarının hızını ölçerek dokunun sertliğini ve elastik özelliklerini değerlendirir.

#### **2.3.4. Klinik Kullanım**

Elastografi, meme kanseri, tiroid nodülleri ve karaciğer fibrozisi gibi çeşitli hastalıkların tanı ve değerlendirilmesinde kullanılır.

Meme lezyonlarının sertliğini değerlendirerek malign ve benign tümörlerin ayırt edilmesine yardımcı olur (69). Tiroid nodüllerinde, elastografi skorları maligniteyi yüksek doğrulukla tahmin edebilir (70). Karaciğer fibrozisi tanısında ise iki boyutlu kayma dalgası elastografisi, en geniş değerlendirme imkanını sunar (71).

Literatürde SWE'nin periferik sinirlerin değerlendirilmesinde de etkin olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Araştırmalar bu teknolojinin nöropati tanısı koymada etkili olduğu yönündedir. Dikici ve ark., diyabetik nöropati olgularında SWE kullanarak tibial ve median sinirlerin sertliğini ölçmüş, diyabetik nöropatili hastalarda sinir sertliğini kontrol grubuna göre daha yüksek bulmuştur (72). Li ve ark. kronik böbrek hastalığı olan hastalarda periferik nöropati teşhisinde SWE kullanmışlar ve bu hastalarda tibial sinir sertliği, nöropati varlığını belirlemede önemli bir gösterge olarak kabul edilmiştir (73). Tang ve ark. ile Neto ve ark.'nın yaptığı çalışmalarda; sağlıklı bireylerde sinir

sertliğinin cinsiyet, sinir konumu ve vücut pozisyonu gibi faktörlerden etkilendiği bulunmuştur. Ancak yaş ve vücut kitle indeksi (VKİ) ile anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (74,75).

Behçet hastalığında periferik sinirlerin değerlendirilmesinde SWE kullanılmıştır; ancak mevcut çalışmalar daha çok optik sinir üzerine odaklanmıştır. Yılmaz ve ark. yaptığı çalışmada BH olan bireylerde sinir sertliği sağ gözde anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu çalışma hastalığın sinir üzerindeki etkilerini değerlendirmede SWE'nin, Behçet hastalığında sinir tutulumu açısından potansiyel bir tanı aracı olabileceğini göstermektedir (76).



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Hasta Seçimi

Çalışmamız İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Turgut Özal Tıp Merkezinde prospektif bir çalışma olarak planlanmıştır. Bu çalışma için İnönü Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Eylül 2024 tarihinde 2024/119 protokol kodu ile onay alındı.

Ekim 2024 ile Şubat 2025 tarihleri arasında Behçet tanısı bulunan 41 hastaya ve sağlıklı 41 gönüllü değerlendirilmeye alınmıştır.

Hasta grubu, 18-65 yaş aralığında NBS ile takip edilmeyen, bilinen nörolojik tutulumu veya semptomu olmayan, 1-28 yıl hastalık süresi bulunan, Behçet hastalarından oluşmaktadır. Dışlama kriterlerimiz; median siniri etkileyen romatolojik hastalıklar, hamilelik, diyabet, dislipidemiler, akromegali gibi durumlar ve brakial plexusu etkileyebilecek travma öyküsü, tümör-kitle lezyonları, servikal radikülopati gibi durumlardır. Ayrıca çalışma yapılırken US sırasında bifid median sinir tespit edilen 1 hasta çalışma dışı bırakılmıştır.

Kontrol grubu ise hasta grubu ile benzer yaş ve cinsiyette tamamen sağlıklı 41 gönüllüden oluşmaktadır.

#### 3.2. Shear Wave Elastografi

Bu çalışmada Mindray Resona I9 US cihazı L14-3Ws lineer transduser ve cihaz içerisindeki elastografi yazılımı kullanılmıştır.

İnceleme sırasında hasta ve kontrol grubu, incelemeyi yapan hekimle yüz yüze bakacak şekilde oturtularak, bilekleri sert bir yüzeye yerleştirilerek, dirsek semifleksiyonda, ön kol supinasyonda, bilek ve parmaklar ise hastanın en rahat ettiği pozisyonda, yani semifleksiyonda konumlandırıldı.

İnceleme, gri skala US ile başlatıldı ve median sinir hem aksiyel hem longitudinal planlarda dışlayıcı herhangi bir kriter (bifid median sinir, ganglion kisti, schwannom gibi) varlığı açısından tarandı.

İnceleme bütün hastalarda el bileğinde karpal kemiklerden pisiform kemik seviyesinde yapıldı. Prob median sinire dik olacak şekilde konumlandırıldı. Prob ile cilt arasındaki teması ve basıncı en aza indirmek amacıyla bol miktarda jel uygulandı. Median sinirin enine kesit alanı (MSKA), hiperekojenik kontürü takip edilerek karpal

tünelin giriş seviyesinde aksiyel düzlemde ölçüldü. Ölçümler santimetrekare ( $\text{cm}^2$ ) cinsinden yapıldı.

MSKA ölçümünün hemen ardından hasta aynı pozisyonunda iken SWE'ye geçiş yapıldı. Ölçüm aralıkları 0-8.2 m/s ve 0-200 kPa olarak belirlendi. Elastografide ROI (Region of Interest), "İlgi Alanı" anlamına gelir ve incelenen dokunun belirli bir bölgesini analiz etmek için kullanılan bir ölçüm alanını ifade eder. ROI olarak 2 mm'lik bir bölge belirlendi. SWE değerleri Young modülü üzerinden kilopaskal (kPa) ve metre/saniye (m/s) cinsinden elde edildi.

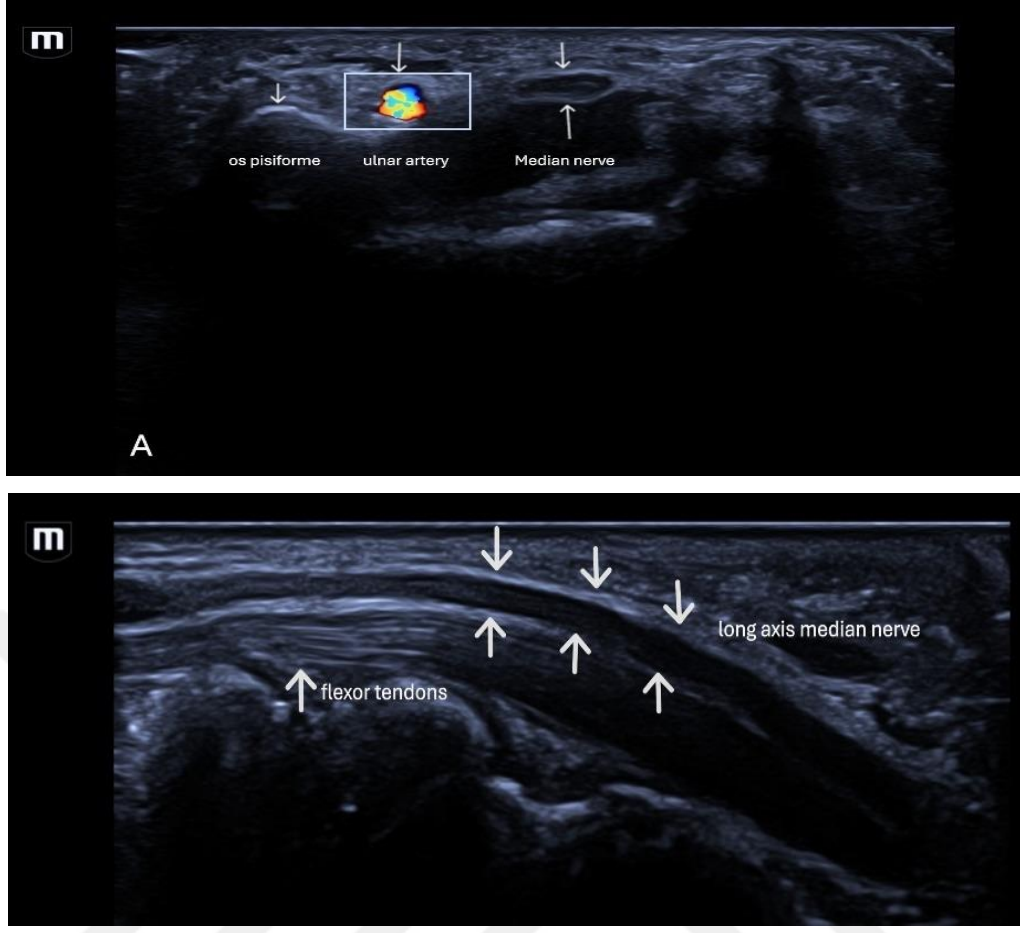
Elastografi görüntülerinde doku sertliği, kırmızıdan maviye uzanan bir renk skalası ile temsil edildi. Kırmızı sert dokuları, mavi ise yumuşak dokuları temsil etmektedir.

Ölçümler M-STB (Motion Stability) indeksine göre görüntülerin kalitesini değerlendirebilen bir indeks ile beraber yapıldı. M-STB indeksi, elastografi sırasında elde edilen görüntülerin hareket stabilitesini değerlendiren bir parametredir ve genellikle yıldız sayısı ile ifade edilir. Bu yıldızlar, görüntü kalitesinin bir göstergesi olup, daha yüksek yıldız sayıları daha iyi görüntü kalitesini gösterir. Örneğin, beş yeşil yıldız en yüksek kaliteyi temsil eder.

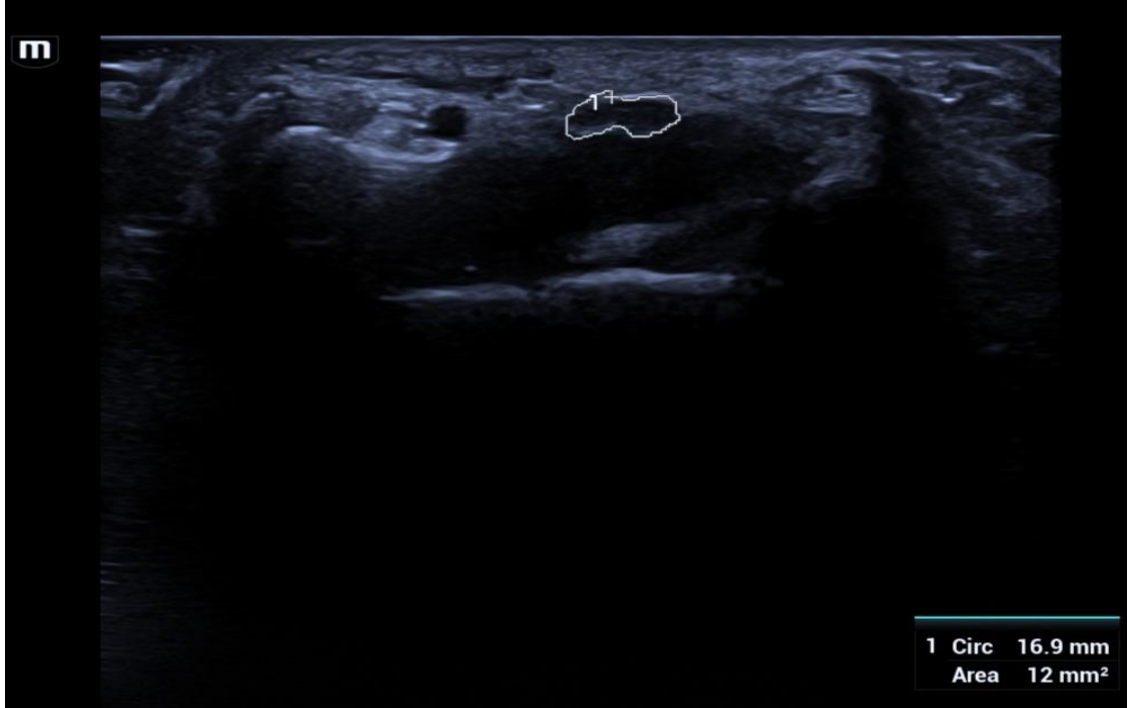
M-STB indeksi beş yıldız gösterdiğinde ölçümler alındı. Ölçümler longitudinal düzlemde üç seri halinde planlandı. Aynı bölgede indeksin beş yıldız olduğu üç kesit alındı. Her bir kesitte iki farklı ölçüm alındı ve toplam altı ölçümün ortalaması hesaplanarak kaydedildi.



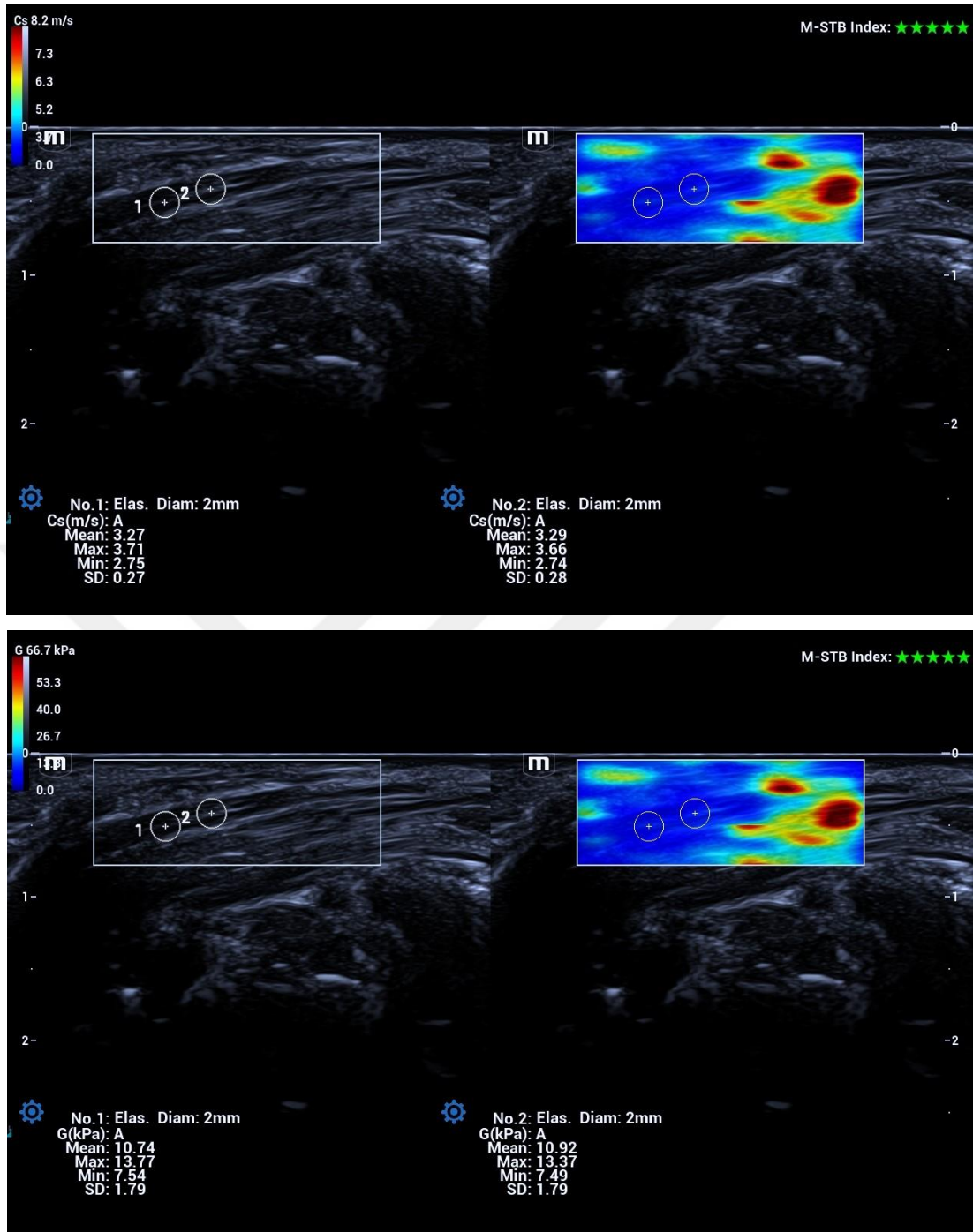
**Şekil 3.1.** İnceleme sırasında hasta pozisyonu.



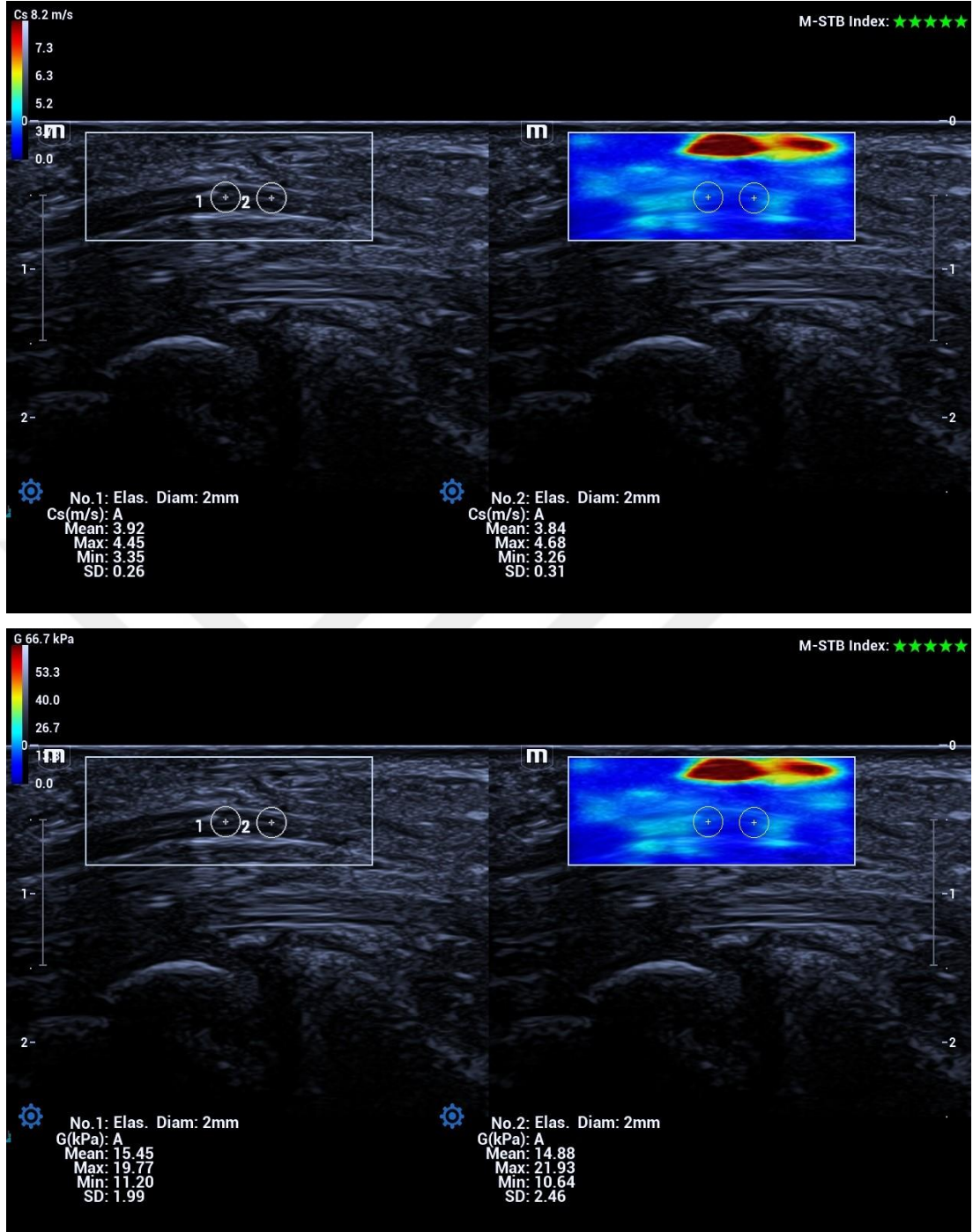
Şekil 3.2. Median sinir aksiyel kesiti (A) ve longitudinal kesiti (B).



Şekil 3.3. Median sinirin aksiyel düzlemde kesit alanı ölçümü.



**Şekil 3.4.** Kontrol grubunda median sinirin m/s (A) ve kPa birimlerinde (B) SWE ölçümleri.



**Şekil 3.5.** Hasta grubunda median sinirin m/s (A) ve kPa (B) birimlerinde SWE ölçümleri.

### 3.3. İstatiksel Analiz

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 26.0 yazılımı ve R programlama dili (sürüm 4.3.1) kullanılarak gerçekleştirildi.

Veriler; ortalama  $\pm$  standart sapma, medyan (min–maks) ve sayı (yüzde) olarak özetlendi.

Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi.

Karşılaştırmalı analizlerde; bağımsız örneklem t testi (Independent Samples t-Test), Mann–Whitney U testi ve Yates düzeltmeli Ki-kare testi uygun durumlarda kullanıldı.

Gruplar bazında değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, uygun durumlarda Pearson ve Spearman korelasyon katsayıları hesaplandı.

$p < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



## 4. BULGULAR

**Tablo 4.1.** Kontrol ve hasta gruplarının demografik verileri.

|                          | Grup             |             |                    |             |                     |
|--------------------------|------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------|
|                          |                  | Kontrol     |                    | Hasta       |                     |
|                          |                  | Sayı        | Yüzde (%)          | Sayı        | Yüzde (%)           |
| Cinsiyet                 | K<br>K<br>ı<br>n | 22          | 47,8%              | 24          | 52,2%               |
|                          | E<br>E           | 19          | 52,8%              | 17          | 47,2%               |
|                          |                  | Ortalama±SS | Medyan (Min-Max)   | Ortalama±SS | Medyan (Min-Max)    |
| Yaş (yıl)                |                  | 42,02±6,62  | 43 (26-59)         | 42,27±10,26 | 44 (20-61)          |
| Boy (cm)                 |                  | 165,39±5,98 | 165 (155-184)      | 166,76±7,95 | 165 (150-182)       |
| Kilo (kg)                |                  | 71,32±9,9   | 70 (52-110)        | 71,95±12,94 | 70 (50-104)         |
| VKİ (kg/m <sup>2</sup> ) |                  | 26,05±3,04  | 25,65 (20,8-32,49) | 25,91±4,6   | 25,26 (17,72-39,63) |

K:Kadın; E:Erkek; VKİ:Vücut Kitle İndeksi; SS:Standart Sapma; \*:Yates düzeltmeli Ki-kare testi; \*\*:Bağımsız örneklem t-testi; \*\*\*:Mann-Whitney U testi.

Cinsiyet dağılımı açısından her iki grup benzer oranlara sahiptir.

Kontrol grubunda kadın oranı %47,8, erkek oranı %52,8 iken, hasta grubunda kadın oranı %52,2, erkek oranı %47,2'dir ve oranlar benzer olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,824).

Yaş değişkeninde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur; kontrol grubunun ortalama yaşı 42,02±6,62 yıl, hasta grubunun ise 42,27±10,26 yıldır (p=0,899).

Boy, kilo ve VKİ açısından da iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır; boy için p=0,382, kilo için p=0,838 ve VKİ için p=0,871'dir.

Sonuç olarak, kontrol ve hasta grupları demografik özellikler bakımından istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir (p>0,05).

**Tablo 4.2.** Hasta ve kontrol gruplarında median sinir elastisite değerlerinin karşılaştırılması.

|                  | Grup        |                  |             |                  | p-değeri |
|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|----------|
|                  | Kontrol     |                  | Hasta       |                  |          |
|                  | Ortalama±SS | Medyan (Min-Max) | Ortalama±SS | Medyan (Min-Max) |          |
| Sağ median sinir | 3,06±0,22   | 3,11 (2,57-3,48) | 4,54±1,22   | 4,24 (3,07-7,47) | <0,001** |

|                                              |            |                   |             |                    |          |
|----------------------------------------------|------------|-------------------|-------------|--------------------|----------|
| elastisitesi<br>(m/s)                        |            |                   |             |                    |          |
| Sağ median<br>sinir<br>elastisitesi<br>(kpa) | 9,65±1,48  | 9,71 (6,62-12,30) | 22,91±12,72 | 17,30 (9,60-53,05) | <0,001** |
| Sol median<br>sinir<br>elastisitesi<br>(m/s) | 3,15±0,29  | 3,15 (2,57-3,95)  | 4,78±1,41   | 4,1 (2,92-8,06)    | <0,001** |
| Sol median<br>sinir<br>elastisitesi<br>(kpa) | 10,31±2,00 | 10,3 (6,57-15,68) | 24,65±13,84 | 18,6 (989-58,36)   | <0,001** |

SS: Standart Sapma; \*: Bağımsız Örneklem t-Testi; \*\*: Mann-Whitney U testi.

Sağ median sinir elastisite değerleri her iki ölçüm biriminde (m/s ve kPa), hasta ve kontrol grubu karşılaştırıldığında hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Kontrol grubunda sağ median sinir elastisitesi ortalama ölçüm değerleri  $3,06 \pm 0,22$  m/s,  $9,65 \pm 1,48$  kPa iken, hasta grubunda ortalama ölçüm değerleri  $4,54 \pm 1,22$  m/s,  $22,91 \pm 12,72$  kPa olarak ölçülmüştür.

Sol median sinir elastisite değerleri her iki ölçüm biriminde sağdakine benzer olarak hasta ve kontrol grubu karşılaştırıldığında hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Kontrol grubunda sol median sinir elastisitesi ortalama ölçüm değerleri  $3,15 \pm 0,29$  m/s,  $10,31 \pm 2,00$  iken, hasta grubunda ortalama ölçüm değerleri  $4,78 \pm 1,41$  m/s,  $24,65 \pm 13,84$  kPa olarak ölçülmüştür.

Sonuç olarak her iki el bileğinde median sinire yönelik yapılan elastisite ölçümlerinde hasta grubu ile kontrol grubu kıyaslanmış ve hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek değerler bulunmuştur ( $p < 0,001$ ).

**Tablo 4.3.** Hasta ve kontrol gruplarında median sinir kesit alanı değerlerinin karşılaştırılması.

|                         | Grup           |                  |              |                  | p-değeri |
|-------------------------|----------------|------------------|--------------|------------------|----------|
|                         | Kontrol (n=82) |                  | Hasta (n=82) |                  |          |
|                         | Ortalama±SS    | Medyan (Min-Max) | Ortalama±SS  | Medyan (Min-Max) |          |
| MSKA (cm <sup>2</sup> ) | 0,13±0,03      | 0,13 (0,06-0,22) | 0,12±0,03    | 0,12 (0,07-0,23) | 0,041*   |

SS: Standart Sapma; \*: Mann-Whitney U testi.

Hasta ve kontrol grubunda her iki elde MSKA ölçümleri karşılaştırıldığında kontrol grubunda median sinir ortalama kesit alanı değeri  $0,13 \pm 0,03$  cm<sup>2</sup>, hasta

grubunda ise  $0,12 \pm 0,03 \text{ cm}^2$  olarak bulunmuştur. MSKA ölçümleri; hasta grubunda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha düşük değerlerde ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.4.** Hasta ve kontrol gruplarında MSKA ile median sinir SWE değerlerinin korelasyonu.

| Grup    |                             |                                      | Sağ Median Sinir SWE (m/s) | Sağ Median Sinir SWE (kpa) |
|---------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Kontrol | Sağ MSKA (cm <sup>2</sup> ) | Pearson Correlation Coefficient      | -0,031                     | -0,113                     |
|         |                             | p-value                              | 0,849                      | 0,482                      |
|         | Sağ Median Sinir SWE (m/s)  | Pearson Correlation Coefficient      |                            | 0,962                      |
|         |                             | p-value                              |                            | <0,001                     |
|         |                             |                                      | Sağ Median Sinir SWE (m/s) | Sağ Median Sinir SWE (kpa) |
| Hasta   | Sağ MSKA (cm <sup>2</sup> ) | Spearman Rho Correlation Coefficient | 0,082                      | 0,033                      |
|         |                             | p-value                              | 0,612                      | 0,836                      |
|         | Sağ Median Sinir SWE (m/s)  | Spearman Rho Correlation Coefficient |                            | 0,978                      |
|         |                             | p-value                              |                            | <0,001                     |
|         |                             |                                      | Sol Median Sinir SWE (m/s) | Sol Median Sinir SWE (kpa) |
| Kontrol | Sol MSKA (cm <sup>2</sup> ) | Pearson Correlation Coefficient      | -0,211                     | -0,209                     |
|         |                             | p-value                              | 0,185                      | 0,189                      |
|         | Sol Median Sinir SWE (m/s)  | Pearson Correlation Coefficient      |                            | 0,976                      |
|         |                             | p-value                              |                            | <0,001                     |
|         |                             |                                      | Sol Median Sinir SWE (m/s) | Sol Median Sinir SWE (kpa) |
| Hasta   | Sol MSKA (cm <sup>2</sup> ) | Spearman Rho Correlation Coefficient | 0,076                      | 0,126                      |
|         |                             | p-value                              | 0,637                      | 0,434                      |
|         | Sol Median Sinir SWE (m/s)  | Spearman Rho Correlation Coefficient |                            | 0,970                      |
|         |                             | p-value                              |                            | <0,001                     |
|         |                             |                                      | Sağ Median Sinir SWE (m/s) | Sağ Median Sinir SWE (kpa) |

|                  |                             |                                      |        |        |
|------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| Tüm katılımcılar | Sağ MSKA (cm <sup>2</sup> ) | Spearman Rho Correlation Coefficient | -0,130 | -0,180 |
|                  |                             | p-value                              | 0,245  | 0,105  |
|                  | Sağ Median Sinir SWE (m/s)  | Spearman Rho Correlation Coefficient |        | 0,982  |
|                  |                             | p-value                              |        | <0,001 |
| Tüm katılımcılar | Sol MSKA (cm <sup>2</sup> ) | Spearman Rho Correlation Coefficient | -0,104 | -0,087 |
|                  |                             | p-value                              | 0,354  | 0,435  |
|                  | Sol Median Sinir SWE (m/s)  | Spearman Rho Correlation Coefficient |        | 0,989  |
|                  |                             | p-value                              |        | <0,001 |

MSKA: Median sinir kesit alanı; SWE: Shear wave elastografi

Kontrol grubunda, MSKA ile SWE (m/s) ve SWE (kPa) arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan, negatif yönde zayıf korelasyonlar saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Ancak, SWE (m/s) ile SWE (kPa) arasında oldukça yüksek ve anlamlı pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir ( $r>0.96$ ,  $p<0.001$ ).

Hasta grubunda, kontrol grubu ile benzer şekilde MSKA ile SWE arasında anlamlı olmayan korelasyonlar gözlemlenmiştir ( $p>0.05$ ). Ancak hasta grubunda yine kontrol grubu ile benzer şekilde SWE (m/s) ile SWE (kPa) arasında güçlü pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir ( $r>0.97$ ,  $p<0.001$ ).

Tüm katılımcılar birlikte değerlendirildiğinde de benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kesit alanı ile SWE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ( $p>0.05$ ), ancak SWE (m/s) ile SWE (kPa) arasındaki korelasyon son derece güçlü ve anlamlıdır ( $r>0.98$ ,  $p<0.001$ ). Bu bulgular, median sinir kesit alanının SWE değerleri ile anlamlı bir ilişkisi olmadığını, ancak SWE (m/s) ile SWE (kPa) arasında güçlü bir doğrusal ilişki olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.5.** VKİ ile MSKA ve median sinir SWE değerleri korelasyon tablosu.

| VKİ (kg/m <sup>2</sup> ) |                                 | Median Sinir Kesit Alanı (cm <sup>2</sup> ) | Median Sinir elastisitesi (m/s) | Median Sinir elastisitesi (kPa) |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                          |                                 |                                             |                                 |                                 |
|                          | Pearson Correlation Coefficient | -0,091                                      | 0,044                           | 0,004                           |
|                          | p-value                         | 0,417                                       | 0,694                           | 0,975                           |

VKİ: Vücut kitle indeksi

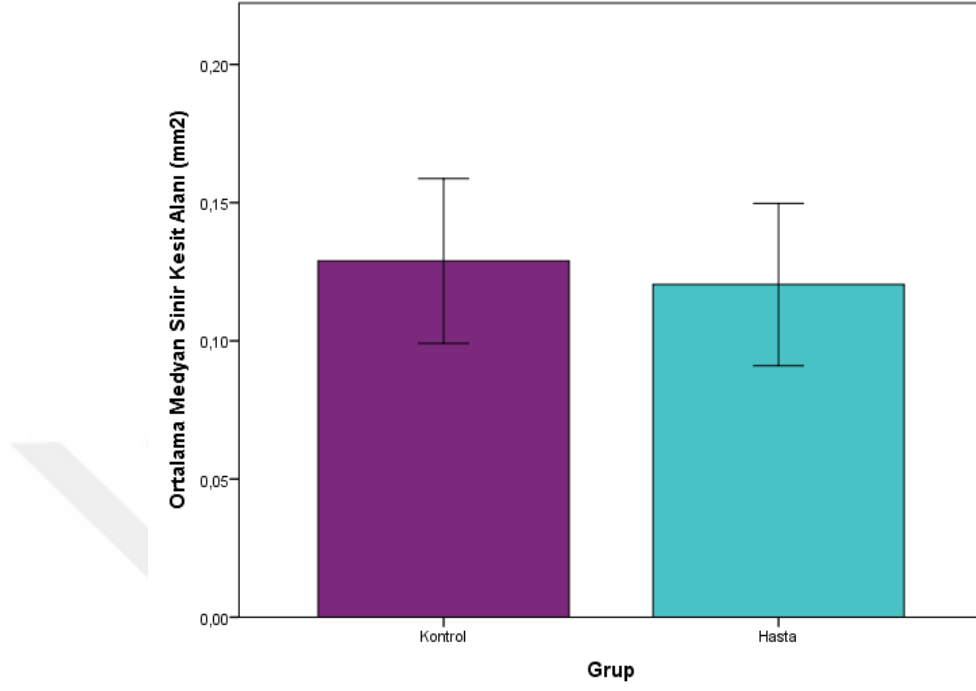
Hasta grubunda; VKİ ( $\text{kg/m}^2$ ) ile MSKA ( $\text{cm}^2$ ) arasında ve median sinir elastisite değerleri (hem m/s hem de kPa cinsinden) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır.



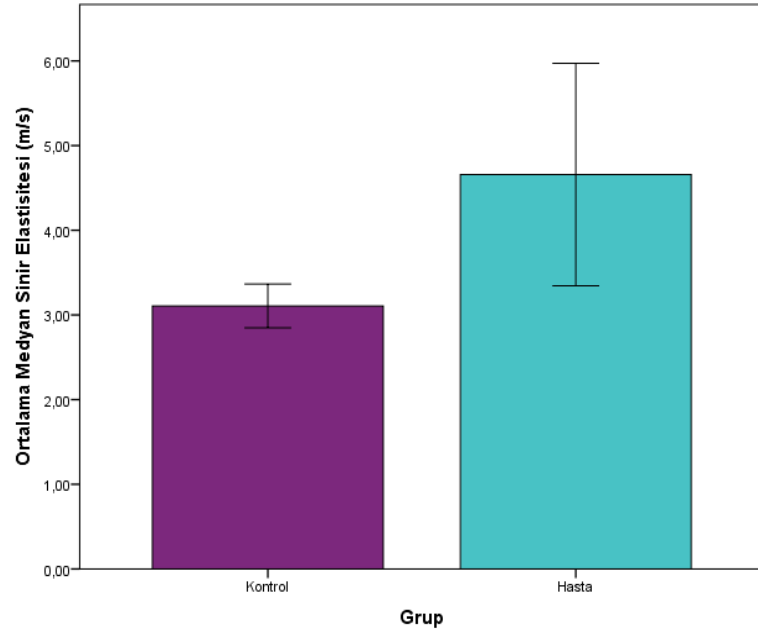
**Tablo 4.6.** Hastalık süresi ile MSKA ve median sinir SWE değerleri korelasyon tablosu

|                                             | Hastalık Süresi |                     |                |                    |              |                  | p-değeri |
|---------------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------|--------------------|--------------|------------------|----------|
|                                             | 1-5 yıl arası   |                     | 5-10 yıl arası |                    | 10 yıl üzeri |                  |          |
|                                             | Mean±SD         | Median (Min-Max)    | Mean±SD        | Median (Min-Max)   | Mean±SD      | Median (Min-Max) |          |
| Median Sinir Kesit Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 0,12±0,04       | 0,12 (0,07-0,19)    | 0,12±0,03      | 0,12 (0,08-0,23)   | 0,12±0,03    | 0,12 (0,07-0,19) | 0,907    |
| Median Sinir SWE (m/s)                      | 4,37±1,01       | 4,25 (3,22-6,69)    | 4,81±1,35      | 4,38 (2,92-7,47)   | 4,69±1,44    | 4,1 (3,05-8,06)  | 0,623    |
| Median Sinir SWE (kpa)                      | 21,01±10,42     | 18,28 (10,53-45,65) | 25,57±14,28    | 18,65 (9,94-58,36) | 23,67±13,61  | 17,71 (9,6-54,7) | 0,646    |

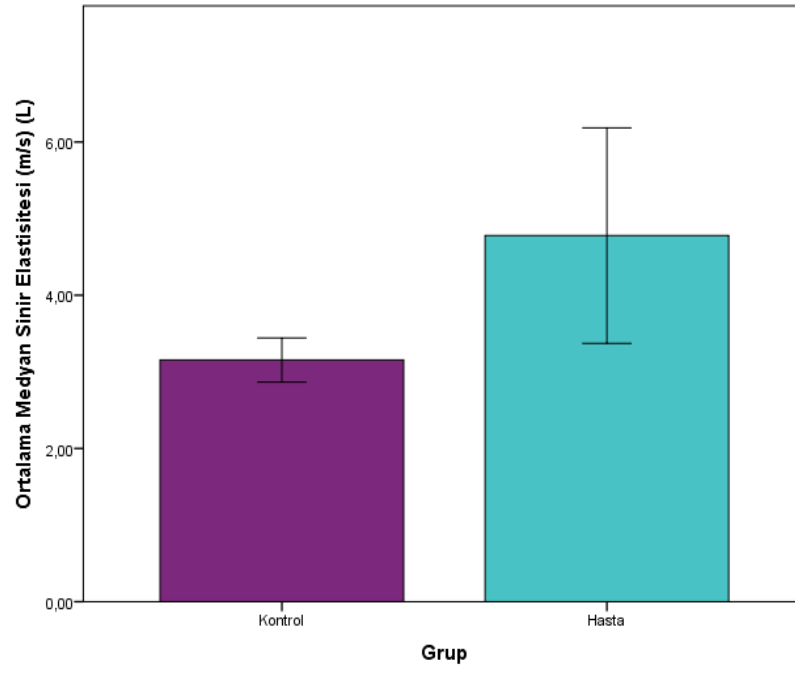
Hastalık süresi 1–5 yıl, 5–10 yıl ve 10 yıl üzeri olan Behçet hastaları arasında yapılan karşılaştırmalarda, median sinir kesit alanı (MSKA) ve median sinir elastisite değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.



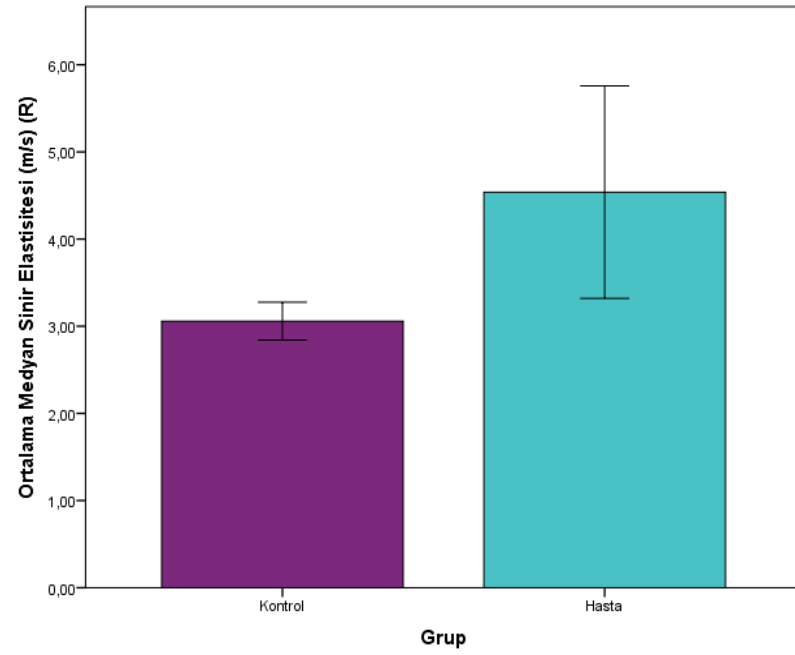
Şekil 4.1. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama medyan sinir kesit alanı (cm<sup>2</sup>) karşılaştırması.



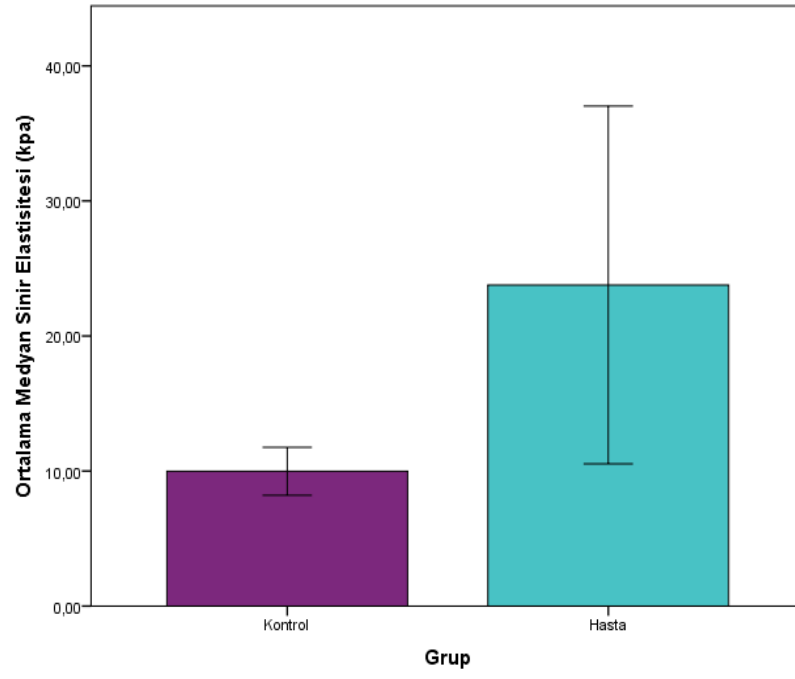
Şekil 4.2. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama medyan sinir elastisitesi (m/s) karşılaştırması.



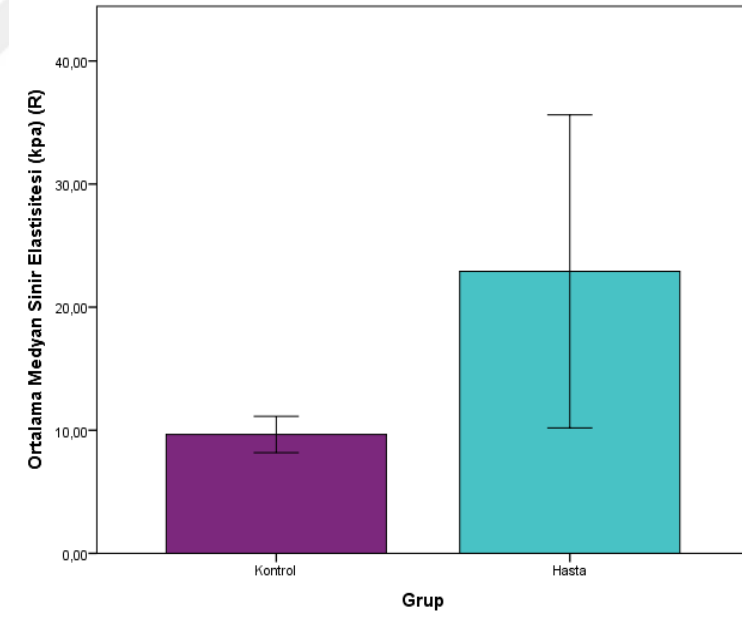
**Şekil 4.3.** Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sol medyan sinir elastisitesi (m/s) karşılaştırması.



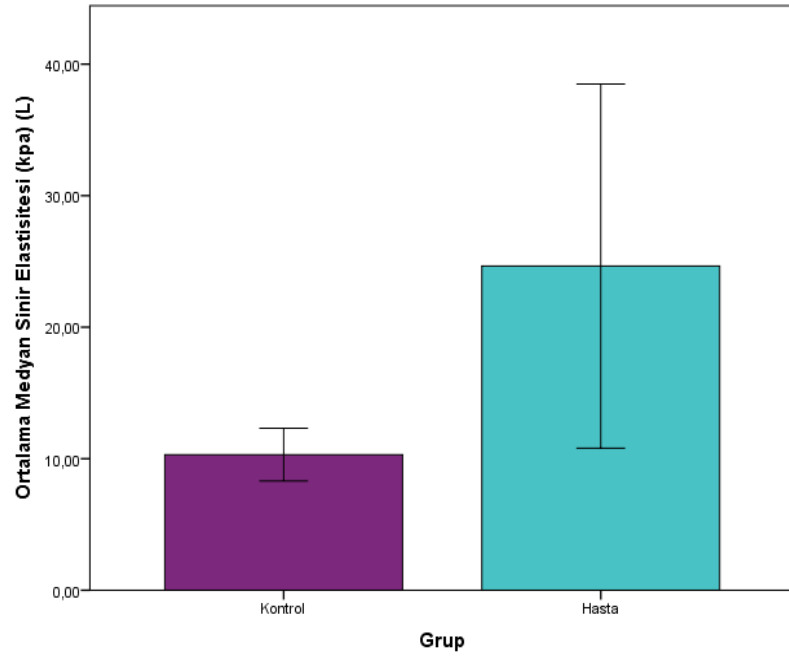
**Şekil 4.4.** Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sağ medyan sinir elastisitesi (m/s) karşılaştırması.



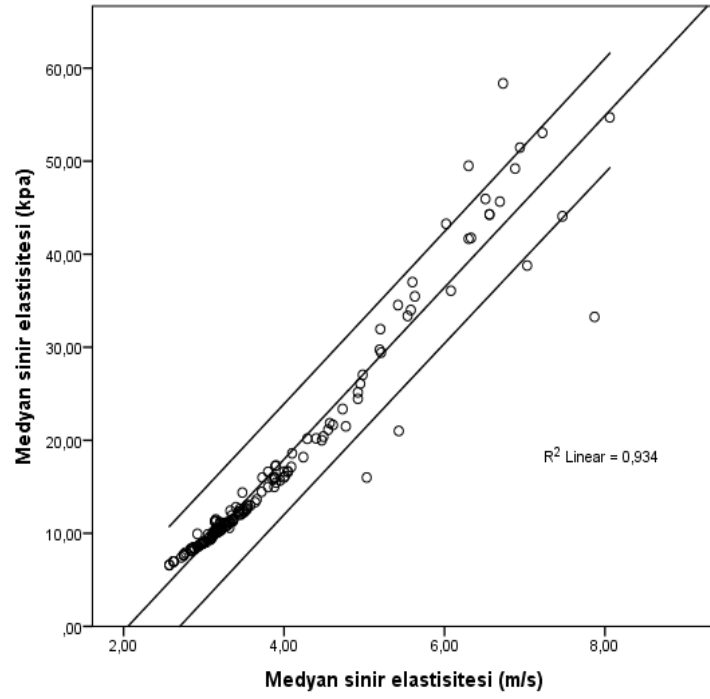
**Şekil 4.5.** Hasta ve kontrol gruplarında ortalama medyan sinir elastisitesi (kpa) karşılaştırması.



**Şekil 4.6.** Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sağ medyan sinir elastisitesi (kpa) karşılaştırması.



Şekil 4.7. Hasta ve kontrol gruplarında ortalama sol medyan sinir elastisitesi (kpa) karşılaştırması.



Şekil 4.8. Tüm deneklere ilişkin medyan sinir elastisitesi (m/s) ile medyan sinir elastisitesi (kpa) arasındaki ilişkinin saçılım grafiği.

## 5. TARTIŞMA-SONUÇ

Bu çalışmada; her iki el bileğinde median sinire yönelik yapılan elastisite ölçümlerinde Behçet hastaları ile kontrol grubu kıyaslanmış ve Behçet hastalarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek değerler bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Ayrıca Behçet hastaları ve kontrol grubu arasında MSKA, Behçet hastalarında azalmıştır ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu durum Behçet hastalığının patofizyolojisindeki kronik inflamatuvar süreçler ve demiyelinizasyona bağlı miyelin kaybı ile ilişkili olabilir.

SWE, yumuşak doku elastikiyetini değerlendirmek için kullanılan bir görüntüleme tekniğidir. SWE, düşük maliyeti, kolay uygulanabilirliği, yüksek tekrarlanabilirliği, yüksek çözünürlük ve hassasiyeti ile oldukça avantajlı bir yöntemdir (8). Son yıllarda elastografi; meme kanseri, tiroid nodülleri ve karaciğer fibrozisi gibi çeşitli hastalıkların tanı ve değerlendirilmesinde çok sık kullanılmıştır. Literatürde daha önce; Faruk ve ark. meme lezyonlarında malign ve benign tümörlerin ayırt edilmesinde (69), Rago ve ark., tiroid nodüllerinin malignite potansiyelinin değerlendirilmesinde (70), Zhironov ve ark. karaciğer fibrozisinin değerlendirilmesinde (71) SWE ile elastisite ölçümlerini kullanmışlardır.

MSKA ölçümü, literatürde birçok klinik çalışmada kullanılmıştır. Jenny ve ark. yaptığı bir çalışmada, 43 çocuk hastada bilek, ön kol ve üst kolda MSKA ölçümleri yapmışlar ve ilk iki yılda daha belirgin olmak üzere çocukluk döneminde MSKA'da artış olduğunu saptamışlardır. Bu durumun sinir sisteminin maturasyonuna ve sinir iletim hızlarındaki artışa bağlı olduğunu bildirmişlerdir (77). Roomizadeh ve ark. yaptığı meta-analizde karpal tünel sendromunun şiddeti MSKA ölçümleri ve elektrodagnostik çalışmalarla kıyaslanmıştır. Bu çalışmalara 776 hafif, 823 orta ve 693 şiddetli karpal tünel sendromu olmak üzere toplam 2292 el bileği dahil edilmiş ve karpal tünel giriş düzeyinde MSKA ölçülmüş, hafif-orta ve şiddetli karpal tünel sendromlarında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde MSKA'nın giderek arttığı sonucu bulunmuştur. Bu durumun sinirin uzun süreli kompresyonu sonrası iskemiye maruz kalması ve intranöral ödeme yol açan endotel hasarına bağlı olduğunu bildirmişlerdir (78). Ikumi ve ark. tek taraflı karpal tünel sendromu olan hasta grubunda MSKA ölçümleri yapmışlardır ve asemptomatik tarafta VKİ indeksi ile MSKA arasında korelasyon bulmuş ancak semptomatik tarafta anlamlı korelasyon bulamadıklarını

belirtmişlerdir. Bu durumu semptomlar geliştikten sonra ortaya çıkan ödem ve psödonöroma gibi durumlar ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada semptomatik ve asemptomatik tarafta hastalık süresi ile MSKA arasında anlamlı korelasyon saptanmadığını bildirmişlerdir (79). İnal ve ark. ise Behçet hastalarında optik sinirin tutulumu ile ilgili elastisite çalışması yapmışlar ve Behçet hastalarında optik sinir kalınlığının kontrol grubuna kıyasla azaldığını bildirmişlerdir, bu durumun demiyelinizasyon/kronik inflamasyon gibi süreçlerle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (80). Bu çalışmada da median sinir kesit alanı literatürde bu çalışma ile benzer şekilde hasta grubunda kontrol grubuna kıyasla azalmış olarak bulunmuştur. BH, sistemik inflamatuvar bir vaskülitir. Periferik sinir sistemi tutulumu ise son derece nadirdir ve prevalansı hakkında kesin veri yoktur (5). Patofizyolojide; akut inflamasyon, lenfositik ve nötrofilik infiltrasyon sonucu demiyelinizasyon, akson kaybı ve nekroz gelişimi sorumlu tutulmuştur (Zhan ve ark.) (81). Ben Ghorbel ve ark. yaptığı, Behçet hastalarında periferik sinir kesitine yönelik alınan incelemede patolojide; aksonal dejenerasyon ve miyelin kaybı izlenmiştir (82). Biz de hasta grubundaki MSKA'daki azalmanın, inflamatuvar süreçlerin neden olduğu demiyelinizasyon, aksonal dejenerasyon ve miyelin kaybı ile ilişkili olduğunu düşünüyoruz.

Literatürde periferik sinirlerin elastisitesinin değerlendirilmesinde de SWE kullanılmıştır. Araştırmalar bu teknolojinin nöropati tanısı koymada etkili olduğu yönündedir. Dikici ve ark. diyabetik nöropatide SWE ile tibial ve median sinirlerin sertliğini ölçmüş, diyabetik nöropatili hastalarda sinir sertliğini kontrol grubuna göre daha yüksek bulmuştur (72). Li ve ark. kronik böbrek hastalığı olan hastalarda periferik nöropati teşhisinde SWE kullanmışlar ve bu hastalarda tibial sinir sertliği, nöropati varlığını belirlemede önemli bir gösterge olarak kabul edilmiştir (73). Periferik sinirlerden median sinire yönelik yapılan çalışmalarda; Cingöz ve ark. karpal tünel sendromunda SWE ve DTI yöntemleri ile ölçümler yapmış ve KTS olan hastalarda median sinir elastisite değerlerini anlamlı bir şekilde daha yüksek bulup ödem ve fibrozis ile ilişkili olarak değerlendirilmiştir (83). Burulday ve ark. akromegali hastalarında median sinir elastisite değerlerinin arttığını saptamış ve bu durumu uzun süreli kompresyon, ödem ve tuzaklanma gibi durumlar ile ilişkili olarak değerlendirmişlerdir (84). He ve ark. yaptığı çalışmada diyabet hastalarında ve diyabetik nöropati tanısı olan hasta grubunda median sinir ve tibial sinir elastisite değerleri kontrol grubuna kıyasla artmıştır. Bu durumu sinir fasikülleri içerisindeki ödem ve intranöral basınç artışı sonucu sertliğin artmasına bağlamışlardır (85).

Bildiğimiz kadarıyla literatürde daha önce Behçet hastalarında SWE ile median sinirin değerlendirilmesine yönelik yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Behçet hastalığında periferik sinirlerin değerlendirilmesinde SWE kullanılmıştır, ancak mevcut çalışmalar daha çok optik sinir üzerine odaklanmıştır. Yılmaz ve ark. yaptığı çalışmada BH olan bireylerde sinir sertliği sağ gözde anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (76). BH, etiyolojisi belirsiz olup, ana patolojisi sistemik inflamatuvar vaskülit olarak tanımlanır. Patofizyolojide bazı çalışmalarda; hastalardan alınan periferik sinirlerin sınırlı kesitlerinde, akson dejenerasyonu, miyelin kaybı ve sinir demetlerinde lenfosit infiltrasyonu bulunduğu, sinirleri besleyen vasa nervorumlarda vaskülit bulguları izlendiğini bildirmişlerdir (Ben Ghorbel ve ark.) (82). Ayrıca, Th-17 immünolojik yollarının aktivasyonu ile karakterize edilen bir inflamatuvar süreç söz konusudur. Bu süreç, periferik sinirlerde inflamasyona ve dolayısıyla nöropatiye yol açabilir (Hirohata ve ark., Kidd ve ark.) (86-87). Akbulut ve ark. yaptığı çalışmada ise periferik sinir tutulumu non-vaskülitik aksonal nöropati olarak tanımlanmıştır (37). Literatürdeki bu bilgiler ile birlikte Behçet hastalığında kronik tekrarlayan inflamasyon, vasa nervorumlardaki vaskülit sonucu iskemi ve buna bağlı fibrozis gelişimi nedeniyle hasta grubunda median sinirde elastisite değerlerinin arttığını söyleyebiliriz. Bizim çalışmamızda da; median sinir elastisite değerleri literatüre benzer şekilde artmış olarak bulunmuştur. Behçet hastalığında PSS tutulumu nadir olmakla birlikte; median sinir elastisite değerlerinin artışının literatür ile uyumlu olması, SWE yönteminin periferik sinir tutulumunda klinikte alternatif bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Literatürde yapılan çalışmaların bir kısmında elastisite birimi olarak m/s bazılarında ise kPa kullanılmıştır. Staber ve ark. (88), NF-1 tanılı hastalarda median sinir elastisite ölçümünde, Lin ve ark. (89), KTS hastalarında median sinir elastisite ölçümünde, Knight ve ark. (90), median sinirin tekrarlanabilir ölçümlerini araştırırken elastisite ölçümlerinde birim olarak m/s kullanmışlardır. Gürün ve ark. (91), multiple sklerozda brakial plexus elastisite ölçümlerinde, Dąbrowska ve ark. (92), bisiklet kullanıcılarında median ve ulnar sinir elastisite ölçümlerinde, Huang ve ark. (93), CMT tip1A hasta grubunda median sinir elastisite ölçümlerinde birim olarak kPa kullanmışlardır. Gürün ve ark. yaptığı çalışmada (94), KTS olan hastalarda tedavi amaçlı enjeksiyon yapılmadan önce ve sonra median sinir elastisitesi hem m/s hem kPa biriminde ölçülmüştür. Bu çalışmada da elastisite değerleri hem m/s hem kPa biriminde ölçülmüş olup bu iki birim arasında güçlü pozitif korelasyon saptanmıştır.

Bu çalışmada; korelasyon grafiklerinde yaptığımız değerlendirmelerde; hastalık süresi ile MSKA arasında anlamlı bir ilişki bulmadık. Ancak literatürde daha önce yapılan bazı çalışmalarda Emam ve ark. (95), Hammad ve ark. (96), Mohamed ve ark. (6) Behçet hastalarında yaptıkları klinik ve nörofizyolojik çalışmalarda BH süresi ile PSS tutulumu arasında pozitif korelasyon saptamışlardır. Bu çalışmada ise median sinir elastisite değerleri ile hastalık süresi arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. Behçet hastalığında PSS tutulumu hastalık süresinden bağımsız olarak, hasta bazlı hastalığın klinik seyri, tutulum bölgeleri ve şiddeti ile ilişkili olabilir. BH, bazı bireylerde yalnızca tekrarlayan oral ülserler ve hafif cilt lezyonlarıyla sınırlı kalırken, diğerlerinde göz, damar ve sinir sistemi gibi hayati organları etkileyen ciddi tutulumlarla seyredebilir. Bu durum, hastalığın her bireyde farklı klinik tablolar oluşturmaya neden olur. Bazı hastalarda PSS tutulumu subklinik seyredebilir ve elastisite ölçümleriyle erken dönemde saptanamayabilir. Behçet hastalığının fenotipik heterojenitesi, hastalığın klinik seyrinde, organ tutulumunda ve şiddetinde bireyler arasında belirgin farklılıklara yol açar. Bu durum, çalışmamızda hastalık süresi ile median sinir elastisite değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamasının olası nedenlerinden biridir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, hastaların klinik özellikleri dikkate alınarak daha homojen hasta grupları oluşturulması, hastalık süresinin periferik sinir sistemi üzerindeki etkilerinin daha net anlaşılmasını sağlayabilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları bulunmaktadır. İlk olarak Behçet hastalığının nadir görülmesi sebebiyle hasta grubu sınırlı sayıda kalmıştır ve çalışma tek merkezde yapılmıştır, sonuçların genellenebilirliği açısından daha fazla hasta grubuna ihtiyaç vardır. İkinci olarak Behçet hastalarında PSS tutulumu ile ilgili literatürde yeterince çalışma bulunmamaktadır ve histopatolojik değerlendirme olmaması nedeniyle bulgularımız objektif bir şekilde korele edilememektedir. Üçüncü olarak ölçümlerin farklı radyologlar tarafından yapılmaması ve ölçümü yapan radyolog tarafından farklı oturumlarda ölçümler alınmaması; araştırmacılar arası ve araştırmacının ölçümleri arasında güvenilirliğin değerlendirilmesine olanak tanımamıştır. Son olarak elektromyografi (EMG) sonuçların olmaması ve korele edilememesi bir kısıtlılıktır.

Bu çalışmada bahsedilen sınırlamalar ile birlikte bir takım üstünlükler de bulunmaktadır. Bildiğimiz kadarıyla, Behçet hastalarında SWE yöntemiyle median sinir elastisitesini değerlendiren daha önce yayımlanmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu açıdan bu çalışma literatürde median sinir elastisitesini SWE ile inceleyen ilk çalışma olup, Behçet hastalığında PSS tutulumunun non-invaziv değerlendirilmesine yönelik

yeni bir bakış açısı sunmaktadır. İkinci bir üstünlük de her ne kadar çalışma tek merkezli olarak gerçekleştirilmiş olsa da, merkezimizin yüksek hasta kapasitesine sahip bir üniversite hastanesi olması ve bulunduğu bölgede çevre illere de hizmet sunan referans bir sağlık kurumu niteliği taşıması, hasta verisi açısından güçlü bir örneklem oluşturulmasına olanak sağlamıştır.

Sonuç olarak, Behçet hastalarındaki median sinirin elastisite değerleri ve MSKA ölçümleri kontrol grubu ile farklılık göstermektedir. SWE yöntemi, non-invaziv bir yöntem olup Behçet hastalarında median sinirin tutulumunda tanıda rol oynayabilir. Ancak median sinirin tutulumu ile alakalı olarak EMG gibi değerlendirmelerin de birlikte yapıldığı daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.



## KAYNAKLAR

1. Dilşen, N. (1996). History and development of Behçet's disease.. *Revue du rhumatisme*, 63 7-8, 512-9.
2. Yazici, Y., Hatemi, G., Bodaghi, B., Cheon, J., Suzuki, N., Ambrose, N., & Yazici, H. (2021). Behçet syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00301-1>.
3. Yıldız, M., Haşlak, F., Adroviç, A., Şahin, S., Koker, O., Barut, K., & Kasapçopur, O. (2021). Pediatric Behçet's disease. *Frontiers in Medicine*, 8, Article 627192. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.627192>.
4. Davatchi, F., Chams-Davatchi, C., Shams, H., Shahram, F., Nadji, A., Akhlaghi, M., Faezi, T., Ghodsi, Z., Abdollahi, B., Ashofteh, F., Mohtasham, N., Kavosi, H., & Masoumi, M. (2017). Behcet's disease: Epidemiology, clinical manifestations, and diagnosis. *Expert Review of Clinical Immunology*, 13 (1), 57–65. <https://doi.org/10.1080/1744666X.2016.1205486>.
5. Yao, M., Gao, C., Zhang, C., Di, X., Liang, W., Sun, W., Wang, Q., & Zheng, Z. (2020). Behcet's disease with peripheral nervous system involvement successfully treated with golimumab: A case report and review of the literature. *Rheumatology International*, 41, 197–203. <https://doi.org/10.1007/s00296-020-04650-0>.
6. Mohammed, E., El-Refaei, K., Mostafa, E., & Yousry, Z. (2021). Peripheral nerves' affection in Behçet's disease and its relation to disease duration and activity. *The Scientific Journal of Al-Azhar Medical Faculty, Girls*, 5 (4), 745–750. [https://doi.org/10.4103/sjamf.sjamf\\_140\\_21](https://doi.org/10.4103/sjamf.sjamf_140_21).
7. Soubeyrand, M., Melhem, R., Protais, M., A., & Creze, M. (2019). Anatomy of the median nerve and its clinical applications. *Hand Surgery & Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2019.10.197>.
8. Taljanovic, M., Gimber, L., Becker, G., Latt, L., Klauser, A., Melville, D., Gao, L., & Witte, R. (2017). Shear-wave elastography: Basic physics and musculoskeletal applications. *Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 37 (3), 855–870. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160116>.

9. O'Hara, S., Edwards, C., & Zelesco, M. (2024). Two-dimensional shear wave elastography—Basic principles and current applications. *Sonography*. <https://doi.org/10.1002/sono.12416>.
10. Stiver, M., Mirjalili, S., & Agur, A. (2023). Measuring shear wave velocity in adult skeletal muscle with ultrasound 2-D shear wave elastography: A scoping review. *Ultrasound in Medicine & Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2023.02.005>.
11. Ardakani, A., Afshar, A., Bhatt, S., Bureau, N., Tahmasebi, A., Acharya, U., & Mohammadi, A. (2020). Diagnosis of carpal tunnel syndrome: A comparative study of shear wave elastography, morphometry and artificial intelligence techniques. *Pattern Recognition Letters*, 133, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.02.020>.
12. Khairallah, M., Accorinti, M., Muccioli, C., Kahloun, R., & Kempen, J. (2012). Epidemiology of Behçet disease. *Ocular Immunology and Inflammation*, 20 (5), 324–335. <https://doi.org/10.3109/09273948.2012.723112>.
13. Pain, C., Beresford, M., Fortune, F., Lai, E., Murphy, R., Taylor-Robinson, D., Brogan, P., & Moots, R. (2021). Behçet's syndrome in children and young people in the United Kingdom & Republic of Ireland: A prospective epidemiological study. *Rheumatology*. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keab084>.
14. Takeuchi, M., Kastner, D., & Remmers, E. (2015). The immunogenetics of Behçet's disease: A comprehensive review. *Journal of Autoimmunity*, 64, 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2015.08.013>.
15. Leccese, P., & Alpsoy, E. (2019). Behçet's disease: An overview of etiopathogenesis. *Frontiers in Immunology*, 10, Article 1067. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01067>.
16. De Chambrun, M., Wechsler, B., Geri, G., Cacoub, P., & Saadoun, D. (2012). New insights into the pathogenesis of Behçet's disease. *Autoimmunity Reviews*, 11 (10), 687–698. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2011.11.026>.
17. Khoshbakht, S., Başkurt, D., Vural, A., & Vural, S. (2023). Behçet's disease: A comprehensive review on the role of HLA-B\*51, antigen presentation, and inflammatory cascade. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, Article 16382. <https://doi.org/10.3390/ijms242216382>.

18. Mattioli, I., Bettiol, A., Saruhan-Direskeneli, G., Direskeneli, H., & Emmi, G. (2021). Pathogenesis of Behçet's syndrome: Genetic, environmental and immunological factors. *Frontiers in Medicine*, 8, Article 713052. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.713052>.
19. Gül, A. (2001). Behçet's disease: An update on the pathogenesis. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 19 (5 Suppl 24), S6–S12.
20. Li, L., Yu, X., Liu, J., Wang, Z., Li, C., Shi, J., Sun, L., Liu, Y., Zhang, F., Chen, H., & Zheng, W. (2021). Neutrophil extracellular traps promote aberrant macrophages activation in Behçet's disease. *Frontiers in Immunology*, 11, Article 590622. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.590622>.
21. Mazzocchi, G., Matarangolo, A., Rubino, R., & et al. (2016). Behçet syndrome: From pathogenesis to novel therapies. *Clinical and Experimental Medicine*, 16 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10238-014-0328-z>.
22. Nakamura, K., Tsunemi, Y., Kaneko, F., & Alpsoy, E. (2021). Mucocutaneous manifestations of Behçet's disease. *Frontiers in Medicine*, 7, Article 613432. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.613432>.
23. Nakamura, K., Iwata, Y., Asai, J., Kawakami, T., Tsunemi, Y., Takeuchi, M., Mizuki, N., & Kaneko, F. (2020). Guidelines for the treatment of skin and mucosal lesions in Behçet's disease: A secondary publication. *The Journal of Dermatology*, 47, 1–12. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.15207>.
24. Koc, Y., Gullu, I., Akpek, G., Akpolat, T., Kansu, E., Kiraz, S., Batman, F., Kansu, T., Balkancı, F., & Akkaya, S. (1992). Vascular involvement in Behçet's disease. *The Journal of Rheumatology*, 19 (3), 402–410.
25. Chaabène, I., Tahri, S., Kechida, M., Daada, S., Hammami, S., Klii, R., & Khochtali, I. (2022). AB0607 Vascular involvement in Behçet's disease. *Annals of the Rheumatic Diseases*. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2022-eular.4740>.
26. Abid, Y., Amri, R., Tounsi, H., Wafa, S., Chaabane, I., & Alaya, Z. (2023). AB0731 Cutaneous and articular manifestations of Behçet's disease. *Annals of the Rheumatic Diseases*. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2023-eular.5995>.
27. Farhat, A., Baccouche, K., Achek, M., Amri, N., Zegloui, H., & Bouajina, E. (2019). AB0584 Joint profile of Behçet's disease. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 78 (Suppl 2), 1754. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-eular.3481>.

28. Ozkan, F., Cetin, G., Bakan, B., Kalender, A., Yuksel, M., Ekerbiçer, H., & Sayarlioglu, M. (2012). Sonographic evaluation of subclinical enthesal involvement in patients with Behçet disease. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 199 (6), W723–W729. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.8576>.
29. Belfeki, N., Ghriss, N., Fourati, M., Leclercq, D., & Saadoun, D. (2024). Neuro-Behçet's disease: A review. *La Revue de Médecine Interne*, 45 (10), 624–633. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2024.06.007>.
30. Siva, A., Kantarci, O., Saip, S., Altintas, A., Hamuryudan, V., Işlak, C., Koçer, N., & Yazici, H. (2001). Behçet's disease: Diagnostic and prognostic aspects of neurological involvement. *Journal of Neurology*, 248, 95–103. <https://doi.org/10.1007/s004150170242>.
31. González, L., Gonzalez, J., Santos, E., González, M., Valle, L., & De La Fuente, J. (2014). THU0388 Demyelinating lesions in Behçet's disease as a form of parenchymal involvement. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 73 (Suppl 2), 316. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2014-eular.4671>.
32. Uygunoğlu, U., & Siva, A. (2018). Behçet's syndrome and nervous system involvement. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 18, Article 35. <https://doi.org/10.1007/s11910-018-0843-5>.
33. Houman, M., Bellakhal, S., Salem, T., Hamzaoui, A., Braham, A., Lamloum, M., Monia, S., & Ghorbel, I. (2013). Characteristics of neurological manifestations of Behçet's disease: A retrospective monocentric study in Tunisia. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 115 (10), 2015–2018. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.06.009>.
34. Charca-Benavente, L., De La Torre, G., Caminal-Montero, L., Coto-Hernández, R., & Colunga-Argüelles, D. (2021). Neuro-Behçet disease in the Central University Hospital of Asturias. *Reumatología Clínica*. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2019.03.005>.
35. Eroglu, D., Torgutalp, M., Yucesan, C., Sezer, S., Yayla, M., Boyvat, A., & Ates, A. (2021). Prognostic factors for relapse and poor outcome in neuro-Behçet's syndrome: Results from a clinical long-term follow-up of a single centre. *Journal of Neurology*. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10787-0>.
36. Birol, A., Ulkatan, S., Koçak, M., & Erkek, E. (2004). Peripheral neuropathy in Behçet's disease. *The Journal of Dermatology*, 31 (6), 485–489. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2004.tb00531.x>.

37. Akbulut, L., Gur, G., Bodur, H., Allı, N., & Borman, P. (2007). Peripheral neuropathy in Behçet disease: An electroneurophysiological study. *Clinical Rheumatology*, 26 (8), 1240–1244. <https://doi.org/10.1007/s10067-006-0466-0>.
38. Atasoy, H., Tunç, T., Unal, A., Emre, U., Koca, R., Esturk, E., & Inan, L. (2007). Peripheral nervous system involvement in patients with Behçet disease. *The Neurologist*, 13 (5), 225–230. <https://doi.org/10.1097/NRL.0b013e31805778d1>.
39. Chen, J., & Yao, X. (2021). A contemporary review of Behçet's syndrome. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 61 (3), 363–376. <https://doi.org/10.1007/s12016-021-08864-3>.
40. Davatchi, F., Chams-Davatchi, C., Shams, H., Shahram, F., Nadji, A., Akhlaghi, M., Faezi, T., Ghodsi, Z., Abdollahi, B., Ashofteh, F., Mohtasham, N., Kavosi, H., & Masoumi, M. (2017). Behcet's disease: Epidemiology, clinical manifestations, and diagnosis. *Expert Review of Clinical Immunology*, 13 (1), 57–65. <https://doi.org/10.1080/1744666X.2016.1205486>.
41. Bektaş, M., Oguz, E., & Özer, M. (2023). AB1500 TNF inhibitors are safe and effective in patients with severe Behçet's disease: Data from Eastern Turkey, intersection of the Silk Road. *Annals of the Rheumatic Diseases*. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2023-eular.483>.
42. Alpsoy, E., Leccese, P., Emmi, G., & Ohno, S. (2021). Treatment of Behçet's disease: An algorithmic multidisciplinary approach. *Frontiers in Medicine*, 8, Article 624795. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.624795>.
43. Chitra, P., & Anandhi, V. (2016). A study of the different types of formation of the median nerve. *International Journal of Approximate Reasoning*, 4, 2397–2400. <https://doi.org/10.16965/IJAR.2016.157>.
44. Ranjan, P., & Bhuiyan, P. (2020). A study of variation in median nerve formation in cadavers. *International Journal of Approximate Reasoning*, 8, 7395–7398. <https://doi.org/10.16965/ijar.2020.111>.
45. Nulle, K., & Jaudzema, A. (2021). Ultrasonographic evaluation of the median nerve: Normal and variant anatomy and appearance. *Journal of Ultrasonography*, 21, e318–e325. <https://doi.org/10.15557/JoU.2021.0053>.
46. Presazzi, A., Bortolotto, C., Zacchino, M., Madonia, L., & Draghi, F. (2011). Carpal tunnel: Normal anatomy, anatomical variants and ultrasound technique. *Journal of Ultrasound*, 14 (1), 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.jus.2011.01.006>.

47. Joshi, A., Patel, K., Mohamed, A., Oak, S., Zhang, M. H., Hsiung, H., Zhang, A., & Patel, U. K. (2022). Carpal tunnel syndrome: Pathophysiology and comprehensive guidelines for clinical evaluation and treatment. *Cureus*, 14 (7), e27053. <https://doi.org/10.7759/cureus.27053>.
48. Giesen, T., Acland, R., Thirkannad, S., & Elliot, D. (2012). The vascularization of the median nerve in the distal forearm and its potential clinical importance. *The Journal of Hand Surgery*, 37 (6), 1200–1207. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2012.03.028>.
49. Roy, T. (2003). Median nerve penetration by a muscular branch of the brachial artery. *Clinical Anatomy*, 16 (3), 229–232. <https://doi.org/10.1002/ca.10080>.
50. Eid, N., Ito, Y., Shibata, M., & Otsuki, Y. (2011). Persistent median artery: Cadaveric study and review of the literature. *Clinical Anatomy*, 24 (5), 627–633. <https://doi.org/10.1002/ca.21127>.
51. Davis, G., & Day, T. (2022). Peripheral nerve entrapment: How to diagnose and when to refer. *Medical Journal of Australia*, 216 (5), 257–261. <https://doi.org/10.5694/mja2.51400>.
52. Cranford, S., Ho, J., Kalainov, D., & Hartigan, B. (2007). Carpal tunnel syndrome. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 15 (9), 537–548. <https://doi.org/10.5435/00124635-200709000-00004>.
53. Bland, J. (1962). Carpal tunnel syndrome. *BMJ: British Medical Journal*, 335, 343–346. <https://doi.org/10.1136/bmj.39282.623553.AD>.
54. Middleton, S., & Anakwe, R. (2014). Carpal tunnel syndrome. *BMJ: British Medical Journal*, 349, g6437. <https://doi.org/10.1136/bmj.g6437>.
55. Schmid, A., Coppieters, M., Ruitenberg, M., & McLachlan, E. (2013). Local and remote immune-mediated inflammation after mild peripheral nerve compression in rats. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 72 (7), 662–680. <https://doi.org/10.1097/NEN.0b013e318298de5b>.
56. Alimehmeti, R., Dashi, F., Sinani, P., Pajaj, E., Kerxhalliu, J., & Seferi, A. (2020). Epidemiological study and clinico-electrodiagnostic correlation in carpal tunnel syndrome. *Albanian Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 4 (2), 665–669. <https://doi.org/10.32391/ajtes.v4i2.120>.
57. Yang, C., Chen, H., Lee, M., Kao, H., Lin, Y., Chen, C., Chang, C., & Tsai, C. (2021). Risk factors of carpal tunnel syndrome in Taiwan. *Annals of Plastic Surgery*, 88 (1), 74–78. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000002950>.

58. Loslever, P., & Ranaivosoa, A. (1993). Biomechanical and epidemiological investigation of carpal tunnel syndrome at workplaces with high risk factors. *Ergonomics*, 36 (5), 537–555. <https://doi.org/10.1080/00140139308967911>.
59. Radecki, P. (1994). The familial occurrence of carpal tunnel syndrome. *Muscle & Nerve*, 17 (3), 325–330. <https://doi.org/10.1002/mus.880170311>.
60. Dale, A. M., Harris-Adamson, C., Rempel, D., Gerr, F., Hegmann, K., Silverstein, B., Burt, S., Garg, A., Kapellusch, J., Merlino, L., Thiese, M. S., Eisen, E. A., & Evanoff, B. A. (2013). Prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations: Pooled analysis of six prospective studies. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 39 (5), 495–505. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3351>.
61. Huang, W., Wang, C., Ho, C., Chen, Y., Ho, Y., Hsu, C., Lin, H., Wang, J., Mau, L., & Huang, C. (2023). Carpal tunnel syndrome in dentists compared to other populations: A nationwide population-based study in Taiwan. *PLOS ONE*, 18, Article e0287351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287351>.
62. Ibrahim, I., Khan, W. S., Goddard, N., & Smitham, P. (2012). Carpal tunnel syndrome: A review of the recent literature. *The Open Orthopaedics Journal*, 6, 69–76. <https://doi.org/10.2174/1874325001206010069>.
63. Gunnarsson, L., Amilon, A., Hellstrand, P., Leissner, P., & Philipson, L. (1997). The diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*, 22 (1), 34–37. [https://doi.org/10.1016/S0266-7681\(97\)80011-3](https://doi.org/10.1016/S0266-7681(97)80011-3).
64. Takahashi, E. (2019). How does ultrasound work? In *Essential Radiology Review* (pp. 161–164). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26044-6\\_161](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26044-6_161).
65. Garra, B. S. (2015). Elastography: History, principles, and technique comparison. *Abdominal Imaging*, 40 (4), 680–697. <https://doi.org/10.1007/s00261-014-0305-8>.
66. Patra, S., & Grover, S. (2022). Physical principles of elastography: A primer for radiologists. *Indographics*, 1 (1), 27–40. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1742575>.
67. Gennisson, J. L., Deffieux, T., Fink, M., & Tanter, M. (2013). Ultrasound elastography: Principles and techniques. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 94 (5), 487–495. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.01.022>.

68. Sigrist, R. M. S., Liao, J., El Kaffas, A., Chammas, M. C., & Willmann, J. K. (2017). Ultrasound elastography: Review of techniques and clinical applications. *Theranostics*, 7 (5), 1303–1329. <https://doi.org/10.7150/thno.18650>.
69. Faruk, T., Islam, M. S., Arefin, S., & Haq, M. M. (2015). The journey of elastography: Background, current status, and future possibilities in breast cancer diagnosis. *Clinical Breast Cancer*, 15 (5), 313–324. <https://doi.org/10.1016/j.clbc.2015.01.002>.
70. Rago, T., Santini, F., Scutari, M., Pinchera, A., & Vitti, P. (2007). Elastography: New developments in ultrasound for predicting malignancy in thyroid nodules. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92 (8), 2917–2922. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-0641>.
71. Zhirkov, I., Gordienko, A., Pavlovich, I., Yakovlev, V., & Serdyukov, D. (2020). Elastography in the diagnosis of fibrosis in chronic diffuse liver diseases. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 4 (3), 78–85. <https://doi.org/10.17816/BRMMA62827>.
72. Dikici, A. S., Ustabaşoğlu, F. E., Delil, Ş., Nalbantoğlu, M., Korkmaz, B., Bakan, S., Kula, O., Uzun, N., Mihmanlı, İ., & Kantarcı, F. (2017). Evaluation of the tibial nerve with shear-wave elastography: A potential sonographic method for the diagnosis of diabetic peripheral neuropathy. *Radiology*, 282 (2), 494–501. <https://doi.org/10.1148/radiol.2016160135>.
73. Li, X., Sun, H., Zhang, Z., Liu, J., Xu, H., Zhang, H., Li, J., Luo, Q., Wang, X., Guo, M., Guo, Z., & Chen, X. (2022). Shear wave elastography in the diagnosis of peripheral neuropathy in patients with chronic kidney disease stage 5. *Frontiers in Endocrinology*, 13, Article 899822. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.899822>.
74. Tang, X., Zhu, B., Tian, M., Guo, R., Huang, S., Tang, Y., & Qiu, L. (2021). Preliminary study on the influencing factors of shear wave elastography for peripheral nerves in healthy population. *Scientific Reports*, 11, Article 5389. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84900-8>.
75. Neto, T., Johannsson, J., & Andrade, R. (2024). Using ultrasound shear wave elastography to characterize peripheral nerve mechanics: A systematic review on the normative reference values in healthy individuals. *Ultrasonography*, 43 (2), 169–178. <https://doi.org/10.14366/usg.23211>.

76. Yılmaz, B., Özdemir, S., Dıraçoğlu, A., & Can, T. (2022). Utilizing shear wave elastography for the evaluation of optical nerve involvement in Behçet's disease. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4175899>.
77. Jenny, C., Lütschg, J., & Broser, P. (2020). Change in cross-sectional area of the median nerve with age in neonates, infants, and children analyzed by high-resolution ultrasound imaging. *European Journal of Paediatric Neurology*, 25, 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2020.07.017>.
78. Roomizadeh, P., Eftekharsadat, B., Abedini, A., Ranjbar-Kiyakalayeh, S., Yousefi, N., Ebadi, S., & Babaei-Ghazani, A. (2019). Ultrasonographic assessment of carpal tunnel syndrome severity: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 98 (5), 373–381. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001104>.
79. Ikumi, A., Yoshii, Y., Kudo, T., Kohyama, S., Ogawa, T., Hara, Y., & Ishii, T. (2023). Potential relationships between the median nerve cross-sectional area and physical characteristics in unilateral symptomatic carpal tunnel syndrome patients. *Journal of Clinical Medicine*, 12 (7), Article 2515. <https://doi.org/10.3390/jcm12072515>.
80. İnal, M., Tan, S., Demirkan, S., Burulday, V., Gündüz, Ö., & Örnek, K. (2017). Evaluation of optic nerve with strain and shear wave elastography in patients with Behçet's disease and healthy subjects. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 43 (7), 1348–1354. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2017.03.008>.
81. Zhan, H., Cheng, L., & Li, Y. (2025). Neuro-Behçet's disease: An update of clinical diagnosis, biomarkers, and immunopathogenesis. *Clinical and Experimental Immunology*, 219 (2), 111–125. <https://doi.org/10.1093/cei/uxae123>.
82. Ben Ghorbel, I., Ibnelhadj, Z., Zouari, M., Nagi, S., Khanfr, M., Hentati, F., & Houman, M. H. (2005). Behcet's disease associated with peripheral neuropathy. *Revue Neurologique (Paris)*, 161 (2), 218–220. [https://doi.org/10.1016/s0035-3787\(05\)85026-x](https://doi.org/10.1016/s0035-3787(05)85026-x).
83. Cingoz, M., Kandemirli, S., Alis, D., Samancı, C., Kandemirli, G., & Adatepe, N. (2018). Evaluation of median nerve by shear wave elastography and diffusion tensor imaging in carpal tunnel syndrome. *European Journal of Radiology*, 101, 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.02.005>.

84. Burulday, V., Doğan, A., Şahan, M. H., Arıkan, Ş., & Güngüneş, A. (2018). Ultrasound elastography of the median nerve in patients with acromegaly: A case-control study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 37 (8), 2049–2056. <https://doi.org/10.1002/jum.14591>.
85. He, Y., Xiang, X., Zhu, B., & Qiu, L. (2019). Shear wave elastography evaluation of the median and tibial nerve in diabetic peripheral neuropathy. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 9 (2), 273–282. <https://doi.org/10.21037/QIMS.2019.02.05>.
86. Hirohata, S., & Kikuchi, H. (2023). POS1177 Role of intrathecal production of IL-6 in the pathogenesis of chronic progressive neuro-Behçet's disease. *Annals of the Rheumatic Diseases*. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2023-eular.496>.
87. Kidd, D. (2023). Neurological involvement by Behçet's syndrome: Clinical features, diagnosis, treatment and outcome. *Practical Neurology*, 23 (5), 386–400. <https://doi.org/10.1136/pn-2023-003875>.
88. Staber, D., Oppold, J., Grimm, A., Schuhmann, M., Romano, A., Marquetand, J., & Kleiser, B. (2022). Shear-wave elastography in neurofibromatosis type I. *Diagnostics*, 12 (2), Article 360. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020360>.
89. Lin, C., Chen, I., Chang, K., Wu, W., & Özçakar, L. (2019). Utility of ultrasound elastography in evaluation of carpal tunnel syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 45 (12), 2904–2915. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.07.409>.
90. Knight, A., Lipman, S., Ketsiri, T., Hobson-Webb, L., & Nightingale, K. (2020). On the challenges associated with obtaining reproducible measurements using SWEI in the median nerve. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 46 (1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.12.023>.
91. Gürün, E., Akdulum, İ., Akyüz, M., & Oktar, S. (2021). Shear wave elastography evaluation of brachial plexus in multiple sclerosis. *Acta Radiologica*, 63 (4), 520–526. <https://doi.org/10.1177/02841851211002828>.
92. Dąbrowska, A., Paluch, Ł., Walecka, I., Żelewska, M., & Noszczyk, B. (2024). Elastography of nerves in the wrists of cyclists. *Polish Journal of Radiology*, 89, e204–e210. <https://doi.org/10.5114/pjr.2024.139040>.
93. Huang, D., Meng, L., Jiang, L., Wang, Z., Chen, L., & Yuan, Y. (2023). Evaluation of the median nerve by shear wave elastography in patients with

- Charcot-Marie-Tooth disease type 1A. *Medical Ultrasonography*, 25 (2), 161–167. <https://doi.org/10.11152/mu-3938>.
94. Gurun, E., Ozturk, M., Cakir, I. M., Genc, A. S., Bozduman, O., Sazak, H. B., & Okutan, A. E. (2025). The efficacy of shear wave elastography in evaluating treatment response to US-guided steroid injection in patients with carpal tunnel syndrome. *Academic Radiology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2024.12.045>.
95. Emam, H., Mohamed, M., Abdullah, H., & Arafat, E. (2019). Peripheral neuropathy in Behçet's disease: Clinical and neurophysiological study. *Al-Azhar Medical Journal*, 48 (2), 267–278. <https://doi.org/10.12816/AMJ.2019.56680>.
96. Hammad, M., Sharaf, D., El-Shafey, A., & Nasr, M. (2014). Peripheral nerve involvement in Behçet's disease: An electrophysiological study. *The Egyptian Rheumatologist*, 36 (4), 195–199. <https://doi.org/10.1016/j.ejr.2014.04.001>.

## **EKLER**

### **EK-1. Etik kurul onayı**



