



T.C.

İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ

ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI



**KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA MEDİAN SİNİR VE
ULNAR SİNİR KESİTSEL ALANININ ORAN VE
FARKININ TANISAL DEĞERİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ezgi ATLAN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Serpil BAL

İZMİR

OCAK-2023



T.C.

İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ

ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI



**KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA MEDİAN SİNİR VE
ULNAR SİNİR KESİTSEL ALANININ ORAN VE
FARKININ TANISAL DEĞERİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ezgi ATLAN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Serpil BAL

İZMİR

OCAK-2023

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin oluşturulması sırasında klinik bilgi ve tecrübelerini paylaşarak bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman örnek aldığım ve birlikte çalışmaktan gurur duyduğum değerli hocam ve tez danışmanım sayın Doç. Dr. Serpil BAL'a,

Asistanlığımın tüm aşamalarında bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan ve yol gösteren, her zaman bizi teşvik edip eğitimimizde büyük katkısı olan değerli hocam sayın Doç. Dr. Ayhan AŐKIN'a,

Tüm asistanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle desteklerini esirgemeyen, mesleki gelişimime katkıları olan, birlikte çalışmaktan sonsuz mutluluk duyduğum değerli hocalarımıza ve uzmanlarımıza;

Bu süreçte yanımda olan asistan arkadaşlarıma, klinik hemşirelerimize ve personelimize en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hep yanımda olan, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan sevgili aileme; bana güç veren, sevgileriyle en büyük destekçilerim olan canım eşim Muhammed Akif ATLAN'a ve canım oğlum Teoman ATLAN'a teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

Saygılarımla,

Dr. Ezgi ATLAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR	IV
ŞEKİLLER	VI
TABLolar	VII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Karpal Tünel Sendromu	3
2.1.1 Tanım	3
2.1.2 Anatomi	3
2.1.2.1 Karpal Tünel Anatomisi	3
2.1.2.2 Median Sinir Anatomisi	4
2.1.3 Epidemiyoloji	7
2.1.4 Patofizyoloji	7
2.1.5 Etiyoloji ve Risk Faktörleri	9
2.1.6 Tanı	11
2.1.6.1 Anamnez ve Semptomlar	11
2.1.6.2 Fizik Muayene	13
2.1.6.2.1 Provakatif Testler	14
2.1.6.2.2 Duyu Muayenesi	17
2.1.6.2.3 Motor Muayene	18
2.1.6.3 Elektrodagnostik Çalışmalar	19
2.1.6.3.1 Duyusal Sinir İletim Çalışmaları	19
2.1.6.3.2 Motor Sinir İletim Çalışmaları	20
2.1.6.3.3 Geç Yanıtlar	21
2.1.6.3.4 İğne Elektromiyografi (EMG)	22
2.1.6.3.5 Karpal Tünel Sendromunda Sinir İletim Çalışması	22
2.1.6.3.6 Karpal Tünel Sendromunda İğne Elektromiyografi	25
2.1.6.4 Görüntüleme Yöntemleri	26
2.1.6.4.1 Düz Radyografi	26
2.1.6.4.2 Bilgisayarlı Tomografi (BT)	26
2.1.6.4.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	27
2.1.6.4.4 Ultrasonografi (USG)	28

2.1.7 Ayırıcı Tanı.....	31
2.1.8 Tedavi	33
2.1.8.1 Konservatif Tedavi.....	33
2.1.8.2 Cerrahi Tedavi.....	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	36
3.1 Hasta Seçimi.....	36
3.2 Değerlendirme	37
3.2.1 Fizik Muayene	38
3.2.2 Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi.....	38
3.2.3 Elektrofizyolojik İnceleme	39
3.2.4 Ultrasonografik İnceleme	40
3.3 İstatistiksel Analiz	42
4. BULGULAR.....	44
5. TARTIŞMA.....	60
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
7.ÖZET.....	70
8. SUMMARY.....	72
9. KAYNAKLAR.....	74
10. EKLER.....	94
Ek 1: Etik Kurul Onay Yazısı	94
Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	97
Ek 3: Olgu Rapor Formu.....	101
Ek 4: Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi	103

KISALTMALAR

KTS: Karpal Tünel Sendromu

USG: Ultrasonografi

CSA: Sinir Kesit Alanı

CSAp-median: Pisiform Seviyesinde Median Sinir Kesit Alanı

CSAp-ulnar: Pisiform Seviyesinde Ulnar Sinir Kesit Alanı

DRUJ: Distal Radioulnar Eklem

CSAdruj-median: DRUJ Seviyesinde Median Sinir Kesit Alanı

SR: Şişme Oranı

FR: Düzleşme Oranı

WFR: Bilek-Önkol Seviyesindeki Median Sinir CSA'larının Oranı

MUR: Median ve Ulnar Sinirlerin Pisiform Seviyesindeki CSA'ları Arasındaki Oran

MUD: Median ve Ulnar Sinirlerin Pisiform Seviyesindeki CSA'ları Arasındaki Fark

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

SME: Semmes-Weinstein Esteziyometresi

DSAP: Duyusal Sinir Aksiyon Potansiyelleri

DKG: Dorsal Kök Gangliyonu

NMK: Nöromusküler Kavşak

BKAP: Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli

EMG: Elektromiyografi

MÜP: Motor Ünit Potansiyeli

APB: Abduktor Pollicis Brevis

BT: Bilgisayarlı Tomografi

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

WFD: Karpal Tünel ve Önkol Seviyesindeki Median Sinir CSA'ları Arasındaki Fark

NSAİD: Non-Steroid Antiinflatuar İlaçlar

KTG: Karpal Tünel Gevşetme

EKTG: Endoskopik Karpal Tünel Gevşetme

ENMG: Elektronöromiyografi

ROC: Receiver Operating Characteristics

EAA: Eğri Altında Kalan Alan

+LR: Pozitif Olabilirlik Oranı

-LR: Negatif Olabilirlik Oranı

MDA: Multi-D Lineer Array

MRR: Median-Yüzeysel Radial Sinir Kesit Alanı Oranı

ŞEKİLLER

Şekil 1: Median Sinirin Karpal Tüneldeki Anatomisi	3
Şekil 2: Median Sinir Anatomisi	5
Şekil 3: Median Sinirinin Distal Motor ve Duyu Dalları.....	6
Şekil 4: Median Sinirin Duyu Alanı	12
Şekil 5: Phalen Testi	14
Şekil 6: Tinel Testi	15
Şekil 7: Durkan Testi	16
Şekil 8: Bifid Median Sinir.....	31
Şekil 9: Pisiform kemik seviyesinde median sinir ve ulnar sinirin ultrasonografik görüntüsü.....	41
Şekil 10: Pisiform kemik seviyesinde median sinirin transvers ve longitudinal sinir çapı	41
Şekil 11: Distal radioulnar eklem seviyesinde median sinir kesit alanı.....	42
Şekil 12: CSAP-median değeri için ROC eğrisi	53
Şekil 13: MUR değeri için ROC eğrisi.....	53
Şekil 14: MUD değeri için ROC eğrisi	54
Şekil 15: FR değeri için ROC eğrisi	55
Şekil 16: SR değeri için ROC eğrisi	55

TABLolar

Tablo 1: KTS'nin etyolojik faktörleri	10
Tablo 2: KTS Klinik Semptom ve Bulgular	13
Tablo 3: Median sinir motor ve duyu sinir iletim çalışması için referans değerleri .	24
Tablo 4: Karpal tünel sendromu olan hastalar ve kontrol grubunun demografik özellikleri ve sağlık durumlarına göre karşılaştırılması	46
Tablo 5: Karpal Tünel Sendromlu ellerin fizik muayene bulguları	47
Tablo 6: KTS ve kontrol grubunun kavrama gücünün karşılaştırılması	48
Tablo 7: KTS grubu ve kontrol grubu arasında Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi Semptom Şiddet Skoru ve Fonksiyonel Durum Skorunun karşılaştırması	49
Tablo 8: KTS grubu ve kontrol grubu arasında median sinir elektrofizyolojik değerlerinin karşılaştırması	50
Tablo 9: KTS grubu ve kontrol grubunun USG değerlerinin karşılaştırması	52
Tablo 10: CSAP-median, MUR, MUD, FR, SR değerleri için Kesim noktası, Duyarlılık, Seçicilik, Pozitif olabilirlik oranı(+LR) ve Negatif olabilirlik oranı(-LR)	56
Tablo 11: Median sinirin EMG ve USG değişkenlerinin korelasyon matrisi	57
Tablo 12: Korelasyon matrisi	58

1. GİRİŞ

Karpal Tünel Sendromu (KTS) median sinirin el bileğinde tuzaklanması sonucu gelişen ve en sık görülen tuzak nöropatidir(1). Kadınlarda erkeklere göre daha yaygın olup, genellikle iki taraflıdır. En sık 40 ile 60 yaş arasında görülür(2).

KTS tanısı klinik öykü, fizik muayene ve elektrodiagnostik test sonuçları değerlendirilerek konulmaktadır. Motor ve duyu sinirlerinde etkilenim sonucunda uyuşma, uykudan uyandıran gece ağrıları ve parestetik yakınmalar, tenar atrofi, karpal tünel distalindeki median sinir innervasyon alanında duyu kaybı ve kas gücü kaybı gelişebilir. Ancak hafif vakalarda hastalar yalnızca belirsiz semptomlar gösterebilir. Bu nedenle, KTS teşhisi için daha objektif olan sinir iletim çalışması kullanılır. KTS'de elektrodiagnostik çalışmaların duyarlılığı %56-85 arasında, seçiciliği ise %94 ve üzerinde olduğu söylenmektedir(3). Ancak sinir iletim çalışmalarında %10-25 oranında yanlış negatifliğin olduğu da gösterilmiştir (1). Ayrıca elektrofizyolojik çalışmalar konforsuz ve ağrılı işlemler olup, hasta uyumu gerektirmesi nedeniyle bazı durumlarda uygulaması zor bir işlem haline gelebilmektedir(4).

Bu nedenlerle KTS tanısı için radyolojik yöntemler araştırılmaya başlanmıştır. Ultrasonografi (USG) düşük maliyeti, noninvaziv olması ve muayene süresinin kısa olması nedeniyle KTS için önemli bir tanı aracı haline gelmiştir. USG bilekte farklı seviyelerde sinirleri ve çevre yapıları incelemek için faydalı olabilir, ayrıca median sinir enjeksiyonu gibi ileri girişimsel tedavilere rehberlik edebilir(5,6).

USG ile median sinir kesit alanının (CSA) pisiform seviyesinde ölçülmesini içeren yöntem, KTS tanısı için en doğru yöntem olarak kabul edilmektedir(7-9). Ancak çalışmalarda median sinir kesit alanı çok geniş aralıklarda saptanmıştır; bu durum median sinir kesit alanının kişinin biyometrik özelliklerine (yaş, cinsiyet, boy, kilo, bilek kalınlığı gibi) ve etnik kökenine bağlı farklılıklar göstermesine bağlanmıştır(10,11). Bu nedenle yapılan çalışmalarla pisiform-ökol seviyesindeki median sinir CSA'larının oranı olan şişme oranı (swelling ratio=SR), median sinirin uzun eksen uzunluğunun kısa eksen uzunluğuna oranı olan düzleşme oranı (flattening ratio=FR), bilek-ökol seviyesindeki median sinir CSA'larının oranı (wrist forearm

ratio=WFR) gibi KTS için çeşitli ultrasonografik tanı kriterleri tanımlanmaya başlanmıştır(7,12–14). Ancak bu çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir.

Ulnar sinir kesit alanının, KTS'li hastalar ve sağlıklı kontroller arasında anlamlı bir farklılığı olmadığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir(15–19). Bu nedenle ulnar siniri iç kontrol olarak kullanarak; median ve ulnar sinirlerin pisiform seviyesindeki CSA'ları arasındaki oranı (MUR) ve farkını (MUD) alternatif tanı yöntemi olarak araştıran çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Biz bu çalışmamızla ultrasonografik olarak CSAp-median, pisiform kemik hizasındaki median sinir kesit alanının radioulnar eklem hizasındaki kesit alanına oranı olan şişme oranını (SR), median sinirin uzun eksen uzunluğunun kısa eksen uzunluğuna oranı olan düzleşme oranını (FR), pisiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının oranını (MUR) ve farkını(MUD) ölçerek; bu ölçümlerin KTS tanısına katkısını değerlendirmeyi ve elektrodiagnostik bulgularla korelasyonunu araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Karpal Tünel Sendromu

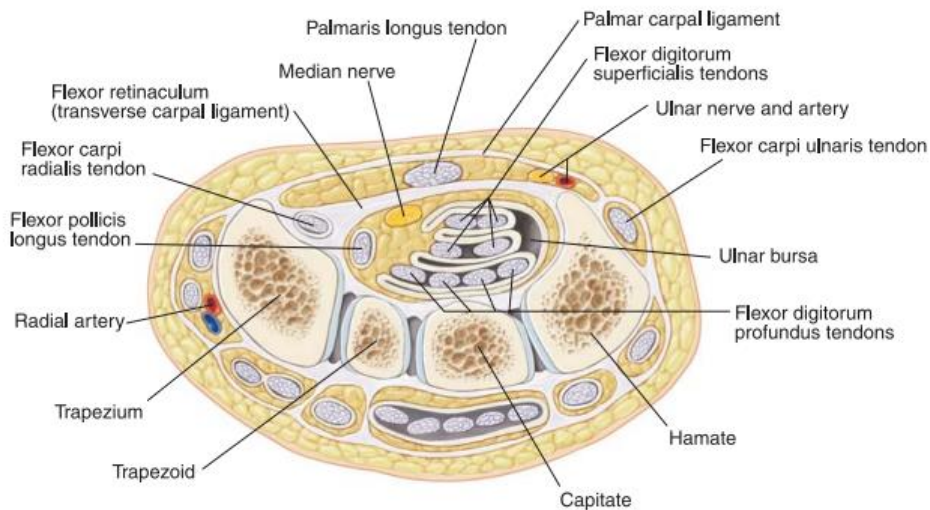
2.1.1 Tanım

Karpal tünel sendromu; median sinirin el bileğindeki dar osteofibröz kanaldan geçerken sıkışmasından kaynaklanmakta olup, en sık görülen tuzak nöropatidir(20,21). KTS ilk olarak 1800'lerin ortalarında Sir James Paget tarafından tanımlanmıştır(22).

2.1.2 Anatomi

2.1.2.1 Karpal Tünel Anatomisi

Karpal tünel laterali skafoid kemiğin tüberkülü ve trapeziumun köşesi, mediali hamat kemiğin kancası ve pisiform kemik tarafından oluşturulan, transvers karpal ligamentle tavanı örtülen bir kanaldır. Distal el bilek çizgisi ile tenar eminens arasında bulunan yaklaşık 4 cm'lik uzunlukta bir kanaldır(23). Medial yüzde Guyon kanalının tabanını transvers karpal ligament oluşturur, burada transvers karpal ligamentin üstünde ulnar arter ve ulnar sinir yer alır(24). Derin tabakada yer alan transvers karpal ligament ve yüzeysel tabakada yer alan palmar karpal ligament; fleksör retinakulumu meydana getirir(25).



Şekil 1: Median Sinirin Karpal Tüneldeki Anatomisi(26)

Karpal tünelin proksimal ve distal uçları açıktır, içinden median sinirle birlikte fleksör pollisis longus ve 2.-5. parmakların fleksör digitorum süperfisialis ve fleksör digitorum profundus tendonları olmak üzere toplam dokuz tendon geçer. Tünelin iki ucunun açıktır ancak belirli bir sıvı basıncı bulunmaktadır. El bileği nötral pozisyondayken karpal tünelin basıncının en düşük düzeydedir(27). Yapılan kateter ölçümlerinde el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketini yaparken karpal tünel basıncının fizyolojik olarak arttığı gösterilmiştir(28). Fleksiyon ile hamatum düzeyinde karpal tünelin kesit alanı küçülerek kanal içi basınçta artış olmaktadır(29). Basınç fleksiyonda iki buçuk kat ve ekstansiyonda iki kat artış gösterir(27). KTS’de tünel içi basınç belirgin olarak artar; belirtilerin ortaya çıkması ile elektrodiagnostik test sonuçlarındaki bozulmalar basınç artışı ile doğrudan ilişkilidir(30,31). Karpal tünel içi basınç normal gönüllülerde 2.5 mmHg iken KTS’li hastalarda 32 mmHg olarak bulunmuştur(28). Ameliyat öncesi yüksek olan basınç ameliyatla birlikte hemen düşerek olağan sınırlara geriler(32).

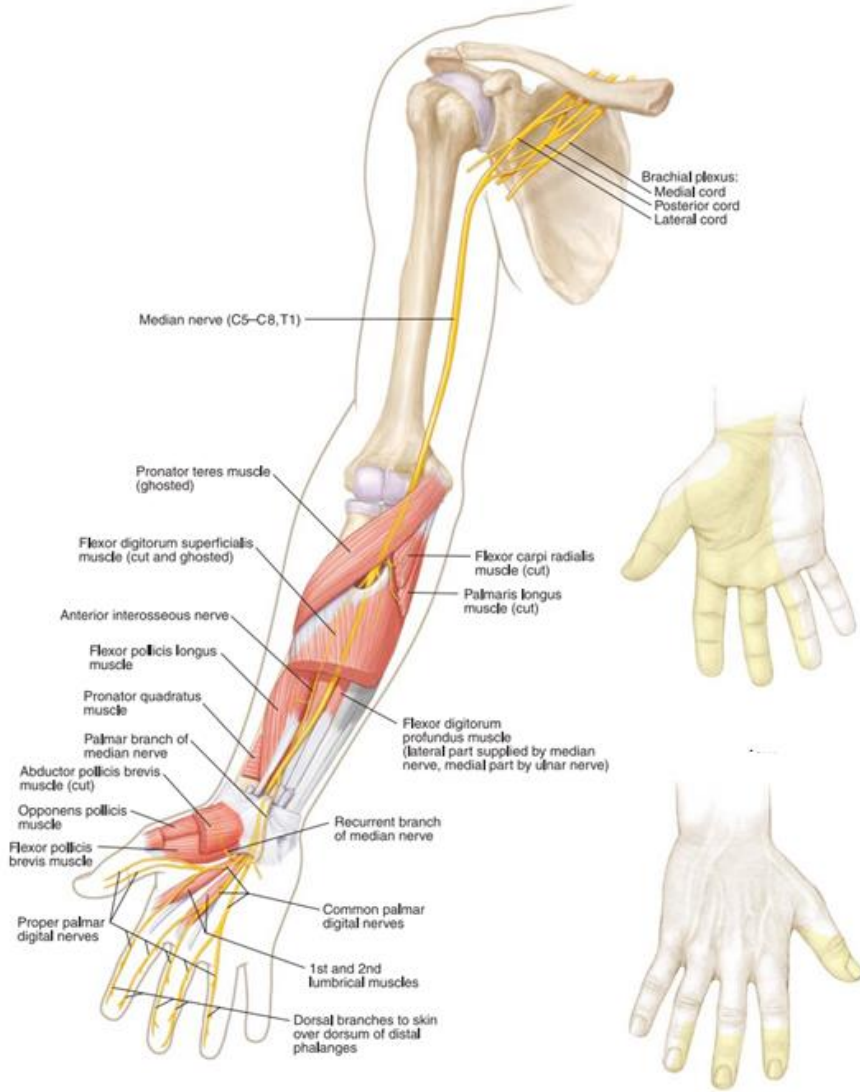
Tendonlar sinovyal dokudan oluşan kılıflar içindedir. El bileğinin hareketleri sırasında tendonlarla birlikte median sinirin de distal-proksimal yönde kayarak hareket ettiği hem canlılarda hem de kadavralarda gösterilmiştir(33,34). Median sinir fleksör retinakulumun hemen altındadır.

2.1.2.2 Median Sinir Anatomisi

Median sinir motor ve duyu dalları olan mikst bir sinirdir. Brakiyal pleksusun medial ve lateral kordlarının aksillada birleşmesiyle oluşur. Median sinire; servikal 5-8 sinir köklerinin ve ilk torasik spinal sinirin katkısı vardır(35).

Median sinir brakiyal arter komşuluğunda kolda ilerlerken, dirsek üstündeki kaslara innervasyonu yoktur. Kola duyu ya da motor dalı vermez. Dirseğe yakın bölgede, pronator teres kasına giden motor dalı ana sinirden çıkar. Sinir brakiyal artere eşlik ederek antekübital fossaya girer. Antekübital fossada genellikle brakiyal arterin medial ve posteriorundadır. Antekübital fossa distalinde median sinir, ön kola girmek için pronator teres kasının iki başı arasında devam eder. Dirseği geçtikten sonra, palmaris longus ve fleksör karpi radialis’e anterior dallar verir. Pronator teres kasından geçerken, en büyük dalı olan anterior interosseöz sinir ayrılır. Anterior interosseöz

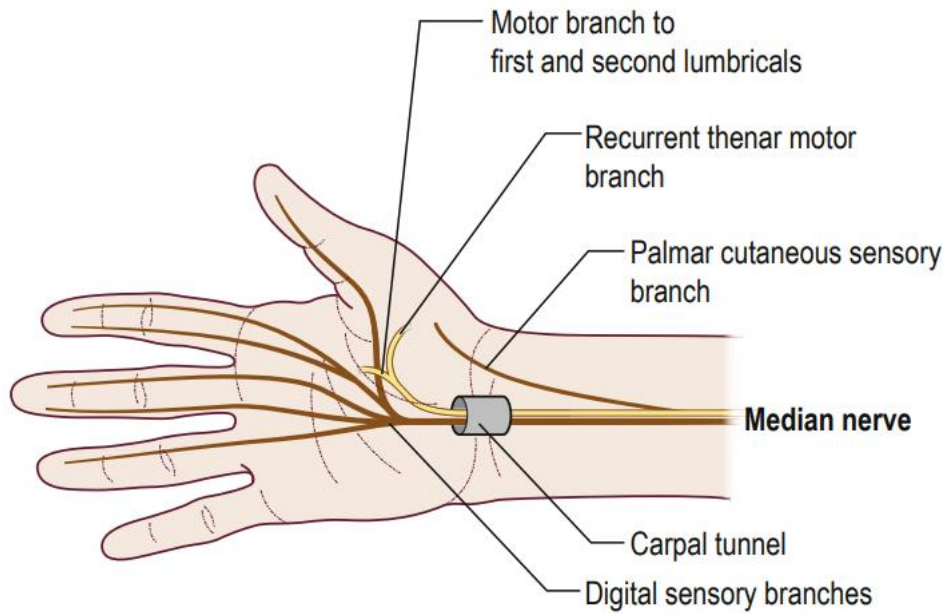
sinir mikst bir motor ve duyu siniridir; işaret parmağında fleksör digitorum profundus, fleksör pollisis longus ve pronator quadratus'u innerve eder. Sinir, karpal tünelin tavanını oluşturan palmar karpal ligaman olarak da bilinen volar yüzde geniş bir duyu dalı ile devam eder(36,37).



Şekil 2: Median Sinir Anatomisi(26)

Median sinirin anterior interosseöz sinir dışındaki kısmı, ön kol boyunca devam eder. Karpal tünelin yaklaşık 5 cm proksimalinde olan palmar kutanöz dalı ana

sinirden ayrılır ve tenar tümseğin cildi üzerinde devam eder. Bu dal elin iç yüzünde tenar kısmın duyusunu sağlar. Kalan median sinir, avuç içine girmek için karpal tünelden geçer(35). Transvers karpal ligamanın altından geçtikten sonra abduktör pollicis brevis, fleksör pollicis brevis'in yüzeysel başı ve opponens brevis kaslarını innerve eden rekürren motor dalını verir ve bunlardan sonra da 1.,2.,3. parmaklar ile 4. parmağın radial yüzünün duyusunu sağlayan dijital dallara ayrılır(37–39).



Şekil 3: Median Sinirisin Distal Motor ve Duyu Dalları(1)

Rekürren motor dalın üç farklı anatomik varyasyonu olabilir(40,41); a) ekstraligamentöz - motor dal fleksör retinakulumun distalinde median sinirden ayrılır, b) subligamentöz – motor dal fleksör retinakulumun altındayken tünel içinde median sinirden ayrılır ve tüneli distal çıkıstan geçerek terk eder, c) transligamentöz - motor dal fleksör retinakulumun altındayken tünel içinde median sinirden ayrılır ve tüneli fleksör retinakulumu delerek terk eder. Ayrıca tünelin distalinde ve proksimalinde tenar kasları innerve eden aksesuar dallar bulunabilir ya da median sinir önkol düzeyinde ikiye ayrılarak bifid(çift) olabilir(41–44). Median sinirin, özellikle cerrahi

açından, önem taşıyan diğer dalı tenar bölge ve avuç içinin bir bölümünün duyusunu sağlayan palmar kütanöz dalıdır(42). Bu duyusal dal median sinir ile fleksör karpı radialis tendonunun arasında seyrederek ve fleksör retinakulumu ya da önkol fasyasını distalde delerek cilt altı bölgesine ulaşır.

2.1.3 Epidemiyoloji

KTS, yetişkinler arasında yaygın bir hastalıktır. Tahmini yıllık KTS insidansı, her 1000 kişide kadınlar için 2,2-5,4 ve erkekler için 1,1-3 arasında değişmektedir(45-47). Çocuklarda KTS görülme sıklığı bilinmemekle birlikte nadirdir(48,49).

Kullanılan tanı kriterlerine bağlı olarak, genel popülasyonda KTS'nin tahmini prevalansı yüzde 1-5 arasındadır(47,50,51). KTS kadınlarda (yüzde 0,7-9,2), erkeklere göre (yüzde 0,4-2,1) daha sıktır(47,50,52-54). KTS prevalansı için kadın/erkek oranı yaklaşık 3/1'dir(47,50,53,55). KTS prevalansı yaşlı hastalarda ve vücut kitle indeksi(VKİ) daha yüksek olanlarda daha yüksektir(50,56).

KTS prevalansı, VKİ >29 olan kadınlarda en yüksek ve VKİ <25 olan erkeklerde en düşük oranda görülmektedir(57).

2.1.4 Patofizyoloji

KTS'nin patogenezi net değildir. Semptomları ve bozulmuş sinir iletim çalışmalarını açıklamak için çeşitli teoriler öne sürülmüştür. En popüler olanları mekanik kompresyon, mikrovasküler yetmezlik ve titreşim teorileridir(58).

Mekanik kompresyon teorisine göre; KTS semptomları, median sinirin karpal tünelde sıkışmasına bağlıdır(58). Karpal tünel içinde basıncı arttıracak her süreç median siniri bası altında bırakarak KTS belirtilerinin ortaya çıkmasına yol açabilir. Bu süreç tüneli dışarıdan ya da içeriden daraltan el bileği düzeyindeki kırık sekelleri, ganglion ya da lipom gibi yer kaplayan kitleler, romatoid artrit gibi bağ doku hastalıkları, tüberküloz, amiloid birikmesi gibi nedenlerle tenosinovyum kalınlaşmaları, gebelik ya da hipotiroidizme bağlı sıvı retansiyonu gibi geniş bir yelpazeyi kapsar(44,59-63). Sıkışmaya; zorlanma, aşırı kullanım, hiperfonksiyon,

tekrarlayan veya uzun süreli bilek ekstansiyonu, aletleri uzun süre kavrama ve alışılmadık el işi yapma gibi çeşitli faktörlerin aracılık ettiği düşünülmektedir(64). Ancak KTS’de hastaların büyük çoğunluğunda belirgin bir etyoloji saptanamaz.

Mikro-vasküler yetmezlik teorisi; kan akımının azalmasının, sinire giden besinlerin ve oksijenin tükenmesine yol açarak sinirin uyarıları iletme yeteneğini yavaş yavaş kaybetmesine neden olduğunu öne sürer. Sonunda sinirde skar ve fibröz doku gelişir. Hasarın ciddiyetine bağlı olarak sinir ve kaslardaki değişiklikler kalıcı olabilir. KTS'nin karakteristik semptomları; özellikle karıncalanma, uyuşma ve akut ağrı ile birlikte sinir iletim kaybının, etkilenen sinir segmentinin iskemisine sekonder olduğu düşünülmektedir (58). Bir dizi deneysel çalışma, dışarıdan uygulanan kompresyon ve karpal tünelde artan basınç nedeniyle oluşan iskemi teorisini desteklemektedir(65). İskemi gelişimi ve dolayısıyla semptomlar, sinirin kan akımına ve sistolik kan basıncına göre değişecektir. Karpal tünel sendromlu hastaların tenosinovyumlarında yapılan araştırmalarda interlökin-1 düzeyinde yükselme olmaksızın malondialdehit, interlökin-6 ve prostaglandin-2 düzeylerinde belirgin bir artış saptanmış, bu da KTS'nin etyolojisinde ilerleyici bir ödem ve fibrozisle sonuçlanan inflamatuvar olmayan bir iskemi-reperfüzyon travmasının varlığının kanıtı olarak gösterilmiştir(66).

Titreşim teorisine göre; KTS semptomları, uzun süreli titreşimli alet kullanımının karpal tüneldeki median sinir üzerindeki etkilerine bağlı olabilir(65). Çalışmalar, titreşen el aletlerine maruz kaldıktan sonraki günler içinde median sinirde epinöral ödem geliştiğini göstermiştir. Ayrıca uzmanlar mekanik, iskemik ve kimyasal travmayı takiben benzer değişiklikler olduğuna da dikkat çekmiştir. Bu değişiklikler ilk olarak sempatik aktiviteye hizmet eden miyelinsiz liflerde kaydedilmiştir; median sinire giden mikro-vasküler kanı azaltarak miyelin kılıfının bozulmasına ve motor iletim hızının düşmesine neden olabilir (67).

2.1.5 Etiyoloji ve Risk Faktörleri

KTS'nin birçok nedeni vardır ancak, bu nedenlere rağmen çoğu vaka idiyopattır. Aslında, idiyopatik vakalarda da aşağıda listelenen durumların neden olduğu KTS ile aynı belirti ve semptomlar görülür. İdiyopatik vakaların etiyojisi uzun zamandır transvers karpal ligaman altındaki tenosinovit olarak düşünülse de patolojik değerlendirmede çok az inflamasyon olduğu gösterilmiştir. Çoğu durumda ödem, vasküler skleroz ve fibroz görülür, bulgular bağ dokusunun tekrarlayan stresi ile uyumludur. Kompresyon; iskemi ve demiyelinizasyon yoluyla semptomlara neden olur ve bası yeterince şiddetli ise wallerian dejenerasyon ve akson kaybı ile sonuçlanır(1).

Hemen hemen tüm çalışmaların sonuçları, karpal tünel sendromunun kadınlarda daha sık görüldüğüdür(53). Cinsiyet farklılıkları kısmen hormonal faktörlerle açıklanabilir. Çünkü hamile ve emziren kadınlar ile ilk menopoz yıllarında karpal tünel sendromu riski artmakta; oral kontraseptif hap, hormon replasman tedavisi ve ooferektomide insidans azalmaktadır(68).

Mesleki maruziyet de bilinen risk faktörleri arasındadır. Tekrarlayan el veya el bileği kullanımını içeren, titreşimli alet kullanımını gerektiren mesleklerde çalışmak KTS insidansını artırır. Başlıca risk artışı olanlar; üretim ve gıda işleme-hazırlama sanayisinde çalışanlar, daktilo kullananlar, veri girişi çalışanları, mekanikçiler, marangozlar ve vibrasyon özellikli cihaz kullanan işçilerdir(1,47).

Aşağıda verilen ayrıntılı listede, idiyopatik KTS dışında KTS'nin en sık nedenleri; diyabet, hipotiroidizm, romatoid artrit, amiloidoz ve gebeliktir. Baskın olmayan elde KTS'nin varlığı, idiyopatik dışında altta yatan bir neden açısından önemli bir ipucudur. İdiyopatik vakalarda, baskın el hemen her zaman etkilenen eldir ve semptomlar iki taraflıysa, baskın el karşı elden daha fazla etkilenir. Baskın olmayan elde daha ciddi KTS olması, altta yatan spesifik bir neden aramak için kırmızı bayraktır. Bu, nöromusküler ultrasonografi yapılması gereken durumlardan biridir(1).

Tablo 1: KTS'nin etyolojik faktörleri(1,58,69)

1) İdiyopatik	-Tekrarlayan stres -Mesleki
2) Endokrin Hastalıklar	- Diyabet - Hipotiroidizm - Akromegali
3) Bağ Doku Hastalıkları	- Romatoid artrit
4) Tümörler	- Ganglion kisti - Nörofibrom - Lipom - Hemanjiom - Schwannom -Fibrolipom
5) Anatomik/Konjenital	-Karpal kemiklerin yapısal anormallikleri - Kalın transvers karpal ligaman - Konjenital küçük karpal tünel - Sinir, kas, bursa anomalileri - Persistan median arter
6) İnflamatuvar / Enfeksiyöz	- Gut - Sistemik lupus eritamatozus - Skleroderma - Dermatomyozit - Tenosinovit - Sarkoidoz - Septik Artrit -Enfeksiyon (Tüberküloz, Lyme hastalığı, Histoplasmoz)
7) Travma	- Kırıklar (özellikle Colles kırığı) - Karpal kemik dislokasyonu - Hematom
8) Sistemik nedenler	- Obezite - Hemodiyaliz/ renal yetmezlik - Amiloidoz - Mukopolisakkaridozlar - Osteoartroz - Paget hastalığı - Multiple Myelom -Hemofili
9) Diğer nedenler	- Gebelik - Laktasyon - Menapoz - Alkolizm - Spastisite - Ödem yapan herhangi bir durum

2.1.6 Tanı

KTS tanısında; kapsamlı ve doğru bir klinik öykü alınması ve diğer olası nedenlerin dışlanması uzun süredir kabul edilen altın standart yöntemdir(21). Elektrofizyolojik inceleme ile tanı kesinleştirilir, lezyonun yeri ve derecesi belirlenir(70). Ancak bu testin %10-25 yanlış negatiflik oranı vardır(1). Ultrasonografik görüntüleme ise karpal tünel içinde median sinir çapında artışı veya sinirin kompresyonuna neden olabilecek anatomik anomalileri göstererek, KTS tanısında faydalı bilgiler sağlar(71).

2.1.6.1 Anamnez ve Semptomlar

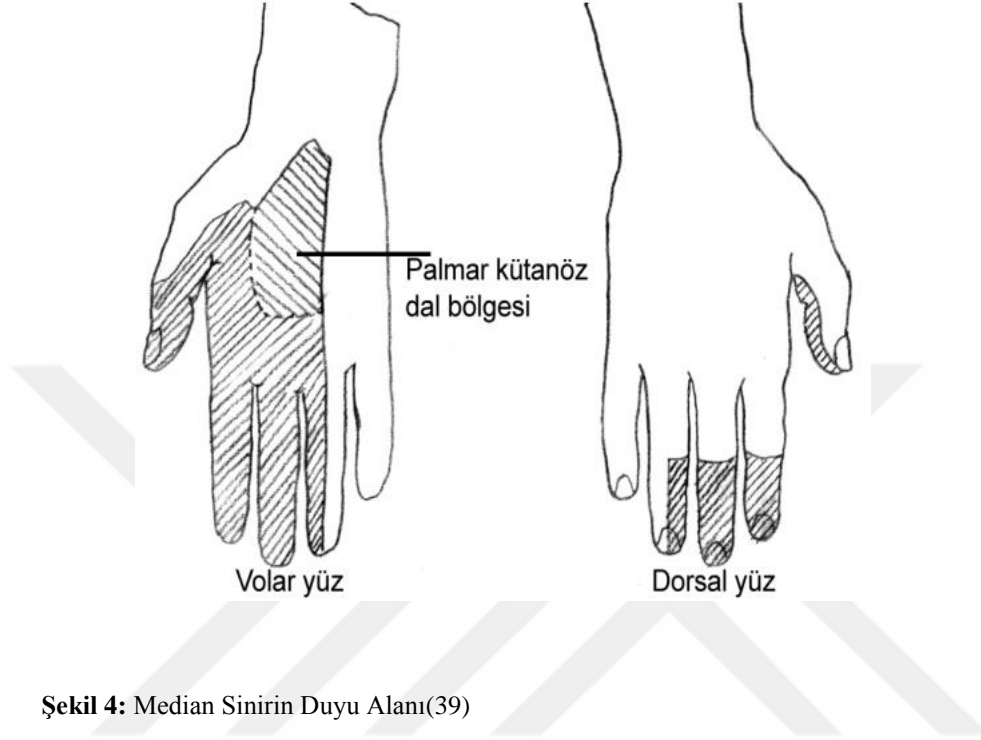
KTS'li bir hastayı teşhis ederken, KTS'nin karakteristik belirtilerini sorgulamak önemlidir. Hastaya semptomların ağırlıklı olarak gece mi yoksa gündüz mü ortaya çıktığı, belirli pozisyonların veya tekrarlayan hareketlerin semptomlarını tetikleyip tetiklemediği, iş için herhangi bir titreşimli alet kullanıp kullanmadığı, semptomlarının el, bilek veya omuzda nerelerde hissedildiği, semptomları hafifletmek için neler yaptığı (titreme, sallama vb.) ve hastanın yatkınlık yaratacak bir faktörü olup olmadığı sorgulanmalıdır(72).

Kadınlar erkeklerden daha sık etkilenir. KTS genellikle bilateral olmasına rağmen, özellikle idiyopatik vakalarda baskın el genellikle daha şiddetli etkilenir(1).

KTS belirti ve bulguları üç evreye ayrılabilir. İlk olarak, gece paretezileri ve dizesteziler ile karakterizedir(73). Ellerinde ve parmaklarında karıncalanma ile bileklerinden omuzlarına yayılan şiddetli ağrı hissedebilirler. Buna 'brakiyaljia parestetika nokturna' denir. Hastalar ellerini sallayarak ağrıyı durdurabilirler. İkinci aşama, gün boyunca hissedilen semptomları içerir. Hasta bunları özellikle el veya bileğinin tekrarlayan hareketleri veya uzun süre aynı pozisyonda kaldığında hissedilebilir. Hastalar ayrıca nesnelere tutmaya çalışırken düşürebilirler(72). Üçüncü ve son aşamada yaygın aksonal dejenerasyondan kaynaklanan güçsüzlük ve tenar kas atrofisi ile birlikte duyu kaybı gelişir(73).

Hastalar el bileği ve kol ağrısı ile pareteziden şikayet ederler. Ağrı bilekte lokalize olabilir ya da ön kola, kola veya nadiren omuza yayılabilir; ancak boyun etkilenmez. Sıklıkla median sinir dağılımında yani 1., 2., 3., ve 4. parmağın yarısında

pareteziler vardır. Birçok hasta, tüm elin etkilendiğini bildirirse de, ayrıntılı anamnez alındığında çoğu küçük parmağın etkilenmediğini söylerler(1).



Şekil 4: Median Sinirin Duyu Alanı(39)

Semptomlar genellikle, bileğin fleksiyon veya ekstansiyonda durması sonrası tetiklenir. Yaygın olarak, araba kullanmak, telefon, kitap veya gazete tutmak gibi sıradan aktiviteler sırasında ortaya çıkar. Gece paretezileri özellikle yaygındır. Uyku sırasında, kalıcı bilek fleksiyonu veya ekstansiyonu, karpal tünel basıncının artmasına, sinir iskemisine ve ardından pareteziye yol açar. Hastalar sıklıkla uykudan uyanır ve ellerini sallar, sıkar veya ılık suyun altında tutarlar(1).

Duyu lifleri hastaların çoğunda erken dönemde tutulur. Ağrı ve pareteziler genellikle temel şikayetlerdir. Daha ileri vakalarda motor lifler tutulabilir. Başparmakta güçsüzlük gelişebilir, bunu tenar bölge atrofisi takip edebilir. Bazı hastalar düğme iliklemede, kavanozları açmada veya kapı kollarını çevirmede zorluk yaşadıklarını anlatırlar(1).

Tablo 2: KTS Klinik Semptom ve Bulgular(1)

Kuvvetle Karpal Tünel Sendromu	Olası Karpal Tünel Sendromu	Karpal Tünel Sendromu ile Uyuşmaz
Uykudan uyandıran gece paretezileri	El, bilek, önkol, kol ve/veya omuz ağrısı	Boyun ağrısı
Elleri sallama veya silkeleme ihtiyacı		
Araba kullanmak, telefon, kitap vs. tutmakla ilişkili ağrı/pareteziler	Beş parmağın tümünde parestezi algısı	Boyun ve omuzdan kola yayılan pareteziler
1., 2., 3., ve 4. parmağın yarısında duyu bozukluğu	1., 2., 3. ve 4. Parmaklarda sabit bir duyu bozukluğu olmaması	Tenar bölgede net uyuşma, hissizlik
Tenar bölgede güçsüzlük/ zayıflık	El becerisinde azalma	Hipotenar kaslar, baş parmak fleksiyonu (interfalangeal eklem), kol pronasyonu ve/veya dirsek fleksiyon/ekstansiyonunda güçsüzlük/incelme
Phalen testi ile semptomların ortaya çıkması	Bilekte median sinir üzerinde Tinnel pozitifliği	Azalmış biceps ve triceps refleksleri

2.1.6.2 Fizik Muayene

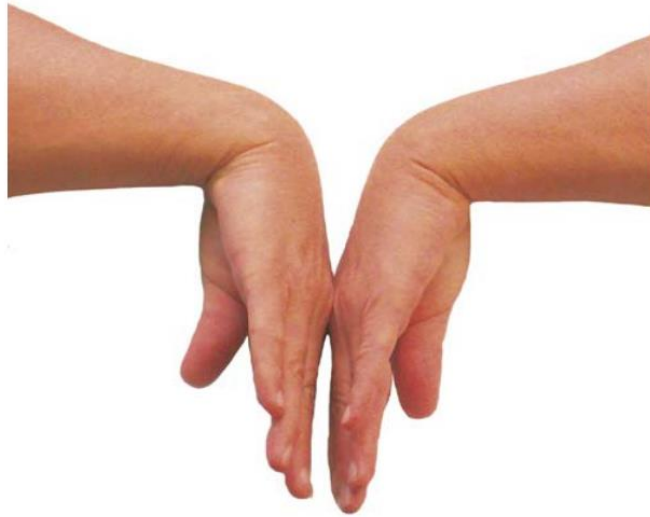
KTS'nin yüksek prevalansı, tedaviye verdiği iyi yanıt ve tedavi edilmediğinde ortaya çıkan sakatlık göz önüne alındığında KTS'nin tanısı önemli bir konudur(74).

Karpal tünel sendromu, hastanın öyküsüyle birlikte fizik muayenesi sonucunda konulan klinik bir tanıdır(27,75,76). Ayrıntılı nörolojik değerlendirme ve sinir iletim çalışmaları, karpal tünel sendromu tanısında ve ayırıcı tanıda yardımcı olabilir(21).

KTS muayenesi genel olarak provakatif testler, median sinirin duyu muayenesi ve motor muayenesinden oluşur. Bu testlerin tek başına kullanılması anlamlı değildir. Bu testler yaygın olarak hastanın öyküsüne ve semptomuna dayalı KTS şüphesini doğrulamak veya dışlamak için kullanılır(77).

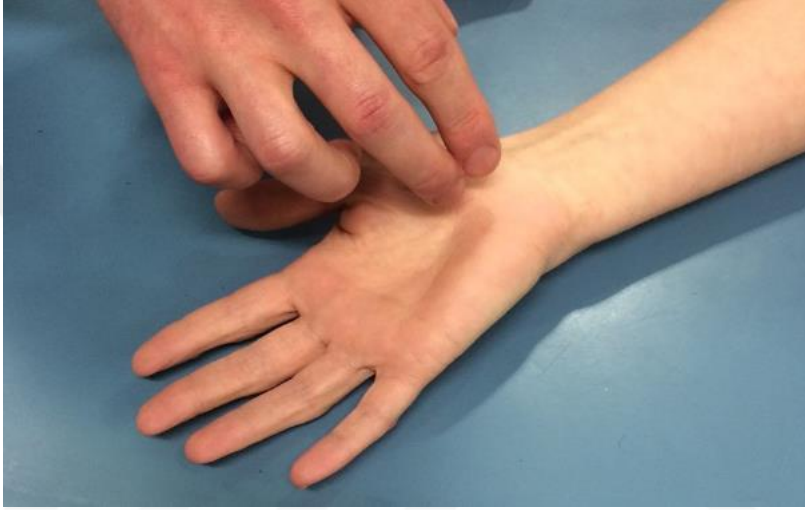
2.1.6.2.1 Provakatif Testler

Phalen Testi: Dirsekler 90 derece fleksiyonda, her iki el sırtı birbirine bakacak şekilde, el bileği fleksiyon pozisyonunda bir dakika kadar tutulur (şekil 5). El bilek fleksiyonu tüneldeki basıncı arttırır; median sinir, karpal tünelde artan yüksek basınçlar nedeniyle sıkışır. Median sinir dağılımında parestezi gelişmesi veya artması ile test pozitif kabul edilir. Yanlış negatifler, sınırlı bilek fleksiyonu olan hastalarda veya ciddi parestezinin olduğu pozisyonel etkilerin algılanamayacağı durumlarda görülebilir(74,78–80). Ortalama duyarlılık %68, ortalama seçicilik %73 olarak bulunmuştur(77).



şekil 5: Phalen Testi(1)

Tinel Testi: Muayene eden kişi, median sinire karpal tünel seviyesinde hafifçe vurur (şekil 6). Median sinir boyunca hissedilen karıncalanma veya elektrik şokları ile test pozitif kabul edilir(21). Tinel testinin rejenere olan sinir liflerini test ettiği düşünülür, bu nedenle hafif şiddetteki hastalıkta bulunmayabilir(81,82). Ortalama duyarlılık %50, ortalama seçicilik %77 olarak bulunmuştur(77).



şekil 6: Tinel Testi(83)

Ters Phalen Testi: Hasta avuğlarını bir araya getirerek her iki bileğini de ekstansiyona zorlar; iki dakika tutar. El bilek ekstansiyonu, karpal tüneldeki basıncı artırır. Median sinir artan basınçla sıkışır. Median sinir dağılımında parestezi gelişmesi veya artması ile test pozitif kabul edilir. Yanlış negatifler, sınırlı bilek ekstansiyonu olan hastalarda veya ciddi parestezinin olduğu pozisyonel etkilerin algılanamayacağı durumlarda oluşabilir. Ortalama duyarlılık %57, ortalama seçicilik %78 olarak bulunmuştur(77).

Karpal Kompresyon Testi (Durkan Testi): Median sinire doğrudan baskı, siniri daha da sıkıştırır. Muayene eden kişi, başparmaklarıyla karpal ligamanın proksimal kenarına (proksimal bilek kıvrımı) bastırarak median siniri sıkıştırır (şekil 7). Median sinir dağılımında parestezi gelişmesi veya artması ile test pozitif kabul edilir. Ortalama duyarlılık %64, ortalama seçicilik %83 olarak bulunmuştur(77).



Şekil 7: Durkan Testi(83)

Tourniquet-Gilliat Testi: Vasküler basınçtaki artış, sıkışmış sinirde semptomlara neden olur. Muayene eden kişi, hastanın koluna sistolik kan basıncı düzeyinde basınç uygular. 60 saniye içinde median sinir dağılımında parestezi gelişmesi veya artması ile test pozitif kabul edilir. Ortalama duyarlılık %59, ortalama seçicilik %61 olarak bulunmuştur(77).

Gerilmiş Median Sinir Stres Testi: Muayene eden kişi önkol supinasyundayken işaret parmağının distal ucuna bastırarak hiperekstansiyona getirir. Kronik KTS'de median sinirin fleksör tendonlara yapışması, psödonörom varlığı ve fleksör tendonların volar ön kola yakınlığı nedeniyle median sinirde maksimum gerim oluşur. Semptomların önkol proksimaline yayılması ile test pozitif kabul edilir. Akut KTS'de pozitif değildir (yani, üç haftadan az süre)(84,85). Ortalama duyarlılık %48, ortalama seçicilik %76 olarak bulunmuştur(77).

Lumbrikal Provakasyon (Yumruk) Testi: Hastadan bir dakika yumruk yapması istenir. Lumbrikaller, parmak fleksiyonu sırasında karpal tünel içinde hareket edebilir; bunun kompresyonu artırabileceğini düşünülür. Semptomları çoğaltması veya kötüleştirilmesi ile test pozitif kabul edilir. Ortalama duyarlılık %48, ortalama seçicilik %81 olarak bulunmuştur(77).

El Elevasyon Testi: Hasta dirsekler ve omuzlarla birlikte her iki kolu kaldırır; bu pozisyonda iki dakikaya kadar tutulur. Parestezi belirtilerinin artması ile test pozitif kabul edilir. Geçerliliği, diğer sinirin sıkıştırılmış olma olasılığıyla tehlikeye girer (örneğin, torasik çıkış sendromu)(77). Ortalama duyarlılık %76-88, seçicilik %98-99 olarak bulunmuştur(86).

Flick Testi: Hastalar, semptomları hafifletmek için geceleri uyandıklarını ve ellerini salladıklarını (titrediklerini) bildirirler(87). Ortalama duyarlılık %47, ortalama seçicilik %62 olarak bulunmuştur(77).

2.1.6.2.2 Duyu Muayenesi

Hastanın şikayetlerine ve diğer tanısal bulgulara rağmen KTS hastalarında duyu muayenesi genellikle normaldir(88). Median sinir dağılımı olan başparmak, işaret, orta ve yüzük parmağının lateral yarısında hipoestezi ortaya çıkarabilir ancak anatomik varyasyonlar varsa klasik median sinir dağılımını takip de etmeyebilir(1,88). Yüzük parmağının lateralindeki (median sinirle innerve edilmiş) hissi, yüzük parmağının medialindeki (ulnar innerve edilmiş) ile karşılaştırmak genellikle ayırıcı tanıda yardımcı olur. Tenar alanın duyusu korunur çünkü bu alan karpal tünelin proksimalinden çıkan palmar kutanöz duyu dalı tarafından innerve edilir(1).

KTS tanısında duyu muayeneleri oldukça subjektiftir(71). Monofilament testi ise diğer testlere göre daha objektif değerlendirmeye olanak sağlar ve median sinir dağılımı içindeki duyu kaybının haritasını çıkarmak için kullanılabilir(89). İki nokta diskriminasyon testleri ve vibrasyon testlerinde bozukluk ise daha ciddi sinir hasarı bulunan hastalarda görülür(71).

Semmes-Weinstein Monofilaman Testi: Duyu muayenesinde en sık kullanılan testlerden birisidir. Hafif dokunma ve basınç duyularının değerlendirilmesinde kullanılır. Değerlendirme Semmes-Weinstein esteziyometresi (SME) kullanılarak yapılır. SME farklı miktarlarda basınç uygulayan, farklı kalınlıklarda plastik yapıdaki, bir dizi fleksible monofilamanlardan oluşur. En küçük monofilamandan en büyük filamana doğru sırayla uygulanır. Hasta tarafından

hissedilen en küçük monofilaman değeri kaydedilir. Monofilamanlar 1,65 – 6,65 arasında numaralandırılır. Test farklı şekillerde uygulanabilir, haritalama yapılarak diğer sinirlerin dermatomlarıyla veya sağlam tarafla karşılaştırma yapılabilir(90). Monofilaman testinde 1,65–2,83 normal; 3,22–3,61 hafif dokunma duyusunda azalma; 3,84–4,31 koruyucu duyuda azalma; 4,56–6,65 koruyucu duyuda kayıp; >6,65 anestezik olarak değerlendirilir(91). KTS’de ortalama duyarlılık % 72, seçicilik % 62 saptanmıştır(92).

Vibrasyon Testi: Diapozon kullanılarak değerlendirilir. Diapozon titreştirilir, hastanın şikayetlerinin olduğu tarafa ve karşı taraf 1–3. parmak pulpasına yerleştirilir. Hastanın iki taraf arasında fark hissetmesi testi pozitif yapar. Vibrasyon duyu kusuru genellikle aksonal patolojilerde görülür(93). Vibrasyon duyusu hafif evre KTS olgularında korunmuşken, ilerleyen evrelerde bozulur(77). Ortalama duyarlılık % 55, seçicilik % 81 saptanmıştır(92).

İki Nokta Ayrımı Testi: İki nokta ayrımı daha çok hastalığın ileri evrelerinde bozulur(93). İki nokta ayrımında; sivri uçlu bir aletle hastanın cildindeki iki noktaya aynı anda baskı uygulanır ve bunları farklı iki nokta olarak algılayabilme yeteneği test edilir. Bütün vücut bölgeleri için iki nokta ayırım mesafesi farklılık göstermekle birlikte el için 6 mm üzerindeki değerler patolojik kabul edilir. Statik veya dinamik olarak değerlendirilebilir. Erken evrede tanı değeri düşüktür. Daha çok tedavi takibinde kullanılabilir(94). Statik iki nokta ayrımının ortalama duyarlılık % 24, seçicilik %95 saptanmıştır(77).

2.1.6.2.3 Motor Muayene

Motor muayenede; elin inspeksiyonu, tenar bölgenin zayıflığı(ağır vakalarda) ve başparmak abduksiyon ile opozisyonu test edilir(1). Abduktor pollicis brevis kasının gücü, karpal tünel sendromunun neden olduğu fonksiyonel bozulma hakkında faydalı bilgiler sağlayabilir, ancak güvenilir bir şekilde değerlendirilemez(95). Çünkü Abduktor pollicis brevis ve opponens pollicis kaslarının (karpal tünelin distalindeki median sinirle innerve edilmiş kaslar) hareketlerini izole etmek zor olabilir. Çünkü başparmak abduksiyonuna abduktor pollicis longus (radial sinir) katkı sağlar;

başparmak oppozisyonuna ise Fleksör pollisis longus (anterior interosseöz sinir tarafından innerve edilir) ve Fleksör pollicis brevis'in derin başı (ulnar sinir tarafından innerve edilir) katkı sağlar(1). Kas kuvvetlerinin manuel değerlendirmesinin yanı sıra dinamometre ile el kavrama kuvveti ve pinçmetre ile parmak kavrama kuvveti daha objektif değerlendirilebilir(96,97). El dinamometrisi klinik muayeneden daha iyi bir yöntem olabilir, ancak zaman kısıtlamaları ve özel ekipman ihtiyacı nedeniyle klinik uygulamada yaygın olarak kullanılamaz(98). Ek olarak, el dinamometresi standardizasyon ve anlamlı sonuçlar sağlamak için yaşa ve cinsiyete göre ayarlanmış normatif değerler gerektirir(97,98).

2.1.6.3 Elektrodiagnostik Çalışmalar

Elektrofizyolojik inceleme ile;

- 1) Sinir hasarının bulunduğu bölge lokalize edilebilir.
- 2) Sinir lezyonunun patofizyolojisi hakkında görüş sağlanabilir.
- 3) Akson kaybının derecesi belirlenebilir.
- 4) İyileşme süreci hakkında prognoz tayini yapılabilir.
- 5) Hastalığın ilerlemesi kantitatif olarak takip edilebilir(99).

2.1.6.3.1 Duyusal Sinir İletim Çalışmaları

Duyusal sinir aksiyon potansiyelleri (DSAP); sinirlerin elektriksel uyarımı ile stimülasyon noktasından belli bir mesafede yer alan aksonların senkronize deşarjının kaydedilmesini içermektedir.

Sinir aksiyon potansiyelinin elde edilmesinin ardından bazı değerler ölçülür. Bunlar sıklıkla yanıtın latansı ve amplitüdüdür. Latans; stimülasyon anından yanıtın başlangıcına veya tepesine kadar geçen süredir. Yanıtın amplitüdü veya boyutu, referans verilerinin nasıl toplandığına bağlı olarak tabandan tepeye veya tepeden tepeye ölçülebilir. Sinir aksiyon potansiyelinin elde edildiği stimülasyon noktası ve kayıt arasındaki mesafe ölçülerek başlangıç latansına bölünür, m/s cinsinden hız hesaplanır.

Fizyolojik veya patolojik bazı durumlarda latans uzayabilir, hız yavaşlayabilir:

- Soğuk; latansı uzatır ve iletim hızını yavaşlatır.
- Yaş; latansı ve iletim hızını etkiler. Bu nedenle referans değerler genellikle yaşa göre ayarlanır.
- Miyelin kaybı; latansın uzamasına ve hızın yavaşlamasına neden olur.

Amplitüd de çeşitli faktörlerden etkilenir;

- Soğuk; amplitüdün büyümesine sebep olur.
- Elektrodlar sinirden uzaklaştıkça elektriksel potansiyelin amplitüdünde düşüş meydana gelir.
- Akson kaybının olduğu durumlarda, akson kaybının derecesiyle orantılı olarak amplitüd düşüş gösterir.

Duyusal sinir iletim çalışmaları en çok pleksopati, tuzak nöropati ve polinöropati gibi dorsal kök gangliyonuna (DKG) uzak olan sinir hasarlarının teşhisinde yararlıdır. Duyusal sinir iletim çalışmaları radikülopatiler(yaralanmanın DKG'nin proksimalinde olduğu durumlar), santral sinir sistemi hastalıkları, nöromusküler kavşak hastalıkları(NMK) ve miyopatilerde genellikle normaldir(99).

2.1.6.3.2 Motor Sinir İletim Çalışmaları

Birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP), bir sinirin elektriksel stimülasyonu ile bu sinir tarafından innerve edilen kas liflerinin supramaksimal uyarı ile senkronize deşarjının kaydedilmesi sonucu oluşur. Ancak, DSAP'ın aksine; aksonlardan değil, stimülasyon noktasından belirli bir mesafedeki kas liflerinden kayıt alınır.

DSAP gibi, BKAP'ta da yanıtın amplitüdü ve latansı hesaplanır. İletim hızı hesaplaması; sinir boyunca iki farklı noktadan stimülasyon yapılır ve mesafe farkı latans farkına bölünür.

Latans; DSAP'larda olduğu gibi soğuk, yaş ve miyelin kaybı gibi aynı faktörlerden etkilenirken; kayıt sinir yerine kastan yapıldığı için amplitüd farklı etmenlere bağlıdır. Bunlar; motor aksonların sayısı, NMK'nın bütünlüğü, kas liflerinin sayısı olarak sıralanabilir(99).

BKAP akson kaybının derecesi ile orantılı olarak düşüş gösterir (miyopati olgusunda veya kas lifi kaybında da benzer düşüş olur). BKAP amplitüdünde azalma ön boynuz hücresinin(motor nöron hücre gövdesi) distalinde yer alan herhangi bir lezyondan kaynaklanabilir(100).

İletim bloğu, sinirin proksimal stimülasyonu ile elde edilen yanıtın distal stimülasyondan elde edilene göre belirgin olarak küçük olduğu durumlarda gözlenir. Sinirin trasesi boyunca santim santim ilerleyerek bloğun olduğu fokal alan bulunabilir.

Motor sinir iletim çalışmaları en çok alt motor nöron veya etrafındaki miyelini etkileyen lezyonların teşhisinde yararlıdır. Bunlar spinal kök lezyonları, pleksopatiler, tuzak nöropatiler ve polinöropatiler olarak sıralanabilir(99).

2.1.6.3.3 Geç Yanıtlar

Tipik motor ve duysal iletim çalışmaları aslında ekstremitelerde distale doğru ilerleyen ilettime dayanırken, geç yanıt olarak adlandırılan yanıtlar proksimal ilerlemeye bağlı olan ve daha uzun latanslarla ortaya çıkan dalgalardır.

F dalgası fizyolojik olarak motor nöronun hücre gövdesine giden proksimal ilettime dayanır. Bunun sonucunda, uyarı yapılan bölgeden spinal korda ve daha sonra yine kasa geri dönüş için yeterli bir sürenin ardından kasta zayıf bir geç yanıt kaydedilir. Latansı hesaplamak için birden fazla F dalgası elde edilerek ölçümler alınır. Bu amaçla ya minimum latans ya da ortalama latans değerleri kullanılabilir(99).

F dalgaları birçok klinik durumda anormal bulunsa da, az sayıda tanıda özgün veri sağlar. Akut inflamatuvar demiyelinizan poliradikülönöropati gibi hastalıklar muhtemelen en faydalı olduğu alanlardır(101). F dalgaları ayrıca travmatik sinir lezyonlarının erken döneminde proksimal iletim ile ilgili faydalı bilgiler sağlar; distal aksonal wallerian dejenerasyon gerçekleşmeden ve iğne elektromiyografi(EMG) bulguları ortaya çıkmadan önce değişiklikler gösterir(99).

H dalgası ise; sağlıklı yetişkinlerde özellikle soleus ve fleksör carpi radialis kaslarında kolayca ortaya çıkar. H dalgaları, birçok klinik durumda anormal bulunmasına rağmen az sayıda tanıda özgün bilgi sağlar. S1 radikülopatinin

değerlendirilmesi muhtemelen en faydalı olduğu alandır. Hatta bu konuda muhtemelen iğne EMG'den daha duyarlıdır(102).

Bir diğer geç yanıt olan A dalgası, çalışmalarda ara ara kullanılmaktadır. A dalgası her uyarımda aynı olan stabil, küçük bir yanıttır. Genelde nonspesifik olmakla birlikte genellikle anormal kabul edilir ve bazen sağlıklı bireylerin tibial sinirlerinde görülür(103).

2.1.6.3.4 İğne Elektromiyografi (EMG)

İğne EMG alt motor nöron, NMK ve musküler patolojileri tespit etmede oldukça hassas ve kullanışlı bir tekniktir. Motor ünite; motor nöronun hücre gövdesi(ekstremiteler için spinal kordun ön boynuzunda), aksonları ve innerve ettiği kas liflerinden oluşur(99).

Çizgili kaslar 3 aşamada incelenir(104):

- 1) İğne elektrodun girişi ve kasın istirahati sırasında ortaya çıkan EMG aktiviteleri
- 2) Hafif kasılma sırasında ortaya çıkan motor ünite potansiyelinin (MÜP) değerlendirilmesi (MÜP, bir akson tarafından innerve edilen tüm kas liflerinin senkronize deşarjını yansıtır.)
- 3) Maksimal istemli eforda ortaya çıkan motor ünite katılımının incelenmesi veya maksimal kası örneklerinin değerlendirilmesi

İğne EMG bulguları olarak fibrilasyon, pozitif keskin dalga, fasikülasyon, polifazik motor ünitler, kompleks tekrarlayıcı deşarjlar, inkomplet interferans paternleri gibi bulgular saptanabilir(105).

2.1.6.3.5 Karpal Tünel Sendromunda Sinir İletim Çalışması

Elektrofizyolojik testlerin duyarlılığı %56-85 arasında, seçiciliği ise %94 ve üzerindedir. Yüksek duyarlılık ve seçiciliği nedeniyle KTS tanısında altın standart olarak kabul edilmektedir(3).

KTS olduğundan şüphelenilen bir hastanın elektrofizyolojik değerlendirmesi aşağıdakilere yöneliktir;

- 1) Karpal tünel boyunca median sinir liflerinin fokal yavaşlaması veya iletim bloğunun gösterilmesi,
- 2) Dirsek bölgesindeki median nöropatinin dışlanması,
- 3) Ağırlıklı olarak median sinir liflerini etkileyen brakial pleksopatinin dışlanması,
- 4) Servikal radikülopatinin dışlanması (özellikle C6-C7 radikülopati),
- 5) Eşlik eden bir polinöropati varsa bilekte herhangi bir ortalama yavaşlamanın tek başına polinöropatiden beklenen yavaşlamayla orantısız olduğundan emin olunması(1).

KTS'de Önerilen Sinir İletimi Çalışma Protokolü(1):

- 1) El bileği ve antekübital fossadan uyararak abduktor pollicis brevis'den median motor kayıt
- 2) El bileği, dirsek proksimal ve distalinden uyararak abduktor digit minimi'den ulnar motor kayıt
- 3) Median ve ulnar F yanıtları
- 4) El bileğinden uyararak 2. veya 3. parmaktan median duyusal yanıt
- 5) El bileğinden uyararak 5. parmaktan ulnar duyusal yanıt
- 6) Lateral radiustan uyararak enfiye çukurundan radial duyusal yanıt

Median çalışmaları tamamen normal veya şüpheli ise; median-ulnar karşılaştırma çalışmaları, median-radial karşılaştırma çalışmaları veya median segmental duyusal çalışma ile devam edilmelidir.

Tablo 3: Median sinir motor ve duyu sinir iletim çalışması için referans değerleri(1)

Median motor sinir iletim çalışması	Median duyu sinir iletim çalışması
<i>7 cm distal mesafe</i>	<i>13 cm distal mesafe</i>
<i>Amplitüd ≥ 4.0 mV</i>	<i>Amplitüd ≥ 20.0 μV</i>
<i>İletim hızı ≥ 49 m/sn</i>	<i>İletim hızı ≥ 50 m/sn</i>
<i>Distal latans $\leq 4,4$ ms</i>	<i>Distal pik latans $\leq 3,5$ ms</i>

KTS'nin patofizyolojisi tipik olarak demiyelinizasyondur ve şiddetine bağlı olarak bazen sekonder aksonal hasar da görülebilir. Rutin median çalışmalarda, karpal tünelde demiyelinize edici bir lezyon, distal motor ve duysal latansların yavaşlamasına neden olur. Demiyelinizasyon İletim bloğu veya aksonal kayıp ile birlikte olursa, bilekte median sinirin distal BKAP ve DSAP amplitüdüleri de azalacaktır(1).

Tipik KTS'li hastalarda median sinir minimum F dalga latansları, distal motor ve duysal latansları orta ile belirgin derecede uzar. Bununla birlikte, bu rutin çalışmaların normal olduğu (KTS'li hastaların yaklaşık %10-25'i) ancak klinik semptom ve bulguları olan bir grup hasta vardır. Bu tür hastalarda, daha hassas sinir iletim çalışmaları kullanılarak ileri testler yapılmadıkça, KTS'nin tanısı atlanacaktır. Tanı oranı rutin motor ve duysal çalışmalar kullanılarak yaklaşık %75 iken, karşılaştırma çalışmaları kullanılarak yaklaşık %95'e yükselir. Bu çalışmalar genellikle median sinirin aynı eldeki başka bir sinirle karşılaştırılmasını içerir. Ulnar sinir, karşılaştırma için en sık kullanılan sinirdir; daha az sıklıkla radial sinir kullanılır(1).

Martin-Gruber anastomozları da KTS'de motor sinir liflerinin değerlendirilmesi sırasında sorun oluşturabilir. Bu anastomozlar median sinirden ulnar sinire olan motor anastomozlardır. Ön kolda median sinir gövdesi veya anterior interosseal sinirden çıkan motor liflerin ulnar sinire katılması ve ele kadar ulnar sinir içinde seyretmesinden oluşur. Normal bireylerde %15-30 oranında görülür. Bu açıdan dikkatli olunmalıdır(106).

2.1.6.3.6 Karpal Tünel Sendromunda İğne Elektromiyografi

KTS için iğne elektromiyografi protokolü(1) :

- 1) Abduktor pollicis brevis (APB) kası,
- 2) Servikal radikülopatinin ekarte edilmesi için en az iki C6–C7 innervasyonlu kas (örn. pronator teres, fleksör karpi radialis, triceps brakii, ekstansör digitorum komminis)

APB anormal ise, aşağıdaki ek kaslardan örnek alınmalıdır(1):

- 1) Proksimal median nöropatinin dışlanması için en az bir proksimal median innervasyonlu kas (örn. fleksör karpi radialis, pronator teres, fleksör pollicis longus)
- 2) Alt trunkal brakiyal pleksopati, polinöropati veya C8-T1 radikülopatinin dışlanması için en az iki median innervasyonlu olmayan alt trunkus/C8-T1 innervasyonlu kas (örn. birinci dorsal interosseöz, ekstansör indicis proprius)

EMG yöntemi, klinik ayırıcı tanı göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır (yani, proksimal median nöropati, brakiyal pleksopati, C6-C7 radikülopati). Kontrol edilecek anahtar kas APB'dir. Hafif veya erken KTS vakalarında, APB genellikle normaldir. Daha ciddi vakalarda EMG, ikincil aksonal hasarı ortaya çıkarabilir. Genel olarak, el kaslarına küçük çaplı bir iğne ile yaklaşılr(1).

KTS tanısında iğne EMG, sinir ileti çalışmalarını kadar bilgi vermez. Anormallikler daha çok aksonal dejenerasyon varlığında ortaya çıkar(105). Radikülopati, pleksopati şüphesi varlığında ya da cerrahi kararı verilmesinde faydalı olabilir(93,107).

Stevens kriterlerine göre elektrofizyolojik bulguların sınıflandırılması(108);

- 1) Hafif KTS: Motor incelemeler normal olup duysal latanslarda uzama saptanması, DSAP amplitüdünde düşüklük
- 2) Orta KTS: Duysal latans uzamasına ilaveten median motor distal latansta da uzama olması

- 3) Ağır KTS: Akson kaybına işaret eden duysal sinir aksiyon potansiyelinin alınamaması, birleşik kas aksiyon potansiyeli amplitüdünün olmaması ya da azalması, iğne EMG'de fibrilasyon gibi denervasyon bulgularının olması

2.1.6.4 Görüntüleme Yöntemleri

Karpal tünel sendromunun değerlendirilmesinde kullanılan görüntüleme çalışmaları arasında düz radyografiler, bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme(MRG) ve ultrasonografi yer alır(109).

2.1.6.4.1 Düz Radyografi

Tünelin yumuşak doku içeriği görüntülenemediğinden, bilek ve karpal tünelin düz radyografileri sınırlı değere sahiptir. Bununla birlikte kırıklar, karpal kemiklerin dizilim bozukluğu, osteoartritte hipertrofik değişiklikler veya karpal instabiliteye bağlı osseöz karpal stenozu ortaya çıkarabilirler(110). Kalsiyum pirofosfat, hidroksilapatit birikintileri veya kalsifiye tofus gibi yumuşak doku kalsifikasyonları da düz radyografilerde tespit edilebilir(109).

2.1.6.4.2 Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Aksiyal BT görüntülerinde parmakların fleksör tendonları tanımlanabilse de karpal tünel içindeki yumuşak doku değişikliklerini değerlendirmek için görüntü çözünürlüğü yeterli değildir. Bununla birlikte düz radyografilerle karşılaştırıldığında BT, çeşitli önemli avantajlar sunar(110,111). Kemik karpal stenozun etiyolojisi, lokalizasyonu ve yaygınlığı; aksiyal ince kesitli görüntülerde ve üç boyutlu görüntülerde tam olarak belirlenebilir. BT ayrıca karpal tünel içindeki yumuşak doku kalsifikasyonlarını ve yer kaplayan lezyonları tespit etmede daha hassastır, ancak kalsifiye olmayan lezyonlarda MRG daha duyarlıdır(109).

2.1.6.4.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntülemenin(MRG) KTS tanı ve evrelendirilmesinde faydalı bilgiler sağlandığı; böylece tedavi kararında yardımcı olduğu bildirilmiştir(43,112–114).

KTS’de MRG ile dört ayrı özellik saptanmıştır(112–115):

- 1) Proksimalde pisiform düzeyinde median sinirde şişme
- 2) Distalde tünel çıkışında hamatum düzeyinde median sinirde yassılaşıma
- 3) T2-ağırlıklı görüntülerde median sinirin sinyal yoğunluğunda artış
- 4) Hamatum çengeli düzeyinde transvers karpal ligamentte palmar kavsin artması

Karpal tünel sendromunda MRG ile en sık rastlanan bulgu; median sinirin ödemi ve sinir liflerinin demiyelizasyonudur(112,114,115). Bu her iki durum da sinirde bir patoloji olduğunu gösterdiğinden KTS açısından anlamlıdır.

Manyetik rezonans görüntüleme ile KTS saptanabilse de elektrodiagnostik testler halen altın standart tanı yöntemidir. Pahalı ve ulaşılması güç bir yöntem olan MRG; klinik bulgular sinir iletim çalışmalarında çelişkili ya da yetersiz bilgiler saptanması durumunda yardımcı bir inceleme yöntemidir. Ayrıca cerrahi olarak tedavi edilmiş, ancak iyileşme sağlanamamışsa MRG sorunu anlamakta çok faydalıdır. Transvers karpal ligamentin yetersiz gevşetilmesi, skar dokusunun median sinire olan basısı MRG ile görüntülenebilir (43,115,116).

MRG’nin en yararlı olduğu durum karpal tünel içinde yer kaplayan lezyonların tanımlanmasıdır(112,114). Tünel içinde fleksör tendonlarda tenosinovit, ganglion, lipom ya da granülomatöz enfeksiyonlar da saptanabilir. Özellikle KTS belirtileri olan hastalarda yaş ve meslek uyumlu değilse, tek taraflıya ya da karpal tünel içinde yer kaplayan kitlelere sekonder olduğu düşünülüyorsa MRG en duyarlı ve özgül tanı araçlarından biri olmaktadır(114,115,117).

2.1.6.4.4 Ultrasonografi (USG)

KTS teşhisinden genellikle karakteristik semptomlar nedeniyle şüphelenilir ve elektrodiagnostik çalışmalarla doğrulanır. 1993 yılında, Amerikan Nöroloji Akademisi'nin Kalite Standartları Alt Komitesi, ultrasonografi gibi tanısal görüntüleme tekniklerinin faydalarının henüz tam olarak ortaya konamadığını belirtti(118). Ancak o zamanlar, ultrasonografinin KTS tanısındaki faydasını belirlemek için sadece birkaç çalışma yapılmıştı(119,120). Özellikle 1999'dan sonra, daha fazla araştırmacı KTS'de ultrasonografi ile ilgili deneyimlerini bildirmeye başlamıştır.

Ultrasonografi nöromusküler sistemde yalnızca tanının doğrulanmasına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda başka hiçbir değerlendirme yönteminin sağlayamayacağı hayati bilgiler sağlar(14,121–125). Tünelin içini incelemek ve çeşitli el/bilek pozisyonları sırasında median siniri ve çevre yapıları incelemek için klinisyene fırsat sunar(71). Ultrasonografi; bifid median sinir, aberran kas, persistan median arter, tenosinovit, radiokarpal eklem anormallikleri, efüzyon, sinovyal hipertrofi, nöroma, schwannoma, nörofibrom, fibrolipom, ganglion kisti, anormal kemik doku, vasküler tümörler ve amiloid birikimleri gibi karpal tünel içinde yer kaplayıp sinir basısına neden olabilecek durumların saptanmasına olanak sağlar(1).

Yüksek rezolüsyonlu USG'de transvers kesitlerde nöral fasikülleri çevreleyen epinöriyum kılıfı hiperekojen bir halka şeklinde saptanırken, sinir lifleri hipoekoik alanlar şeklinde görüntülenir. Periferik sinirler longitudinal kesitlerde iki kalın ekojen çizgi arasında yer alan daha ince ekojenik çizgiler olarak görülür(126).

Karpal tünel; pisiform kemik seviyesinde proksimal kısım ve hamat kancası seviyesinde distal kısım olmak üzere ikiye ayrılabilir. Bu hipoekoik kemiksi yapılar, medyan sinirin analizi için yer işaretleri görevi görür. Karpal tünelin ventral sınırı, proksimalde pisiformdan skafoid kemiğe ve distalde hamat kancasından trapezyuma kadar uzanan hiperekoik fleksör retinakulum tarafından oluşturulur. Retinakulum distal karpal tünelde en kalındır(120). Retinakulumun hemen altında yer alan median sinirin fleksör pollicis longus ve fleksör digitorum superficialis kaslarının tendonları ile yakın bir ilişkisi vardır ve bu, karpal tünelin MRG çalışmasıyla da doğrulanmıştır(120,127). Karpal tünel boyunca ilerlerken median sinirin şekli değişir.

Karpal tünelin proksimalinde, transvers taramalarda daireseldir. Karpal tünel içinde ise en sık oval, bazen düz eliptik olarak tanımlanır(120,128–131).

Ulnar arter ve ulnar sinir; elin medial tarafında guyon tüneline bulunur. Guyon tüneli, karpal tüneli göre medialde ve yüzeysel bir konumdadır. Radial tarafta transvers karpal ligamanın dorsal yüzü ve superfisiyal palmar karpal ligaman ile sınırlandırılır; ulnar tarafta pisiformun lateral yüzü ile sınırlandırılır. Ulnar sinir pisiform ile ulnar arter arasında bulunur. Ulnar arter yuvarlak pulsatil hipoekoik bir yapı olarak görülür(132).

Buchberger ve ark. KTS'li hastalarda bulunabilen dört karakteristik özelliği ilk tanımlayanlardır: (1) pisiform kemik seviyesinde sinir kesit alanında belirgin artış ; (2) distal radius seviyesindeki kesit alanına kıyasla pisiform kemik seviyesindeki kesit alanında önemli artış (şişme oranı); (3) hamat kancası seviyesinde düzleşme oranında önemli artış; ve (4) fleksör retinakulumun belirgin palmar eğriliği(119,120). Bu bulgularla, sonrasında FR (median sinirin uzun ekseninin uzunluğunun kısa eksenine oranı), CSA(kesit alanı) ve SR(şişme oranı) yöntemleri gibi KTS için ultrasonografik tanı kriterleri tanımlanmıştır(7,13,14). Hamat çengel hizasında düzleşme ve pisiform kemik hizasında şişlik en sık karşılaşılan durumlardır. Ultrasonografik ölçümler fleksör retinakulumun palmar eğriliği dışında MR görüntülerinden elde edilenlere benzerdi(119).

Daha sonra, diğer araştırmacılar Buchberger ve arkadaşları tarafından açıklanan karakteristik bulguların bir veya daha fazlasını doğruladılar; ancak en tutarlı bulgu, pisiform kemik seviyesinde median sinirin kesit alanında artış oldu. Amaç, siniri (epinöryum) çevreleyen hiperekoik kenarın iç kenarı boyunca izlenerek median sinirde en çok şişmenin meydana geldiği yeri bulmak ve ölçmektir. Büyümüş sinir boyutu, sinir ödeminin objektif bir işareti olarak kabul edilir ve sinirin daha koyu (daha hipoekoik) görünmesine neden olur(14,121–125,133,134). Kesit alanı için bildirilen kritik değerler çoğunlukla 9 ve 15 mm² arasında değişmektedir(135–139).

CSA açıkça anormal değilse, ancak sınırdan veya normalin üst sınırına yakınsa; distal önkolda bir CSA elde edilerek, anormal bir sinir genişlemesini belirlemenin hassas bir yöntemi olan bilek önkol oranı (WFR) tanımlandı(140). Klauser ve ark. median sinirin karpal tünel ve önkol seviyesindeki CSA'ları arasındaki fark olan

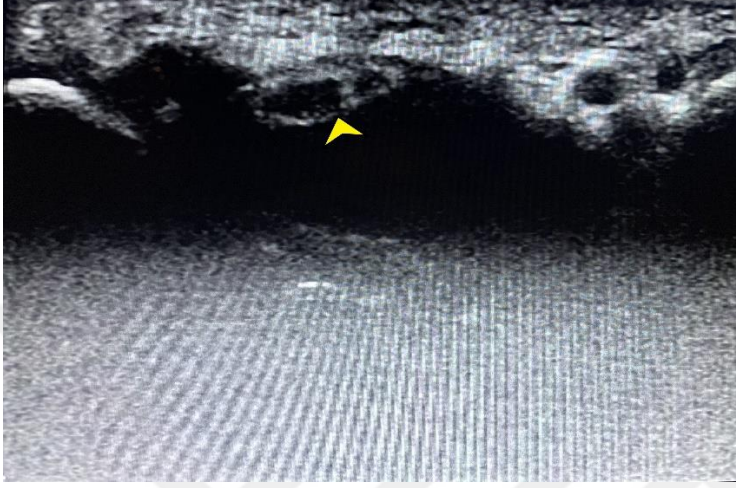
bilek-önkol sinir farkı (WFD) üzerinde çalışmalar yaptılar; WFD'nin 2mm² ve üzerinde, KTS için %99 duyarlılığa ve %100 seçiciliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir(141). WFR yöntemiyle karşılaştırıldığında, WFD'nin KTS hastalarındaki klinik şiddet ile daha güçlü bir korelasyon göstermişlerdir(142).

Ulnar sinir CSA'sını pisiform seviyede kullanan ve bunu median sinir CSA ile karşılaştıran çalışmalar yapılmıştır. Eom ve ark. median-ulnar sinir oranı (MUR) ile KTS'nin elektrofizyolojik evresi arasında korelasyon olduğunu göstermişlerdir(15). Chang ve ark. MUR ve median-ulnar sinir farkı (MUD) yöntemi üzerinde çalışmışlardır. Sonuçlarında MUD'un; MUR, pisiform düzeyde median sinir CSA ve SR (duyarlılık: sırasıyla %63, 63, 53) ile karşılaştırıldığında en yüksek duyarlılığa (%84) sahip olduğunu göstermişlerdir(17).

Ultrasonografi ile tendon ve kas hareketine yanıt olarak sinirin dinamik davranışı değerlendirilebilir(122,125). Karpal kanaldaki siniri zorlayan dinamik bir stres testi geliştirilmiştir(133,134). Dinamik stres testi, genellikle yalnızca ciddi KTS vakalarında görülen, longitudinal görüntülemeye sinirin kontur değişikliklerini veya "çentiklenmesini" saptama hassasiyetini artırmak için geliştirilmiştir(124,125). Stres basitçe, median sinirin tepkisini gözlemlerken normal kavrayıcı el aktivitesinin uygulanmasını içerir(133,134). Muayene eden kişi, sinir sıkışmasının nesnel kanıtını aramak için stres öncesi ve sırasında median sinirin çapını ölçer. Bir çalışma, stres sırasında KTS'de çapta ortalama %40'lık bir azalma olduğunu gösterirken, normal sinirlerde herhangi bir sıkışma görülmemiştir(134).

Median siniri ultrasonografi ile değerlendirirken; sinir, kan damarı ve kasın yaygın anomalilerine iyi bilmemiz önemlidir. Bunlar, istatistiksel olarak bilekte semptomatik median nöropatide daha sık görülür. Median sinirin en yaygın anomalisi bifid sinirdir. Bireylerin %8-15'inde, el bileğindeki median sinir bifiddir (Yani, iki ayrı demet vardır). Nadir hastalarda trifid olabilir. CSA ölçülürken, iki demetin CSA'ları birbirine eklenmelidir. Bir bifid median sinir mevcut olduğunda, bir vasküler anomali (kalıcı bir median arter) de sık eşlik eder. Persistan median arterin tromboze olduğu nadir hastalar da vardır. Bu hastalarda ya iskemi ya da KTS semptomlarına ilave şişlik gelişir. Persistan median arter en sık bifid median sinirin iki demeti arasında görülmesine rağmen, median sinirin bitişik ulnar tarafında da görülebilir. Median

sinirin anormal bir kas tarafından sıkıştırıldığı nadir durumlar da vardır. En yaygın kas anomalilerinden biri ters palmaris longus'tur. Bu durumda kas fazla büyükse karpal tünelde alttaki median siniri sıkıştırabilir(1).



Şekil 8: Bifid Median Sinir (Sarı ok ile gösterilmiştir.)

2.1.7 Ayırıcı Tanı

Karpal tünel sendromunun ayırıcı tanısında birkaç hastalık düşünülmelidir. Öykünün yanı sıra nörolojik değerlendirme ve sinir iletim çalışmaları, karpal tünel sendromu ile bu diğer hastalıkları ayırt etmeye yardımcı olabilir(21).

KTS'ye benzer semptomlarla sonuçlanabilecek birkaç periferik ve merkezi sinir sistemi lezyonu vardır. Ayırıcı tanıdaki periferik lezyonlar arasında dirsek bölgesindeki median nöropati, brakial pleksopati ve servikal radikülopati yer alır. KTS ile karıştırılabilecek rahatsızlıklar arasında en yaygın olanı servikal radikülopatidir, özellikle C6 ve C7 kökü lezyonları hem kolda ağrıya hem de KTS'ye benzer parestezilere neden olabilir. KTS'den çok radikülopatiyi düşündüren önemli klinik ipuçları boyundan omuza ve kola yayılan ağrı ve boyun hareketi ile semptomların şiddetlenmesidir. Fizik muayenede radikülopati düşündüren bulgular; C6-C7 reflekslerindeki anormallikler (biceps, brakioradialis, triseps), proksimal kaslarda güçsüzlük (özellikle dirsek fleksiyonu, dirsek ekstansiyonu, kol pronasyonu)

ve avuç içi veya ön koldaki duyuşsal anormalliklerdir(1). İğne EMG ve servikal omurga görüntüleme, servikal radikülopati ayırıcı tanısında yararlı olabilir(21).

Dirsekte median nöropati ve brakial pleksopati, özellikle KTS insidansıyla karşılaştırıldığında çok nadirdir. Ancak varsa, kolayca klinik karışıklığa yol açabilirler. Median sinirin daha proksimal lezyonunu gösteren fizik muayenedeki önemli ipuçları; tenar eminens üzerinde duyuşsal bozukluk ve karpal tünel proksimalinde median innerve kasların (özellikle distal başparmak fleksiyonu (fleksör pollicis longus), kol pronasyonu (pronator teres ve pronator quadratus), ve bilek fleksiyonu (fleksör carpi radialis)) zayıflığıdır. Brakial pleksus lezyonlarında; nörolojik muayenede, servikal radikülopatide belirtilenlere benzer anormallikler saptanabilir. Ancak refleks anormalliklerin, zayıflığın ve duyuşsal kaybın dağılımı; bir spinal segmente dağılımına uymayıp daha yaygın olabilir(1).

Merkezi sinir sistemi bozukluklarına gelince; fokal nöbetler, migren ve geçici iskemik atakları olan hastalarda geçici pareteziler görülebilir ve bazen KTS semptomları ile karışabilir. Ekstremitte spastisitesi ve canlı refleksler gibi MSS disfonksiyonu kanıtlarının olması ancak ana ayırt edici faktör olan ağrının olmaması ile KTS'den ayırt edilebilir. Ağrı yokluğunda KTS tanısını her zaman sorgulamak gerekir(1).

KTS ile karıştırılabilecek diğler durumlar(143);

- Ulnar nöropati: Bu aynı zamanda gece paretezilerine de neden olabilir; ancak dağılım genellikle elin medial tarafında olur.
- Raynaud fenomeni: Soğuga maruz kalmayla ilgili öyküden tanınabilir.
- Başparmak metakarpofalangeal eklemin osteoartriti: Sahte tenar atrofi görünümüne neden olabilir; ancak gerçek zayıflık, pareteziler ve diğler nöropatik semptomlar genellikle bulunmaz.
- Tendinit: De Quervain Tenosinoviti için Finkelstein testi gibi spesifik testler tanıya yardımcı olabilir.
- Generalize periferik nöropatiler: Bunlar semptomların ve refleks değışikliklerinin daha geniş dağılımından anlaşılmalıdır.
- Motor nöron hastalığı: Elde zayıflama ile ortaya çıkabilir ancak duyuşsal belirtiler yapmaz.

- Syringomyeli: Ellerde belirgin sıcaklık hissi kaybı gibi özellikler ipucu verir.
- Multiple Skleroz: Yer ve zamanla yayılan nörolojik anormalliklerin varlığından anlaşılmalıdır.

2.1.8 Tedavi

Karpal tünel sendromunda semptomların şiddetine ve nörojenik yaralanma derecesine göre hastaların tedavisi planlanmalıdır(35). Birkaç tedavi seçeneği vardır ve bunlar genel olarak cerrahi ve cerrahi olmayan konservatif tedavi olarak kategorize edilebilir. Hafif ve orta KTS'li hastalarda cerrahi olmayan yöntemler etkilidir. Konservatif yöntemler; kas zayıflığı veya atrofisi olmayan, denervasyonu olmayan (iğne elektromiyografide) ve sinir iletim çalışmalarında sadece hafif bir anormallik olan hastalarda endikedirler(144).

2.1.8.1 Konservatif Tedavi

Alışkanlıklardaki değişiklikler (örneğin; bilek hareketinin kısıtlanması ve ağır iş aktivitelerinin azaltılması) birinci basamak yaklaşım olarak düşünülmeli ve ergonomik açıdan dost çalışma aletlerinin kullanılması median sinir sıkışmasını azaltmada faydalı olabilir(21). Ayrıca hastalarda obezite, diyabet, romatoid artrit, tiroid hastalığı gibi potansiyel kolaylaştırıcı durumlar varsa bunların saptanması ve tedavi edilmesi önerilmelidir(35).

Çeşitli konservatif tedavi yöntemleri şunları içerir: el brace, el bileği splintleme, ultrasonik terapi, lazer tedavisi, oral steroidler, non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAID'ler), oral B6 vitamini, lokal kortikosteroid enjeksiyonu, iş yeri değişiklikleri, yoga, akupunktur, karpal mobilizasyon egzersizleri, tendon ve sinir kaydırma egzersizleri vb (37,58,145–149). Yazarlar oral steroidler, bilek splinti, lokal ultrason tedavisi, yoga ve karpal mobilizasyon egzersizleri ile bir kısa vadeli fayda elde edilebileceği sonucuna vardılar. Ancak yazarlar; el brace kullanımı, egzersizler, ergonomik klavye kullanımı, oral diüretikler ve oral NSAID'ler gibi diğer tedavi yöntemlerinin rolünü destekleyen herhangi bir kanıt bulamadılar(150).

KTS hastalarında el bilek splinti el bileğini nötral pozisyonda tutar ve böylece tüneldeki basıncı arttıran hareketleri kısıtlar. Hafif semptomatik KTS'li hastalarda ameliyat ihtiyacını geciktirebilir. Genellikle geceleri kullanılması önerilir ve iyi tolere edilir(146,151,152). Gebelikte üçüncü trimesterde gelişen KTS'de el bilek splinti işe yaramaktadır ve genellikle semptomlar doğum sonrası birkaç hafta içerisinde azalır(35).

Karpal tünel sendromunu tedavi etmek için yaygın olarak lokal kortikosteroid enjeksiyonları kullanılır. Kortikosteroidler; karpal tünelde median sinir ve tendonlar arasındaki ödemin azalmasını sağlar(21). Bileğe steroid enjeksiyonu genellikle başarılıdır. Semptomların geçici olarak kötüleşmesine neden olabilir, ancak hastaların %60 ile 70'inde haftalar ve yıllar boyunca süren ağrı azalması sağlar(144,153–155). Enjeksiyonunun en önemli komplikasyonlarından biri median sinirin iyatrojenik yaralanmasıdır. Enjeksiyonun en güvenli yeri net değildir(58). Ancak ultrasonografi eşliğinde kortikosteroid enjeksiyonu, kör uygulamadan daha iyidir ve daha pahalı olsa bile semptomların düzelme süresini kısaltır(156–159).

Ultrasonun tedavideki etkinliği ultrasonun özelliklerine ve tedavi süresine bağlı olarak değişmektedir. Sürekli yüzeysel ultrason kullanımı ile iyileşme gösterilememiştir. Ancak derin ve pulsatil ultrasonun ağrıyı azalttığı; kuvvet, duyu kaybı ve sinir iletim parametrelerinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir(150,160–162).

2.1.8.2 Cerrahi Tedavi

Sinir iletim çalışmalarında aksonal kayıp ya da iğne EMG'de denervasyon bulguları saptanan ileri KTS hastalarında ya da konservatif tedaviye yanıt alınamayan hastalarda tedavi seçeneği cerrahidir(151,163–165).

Cerrahi ile transvers karpal ligament bölünür ve karpal tüneldeki alan artırarak median sinir üzerindeki baskı azaltılır. Mutlak cerrahi endikasyon, kas atrofisidir(166). KTS tedavisinde iki farklı cerrahi yaklaşım uygulanmaktadır; açık ve endoskopik yaklaşım. Açık karpal tünel gevşetmesi(KTG), İlk olarak 1924'te Herbert Galloway tarafından yapıldı(167). Klasik KTG'de, yaklaşık 4-5 cm uzunluğunda kavisli uzunlamasına intertenar kesi kullanır(168).

Diğer cerrahi alanlarda olduğu gibi, karpal tünel cerrahisinde de daha erken işe dönüşü kolaylaştırmak ve ameliyat sonrası ağrıyı azaltmak için daha az invaziv teknikler kullanılmaya başlandı ve ilk endoskopik karpal tünel gevşetme(EKTG) 1987'de Okutsu ve meslektaşları tarafından Japonya'da gerçekleştirildi(169). Literatürde tekniğin çeşitli modifikasyonları tarif edilmiştir. EKTG'de en sık kullanılan iki teknik; Agee tarafından açıklanan tek portal tekniği ve Chow tarafından açıklanan iki portal tekniğidir(170,171). EKTG yapılan hastalarda başarı oranı %95, nüks oranı %0.5, komplikasyon oranı ise %1.1 saptanmıştır ve hastaların açık KGT'ye göre işlerine daha kısa sürede dönebildikleri gösterilmiştir(172,173). En yaygın komplikasyonlar ulnar ve median sinirlerin parestezisi, yüzeysel palmar ark yaralanması, refleks sempatik distrofi, fleksör tendon laserasyonları ve transvers karpal ligamanın eksik bölünmesidir(174). Operasyon sonrasında hafif işlerde çalışan hastaların dört hafta sonra, daha ağır işlerden çalışan hastaların ise 6 hafta sonra işlerine dönmelerine izin verilir(175).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Hasta Seçimi

Bu çalışmaya Şubat 2022- Kasım 2022 tarihleri arasında İKÇÜ Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bölümüne başvuran karpal tünel sendromunu düşündüren semptomları olan ve elektronöromiyografide (ENMG) KTS tanısı kesinleştirilen 54 kişilik hasta grubu (76 el) ile sağlıklı olan 42 kişilik kontrol grubu(75 el) dahil edildi. Araştırma öncesinde İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 03.02.2022 tarihli ve 16 karar numaralı onay alındı. “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” esas alınarak çalışmaya katılacak kişiler araştırmanın amacı ve prosedürü hakkında sözlü olarak bilgilendirildi ve çalışmada yer almayı kabul eden tüm katılımcıların imzaları alındı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

Hasta grubu için:

1. En az 1 aydır devam etmek şartıyla aşağıdaki bulgulardan en az birinin pozitif olması;
 - a. Elin ilk 3 parmağında palmar yüzde parestezi öyküsü
 - b. Phalen testi pozitifliği
 - c. Tinnel testi pozitifliği
 - d. Uykudan uyandıran ilk 3 parmak parestезisi
 - e. Flick bulgusu pozitifliği
2. ENMG ile KTS tanısı almış olmak

Kontrol grubu için:

1. Karpal tünel sendromu ve ulnar sinir nöropatisi düşündürecek öykü ve fizik muayene bulgusu olmaması
2. Median ve ulnar sinirlerin elektrodiagnostik çalışmasında anormal bulgular olmaması

Çalışmadan dışlama kriterleri:

1. 18 yaşından küçük, 70 yaşından büyük olması
2. El-el bileğini ilgilendiren geçirilmiş travma, operasyon veya fraktür öyküsü olması
3. Karpal tünel sendromuna yönelik fizik tedavi veya enjeksiyon tedavisi öyküsü olması
4. Anatomik anormalliklerin (bifid median sinir, aberran persistan median arter, martin gruber ya da diğer anastomozlar) olması
5. El fonksiyonlarını etkileyecek nörolojik hastalığının olması (servikal radikülopati, periferik sinir lezyonu, polinöropati, serebrovasküler olay vb.)
6. Herhangi bir nedenle devam eden sistemik kortikosteroid tedavisi
7. Sistemik hastalığı olanlar (romatolojik hastalıklar, diabetes mellitus, akromegali, hipotiroidizm, böbrek yetmezliği, amiloidoz vb.)
8. Gebelik
9. Elektrofizyolojik olarak ulnar nöropatisi bulunanlar

Hasta ve kontrol grubu başlangıçta dışlama kriterlerinde yer alan sistemik hastalıklar açısından değerlendirildi. Hasta grubunda 54 kişi (76 el) değerlendirildi. 15 kişide bilateral elde semptom olmasına rağmen tek el çalışmaya alınmıştır; 7 el ENMG’de normal saptanmıştır, 1 el ulnar nöropati, 7 el bifid median sinir nedeniyle dışlanmıştır. Sağlıklı olan kontrol grubunda 42 kişi (75 el) değerlendirildi. 9 kişinin tek eli çalışmaya alınmıştır; 2 el kırık öyküsü, 2 el aberran median arter, 1 el ulnar nöropati ve 4 el bifid median sinir nedeniyle dışlanmıştır. Katılımcıların her bir eli ayrı ayrı değerlendirildi. Kontrol grubunda ENMG’de tek elde anormal sonuç saptanırsa; diğer el de çalışmadan dışlandı.

3.2 Değerlendirme

Katılımcıların yaşı, cinsiyeti, boyu, kilosu, VKİ, medeni durumu, eğitim durumu, meslek bilgileri, sistemik hastalıkları, kullanmakta olduğu ilaçlar, sigara, semptomatik el, dominant el, çalışmaya alınacak el ve semptom süreleri kaydedildi. Sonrasında fizik muayene, Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi, el dinamometresi,

sinir iletim çalışmaları ve ultrasonografi cihazı ile ölçümler yapılarak araştırmacılar tarafından sonuçlar toplandı. Katılımcılara klinik durum, fizik muayene ve elektrofizyolojik inceleme sonuçlarına kör bir araştırmacı tarafından ultrasonografik inceleme yapıldı.

3.2.1 Fizik Muayene

Katılımcılara duysal, motor muayene ve Tinel-Phalen-Flick testleri yapıldı. Phalen testi için katılımcılardan dirsekler 90 derece fleksiyonda, her iki el sırtı birbirine bakacak şekilde, el bileği fleksiyon pozisyonunda bir dakika kadar tutmaları istendi. Median sinir dağılımında parestezi gelişir veya artarsa test pozitif kabul edildi. Tinel testi için muayene eden kişi, median sinire karpal tünel seviyesinde hafifçe vurdu. Median sinir trasesinde karıncalanma veya elektrik şoku hissedilmesi sonucunda test pozitif kabul edildi. Flick testi; hastaların ellerini salladıklarında ağrılarının hafiflediğini bildirmeleri ile pozitif kabul edildi.

Elin kavrama gücü; el dinamometresi (Jamar Hidrolik El Dinamometresi, IL 800-523-0912) kullanılarak ölçüldü. Katılımcıdan oturur pozisyonunda, dirsek 90° fleksiyonda, ön kol ve el bileği nötr pozisyondayken cihazın tutmacını mümkün olduğu kadar sert bir şekilde sıkması istendi. 3 ölçüm yapıldı ve her ölçümde birer dakikalık ara verildi. Sonuçların ortalaması alındı ve kilogram birimi ile kaydedildi.

3.2.2 Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi

Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi, özellikle KTS'li hastalar için geliştirilmiş hasta bazlı bir sonuç ölçütü yöntemidir. Anket Semptom şiddet Skalası ve Fonksiyonel Durum Skalası olarak iki bölümden oluşmaktadır. Semptom şiddetleri ile ilgili 11 soru ve fonksiyonel durum ile ilgili 8 sorudan oluşan toplam 19 soru bulunmaktadır. Cevaplar 1 ile 5 arasında puanlandırılır. Toplam puan soru sayısına bölünür ve her bölüm için ayrı ayrı ortalama değer hesaplanır. Ortalama puanın yüksek olması semptomların şiddetli olduğunu ve fonksiyonel durumun kötüleştiğini gösterir. Bu anketin Türk toplumuna yönelik geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır(176). Boston Karpal Tünel Anketi hastalar tarafından puanlandı; Semptom

Şiddet Skalası ve Fonksiyonel Durum Skalası sonuçları her hasta için hesaplandı ve kaydedildi.

3.2.3 Elektrofizyolojik İnceleme

Tüm katılımcıların elektrofizyolojik incelemeleri İKÇÜ Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Kliniği'ne ait NEUROSOFT marka Neuro-MEP-Micro 2 kanallı elektronöromiyografi cihazı kullanılarak yapıldı. Tüm hastalar cilt ısıları $>32^{\circ}$ olacak şekilde tutuldu ve oturur pozisyonda değerlendirildi. Median sinirin motor ve duyuşal iletim çalışmaları, ulnar sinirin motor ve duyuşal iletim çalışmaları ve F dalga latansları yüzeyel elektrodlarla uyarılarak değerlendirildi.

Median sinir motor iletim çalışmasında; aktif elektrot APB kasının en kabarık noktasına, referans elektrod 1. metakarpofalengeal eklem üzerine yerleştirildi; el bileği ve antekubital fossadan supramaksimal uyarı verildi. El bileği ve antekubital fossada uyarılan noktalar arası mesafe ölçülerek motor latans, BKAP amplitüdü ve motor iletim hızı hesaplandı. Median sinir motor distal latansının 4.4 ms'nin üzerinde olması, iletim hızının 49 m/s'nin altında olması ve BKAP amplitüdünün 4 mV'un altında olması halinde sonuç anormal olarak değerlendirildi.

Ulnar sinir motor iletim çalışması; aktif elektrod abduktor digiti minimi kasının en kabarık noktasına, referans elektrod 5. metakarpofalengeal eklem üzerine yerleştirildi; el bileği medialinden, sulkus ulnaris 4 cm distali ve 6 cm proksimalinden supramaksimal uyarı verildi. El bileği, sulkus ulnaris distali ve proksimalinde uyarılan noktalar arası mesafe ölçülerek motor latans, distal BKAP amplitüdü ve motor iletim hızı hesaplandı. Ulnar sinir motor distal latansının 3.3 msn'nin üzerinde olması, iletim hızının 49 m/s'nin altında olması, BKAP amplitüdünün 6.0 mV'un altında olması halinde sonuç anormal olarak değerlendirildi.

Duyusal sinir iletim çalışmaları; yüzük elektrodlar kullanılarak, antidromik yöntemle uyarı verilerek yapıldı. Median sinir duyu iletim çalışmasında; 2. parmakta metakarpofalengeal ekleme aktif elektrod ve distal interfalengeal ekleme referans elektrot yerleştirildi. Aktif elektrodun 13 cm uzaklığında el bileğinden uyarı verildi. Median sinirin pik latans değerleri, iletim hızları ve DSAP amplitüdü elde edildi.

Median sinir duyu distal latansının 3.5 ms'nin üzerinde olması, iletim hızının 50 m/s'nin altında olması ve DSAP amplitüdünün 20 μV ' un altında olması halinde sonuç anormal olarak değerlendirildi.

Ulnar sinir duyu iletim çalışmasında; 5. parmakta metakarpofalengeal ekleme aktif elektrod ve distal interfalengeal ekleme referans elektrot yerleştirildi. Aktif elektrodun 11 cm uzaklığında el bileğinden uyarı verildi. Ulnar sinirin pik latans değerleri, iletim hızları ve DSAP amplitüdü elde edildi. Ulnar sinir duyu distal latansının 3.1 ms'nin üzerinde olması, iletim hızının 50 m/s'nin altında olması ve BKAP amplitüdünün 17 μV ' un altında olması halinde anormal olarak değerlendirildi.

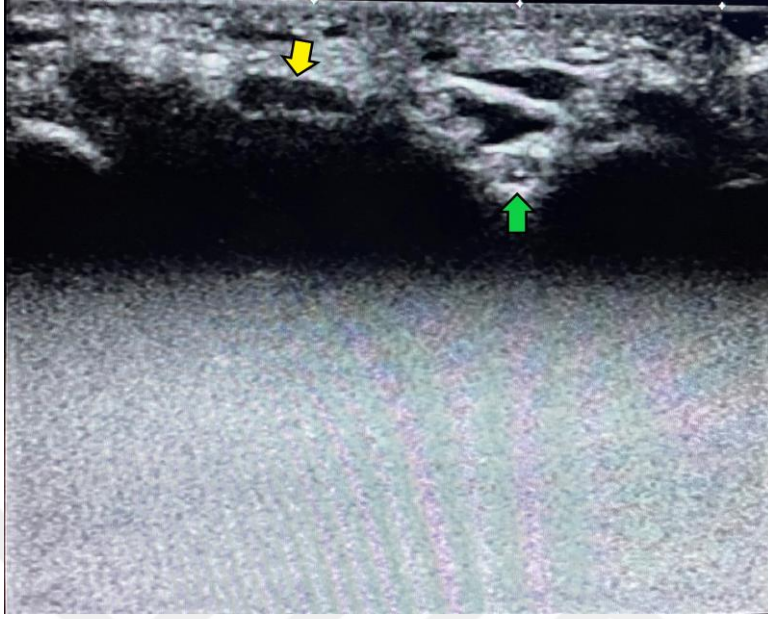
Hastaların elektrofizyolojik sonuçları değerlendirildi; Stevens kriterlerine göre hafif, orta, ağır KTS olarak sınıflandırıldı(108).

3.2.4 Ultrasonografik İnceleme

Tüm katılımcıların ultrasonografik incelemeleri İKÇÜ Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Kliniği'ne ait Philips HD15 Purewave USG cihazı (ABD), 5-12 MHz electronic real-time linear-array transducer prob kullanılarak yapıldı. Hastalar fizik muayene ve elektrofizyolojik inceleme sonuçlarına kör bir araştırmacı tarafından ultrasonografik olarak değerlendirildi. Hastaların incelemeleri supin pozisyonda, dirsek tam ekstansiyonda, önkol supinasyonda, el bileği nötral pozisyonda ve parmaklar yarı fleksiyonda olarak yapıldı. Ultrasonografi probunun ölçüm sırasında cilde baskı yaratmamasına özen gösterildi. Ultrasonografide sinir kesit alanı ölçümü sırasında elle çizim (manual trace) yöntemi kullanıldı ve hiperekoik kılıf çizim dışı bırakılacak şekilde sinirin sınırı takip edildi. Her ölçüm üç kez tekrarlandı ve ortalamaları alındı. Ultrasonografik ölçümler ve ENMG çalışmaları aynı gün gerçekleştirildi.

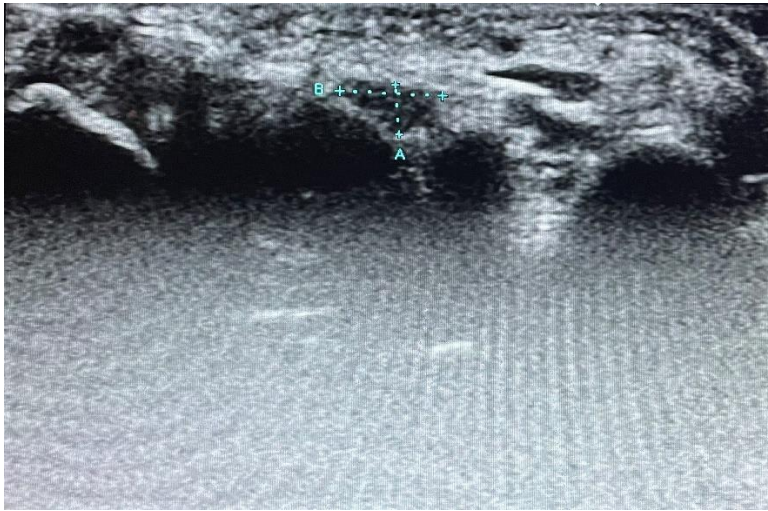
Median sinir; el bileğinde fleksör retinakulumun altında, pisiform kemik seviyesinde, karpal tünelde bulunur. Ulnar sinir ise pisiform kemik ile ulnar arter arasında bulunur. Median sinir ve ulnar sinir ultrasonografi ile pisiform kemik seviyesinde değerlendirildi ve manuel trace yöntemi ile kesit alanı ölçümleri yapıldı. Pisiform seviyedeki median sinir CSA'nın ulnar sinir CSA'sına oranı ile median-ulnar sinir oranı (MUR) elde edildi (CSAp-median/CSAp-ulnar).

Pisiform seviyede median sinir CSA ile ulnar sinir CSA'sı arasındaki fark ile median-ulnar sinir farkı (MUD) elde edildi (CSAp-median--CSAp-ulnar).



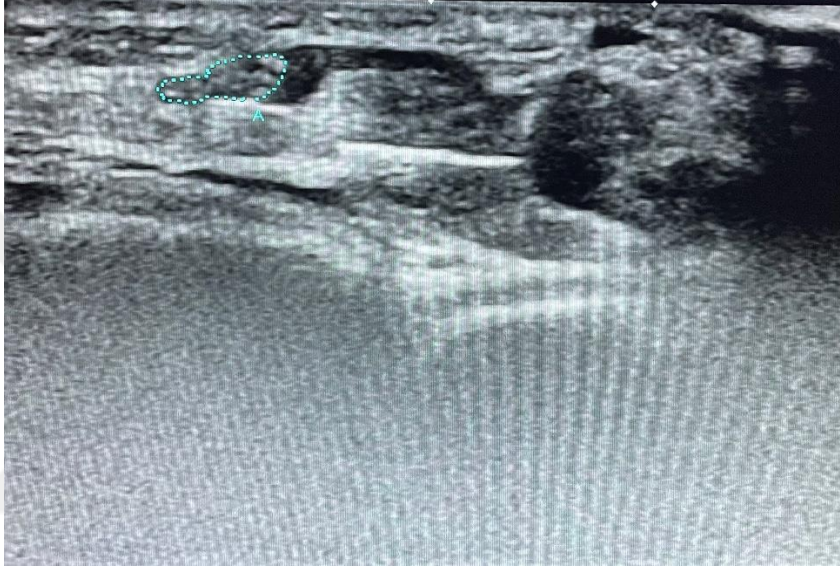
Şekil 9: Pisiform kemik seviyesinde median sinir ve ulnar sinirin ultrasonografik görüntüsü (Sarı ok median siniri, yeşil ok ulnar siniri göstermektedir.)

Pisiform kemik seviyesinde median sinirin transvers ve longitudinal sinir çapı ölçümleri yapıldı. Median sinirin transvers çap uzunluğunun, longitudinal çap uzunluğuna oranı ile düzleşme oranı (flattening ratio=FR) elde edildi (Median sinir transvers çap/longitudinal çap).



Şekil 10: Pisiform kemik seviyesinde median sinirin transvers ve longitudinal sinir çapı

Psiform seviyesinde median sinir görüntüsü elde edildikten sonra ultrasonografi probu proksimale doğru ilerletildi ve distal radioulnar eklem (DRUJ) seviyesine gelindiğinde median sinir kesit alanı manuel trace yöntemi ile ölçüldü. Psiform seviyesindeki median sinir CSA'nın, DRUJ seviyesinde median sinir CSA'sına oranı ile şişme oranı (swelling ratio= SR) elde edildi (CSAp-median/CSAdruj-median).



Şekil 11: Distal radioulnar eklem seviyesinde median sinir kesit alanı

3.3 İstatistiksel Analiz

Örneklem büyüklüğü hesaplaması GPOWER 3.1 programı kullanılarak yapılmıştır. Daha önce yapılan benzer bir çalışmanın bulguları kullanılarak (17) hasta grubunda median ile ulnar sinir farkının $8,2 \pm 4,3$ ve kontrol grubunda ise $5,3 \pm 2,0$ olacağı ön görülerek %95 güç ve tip 1 hata düzeyi: %5 için her bir grupta 35, toplamda en az 70 kişiye ulaşılması hedeflenmiştir.

Tanımlayıcı istatistikler kategorik değişkenler için sayı ve yüzde (%), sürekli değişkenler içinse ortalama±standart sapma (ort±SS) veya ortanca (%25-%75.persentil) olarak sunuldu. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Pearson ki-kare testi ya da Fisher'in kesin testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin iki grup arasında karşılaştırılmasında ise normal dağılım olup olmasına göre bağımsız

gruaplarda t testi ya da Mann-Whitney U testi kullanıldı. İki süreklı değişken arasındaki doğrusal ilişki için Spearman korelasyon katsayısına ve anlamlılığına bakıldı. Korelasyon katsayısı 0 ile ± 0.25 arasında ise ilişki yok, 0.25-0.50 arasında ise pozitif (-ise: negatif) yönde zayıf ilişki, 0.50 ile 0.75 arasında ise pozitif (- ise: negatif) yönde orta düzeyde ilişki, >0.75 ise güçlü düzeyde (- ise: negatif) ilişki olduğu kabul edildi. Sürekli değişkenlerin en uygun kesim noktasını bulmak amacıyla receiver operating characteristic (ROC) analizi yapıldı ve duyarlılık, seçicilik, Pozitif Olabilirlik Oranı ve Negatif Olabilirlik Oranı hesaplandı. İki yönlü p değerinin 0.05'ten küçük olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Analizler için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versiyon 20 (SPSS Inc.; Chicago, IL, USA) kullanıldı.

4. BULGULAR

Araştırmamız klinik ve elektrofizyolojik olarak KTS tanısı alan hasta grubu ve sağlıklı olan kontrol grubundan oluşmaktadır. Hasta grubunda 54 kişi (76 el) değerlendirildi. Sağlıklı olan kontrol grubunda 42 kişi (75 el) değerlendirildi.

Araştırma grubunun %56.2'si (n:54) hastalardan %43.8'i (n:42) kontrollerden oluşmaktadır ve yaş ortalaması 50.1(10.0)'dir. Kontrol grubunun yaş ortalaması 48.8(10.4), hasta grubunun yaş ortalaması ise 51.2'dir ve iki grup arasında istatistiksel bir farklılık yoktur (p=0.247).

Tüm grubun %84.4'ünü kadınlar oluşturmaktadır. Hasta grubunda 48 kadın(%88.9) ve 6 erkek(%11.1) bulunmaktadır. Kontrol grubunda 33 kadın(%78.6) ve 9 erkek(%21.4) bulunmaktadır. Cinsiyet açısından kontroller ve KTS hastaları arasında istatistiksel anlamlı bir fark görülmemiştir(p=0.272).

Hastaların %83.3'ü evli, kontrollerin %66.7'si evlidir ve iki grup arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur(p=0.098).

Hastaların %9.26'sı yüksekokul ve üniversite mezunu, %25.9'u lise mezunu, %13.0'ı ortaokul mezunu, %48.1'i ilkokul mezunu, %3.7'si ise okur yazar değilken, kontrol grubunun %47.6'sı yüksekokul ve üniversite mezunu, %23.8'i lise mezunu, %7.14'ü ortaokul mezunu, %21.4'ü ilkokul mezunudur ve kontrollerde okur yazar olmayan birey yoktur, eğitim durumu açısından hastalarla kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (p<0.001).

Hastaların %44.4'ü işçi, %40.7'si ev hanımı, %13.0'ı emekli, %1.85'i memurken; kontrollerin %38.1'i memur, %31.0'ı işçi, %19.0'ı emekli, %11.9'u ev hanımıdır, meslek grupları açısından hastalarla kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür(p<0.001).

Grubun %30.8'inin sistemik bir hastalığı vardır ve %28.1'inin sürekli ilaç kullanımı mevcuttur. Hastaların %37.0'ının sistemik bir hastalığı mevcutken kontrollerin %21.4'ünde mevcuttur ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur (p=0.153). Hastaların %35.2'si sürekli ilaç kullanırken, kontrollerin

%21.4'ü sürekli ilaç kullanmaktadır. Sürekli ilaç kullanımı açısından hastalar ve kontroller arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p=0.130$).

Tüm grubun vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması 27.6(4.40)'dır. Kontrol grubunun BMI ortalaması 25.8(4.15), KTS hasta grubunun 29.0(4.12)'dir; iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$).

Tüm grubun %40.6'sı sigara kullanmaktadır ve ortalama sigara kullanma paket yılı 8.08(13.0)'dir. Hasta grubunda 21 kişi (%38.9) sigara kullanmaktadır ve ortalama paket yılı 8.07(12.8)'dir. Kontrol grubunda 18 kişi (%42.9) sigara kullanmaktadır ve ortalama paket yılı 8.08(13.5)'dir. Sigara kullanımı açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark yoktur($p=0.855$). Sigara kullanma paket yılı açısından da gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur ($p=0.997$).

Tüm grupta dominant el %93.8 sağ eldir. Hasta grubunda 51 kişinin (%94.4), kontrol grubunda 39 kişinin(%92.9) dominant eli sağ eldir. Kontrol ve hasta grupları arasında dominant el açısından istatistiksel bir fark yoktur($p=1.000$).

Çalışmaya alınan gruplardan unilateral el alınan grubun %78.0'ı hasta, %22.0'ı kontrolken, bilateral el alınan grubun %40.0'ı hasta iken %60.0'ı kontroldür; iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.001$).

Tablo 4: Karpal tünel sendromu olan hastalar ve kontrol grubunun demografik özellikleri ve sağlık durumlarına göre karşılaştırılması

	KTS <i>N=54</i>	Kontrol <i>N=42</i>	*p
Yaş ort (SS)(yıl)	51.2 (9.64)	48.8 (10.4)	0.247 ^b
Cinsiyet			0.272 ^a
Kadın	48 (88.9%)	33 (78.6%)	
Erkek	6 (11.1%)	9 (21.4%)	
VKİ (kg/m²)	29.0 (4.12)	25.8 (4.15)	<0.001 ^b
Sistemik hastalık			0.153 ^a
Yok	34 (63.0%)	33 (78.6%)	
Var	20 (37.0%)	9 (21.4%)	
Sigara			0.855 ^a
Yok	33 (61.1%)	24 (57.1%)	
Var	21 (38.9%)	18 (42.9%)	
Paket yıl ort (SS)	8.07 (12.8)	8.08 (13.5)	0.997 ^c
Dominant el:			>0.99 ^a
Sağ	51 (94.4%)	39 (92.9%)	
Sol	3 (5.56%)	3 (7.14%)	
Çalışmadaki el:			<0.001 ^a
Unilateral	32 (78.0%)	9 (22.0%)	
Bilateral	22 (40.0%)	33 (60.0%)	

^aKi-kare testi, ^bStudent T-test, ^cMann-Whitney U testi. Yaş ve sigara paket yıl kullanımını ile ilgili istatistikler Ortalama (Standart sapma (SS)) şeklinde gösterilmiştir. *p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. N: vaka sayısı, VKİ: Vücut kitle indeksi, kg: kilogram, m: metre, KTS: Karpal Tünel Sendromu

Tablo 5: Karpal Tünel Sendromlu ellerin fizik muayene bulguları

	KTS grubu	N
	<i>N=76</i>	
Karpal Tünel Sendromlu el	76 (100%)	76
Semptomların süresi (ay) median (%25-75)	12.0 [5.00;24.0]	76
Nörolojik semptom:		76
Yok	44 (57.9%)	
Duyusal	29 (38.2%)	
Motor	2 (2.63%)	
Her ikisi	1 (1.32%)	
Tinel:		76
Yok	27 (35.5%)	
Var	49 (64.5%)	
Phalen:		76
Yok	8 (10.5%)	
Var	68 (89.5%)	
Flick:		76
Yok	28 (36.8%)	
Var	48 (63.2%)	
KTS evre:		76
Hafif	45(59.2%)	
Orta	20(26.3%)	
Ağır	11(14.5%)	

N: vaka sayısı, KTS: Karpal Tünel Sendromu

Çalışmaya alınan KTS'li 76 elin semptom süresinin ortancası 12 aydır. Hasta grubunda fizik muayenede; 44 elde (%57.9) nörolojik hiçbir semptom yokken, 29 elde(%38.2) sadece duyuşal defisit, 2 elde(%2.63) sadece motor defisit, 1 elde(%1.32) ise hem motor hem de duyuşal defisit saptanmıştır. KTS'li ellerin muayenesinde %64.52'sinde(49 el) Tinel bulgusu pozitif, %89.5'inde(68 el) Phalen bulgusu pozitif, %63.2'sinde(48 el) Flick bulgusu pozitifdir (Tablo 5).

Kavrama gücü ortalaması KTS grubunda 30.1(8.88), kontrol grubunda 36.5(7.54)'dir, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki vardır($p<0.001$) (Tablo 6).

Tablo 6: KTS ve kontrol grubunun kavrama gücünün karşılaştırılması

	KTS	Kontrol	*P
	Ort(SS)	Ort(SS)	
	N=76	N=75	
Kavrama gücü (kg)	30.1 (8.88)	36.5 (7.54)	<0.001

Student's t-test, * $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. N: vaka sayısı, KTS: Karpal Tünel Sendromu, Ort (SS): Ortalama (Standart sapma), kg: kilogram

Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi Semptom Şiddet Skoru ortalama değeri KTS grubunda 2.97(0.94), kontrol grubunda 1.16(0.30)'dır ve iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır($p<0.001$).

Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi Fonksiyonel Durum Skoru ortalama değeri KTS grubunda 2.96(1.08), kontrol grubunda ise 1.19(0.34)'dur, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır($p<0.001$) (Tablo 7).

Tablo 7: KTS grubu ve kontrol grubu arasında Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi Semptom Şiddet Skoru ve Fonksiyonel Durum Skorunun karşılaştırması

	KTS Ort (SS) <i>N=54</i>	Kontrol Ort (SS) <i>N=42</i>	*p
Semptom Şiddet Skoru	2.97 (0.94)	1.16 (0.30)	<0.001^a
Fonksiyonel Durum Skoru	2.96 (1.08)	1.19 (0.34)	<0.001^a

^aStudent's t-test, *p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. N: vaka sayısı, KTS: Karpal Tünel Sendromu, Ort (SS): Ortalama (Standart sapma)

Elektrofizyolojik İnceleme

ENMG sonuçlarına göre 11 el ileri evre KTS (%14.5), 20 el orta evre KTS(ve %26.3),45 el hafif evre KTS (%59.2) tanısı alarak hasta grubuna dahil edilmiştir.

Elektrofizyolojik incelemeler sonucu KTS'li hasta grubunun median sinir BKAP amplitüdüleri, motor sinir latansı, motor sinir hızı, duysal sinirin iletim hızı, duysal sinir latansı ve DSAP amplitüdüleri, F dalga ortalama (standart sapma) değerleri sırasıyla 6.29(2.00), 4.48(1.25), 53.3(11.5), 13.9(9.13), 3.32(1.40), 34.5(12.1), 25.2(2.84) saptanmıştır. Kontrol grubunun, median sinir BKAP amplitüdüleri, motor sinir latansı, motor sinir hızı, duysal sinirin iletim hızı, duysal sinir latansı ve DSAP amplitüdüleri, F dalga ortalama (standart sapma) değerleri sırasıyla 9.57(2.77), 2.86(0.46), 55.9(3.85), 39.4(16.3), 2.29(1.13), 60.9(7.81), 23.3(2.65) saptanmıştır. Motor sinir hızı dışındaki değişkenlerin tamamında KTS'li hasta grubu ve kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark görülmüştür (p<0.001) (Tablo 8).

Tablo 8: KTS grubu ve kontrol grubu arasında median sinir elektrofizyolojik değerlerinin karşılaştırması

	KTS Ort (SS) N=76	Kontrol Ort (SS) N=75	*P
BKAP amplitüdü (mV)	6.29 (2.00)	9.57 (2.77)	<0.001 ^a
Motor latans (ms)	4.48 (1.25)	2.86 (0.46)	<0.001 ^a
Motor hız (m/sn)	53.3 (11.5)	55.9 (3.85)	0.064 ^a
DSAP amplitüdü (µV)	13.9 (9.13)	39.4 (16.3)	<0.001 ^a
Duyu latansı (ms)	3.32 (1.40)	2.29 (1.13)	<0.001 ^a
Duyu hızı (m/sn)	34.5 (12.1)	60.9 (7.81)	<0.001 ^a
F dalga (ms)	25.2 (2.84)	23.3 (2.65)	<0.001 ^a

^aStudent's t-test, *p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. N: vaka sayısı, Ort (SS): Ortalama (Standart sapma), KTS: Karpal Tünel Sendromu, BKAP: Birleşik kas aksiyon potansiyeli, DSAP: Duyusal sinir aksiyon potansiyeli, mV: milivolt, µV: mikrovolt, ms: milisaniye, m/sn: metre/saniye

Ultrasonografik İnceleme

Ultrasonografi ölçümlerine göre KTS grubunun psiform seviyesinde median sinir kesit alanı ortalaması 14.7(5.36), kontrol grubunun 8.86(1.59)'dur ve iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür (p<0.001).

MUR değeri ortalaması KTS grubunda 4.10(1.52) kontrol grubunda 2.49(0.53)'dur, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür (p<0.001).

MUD değeri ortalaması KTS grubunda 11.0(5.40) kontrol grubunda 5.23(1.51)'dir, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$).

FR değeri ortalaması KTS grubunda 2.73(0.61) kontrol grubunda 2.40(0.42)'dir, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$).

SR değeri ortalaması KTS grubunda 1.23(0.29) kontrol grubunda 0.97(0.18)'dir, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$).

Psiform seviyesinde ulnar sinir kesit alanı ortalaması KTS grubunda 3.68(0.60), kontrol grubunda 3.63(0.66)'dir ve iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmemiştir($p:0.627$).

Median sinir transvers çapı KTS grubunda ortalama 7.15(1.50), kontrol grubunda 5.26(0.74)'dir ve iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$).

Median sinirin longitudinal çapı KTS grubunda 2.67(0.47), kontrol grubunda 2.21(0.27)'dir ve iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$).

DRUJ median kesit alanı ortalaması KTS grubunda 12.0(2.36) kontrol grubunda 9.23(1.85)'dir, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür($p<0.001$) (Tablo 9).

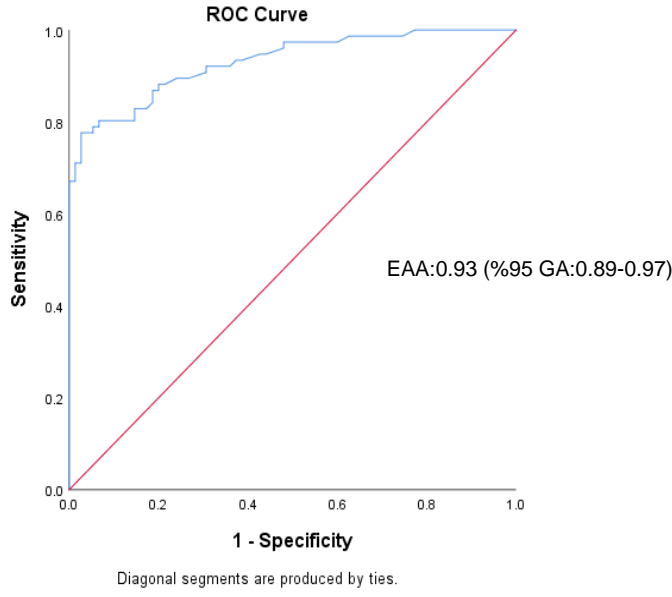
Tablo 9: KTS grubu ve kontrol grubunun USG değerlerinin karşılaştırması

	KTS Ort (SS) N=76	Kontrol Ort (SS) N=75	*p
CSAp-median (mm ²)	14.7 (5.36)	8.86 (1.59)	<0.001 ^a
MUR	4.10(1.52)	2.49(0.53)	<0.001 ^a
MUD	11.0(5.40)	5.23(1.51)	<0.001 ^a
FR	2.73(0.61)	2.40(0.42)	<0.001 ^a
SR	1.23(0.29)	0.97(0.18)	<0.001 ^a
CSAp-ulnar (mm ²)	3.68 (0.60)	3.63 (0.66)	0.627 ^a
Transvers çap (mm)	7.15 (1.50)	5.26 (0.74)	<0.001 ^a
Longitudinal çap (mm)	2.67 (0.47)	2.21 (0.27)	<0.001 ^a
DRUJ median kesit alanı (mm ²)	12.0(2.36)	9.23(1.85)	<0.001 ^a

^aStudent's t-test, *p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. N: vaka sayısı, KTS: Karpal Tünel Sendromu, Ort (SS): Ortalama (Standart sapma), CSAp-median: Psiform seviyesinde median sinir kesit alanı, CSAp-ulnar: Psiform seviyesinde ulnar sinir kesit alanı, MUR: Pisiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının oranı, MUD: Pisiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının farkı, FR: Düzleşme oranı, SR:Şişme oranı, DRUJ: Distal radioulnar eklem, mm: milimetre, mm²: milimetre kare

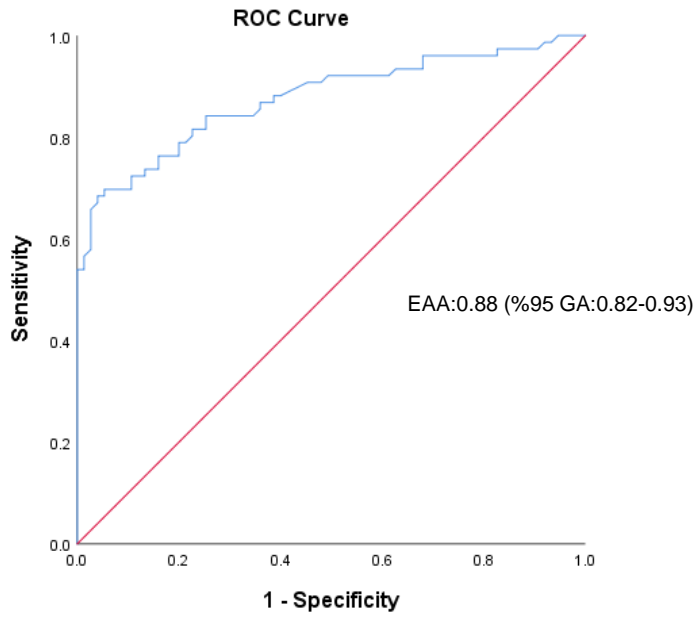
Çalışmamızda psiform seviyede median sinir CSA, SR, MUR, MUD, FR değerlerinin KTS öngörücülüğü için Receiver Operating Characteristics (ROC) eğrileri oluşturulmuştur (Tablo 10).

Şekil 12: CSAp-median değeri için ROC eğrisi



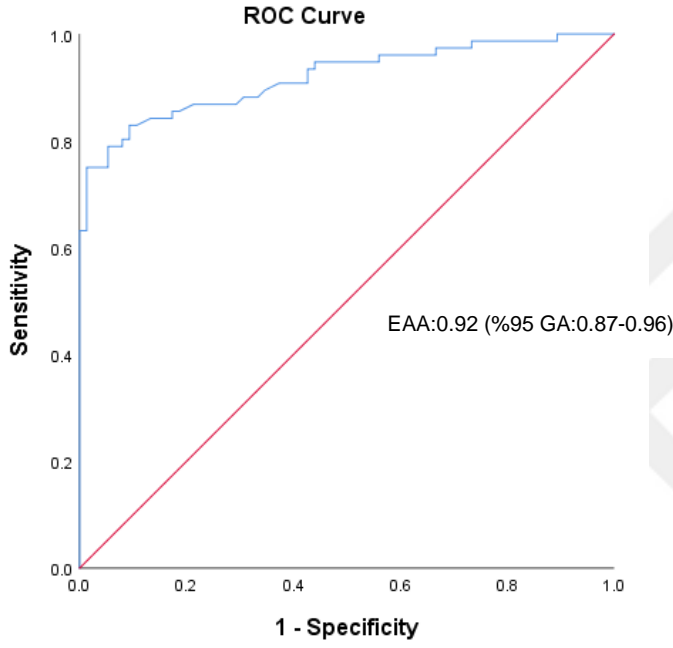
CSAp-median değeri için oluşturulan ROC eğrisi anlamlıdır ($p < 0,01$) (EAA (Eğri altında kalan alan), %95 GA:0.93, 0.89-0.97). Buna göre kesim noktası 11.66 olup duyarlılık %78, seçicilik %97 olarak bulunmuştur (Şekil 12, Tablo 10).

Şekil 13: MUR değeri için ROC eğrisi



MUR değeri için oluşturulan ROC eğrisi anlamlıdır ($p<0,01$) (EAA, %95 GA:0.88, 0.82-0.93). Buna göre kesim noktası 3.52 olup duyarlılık %68, seçicilik %96 olarak bulunmuştur (Şekil 13, Tablo 10).

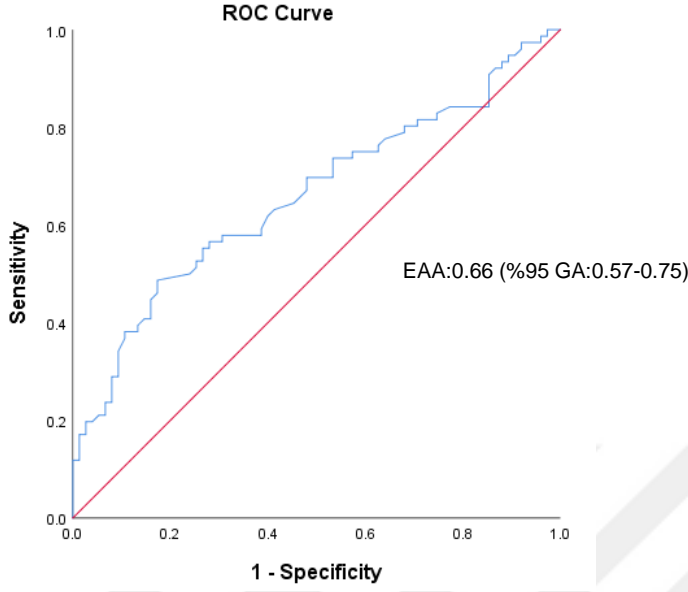
Şekil 14: MUD değeri için ROC eğrisi



MUD değeri için oluşturulan ROC eğrisi anlamlıdır ($p<0,01$) (EAA, %95 GA:0.92, 0.87-0.96). Buna göre kesim noktası 8.23 olup duyarlılık %75, seçicilik %99 olarak bulunmuştur. (Şekil 14, Tablo 10).

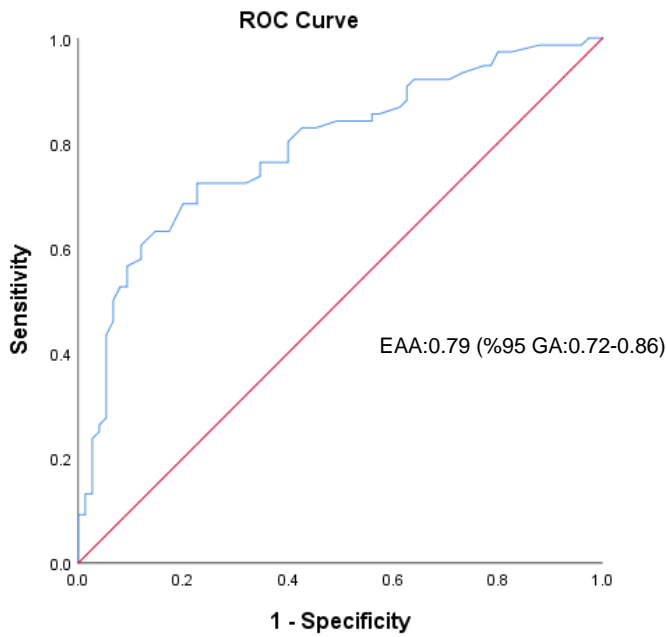
FR değeri için oluşturulan ROC eğrisi anlamlıdır ($p=0,01$) (EAA, %95 GA:0.66, 0.57-0.75). Buna göre kesim noktası 2.7 olup duyarlılık %49, seçicilik %83 olarak bulunmuştur (Şekil 15, Tablo 10).

Şekil 15: FR değeri için ROC eğrisi



SR değeri için oluşturulan ROC eğrisi anlamlıdır ($p < 0,01$) (EAA, %95 GA:0.79, 0.72-0.86). Buna göre kesim noktası 1.07 olup duyarlılık %72, seçicilik %77 olarak bulunmuştur (Şekil 16, Tablo 10).

Şekil 16: SR değeri için ROC eğrisi



Tablo 10: CSAp-median, MUR, MUD, FR, SR değerleri için Kesim noktası, Duyarlılık, Seçicilik, Pozitif olabilirlik oranı(+LR) ve Negatif olabilirlik oranı(-LR)

	Kesim noktası	Duyarlılık	95% CI	Seçicilik	95% CI	+LR	95% CI	-LR	95% CI
CSAp-median	>11.66	77.63	66.6 - 86.4	97.33	90.7 - 99.7	29.11	7.4 - 114.9	0.23	0.2 - 0.3
MUR	>3.52	68.42	56.7 - 78.6	96	88.8 - 99.2	17.11	5.6 - 52.4	0.33	0.2 - 0.5
MUD	>8.23	75	63.7 - 84.2	98.67	92.8 - 100.0	56.25	8.0 - 395.8	0.25	0.2 - 0.4
FR	>2.7	48.68	37.0 - 60.4	82.67	72.2 - 90.4	2.81	1.6 - 4.8	0.62	0.5 - 0.8
SR	>1.07	72.37	60.9 - 82.0	77.33	66.2 - 86.2	3.19	2.1 - 5.0	0.36	0.2 - 0.5

CSAp-median: pisiform seviyesinde median sinir kesit alanı, CSAp-ulnar: pisiform seviyesinde ulnar sinir kesit alanı, MUR: pisiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının oranı, MUD: pisiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının farkı, FR: Düzleşme oranı, SR: Şişme oranı, LR+: Pozitif olabilirlik oranı, LR-: Negatif olabilirlik oranı, %95 CI: %95 güven aralığı

Tablo 11: Median sinirin EMG ve USG değişkenlerinin korelasyon matrisi

	DSAP amp	Duyu hızı	BKAP amp	Duyu latansı	Motor latans	MUR	MUD	SR	FR	CSAp- median
DSAP amp	1.00									
Duyu hızı	0.30*	1.00								
BKAP amp	0.35	0.22	1.00							
Duyu latansı	0.09	-0.51*	-0.07	1.00						
Motor latans	-0.23	-0.52*	-0.39*	0.33	1.00					
MUR	-0.20	-0.28*	-0.26*	-0.02	0.21	1.00				
MUD	-0.22	-0.27*	-0.24*	-0.07	0.28*	0.90*	1.00			
SR	0.02	-0.07	-0.13	-0.26*	0.11	0.48*	0.63*	1.00		
FR	-0.14	-0.25*	-0.08	0.12	0.19	0.15	0.18	0.24	1.00	
CSAp- median	-0.21	-0.25*	-0.23*	-0.08	0.29*	0.82*	0.98*	0.66*	0.20	1.00

Spearman korelasyon analizi *p<0.05, BKAP: birleşik kas aksiyon potansiyeli, DSAP: duysal sinir aksiyon potansiyeli, amp: amplitüd, CSAp-median: psiform seviyesinde median sinir kesit alanı, CSAp-ulnar: psiform seviyesinde ulnar sinir kesit alanı, MUR: psiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının oranı, MUD: psiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının farkı, FR: Düzleşme oranı, SR: Şişme oranı

Çalışmamızdaki ultrasonografik tanı kriterleri ile elektrofizyolojik ölçümler arasındaki korelasyon analiz matrisi Tablo 11’de verilmiştir.

Duyu hızı ile FR arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r: -0.25, p:0,03). Duyu hızı ile MUD arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r: -0.27, p:0,02). Duyu hızı ile MUR arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r: -0.28, p:0,01). Duyu hızı ile CSAp-median arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r: -0.25, p:0,03).

BKAP amplitüdü ile MUR arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r: -0.26, p:0,03).

Motor latans ile MUD arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0.28, p:0,01). Motor latans ile CSAp-median arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0.29, p:0,01).

Duyu latansı ile SR arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r: -0.26, p:0,03).

Tablo 12: Korelasyon matrisi

	Yaş	Semptom süresi	MUR	MUD	CSAp-median
Yaş	1.00				
Semptom süresi	0.20	1.00			
MUR	0.34*	0.37*	1.00		
MUD	0.30*	0.30*	0.90*	1.00	
CSAp-median	0.28*	0.26*	0.82*	0.98*	1.00

Spearman korelasyon analizi *p<0.05, CSAp-median: psiform seviyesinde median sinir kesit alanı, CSAp-ulnar: psiform seviyesinde ulnar sinir kesit alanı, MUR: psiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının oranı, MUD: psiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının farkı

Semptom süresi ile MUD arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0,30; p:0,009). Semptom süresi ile MUR arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0,37; p:0,001). Semptom süresi ile CSAp-median arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0,26; p:0,023) (Tablo 12).

Yaş ile MUD arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0,30; p:0,009). Yaş ile MUR arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0,34; p:0,003). Yaş ile CSAp-median arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (r:0,28; p:0,014) (Tablo 12).



5. TARTIŞMA

Karpal tünel sendromu tanısı klinik öykü, fizik muayene ve elektrodiagnostik test sonuçları değerlendirilerek konulmaktadır. Ancak elektrodiagnostik testlerde %10-25 oranında yanlış negatiflik olduğu çalışmalarda gösterilmiştir(1). Ayrıca elektrofizyolojik çalışmaların hastalar açısından ağrılı bir işlem olması ve hasta kooperasyonu gerektirmesi nedeniyle uygulanma zorlukları olabilmektedir. Bu nedenle özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarla KTS tanısında USG kullanımı artış göstermektedir. KTS'ye sebep olabilecek sekonder nedenler açısından median siniri ve evre yapıları incelemeye imkan sağlaması da ultrasonografinin avantajıdır.

KTS'de USG kullanımıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle, Buchberger ve ark. tarafından pisiform kemik seviyesinde sinir kesit alanında belirgin artış ; distal radius seviyesindeki kesit alanına kıyasla pisiform kemik seviyesindeki kesit alanında önemli artış ; hamat kancası seviyesinde düzleşme oranında önemli artış; fleksör retinakulumun belirgin palmar eğriliği bulgularına değinilmiş ve sonrasında FR (median sinirin uzun ekseninin uzunluğunun kısa eksenine oranı), CSA(kesit alanı) ve SR(şişme oranı) yöntemleri gibi tanı kriterleri tanımlanmıştır(119,120). Bu kriterlerin öncülüğünde bu zamana kadar birçok çalışma yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda pisiform kemik seviyesinde median sinirin kesit alanında artış en önemli ve en çok çalışılan değerdir. Kritik değerlerin 9 ile 15 mm² arasında değiştiği ve 0,70–0,88 duyarlılık ve 0,57–0,97 seçicilik sağladığı çeşitli çalışmalarda bulunmuştur(135–139).

Diğer çalışmalarla uyumlu bir şekilde, bizim alışmamızda KTS hastalarının CSAp-median değeri 14.7±5.36 mm², kontrol grubunun CSAp-median değeri 8.86±1.59 mm² saptandı ve KTS grubunun CSAp-median değeri kontrol grubuna göre anlamlı şekilde fazlaydı(p<0.001)(18,177).

Median sinirin transvers çap uzunluğunun longitudinal uzunluğuna oranı olan düzleşme oranı (FR) zerine çalışmalar yapılmıştır. Duncan ve ark. FR > 3.3' kesme değeri olarak kullandıkları çalışmada KTS'li hasta grubu ile kontrol grubunu karşılaştırdı ve %38 duyarlılık, %75 seçicilik elde ettiler(131). Mallouhi ve

ark.'nın yaptıkları çalışmada FR > 3 eşik değeri kullandılar ve %60 duyarlılık , %76 seçicilik elde ettiler(178). Roll ve ark.'nın yaptığı çalışmada FR, hem semptomatik hem de asemptomatik katılımcılar arasında farklılık göstermedi(179). Chang ve ark.'nın yaptığı çalışmada FR değeri hasta ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık göstermedi(17). Aynı şekilde El Bahnasawy ve ark.'nın yaptığı çalışmada hasta ve kontrol grubu arasında FR değerleri benzer sonuçlanmıştır(18). Bizim çalışmamızda ise; KTS hastalarının FR değeri 2.73±0.61, kontrol grubunun FR değeri 2.40±0.42 saptandı ve KTS grubunun FR değeri anlamlı şekilde fazlaydı (p<0.001). FR değeri için ROC eğrisinde 2,7 kesme noktası olarak belirlendiğinde; EAA:0.66 duyarlılık %49, seçicilik %83 olarak saptandı. Çalışmamızda diğer çalışmalarla uyumlu olarak KTS için yüksek tanısız özellikli bir FR eşik değeri saptayamadık.

Median sinir CSA değerlerin bu kadar geniş aralıkta ve birbirinden farklı olmaları; çalışma tasarımındaki farklılıkların yanı sıra (elektrodiagnostik kriterler, körlene ve hasta ve kontrollerin seçimi gibi), ölçümlerin gerçekleştirilme şekline de bağlı olabilir(124). Ayrıca m-CSA kişinin biyometrik özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Çalışmalarda USG'de median sinir CSA'sının yaş ve BMİ arttıkça arttığı ve erkeklerde daha büyük olduğu da saptanmıştır(11,180,181). Bazı çalışmalarda ise sinir kesit alanının etnik kökenler arasında farklılık gösterebileceği saptanmıştır(10,11).

Median sinir kesit alanının kişinin biyometrik özelliklerine göre değişiklik göstermesi ve etnik kökenlerden etkilenmesi gibi nedenlerle araştırmacılar yeni tanı kriterleri üzerinde çalışmalar yapmıştır. Özellikle median sinirin iki seviyede ölçümü ve bu ölçümler arasındaki oran ve farklarından oluşan çeşitli tanı kriterleri tanımlanmıştır; bu sayede bireysel farklılıklardan etkilenme en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Psiform seviyesindeki median sinir CSA'nın, DRUJ seviyesinde median sinir CSA'sına oranı ile şişme oranı (swelling ratio= SR) yöntemine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Keberle ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada Multi-D lineer array (MDA) 12-mhz ile SR için 1,3 ve FR için 3,4 kesme değerleri kullanıldığında %100'lük bir duyarlılık; konvansiyonel dönüştürücü kullanıldığında ise %66,7 duyarlılık bulunmuştur. Ancak hasta ve kontrol sayısının yetersiz olması bu duyarlılığın

güvenilirliğini azaltmaktadır(5). Yurdakul ve ark.'nın çalışmasında SR; kontrol grubuna (ortalama $0,92\pm 0,16$) göre KTS grubunda (ortalama $1,15\pm 0,29$) istatistiksel olarak anlamlı yüksek saptanmıştır. SR değeri; hem duyuşal hem motor etkilenimi olan grupta, sadece duyuşal etkilenimi olan gruba ve kontrol grubuna göre anlamlı yüksek çıkmıştır. Bu da SR'nin KTS'nin ileri evrelerinde daha faydalı olduğunu göstermektedir(177). Chang ve ark. SR için kesme değerini $\geq 1,32$ olarak belirlediklerinde düşük duyarlılık (%53) ve EAA (0,61) saptamışlardır; SR'nin ileri evre KTS vakalarını saptamada yeterli olmadığı belirtilmiştir(17). Çünkü; DRUJ seviyesindeki median sinir CSA'sı, hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı şekilde yüksek saptanmıştır ve bunu sıkışma bölgesinin proksimalindeki median sinirin de eşzamanlı şişmesi olarak açıklamıştır. Bu durumun SR yönteminin tanısal doğruluğunu negatif yönde etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise; KTS hastalarının SR değeri $1,23\pm 0,29$, kontrol grubunun SR değeri $0,97\pm 0,18$ saptandı ve KTS grubunun SR değeri anlamlı şekilde fazlaydı ($p<0,001$). SR değeri için ROC eğrisinde 1,07 kesme noktası olarak belirlendiğinde; EAA:0.79 duyarlılık %72, seçicilik %77 olarak saptandı.

Ulaşlı ve ark.'nın yaptığı çalışmada median sinirin distal ölçümleri (tünel girişi, ortası ve çıkışı) ile proksimal ölçümlerini (radius distal ucunun 4 cm ve 12 cm proksimali) oranlayarak 'şişme oranını' hesapladılar. Daha yüksek duyarlılık ve seçicilik göstermesi, ayrıca ölçümün daha kolay elde edilmesi nedeniyle 4 cm'lik mesafeden ölçümün tercih edilmesini önerdiler(182). Hobson ve ark.'nın çalışmasında CSA-median'ın bilek- önkol oranına (WFR) bakılmıştır. Çalışmada 1,4'lük bir WFR'nin; KTS'li hastaların saptanmasında %97-100 hassasiyet sağladığı saptanmıştır. Ancak iç kontrol olarak kullanılan önkol düzeyinde median sinir CSA'sında KTS'li hastalar ve sağlıklı kontrol arasında anlamlı bir fark saptanması ve kontrol grubu sayısının az olması sonuçların güvenilirliğini azaltmaktadır(12,183). Eom ve ark. çalışmasında WFR'nin elektrofizyolojik evreyle korele olduğunu göstermişlerdir(15). Jiwa ve ark.'nın çalışmasında WFR için 1.50 kesme değerinde %93 duyarlılık ve %84 seçicilik saptanmıştır. WFR'nin elektrofizyolojik evreyle korele olduğu ve median sinir önkol kesit alanının hasta ve kontroller arasında farklılık göstermediği saptanmıştır. Bu da median sinirin önkolda CSA'sının karpal tüneldeki

median sinir sıkışmasından etkilenmediği anlamına gelir ve Hobson ve ark.'nın çalışmasıyla farklılık göstermektedir(16).

Ancak bazı çalışmalarda ön kol ile bilek arasındaki CSA farkının (WFD) tanı için daha anlamlı bulunmuştur. Klauser ve ark.'nın çalışmasında WFD'nin 2 mm² veya daha fazla olmasının KTS için %99 duyarlılığa ve %100 seçiciliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir(141). Başka bir çalışmada WFD; WFR'ye göre KTS hastalarında klinik şiddet ile daha güçlü bir korelasyon göstermiştir(142).

Median sinirin kesit alanı ölçümü biyometrik özelliklerden, etnik kökenden etkilenmesi ayrıca bazı çalışmalarda saptanan KTS'deki proksimal şişmenin yarattığı negatif etkilerden dolayı güvenilirliği net değildir. WFR ve WFD ölçümünde ise uzmanın hem bilek hem de önkoldan ölçüm yapması gerekir, bu da tarama süresini arttırır. Ayrıca, önkolda median sinirin çevresinde yoğun bağ doku yapısı nedeniyle epinöryumun gerçek sınırının tespiti zorlaşabilir(184). KTS'li hastalarda ulnar sinirin CSA'sında değişiklik olmadığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur(15–19). Bu negatiflikleri önlemek için KTS'ye bağlı değişiklik göstermeyen ulnar sinir CSA'sını iç kontrol olarak kullanan ve median sinir CSA ile karşılaştıran çalışmalar yapılmıştır.

Eom ve ark.'nın çalışmasında median ve ulnar sinir kesit alanları arasındaki oran (MUR) değerlendirilmiştir. Çalışmasında KTS'li hastalar ve sağlıklı kontroller arasında MUR'da anlamlı farklılık olduğunu, ulnar sinir CSA'sı açısından fark olmadığını; ayrıca MUR'un KTS'nin elektrofizyolojik evresi ile güçlü bir korelasyon gösterdiğini saptamıştır. Fakat median sinir CSA ile tanısal üstünlük açısından karşılaştırma yapılmamıştır(15).

Yurdakul ve ark. çalışmasında MUR'u CSAp-median, SR ve palmar yaylaşma yöntemleri ile karşılaştırmıştır. MUR'un $\geq 1,81$ kesme değeri ile %70 duyarlılık ve %75 seçiciliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Hasta ve kontrol grubu arasında MUR değeri açısından anlamlı fark saptanmıştır ancak; MUR, SR ve palmar yaylaşmanın duyuusal etkileniminin olduğu KTS erken evrelerinde kullanılamayacağını fakat CSAp-median değerinin hastalığın erken dönemlerinden itibaren kullanılabileceğini saptamışlardır(177).

Atan ve ark. çalışmasında CSAp-median ve MUR değerini karşılaştırmıştır; MUR için 2,96 kesme değeri ile %86 duyarlılık, %38 seçicilik; 3.71 kesme değeriyle ise %52 duyarlılık, %90 seçicilik saptamıştır; fakat tanısal doğruluk açısından CSAp-median'a üstünlük gösterilmemiştir. Ancak bu çalışmada kontrol grubu sağlıklı gönüllülerden değil, KTS semptomları olan ancak elektrodiagnostik olarak normal saptanmış kişilerden oluşturulmuştur; bu durum çalışmanın güvenilirliğini etkilemektedir(185).

Jiwa ve ark.'nın çalışmasında MUR değeri m-CSA, WFR, Giriş/Çıkış Oranı ve palmar yer değiştirme ile karşılaştırılmıştır. MUR 2,09 kesme değeri ile %86 duyarlılık ve %84 seçicilik bulunmuş; m-CSA ve WFR'ye yakın tanısal değer saptanmıştır. MUR'un, elektrodiagnostik olarak KTS şiddeti ile korele olduğu gösterilmiştir. Ancak sağlıklı gönüllülere sinir iletim çalışması yapılmadığı için asemptomatik median nöropatinin gözden kaçmış olma ihtimali çalışmanın sınırlamasıdır(16).

El-Bahnasawy ve ark. kontrol ve hafif KTS'li gruplar arasında tanıda CSAp-median, FR, SR, palmar eğim ve MUR arasında karşılaştıran bir çalışma yapmıştır. MUR için 2,97 kesme değeri kullanılarak %84 duyarlılık ve %88 seçicilik saptanmıştır. Çalışmada MUR değeri, KTS tanısında CSAp-median'a göre hafif de olsa daha iyi bir tanısal doğruluğa sahip bulunmuştur. Ayrıca tüm median sinir elektrodiagnostik parametrelerinin MUR ile CSAp-median'dan daha güçlü korelasyonda olduğu saptanmıştır(18).

Hathaiareerug ve ark.'nın çalışmasında MUR ve median-yüzeysel radial sinir kesit alanı oranının (MRR) KTS'deki tanısal değeri araştırılmıştır. MUR 'da 2,6 kesme değeri ile %68,7 duyarlılık ve %69,7 seçicilik saptanmıştır. Ancak m-CSA, diğer kriterlere göre daha yüksek tanı değeri sağlamıştır. Median sinir CSA'sı ve MUR, KTS şiddeti ile orta düzeyde korele bulunmuştur. Ancak kontrol grubuna sinir iletim çalışması yapılmadığı için asemptomatik KTS'li kişilerin gözden kaçmış olma olasılığı bu çalışmanın sınırlamasıdır(19).

Chang ve ark.'nın yaptığı çalışmada MUR ile CSAp-median benzer tanısal değerlerde saptanmıştır ve tanıda alternatif bir metod olarak psiform düzeyinde median sinirin CSA'sı ile ulnar sinirin CSA'sı arasındaki fark olan MUD yöntemi üzerinde çalışmışlardır. MUD için 5,53 kesme değerinde %84 duyarlılık, %69 seçicilik

saptanmıştır. Sonuçlarında MUD'un; MUR, CSAp-median ve SR ile karşılaştırıldığında en yüksek duyarlılığa sahip olduğu bulunmuştur. Ancak bu çalışmanın kısıtlaması hastaların çoğunluğunun orta ve şiddetli evre KTS'ye sahip olmasıdır(17).

Diğer çalışmalarla benzer şekilde bizim çalışmamızda da psiform seviyedeki ulnar sinir kesit alanında (CSAp-ulnar); KTS grubu (3.68 ± 0.60) ve kontrol grubu (3.63 ± 0.66) arasında anlamlı fark saptanmadı. MUR değeri ortalaması KTS grubunda 4.10 ± 1.52 , kontrol grubunda 2.49 ± 0.53 bulundu ve iki grup arasında anlamlı bir fark saptandı($p<0.001$). Aynı şekilde MUD değeri ortalaması KTS grubunda 11.0 ± 5.40 , kontrol grubunda 5.23 ± 1.5 bulundu ve iki grup arasında anlamlı fark saptandı($p<0.001$).

Çalışmamızda CSAp-median değeri için ROC eğrisinde 11,66 kesme noktası olarak belirlendiğinde; EAA:0.93 duyarlılık %78, seçicilik %97 olarak bulundu. MUR değeri için ROC eğrisinde 3,52 kesme noktası olarak belirlendiğinde; EAA:0.88 duyarlılık %68, seçicilik %96 olarak saptandı. MUD değeri için ROC eğrisinde 8,23 kesme noktası olarak belirlendiğinde; EAA:0.92 duyarlılık %75, seçicilik %99 olarak saptandı.

Çalışmamızda yapılan korelasyon analizlerinde median sinir duyu iletim hızı ile CSAp-median, MUD, MUR ve FR değerleri arasında negatif yönde zayıf düzeyde korelasyon bulundu. Median sinir BKAP amplitüdü ile MUR arasında negatif yönde zayıf düzeyde korelasyon bulundu. Median sinir motor distal latansı ile CSAp-median ve MUD arasında pozitif yönde zayıf düzeyde korelasyon saptandı. Son olarak median sinir duyu latansı ile SR arasında negatif yönde zayıf düzeyde korelasyon saptandı. Yani ultrasonografi değerleri ile ENMG değerleri uyumlu olup; KTS şiddetlendikçe ultrasonografi tanı kriterlerinin değerleri de artmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlar, yapılan diğer çalışmalarla uyumludur(15,16,18,19,177).

CSAp-median, MUD ve MUR; semptom süresi ve yaş ile pozitif yönde zayıf düzeyde korele bulundu. Yurdakul ve ark.'nın yaptığı çalışmayla uyumlu olarak SR semptom süresiyle korele bulunmadı(177). Ayrıca FR de semptom süresi ile korele bulunmamıştır.

Çalışmamızın sınırlılığı; sekonder KTS vakaları ve ulnar nöropatisi olan hastalar çalışmadan dışlandığı için çalışmanın sadece idiyopatik KTS vakalarını içermesidir. Bu nedenle sekonder KTS vakarında MUD değerini inceleyen yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda CSAp-median ve MUD'un; MUR, SR ve FR'ye göre tanısal değeri daha yüksek saptanmıştır. MUD ve CSAp-median ise birbirine benzer tanısal değerler göstermekle birlikte MUD'un pozitif olabilirlik oranı ve seçiciliği CSAp-median'dan daha yüksek saptanmıştır. Bu da gerçek hastaları daha iyi ayırt edebildiğini gösterir. Sonuç olarak; USG ile CSAp-median ve MUD'un değerlendirilmesi KTS tanısında faydalı bir yöntem olabilir ve kliniklerde daha fazla uygulanması önerilir. Ayrıca elektrofizyolojik ölçümler ve ultrasonografik değerleri arasındaki anlamlı ilişki de KTS tanısında ultrasonografi kullanımının yararını doğrulamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamıza Şubat 2022- Kasım 2022 tarihleri arasında İKÇÜ Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bölümüne başvuran Karpal Tünel Sendromunu düşündüren semptomları olan ve ENMG’de KTS tanısı kesinleştirilen 54 kişilik hasta grubu (76 el) ile sağlıklı olan 42 kişilik kontrol grubu (75 el) dahil edilmiştir.

- Çalışmamıza dahil edilen hasta ve kontrol grubu meslek gruplarına göre işçi, ev hanımı, emekli ve memur olarak 4 gruba ayrılarak inceleme yapıldığında; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. KTS ellerin sık kullanıldığı ev hanımı ve işçi grubunda daha sık görülen bir hastalıktır, çalışmamızdaki sonuçlar ile bu durum uyumlu bulunmuştur.
- Çalışmaya alınan hasta ve kontrol grubu eğitim durumlarına göre okur yazar değil, ilkokul, ortaokul, lise ve yüksekokul/üniversite olarak 5 gruba ayrıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmıştır. Kontrol grubunda yüksekokul/üniversite mezunu oranı daha fazlayken, hasta grubunda ilkokul mezunu daha fazla olup; bu da hastalığın sık görüldüğü meslek gruplarıyla uyumlu bulunmuştur.
- Çalışmamızdaki tüm katılımcıların VKİ ortalaması $27.6(\pm 4.40)$ olarak bulunmuştur. Kontrol grubunun VKİ ortalaması $25.8(\pm 4.15)$, KTS hasta grubunun $29.0(\pm 4.12)$ ’dır, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür.
- Tüm katılımcıların çalışmaya dahil edilen elleri unilateral ve bilateral olarak 2 gruba ayrıldığında; hasta grubunda unilateral el daha fazla olup, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Çalışmadaki hasta grubunun %59.2’sini hafif KTS vakaları oluşturmaktadır; hastalığın başlangıç aşamasında tel el tutulumu olması bu anlamlı farkı açıklamaktadır.
- Çalışmadaki hasta grubunda fizik muayenede; 44 elde (%57.9) nörolojik hiçbir semptom yokken, 29 elde(%38.2) sadece duyuşal defisit, 2 elde(%2.63) sadece motor defisit, 1 elde(%1.32) ise hem motor hem de duyuşal defisit saptanmıştır. Provokatif testlerde hasta grubundaki ellerin %64.52’sinde(49 el) Tinel testi pozitif, %89.5’inde(68 el) Phalen testi pozitif, %63.2’sinde(48 el) Flick testi pozitif bulunmuştur.

- Çalışmadaki kavrama gücü ortalaması KTS grubunda 30.1(±8.88), kontrol grubunda 36.5(±7.54) bulunmuş olup; KTS grubunda anlamlı olarak daha düşük saptanmıştır.
- Çalışmaya dahil edilen tüm katılımcılar Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi ile değerlendirildi; semptom şiddet skoru ortalama değeri KTS grubunda 2.97(±0.94), kontrol grubunda 1.16(±0.30) bulunmuştur, fonksiyonel durum skoru ise ortalama değeri KTS grubunda 2.96(±1.08), kontrol grubunda ise 1.19(±0.34) bulunmuştur. Her iki skor da hasta grubunda anlamlı olarak yüksek saptanmıştır.
- Çalışmadaki tüm katılımcılar ENMG ile değerlendirilmiştir. Motor hız dışındaki tüm elektrodagnostik bulgularda, hasta grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmıştır. Motor hız; karpal tünel sendromu şiddetlendiğinde etkilenmeye başlamaktadır, bizim çalışmamızdaki hasta grubumuzun çoğunluğunun hafif evre KTS vakalarından oluşması bu durumu açıklamaktadır.
- Çalışmadaki tüm katılımcılar ultrasonografi ile değerlendirilmiştir. Psiform kemik seviyesindeki ulnar sinir kesit alanı dışındaki tüm parametrelerde hasta grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmıştır. Ulnar sinir kesit alanı değerinde gruplar arasında fark saptanmaması, ulnar siniri tanıda bir iç kontrol olarak kullanma amacımızla uyumlu sonuçlanmıştır.
- Çalışmamızda median sinir duyu sal iletim hızı ile CSAp-median, MUD, MUR ve FR değerleri arasında negatif yönde zayıf düzeyde korelasyon saptanmıştır. Median sinir BKAP amplitüdü ile MUR arasında negatif yönde zayıf düzeyde korelasyon bulunmuştur. Median sinir motor distal latansı ile CSAp-median ve MUD arasında pozitif yönde zayıf düzeyde korelasyon saptanmıştır. Son olarak median sinir duyu latansı ile SR arasında negatif yönde zayıf düzeyde korelasyon saptanmıştır. CSAp-median, MUD ve MUR; semptom süresi ve yaş ile pozitif yönde zayıf düzeyde korele bulunmuştur.
- Çalışmamızda CSAp-median değeri için ROC eğrisinde 11,66 kesme noktası ile; EAA:0.93, duyarlılık %78, seçicilik %97 olarak saptanmıştır. FR değeri için ROC eğrisinde 2,7 kesme noktası ile; EAA:0.66, duyarlılık %49, seçicilik %83 olarak saptanmıştır. SR değeri için ROC eğrisinde 1,07 kesme noktası ile;

EAA:0.79, duyarlılık %72, seçicilik %77 olarak saptanmıştır. MUR değeri için ROC eğrisinde 3,52 kesme noktası ile; EAA:0.88, duyarlılık %68, seçicilik %96 olarak bulunmuştur. MUD değeri için ROC eğrisinde 8,23 kesme noktası ile; EAA:0.92, duyarlılık %75, seçicilik %99 olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda çeşitli ultrasonografik kriterlerin tanı değerleri araştırılmış ve birbirleriyle karşılaştırmaları yapılmıştır. Sonuçlarımıza göre CSAp-median ve MUD değerleri; SR, FR ve MUR değerlerine göre tanısal olarak daha üstün bulunmuştur. CSAp-median'ın tanısal üstünlüğü önceki bazı çalışmalarda da gösterilmiştir ancak MUD'un tanısal değeri hakkında sadece bir çalışma yapılmıştır. Bizim çalışmamızda MUD ve CSAp-median için birbirine benzer tanısal değerler saptanmıştır fakat MUD'un pozitif olabilirlik oranı ve seçiciliğinin daha yüksek saptanması; gerçek hastaları daha iyi ayırt edebileceğini göstermektedir. Ayrıca ultrasonografik parametreler ile elektrofizyolojik bulguların korelasyon göstermesi, ultrasonografi kullanımını desteklemektedir.

Çalışmamız sadece idiyopatik KTS vakaları içerdiği için, dışlama kriterlerindeki hasta gruplarına yönelik ultrasonografik parametrelerin tanıdaki yerinin incelendiği yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak; CSAp-median ve MUD'un değerlendirilmesi KTS tanısında faydalı bir yöntem olarak saptanmıştır ve USG'nin KTS tanısı için kliniklerde daha fazla uygulanması önerilir.

7.ÖZET

KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA MEDIAN SİNİR VE ULNAR SİNİR KESİTSEL ALANININ ORAN VE FARKININ TANISAL DEĞERİ

AMAÇ: Biz bu çalışmamızla ultrasonografik olarak pisiform seviyesinde median sinir kesit alanını (CSAp-median), pisiform kemik hizasındaki median sinir kesit alanının distal radioulnar eklem hizasındaki median sinir kesit alanına oranı olan şişme oranını (swelling ratio=SR), median sinirin uzun eksen uzunluğunun kısa eksen uzunluğuna oranı olan düzleşme oranını (flattening ratio=FR), pisiform seviyesindeki median sinir ve ulnar sinir kesitsel alanlarının oranını (MUR) ve farkını(MUD) ölçerek; bu ölçümlerin KTS tanısına katkısını değerlendirmeyi ve elektrodiagnostik bulgularla korelasyonunu araştırmayı amaçladık.

GEREÇ YÖNTEM: Bu çalışmaya Şubat 2022- Kasım 2022 tarihleri arasında İKÇÜ Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bölümüne başvuran Karpal Tünel Sendromunu düşündüren semptomları olan ve ENMG’de KTS tanısı kesinleştirilen 54 kişilik hasta grubu (76 el) ile sağlıklı olan 42 kişilik kontrol grubu (75 el) değerlendirildi. Katılımcıların demografik verileri, fizik muayene (nörolojik muayene, Tinel, Phalen, Flick testleri), Boston Karpal Tünel Anketi, el kavrama gücü, sinir iletim çalışması sonuçları araştırmacı tarafından toplandı. Klinik durum, fizik muayene ve elektrofizyolojik inceleme sonuçlarına kör bir araştırmacı tarafından katılımcılara ultrasonografik inceleme yapıldı.

BULGULAR: CSAp-median, SR, FR, MUR ve MUD değerlerinin hepsinde hasta grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmıştır($p<0.001$). İki grup arasında CSAp-ulnar değerinde fark saptanmamıştır. ROC eğrisinde CSAp-median değeri için 11,66 kesme noktası ile; EAA:0.93, duyarlılık %78, seçicilik %97 saptanmıştır. MUD değeri için ROC eğrisinde 8,23 kesme noktası ile; EAA:0.92, duyarlılık %75, seçicilik %99 olarak bulunmuştur. Ultrasonografik parametreler ile elektrofizyolojik bulgular arasında korelasyon saptanmıştır.

SONUÇ: CSAp-median ve MUD’un; MUR, SR ve FR’ye göre tanisal değeri daha yüksek saptanmıştır. Diğer taraftan, MUD ve CSAp-median birbirine benzer tanisal değerler göstermekle birlikte MUD’un pozitif olabilirlik oranı ve seçiciliğinin

daha yüksek olması; gerçek hastaları daha iyi ayırt edebildiğini gosterir. Ultrasonografik parametrelerin KTS tanısındaki yeriyle ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

ANAHTAR KELİMELELER: Karpal tunel sendromu, median sinir, ulnar sinir, ultrasonografi



8. SUMMARY

DIAGNOSTIC VALUE OF THE RATIO AND DIFFERENCE BETWEEN MEDIAN NERVE AND ULNAR NERVE CROSS SECTIONAL AREA IN CARPA TUNNEL SYNDROME

OBJECTIVE: Our aims are in this study to ultrasonographically determine the cross-sectional area of the median nerve (CSAp-median) at the pisiform level, the swelling ratio (swelling ratio=SR), which is the ratio of the cross-sectional area of the median nerve at the level of the pisiform bone to the cross-sectional area of the median nerve at the level of the radioulnar joint, the flattening ratio (FR) which is the ratio of the long axis length of the median nerve to the short axis length of the median nerve, the ratio (MUR) and the difference (MUD) of the median to ulnar nerve cross-sectional area at the pisiform level; we aimed to evaluate the contribution of these measurements to the diagnosis of CTS and to investigate their correlation with electrodiagnostic findings.

MATERIAL AND METHODS: In this study, a patient group of 54 patients (76 hands) with symptoms suggestive of Carpal Tunnel Syndrome and the diagnosis of CTS was confirmed in ENMG, and a healthy control group of 42 patients, who applied to the Physical Medicine and Rehabilitation Department of İKÇÜ Atatürk Training and Research Hospital between February 2022 and November 2022. 75 hands) were evaluated. Demographic data of the participants, physical examination (neurological examination, Tinel, Phalen, Flick tests), Boston Carpal Tunnel Questionnaire, hand grip strength, nerve conduction study results were noted by the researcher. Ultrasonographic examination was performed on the participants by a researcher blinded to the clinical status, physical examination and electrophysiological examination results.

RESULTS: A significant difference was found between the patient group and the control group in all CSAp-median, SR, FR, MUR and MUD values ($p < 0.001$). There was no difference in CSAp-ulnar value between the two groups. With a cut-off point of 11.66 for the CSAp-median value in the ROC curve; it was found that AUC.0.93, sensitivity 78%, selectivity 97%. With 8.23 cutoff point in ROC curve for MUD value; the AUC was 0.92, the sensitivity was 75%, and the selectivity was 99%.

There was significant correlation between ultrasonographic parameters and electrophysiological findings.

CONCLUSION: CSAp-median and MUD; were found to have higher diagnostic value than MUR, SR and FR. MUD and CSAp-median. On the other hand, although they showed similar diagnostic values, the positive likelihood ratio and selectivity of MUD were higher; shows that it can better distinguish real patients. More studies are needed on the place of ultrasonographic parameters in the diagnosis of CTS.

KEY WORDS: Carpal tunnel syndrome, median nerve, ulnar nerve, ultrasonography



9. KAYNAKLAR

1. Preston DC, Shapiro BE. Median Neuropathy at the Wrist. Electromyography and Neuromuscular Disorders. Clinical-Electrophysiologic-Ultrasound Correlations, Fourth Edition. 2021;323-57.
2. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. Open Orthop J. 2012;6:69-76.
3. Kuruvilla A, Cherian A. Electrodiagnostic approach to carpal tunnel syndrome. Ann Indian Acad Neurol. 2006;9(3):177.
4. Rubin DI. Technical issues and potential complications of nerve conduction studies and needle electromyography. Neurol Clin. Mayıs 2012;30(2):685-710.
5. Keberle M, Jenett M, Kenn W, Reiners K, Peter M, Haerten R, vd. Technical advances in ultrasound and MR imaging of carpal tunnel syndrome. European Radiology. 21 Haziran 2000;10(7):1043-50.
6. Kamolz LP, Schrögendorfer KF, Rab M, Girsch W, Gruber H, Frey M. The precision of ultrasound imaging and its relevance for carpal tunnel syndrome. Surg Radiol Anat. 2001;23(2):117-21.
7. Roll SC, Case-Smith J, Evans KD. Diagnostic Accuracy of Ultrasonography vs. Electromyography in Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review of Literature. Ultrasound in Medicine & Biology. Ekim 2011;37(10):1539-53.
8. Tai TW, Wu CY, Su FC, Chern TC, Jou IM. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. Ultrasound Med Biol. Temmuz 2012;38(7):1121-8.
9. McDonagh C, Alexander M, Kane D. The role of ultrasound in the diagnosis and management of carpal tunnel syndrome: a new paradigm. Rheumatology (Oxford). Ocak 2015;54(1):9-19.

10. Cartwright MS, Shin HW, Passmore LV, Walker FO. Ultrasonographic reference values for assessing the normal median nerve in adults. *J Neuroimaging*. Ocak 2009;19(1):47-51.
11. Won SJ, Kim BJ, Park KS, Yoon JS, Choi H. Reference values for nerve ultrasonography in the upper extremity. *Muscle Nerve*. Haziran 2013;47(6):864-71.
12. Hobson-Webb LD, Massey JM, Juel VC, Sanders DB. The ultrasonographic wrist-to-forearm median nerve area ratio in carpal tunnel syndrome. *Clinical Neurophysiology*. Haziran 2008;119(6):1353-7.
13. Mondelli M, Filippou G, Gallo A, Frediani B. Diagnostic utility of ultrasonography versus nerve conduction studies in mild carpal tunnel syndrome. *Arthritis Rheum*. 15 Mart 2008;59(3):357-66.
14. Cartwright MS, Hobson-Webb LD, Boon AJ, Alter KE, Hunt CH, Flores VH, vd. Evidence-based guideline: neuromuscular ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. Ağustos 2012;46(2):287-93.
15. Eom YI, Choi MH, Kim YK, Joo IS. Sonographic Findings in the Ulnar Nerve According to the Electrophysiologic Stage of Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Ultrasound in Medicine*. Haziran 2015;34(6):1027-34.
16. Jiwa N, Abraham A, Bril V, Katzberg HD, Lovblom LE, Barnett C, vd. The median to ulnar cross-sectional surface area ratio in carpal tunnel syndrome. *Clinical Neurophysiology*. Kasım 2018;129(11):2239-44.
17. Chang YW, Hsieh TC, Tzeng IS, Chiu V, Huang PJ, Horng YS. Ratio and difference of the cross-sectional area of median nerve to ulnar nerve in diagnosing carpal tunnel syndrome: a case control study. *BMC Med Imaging*. 04 Temmuz 2019;19(1):52.
18. El-Bahnasawy AS, Senna MK, Okasha AES, Gharbia O. Diagnostic utility of median nerve CSA to ulnar nerve CSA ratio in the diagnosis of mild idiopathic carpal tunnel syndrome. *Egypt Rheumatol Rehabil*. Aralık 2020;47(1):34.

19. Hathaiareerug C, Somnam S, Kumnerddee W, Phongamwong C. Cross-sectional Area Ratio of Median-to-Ulnar and Median-to-Superficial Radial Nerve at the Wrist for Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *PRM*. 2022;7(0):n/a.
20. Olney RK. Carpal tunnel syndrome: Complex issues with a “simple” condition. *Neurology*. 12 Haziran 2001;56(11):1431-2.
21. Padua L, Coraci D, Erra C, Pazzaglia C, Paolasso I, Loreti C, vd. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *The Lancet Neurology*. Kasım 2016;15(12):1273-84.
22. Pfeffer G, Gelberman R, Boyes J, Rydevik B. The history of carpal tunnel syndrome. *The Journal of Hand Surgery: Journal of the British Society for Surgery of the Hand*. Şubat 1988;13(1):28-34.
23. Abdullah AF, Wolber PH. Sequelae of Carpal Tunnel Surgery: Rationale for the Design of a Surgical Approach Technique and Application. *Neurosurgery*. Kasım 1995;37(5):931-6.
24. Açıkgöz B. Karpal Tünel Sendromu. *Türk Nöroşirurji Dergisi*. 2000;10:79-84.
25. Yu HL, Chase RA, Strauch B. *Atlas of Hand Anatomy and Clinical Implications*. Mosby; 2004. 256-257 s.
26. Company AC, editör. *Lippincott Williams & Wilkins Atlas of Anatomy Musculature Chart: Upper Limb*. 1st edition. Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
27. Szabo R, Madison M. Carpal tunnel syndrome. *Orthop Clin North Am*. 1992;23(1):103-9.
28. Gelberman RH, Lundborg GN. The Carpal Tunnel Syndrome. 1981;63(3):4.
29. Skie M, Zeiss J, Ebraheim NA, Thomas Jackson W. Carpal tunnel changes and median nerve compression during wrist flexion and extension seen by magnetic resonance imaging. *The Journal of Hand Surgery*. Kasım 1990;15(6):934-9.

30. Sanz J, Lizaaur A, Campo FSD. Postoperative Changes of Carpal Canal Pressure in Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Study with Follow-Up of 1 Year. *Journal of Hand Surgery*. Aralık 2005;30(6):611-4.
31. Diao E, Shao F, Liebenberg E, Rempel D, Lotz JC. Carpal tunnel pressure alters median nerve function in a dose-dependent manner: A rabbit model for carpal tunnel syndrome. *J Orthop Res*. Ocak 2005;23(1):218-23.
32. Schuind F. Canal pressures before, during, and after endoscopic release for idiopathic carpal tunnel syndrome. *The Journal of Hand Surgery*. Kasım 2002;27(6):1019-25.
33. McLellan DL, Swash M. Longitudinal sliding of the median nerve during movements of the upper limb. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 01 Haziran 1976;39(6):566-70.
34. Wilgis EFS. The Significance of Longitudinal Excursion in Peripheral Nerves. *Peripheral Nerve Surgery*. 1986;2(4):761-6.
35. İrdesel J. Median Sinir Tuzak Nöropatileri. *Türkiye Klinikleri- Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. 2019;11-21.
36. Uysal İİ. Nervus medianus'un klinik anatomisi ve varyasyonları. *Genel Tıp Derg*. 2003;13(2):89-93.
37. Singh V, Ericson WB. Median Nerve Entrapments. İçinde: *Peripheral Nerve Entrapments: Clinical Diagnosis and Management*. Springer International Publishing; 2016. s. 369-82.
38. Wertsch J, Melvin J. Median nerve anatomy and entrapment syndromes: a review. *Arch Phys Med Rehabil*. 1982;63(12):623-7.
39. Bagatur AE. CARPAL TUNNEL SYNDROME. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*. 2006;2(17):48-59.

40. Papathanassiou BT. A variant of the motor branch of the median nerve in the hand. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1968;50:156-7.
41. Lanz U. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *The Journal of Hand Surgery*. Ocak 1977;2(1):44-53.
42. Mazurek MT, Shin AY. Upper Extremity Peripheral Nerve Anatomy: Current Concepts and Applications. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. Şubat 2001;383:7-20.
43. Jeon IH, Kim PT, Park IH, Park BC, Ihn JC. High Bifurcation of Median Nerve at the Wrist Causing Common Digital Nerve Injury in Endoscopic Carpal Tunnel Release. *Journal of Hand Surgery*. Aralık 2002;27(6):580-2.
44. Nakamichi K, Tachibana S. Unilateral Carpal Tunnel Syndrome and Space-Occupying Lesions. *Journal of Hand Surgery*. Aralık 1993;18(6):748-9.
45. Atroshi I, Englund M, Turkiewicz A, Tägil M, Petersson IF. Incidence of Physician-Diagnosed Carpal Tunnel Syndrome in the General Population. *Archives of Internal Medicine*. 23 Mayıs 2011;171(10):941-54.
46. Gelfman R, Melton LJ, Yawn BP, Wollan PC, Amadio PC, Stevens JC. Long-term trends in carpal tunnel syndrome. *Neurology*. 06 Ocak 2009;72(1):33-41.
47. Pourmemari MH, Heliövaara M, Viikari-Juntura E, Shiri R. Carpal tunnel release: Lifetime prevalence, annual incidence, and risk factors. *Muscle Nerve*. Ekim 2018;58(4):497-502.
48. Davis L, Vedanarayanan VV. Carpal Tunnel Syndrome in Children. *Pediatric Neurology*. 01 Ocak 2014;50(1):57-9.
49. Potulska-Chromik A, Lipowska M, Gawel M, Ryniewicz B, Maj E, Kostera-Pruszczyk A. Carpal Tunnel Syndrome in Children. *J Child Neurol*. Şubat 2014;29(2):227-31.

50. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosén I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA*. 14 Temmuz 1999;282(2):153-8.
51. De Krom MC, Kester AD, Knipschild PG, Spaans F. Risk factors for carpal tunnel syndrome. *Am J Epidemiol*. Aralık 1990;132(6):1102-10.
52. Stevens JC, Witt JC, Smith BE, Weaver AL. The frequency of carpal tunnel syndrome in computer users at a medical facility. *Neurology*. 12 Haziran 2001;56(11):1568-70.
53. Stevens JC, Sun S, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Carpal tunnel syndrome in Rochester, Minnesota, 1961 to 1980. *Neurology*. Ocak 1988;38(1):134-8.
54. De Krom MC, Knipschild PG, Kester AD, Thijs CT, Boekkooi PF, Spaans F. Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population. *J Clin Epidemiol*. Nisan 1992;45(4):373-6.
55. Jackson R, Beckman J, Frederick M, Musolin K, Harrison R. Rates of Carpal Tunnel Syndrome in a State Workers' Compensation Information System, by Industry and Occupation - California, 2007-2014. *Morbidity and mortality weekly report*. 05 Ekim 2018;67(39):1094-7.
56. Shiri R, Pourmemari MH, Falah-Hassani K, Viikari-Juntura E. The effect of excess body mass on the risk of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of 58 studies: Obesity and carpal tunnel syndrome. *Obes Rev*. Aralık 2015;16(12):1094-104.
57. Werner RA, Albers JW, Franzblau A, Armstrong TJ. The relationship between body mass index and the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*. Haziran 1994;17(6):632-6.
58. Aroori S, Spence RA. Carpal tunnel syndrome. *Ulster Med J*. Ocak 2008;77(1):6-17.

59. Bagatur AE, Zorer G, Oral B. Karpal tünel sendromunda manyetik rezonans görüntülemenin yeri: Klinik, elektrodiagnostik ve ameliyat bulguları ile karşılaştırma ve evrelendirme. Acta Orthop Traumatol Turc. :9.
60. Bagatur AE, Bayramili M. Flexor tenosynovitis caused by Mycobacterium bovis; A Case Report. J Hand Surg [Am]. 1996;(21):700-2.
61. Yoshida A, Okutsu I, Hamanaka I, Motomura T. Results Of Endoscopic Management Of Primary Versus Recurrent Carpal Tunnel Syndrome In Long-Term Haemodialysis Patients. Hand Surg. Aralık 2004;09(02):165-70.
62. Weimer LH, Yin J, Lovelace RE, Gooch CL. Serial studies of carpal tunnel syndrome during and after pregnancy. Muscle Nerve. Haziran 2002;25(6):914-7.
63. Padua L, Aprile I, Caliandro P, Carboni T, Meloni A, Massi S, vd. Symptoms and neurophysiological picture of carpal tunnel syndrome in pregnancy. Clinical Neurophysiology. Ekim 2001;112(10):1946-51.
64. Brain W, Wright A. Spontaneous compression of both median nerves in the carpal tunnel. The Lancet. 1947;(1):277-82.
65. Viikari-Juntura E, Silverstein B. Role of physical load factors in carpal tunnel syndrome. Scand J Work Environ Health. Haziran 1999;25(3):163-85.
66. Tucci M, Barbieri R, Freeland A. Biochemical and histological analysis of the flexor tenosynovium in patients with carpal tunnel syndrome. Biomed Sci Instrum. 1997;(33):246-51.
67. Lundborg G, Dahlin L, Danielsen N, Hansson HA, Necking LE, Pyykko I. Intraneural edema following exposure to vibration. Scand J Work Environ Health. Ağustos 1987;13(4):326-9.
68. Newington L, Harris EC, Walker-Bone K. Carpal tunnel syndrome and work. Best Practice & Research Clinical Rheumatology. Haziran 2015;29(3):440-53.

69. Viera AJ. Management of Carpal Tunnel Syndrome. *Carpal Tunnel Syndrome*. 2003;68(2):8.
70. Kaufman MA. Differential Diagnosis and Pitfalls in Electrodiagnostic Studies and Special Tests for Diagnosing Compressive Neuropathies. *Orthopedic Clinics of North America*. Nisan 1996;27(2):245-52.
71. Sucher BM, Schreiber AL. Carpal Tunnel Syndrome Diagnosis. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. Mayıs 2014;25(2):229-47.
72. Alfonso C, Jann S, Massa R, Torreggiani A. Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. *Neurol Sci*. Haziran 2010;31(3):243-52.
73. Padua L, Padua R, Lo Monaco M, Aprile I, Tonali P. Multiperspective assessment of carpal tunnel syndrome: a multicenter study. Italian CTS Study Group. *Neurology*. 10 Kasım 1999;53(8):1654-9.
74. Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. Seventeen years' experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *J Bone Joint Surg Am*. Mart 1966;48(2):211-28.
75. Kulick RG. Carpal tunnel syndrome. *Orthop Clin North Am*. Nisan 1996;27(2):345-54.
76. Finsen V, Russwurm H. Neurophysiology not Required Before Surgery for Typical Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Hand Surgery*. Şubat 2001;26(1):61-4.
77. MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Journal of Hand Therapy*. Nisan 2004;17(2):309-19.
78. Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. Clinical evaluation of 598 hands. *Clin Orthop Relat Res*. Nisan 1972;83:29-40.

79. Phalen GS. Reflections on 21 years' experience with the carpal-tunnel syndrome. *JAMA*. 25 Mayıs 1970;212(8):1365-7.
80. Phalen GS. The birth of a syndrome, or Carpal tunnel revisited. *The Journal of Hand Surgery*. Mart 1981;6(2):109-10.
81. Spicher C, Kohut G, Miauton J. At which stage of sensory recovery can a tingling sign be expected? *Journal of Hand Therapy*. Ekim 1999;12(4):298-308.
82. Alfonso MI, Dzwierzynski W. Hoffman-Tinel sign. The realities. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. Kasım 1998;9(4):721-36, v.
83. Middleton SD, Anakwe RE. Carpal tunnel syndrome. *BMJ*. 06 Kasım 2014;349:1-7.
84. LaBan MM, Friedman NA, Zemenick GA. "Tethered" median nerve stress test in chronic carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. Kasım 1986;67(11):803-4.
85. LaBan M, MacKenzie J, Zemenick G. Anatomic observations in carpal tunnel syndrome as they relate to the tethered median nerve stress test. *Arch Physical Medicine and Rehabilitation*. Ocak 1989;70(1):44-6.
86. Ahn DS. Hand elevation: a new test for carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg*. Şubat 2001;46(2):120-4.
87. Krendel DA, Jöbsis M, Gaskell PC, Sanders DB. The flick sign in carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. Şubat 1986;49(2):220-1.
88. Rosenbaum RB, Ochoa J. *Carpal Tunnel Syndrome and Other Disorders of the Median Nerve*. 2nd edition. Woburn, MA: Butterworth-Heinemann; 2002. 464 s.
89. Kozakiewicz RT, Bowyer BL. Quantitative Testing and Thermography in Carpal Tunnel Syndrome. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 01 Ağustos 1997;8(3):503-11.

90. Pagel KJ, Kaul MP, Dryden JD. Lack of utility of Semmes-Weinstein monofilament testing in suspected carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* Ağustos 2002;81(8):597-600.
91. Raji P, Ansari NN, Naghdi S, Forogh B, Hasson S. Relationship between Semmes-Weinstein Monofilaments perception Test and sensory nerve conduction studies in Carpal Tunnel Syndrome. *NeuroRehabilitation.* 2014;35(3):543-52.
92. MacDermid JC, Doherty T. Clinical and electrodiagnostic testing of carpal tunnel syndrome: a narrative review. *J Orthop Sports Phys Ther.* Ekim 2004;34(10):565-88.
93. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clinical Neurophysiology.* Eylül 2002;113(9):1373-81.
94. Fonseca M de CR, Elui VMC, Lalone E, da Silva NC, Barbosa RI, Marcolino AM, vd. Functional, motor, and sensory assessment instruments upon nerve repair in adult hands: systematic review of psychometric properties. *Syst Rev.* 27 Ekim 2018;7(1):175.
95. Brandsma JW, Schreuders TA. Sensible manual muscle strength testing to evaluate and monitor strength of the intrinsic muscles of the hand: a commentary. *J Hand Ther.* Aralık 2001;14(4):273-8.
96. Shechtman O, Gestewitz L, Kimble C. Reliability and validity of the DynEx dynamometer. *J Hand Ther.* Eylül 2005;18(3):339-47.
97. Geere J, Chester R, Kale S, Jerosch-Herold C. Power grip, pinch grip, manual muscle testing or thenar atrophy - which should be assessed as a motor outcome after carpal tunnel decompression? A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 20 Kasım 2007;8:114.
98. Mafi P, Mafi R, Hindocha S, Griffin M, Khan W. A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *Open Orthop J.* 2012;6:95-102.

99. Robinson LR, editör. Electrodiagnostic evaluation of the peripheral nervous system. DeLisa's physical medicine & rehabilitation: principles and practice. Sixth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Medical; 2020. 66-93 s.
100. Robinson LR. Traumatic injury to peripheral nerves. Muscle Nerve. Haziran 2000;23(6):863-73.
101. Vucic S, Cairns KD, Black KR, Tick Chong PS, Cros D. Neurophysiologic findings in early acute inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. Clinical Neurophysiology. Ekim 2004;115(10):2329-35.
102. Braddom RI, Johnson EW. Standardization of H reflex and diagnostic use in S1 radiculopathy. Arch Phys Med Rehabil. Nisan 1974;55(4):161-6.
103. Rowin J, Meriggioli MN. Electrodiagnostic significance of supramaximally stimulated A-waves. Muscle Nerve. Temmuz 2000;23(7):1117-20.
104. Ertekin C. Klinik Elektromiyografi. E.Ü Matbaası. Bornova-İzmir; 1977.
105. Katz RT. Carpal tunnel syndrome: a practical review. Am Fam Physician. 01 Mayıs 1994;49(6):1371-9, 1385-6.
106. Eroğlu S. Karpal tünel sendromu ve tanısında kullanılan elektrodiagnostik yöntemler. 2013;
107. Ertekin C. Santral ve Periferik EMG: anatomi-fizyoloji-klinik. Meta Basım. İzmir; 2006. 387-442 s.
108. Stevens JC. AAEM minimonograph #26: The electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve. Aralık 1997;20(12):1477-86.
109. Buchberger W. Radiologic imaging of the carpal tunnel. European Journal of Radiology. Eylül 1997;25(2):112-7.
110. Buchberger W, Schmitt R. Nerven kompressions syndrome. Bildgebende Diagnostik der Hand, Hippokrates Stuttgart. 1996;335-42.

111. Schmitt R, Lucas D, Buhmann S, Lanz U, Schindler G. Computertomographische Befunde beim Karpaltunnelsyndrom. *Rofo*. Eylül 1988;149(9):280-5.
112. Mesgarzadeh M, Triolo J, Schneck CD. Carpal tunnel syndrome. MR imaging diagnosis. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. Mayıs 1995;3(2):249-64.
113. Jarvik JG, Kliot M, Maravilla KR. MR nerve imaging of the wrist and hand. *Hand Clin*. Şubat 2000;16(1):13-24, vii.
114. Jarvik JG, Yuen E, Kliot M. Diagnosis of carpal tunnel syndrome: electrodiagnostic and MR imaging evaluation. *Neuroimaging Clinics of North America*. Şubat 2004;14(1):93-102.
115. Cudlip SA, Howe FA, Clifton A, Schwartz MS, Bell BA. Magnetic resonance neurography studies of the median nerve before and after carpal tunnel decompression. *Journal of Neurosurgery*. Haziran 2002;96(6):1046-51.
116. Bordalo-Rodrigues M, Amin P, Rosenberg ZS. MR imaging of common entrapment neuropathies at the wrist. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. Mayıs 2004;12(2):265-79.
117. Bagatur AE. Karpal tünel sendromu cerrahisinde başarısızlık nedenleri ve revizyon sonuçları. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2002;346-53.
118. Practice parameter for carpal tunnel syndrome (summary statement). Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. Kasım 1993;43(11):2406-9.
119. Buchberger W, Judmaier W, Birbamer G, Lener M, Schmidauer C. Carpal tunnel syndrome: diagnosis with high-resolution sonography. *American Journal of Roentgenology*. Ekim 1992;159(4):793-8.
120. Buchberger W, Schön G, Strasser K, Jungwirth W. High-resolution ultrasonography of the carpal tunnel. *Journal of Ultrasound in Medicine*. Ekim 1991;10(10):531-7.

121. Peer S, Bodner G, editörler. High-Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System. Berlin, Heidelberg: Springer; 2008. (Medical Radiology).
122. Walker F, Cartwright M. Ultrasound of focal neuropathies, Neuromuscular Ultrasound. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2011. 72-90 s.
123. Hunderfund ANL, Boon AJ, Mandrekar JN, Sorenson EJ. Sonography in carpal tunnel syndrome: Median Nerve Sonography. Muscle Nerve. Ekim 2011;44(4):485-91.
124. Beekman R, Visser LH. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: A critical review of the literature. Muscle Nerve. Ocak 2003;27(1):26-33.
125. Strakowski JA. Ultrasound Evaluation of Focal Neuropathies: Correlation with Electrodiagnosis. 1st edition. Demos Medical; 2013. 472 s.
126. Fowler JR, Gaughan JP, Ilyas AM. The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. Clin Orthop Relat Res. Nisan 2011;469(4):1089-94.
127. Middleton W, Kneeland J, Kellman G, Cates J, Sanger, Jesmanowicz A, vd. MR imaging of the carpal tunnel: normal anatomy and preliminary findings in the carpal tunnel syndrome. American Journal of Roentgenology. 01 Şubat 1987;148(2):307-16.
128. Lee D, van Holsbeeck MT, Janevski PK, Ganos DL, Ditmars DM, Darian VB. Diagnosis of carpal tunnel syndrome. Ultrasound versus electromyography. Radiol Clin North Am. Temmuz 1999;37(4):859-72.
129. Nakamichi K, Tachibana S. Ultrasonographically assisted carpal tunnel release. J Hand Surg Am. Eylül 1997;22(5):853-62.
130. Swen WA, Jacobs JW, Bussemaker FE, de Waard JW, Bijlsma JW. Carpal tunnel sonography by the rheumatologist versus nerve conduction study by the neurologist. J Rheumatol. Ocak 2001;28(1):62-9.

131. Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol.* Eylül 1999;173(3):681-4.
132. Bianchi S, Martinoli C, editörler. Nerve and blood vessels. *Ultrasound of the musculoskeletal system.* Berlin ; New York: Springer; 2007. 97-136 s. (Medical radiology).
133. Sucher BM. Carpal tunnel syndrome: ultrasonographic imaging and pathologic mechanisms of median nerve compression. *J Am Osteopath Assoc.* Aralık 2009;109(12):641-7.
134. Sucher BM. Ultrasound imaging of the carpal tunnel during median nerve compression. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 01 Aralık 2009;2(3):134-46.
135. Brown WF, Ferguson GG, Jones MW, Yates SK. The location of conduction abnormalities in human entrapment neuropathies. *Can J Neurol Sci.* Mayıs 1976;3(2):111-22.
136. Dahlin LB, Lundborg G. The neurone and its response to peripheral nerve compression. *J Hand Surg Br.* Şubat 1990;15(1):5-10.
137. Lanteri M, Ptasznik R, Constable L, Dawborn JK. Ultrasound changes in the wrist and hand in hemodialysis patients. *Clin Nephrol.* Aralık 1997;48(6):375-80.
138. Sackett DL, Straus SE, Richardson WS, Haynes RB. *Evidence-Based Medicine.* Churchill Livingstone; 2000. 67-93 s.
139. Solbiati L, De Pra L, Lerace T, Bellotti E, Derchi LE. High-resolution sonography of the recurrent laryngeal nerve: anatomic and pathologic considerations. *AJR Am J Roentgenol.* Kasım 1985;145(5):989-93.
140. Hobson-Webb LD, Padua L. Median nerve ultrasonography in carpal tunnel syndrome: Findings from two laboratories. *Muscle Nerve.* Temmuz 2009;40(1):94-7.

141. Klauser AS, Halpern EJ, De Zordo T, Feuchtner GM, Arora R, Gruber J, vd. Carpal Tunnel Syndrome Assessment with US: Value of Additional Cross-sectional Area Measurements of the Median Nerve in Patients versus Healthy Volunteers. *Radiology*. Ocak 2009;250(1):171-7.
142. Klauser AS, Abd Ellah MMH, Halpern EJ, Siedentopf C, Auer T, Eberle G, vd. Sonographic cross-sectional area measurement in carpal tunnel syndrome patients: can delta and ratio calculations predict severity compared to nerve conduction studies? *Eur Radiol*. Ağustos 2015;25(8):2419-27.
143. Bland JDP. Carpal tunnel syndrome. *BMJ*. 18 Ağustos 2007;335(7615):343-6.
144. McGrath MH. Local steroid therapy in the hand. *The Journal of Hand Surgery*. Kasım 1984;9(6):915-21.
145. Carlson H, Colbert A, Frydl J, Arnall E, Elliot M, Carlson N. Current options for nonsurgical management of carpal tunnel syndrome. *Int J Clin Rheumatol*. Şubat 2010;5(1):129-42.
146. McClure P. Evidence-based practice: an example related to the use of splinting in a patient with carpal tunnel syndrome. *J Hand Ther*. 2003;16(3):256-63.
147. Kaplan SJ, Glickel SZ, Eaton RG. Predictive factors in the non-surgical treatment of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br*. Şubat 1990;15(1):106-8.
148. Wolny T, Saulicz E, Linek P, Shacklock M, Myśliwiec A. Efficacy of Manual Therapy Including Neurodynamic Techniques for the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther*. Mayıs 2017;40(4):263-72.
149. Akalin E, El O, Peker O, Senocak O, Tamci S, Gülbahar S, vd. Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *Am J Phys Med Rehabil*. Şubat 2002;81(2):108-13.

150. O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;2003(1):CD003219.
151. Gerritsen AAM, de Vet HCW, Scholten RJPM, Bertelsmann FW, de Krom MCTFM, Bouter LM. Splinting vs surgery in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA.* 11 Eylül 2002;288(10):1245-51.
152. Walker WC, Metzler M, Cifu DX, Swartz Z. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night-only versus full-time wear instructions. *Arch Phys Med Rehabil.* Nisan 2000;81(4):424-9.
153. Gelberman RH, Aronson D, Weisman MH. Carpal-tunnel syndrome. Results of a prospective trial of steroid injection and splinting. *J Bone Joint Surg Am.* Ekim 1980;62(7):1181-4.
154. Green DP. Diagnostic and therapeutic value of carpal tunnel injection. *The Journal of Hand Surgery.* Kasım 1984;9(6):850-4.
155. Giannini F, Passero S, Cioni R, Paradiso C, Battistini N, Giordano N, vd. Electrophysiologic evaluation of local steroid injection in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* Eylül 1991;72(10):738-42.
156. Lee JY, Park Y, Park KD, Lee JK, Lim OK. Effectiveness of ultrasound-guided carpal tunnel injection using in-plane ulnar approach: a prospective, randomized, single-blinded study. *Medicine (Baltimore).* Aralık 2014;93(29):e350.
157. Makhlof T, Emil NS, Sibbitt WL, Fields RA, Bankhurst AD. Outcomes and cost-effectiveness of carpal tunnel injections using sonographic needle guidance. *Clin Rheumatol.* Haziran 2014;33(6):849-58.
158. Üstün N, Tok F, Yagz AE, Kizil N, Korkmaz I, Karazincir S, vd. Ultrasound-Guided vs. Blind Steroid Injections in Carpal Tunnel Syndrome: A Single-Blind Randomized Prospective Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* Kasım 2013;92(11):999-1004.

159. Kim DrDH. Anatomical Basis of Ulnar Approach in Carpal Tunnel Injection. *Pain Phys.* 14 Mayıs 2013;3;16(3;5):E191-8.
160. Muller M, Tsui D, Schnurr R, Biddulph-Deisroth L, Hard J, MacDermid JC. Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *J Hand Ther.* 2004;17(2):210-28.
161. Fernández-de-Las Peñas C, Ortega-Santiago R, de la Llave-Rincón AI, Martínez-Perez A, Fahandezh-Saddi Díaz H, Martínez-Martín J, vd. Manual Physical Therapy Versus Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: A Randomized Parallel-Group Trial. *J Pain.* Kasım 2015;16(11):1087-94.
162. Michlovitz SL. Is there a role for ultrasound and electrical stimulation following injury to tendon and nerve? *J Hand Ther.* 2005;18(2):292-6.
163. Verdugo RJ, Salinas RA, Castillo JL, Cea JG. Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 08 Ekim 2008;2008(4):CD001552.
164. Naidu SH, Fisher J, Heistand M, Kothari MJ. Median nerve function in patients undergoing carpal tunnel release: pre- and post-op nerve conductions. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2003;43(7):393-7.
165. Jarvik JG, Comstock BA, Kliot M, Turner JA, Chan L, Heagerty PJ, vd. Surgery versus non-surgical therapy for carpal tunnel syndrome: a randomised parallel-group trial. *Lancet.* 26 Eylül 2009;374(9695):1074-81.
166. Harris CM, Tanner E, Goldstein MN, Pettee DS. The surgical treatment of the carpal-tunnel syndrome correlated with preoperative nerve-conduction studies. *J Bone Joint Surg Am.* Ocak 1979;61(1):93-8.
167. Amadio PC. The First Carpal Tunnel Release? *Journal of Hand Surgery.* Şubat 1995;20(1):40-1.

168. Taleisnik J. The palmar cutaneous branch of the median nerve and the approach to the carpal tunnel. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* Eylül 1973;55(6):1212-7.
169. Okutsu I, Ninomiya S, Takatori Y, Ugawa Y. Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* Ocak 1989;5(1):11-8.
170. Chow JCY. Endoscopic release of the carpal ligament: A new technique for carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* Ocak 1989;5(1):19-24.
171. Agee JM, McCarroll HR, Tortosa RD, Berry DA, Szabo RM, Peimer CA. Endoscopic release of the carpal tunnel: A randomized prospective multicenter study. *The Journal of Hand Surgery.* Kasım 1992;17(6):987-95.
172. Trumble TE, Diao E, Abrams RA, Gilbert-Anderson MM. Single-portal endoscopic carpal tunnel release compared with open release: a prospective, randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* Temmuz 2002;84(7):1107-15.
173. Ferdinand RD, MacLean JGB. Endoscopic versus open carpal tunnel release in bilateral carpal tunnel syndrome: A PROSPECTIVE, RANDOMISED, BLINDED ASSESSMENT. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume.* Nisan 2002;84-B(3):375-9.
174. Jimenez DF. Endoscopic treatment of carpal tunnel syndrome: a critical review. *J Neurosurg.* 1998;88.
175. Acharya AD, Auchincloss JM. Return to Functional Hand Use and Work Following Open Carpal Tunnel Surgery. *Journal of Hand Surgery.* Aralık 2005;30(6):607-10.
176. Sezgin M, Incel NA, Serhan S, Camdeviren H, As I, Erdoğan C. Assessment of symptom severity and functional status in patients with carpal tunnel syndrome: reliability and functionality of the Turkish version of the Boston Questionnaire. *Disabil Rehabil.* 30 Ekim 2006;28(20):1281-5.

177. Yurdakul OV, Mesci N, Çetinkaya Y, Geler Külcü D. Diagnostic Significance of Ultrasonographic Measurements and Median-Ulnar Ratio in Carpal Tunnel Syndrome: Correlation with Nerve Conduction Studies. *J Clin Neurol*. Temmuz 2016;12(3):289-94.
178. Mallouhi A, Pülzl P, Trieb T, Piza H, Bodner G. Predictors of carpal tunnel syndrome: accuracy of gray-scale and color Doppler sonography. *AJR Am J Roentgenol*. Mayıs 2006;186(5):1240-5.
179. Roll SC, Evans KD, Li X, Freimer M, Sommerich CM. Screening for Carpal Tunnel Syndrome Using Sonography. *J Ultrasound Med*. Aralık 2011;30(12):1657-67.
180. Bathala L, Kumar P, Kumar K, Shaik AB, Visser LH. Normal values of median nerve cross-sectional area obtained by ultrasound along its course in the arm with electrophysiological correlations, in 100 Asian subjects. *Muscle Nerve*. Şubat 2014;49(2):284-6.
181. Qrimli M, Ebadi H, Breiner A, Siddiqui H, Alabdali M, Abraham A, vd. Reference values for ultrasonography of peripheral nerves. *Muscle Nerve*. Nisan 2016;53(4):538-44.
182. Ulaşlı AM, Duymuş M, Nacir B, Rana Erdem H, Koşar U. Reasons for using swelling ratio in sonographic diagnosis of carpal tunnel syndrome and a reliable method for its calculation: Swelling Ratio in CTS. *Muscle Nerve*. Mart 2013;47(3):396-402.
183. Mhoon JT, Juel VC, Hobson-Webb LD. Median nerve ultrasound as a screening tool in carpal tunnel syndrome: Correlation of cross-sectional area measures with electrodiagnostic abnormality: Screening Ultrasound in CTS. *Muscle Nerve*. Aralık 2012;46(6):861-70.
184. Chen YT, Williams L, Zak MJ, Fredericson M. Review of Ultrasonography in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome and a Proposed Scanning Protocol. *J Ultrasound Med*. Kasım 2016;35(11):2311-24.

185. Atan T, Günendi Z. Diagnostic utility of the sonographic median to ulnar nerve cross-sectional area ratio in carpal tunnel syndrome. Turk J Med Sci. 23 Şubat 2018;48(1):110-6.

