

T. C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ



**KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA KULLANILAN FARKLI TANISAL  
ELEKTROFİZYOLOJİK YÖNTEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Seda FİDANCI

**UZMANLIK TEZİ**

**FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**2015**

T. C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ



**KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA KULLANILAN FARKLI TANISAL  
ELEKTROFİZYOLOJİK YÖNTEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Seda FİDANCI

**UZMANLIK TEZİ**

**FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**Tez Danışmanı**

Doç. Dr. Barın SELÇUK

**Anabilim Dalı Başkanı**

Prof. Dr. Nigar DURSUN

**2015**

Etik Kurul No: KAEK 2014/161

10.06.2014

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa</b>
İÇİNDEKİLER.....	I
KISALTMALAR DİZİNİ .....	III
ÇİZİMLER DİZİNİ.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
1- GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2- GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Tuzak Nöropatiler.....	3
2.2. KARPAL TÜNEL SENDROMU.....	13
2.2.1. Tanım.....	13
2.2.2. Tarihçe.....	13
2.2.3. Epidemiyoloji .....	14
2.2.4. Anatomi .....	14
2.2.5. Etyoloji .....	19
2.2.6. Patogenez.....	22
2.2.7. Klinik.....	24
2.2.8. Tanı.....	25
2.2.9. Görüntüleme Yöntemleri.....	28
2.2.10. Ayırıcı Tanı .....	29
2.2.11. Elektrofizyolojik Yöntemler.....	29
2.3. KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA EMG .....	38
2.3.1. Sinir İletim Karşılaştırma Testleri .....	40
2.3.1.1. Median-Ulnar Karma Sinir Duyusal Latans Farkı Testi .....	40
2.3.1.2. Lumbrikal-İnterosseöz Motor Duyusal Latans Farkı Karşılaştırma Testi.....	41
2.3.1.3. Median-Ulnar Duyu Karşılaştırma Testi .....	42
2.3.1.4. Median-Radial Duyu Karşılaştırma Testi.....	42
3.MATERYAL-METOD .....	43
3.1 Hasta seçimi.....	43
3.2. Klinik değerlendirme .....	44
3.3. Elektrofizyolojik Değerlendirme .....	44
3.4 İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	55
4. BULGULAR .....	56
5. TARTIŞMA.....	72
6. ÖZET .....	83

7. ABSTRACT .....	85
8. KAYNAKLAR.....	87



## **KISALTMALAR DİZİNİ**

1. **AAEM:** Amerikan Elektrodiagnostik Tıp Akademisi
2. **ADM:** Addüktör Digiti Minimi
3. **APB:** Abdüktör Pollisis Brevis
4. **APL:** Abdüktör Pollisis Longus
5. **BKAP:** Birleşik Kas Aksiyon Potansiyeli
6. **BT:** Bilgisayarlı Tomografi
7. **DSAP:** Duyusal Sinir Aksiyon Potansiyeli
8. **ECRB:** Ekstansör Karpi Radialis Brevis
9. **ECRL:** Ekstansör Karpi Radialis Longus
10. **ECU:** Ekstansör Karpi Ulnaris
11. **EDQP:** Ekstansör Digiti Quinti Proprius
12. **EİP:** Ekstansör İndisis Proprius
13. **EPB:** Ekstansör Pollisis Brevis
14. **EPL:** Ekstansör Pollisis Longus
15. **EMG:** Elektromiyografi
16. **ENG:** Elektronörografi
17. **ENMG:** Elektronöromiyografi
18. **FCR:** Fleksör Karpi Radialis
19. **FDP:** Fleksör Digitorum Profundus
20. **FDS:** Fleksör Digitorum Superficialis
21. **F<sub>min</sub>:** F Yanıtı
22. **FPL:** Fleksör Pollisis Longus
23. **IP:** İnterfalangial Eklem
24. **KTS:** Karpal Tünel Sendromu
25. **MKF:** Metakarpofalangial
26. **MR:** Manyetik Rezonans Görüntüleme
27. **PL:** Palmaris Longus
28. **PTS:** Pronator Teres Sendromu
29. **US:** Ultrasonografi

## ÇİZİMLER DİZİNİ

1. Çizim: Periferik sinir kesiti.....	6
2. Çizim: Seddon ve Sunderland sınıflamasına göre patoloji.....	10
3. Çizim: Struther ligamanı ve suprakondiler proçes .....	11
4. Çizim: Önkolda bisipital aponevroz ve lacertus fibrozis.....	12
5. Çizim: Çimdik bulgusu.....	13
6. Çizim: Karpal tünelin anterior (palmar) anatomisi.....	16
7. Çizim: Karpal tünel kesiti.....	17
8. Çizim: Brakial pleksus.....	19
9. Çizim: El bileği distalinde median sinirin dağılımı .....	20
10. Çizim: Elin duyu dağılımı palmar yüzey .....	21
11. Çizim: Elin duyu dağılımı dorsal yüzey .....	21
12. Çizim: Phalen testi.....	27
13. Çizim: Ters Phalen testi.....	27
14. Çizim: Tinel testi .....	28
15. Çizim: Durkan test.....	28
16. Çizim: Birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) .....	33
17. Çizim: EMG cihazı .....	45
18. Çizim: Median sinir motor ileti çalışması .....	48
19. Çizim: Ulnar sinir motor ileti çalışması.....	48
20. Çizim: Median sinir 1. parmak duyuşal ileti çalışması.....	49
21. Çizim: Radial sinir 1.parmak duyuşal iletim çalışması .....	49
22. Çizim: Ulnar sinir 5. parmak duyuşal ileti çalışması.....	50
23. Çizim: Median sinir 4. parmak duyuşal ileti çalışması.....	50
24. Çizim: Ulnar sinir 4. parmak duyuşal ileti çalışması.....	51
25. Çizim: Median sinir 3. parmak duyuşal ileti çalışması.....	51
26. Çizim: Median sinir avuç içi duyuşal ileti çalışması .....	52
27. Çizim: Median sinir 2. lumbrikal-interosseöz motor ileti çalışması.....	53
28. Çizim: Ulnar sinir 2. lumbrikal-interosseöz motor ileti çalışması.....	53
29. Çizim: Median sinir karma ileti çalışması .....	54
30. Çizim: Ulnar sinir karma ileti çalışması .....	54
31. Çizim: Karşılaştırma testlerinin duyarlılık ve özgüllük grafikleri.....	71

## ÇİZELGELER DİZİNİ

1. Çizelge: Fokal nöropati nedenleri .....	3
2. Çizelge: Akut ve kronik kompresyon nöropatileri .....	4
3. Çizelge: Seddon ve Sunderland'a göre periferik sinir hasarı sınıflandırılması .....	9
4. Çizelge: KTS nedenleri .....	23
5. Çizelge: Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen hastalardaki şikayet dağılımı .....	56
6. Çizelge: Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen hastalarda provakatif testlerin dağılımı .....	57
7. Çizelge: Elektrofizyolojik olarak KTS saptanan hastalarda tüm gruplarda provakatif testlerin duyarlılık ve özgüllük değerleri .....	57
8. Çizelge: Provakatif testlerin KTS gruplarına göre duyarlılık ve özgüllükleri .....	58
9. Çizelge: Hasta ve kontrol grubunun elektrofizyolojik parametreleri .....	59
10. Çizelge: Hasta ve kontrol grubunun elektrofizyolojik parametreleri .....	61
11. Çizelge: Hasta ve kontrol grubunun elektrofizyolojik parametreleri .....	62
12. Çizelge: Hasta ve kontrol grubunun elektrofizyolojik parametreleri .....	64
13. Çizelge: Hasta ve kontrol grubunun elektrofizyolojik parametreleri .....	65
14. Çizelge: Hasta ve kontrol grubunun elektrofizyolojik parametreleri .....	66
15. Çizelge: Latans değerlerinin gruplar arasında duyarlılık ve özgüllük değerleri .....	68
16. Çizelge: KTS'nin tanısında kullanılan karşılaştırma testlerinin KTS varlığı açısından duyarlılık, özgüllük, eğri altında kalan alan ve kritik değerleri (cut off) .....	69
17. Çizelge: KTS saptanan gruplar arasında latans farkı değerlerinin duyarlılık ve özgüllük değerleri .....	70

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Karpal tünel sendromu (KTS), median sinirin el bileğinde karpal tünelde sıkışması sonucu oluşan bir tuzak nöropatidir. Tüm tuzak nöropatiler içinde en sık görüleni ve bu sebeple elektrodagnostik laboratuvarına en sık başvuru sebebidir.<sup>1,2,3</sup> KTS tanısı klinik bulgular ve fizik muayene ile konulur, elektrofizyolojik çalışmalarla kesinleştirilir.<sup>1</sup> KTS sıklığı yapılan çeşitli çalışmalarda genel populasyonda % 0,1-5 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir.<sup>1,3,4,5</sup> Karpal tünelin volar yüzünü fleksör retinakulum, dorsal tarafınıysa karpal kemikler oluşturur. Tünelin içerisinde ise median sinir, fleksor pollicis longus (FPL) kasının tendonu, fleksor digitorum superficialis (FDS) ve profundus (FDP) kaslarının dörder adet tendonu yer almaktadır.<sup>6,7,8</sup> Bu yapılarda genişleme ya da kanal içi basıncın artmasına sebep olan tüm patolojik olaylar ile sinire bası söz konusu olmakta ve bu da KTS semptomlarına yol açmaktadır.<sup>7,9</sup>

KTS 4-6. dekada kadınlarda daha sıktır ve olguların yaklaşık %50'sinde bilateral olarak ortaya çıkar.<sup>4,7,10,11</sup> Sıklıkla tekrarlayan el ve el bilek hareketleri ile titreşim, karpal tünel üzerindeki lokal bası, bileğin uygunsuz pozisyonları ve zorlayıcı el hareketleri gibi pek çok etken KTS oluşumuna katkıda bulunur.<sup>6,7</sup> KTS birçok nedene bağlı olarak ortaya çıkabilmekle birlikte hastaların bir kısmında altta yatan neden saptanamamakta ve bu durumda idiyopatik KTS terimi kullanılmaktadır.<sup>6,7</sup> Diyabetes mellitus, hipotiroidizm, akromegali gibi endokrin bozukluklar, kronik böbrek yetmezliği, amiloidoz, romatoid artrit gibi sistemik hastalıklar, travmatik sebepler, anatomik varyasyonlar ve enfeksiyonlar, gebelik, obezite, kortikosteroid kullanımı, östrojen kullanımı gibi birçok sebep KTS'ye neden olabilmektedir.<sup>6,7,10,11,12,13</sup>

Tipik olarak hastalar gece ellerde özellikle ilk üç parmakta olan yanma, elektriklenme, uyuşma yakınmaları ile hekime başvurmaktadır.<sup>6,7,10,12,14</sup>

Muayenede değişken duyarlılık ve özgüllüğe sahip provakatif testler kullanılmaktadır.<sup>15</sup> Phalen testinin duyarlılığının %42-85, özgüllülüğünün %54-95, Tinel belirtisinin ise duyarlılığının %38-100, özgüllülüğünün %55-100, Durkan testinin duyarlılığının %46-87, özgüllülüğünün %25-90, olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.<sup>16,17,18,19,20</sup> Flick bulgusunun duyarlılığı ise %37 ve yalancı pozitif oranı ise %26 olarak bildirilmiştir.<sup>7</sup>

Elektrofizyolojik testler KTS tanısını desteklemede oldukça spesifik olup, tuzaklanma seviyesini ve median sinir basısının ciddiyetini belirlemede ve diğer nöropatik durumların ayırıcı tanısında yararlıdır.<sup>12,21,22,23</sup>



KTS tanısında kullanılan çeşitli elektrofizyolojik yöntemler mevcuttur. Bu testlerden bazıları; abduktor pollisis brevis (APB) kasından kayıtlı median sinir motor ileti incelemesi, lumbrikal-interosseöz kaslardan kayıtlı median-ulnar sinir uyarımı, 1., 2., ve 3. parmaktan kayıtlı median sinir duyuşal ileti incelemesi, avuç içi-bilek segmentinde median sinir duyuşal ileti incelemesi, 4. parmaktan kayıtlı median-ulnar sinir duyuşal ileti incelemesi, 1. parmaktan kayıtlı median-radial sinir duyuşal ileti incelemesidir.<sup>2,12,13</sup>

Elektrodiagnostik Tıp Derneği (*Association of Electrodiagnostic Medicine*), KTS tanısında konvansiyonel elektrodiagnostik testlerin duyarlılığını %50-85, özđüllüđünü ise %95 ve üzeri olarak bildirmiştir.<sup>24,25</sup> Konvansiyonel elektrodiagnostik testler içinde en duyarlı yöntem median sinir duyu distal latansının uzaması olarak gösterilmiştir.<sup>24,26,27,28,29</sup> Sinir ileti hızı çalışmaları aynı zamanda median sinir kompresyonun derecesini kantitatif olarak değerlendirmede yardımcı olur.<sup>12</sup> Yüzde 10-15 oranında yanlış negatif sonuç elde edilebilir.<sup>21</sup>

Semptom ve bulguları olan ancak standart elektrofizyolojik teknikler kullanılarak tanı konulamayan hastalar da bulunmaktadır. Hafif dereceli olgularda elektrofizyolojik olarak rutin sinir ileti testleri ile tanı koymak zorlaşabilmektedir.<sup>2</sup> Bu durumda KTS tanısı için sinir ileti karşılaştırma testleri kullanılmaktadır.<sup>2</sup> Karşılaştırma testleri; rutin median sinir duyuşal ve motor ileti çalışmalarına ilave olarak yapılan, karpal tünelde median sinir yavaşlamasını daha duyarlı bir şekilde gösterebilen, median sinirin aynı eldeki diğer sinirlerle elektrofizyolojik olarak karşılaştırılması amacıyla geliştirilmiş testlerdir. Eldeki diğer sinirler içinde sıklıkla ulnar, daha az oranda radial sinir kullanılmaktadır.<sup>2,25,30</sup> KTS'nin elektrofizyolojik tanısında, karşılaştırma testlerinin rutin elektrofizyolojik çalışmalardan daha duyarlı olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.<sup>27,31</sup> Fakat literatürde kullanılan karşılaştırma testleri arasında değişken duyarlılık ve özđüllük değerleri mevcuttur.<sup>32,33,34</sup>

Bu çalışmada klinik ve elektrofizyolojik olarak KTS tanısı konulmuş hastalarda elektrofizyolojik değerlendirmede kullanılan karşılaştırmalı testlerin tanısalliklerinin ve duyarlılıklarının karşılaştırılması amaçlandı.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Tuzak Nöropatiler

Fokal nöropatiler travmatik ve nontravmatik nedenlere bağlı olarak gelişebilirler. Travmatik olmayan nedenler arasında en çok rastlanılanlar kompresyon ya da tuzak nöropatileridir (1. Çizelge).

#### 1. Çizelge: Fokal nöropati nedenleri

<b>TRAVMATİK</b>
A- Periferik sinir yaralanmaları
<b>NON TRAVMATİK</b>
<b>A- Kompresyon nöropatileri</b>
- Akut kompresyon nöropatileri - Kronik kompresyon nöropatileri
<b>B- İnfeksiyöz nöropatiler</b>
- Bell paralizi - Brakial pleksus nöropatisi (nöraljik amyotrofi) - Lomber pleksus nöropatisi - Herpes zoster nöropatisi - Lepra mononöropatisi
<b>C- Vaskülitik fokal nöropati</b>
<b>D- Radyasyon nöropatisi</b>
<b>E- Tümör kaynaklı nöropatiler</b>
- Nörofibroma - Karsinomatöz nöropati

Kompresyon nöropatisi herhangi bir nedene bağlı bir bası nedeniyle oluşan sinir hasarıdır. Tüm tuzak nöropatileri kompresyon nöropatisidir ancak tüm kompresyon nöropatileri tuzak kaynaklı değildir. En çok eksternal basıya uğran sinirler ulnar, peroneal ve radial sinirlerdir. Median sinir ise en sık tuzaklanan sinirdir.<sup>13</sup> (2. Çizelge).

## 2. Çizelge: Akut ve kronik kompresyon nöropatileri<sup>12</sup>

<b>Kompresyon Nöropatileri</b>
<b>A- Akut Kompresyon Nöropatileri</b>
- Turnike Paralizisi
- Cumartesi Gecesi Paralizisi
- Çaprazlanmış Bacak Paralizisi
- Perioperatif Ulnar Sinir Paralizisi
<b>B- Kronik Kompresyon Nöropatileri (Tuzak nöropatileri)</b>
- Karpal Tünel Sendromu
- Kübital Tünel Sendromu
- Tarsal Tünel Sendromu
<b>C- Herediter Kompresyon Nöropatileri</b>

### 2.1.1. Akut Kompresyon Nöropatileri

Akut kompresyon nöropatisi uzun süreli kompresyonu takiben gelişir. En klasik örneği Cumartesi gecesi paralizisi olarak adlandırılan tablodur. Turnike paralizisi, çaprazlanmış bacak paralizisi ve perioperatif ulnar sinir paralizisi akut kompresyon nöropatilerine örnek olarak gösterilebilir. Turnike paralizisi iyi bilinen ancak nadir bir akut kompresyon nöropatisidir. Pnömatik turnikenin distalindeki sinirlerde duyu ve motor hasar oluşur. Daha çok üst kola uygulandığı için median, ulnar ve radial sinir paralizileri de görülebilir.<sup>13</sup>

Akut kompresyon, hızlı ve motor tutulum hakim olarak başlar. Ağır olgularda Wallerian dejenerasyon da olabilir. Karakteristik elektrofizyolojik bulgu olan ileti bloğundan fokal demyelinizasyon sorumludur ve gelişen paraliziyi açıklar. Prognoz iyidir ve cerrahi dekompresyon endikasyonu yoktur.<sup>13</sup>

### 2.1.2. Kronik Kompresyon (Tuzak) Nöropatileri

Periferik sinirlerin vücudun bir segmentinden diğer bir segmentine geçiş yerlerinde yer alan fibroosseöz tünelde sıkışması tuzak nöropati olarak tanımlanmaktadır.<sup>35</sup>

Tuzak nöropatisi oluşumunda başlıca üç faktör rol oynar.

Bunlar:

- 1- Periferik sinirin kronik basıya uğradığı yerin anatomik özelliği,
- 2- Bası yerindeki hareket özellikleri,
- 3- Sistemik özellikler.

Bu üç faktör sinir üzerinde basınç, germe, sürtünme, angulasyon, distorsiyon gibi mekanizmalarla etkili olur.<sup>12</sup>

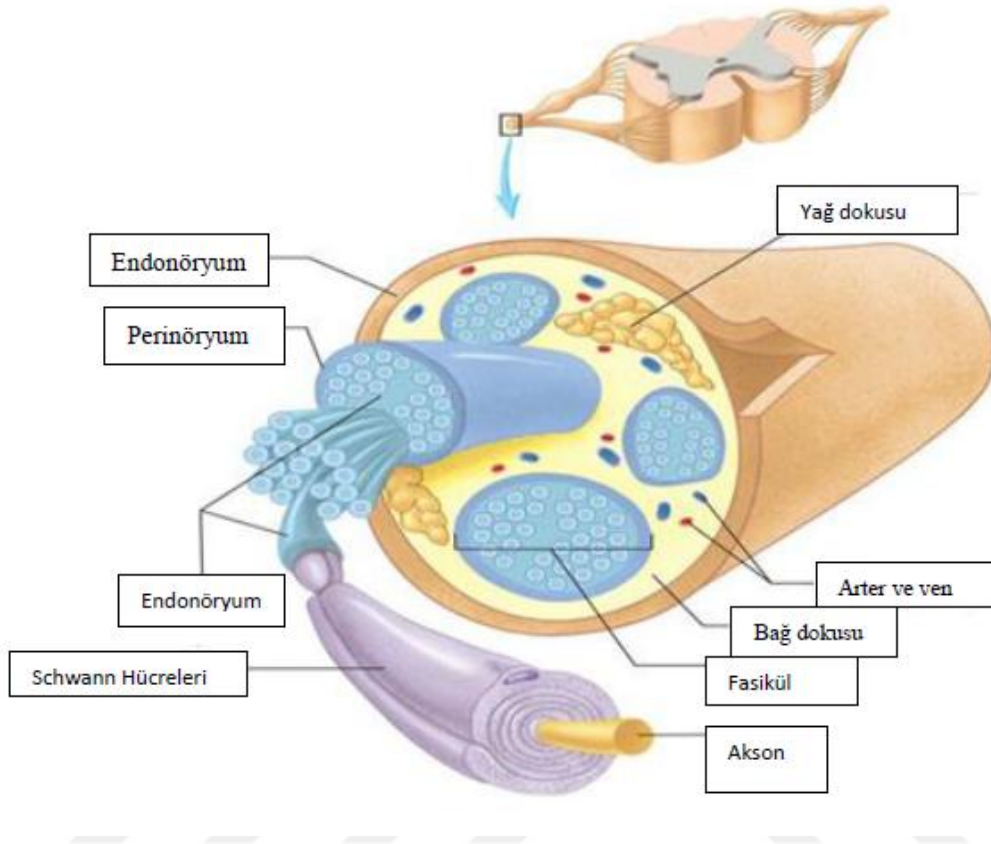
Tutulan sinire bağlı olmaksızın tüm tuzak nöropatilerinin ortak özellikleri vardır. En belirgin semptomlar duyuşal bulgular olup ağrı ve uyuşukluk sık olarak görülür. Genellikle periferik sinirin dağılım alanında ağrı vardır. Ağrı geceleri daha ağırdır, istirahatle ve aktivite ile artabilir. İlerlemiş olgularda motor güçsüzlük ve kas atrofisi olabilir. Etkilenen bölgenin muayenesinde hassasiyet ve Tinel bulgusu sıktır. Tuzak yerinin kesin olarak saptanabilmesi için elektrodiagnostik çalışmalar esastır.

Vücutta en sık karşımıza çıkan tuzak nöropatileri sırasıyla KTS, kübital tünel sendromu, fibula başı hizasında peroneal sinir tuzak nöropatisi ve tarsal tünel sendromudur.

Periferik sinirler; aksonlar, schwann hücreleri, vasküler yapılar, myelin tabakalar, fibrositler ve epinöryum, perinöryum ve endonöryumdan oluşan bir bağ dokudan ibarettir. Periferik sinirler bu bağ dokusu yapıları tarafından fasiküller şeklinde düzenlenmiştir. Sinirin en dışındaki bağ dokusu tabakası epinöryum olarak tanımlanırken fasiküller arasındaki epinöryum uzantısı interfasiküler epinöryumdur. Perinöryum, her bir fasikülü çevreleyen, endonöryum ise her bir aksonu çevreleyen bağ dokusudur. Periferik sinirler çevre doku ile ilişkilerini mezonöryum denilen gevşek areolar doku ile sürdürürler. Periferik sinirler, iki major ve bir minör longitudinal arteryel sistem tarafından beslenmektedir. Major arteryel sistemler periferik sinirlerin epinöryum ve interfasiküler epinöryumunda yer alırken, minör arteryel sistemler perinöryum ve endonöryumda yer almaktadır. Bu sistemler birbirleri ile bağlantılar ile pleksus benzeri bir yapı oluşturmaktadır (1. Çizim).<sup>35</sup>

Periferik sinir yaralanmalarında lezyonlar Seddon ve Sunderland sınıflamasına göre derecelendirilmiştir. Bunlar; Seddon sınıflamasına göre nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis'dir. Sunderland'a göre ise 5 dereceye ayrılmıştır.

## 1. Çizim: Periferik sinir kesiti



### a. Sunderland'a göre I. derece lezyonlar (Seddon sınıflamasına göre nöropraksi)

Bu tip yaralanmalarda akson bütünlüğünün korunmasına rağmen sinir iletimi engellenmektedir. Patolojik değişiklik olmadığı için wallerian dejenerasyon ve gerçek rejenerasyon da yoktur. Sadece segmental demyelinasyon ve remyelinasyon vardır. Geçici tam motor paralizi de zaman içerisinde tam ve hızlı iyileşme gerçekleşir. Bu tip dejenerasyonların prototipi uyku basısı parezisidir. Bu lezyonlarda görülebilir bir morfolojik hasar oluşmuşsa, paranodal veya segmental demyelinizasyon söz konusudur. Nöropraksi tanısı için, yani Sunderland'a göre I. derece lezyonlarda, lezyonun olduğu bölgede tanı için ileti bloğu gösterilmelidir. Bu tip lezyonların prognozu iyidir, birkaç saat veya haftalar içinde geriye dönüş olur. Nadir de olsa düzelmeyen vakalarda bekleme süresi 3 aydır. Konservatif tedaviye cevap vermeyen durumlarda cerrahi eksplorasyon önerilir.<sup>35,36</sup>

## **b. Sunderland'a göre II. derece lezyonlar (Seddon sınıflamasına göre aksonotmezis)**

Akson bütünlüğünün bozulmasına bağlı komplet motor, duyu, otonom kayıp bulunmaktadır. Gerçek patolojinin varlığına bağlı olarak wallerian dejenerasyon görülmektedir. Bazal membran ve endonöryum sağlam olduğu için tam reinnervasyon ve tam fonksiyonel iyileşme vardır. İyileşme, motor son plak ve duyu son organın lezyona olan uzaklığına bağlıdır. Elektromiyografik bulgular nöropraksidedeki gibi sadece ileti bloğu ile sınırlı değildir. Sinirin periferinde ileti de kaybolmuştur. İlerleyici atrofiler nadir de olsa görülebilir. Bu şekildeki lezyonlarda giderek bir iyileşme görülür; ancak bunun için gerekli süre nöropraksiye göre oldukça uzundur. Konservatif tedaviye cevap vermeyen olgularda yapılan nöroliz sonrası iyileşme için en az 6 ay beklenmelidir.<sup>35,36</sup>

## **c. Sunderland'a göre III. derece lezyonlar**

Bu vakalarda lezyon yerinde endonöral yapılarda hasar mevcuttur. Perinöryum fasikülleri ve bununla birlikte fasiküllerin yapısı ve aynı şekilde epinöryum sağlam kalmıştır. Aksonların dalları lezyonun proksimalinden çıkar, ancak endonöral yapıların bozulmasına bağlı olarak gerçek bir son organa ulaşma mümkün olmayabilir. Bundan dolayı bu lezyonlarda önemli ölçüde fonksiyonların tümü tam olarak geri dönmez. Bu vakalarda epinöryumun epifasiküler fibrozisi nedeni ile beklenen rejenerasyon oluşmayabilir. Bu tür yaralanmalarda nöroma eksizyonu, epinöral onarım ve interfasiküler greftleme cerrahi seçeneklerdir. Prognostik faktörler olarak paralizi süresi, hasta yaşı, lezyon seviyesi ve hangi tip sinir tutulumunun olduğu bilinmelidir. Motor iyileşmenin 10 aydan uzun süre devam etmesi kötü prognozdur.<sup>35,36</sup>

## **d. Sunderland'a göre IV. derece lezyonlar**

Bu vakalarda perinöryumun da devamlılığı bozulmuş ve lezyon bölgesindeki fasiküler yapı kaybolmuştur. Epinöryum dışındaki tüm dokularda hasar vardır. Hasar bölgesinde büyük bir skar alanı oluşur. Skar dokusunun varlığı ve aksonal rejenerasyona rehberlik edebilecek mezenkimal dokunun olmaması aksonların distale doğru ilerlemesini engeller. III. derece yaralanmalarda olduğu gibi nöroma gelişimi ve yanlış reinnervasyon söz konusudur. Tam fonksiyonel kayıp vardır. Cerrahi tedavi olmaksızın iyileşme beklenmez. Tek karar verilmesi gereken cerrahinin zamanlamasıdır.<sup>8,36</sup>

#### **e. Sunderland'a göre V. derece lezyonlar (Seddon sınıflamasına göre nörotmezis)**

Sinir bütünlüğünün tam olarak kaybı söz konusudur. Yaralanma mekanizması genellikle keskin ve delici aletlerin neden olduğu kesiler ve iyatrojenik nedenlerdir. Çok sınırlı rejenerasyon ve iyileşme kapasitesine sahiptir. Nöronal bütünlüğün sağlanabilmesi ve aksonal rejenerasyonun gerçekleşebilmesi için mutlaka cerrahi tamir gereklidir.<sup>8</sup> (3. Çizelge) (2. Çizim).

Tuzak nöropatilerin patolojisinde vasküler ve mekanik faktörler birlikte etkili olmaktadır. KTS'de median sinirin içindeki basıncın artması iskemiye bağlı olan ilerleyici patolojik değişikliklere yol açar. Evre I'de venöz tıkanıklık ve iskemi, Evre II'de anoksi ve ödem, Evre III'te ise arter oklüzyonu ve fibrozisi gelişir. Mekanik kronik kompresyon lokal demiyelinizasyona yol açabilmektedir. Kronik olarak basıya uğrayan sinirlerin histolojik incelemeleri değişik derecelerde segmental demiyelinizasyon ve wallerian dejenerasyonu göstermektedir.<sup>12</sup>

Periferik sinir sisteminin yaralanma sonrası iyileşme kapasitesi, santral sinir sistemine oranla çok daha fazladır. Bu hasarlanmış sinir segmentinin dejenerasyonu ile başlayan ve aksonal rejenerasyon ve remiyelinizasyon ile devam eden bir süreçtir. Primer, travmatik ya da retrograd dejenerasyon travma sonucu ortaya çıkar ve sekonder (wallerian) dejenerasyona oranla daha ender görülür. Bu durumda dejeneratif süreç, hasarlanmış alandan proksimaldeki en yakın ranvier düğümüne ilerler ve bu noktada rejenerasyon süreci başlar.<sup>6</sup>

Sekonder dejenerasyon (wallerian dejenerasyon), anterograd olup hasarlanmış noktadan distale doğru ilerler. Sıklıkla en yakın ranvier düğümüne proksimal dejenerasyon eşlik edebilir. Wallerian dejenerasyonu, yaralanma sonrası ikinci veya üçüncü günde miyelin büzüşmesi ile başlar, 2-3. günde sinir bileşenleri parçalanır ve aynı zamanda nörofibriller dejenerasyon gerçekleşir. Sinir gövdesi şişer ve çekirdek hücre periferine doğru yer değiştirir. Nöron ödemi ve kromatolizis 10-20 gün devam eder. Bu değişiklikler proksimal lezyonlarda daha belirgin ve daha uzun sürelidir. Başlangıçta miyelinsiz olan aksonlar distal periferik sinir kalıntısı ile birleşirler ve miyelin kılıfa sahip olurlar, daha sonra hem kılıfın hem de aksonun çapı artar. Eğer devamlılıkta 2 mm'yi aşan bir kesinti varsa, yeniden bağlantı sağlanması ihtimali daha azdır. Sinir hasarının derecesini etkileyen bir faktörde, liflerin sinir içindeki anatomik dizilişidir. Genel olarak en dıştaki lifler

derindekilere göre basıya daha yatkındır. Tam anlaşılamamış nedenlere bağlı olarak, sinire bası, belli fasiküllerde seçici hasar yapabilmektedir.<sup>8,10,13,35,36,37</sup> Seddon'un sınıflaması daha basit ve pratik olduğu için literatürde daha çok kullanılır.

**3. Çizelge:** Seddon ve Sunderland'a göre periferik sinir hasarı sınıflandırılması

Seddon	Sunderland	Patoloji	Patogenez
<b>Nöropraksi</b>	I. derece	Myelin kılıfı hasarı ya da iskemisi	Haftalar-aylar içinde tam düzelme
<b>Aksonotmezis</b>	II. derece	Akson yitimi, endonöral tüp sağlam	Kasın uzaklığına bağlı olarak iyi
<b>Nörotmezis</b>	III. derece	Akson yitimi, endonöral tüp hasarlanmış, perinöral ve epinöral tüp sağlam.	Cerrahi gerekebilir
	IV. derece	Akson yitimi, endonöral ve perinöral tüp hasarlanmış, epinöral tüp sağlam	Cerrahi gerekir
	V. derece	Akson yitimi, epinöral tüp hasarlanmış	Spontan düzelme yok cerrahi gerekir.

**2.1.2.1. Median Sinir Nöropatileri**

Median sinir, seyri esnasında aksilla, üst kol, dirsek, ön kol proksimali ve el bileğinde kompresyona uğrayabilir.

Aksillada tek başına veya ulnar ve radial sinir ile beraber, koltuk değneklerinin yanlış kullanımı sonucu, kurşun yaralanmaları, omuzun öne dislokasyonları ve aksiler arteriografinin komplikasyonu gibi nedenlerle median sinir nöropatisi gelişebilir.

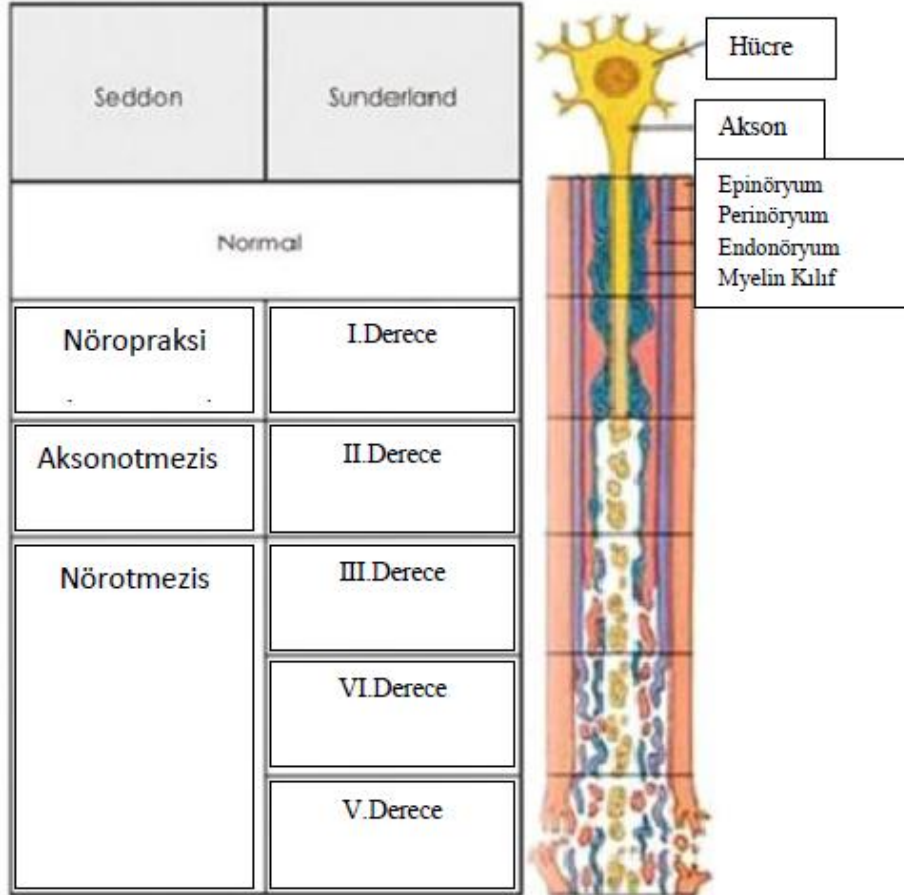
Üst kolda uyku sırasında, kesici-delici alet yaralanmalarında, humerus shaftı fraktürlerinde ve cerrahi esnasında üst kola uygulanan turnikeler ile median sinir hasarlanabilir.

Dirsekte median sinir nöropati nedenleri ise suprakondiler spur ya da struter ligamanı (Struther sendromu), lacertus fibrozus, pronator teres sendromu, suprakondiler humeral



fraktürler, medial epikondilde fraktürler, dirsek dislokasyonları ve enjeksiyon yaralanmalarıdır.

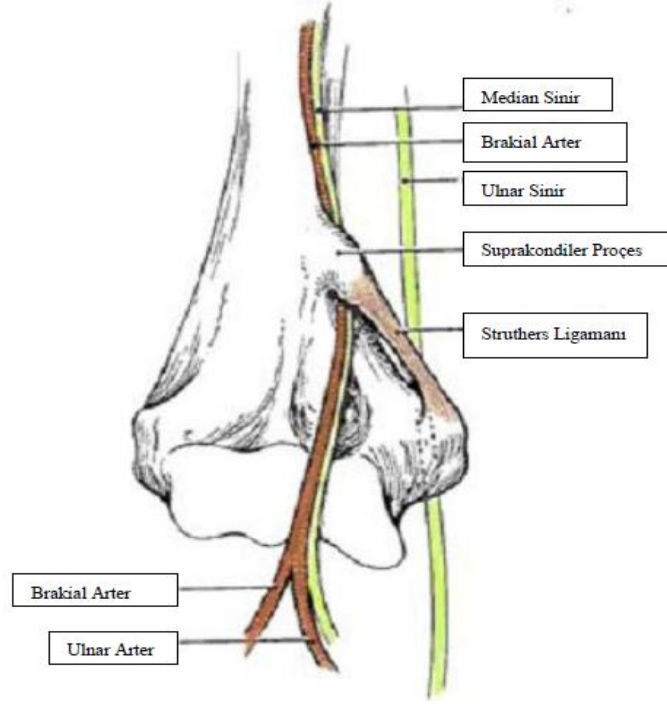
## 2. Çizim: Seddon ve Sunderland sınıflamasına göre patoloji



### 2.1.2.1.1. Struther Sendromu

Humerusun anteromedial yüzünde, medial epikondilin 5-6 cm proksimalinde gaga şeklinde bir kemik çıkıntısı olabilir. Buna suprakondüler spur denir. Bu çıkıntı üzerinden bir ligament mediyal epikondile uzanır. Brakiyal arter ve ven de bu ligamanın altından geçer. Bu ligamana da Struther ligamanı adı verilir. Bu ligaman normal populasyonun % 1-3'ünde mevcut olmakla birlikte ligamanın bulunduğu kişilerde bu tuzaklanma nadir olarak görülür. Tanı X-ray ile konur, spur palpe edilebilir. Dirence karşı 120-135° dirsek fleksiyonunda semptomların olması Struthers ligamanı altında sıkışmayı düşündürür.<sup>6,8,13,35,36,37</sup> (3. Çizim).

### 3. Çizim: Struther ligamanı ve suprakondiler proçes



#### 2.1.2.1.2. Lacertus Fibrozus Tuzaklanması

Median sinir dirseği katederken önce lacertus fibrosus denen kalın bir fasyal bant altından geçer. Bu fasya biceps kasının tendonundan başlayıp, daha sonra pronator teres kasının yüzeysel ve derin kısımları arasındaki boşluktan geçerek, FDS kasının altına kadar uzanır. Bu bant herkeste olmakla birlikte bazılarında daha kalındır. Ön kolun zorlamalı fleksiyon ve supinasyonunda ortaya çıkan semptomlar lacertus fibrosus sendromunu düşündürmelidir. Klasik olarak elin avuç içinin ve parmakların derisinde duyum azalır veya kaybolur. Baş ve 2. parmağın avuç içine fleksiyonu, kolun supinasyonu güçleşir<sup>6,8,13,35,36,37</sup> (4. Çizim).

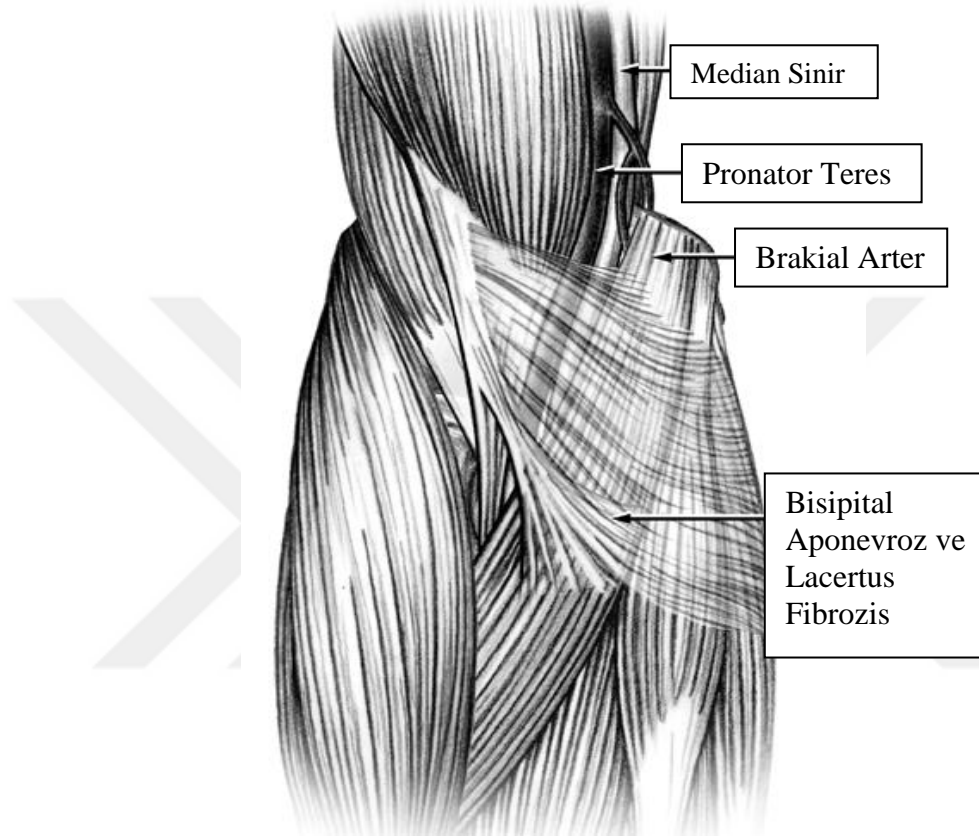
Ön kol proksimalinde olan median sinir nöropatileri, bisipital aponevrozla kompresyon sonucu ortaya çıkan pronator teres sendromu ve anterior interosseöz sendromudur.<sup>13</sup>

#### 2.1.2.1.3. Anterior İnterosseöz Sendromu

Median sinirin en geniş dalıdır. Median sinir pronator teres kasının iki başı arasından çıktıktan sonra ayrılarak derinde, anterior interosseos membran ve FDP kası arasında seyredir. Tümüyle motordur ve fleksör pollisis longus, II. ve III. FDP ve pronator quadratus kaslarını innerve eder. Esasında kutanöz inervasyonu yoktur fakat derin duyu lifleri vardır. Hastalar karakteristik olarak baş ve işaret parmakları ile daire şeklini

oluşturamazlar (çimdik bulgusu, OK bulgusu) ve bu fincanı parmaklar arasında sıkı kavrayamaz (5. Çizim). Dirsek fleksiyonda pronasyon zayıflığı pronator quadratustaki güçsüzlüğü gösterir.<sup>13</sup> Bu nöropatide duyuusal hasar olmadığı varsayılır.<sup>2,13,35</sup>

#### 4. Çizim: Önkolda bisipital aponevroz ve lacertus fibrozis



#### 2.1.2.1.4. Pronator Teres Sendromu

Pronator Teres Sendromu (PTS), median sinirin pronator teres kasından geçerken uğradığı kompresyon veya irritasyona bağlı olarak oluşur. Ön kolun volar yüzünde, tekrarlayıcı ön kol pronasyonu ile kötüleşen sızı ve ağrı, ön kolun dirence karşı zorlu pronasyonunda median sinir dağılım alanında parestezi, pronator teres kasında hassasiyet ve sertlik, dirsekte median sinirde hassasiyet ve tinel testi pozitifliği karakterstik semptom ve bulgulardır.<sup>13,35</sup>

Median sinirin el bileğinde oluşan nöropatisi ise KTS'dir

## 5. Çizim: Çimdik bulgusu



## 2.2. KARPAL TÜNEL SENDROMU

### 2.2.1. Tanım

Median sinirin el bileğinde karpal tünel içinde kompresyonu sonucu oluşan klinik tabloya KTS adı verilmektedir.<sup>1,2,12,22</sup> KTS tuzak nöropatilerinin en sık görülenidir ve median sinir lezyonlarının en sık şeklidir.<sup>1,2,7,10-12,22,38</sup> Elektrodiagnostik laboratuvarına en sık gönderilme nedenleri içinde ilk sıradadır.<sup>1,2,3,22,25,39</sup> Erkeklerde yaşla beraber KTS insidansı artmakta; kadınlarda ise 45-54 yaşlar arasında tepe yapmaktadır.<sup>39</sup>

### 2.2.2. Tarihçe

Median sinirin karpal tünelden geçerken sıkışması ilk olarak 1854 yılında Paget tarafından biri post travmatik, diğeri idiyopatik iki vakada açıklanmıştır. Klinik tablonun belirtilmesinin ardından 1913 yılında Marie ve Foix KTS'de median sinirin patolojik değişikliklerini tanımlamışlardır. Moersh, 1938 yılında spontan sinir basısının ilk tanımlamasını yapmıştır ve sendroma şimdiki adını vermiştir. Phalen 1950'den itibaren

yayınladığı bir seri makale ile dikkatleri tekrar KTS üzerine çekmiştir. 1947 yılında Brain, Wright KTS terimini kullanmışlardır.<sup>1,6,9,11</sup>

### **2.2.3. Epidemiyoloji**

Yapılan çalışmalarda çalışmalarda genel popülasyonun %0,1-10'unda KTS'ye rastlandığı bildirilmiştir.<sup>1,3-515,41</sup> Papanicolaou ve arkadaşları 2001 yılındaki prevalans çalışmasında bu oranın %3,72 olduğunu belirtmişler.<sup>37</sup> Atroshi ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada ise 2466 katılımcının 354'ünde elde median sinir dağılımında uyuşukluk ve karıncalanma bildirmişler. Klinik muayenede ise 94 hastada kesin KTS tanısı koyduracak semptomatik bulgular tespit etmiş olup 120 hastada ise sinir ileti çalışmaları ile karpal tünelde median sinir nöropatisi tespit etmişler.<sup>4</sup>

### **2.2.4. Anatomi**

#### **2.2.4.1. Karpal Tünel Anatomisi**

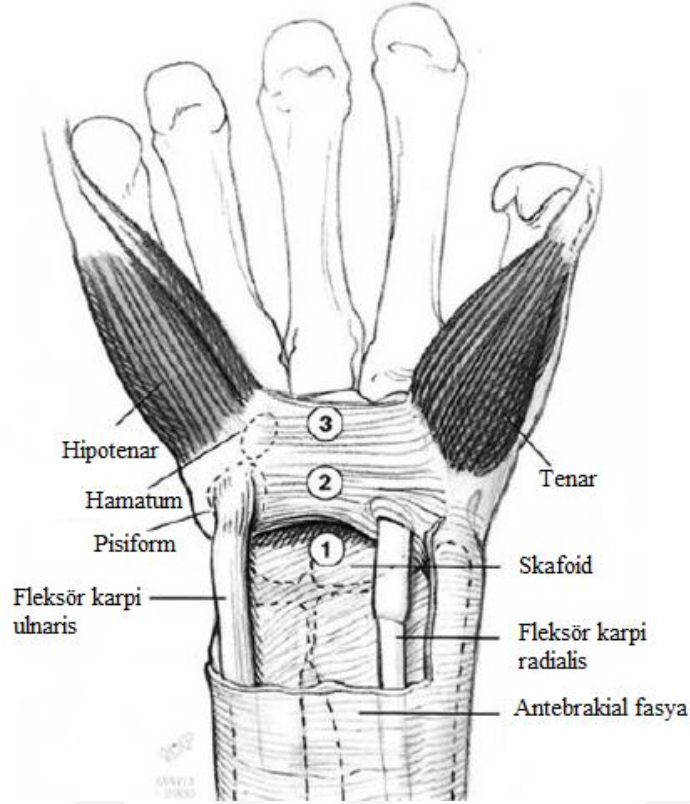
Karpal tünel el bileğinin palmar yüzünde bulunan, karpal kemikler ve fleksör retinakulumdan oluşan fibroosseöz bir geçiş kanalıdır (6. Çizim). Distal ön kolu avuç içinin derin düzleminin orta bölümüne bağlar. El bileğinin kemik elemanları el bileğinin palmar yüzünde içbükey bir oluk oluştururlar.<sup>23</sup> Bu oluk dört kemik çıkıntı ile sınırlanır. Bunlar proksimalde pisiform ve skafoid kemikler, distalde ise hamat kemiğin kancası ve trapeziumdur. Bu oluk karpal tünelin tabanını oluşturur ve fleksör retinakulum (klinik terminolojide transvers karpal ligaman da denir) tarafından kapatılır. Böylece karpal tünel oluşur. Distal bilek çizgisinden başlayarak tenar eminensiyadan çizilen çizginin ortalarına dek uzanan yaklaşık 4-5 cm uzunluğundaki kanalıdır.<sup>23,42</sup> Fleksör retinakulum radiusun distalinden 3. metakarpal kemiğin proksimal metafizine uzanır. Fleksör retinakulum üç ayrı bölümde incelenebilir. Proksimal kısmı derin antebrakiyal fasyanın devamıdır. Daha distalde de tenar ve hipotenar kaslar arasında bir aponöroz olarak devam eder. Palmaris longus (PL) tendonu fleksör retinakulumun üstünden geçer ve palmar fasya ile birleşir. Süperfisyal palmar arkus transvers karpal ligamanın distal ucundan yaklaşık olarak 2 ile 26 mm uzaklıkta yer alır. Yer aldığı yağ dokusunun içinde median sinirle ulnar sinir arasında yer alan rami kominikantes bulunur. Bu dal digital sinirler arası bağlantı sağlar. Cerrahi sırasında zedelenmesiyle orta ve yüzük parmaklarda pareteziler oluşur.<sup>42</sup> Karpal tünelin en dar yeri en proksimal sınırının (yaklaşık hamat kemiğin kancasının olduğu bölge) 2-2,5 cm distalindedir (20 mm kadar). Transvers karpal ligamanın da en kalın yeri hamat

kemiğin kancasına ve trapezium kemiğine tutunduğu yerdir ki burası da karpal tünelin en dar olduğu yere karşılık gelir. Karpal tünelin girişi en derin yerinde 12 mm'dir. Burası tünelin tam ortasına, karpal kemiklerin proksimal sırasına denk gelir. Radial ve ulnar taraflarda karpal tünel daha sığıdır.<sup>23</sup>

Karpal tünelin içinden geçen yapılar median sinir, median arter ve dokuz adet fleksör tendondan oluşmaktadır. Dokuz tendonun dört tanesi FDS dört tanesi FDP ve bir tanesi de FPL kaslarına aittir (6. Çizim). FPL bu tendonların en radialde olanıdır. Radius ve interosseöz membrandan köken alır. Fleksör pollisis brevis kasının yüzeysel ve derin başları arasından geçerek başparmağın proksimal falanksında sonlanır. FDS kası ise distal humerusun medial epikondilinden ve radiusun proksimal kısmında koronoid çıkıntıdan köken alır ve önkolun ortasında 4 kas göbeğine ayrılır. Karpal tünelin içinde FDS'nin 3. ve 4. parmaklara giden tendonları, 2. ve 5. parmaklara giden tendonlarına göre daha santralde yerleşmiştir. FDP kası ise ulnanın proksimal 2/3 kısmından ve interosseöz membrandan köken alır. Kasın radial yarısı 2. parmağa giden FDP'yi, ulnar yarısı da 3., 4. ve 5. parmaklara giden FDP'yi oluşturur. Bu dört tendon parmakların distal falankslarına ayrı ayrı uzanır. FDS tendonlarının dorsalinden karpal tünelin de en dorsal kısmından geçerler. Tendonların üzerinde mezodermal doku bulunur. Bu doku hem tendonların beslenmesini hem de kayganlaşmayı sağlar. Ulnar bursa parmak süperfisyel ve derin fleksör tendonlarını çevreler. FPL tendonunu da çevreleyen ayrı bir radial bursa vardır.<sup>21,23</sup> (7.Çizim).

Median sinir fleksör retinakulumun hemen altında yer alır. Distal radius seviyesinde sinir yuvarlak veya ovaldir. Pisiform ve hamat kemik seviyesinde ise elips şeklindedir. Median sinirin hem pozisyonu hem de şekli fleksiyon ve ekstansiyon sırasında değişime uğrar. Bilek nötral pozisyondayken, median sinir 2. parmağın FDS tendonunun önünde veya 2. parmağın fleksör digitorum tendonu ve FPL tendonunun arasında posterolateralde yer alır.<sup>23</sup> Fleksör tendonlar ve fleksör retinakulum arasında kalan boşluk oldukça dardır ve median sinir normal koşullarda bile bu tünel içinde fleksör retinakulum tarafından normal bilek hareketleriyle bile sıkıştırılmaya elverişlidir.<sup>21,23</sup> El bileği fleksiyonu ile fleksör retinakulum radiusa yaklaştığı için karpal tünelin proksimal açıklığının kesit alanı önemli ölçüde daralır. Kapitat kemiğin distal ucu da bu açıklığa bası yapar. Aşırı derecede ekstansiyonda da lunat kemik tünelin içine doğru itilir. Bu da tünelin daralmasına sebep olur.

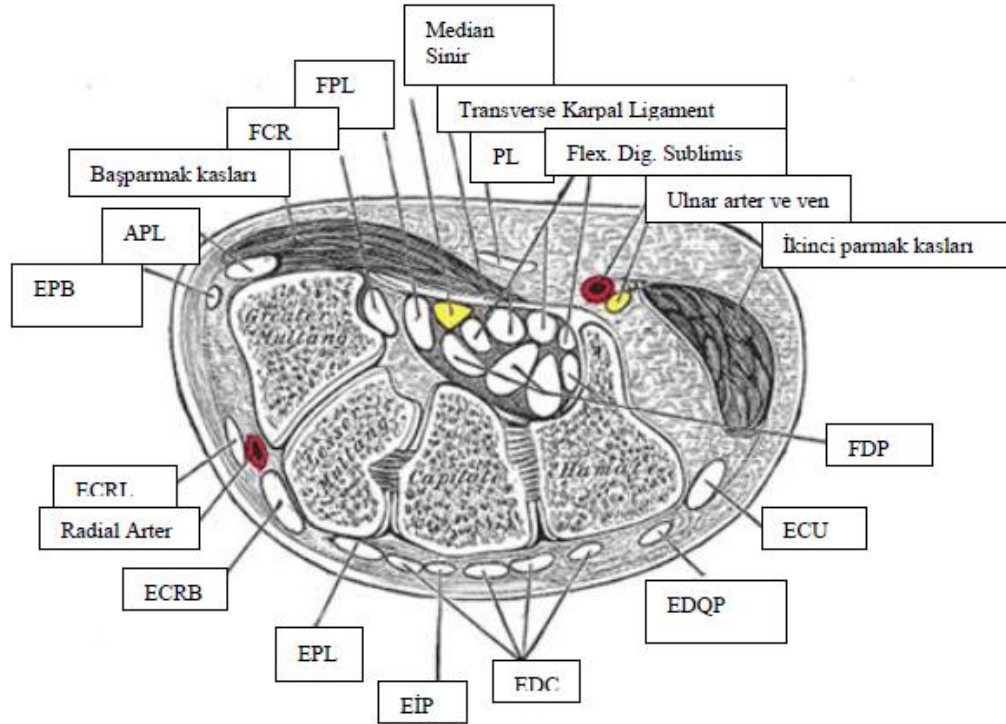
## 6. Çizim: Karpal tünelin anterior (palmar) anatomisi



- 1-Fleksör karpi radialis ve fleksör karpi ulnaris tendonları arasında karpal tünelin girişi,
- 2-Fleksör retinakulumun en kalın yeri,
- 3-Karpometakarpal ekleme doğru ilerledikçe fleksör retinakulumun incelişi.

Nötral pozisyonda tünel içi basınç 2 mm Hg iken, maksimum fleksiyonda bu basınç 42 mm Hg'ya, maksimum ekstansiyonda ise 33 mm Hg'ya çıkar. Fleksör retinakulumun genişliği (karpal tünelin uzunluğu) ortalama 22 mm'dir. Fleksör retinakulumun uzunluğu (karpal tünelin genişliği) ise ortalama 26 mm'dir.<sup>23</sup>

## 7. Çizim: Karpal tünel kesiti



**APL:** Abdüktör Pollicis Longus  
**ECRB:** Ekstansör Karpi Radialis Brevis  
**ECRL:** Ekstansör Karpi Radialis Longus  
**ECU:** Ekstansör karpi Ulnaris  
**EDC:** Ekstansör Digitorum Komminis  
**FDP:** Fleksör Digitorum Profundus  
**PL:** Palmaris Longus

**EDQP:** Ekstansör Digiti Quinti Proprius  
**EİP:** Ekstansör İndicis Proprius  
**EPB:** Ekstansör Pollicis Brevis  
**EPL:** Ekstansör Pollicis Longus  
**FCR:** Fleksör Karpi Radialis  
**FPL:** Fleksör Pollicis Longus

### 2.2.4.2. Median Sinir Anatomisi

Median sinir C6-T1 spinal sinir köklerinden dal alarak brakial pleksusun üst-orta ve alt trunkusundan oluşur.<sup>8,11</sup> Lateral fasikulus başlıca duyuşal sinir lifleri ve C5, C6 motor liflerini taşır ve bunlar pleksusun trunkus superiorundan gelir ve tenar bölge, başparmak, işaret parmağı, orta parmağın median duyuşal liflerini ve proksimal median ön kol kaslarına giden major motor lifleri oluşturur.<sup>2,37</sup> Medial fasikülüs C8-T1 liflerini taşır ve bunlar trunkus inferiorundan gelir. Ön kolun distal median ve elin motor liflerinin çoğunluğunu ve yüzük parmağının lateral kenarının duyuşunu taşır.<sup>2,37</sup> Lateral fasikulustan

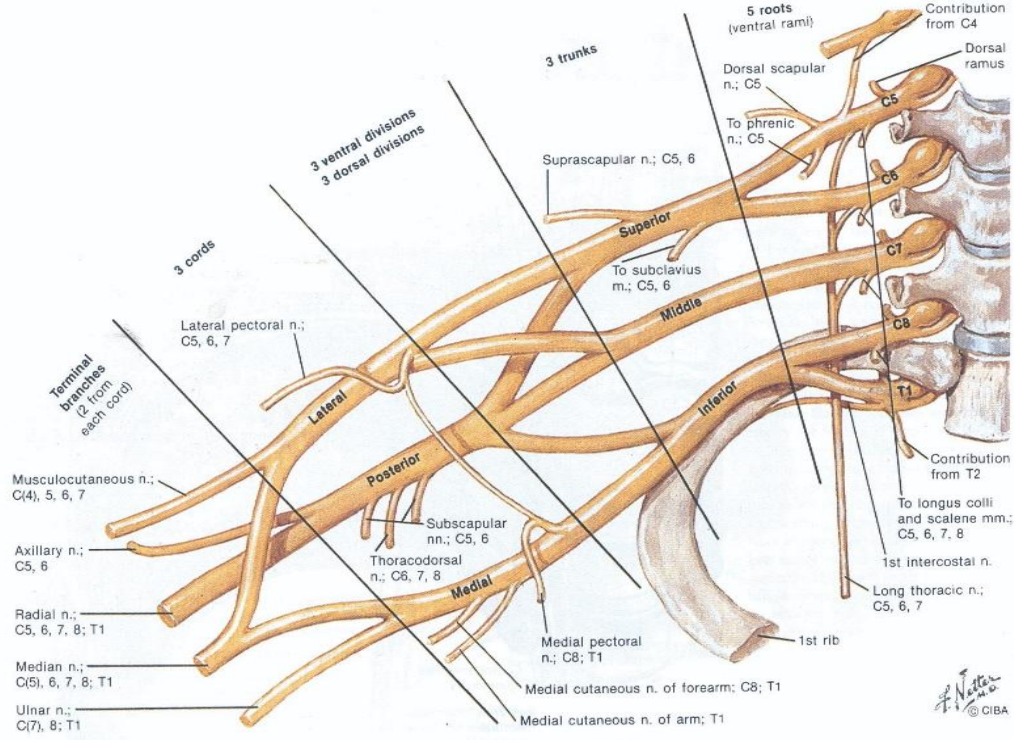


gelen lateral kök ile medial fasikülüstan gelen medial kök aksiler arterin önünde birleşerek median siniri oluşturur.<sup>9,21</sup>(8. Çizim).

Median sinir aksilladan çıktıktan sonra üst kolun medial tarafında hiçbir motor veya duyu dalı vermeden seyrederek Antekübital fossada önkola geçmeden önce brakial arterin yanında yer alır. Ön kolda pronator teres kasının iki başı arasından geçer. Bu noktada median sinir pronator teres, fleksör karpi radialis (FCR), FDS ve bazen de PL'yi innerve eder. Proksimal ön kolda saf motor dal olan anterior interosseöz sinir dalını verir. Bu dal FPL, FDP'nin 2. ve 3. parmaklara giden medial başını ve pronator kuadratus kasını innerve eder. Median sinirin ana gövdesi ise FDS ve FDP arasında ilerleyerek bileğe kadar gelir. El bileğinin hemen proksimalinde karpal tünelden geçmeyen palmar kütanöz duyu dalını verir. Bu dal transvers karpal ligamanı delerek tenar eminensiya üzerindeki deriyi innerve eder.<sup>23</sup> Bu dal KTS cerrahisi uygulanırken insizyonun planlanmasında rol oynar. Bu duyu dalı bazı yazarlara göre ulnar tarafa kadar uzanmaktadır.<sup>42</sup> Karpal tünel içinde en yüzeysel olarak yerleşmiş yapı median sinirdir. Karpal tünelin distalinde median sinirin motor dalı 1. ve 2. lumbrikal kasları, rekürren tenar motor dalı da tenar eminensiyadaki kasları innerve eder (opponens pollicis, abduktor pollicis brevis, fleksör pollicis brevisin süperfisiyal başı). Karpal tünelden geçen distal median sinirin duyu lifleri başparmağın medial kısmını, 2. ve 3. parmakları ve 4. parmağın lateral yarısını innerve eder. Rekürren motor daldaki varyasyonlar cerrahi girişim açısından önem taşımaktadır.<sup>23</sup> (9. Çizim)

Sinir elin proksimalinde daha az korunmuş olup, derin ve yüzeysel parmak fleksörleri arasından yüzeyle çıkar. FCR tendonunun ulnar tarafında hemen fasyanın altında seyrederek. Sinirin altında süperfisiyal parmak kaslarının işaret parmağına giden tendonu bulunur. Bu tendonun ulnar tarafında da PL kasının tendonu uzanır. Sinir karpal kanala girerken yassılaşıp ve retinakulum fleksorumun yaklaşık 5cm proksimalinden fasiyayı delerek çıkan palmar bir dal verir. Bu dal radyal tarafa dönerek tenar bölgenin derisi ile avuç içinin radyal yarısını innerve eder, klasik KTS'de elin bu palmar alanında muayenede duyu disfonksiyon saptanmaz.<sup>11,40</sup> (10. Çizim ve 11. Çizim).

## 8. Çizim: Brakial pleksus

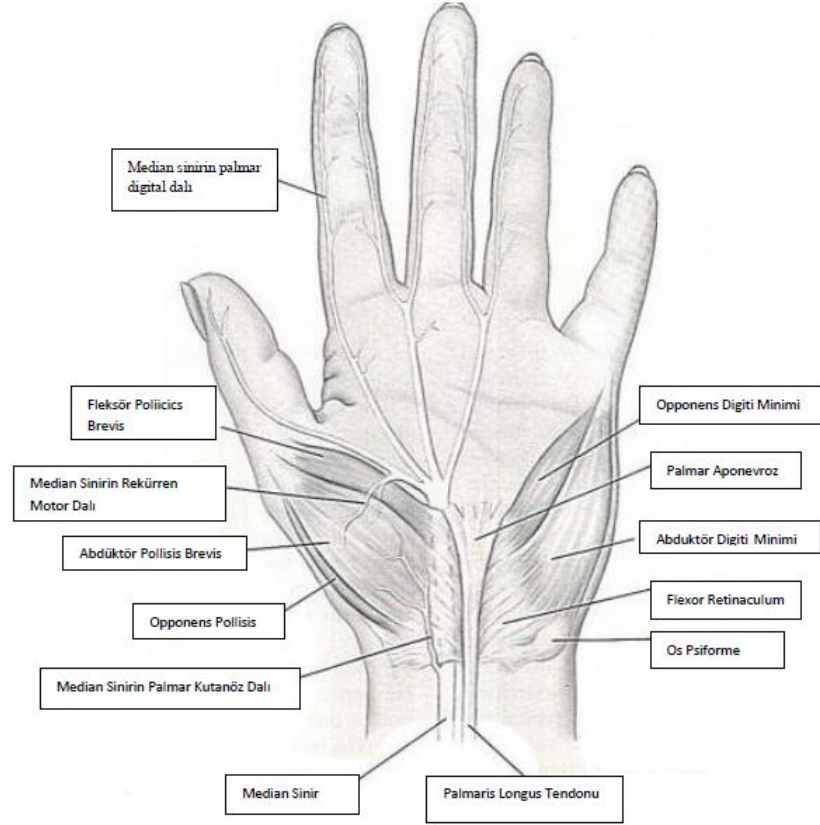


### 2.2.5. Etiyoloji

KTS 4-6. dekatta kadınlarda daha sıktır ve olguların yaklaşık %50'sinde bilateral olarak ortaya çıkar.<sup>4,7,10,11</sup> Fakat başka bir çalışmada, erkeklerde KTS yaygınlığının genel bilginin aksine kadınlara yakın olduğu, klinik semptomların daha hafif, buna karşın elektrofizyolojik bulguların daha ağır olduğu saptanmıştır. Erkeklerde ağır çalışma koşulları prognozu olumsuz olarak etkilemektedir.<sup>8,45</sup> KTS'nin en sık nedeni, herhangi bir etyolojik etkenin saptanamadığı idiyomatik KTS'dir.<sup>6,7,11,43,44</sup> KTS'ye ailesel yatkınlık, obezite, vücut kitle indeksinin fazla olması, kare şeklinde bilek yapısı gibi kişisel etmenlerin etkili olduğu düşünülmektedir.<sup>7,8,10,11</sup>

Median sinirin ligament altında sınırlı longitudinal seyri, küçük el, büyük anteroposterior bilek uzunluğu, tünel çapının küçük olması gibi anatomik özelliklere sahip olan bireylerde tuzak nöropati görülme sıklığı artar. İş yerindeki mekanik nedenler vakaların çoğunda etkin rol oynamaktadır. Belli hareketlerin çok sık olarak tekrar edilmesinin KTS ile ilişkisi mevcuttur. Buna örnek olarak montaj işinde çalışan işçiler, vibratör gibi titreşimli alet kullananlar, fabrika çalışanları, klavye ve bilgisayar kullananlarda verilebilir.<sup>7,38,46</sup>

## 9. Çizim: El bileği distalinde median sinirin dağılımı



Diyabetes mellitus, hipertiroidizm ya da hipotiroidizm, akromegali gibi endokrinolojik patolojiler, gebelik, obezite, kronik böbrek etmezliği gibi sistemik hastalıklar KTS riskini arttırmaktadır. Kronik peritoneal diyaliz veya hemodiyaliz hastalarında KTS sıklığı artmış olup özellikle diyaliz süresi 5 yıldan fazla olan hastalarda daha sıklıkla görülmektedir.<sup>47</sup>

KTS sıklığı romatolojik hastalıklarda da artmakta ve en sık romatoid artritte görülmektedir. Hatta romatoid artrit başlangıç semptomu bile olabilmektedir.<sup>48</sup>

Kanal içindeki gut tofuslerine veya gut tenosinovitine bağlı olarak KTS oluşabileceği gibi, kalsiyum fosfat birikimi de KTS meydana getirebilir.<sup>49</sup>

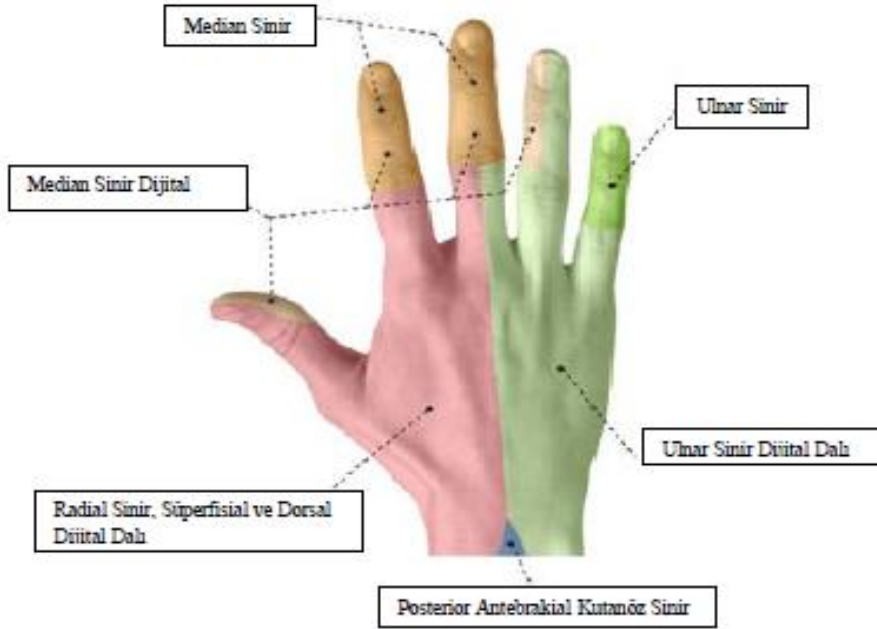
Osteoartritte, özellikle de 1. karpometakarpal eklem osteoartritinde, KTS sıklığı artmıştır.<sup>36,50</sup>

KTS enfeksiyöz nedenlere bağlı olarak da görülebilmektedir. Mikobakterilerle oluşan KTS vakaları rapor edilmiştir.<sup>51</sup>

**10. Çizim:** Elin duyu dağılımı palmar yüzey



**11. Çizim:** Elin duyu dağılımı dorsal yüzey



Colles fraktürü, karpal kemiklerin fraktür ve dislokasyonları, radius distal uç fraktürü gibi travmalar da akut KTS'ye yol açabilmektedir. Tendon kılıfının dev hücreli tümörü,

lipom, lipofibromatöz hamartom, hemangiom, gangliom, osteoid osteoma gibi tümörlerin KTS' ye neden olduğu rapor edilmiştir.<sup>36,38</sup>

Obezite ve gebelik de keza KTS için risk faktörleridir.<sup>7</sup> Obezitede; vücut kitle indeksi değerleri ile KTS arasındaki ilişkinin bir nedeni olarak da Werner ve ark. karpal kanaldaki artmış yağ depolanması veya karpal tünel içerisindeki artmış hidrostatik basıncı göstermişlerdir.<sup>52,53</sup>

Amiloidoz ve polimiyaljia romatika KTS'nin diğer nedenleri arasında sayılmaktadır.<sup>11,36</sup>

FDS kasının anormal bir seyir göstermesi gibi el bileğinin volar yüz anomalileri de KTS'ye neden olabilir. Aynı şekilde atipik seyreden PL kası veya diğer kas anomalileri karpal kanal içinde median sinirin palmar dalına bası yapabilir.

Antikoagülan tedavi altındaki hastalarda hematoma gelişmesi veya tromboze olan ven siniri kanal içinde akut basıya uğratabilir.<sup>11</sup>

Miyelom, primer amiloidozlar veya çocukluk çağı mukopolisakkaridozlarında karpal kanalda yabancı madde toplanması sonucu KTS gelişebilir.<sup>36,38</sup>

Bu sebeplerin dışında yılan ısırması ve haşere ilaçlarına bağlı KTS tanımlanmıştır.<sup>54</sup> (4. Çizelge).

### **2.2.6. Patogenez**

KTS kompresyon nöropatilerinin en prototip örneğidir. Demiyelinizan bir nöropati olup sekonder aksonal kayıp gelişebilir.<sup>1,2,37</sup>

İdiopatik KTS'de fleksör tendon biyopsisi sonrası yapılan histopatolojik çalışmalar sonucunda inflamasyon bulgusuna rastlanmamıştır. Görülen fibröz hipertrofi, tekrarlayan mekanik streslere karşı konnektif dokunun yanıtı olarak değerlendirilmiştir. Khalil ve arkadaşları idiyopatik KTS'de 209 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada %84 hastanın benign fibröz dokuya sahip olduğunu göstermişlerdir.<sup>55</sup>

Bilek ekstansiyonu ile volar karpal ligament, karpal tünel içeriğinin üzerine bası oluşturur ve parmak fleksör tendonlarının proksimal kısımlarını volar karpal ligament ve karpal tünel arasındaki alana kayar. Bu durum karpal içeriğin volümünü artırır ve mevcut aralık daralır.<sup>1</sup> Tekrarlayıcı el aktivitesi, tendonların sinovyal kılıflarında kalınlaşmaya sebep olabilir. Bu, kanal içindeki doku volümünü artırarak, karpal tünel içindeki bazal ve mekanik basınçta artışa yol açar.<sup>9,56</sup> Lezyon proksimalinde sinir şişmesi görülür ve bu durum perinöral ve endonöral fibrozis ile ilişkilidir.<sup>56</sup> Kompresyonun erken fazında venöz akımın engellenmesiyle sinir hiperemik ve ödematöz hal alır. Eksternal basıncın neden

olduğu venöz obstruksiyon tuzaklanma bölgesinde basınç artışına dolayısıyla vazonervorumlardaki obstruksiyona neden olarak sinir iskemisine yol açar.<sup>13</sup> İskemi ve tuzaklanmanın olduğu alanda sinirin kronik deformasyona uğraması ile miyelinli sinir liflerinde lokalize, keskin sınırlı segmental demyelinizasyon olur ve sinir iletiminin yavaşlamasına yol açar. Şiddeti artarsa wallerian dejenerasyon ve aksonal doku kaybı olur. Remyelinizasyon ve rejenerasyon gelişebilir.<sup>2,37</sup>

#### 4. Çizelge: KTS nedenleri

KTS Nedenleri
- İdiopatik
- Travma (el bileği kırık/çıkıkları, burkulma, el cerrahisi)
- Endokrinolojik (diabetes mellitus, hipotiroidi, akromegali, menapoz,obezite)
- Enflamatuar romatizmal hastalıklar (Romatoid Artrit, SLE, Polimyozi, Polimyaljia Romatika)
- Gebelik
- Mesleki travma, el bileğini aşırı kullanma
- Nonspesifik tenosinovit
- Tümörler (ganglion, nörofibrom, lipom, kondrom, kavernöz hemanjiom, osteoid osteoma)
- Amiloidoz (herediter, multipl myelom, diyaliz hastaları)
- Enfeksiyon (bakteriyel, mikobakteriyel, fungal, viral, parazit )
- Herediter (Ailesel otozomal dominant, mukopolisakaridoz)
- Anormal yapılar (karpal tünelde aksesuar kas, persistan median arter trombozu veya anevrizması, radius distal uç anomalisi)
- Mesleki nedenler (Kasaplar, klavye kullananlar, terziler, halı dokumacıları, diş hekimleri, kaya kırıcı makinisti)
- Diğer (tofüs, sarkoidoz, Paget hastalığı, hemofili, antikoagülan tedavi, diyaliz hastalarında)

Normalde epinoral arteriyel basıncın median sinire uygulanan eksternal basınçtan daha büyük olması gerekir. Eğer eksternal basınç, arteriyel basıncı geçerse besleyici kan akımı azalarak geri döner ve venöz sisteme drenaj engellenir. Gelişen ödem sebebi ile basınç artışıyla sinirin beslenmesi, metabolik artık ürünlerin ortamdaki uzaklaşması engellenir. Ekstranöral basıncın karpal tünelde 30 mmHg'nın üzerine çıkmasıyla, endonöral venül

akımında bozulma ile venöz dönüşte azalma meydana gelir. Bunun sonucunda ödem ortaya çıkarak endonöral basıncın artmasına ve aksonal transportun baskılanmasına yol açar.<sup>57</sup>

KTS olan bir grupta bilgisayarlı tomografi ile yapılan kanal ölçümlerinde kanalın enine kesit alanının  $1,75 \pm 0,21 \text{ cm}^2$  olduğu ve asemptomatik bilekte ise bunun  $2,53 \pm 0,15 \text{ cm}^2$  olduğu tesbit edilmiştir. El bileği çevresi ölçümü ile kanal çapı belirlenemez.

Normal ve KTS'li bireylerde bir kateter yardımı ile kanal içi basıncı ölçülebilmektedir. Nötral pozisyonda bilek kanalındaki basınç  $2.5 \text{ mmHg}$  iken KTS'li hastalarda bu  $32 \text{ mmHg}$ 'ya dek artmıştır. Bileğin  $90^\circ$  fleksiyonu ile (Phalen testi)  $90-100 \text{ mmHg}$ 'yi aşan basınç değerleri elde edilmiştir. Normal bireylerde bilek üzerine dışarıdan ölçülebilen bir bası uygulandığında  $30 \text{ mmHg}$  basıncında KTS'ye ait ilk klinik ve elektrofizyolojik bulgular meydana gelir.  $60 \text{ mmHg}$  basıncında median duyuşal iletide ileti bloğu meydana gelir.  $10-30$  dakika sonra da motor uyarım kesilir. Endojen ve ekzojen basılar kolaylıkla KTS'ye yol açarlar.<sup>37</sup>

Geceleri KTS hastalarındaki semptomlarının daha fazla olması, uyku esnasında bileğin fleksiyonda kalması ve aksiller venin sıkışması ile sinirin beslenmesinde bozulmayla açıklanabilir.<sup>9</sup> Bu pozisyonda median sinir hem köşelenir hem de kanal içi ve civarında venöz staz artar.<sup>37,58</sup>

### **2.2.7. Klinik**

KTS'de fizik muayene bulguları hastalığın şiddetine göre değişiklik göstermektedir. Hafif bulgularda fizik muayene bulguları normal olabilir. Sendrom ilerledikçe median sinir duyuşal testlerinde anormallikler bulunabilir.<sup>8</sup>

KTS'de başlıca yakınma; elin ilk 3 parmağında ve 4. parmağın radial yarımında, özellikle geceleri artan (nokturnal) parestezi ve ağrıdır.<sup>12</sup> Median sinir sempatik liflerden zengin olduğu için ağrı omuza kadar yayılım gösterebilir. Öncelikli olarak duyuşal semptomlar belirginken daha sonra motor tutulum ön plana geçebilir.<sup>2,37</sup> "Brakiyaljia paretika nokturna" denilen geceleri olan ağrı başlangıçta tek subjektif belirti olarak karşımıza çıkar. Hastalar gece uykuya daldıktan birkaç saat kadar sonra tüm elde şişme hissi ve parestezi ile uyanırlar. Parmaklar sertleşmiştir. Hasta ellerini şişmiş ve gerilmiş hisseder, fakat gerçekte objektif bir değişiklik gözlenmez. Hastalar çoğunlukla yataktan kalkar, ellerini sallarlar ve ovarlar (Flick bulgusu).<sup>7,12,37</sup> Semptomlar genellikle el bileği fleksiyon veya ekstansiyon postüründe tutulduğunda provoke olur. Bu genellikle araba

sürme, telefon ahizesini tutma, kitap veya gazete okuma gibi günlük sıradan aktivitelerle olur. Sıklıkla dominant el daha hassastır.<sup>1,2</sup>

2. ve 3. parmakta belirgin zımpara kağıdı gibi duyum veya eldiven giymiş gibi olan dizestetik yakınmalar karpal tünel içinden geçerken duysal liflerin demyelinizasyonu sonucu gelişir. Bu dönemde elektrofizyolojik bulgular net olarak bulunur. İleri dönemlerde motor lifler etkilenir, tenar bölgede kas güçsüzlüğü ve tenar kaslarda atrofi meydana gelir. Başparmakta abduksiyon ve oppozisyonda güçsüzlük saptanabilmektedir. Bu dönemde bilekteki fokal demiyelinizasyonun yanısıra distalde motor ve duysal liflerde aksonal dejenerasyon geliştiği kabul edilmektedir.<sup>6-8</sup>

### **2.2.8. Tanı**

KTS'de tanı anamnez, klinik semptomlar ve fizik muayene bulgularının elektrofizyolojik olarak desteklenmesi ile konulur. Elektrofizyolojik testler KTS tanısını destekleme ve basının ciddiyetini belirlemede yararlıdır. Ancak %10–15 oranında yanlış negatif sonuç elde edilebilir. Bu nedenle elektronöromiyografi (ENMG) ve sinir ileti incelemesi normal olan semptomatik vakalarda KTS'nin değerlendirilmesi için görüntüleme yöntemleri faydalı olabilir.<sup>6</sup> Bazen elektrofizyolojik olarak bilekte sinir ileti testlerinde yavaşlama olmasına rağmen yakınma ve klinik bulgu olmayabilir. Bu durumlarda altta polinöropati varsa bunun ayırımının yapılması önemlidir.<sup>2</sup>

KTS'nin klinik tanısı için kullanılan çeşitli provakatif testler ve muayene yöntemleri vardır. Bunlar ;

#### **a. Duyu muayenesi**

Median sinirin palmar kutanoz dalının karpal tünele girmeden sinirden ayrılması nedeniyle KTS'de tenar bölge derisinin duyusu normal bulunur. En belirgin duyu kaybı 2. ve 3. parmakların ön yüzündedir. En sık ve en erken görülen 3. parmakta hipoestezidir. Sinir basısının derecesine ve belli fasiküllerin korunmasına bağlı olarak KTS'li olgularda standart duyu muayenesi %20-50 oranında normal kalabilir.<sup>37</sup> (10. ve 11. Çizim)

#### **b. Motor muayene**

Ağır olgularda tenar kas kuvvetinde azalma ve tenar atrofi izlenir. Kas kuvveti için APB veya opponens pollisis kasına bakılır. Hafif KTS'de motor muayene normaldir.



### **c. Phalen testi**

Phalen ve Kendrick bu testi 1957'de tanımlamıştır. Bu testte bilek 60 saniye süre ile tam fleksiyon halinde tutulur. Bu pozisyonda median sinir, transvers karpal ligamentin proksimal kenarı ile beraberindeki flekör tendonları ve radius arasında sıkışır. Bu şekilde median sinir duyu alanında parestezi hissedilirse test pozitifdir. Normal popülasyonda %20 oranında pozitifdir.<sup>9</sup> Sensitivitesi %40-85, spesifitesi %47-98'dir.<sup>17,19,60</sup> (12. Çizim)

### **d. Ters Phalen**

Yine bu testte bilek 60 saniye süre ile bilek maksimal ekstansiyonda tutulur. Bu pozisyonda da parestezi ve semptomlar ortaya çıkarsa test pozitifdir. Bir çalışmada ters Phalen testinin duyarlılığı %42, özgüllüğü %35 olarak bildirilmiştir.<sup>19</sup> (13. Çizim).

### **e. Tinel Testi**

İlk kez Jules Tinel tarafından tanımlanmıştır. Median sinire el bileği seviyesinde perküsyon yapıldığında elin median sinir duyu alanında elektriklenme hissedilirse Tinel bulgusu pozitif kabul edilir. Bu fenomen, hasarlı bir sinirin proksimal kısmına hafifçe vurma ile sinirin dağılım alanında parestezinin meydana gelmesi olarak tanımlanmıştır. Tinel testi KTS'li hastaların %45-60'ında, KTS olmayanların da yaklaşık %30'unda pozitifdir.<sup>9</sup> Tinel belirtisinin KTS için duyarlılık ve özgüllükleri sırasıyla %40-100 ve %55-100 arasında değişir.<sup>17,18,40,60,61</sup> (14. Çizim).

### **f. Durkan Test (Karpal Kompresyon Testi)**

Muayene eden kişi 2 parmağı ile bilekte median sinir üzerine baskı uygular. Median sinir dağılımında ağrı ve parestezi ortaya çıkması KTS tanısı lehine olduğu ileri sürülmektedir.<sup>20,37</sup> Durkan ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada karpal kompresyon testi KTS'li olgularda %87 oranında pozitif olarak bulunmuştur.<sup>37</sup> (15. Çizim)

### **g. Flick Bulgusu**

Karpal tünel sendromlu hastalar gece uykuya daldıktan birkaç saat kadar sonra tüm elde ya da median sinir trasesinde parestezi ile uyanırlar. Yataktan kalkıp ellerini hızla birden sallamak ve ovalamakla kısa bir süre rahatlarlar. Buna flick bulgusu denilmektedir. Yakınmalar erken evrelerde genelde uykudayken gözlenmekteyken ilerleyen evrelerde sıklığı artar.

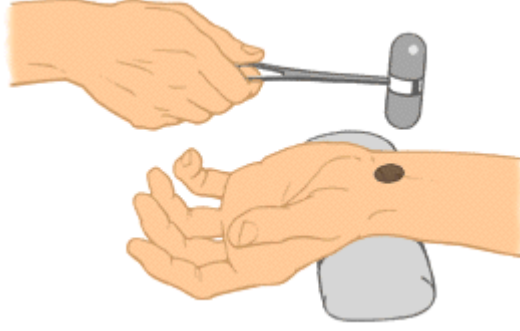
**12. Çizim:** Phalen testi



**13. Çizim:** Ters Phalen testi



#### 14. Çizim: Tinel testi



#### 15. Çizim: Durkan test



### 2.2.9. Görüntüleme Yöntemleri

#### 2.2.9.1. Direkt Grafi

Radyografi daha çok ayırıcı tanı için kullanılır. Direkt grafiler, karpal kemiklerin değerlendirilmesinde daha önceden olan travma veya kırıkların tespiti için ve anatomik ilişkiyi gösterme açısından yararlıdır. Servikal radikülopati ve torasik çıkış sendromu için servikal grafiler fikir verebilir.<sup>21</sup>

#### 2.2.9.2. Ultrasonografi (US)

1993 yılında Amerikan Nöroloji Akademisi kalite standartları alt komitesi tarafından KTS tanısında US'nin yeterliliği kabul edilmiştir. Yüksek rezolüsyonlu US ile bu kılıflar hiperekojen çizgiler şeklinde izlenirken, sinir lifleri ise bu çizgiler içerisinde yerleşen hipokoik alanlar şeklinde görülürler. Ses demeti incelenen yapılara tam dik olarak

geldiğinde median sinirin ekojenitesi komşu kas planlarından biraz yüksek, tendon yapılarından ise biraz daha düşüktür. Periferik sinir basıya uğramışsa meydana gelen intranöronal ödem nedeni ile öncelikle gövde içindeki ekojenik çizgilenmeler kaybolur ve çapı artmış tümüyle hipoekoik yapıda bir sinir segmenti görülür. KTS vakalarında US ile incelemede aksiyal planda transvers karpal ligament ile fleksor tendonlar arasında sıkışan median sinir elips şeklini kaybederek yassılaşır, sagittal kesitlerde ise diffuz incelmeye yada lokalize konstriksiyon izlenir. Median sinirin tünel girişinde sinir çapında ve kesitsel alanında artış olmaktadır.<sup>62</sup>

### **2.2.9.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)**

Spiral bilgisayarlı tomografi, direkt grafiyle ayırt edilemeyen kemik travması, malunion gibi kemik doku patolojilerini ve karpal tünelin kesitsel yüzey alanını ölçmek için kullanılabilir. Ancak ligamentöz veya yumuşak doku anormalliklerini bir dereceye kadar gösterebilir. Multiplan ve üç boyutlu BT değerlendirme için yetersizdir.<sup>21</sup>

### **2.2.9.4. Manyetik rezonans görüntüleme (MR)**

Karpal tünel hacmi ve karpal tünel ile ilişkili yapıları gösterebilir. KTS’de bilekte karpal tünelin proksimalinde median sinirin kesitsel alanı ve fleksor retinakulumun kavsi artmıştır. Görüntüleme fleksör tendonlarla ilişkili tenosinovit ve ganglion kistleri gibi diğer durumların teşhisine imkan sağlar.<sup>21</sup>

### **2.2.10. Ayırıcı Tanı**

- 1- C6 veya C7 radikülopati
- 2- Nörojenik torasik çıkış sendromu
- 3- Karpal tünel proksimali median sinir nöropatileri (Pronator teres ve/veya anterior interosseöz sendromu)
- 4- Periferik nöropati.

C6-C7 lezyonu bazen klinik ya da subklinik olarak KTS ile birlikte bulunabilir. Bu durumda ‘Double Crush’ kavramı öne sürülmüştür. Bazen KTS ve polinöropati birlikte bulunabilir.<sup>37</sup>

### **2.2.11. Elektrofizyolojik Yöntemler**

Elektrofizyoloji terminolojisinde ‘elektromiyografi’ (EMG) deyimini ile genel anlamda iğne EMG ifade edilirken, ‘elektronörografi’ (ENG) deyimini sinir ileti çalışmalarını,

‘elektronöromiyografi’ (ENMG) terimi ise bu iki incelemenin birlikte kullanıldığı çalışmaları belirtir.<sup>8,10</sup> Sinir ileti çalışmaları ve EMG nörolojik muayenenin bir uzantısı gibidir.<sup>12</sup>

EMG ve sinir ileti çalışmaları sıklıkla periferik sinir sistemi bozukluklarının tanısında kullanılır. Bu bozukluklar motor nöron, primer duyuşal sinir hücreleri (örneğin dorsal kök ganglionu), sinir kökleri, pleksuslar, periferik sinirler, nöromüsküler kavşak veya kaslarla ilgili olabilir.<sup>10</sup>. Sinir ileti çalışmaları ve EMG median nöropatinin el bileği seviyesindeki varlığı ve şiddetini belirleyebilir.

Bir ENMG laboratuvarında genel olarak 3 test uygulanır:

- 1- Sinir ileti çalışmaları,
- 2- İğne EMG
- 3- Repetatif stimülasyon çalışmaları.<sup>12</sup>

#### **2.2.11.1. Sinir İleti Çalışmaları**

Elektrodiagnostik çalışmaların birinci basamağını sinir ileti çalışmaları oluşturmaktadır. Sinir ileti çalışmalarında sinirin elektriksel stimülasyonu motor, duyu ve karma sinirlerde taşınan bir impuls başlatır. Böylece sinirlerin fizyolojik ve patofizyolojik durumları konusunda bilgi verir.

Sinir ileti çalışmalarında kayıt almak için 3 elektrot gereklidir:

- 1- Aktif elektrot
- 2- Referans elektrot
- 3- Toprak elektrotl

Aktif elektrot çalışmanın yapılacağı yere mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidir. Kayıtta da uyarıda olduğu gibi yüzeysel ve iğne elektrotlar kullanılabilir. Aktif elektrot her zaman kasın motor noktasına konmalıdır. Referans elektrodu ise kas ile tendon birleşme bölgesinin hemen distaline konur.<sup>25,37</sup>

Motor sinir ileti incelemesinde amaç; incelenecek motor veya karma sinirin en hızlı ileten motor liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef kasa giden motor liflerin ne kadarının fonksiyon gördüğünü yaklaşık olarak belirlemektir. Bu amaçla, kas üzerine kayıt elektrodu yerleştirilip kası innerve eden motor sinir yeterli şiddette elektrikle uyarıldığında kastan bir aksiyon potansiyeli kaydedilir. Bu potansiyele birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) adı verilir.<sup>40</sup>

Sinir ileti çalışmaları periferik sinir sisteminde aksiyon potansiyelinin başlaması ve uyarı bölgesinden belli bir uzaklıkta sinir yanıtının kaydedilmesi olarak tanımlanabilir.<sup>12,13</sup> Sinir ileti çalışmaları sinir iletiinin yavaşlamasını ve ileti bloğunu gösteren oldukça hassas bir tekniktir.

Rutin elektrodiagnostikta, özellikle polinöropatilerin tanı ve şiddetinin saptanmasında, lezyonların lokalizasyonlarının belirlenmesinde, tutulan sinir lifi tiplerinin (motor, duyuşsal veya her ikisi) ve altta yatan fizyopatolojik sürecin (aksonal dejenerasyon veya demiyelinizasyon ) ortaya konulmasında sinir ileti çalışmaları önemli yer tutarlar.<sup>12,13</sup>

### **2.2.11.2. Sinir İletim Çalışmalarında Temel Prensipler**

Sinir ileti çalışmaları 3 tiptir :

- 1- Motor Sinir İletim Çalışmaları,
- 2- Duyusal Sinir İletim Çalışmaları,
- 3- Karma Sinir İletim Çalışmaları.<sup>12</sup>

#### **1. Motor Sinir İleti Çalışmaları**

Bir kası innerve eden periferik sinir o kasın motor efferentleri yanında, multipl duyuşsal afferent lifler ile otonom lifleri de taşır. Buna rağmen sinirlerin sadece motor lifleri değerlendirilebilir.

Aktif elektrot mutlaka her zaman kasın motor noktasına konulmalıdır. İskelet kaslarında motor nokta genellikle kasın orijini ile insersiyosu arasındaki orta noktadadır. Referans elektrodu ise kas ile tendon birleşme bölgesinin hemen distaline konur.

Sinir motor noktanın proksimalinden herhangi bir noktadan uyarılırsa negatif-pozitif çıkışlı bifazik BKAP oluşur. Bu motor cevap 'M' yanıtı olarak da bilinir. BKAP supramaksimal sinir uyarısı ile elde edilir. Eğer aktif elektrot kasta uygun bir motor noktaya konulmuşsa BKAP maksimum olacaktır. Distal stimulus ile elde edilen yanıtın oluşması için geçen süreye terminal latans veya distal latans adı verilir. Birimi milisaniyedir. Motor ileti hızı iki stimulus arası mesafenin latans farkına bölünmesi ile hesaplanır. Birimi metre/saniyedir. Bu çalışmalara stimülatör ile ulaşılabilen sinirler ile sınırlıdır. Üst ekstremitelerde daha çok median, ulnar, ve radial, alt ekstremitelerde tibial ve peroneal sinirlerde uygulanır.<sup>8,12</sup> Bu yol ile incelenen sinirdeki kalın myelinli liflerin ileti hızları ölçülmüş olur.

Kayıt edilen aksiyon potansiyelinin alt noktası ile üst noktası arasındaki mesafe aksiyon potansiyelinin amplitüdünü verir. Birimi milivolt'tur. Kabaca uyarıya cevap veren kas lifi sayısını yansıtır.

Dalga şeklinin değerlendirilmesi bir çok patolojinin tanısının konulması açısından önemlidir. Bir elektrodagnostik çalışmada değerlendirilen parametreler; dalganın fazı, başlangıç latansı, terminal latans, sinir ileti hızı, negatif dalganın şekli ve süresi, amplitüd, dalganın yükselme süresi, alan ve dalganın stabilitesi olarak sıralanabilir.<sup>13</sup>

**a. Faz:** BKAP morfolojisi izoelektrik hattan negatif pikle başlar, sonra pozitif yöne doğru trase ilerler ve burada ikinci piki oluşturur. Sonunda hafifçe bir eğimle izoelektrik hatta geri döner.<sup>13</sup>

**b. Latans:** Uyarı verildikten kas aksiyon potansiyeli oluşana kadar geçen süredir. İmpulsun siniri uyarı noktasından akson terminaline, nöromüsküler kavşağa ve kas liflerinin depolarizasyonuna kadar geçen sürenin tümüdür ve bu nedenle tek noktadan uyarı sonucu motor sinir ileti hızı hesaplanamaz.<sup>13</sup>

**a.a Başlangıç Latansı:** Negatif defleksiyonun başlangıcına kadar geçen süredir. Buna distal latans veya aynı zamanda aktivasyon latansı da denilmektedir.<sup>13</sup>

**a.b Terminal Latans:** Pozitif pikten sonra BKAP'ın izoelektrik hatta döndüğü noktaya kadar geçen süredir.<sup>13</sup>

Motor distal latans uzaması önemli patolojik bulgulardan biridir. Sinirin distalinde demyelinizasyonla sonuçlanan veya büyük miyelinli liflerin kaybına neden olan genel (örneğin Gullian Barre) veya fokal (KTS) bir lezyon sonucu olabilir. Ekstremitelerde distalindeki düşük ısı da gecikmiş distal latans nedeni olabilir.<sup>10,13</sup>

**c. Motor Sinir İletim Hızı:** İki farklı uyarı yeri arasındaki mesafenin elektrik akımının bu mesafeyi geçme süresinde bölünmesiyle elde edilir.<sup>10,13</sup> Motor sinir ileti hızı, en hızlı sinir liflerinin ileti hızıdır.

**d. Amplitüd:** Uyarıyla aktive olan kas liflerinin kaba bir toplamını temsil eder. Yüzeysel elektrotla uygun teknikte kaydedilen bir BKAP tüm kas liflerinin toplam aksiyon potansiyelini temsil eder ve ilk defleksiyonu negatif basit difazik şekillidir.<sup>10</sup> Başlangıç negatif pik amplitüdü total akson sayısının en doğru göstergesidir.<sup>13</sup>

**e. Kas Aksiyon Potansiyellerinin Şekli ve Süresi:** Kas lifleri deşarjının senkronizasyonunu yansıtır. Sinir lifleri arasındaki ileti hızı birbirine yakın ve dolayısıyla dolayısıyla kas lifleri birbirlerine yakın zamanda aktive olduklarında BKAP'nin süresi kısa

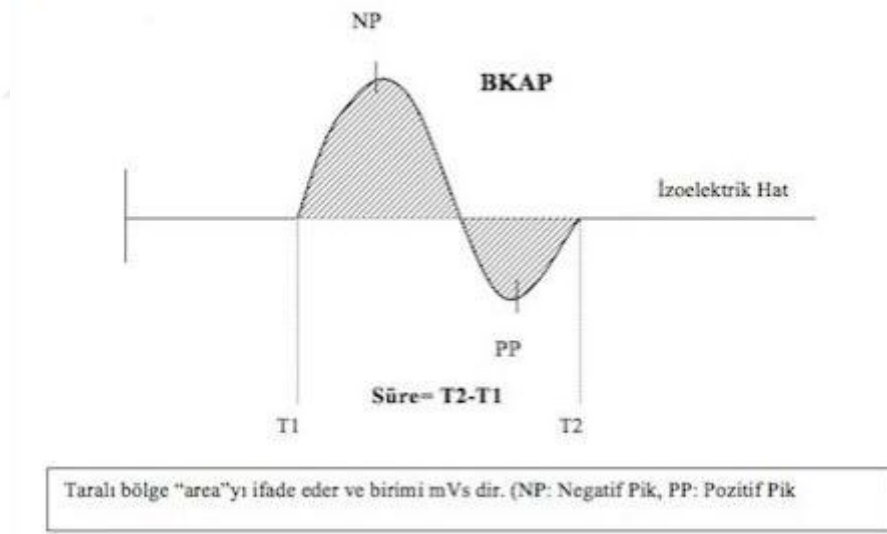
ve şekli düzgün, difaziktir. Kaydedici elektrot uyarı noktasına yakın ise en kısa süreli kas yanıtı ortaya çıkar. Sinirin uzak bir noktasından kayıt yapıldığında ise daha düşük amplitüdü ve uzun süreli bir potansiyel elde edilir. Kayıt alınan mesafe uzadıkça hızlı ileten liflerin potansiyelleri ile yavaş iletenlerinki birbirinden daha belirgin uzaklaşarak potansiyelin süresini uzatırlar. Bu olaya temporal dispersiyon denir.<sup>13</sup>

BKAP'nin amplitüd, süre ve şekilleriyle ilgili önemli patolojik bulgular amplitüdün küçülmesi, artmış (anormal) temporal dispersiyon ve ileti bloğudur. Amplitüd küçülmesi aksonal kaybın en önemli göstergesidir. Aksonal dejenerasyonun ağırlıklı olduğu lezyonlarda amplitüdde belirgin küçülme ile latans ve ileti hızlarının göreceli olarak normal kalması tipiktir.<sup>13</sup> (16. Çizim)

**f. Yükselme Zamanı :** Negatif pik latansından başlangıç latansı çıkarıldığında yükselme zamanı elde edilir.<sup>13</sup>

**g. Alan:** Amplitüde ek olarak , alan akson sayısını ve kas lifi depolarizasyonu gösterir. Özellikle BKAP'ın negatif dalgasının alanı değerlendirilir.<sup>13</sup>

#### 16. Çizim: Birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP)



## 2. Duyusal Sinir İletim Çalışmaları

Duyusal ileti çalışmaları, KTS'de tanı koyduran en hassas elektronörofizyolojik incelemelerdir. Duyusal sinir ileti incelemelerinde amaç, incelenecek duyusal veya karma sinirin en hızlı ileten duyusal liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef deri bölgesine giden duyusal liflerin bütünlüğünün tamamen veya kısmen korunup korunmadığını anlamaktır.



Duyusal sinir bir noktasından uyarılarak başka bir noktasından tüm aksonların aksiyon potansiyeli olan duyusal sinir aksiyon potansiyeli (DSAP) kaydedilebilir.<sup>10</sup> Saf DSAP potansiyelinin kayıt edilmesi 3 farklı şekilde olabilir :

- a. Saf duyusal sinirin uyarılması ve bu sinirden kayıt alma,
- b. Saf duyusal sinirin uyarılması ve karma sinirden kayıt alma,
- c. Karma sinirin uyarılması ve saf duyusal sinirden kayıt alma.<sup>13</sup>

Sinir ileti çalışmaları iki ayrı teknikle çalışılabilir:

**1. Ortodromik teknik:** Ortodromik teknikte elektriksel uyarım normal fizyolojik ileti yönünde hareket eder (motor sinir elektriksel uyarımı kasa doğrudur ve medulla spinalisten periferde doğru iletilir. Duyusal bir uyarım ise medulla spinalise doğru ilerler). Bu tip ileti fizyolojik iletile uyumludur. Motor ileti çalışmalarında ise ileti daima ortodromik olmalıdır.<sup>12,13</sup>

**2. Antidromik Teknik:** Elektriksel uyarım normal fizyolojik iletinin tersi yönünde hareket eder. (örneğin motor sinir elektriksel uyarımın kastan uzaklaşarak medulla spinalise doğru iletilmesi).<sup>13</sup>

Antidromik ve ortodromik iletilerde başlangıç ve pik latansları iki teknikte de birbirine eşittir. Fakat amplitüdüleri birbirine eşit değildir. Antidromik iletide kas artefaktları da kayıt edilebilir. Bu durum istenilen duyusal cevabın kayıt edilmesini zorlaştırabilir. Kas artefaktında oluşan motor cevap duyusal yanıtta daha geç çıkar ve negatif dalgası duyusal cevabın negatif dalgasına göre daha uzundur. Ortodromik iletide ise sadece duyusal sinirlerin uyarılmasından dolayı kas artefaktı oluşmaz.<sup>13</sup>

Dalga şeklinin değerlendirilmesi bir çok patolojinin tanısının konulması açısından önemlidir.

**a. Faz:** Tipik bir DSAP başlangıcı negatiftir, bunu pozitif bir pik izler. Genellikle bifazik olmasına rağmen trifazik de olabilir.<sup>13</sup>

**b. Latans:** Sinir impulsunun uyarı noktasından kayıt noktasına ulaşmasına kadar geçen ileti süresidir. Motor sinir iletiinin aksine duyusal sinir iletiminde ileti zamanı latansa eşittir.<sup>13</sup>

**b.a Başlangıç (distal) latansı:** DSAP'ın negatif pikinin başlangıç noktasına kadar geçen süredir.<sup>13</sup>

**b.b Terminal Latans:** Motor iletide olduğu gibi hesaplanır.<sup>10,13</sup>

**c. Duyusal Sinir İletim Hızı:** Motor sinir ileti hızının hesaplanmasından biraz daha farklı hesaplanır. Duyusal sinirler nöromusküler bileşke içermezler. Fakat aktivasyon distal latansı mevcuttur.<sup>13</sup>

**d. Amplitüd:** Uyarıyla aktive olan büyük sinir liflerinin kaba bir toplamını temsil eder. Yüzeysel elektordlarla değerlendirildiğinde kayıt elektrodunun sinire olan uzaklığından çok etkilenir. Düşük amplitüd genellikle sinir iletiinde önemli bir bozukluğun göstergesidir.<sup>10</sup>

**e. Yükselme Zamanı:** Başlangıç latansı ile negatif pik latansı arasındaki süredir. Kısa yükselme zamanı elektrodun sinire yakın olduğunu gösterir.<sup>13</sup>

**f. Alan:** Negatif dalganın alanı ile belirtilir. Amplitüd gibi depolarize olmuş aksonların sayısını gösterir.<sup>13</sup>

### **3. Karma Sinir İletim Çalışmaları**

Saf motor ve duyusal sinirlerin aksiyon potansiyellerinin araştırılmasının yanı sıra, hem motor hem de duyusal sinir liflerinin eş zamanlı uyarılıp kayıt alması da mümkündür (karma sinir ileti).<sup>13</sup>

Karma sinir ileti çalışmalarında teknik ortodromik duyu çalışmalarındaki gibidir. Teorik olarak motor, duyu ve karma sinir ileti çalışmaları hızlı ileten liflerdeki maksimal iletimi değerlendirir. Sinir ileti çalışmalarındaki yavaşlamalar nöropati ve sinir hasarı varlığını düşündürür ve duyu sinir ileti çalışmalarının motor ileti hızına göre daha duyarlı bir gösterge olduğu konusunda görüş birliği vardır.<sup>57</sup>

#### **2.2.11.3. Sinir İletim Çalışmalarını Etkileyen Faktörler**

##### **a. Teknik Faktörler**

**a.a Elektrotlar Arası Mesafe:** DSAP elde edilirken aktif ve referans elektrodları arasındaki mesafe en az 4cm olmalıdır. Bu mesafe en büyük amplitüdü elde etmek için gereklidir. Motor aksiyon potansiyelinin elde edilmesinde ise optimal bir aralık olması gerekli değildir. Motor çalışmalarda BKAP amplitüdünün düşük bulunması durumunda kayıt elektrodunun kasın motor noktasına yerleştirilip yerleştirilmediği kontrol edilmelidir.<sup>13</sup>

**a.b Yüzeysel Elektrod Kullanımı Sırasında Aktif ve Referans Elektrodlarının Yerleşimine Bağlı Faktörler:** Normalde BKAP bifaziktir ve negatif defleksiyonla başlar.

Eğer negatif defleksiyonla başlamıyorsa aşağıdaki durumlar söz konusu olabilir.

- Aktif ve referans elektrodlarının yanlış yerleştirilmesi,
- Aktif ve referans elektrodlarının yerlerinin ters olması,
- Komşu sinirlerin de uyarılmış olması,
- Stimülasyonun şiddeti ve süresinin arttığı durumlarda diğer sinirlerin de uyarılmış olması,
- Anormal innervasyon.<sup>13</sup>

**a.c Filtreler:** Frekansın alt sınırının artırılması ile DSAP ve BKAP amplitüdüleri azalır, latansları kısalır, bir ekstra faz görülürken negatif faz süresi ve total faz süresi kısalır. Frekansın üst sınırının azaltılması ise amplitüdde yine azalma ile sonuçlanırken, başlangıç ve tepe latansları ve negatif dalga süresi artar.<sup>13</sup>

**a.d Amplifikasyon:** Cihazın daha duyarlı olması defleksiyonun daha erken çıkmasına neden olur.<sup>13</sup>

**a.e Süpürüm Hızı:** BKAP ve DSAP kayıt ederken bir süpürüm hızı ayarlanmalıdır. Eğer süpürüm hızı çok düşük olursa dalga şekli stimulus artefaktı tarafından baskılanır.<sup>13</sup>

**a.f Ortalama alma (averajlama):** Tüm cihazlarda birden çok stimülasyonun ortalamasını alma özelliği vardır. Bu özellik sinyal/gürültü oranını düzeltir. Aksonal kayıp olduğunda göreceli olarak amplitüd küçük olacaktır. Eğer cihazın duyarlılığı azaltılırsa küçük cevaplar artefakt gibi algılanabilir.<sup>13</sup>

**a.g Stimulatörler:** Sinirde aksiyon potansiyeli katodun çevresindeki bölgede meydana gelir. Periferik sinir sisteminden sinir ileti hızı ölçülebilmesi için supramaksimal stimulus gereklidir. Artefaktları önlemek ve en aza indirmek için elektrotlar altındaki direnç azaltılmalıdır. Elektrotların jel gibi iletken maddeleri gözden geçirilmeli ve aktif elektrotla stimulatör arasında toprak elektrot konulmalıdır.<sup>13</sup>

#### **a.h Ölçüm:**

**a.h.a Stimülasyon Bölgeleri Arasındaki Mesafe:** Farklı uygulayıcılar ile aynı sinirden sinir ileti hızı ölçümü yaptıklarında fark tespit edilmiştir. Bu fark mesafenin farklı ölçülmesinden kaynaklanır.<sup>13</sup>

**a.h.b Proksimal ve Distal Cevapların Başlangıç Latansları:** Latans ölçümlerinde belirteçlerin uygun bölgelere konulması önem taşımaktadır. Aksi durumda sinir ileti hızı yanlış ölçülecektir.<sup>13</sup>

**a.h.c İletim Hızı:** Mesafe ve latansın hatalı ölçülmesi sebebi ile sinir ileti hızı farklılıkları olabilir. Aynı zamanda cihazın sensitivitesi, biyolojik varyasyonlar, anatomik olarak elektrodun lokalizasyonundaki küçük değişiklikler ileti hızında farklılıklara sebep olur.<sup>13</sup>

## **b. Fizyolojik Faktörler**

### **b.a Kişiyeye Ait Faktörler**

**b.a.a Cinsiyet:** Kadınlarda üst ve alt ekstremite sinir ileti hızları büyüktür.<sup>13</sup>

**b.a.b Yaş:** Elli yaşından sonra her bir dekat için ileti hızı yaklaşık olarak 1-2 m/sn oranında azalmaktadır. Aynı zamanda motor yanıtların amplitüdünde azalma ve distal motor latanslarında artma görülür.<sup>13</sup>

**b.a.c Parmakların çapı:** Parmak çapı ile amplitüd arasında ters orantılı bir korelasyon vardır.<sup>13</sup>

**b.a.d Boy:** İletim hızı uzun boylularda ortam ısısı ve yaştan bağımsız olarak daha yavaştır. Ekstremitenin proksimalinde distaline göre ileti daha hızlıdır. Sinir ileti hızının akson çapıyla orantılı olduğu düşünülürse proksimal kısımda akson çapının distal kısma göre fazla olması bu durumu açıklamaktadır.<sup>13</sup>

**b.a.e Isı:** Sinir ileti çalışmalarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Sıcaklığın azalması ile sinirin uyarılabilirliği azalmaktadır. Bu nedenle sinir ileti çalışmalarında özellikle distalde cilt ısısını 31-32°C veya üzerinde olmasına dikkat etmek gereklidir.<sup>13</sup>

## **2.2.11.4. F Yanıtı**

Bir motor sinirin distalden yüksek şiddetli uyarımıyla genellikle distal kaslardan elde edilen geç bir yanıtıdır. Sinir gövdesinde meydana getirilen bir impuls, fizyolojik yönüyle giderken, diğer taraftan ters yönde antidromik olarak  $\alpha$ -motor somalarına doğru gider. Bu uyarıyla eksite olan nöronların periferik kaslara impuls göndermesiyle F-dalgası oluşur. Böylece distalden başlayıp spinal seviyeye ulaşan ve oradan tekrar distaldeki kasa gelen bir devre sonucu ortaya çıkar. Bu nedenle periferik sinirlerin teknik olarak standart ileti yöntemleriyle çalışılması çok güç olan proksimal bölümleri ile ilgili önemli bilgiler verebilir. Rutin çalışmalarda sadece latansı önem taşırken, motor nöron eksibilitesinin arttığı durumlarda amplitüdü ve sinir uyarımları sonucu oluşma sıklığı (persistansı) artar.<sup>10</sup>

### 2.3. KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA EMG

KTS tanısı sıklıkla klinik bulgulara dayanarak konulur. Elektrofizyolojik yöntemlerle %90'ın üzerinde doğrulukla KTS tanısı konulabilmektedir. Elektrodiagnostik çalışmalar median siniri karpal tünel içinde değerlendiren objektif testlerdir. İlk olarak Simpson, 1956 yılında el bileğinde median sinir motor iletisinde yavaşlamayı göstermiştir.<sup>61,63</sup> Sinir transkutanöz elektrik stimulusları ile uyarılır, sinirde aksiyon potansiyeli oluşturulur ve yüzey elektrodunu geçerken elde edilen depolarizasyon dalgaları incelenir. Latans ve amplitüdüleri kaydedilir. Semptomatik kolda bilekten avuç içine kadar olan segmentte median sinirin duysal ve motor liflerinin selektif ileti anormallikleri değerlendirilir.

KTS patofizyolojisi tipik olarak demyelinizasyon ile ilişkilidir. KTS şiddetine bağlı olarak ikincil aksonal kayıp olabilir. İlerlemiş vakalarda genel olarak elektrodiagnostik çalışmalar basittir. Rutin median sinir ileti çalışmalarında demyelinizan lezyona bağlı olarak duysal latanslar ve/veya distal motor latanslarda uzama ve duysal ileti hızında yavaşlama görülür. Demyelinizasyona bağlı iletim bloğu gelişmişse veya sekonder aksonal kayıp varsa distal BKAP ve DSAP amplitüdünde düşme görülür.  $F_{min}$  dalga latansında orta şiddette ve belirgin olarak uzama olur.  $F_{min}$  dalga latansında orta şiddette ve belirgin olarak uzama olur.<sup>2</sup> Ancak klinik belirti ve bulgular olmasına rağmen bir grup hastada (%10-25) rutin testler ile tanı konulamamaktadır.<sup>4</sup> Bu hastalarda daha fazla ve daha duyarlı sinir ileti çalışmaları yapılır. Bu testler genellikle median sinirin aynı elde başka bir sinirle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Ulnar sinir karşılaştırma için en sık kullanılan sinirdir. Daha az sıklıkla radial sinir ile karşılaştırma yapılmaktadır.

Bu karşılaştırma teknikleri ile sabit ısı, yaş, mesafe, kas ve sinir boyutlarında karşılaştırma yapıldığından ideal bir mukayese sağlamaktadır. Rutin testler ile tanı koyma oranı yaklaşık %75'ten karşılaştırma testleri ile yaklaşık %95'e kadar çıkmaktadır.<sup>2,64</sup>

Preston ve Shapiro'nun KTS için önerdiği sinir ileti çalışmaları protokolü şöyledir:

Rutin Çalışmalar :

- 1- APB kasından kayıt, bilek ve dirsek stimülasyonu ile median sinir motor çalışma,
- 2- Addüktör digiti minimi (ADM) kasından kayıt, bilek, dirsek altı, dirsek üstü, stimülasyonu ile ulnar sinir motor çalışma,
- 3- Median ve ulnar sinir  $F_{min}$  yanıtları
- 4- 2. veya 3. parmaktan kayıt, bilek stimülasyonu ile median sinir duyu yanıtı
- 5- 5. parmaktan kayıt, bilek stimülasyonu ile ulnar sinir duyu yanıtı

6- Enfiye kutusundan kayıt, lateral radiustan uyarı ile radial sinirduyu yanıtı.<sup>2,12</sup>

*Amerikan Elektrodiagnostik Tıp Akademisi*'nin (AAEM) 1993'de yayınladığı ve sonra 2002'de revize ettiği derlemede KTS'den şüphelenilen hastalar için aşağıdaki elektrofizyolojik yöntemlerin uygulanması önerilmektedir;

1- Bilekten uygulanan median sinir duysal sinir ileti incelemesi 13-14 cm uzaklıktan olmalı, sonuç anormalse semptomatik olan ekstremitedeki diğer en yakın duysal sinir ileti incelemesi ile karşılaştırılmalıdır (Standart).

2- Eğer başlangıçtaki median sinir duysal sinir ileti incelemesinde ileti uzaklığı 8cm'den büyük ise ve sonuç normale; daha kısa mesafeden (7-8 cm) median sinir duysal ve karma sinir ileti yapılır, ulnar sinir ile karşılaştırılır veya aynı ekstremitte üzerinde median sinir duysal ileti, radial veya ulnar sinir iletiyle karşılaştırılır ya da aynı ekstremitte üzerinde karpal tünelden yapılan median duysal veya karma sinir ileti çalışması proksimal (ön kol), distal (parmaklar) sinir ileti çalışmalarıyla karşılaştırılır (Standart).

3- Median sinirin tenar kas üzerinden ölçülen motor ileti incelemesi ve semptomatik ekstremitte üzerinde distal latansı da içeren başka bir sinirde çalışma yapılmalıdır.

4- Median motor sinir distal latansın (2. lumbrikalden) ulnar motor sinir distal latansı (2.interosseos) ile karşılaştırması, median motor terminal latans indeksi, bilek avuç içi arasında yapılan median motor sinir ileti, median motor BKAP, bilek avuç içi arasındaki ileti bloğunu saptamak için amplitüdlerin oranı, ileti bloğunu ölçmek için bilek ile avuç içi duysal aksiyon potansiyelinin amplitüd oranı ve karpal tünel boyunca kısa segment ileti çalışması yapılır (Opsiyonel).

5- C5-T1 arasındaki spinal köklerden inerve olan kas gruplarının iğne EMG'si yapılır. Semptomatik ekstremitte de median sinirle innerve olan tenar kasları da içermelidir (Opsiyonel).<sup>3,12,21,25</sup>

Median sinir motor ileti testlerinde; APB kası orta noktasına kayıt elektrodu konularak distalde bilekte median sinir üzerinden ve proksimalde antekubital fossa üzerinden uyarım yapılır. Proksimal ve distal uyarım arasındaki mesafe, proksimal ve distal uyarımla elde edilen BKAP latansları farkına bölünerek motor ileti hızı belirlenir.<sup>37</sup> Bilekten uyarımla tenar kaslardan median motor distal latansı çok uzamış vakalarda ön kol motor ileti hızının normal kalması tanı için önemlidir. Bazı vakalarda ön kolda normal limitler altına düşen yavaşlamalar saptanır. Bu proksimal yavaşlama, distal kompresyonun bir sonucu olarak retrograd bir bozukluğu ya da bilekte maksimal çaplı motor liflerin muhtemel bloğunu

gösterebilir. KTS ile birlikte kompresyon yeri proksimalinde tuzaklanma, diyabet ya da poliarteritis nodosa gibi sistemik bir hastalığın subklinik polinöropatisinin belirtisi olabilir. Bu durumlarda sistematik olarak ipsilateral ulnar siniri ve alt ekstremitte sinirlerini incelemek gerekmektedir.<sup>37</sup>

$F_{min}$  yanıt incelemesinin KTS tanısında değeri tartışmalıdır. Zira bu incelemeyle median sinirde bir lokalizasyon yapmak mümkün değildir. Motor nöron veya kök hizasındaki bir lezyondan dolayı  $F_{min}$  yanıt latansı gecikebileceği gibi, KTS gibi demyelinizasyonla seyreden distal yerleşimli bir tuzaklanmada  $F_{min}$  yanıt anormalliği bulunabilir.

### **2.3.1. Sinir İletim Karşılaştırma Testleri**

Klinik olarak KTS semptom ve bulgularına sahip %10-25 hastada rutin sinir ileti testleri normaldir. KTS'de hafif vakalarda ileti anormalliği genelde karpal tünelin proksimal segmentinde olur ve distal segmentteki hızlı ileti bu hafif proksimal yavaşlamayı maskeleyebilir.<sup>2,25</sup> Daha sensitif sinir ileti çalışmaları yapılmazsa elektrofizyolojik olarak KTS tanısı atlanabilir. Rutin motor ve duyu sinir ileti testleri ile elde edilen tanısal değer, duyarlılık ve özgüllük değerleri yüksek karşılaştırma testleri ile artar.

Literatürde birçok karşılaştırma testi bulunmaktadır fakat bu testlerin duyarlılık ve özgüllük değerleri açısından farklılıklar bulunmaktadır.<sup>2,9,25,32,66</sup>

Karşılaştırma testleri altta yatan polinöropati varlığında da KTS tanısı için önem taşımaktadır. Aksonal polinöropatinin bazı nedenleri (diyabet gibi) KTS gelişme riskini artırmaktadır ve bu nedenle KTS ile aksonal polinöropati sıklıkla birlikte oluşabilmektedir.<sup>67</sup> Altta polinöropati varlığında KTS tanısı koyma zorluğu yaşanmaktadır.

#### **Karşılaştırma Testleri**

- 1- Median-ulnar karma sinir tepe latanslarının karşılaştırılması
- 2- Median lumbrikal-ulnar interosseoz distal motor latanslarının karşılaştırılması
- 3- 4. parmak median-ulnar duyu latanslarının karşılaştırılması
- 4- Median-radial duyu Karşılaştırma Testi.<sup>2,12</sup>

#### **2.3.1.1. Median-Ulnar Karma Sinir Duyusal Latans Farkı Testi**

Bu çalışma karma sinir potansiyellerini ölçmeyi sağlar. Motor ve duyu liflerinin her ikisini içerir. Karma sinir potansiyelinde duyu lifleri, karma duyu çalışmada ölçülen kutanöz duyu lifleri de taşır. Bu lifler Ia afferentlerini taşır ve bunlar en büyük ve en hızlı iletilen, en kalın myelinli lifler olması nedeniyle önemlidir. Demyelinizasyona çok

hassastır ve KTS’de primer patolojide etkilenir. Karşılaştırmada ulnar sinir palmar yüzde stimule edilir ve bilekte ulnar sinir kayıtları. Herbir sinir palmarda kayıt elektrodundan 8cm uzaklıkta supramaksimal uyarı verilerek uyarılır, elde edilen yanıtlarda başlangıç ile pik latansı arasındaki fark hesaplanır.<sup>1,2</sup>

### **3.2.1.2. Lumbrikal-İnterosseöz Motor Duyusal Latans Farkı Karşılaştırma Testi**

Median innervasyonlu 2. lumbrikal kas avuç içinde, ulnar 2. dorsal interosseöz kasın hemen üzerinde uzanır, FDP’nin radial tendonundan başlar ve orta parmağın proksimal falanksında son bulur. Birinci palmar interosseöz kas 2. metakarpal kemiğin medialinden başlar ve aynı parmağın proksimal falanksında sonlanır. Bu kasın hemen altında ulnar innervasyonlu 2.dorsal interosseöz kas bulunur ve lumbrikal-interosseöz karşılaştırma çalışmasında kullanılır. İkinci dorsal interosseöz kas 3.metakarpal kemiğin proksimal ve lateralinden başlar ve orta parmak proksimal falanksının radial tarafında sonlanır.<sup>2,37</sup>

Motor lifler daha kolay kayıtları ve duyusal liflere kıyasla sıkışmaya daha dirençlidir, bu yüzden özellikle duyusal potansiyellerin elde edilemediği ağır olgularda median ve ulnar sinir motor karşılaştırma testleri kullanılır. Median sinirin APB kasından kayıtları BKAP’ın elde edilemediği şiddetli KTS’de 2. lumbrikal kastan kayıtları motor liflerin uyarımı ile BKAP elde edilebilir.<sup>66,68</sup> Median 2.lumbrikal ve ulnar interosseöz distal motor latans farkı testinde, median innervasyonlu 2. lumbrikal kasın distal motor latansı ile ulnar innervasyonlu 1.palmar interosseöz kasın distal motor latansı karşılaştırılır. Aktif elektrot 3. metakarpal orta noktasının hafif lateraline doğru yerleştirilirken referans elektrot 2. parmağın proksimal interfalengeal eklemin kemiğe bağlandığı noktaya yerleştirilir.<sup>2,66</sup> Median ve ulnar sinirler aktif elektrottan eşit uzaklıkta, 8-10cm proksimalden, bilekte uyarılırlar. İkinci lumbrikal kas motor nokta üzerine aktif elektrot yerleştirildiğinde median sinir stimülasyonu ile negatif defleksiyonlu bir dalga oluşur, 2. lumbrikal BKAP’ın başlangıcından latans ölçülür. Ulnar sinir bilekte supramaksimal olarak stimule edilirse ulnar interosseöz kas BKAP kolaylıkla bulunur. Genel olarak ulnar BKAP amplitüdü, median BKAP amplitüdünden daha büyüktür.<sup>2</sup> Median 2. lumbrikal ve ulnar 1. interosseöz kas distal motor latans farkı özellikle median duyusal sinir ileti çalışmalarının normal olduğu KTS’de değerlidir.<sup>30,57,69</sup>

İkinci lumbrikal kasına ait olan distal motor latansın uzaması KTS lehinedir.<sup>2</sup> Bazen hafif ve orta derecede KTS olgularında lumbrikal kasları innerve eden sinir uçları karpal tünelden geçerken pozisyonları gereği genellikle korunurlar ve 2. lumbrikal yanıt normal



kalabilir. Çok ileri atrofik bir tenar kasta M yanıtının alınamaması ve lumbrikal kasta patolojik latans uzaması KTS'nun ileri derecede olduğunu gösterir.<sup>37,70</sup> Üzerine KTS eklenmiş polinöropatik vakalarda DSAP ve karma sinir potansiyelleri alınamayabilir ancak motor lifler 2. lumbrikal ve ulnar interosseöz kasta kayıtlanabilir.<sup>2</sup>

### **2.3.1.3. Median-Ulnar Duyu Karşılaştırma Testi**

Median ve ulnar sinir 4. parmandan duyusal latanslarını karşılaştırma, 4. parmak hem ulnar hem de median sinirden innervasyon aldığı için avantajlıdır. Antidromik kayıtla aynı mesafeden her bir sinirin uyarımı ile elde edilen DSAP latansları karşılaştırılır. Kayıt elektrotu 4. parmak metakarpofalengeal (MKF) eklem üzerine ve referans elektrotlar distal interfalengeal eklem üzerine yerleştirilir, 11-13cm proksimalden bilek düzeyinde median ve ulnar sinir stimülasyonu ile DSAP elde edilir.<sup>2,37</sup> Eşit mesafeden bilekten uyarılarak 4. parmandan kayıtlanan median ve ulnar DSAP başlangıç latansları farkının  $\geq 0.4$  olmasının KTS tanısını desteklediği kabul edilir.<sup>2</sup>

### **2.3.1.4. Median-Radial Duyu Karşılaştırma Testi**

Bu çalışmada avantaj olan 1.parmağın hem median hem de radial innervasyonlu olmasıdır. Median ve radial sinir bilekten uyarılır. Kayıt yüzük elektrotlarında aktif 1.MKF eklem üzerine, referans elektrot interfalengeal eklem üzerine konur. Radial sinir bilekte radial kemiğin lateral hizasından uyarılır. Aynı mesafeden median sinir bilekte uyarılır. Supramaksimal uyarımla elde edilen latanslar karşılaştırılır.<sup>2,37</sup>

### **2.3.2 Elektromyografi**

Elektromyografi, KTS'nin şiddeti ve derecesi hakkında bilgi verir ve tanıda anahtar kas APB'dir. Orta ve hafif vakalarda APB sıklıkla normaldir. Hastalığın ileri dönemlerinde elektromyografik incelemede distal liflerin sekonder aksonal kaybı, denervasyon ve reinnervasyonu ile tenar kaslarda spontan fibrilasyon aktivitesi görülür.<sup>37</sup> APB kası anormalse en az iki proksimal median kas ve iki median innevasyonlu olmayan C8-T1 innervasyonlu alt trunkus kaslarının çalışılması önerilmektedir.<sup>1</sup>

### **3. MATERYAL - METOD**

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon ABD Elektrofizyoloji Laboratuvarına 01.10.2013-06.06.2014 tarihleri arasında KTS ön tanısıyla başvuran 106 hasta değerlendirildi. Hastalar arasından anamnez ve fizik muayene sonrasında aşağıda belirtilen klinik bulgulardan en az birine sahip olan 87 hastanın 153 eli çalışmaya dahil edildi.

#### **3.1 Hasta seçimi**

Çalışmaya 18-65 yaş arasındaki, klinik KTS tanı kriterlerinden en az 1'ine sahip olan ve Padua ile arkadaşları tarafından kabul edilen elektrofizyolojik sınıflandırma kriterlerine göre de minimal, hafif ve orta KTS tanısı alan hastalar çalışmaya dahil edildi. Geçirilmiş el cerrahisi ve el bilek fraktürü olanlar, kontrolsüz diyabet ve kronik böbrek yetmezliği olanlar, polinöropatisi'si bulunanlar, gebelik ve ağır kognitif bozukluk veya psikoza olan hastalar ile Padua'nın elektrofizyolojik sınıflandırma kriterlerine göre ağır ve çok ağır KTS tanısı alan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

#### **Klinik KTS Tanı Kriterleri**

- 1- Median sinir inervasyonlu kaslarda ağrı,
- 2- Median sinir dermatomuna uyan alanda parestezi,
- 3- Ağrı ve parestezinin gece şiddetlenmesi,
- 4- Tenar kasta güçsüzlük,
- 5- Tenar kasta atrofi,
- 6- Pozitif Phalen bulgusu,
- 7- Pozitif Tinel bulgusu,
- 8- Pozitif flick bulgusu.

#### **Padua Elektrofizyolojik KTS Tanı Kriterleri**

1- Negatif KTS: Tüm testlerde (segmental ve karşılaştırmalı testler dahil) normal elektrofizyolojik bulgular.

2- Minimal KTS: Standart elektrofizyolojik testlerde normal sınırlarda bulgular fakat karşılaştırma veya segmental testlerde anormal bulgular.

3- Hafif KTS: Elektrofizyolojik olarak parmak-el bileği segmentinde yavaşlama ve normal distal motor latans.

4- Orta KTS: Elektrofizyolojik olarak parmak-el bileği segmentinde yavaşlama ve anormal distal motor latans.

5- Ağır KTS: Elektrofizyolojik olarak median DSAP yokluğu ve anormal distal motor latans.

6- Çok ağır KTS: Elektrofizyolojik olarak tenar motor ve duyuusal yanıt yokluğu.

### **3.2 Klinik değerlendirme**

Tüm hastaların başvuru esnasında yaş, cinsiyet gibi demografik bilgilerine ek olarak geçirdiği ve halen var olan sistemik hastalıkları kaydedildi. Ayrıca hastalara ağrı, parestezi ve gece semptomları gibi klinik KTS düşündürebilecek şikayetlerinin olup olmadığı sorgulanarak kaydedildi. Çalışmaya dahil edilen hastaların üst ekstremitte kas iskelet sistemi ve nörolojik muayeneleri yapıldı.

Fizik muayenede; median sinir alanında hipoestezi, güçsüzlük, tenar atrofi varlığı incelendi; Phalen, ters Phalen, Tinel ve Durkan (karpal kompresyon testi) testleri yapıldı, flick bulgusu sorgulandı.

Phalen testinde eller bilek seviyesinde 60 saniye süre ile fleksiyon halinde tutuldu. Bu manevra ile median sinir duyu alanında parestezi hissedilirse test pozitif kabul edildi. Ters Phalen bulgusunda ise yine eller bilek seviyesinde 60 saniye süre ile ekstansiyon halinde tutuldu. Bu pozisyonda median sinir alanında parestezi hissedilmesi pozitif olarak kabul edildi. Tinel testinde ise el bileği seviyesinde median sinire refleks çekici ile perküsyon yapıldığında median sinir duyu alanında elektriklenme hissedilmesi test için olumlu kabul edildi. Durkan yani karpal kompresyon testinde ise muayene eden kişinin her iki başparmağı ile el bileğinde median sinir üzerine 10 saniye süre ile baskı uygulandı. Median sinir alanında ağrı ve parestezi oluşması pozitif olarak değerlendirildi. (12-15. Çizim)

Nörolojik ve klinik muayeneden sonra hastaların elektrofizyolojik değerlendirmesi yapıldı. Tüm bu değerlendirmeler standardizasyon amacıyla aynı araştırmacı tarafından yapıldı.

### **3.3 Elektrofizyolojik Değerlendirme**

Elektrofizyolojik incelemeler Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon ABD Elektrofizyoloji Laboratuvarında Neurosoft EMG cihazı (Neuro-MEP-Micro (version 2009), Russia) kullanılarak yapıldı (17.Çizim). Hastaların tümü 25 derece oda sıcaklığında ve deri ısısının 31-32 derece sıcaklıkta olmasına dikkat edilerek

çalışmaya alındı. Tüm testler hasta supin pozisyonda sedyeye uzanmış halde ve supramaksimal perkütanöz stimülasyon tekniği ile yüzeysel elektrotlar kullanılarak yapıldı.

### 17.Çizim: EMG cihazı



Tüm ileti çalışmaları uyarı 1cm çaplı katod ve 2.5 cm distalinde 1cm çaplı anoddan oluşan stimülatör ile verildi. Motor, ortodromik duyusal ve karma sinir ileti çalışmaları kayıtlar 1.5x0.5 cm boyutlarında katod ve 4 cm distalinde yine aynı boyutlu anod şeklinde keçe bar elektrot ile antidromik duyusal ileti çalışmaları ise yüzük elektrot ile alındı. Sinir ileti çalışmalarının sonuçları laboratuvarımızda kullanılan referans değerleri esas alınarak değerlendirildi.

### Cihaz ayarları

#### Motor ileti çalışmalarında EMG cihazının ayarları:

Filtreler: 3 Hz ile 5 kHz

Süpürme hızı: 50 ms

Sensitivite: 1 mV

Uyarı süresi: 0.1 ms supramaksimal uyarı olarak belirlenmiştir.

#### Duyusal çalışmalarda EMG cihazının ayarları:

Filtreler: 20 Hz ile 2 kHz

Süpürme hızı: 20 ms

Sensitivite: 20  $\mu$ V

Uyarı süresi: 0.1 ms supramaksimal uyarı olarak belirlenmiştir.

Ölçümlerde stimulus başlangıcından BKAP'inin ilk defleksiyonunun başlaması arasında geçen süre motor distal latansı, DSAP'ın tepe noktasına kadar geçen süre duyusal distal

latans olarak kabul edildi. BKAP ve DSAP amplitüdüleri negatif-pozitif pikler arası mesafe ölçülerek hesaplandı. Motor sinir ileti hızı iki stimülasyon noktası arasındaki mesafenin, proksimal ve distal latans farkına bölünmesiyle, duyuşal sinir ileti hızı ise stimülatör elektrotunun katodu ile kayıt elektrotunun katodu arasındaki mesafenin aynı segmentteki latansa bölünmesi ile cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanarak elde edildi.

### **Değerlendirme parametreleri**

1- Median sinir motor distal latansı (APB kasından kayıt), BKAP amplitüdü, bilek-dirsek arası median sinir motor ileti hızı, median sinir minimum F ( $F_{min}$ ) latansı,

2- Ulnar sinir motor distal latansı (ADM kasından kayıt), BKAP amplitüdü, bilek-dirsek değmenti ulnar sinir motor ileti hızı, ulnar sinir minimum F latansı,

3- 1. parmaktan kayıtle radial sinir antidromik duyuşal distal latansı, DSAP amplitüdü ve duyuşal sinir ileti hızı,

4- 1. parmaktan kayıtle median sinir antidromik duyuşal distal latansı, DSAP amplitüdü ve duyuşal sinir ileti hızı,

5- 1. parmaktan kayıtle median sinir antidromik duyuşal distal latansı ile radial sinir duyuşal distal latansları arasındaki interpik latans farkı,

6- 5. parmaktan kayıtle ulnar sinir antidromik distal latansı, DSAP amplitüdü ve duyuşal sinir ileti hızı,

7- 4. parmaktan kayıtle median sinir duyuşal antidromik distal latansı, DSAP amplitüdü ve parmak-bilek segmentide duyuşal sinir ileti hızı,

8- 4. parmaktan kayıtle ulnar sinir duyuşal antidromik distal latansı, DSAP amplitüdü ve parmak-bilek segmentide duyuşal sinir ileti hızı,

9- 4. parmaktan kayıtle median sinir duyuşal distal latansı ile ulnar sinir duyuşal distal latansları arasındaki interpik latans farkı,

10- Bilekten kayıtle, 3. parmak uyarım ile median sinir ortodromik duyuşal distal latansı, DSAP amplitüdü, ve duyuşal sinir ileti hızı,

11- Bilekten kayıtle, avuç içinden uyarım ile median sinir duyuşal avuç-içi bilek segmenti duyuşal distal latansı, DSAP amplitüdü ve duyuşal sinir ileti hızı,

12- Median sinir motor distal latansı (2. lumbrikal kasından kayıt), BKAP amplitüdü, median motor sinir ileti hızı,

13- Ulnar sinir motor distal latansı (2. interosseoz kasından kayıt), BKAP amplitüdü, median motor sinir ileti hızı,

14- İkinci lumbrikal ve interosseöz kaslardan kayıtle median sinir motor distal latansı ile ulnar sinir motor distal latansı farkı,

15- Bilekten uyarım, avuç içinden kayıtle median karma sinir distal latansı, DSAP amplitüdü ve duyusal sinir ileti hızı,

16- Bilekten uyarım, avuç içinden kayıtle ulnar karma sinir distal latansı, DSAP amplitüdü ve duyusal sinir ileti hızı,

17- Bilekten uyarım, avuç içinden kayıtle median karma sinir distal latansı ile ulnar karma sinir distal latansları arasındaki interpik latans farkı.

### 3.3.1. Motor İleti Çalışmaları

**1. Median sinir motor ileti çalışması:** Bar elektrot elin tenar bölge en kabarık bölümüne el bileği çizgisi ile MKF eklem ortasında volar yüzeye, toprak elektrot ise ön kol fleksör yüzeyine, stimulator ve kayıt elektrot arasına yerleştirildi. Distalden uyarım, katod aktif elektrottan 8 cm uzak olacak şekilde bilek seviyesinden, proksimalden uyarım ise antekubital alanda brakial arterin hemen lateralinden, supramaksimal uyarım ile yapıldı (18. Çizim).

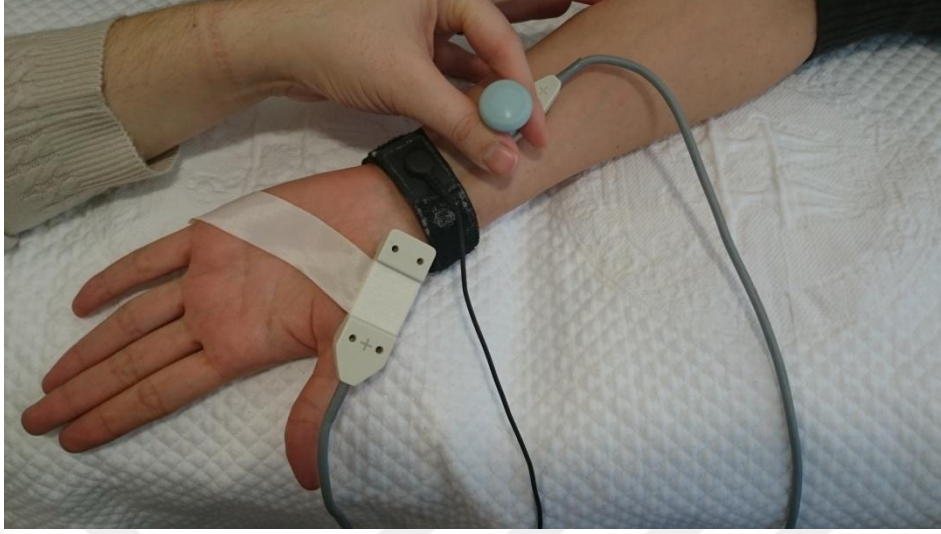
**2. Ulnar sinir motor ileti çalışması:** Bar elektrot ADM kasının en kabarık yerine yerleştirildi. Uyarı el bileği seviyesinde bar elektrotun 8 cm proksimalinden fleksor karpi ulnaris kasının lateralinden olacak şekilde, dirsek seviyesinde ise medial epikondil düzeyinden supramaksimal uyarım ile yapıldı (19.Çizim).

**3. Median ve ulnar sinir F yanıtları:** Median ve ulnar sinir motor ileti incelemeleri ile aynı bölgelerden 20 uyarımla el edilen F yanıtları içinde en kısa süreli olan latans  $F_{min}$  latansı olarak elde edildi.

### 3.3.2 Duyusal İleti Çalışmaları

**1. Birinci parmak median ve radial sinir duyusal ileti çalışması ve sinir ileti karşılaştırma testleri:** Kayıt elektrot olarak yüzük elektrotlar kullanılmıştır. Aktif elektrotlar 1. parmak MKF eklem çevresine, referans elektrot interfalangial (IP) eklem çevresine yerleştirildi. Median sinir el bilek volar yüzünden, radial sinir ise el bileğinde radial kemiğin lateralinden submaksimal uyarı ile uyarıldı. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirildi. Eşit mesafeden bilekten uyarılarak 1. parmaktan kayıtlanan median ve radial DSAP interpik latans farkının  $\geq 0.5$  olması patolojik olarak kabul edildi.<sup>2</sup> (20. Çizim ve 21. Çizim)

**18. Çizim:** Median sinir motor ileti çalışması



**19. Çizim:** Ulnar sinir motor ileti çalışması



**2. Ulnar sinir duyusal ileti çalışması:** Aktif elektrot 5. parmak MKF eklem üzerine, referans elektrot IP eklem çevresine yerleştirildi. Ulnar sinir el bileği düzeyinde fleksör karpi ulnaris tendonun hemen radialinden antidromik olarak uyarıldı. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirildi (22. Çizim).

**20. Çizim:** Median sinir 1. parmak duyuşal ileti çalışması



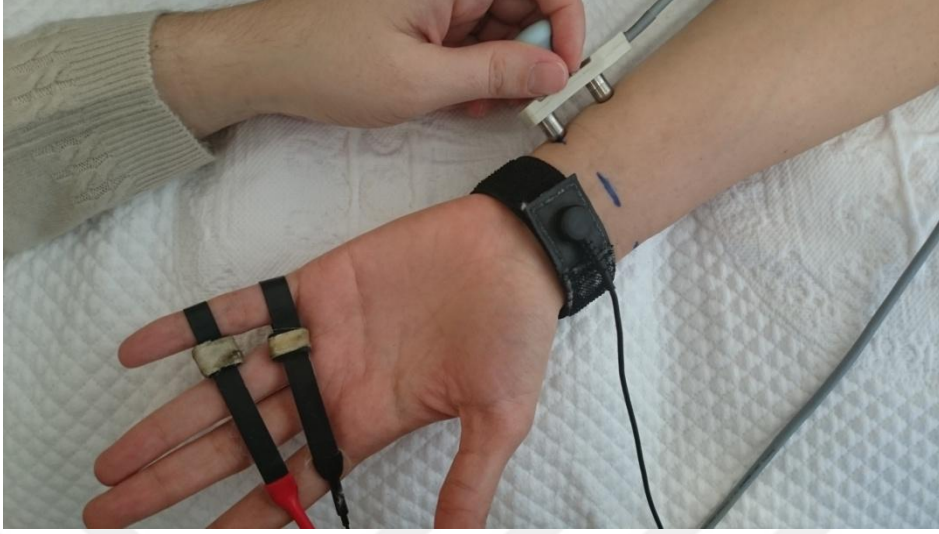
**3. Dördüncü parmak median ve ulnar sinir duyuşal ileti çalışmaları ve sinir ileti karşılaştırma testleri:** Yüzük elektrotlardan aktif elektrot 4. parmak MKF eklem çevresine, referans elektrot 4. parmak proksimal IP eklem çevresine yerleştirildi. Uyarı noktası el bileğinde hem ulnar hem median sinir için aktif elektrodun 11-13cm proksimali olarak belirlendi. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirildi. Eşit mesafeden bilekten uyarılarak 4. parmaktan kayıtlanan median ve ulnar DSAP interpike latans farkının  $\geq 0.5$  olması patolojik olarak kabul edildi.<sup>2,71</sup> (23. Çizim ve 24. Çizim).

**21. Çizim:** Radial sinir 1. parmak duyuşal iletim çalışması

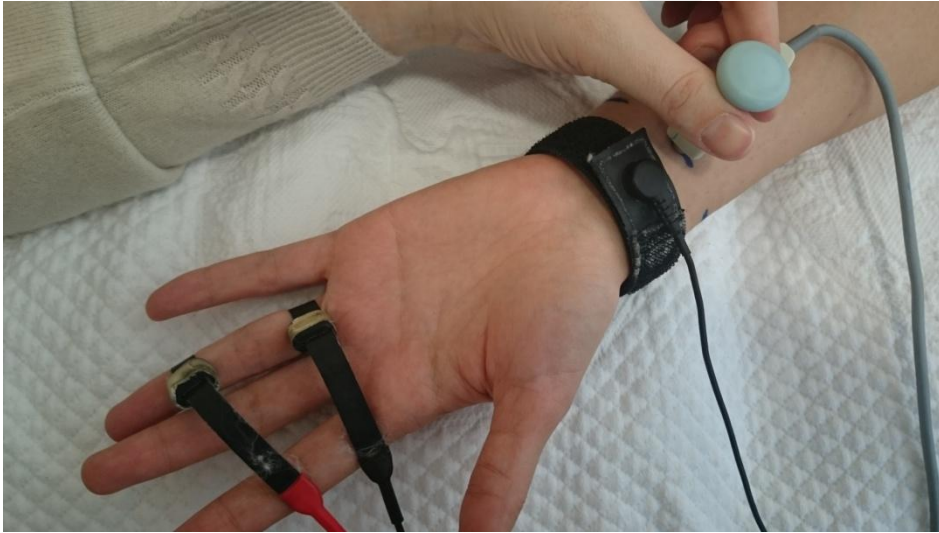




**22. Çizim:** Ulnar sinir 5. parmak duyusal ileti çalışması



**23. Çizim:** Median sinir 4. parmak duyusal ileti çalışması



**24. Çizim:** Ulnar sinir 4. parmak duysal ileti çalışması



**4. Üçüncü parmak median sinir duysal ileti çalışmaları:** Bar elektrot el bileği düzeyinde median sinirin uyarıldığı noktaya yerleştirildi. Median sinir 3. parmak proksimal interfalangial ve distal interfalangial eklem arasından ortodromik teknikle uyarıldı. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirildi (25. Çizim).

**25. Çizim:** Median sinir 3. parmak duysal ileti çalışması (Ortodromik yöntem)



**5. Avuç içi-bilek median sinir duysal ileti çalışmaları:** Bar elektrot el bileği düzeyinde median sinirin uyarıldığı noktaya yerleştirildi. Median sinir avuç içinde 2. ve 3. metakarplar arasından ortodromik teknikle uyarıldı. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirildi (26. Çizim).

**6. İkinci lumbrikal-interosseöz antidromik median ve ulnar sinir ileti çalışmaları ve sinir ileti karşılaştırma testleri:** Median sinir innervasyonlu 2. lumbrikal kas ve ulnar innervasyonlu 2. palmar interosseal kasta kayıt elde etmek amacıyla aktif elektrot 3. metakarpalin orta noktasından hafif laterale doğru, referans elektrot 2. parmağın MKF ekleminin distali üzerine konuldu. Uyarı noktası el bileğinde hem ulnar hem median sinir için aktif elektrodun 8-10 cm proksimali olarak belirlendi. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirilmiştir. Eşit mesafeden bilekten uyarılarak median 2. lumbrikal ve ulnar innervasyonlu 2. interosseal kaslardan elde edilen distal motor interpike latans farkının  $\geq 0.5$  olması patolojik olarak kabul edildi.<sup>2</sup> (27. Çizim ve 28. Çizim)

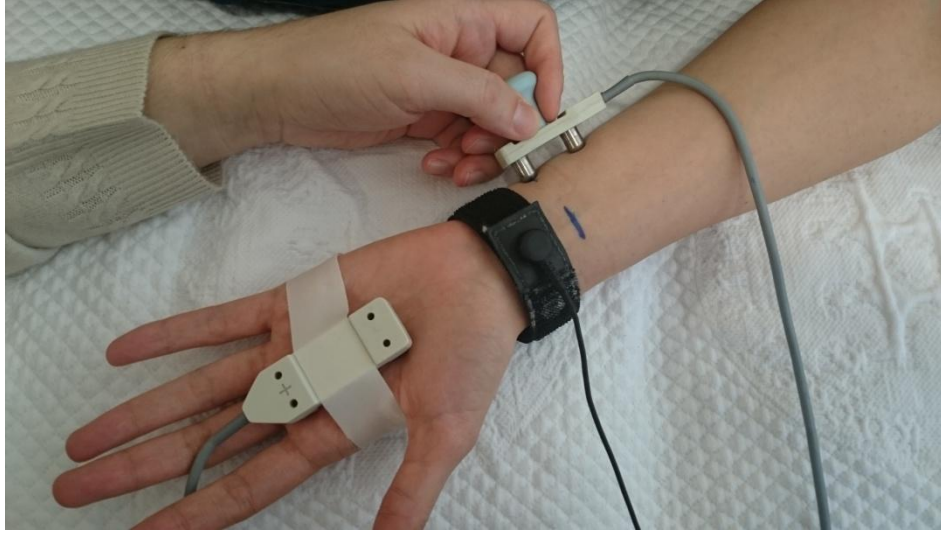
**26. Çizim:** Median Sinir Avuç İçi Duyusal İleti Çalışması (Ortodromik yöntem)



**27. Çizim:** Median Sinir 2. lumbrikal-interosseöz Motor İleti Çalışması



**28. Çizim:** Ulnar Sinir 2. lumbrikal-interosseöz Motor İleti Çalışması



**7. Median-ulnar sinir karma ileti çalışmaları ve sinir ileti karşılaştırma testleri:**

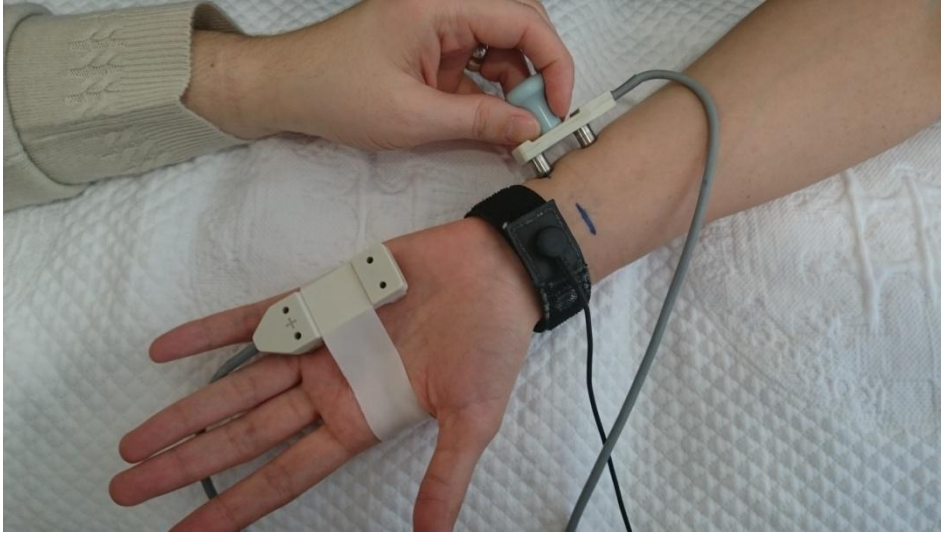
Median sinir innervasyonlu 2. lumbrikal kasta kayıt elde etmek amacıyla aktif elektrot 3. metakarpalin orta noktasından hafif laterale doğru, referans elektrot 2. parmağın MKF ekleminin distali üzerine konuldu. Ulnar sinir innervasyonlu kaslardan kayıt elde etmek amacıyla aktif elektrot 5. metakarpalin orta noktasından hafif laterale doğru, referans elektrot 4. parmağın MKF ekleminin distali üzerine konuldu. Uyarı noktası el bileğinde hem ulnar hem median sinir için aktif elektrodun 11-13 cm proksimali olarak belirlendi. Toprak elektrot, kayıt elektrodu ile uyarıcı elektrot arasına yerleştirildi. Eşit mesafeden bilekten uyarılarak median 2. lumbrikal ve ulnar inervasyonlu 2. interosseal kaslardan elde

edilen distal motor interpike latans farkının  $\geq 0.4$  olması patolojik olarak kabul edildi.<sup>2</sup> (29. Çizim ve 30. Çizim)

**29. Çizim:** Median Sinir Karma İleti Çalışması



**30. Çizim:** Ulnar sinir Karma İleti Çalışması



### 3.4 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler Ortalama  $\pm$  standart sapma ve medyan (25. persantil - 75. persantil) ve frekans (yüzdeler) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olan nümerik değişkenlerde tek yönlü varyans analizi ile normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için ise Mann Whitney U Testi, Kruskal Wallis tek yönlü varyans analizi ve Tukey Post Hoc Test. ile, kategorik değişkenler için Fisher's Exact Kikare analizi ile değerlendirildi.  $p < 0.05$  istatistiksel olarak önemlilik için yeterli kabul edildi. Gruplar arasında sensitivite ve spesitivite değerleri MEDİCALC 11 PROGRAMI kullanılarak ROC Curve Analizi ile elde edildi.

#### 4. BULGULAR

Değerlendirilen 106 hastadan 1'i KBY, 5'i ağır kontrolsüz diyabetes mellitus, 5'i polinöropati ve 1'i de gebelik nedeni ile çalışmaya alınmadı. Kalan 94 hastanın ise 7'si elektrofizyolojik olarak bilateral ağır ya da çok ağır KTS tespit edildiği için çalışmaya alınmadı. Kalan 87 hastanın 174 elinden 1'i karpal kemik fraktürü, 2'si radius distal uç fraktürü, 7'si geçirilmiş KTS cerrahisi nedeni ile; 6 el elektrofizyolojik olarak ağır ve 5 el ise çok ağır KTS tanısı almaları nedeni ile çalışma dışı bırakıldı. Böylece 87 hastanın 153 eli çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen eller elektrofizyolojik inceleme sonucuna göre normal ve hasta olarak 2 gruba ayrıldı, hasta grubu da kendi içerisinde minimal, hafif ve orta olarak 3 grupta incelendi. Çalışmaya dahil edilen ellerden 64 el klinik ve elektrofizyolojik olarak normal bulunarak kontrol grubuna alındı. Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen 89 elin gruplandırmasında 13 el (%11,4) minimal, 36 el (%31,6) hafif ve 40 el (%35,3) orta KTS olarak değerlendirildi. Toplam 89 elin 44'ü (%49,4) sağ, 45'i (%50,6) sol el idi.

Çalışmaya alınan 87 kişinin 74'ü (%85,1) kadın, 13'ü (%14,9) erkek idi. Kadın hastalarımızın yaş ortalaması 48,15±9,80 yıl (yaş aralığı 25-65) iken, erkek hastalarımızın yaş ortalaması 50,88±12,43 yıl (yaş aralığı 26-65) idi ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Hastalarımızın ortalama yaşı ise 48,45±10,07 yıl (yaş aralığı 25-65) olarak saptandı.

Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen 89 elin %54,0'ünde uyuşukluk, %28,1'inde ağrı, %11,2'sinde ağrı ve uyuşukluk, %4,5 hastada kuvvet kaybı şikayeti mevcutken, %2,2 elde herhangi bir şikayet mevcut değildi (5. Çizelge).

#### 5. Çizelge: Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen hastalardaki şikayet dağılımı

	Sayı (n)	Yüzde (%)
<b>Şikayetler</b>		
<b>Uyuşukluk</b>	50	56,2
<b>Ağrı</b>	25	28,1
<b>Uyuşukluk+ Ağrı</b>	10	11,2
<b>Kuvvet Kaybı</b>	4	4,5
<b>Toplam</b>	89	100

Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen 89 elin %76,4'ünde Flick testi, %74,2'sinde Phalen testi, %60,7'sinde ters Phalen testi, %44,9'unda Durkan testi ve %40,4'ünde Tinel testi pozitif olarak bulundu. Tüm evrelerde elektrofizyolojik olarak KTS saptanan hastalarda provakatif testlerden en az birinin pozitif olma oranı ise %100'dü (6. Çizelge).

**6. Çizelge:** Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen hastalarda provakatif testlerin dağılımı

	<b>Tinel</b> n (%)	<b>Phalen</b> n (%)	<b>Ters Phalen</b> n (%)	<b>Flick</b> n (%)	<b>Durkan</b> n (%)
<b>Pozitif</b>	36 (%40,4)	66 (%74,2)	54 (%60,7)	68 (%76,4)	40 (%44,9)
<b>Negatif</b>	53 (%59,6)	23 (%25,8)	35 (%39,3)	21 (%23,6)	49 (%55,1)
<b>Toplam</b>	89 (%100)	89 (%100)	89 (%100)	89 (%100)	89 (%100)

Elektrofizyolojik olarak KTS saptanan hastaların tümünde provakatif testler değerlendirildiğinde en duyarlı test %76,40 ile flick bulgusudur. Tüm testlerin özgüllük değerleri ise %100'e yakın olarak bulundu.

**7. Çizelge:** Elektrofizyolojik Olarak KTS Saptanan Hastalarda tüm gruplarda provakatif testlerin duyarlılık ve özgüllük değerleri

	<b>Phalen</b>	<b>Tinel</b>	<b>Ters Phalen</b>	<b>Flick</b>	<b>Durkan</b>
<b>Duyarlılık</b>	74,16	40,45	60,67	76,40	45,45
<b>Özgüllük</b>	100,00	100,00	100,00	98,44	100,00
<b>AUC</b>	0,871	0,702	0,803	0,874	0,727
<b>p değeri</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Provakatif testlerin gruplar içerisinde duyarlılık ve özgüllükleri değerlendirildiğinde, Tinel ve Durkan testlerinin her ikisi de minimal karpal tünel sendromlu olgularda %7,69 duyarlılığa sahipken, hafif olgularda her iki testte de %16,6 ve orta olgularda sırasıyla %72,50 ve %82,50 duyarlılığa sahipti. Normal olgularla karşılaştırıldığında minimal olgularda Tinel ve Durkan testlerinin pozitifliği istatistiksel olarak anlamlı değilken ( $p>0,05$ ), hafif ve orta karpal tünel sendromlu olgularda istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p<0,05$ ). Phalen, Ters Phalen, Durkan testlerinin ve Flick bulgusunun duyarlılık ve özgüllükleri değerlendirildiğinde tüm testlerin özgüllüğü %100 olarak saptandı. En duyarlı provakatif test ise elektrofizyolojik olarak minimal KTS saptanan grupta %61,54 ile Phalen



ve Flick bulguları; hafif KTS grubunda %69,44 ile Flick bulgusu, orta KTS grubunda ise %87,5 ile Phalen ve Flick bulguları olarak saptandı (8. Çizelge).

**8. Çizelge:** Provakatif testlerin KTS gruplarına göre duyarlılık ve özgüllükleri.

		<b>Minimal</b>	<b>Hafif</b>	<b>Orta</b>
<b>Tinel</b>	<b>Duyarlılık</b>	7,69	16,67	72,50
	<b>Özgüllük</b>	100	100	100
	<b>AUC</b>	0,538	0,583	0,862
	<b>p değeri</b>	p>0,05	p<0,01	p<0,001
<b>Phalen</b>	<b>Duyarlılık</b>	61,54	63,89	87,50
	<b>Özgüllük</b>	100	100	100
	<b>AUC</b>	0,808	0,819	0,938
	<b>p değeri</b>	p<0,001	p<0,001	p<0,001
<b>Ters Phalen</b>	<b>Duyarlılık</b>	30,77	47,22	82,50
	<b>Özgüllük</b>	100	100	100
	<b>AUC</b>	0,654	0,736	0,913
	<b>p değeri</b>	p<0,05	p<0,001	p<0,001
<b>Flick</b>	<b>Duyarlılık</b>	61,54	69,44	87,50
	<b>Özgüllük</b>	100	100	100
	<b>AUC</b>	0,808	0,847	0,938
	<b>p değeri</b>	p<0,001	p<0,001	p<0,001
<b>Durkan</b>	<b>Duyarlılık</b>	7,69	16,67	82,50
	<b>Özgüllük</b>	100	100	100
	<b>AUC</b>	0,538	0,583	0,913
	<b>p değeri</b>	p>0,05	p<0,01	p<0,001

\* ROC Curve Analizi (p değeri: Elektrofizyolojik olarak normal kabul edilen grup ile ilgi grubun eğri altında (AUC) kalan alanlarının karşılaştırması )

Çalışmaya alınan tüm ellerin gruplara göre elektrofizyolojik değerleri Çizelge 9-14'de verilmiştir.

Median sinire yönelik yapılan duyuşal ve motor sinir ileti çalışmalarının sonuçları kontrol grubuna göre incelendi. Median sinir motor distal latans verileri açısından karşılaştırıldığında kontrol grubu ile elektrofizyolojik olarak KTS saptanan tüm gruplar

arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Median sinir motor yanıt amplitüd verileri açısından değerlendirildiğinde normal olgular ile orta olgular, minimal olgularla orta olgular, hafif olgularla orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu ( $p<0,001$ ). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). Median sinir motor ileti hızları verileri açısından değerlendirildiğinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). Median sinir  $F_{\min}$  yanıtları incelendiğinde ise sadece normal olan grup ile orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Ulnar sinir motor ve duyuşal ileti çalışmalarında gruplar arası karşılaştırmada ulnar sinir motor distal latansı, ulnar sinir motor yanıt amplitüdü, ulnar sinir motor ileti hızları, ulnar sinir  $F_{\min}$  latansı, ulnar sinir duyuşal yanıt latansı, amplitüdü ve ileti hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (9. Çizelge).

### 9.Çizelge: Hasta ve kontrol grubun elektrofizyolojik parametreleri

		MML	MMA	MMIH	UML	UMA	UMIH	Median F yanıt	Ulnar F yanıt
Normal	Median	3,08	13,91	58,5	2,28	14,5	55,75	23,70	24,60
	Mean+SD	3,10±0,31	13,91±3,65	58,49±4,28	2,31±0,21	14,57±3,54	56,21±4,14	23,55±2,54	24,39±2,52
	Min.	2,12	3,93	48,20	2,04	4,40	50,50	17,50	16,40
	Max.	3,68	22,70	66,30	3,12	23,20	69,20	29,20	31,40
Min.	Median	3,49	14,93	57,40	2,36	14,30	53,3	24,60	23,80
	Mean+SD	3,52±0,16	14,93±3,78	58,78±3,91	2,42±0,29	14,75±3,53	57,37±3,67	25,91±3,49	25,09±4,01
	Min.	3,2	9,71	52,60	2,08	10,10	46,40	21,40	19,60
	Max.	3,76	22,10	66,70	2,88	20,30	59,40	32,30	32
Hafif	Median	3,56	13,66	56,90	2,32	14,65	54,90	25,05	23,90
	Mean+SD	3,49±0,20	13,66±3,78	56,96±3,52	2,40±0,33	14,69±2,80	55,08±2,83	24,97±2,14	24,20±2,98
	Min.	3,04	6,17	50,00	2,04	9,23	50,30	21,20	17,70
	Max.	3,84	23,20	63,20	3,64	21,40	61,80	29,80	33,00
Orta	Median	4,5	10,85	56,90	2,38	14,05	54,40	25,95	24,50
	Mean+SD	4,50±0,71	10,85±3,34	55,89±9,31	2,38±0,24	13,88±3,08	55,03±3,10	26,00±2,93	24,08±2,64
	Min.	3,6	3,34	3,20	2,04	8,30	50,50	18,60	19,20
	Max.	6,64	19,80	68,20	3,04	20,40	65,50	31,60	29,20
	p değeri	$p^{\alpha\beta\gamma\delta\lambda}$	$p^{\gamma\delta\lambda\epsilon}$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p^{\gamma}$	$>0,05$

+ Kruskal Wallis Varyans Analizi

$p^{\alpha}$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\gamma}$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda}$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\epsilon}$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

MML: Median Sinir Motor Distal Latansı

UML: Ulnar Sinir Motor Distal Latansı

MMA: Median Sinir Motor Yanıt Amplitüdü

UMA: Ulnar Sinir Motor Yanıt Amplitüdü

MMIH: Median Sinir Motor İleti Hızı

UMIH: Ulnar Sinir Motor İleti Hızı

Median sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyuşal ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinir duyuşal yanıt latansı değerlerinde normal olgular

ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında; minimal grup ile hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken ( $p < 0,001$ ), minimal ve hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ). Median sinir 1. parmak antidromik duyu amplitüdü değerlerinde normal grup ile minimal ve orta grup arasında anlamlı fark varken ( $p < 0,001$ ) diğer gruplarda ise istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ). Median sinir 1. parmak antidromik duyu ileti hızı değerlerinde normal grup ile minimal, hafif ve orta grup ile, minimal ve orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken ( $p < 0,001$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ). Ulnar sinirin 5. parmaktan uyarımla elde edilen motor ve duysal ileti çalışmalarında gruplar arası karşılaştırmada ulnar sinir motor distal latansı, ulnar sinir motor yanıt amplitüdü, ulnar sinir motor ileti hızları, ulnar sinir  $F_{min}$  latansı, ulnar sinir duysal yanıt latansı, amplitüdü ve ileti hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0,05$ ).

Radial sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duysal ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada radial sinir duysal yanıt latansı ve amplitüd değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0,05$ ). İleti hızları açısından ise normal ve hafif olgular ile, hafif ve orta olgular arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ) (10. Çizelge).

Median sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen latansı ile radial sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen intermik latans değerleri arasındaki fark açısından değerlendirildiğinde kontrol grubu ile hafif ve orta grup arasında, minimal ile orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ) (10. Çizelge).

Median sinirin 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duysal ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinir duysal yanıt latansının normal olgular ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında; minimal grup ile hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken ( $p < 0,001$ ), minimal ve hafif olgular arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ) (11. Çizelge).

Median sinir 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen amplitüdünden normal grup ile orta grup arasında, minimal grup ile orta grup arasında ve hafif grup ile orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ) (11. Çizelge).

## 10. Çizelge: Hasta ve kontrol grubun elektrofizyolojik parametreleri

		MIPADL	MIPADA	MIPADİH	RIPADL	RIPADA	RIPADİH	MR1PLF	USPADL	USPADA	USPADİH
Normal	Median	2,60	46,20	44,10	2,43	15,65	47,80	0,16	2,72	48,60	46,00
	Mean+SD	2,63±0,21	47,04±28,91	44,62±3,52	2,42±0,22	20,75±18,98	48,18±3,93	0,21±0,17	2,74±0,19	47,24±22,00	46,14±2,97
	Min.	2,17	2,00	37,10	1,80	3,90	39,90	0,00	2,43	6,30	41,00
	Max.	3,49	113,00	52,60	3,12	135,00	61,10	0,80	3,60	113	55,10
Min.	Median	3,02	44,20	39,80	2,49	13,40	47,30	0,44	2,88	41,00	44,70
	Mean+SD	2,98±0,20	46,27±24,98	39,60±1,46	2,53±0,18	13,03±5,41	46,70±1,98	0,42±0,14	2,88±0,20	40,96±30,06	45,22±2,48
	Min.	2,70	11,30	35,70	2,32	3,10	42,30	0,12	2,56	2,20	40,50
	Max.	3,36	89,70	41,70	2,88	22,20	49,30	0,59	3,24	104	50,80
Hafif	Median	2,96	32,00	36,75	2,36	14,80	45,80	0,52	2,76	39,15	44,75
	Mean+SD	2,97±0,23	37,25±24,58	36,97±2,91	2,39±0,20	15,04±5,94	45,77±3,20	0,55±0,26	2,78±0,17	41,19±22,75	45,21±2,85
	Min.	2,43	3,30	30,00	2,08	0,70	40,80	0,12	2,48	1,90	40,50
	Max.	3,40	144,00	46,70	2,88	27,50	52,90	1,05	3,18	106,00	53,60
Orta	Median	3,53	22,65	31,40	2,38	13,35	47,95	1,17	2,73	42,80	45,50
	Mean+SD	3,72±0,53	25,36±17,54	33,39±11,66	2,38±0,17	14,91±7,54	48,96±7,74	1,34±0,58	2,82±0,35	46,77±25,53	44,96±4,64
	Min.	2,96	4,90	21,20	2,04	5,30	33,50	0,55	2,20	5,80	26,50
	Max.	5,50	106,00	94,10	2,72	51,70	90,00	3,30	4,34	109,00	54,50
	p değeri	$p^{\alpha \beta \gamma \lambda \delta}$	$p^{\lambda \gamma}$	$p^{\alpha \beta \gamma \lambda}$	p>0,05	p>0,05	$p^{\delta \beta}$	$p^{\beta \gamma \lambda \delta}$	p>0,05	p>0,05	p>0,05

<sup>+</sup> Kruskal Wallis Varyans Analizi

$p^{\alpha}$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\gamma}$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda}$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

**MIPADL**: Median Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu Latansı

**MIPADA**: Median Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu Amplitüdü

**MIPADİH**: Median Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu İleti Hızı

**RIPADL**: Radial Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu Latansı

**RIPADA**: Radial Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu Amplitüdü

**RIPADİH**: Radial Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu İleti Hızı

**MR1PLF**: Median Sinir – Radial Sinir 1. Parmak Latans Farkı

**USPADL**: Ulnar Sinir 5. Parmak Antidromik Duyu Latansı

**USPADA**: Ulnar Sinir 5. Parmak Antidromik Duyu Amplitüdü

**USPADİH**: Ulnar Sinir 5. Parmak Antidromik Duyu İleti Hızı

Median sinirin 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyu ileti hızı kontrol grubu ile hafif ve orta gruplar arasında, minimal grup ile orta grup arasında, hafif grup ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ) (11. Çizelge).

Median sinirin 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duysal latans değerleri ile aynı parmaktan elde edilen ulnar latans değerleri arasındaki fark açısından değerlendirildiğinde kontrol grubu ile hafif grup ve orta grup arasında, minimal grup ile

orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ) (11. Çizelge).

### 11. Çizelge : Hasta ve kontrol grubun elektrofizyolojik parametreleri

		M4PADL	M4PADA	M4PADIH	U4PADL	U4PADA	U4PADIH	MU4PLF
Normal	Median	3,02	27,30	46,80	2,83	27,80	50,65	0,20
	Mean+SD	3,07±0,27	28,54±14,46	46,55±4,20	2,83±0,21	31,55±23,52	50,06±3,14	0,24±,018
	Min.	2,56	6,00	34,10	2,49	0,10	40,50	0,00
	Max.	3,8	77,90	55,60	3,39	113,00	55,60	0,76
Min.	Median	3,40	26,10	41,30	2,96	15,90	48,70	0,40
	Mean+SD	3,51±0,27	23,24±12,86	41,50±3,28	2,99±0,25	22,55±19,75	48,71±3,97	0,52±0,37
	Min.	3,20	1,10	35,40	2,54	2,10	40,70	0,00
	Max.	4,23	38,80	47,60	3,44	60,00	55,00	1,58
Hafif	Median	3,52	21,20	39,70	2,91	30,85	48,05	0,64
	Mean+SD	3,56±0,35	22,07±10,11	39,33±4,73	2,92±0,21	37,86±31,37	47,56±4,27	0,64±0,33
	Min.	2,8	8,20	28,80	2,64	2,60	39,30	0,12
	Max.	4,18	45,30	49,30	3,56	135	53,00	1,36
Orta	Median	4,43	10,05	30,30	2,86	27,50	48,80	1,56
	Mean+SD	4,57±0,83	12,18±10,93	31,11±5,54	2,82±0,29	38,38±31,55	60,45±74,74	1,74±0,92
	Min.	3,28	0,40	19,50	1,80	0,40	15,00	0,05
	Max.	7,68	61,40	45,00	3,28	114,00	51,9	5,08
	p değeri	$p^{\beta \alpha \gamma \lambda \delta}$	$p^{\lambda \delta \beta}$	$p^{\gamma \beta \lambda \delta}$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p^{\gamma \beta \lambda \delta}$

+ Kruskal Wallis Varyans Analizi

$p^{\alpha}$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\gamma}$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda}$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

**M4PADL**: Median Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu Latansı

**M4PADA**: Median Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu Amplitüdü

**M4PADIH**: Median Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu İleti Hızı

**U4PADL**: Ulnar Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu Latansı

**U4PADA**: Ulnar Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu Amplitüdü

**UPADIH**: Ulnar Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu İleti Hızı

**MU4PLF**: Median Sinir -Ulnar Sinir 4. Parmak Latans Farkı

Median sinir 3. parmaktan ortodromik uyarımla elde edilen duyuşal ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinir duyuşal yanıt latansı değerlerinde normal ve hafif gruplar arasında, normal ve orta gruplar arasında, minimal ve orta gruplar arasında ve hafif ile orta gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Median 3. parmaktan ortodromik uyarımla elde edilen amplitüd değerlerinde ise normal grup ile hafif ve orta grup arasında, minimal ile hafif grup arasında ve hafif ile orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu ( $p<0,001$ ). Median sinir 3. parmaktan ortodromik uyarımla elde edilen ileti hızı değerlerinde normal grup ile hafif ve orta grup arasında ,

minimal ile orta grup arasında ve hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). (12. Çizelge)

Median sinir avuç içi- bilek segmentinden uyarımla duyuşsal latans çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinir duyuşsal yanıt latansı değerlerinde normal grup ile minimal, hafif ve orta grup arasında, minimal ile orta grup arasında ve hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ) Median sinir avuç içi- bilek segmentinden uyarımla elde edilen amplitüd değerlerinde ise normal grup ile hafif grup arasında, minimal grup ile orta grup arasında ve hafif grup ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Median sinir avuç içi- bilek segmentinden uyarımla elde edilen ileti hızı değerlerinde ise normal grup ile minimal, hafif ve orta grup arasında, minimal ile orta grup arasında ve hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ) (12. Çizelge).

Lumbrikal-interosseoz kaslardan 2. parmaktan uyarımla elde edilen duyuşsal ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinirin duyuşsal yanıt latansı değerlerinde normal grup ile minimal, hafif ve orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p< 0,001$ ). Median 2. parmaktan uyarımla lumbrikal-interosseoz kaslarından elde edilen motor amplitüd değerlerinde, normal grup ile orta grup arasında hafif grup ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p>0,005$ ). Median 2. parmaktan uyarımla lumbrikal-interosseoz kaslarından elde edilen motor ileti hızı değerlerinde normal grup ile minimal, hafif ve orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p< 0,001$ ). Ulnar sinir duyuşsal ileti çalışmalarında ise duyu latansı, amplitüdü ve ileti hızları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ) (13. Çizelge).

3 .parmaktan uyarımla lumbrikal-interosseoz kaslardan elde edilen median ve ulnar duyuşsa latans farkları değerlendirildiğinde kontrol grubu ile hafif grup ve orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ) (13. Çizelge).

## 12. Çizelge: Hasta ve kontrol grubun elektrofizyolojik parametreleri

		M3PODL	M3PODA	M3PODIH	MPWODL	MPWODA	MPWODIH
Normal	Median	3,40	7,40	47,95	1,74	57,90	51,05
	Mean+SD	3,45±0,35	9,40±6,21	47,33±3,97	1,79±0,23	61,15±31,30	50,77±6,25
	Min.	2,92	0,30	34,40	1,38	7,60	36,30
	Max.	5,24	33,60	54,80	2,48	148,00	65,50
Min.	Median	3,80	9,10	43,50	2,16	50,20	42,50
	Mean+SD	3,78±0,46	13,05±10,83	44,80±5,56	2,15±0,11	57,56±39,74	42,13±3,40
	Min.	2,92	3,00	35,40	2,00	1,30	34,40
	Max.	4,52	41,70	58,20	2,33	145,00	48,20
Hafif	Median	3,88	4,60	42,30	2,08	51,05	41,70
	Mean+SD	3,87±0,31	5,79±4,08	41,48±5,67	2,10±0,25	53,60±26,06	42,53±5,28
	Min.	3,32	0,70	18,70	1,72	9,90	33,90
	Max.	4,88	16,20	51,20	2,64	112,00	52,30
Orta	Median	4,55	3,10	34,90	2,72	16,40	32,25
	Mean+SD	4,73±0,84	4,00±3,42	34,16±8,29	2,98±1,60	24,24±21,58	31,90±6,98
	Min.	2,38	0,10	3,16	2,08	3,10	2,08
	Max.	7,00	16,10	63,00	12,40	91,10	42,80
	p değeri	$p^{\beta \gamma \lambda \delta}$	$p^{\beta \gamma \delta \lambda}$	$p^{\beta \gamma \lambda \delta}$	$p^{\alpha \beta \gamma \lambda \delta}$	$p^{\beta \lambda \delta}$	$p^{\alpha \beta \gamma \lambda \delta}$

\* Kruskal Wallis Varyans Analizi

$p^{\alpha}$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\gamma}$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda}$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\alpha \beta}$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

**M3PODL**: Median Sinir 3.Parmak Ortodromik Duyu Latansı

**MPWODL**: Median Sinir Avuçiçi-Bilek Ortodromik Duyu Latansı

**M3PODA**: Median Sinir 3.Parmak Ortodromik Duyu Amplitüdü

**MPWODA**: Median Sinir Avuçiçi-Bilek Ortodromik Duyu Amplitüdü

**M3PODIH**: Median Sinir 3.Parmak Ortodromik Duyu İleti Hızı

**MPWODIH**: Median Sinir Avuçiçi-Bilek Ortodromik Duyu İleti Hızı

Avuç içinden uyarımla median ve ulnar sinir karma duyuşsal ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinirin duyuşsal yanıt latansı değerlerinde normal grup ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında, hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ). Median karma çalışmasında elde edilen amplitüd değerlerinde istatistiki açıdan anlamlı fark yoktu ( $p > 0,005$ ). Median karma çalışmasında elde edilen ileti hızı değerlerinde normal grup ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında, hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ). Ulnar sinir duyuşsal ileti çalışmalarında ise duyuş latansı, amplitüdü ve ileti hızları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p < 0,05$ ) (14. Çizelge).

### 13. Çizelge : Hasta ve kontrol grubun elektrofizyolojik parametreleri

		M2LIML	M2LIMA	M2LIMIH	U2LIML	U2LIMA	U2LIMIH	MU2LIMLF
Normal	Median	2,23	44,25	47,20	1,91	18,25	54,90	0,31
	Mean+SD	2,25±0,22	55,94±38,89	47,62±5,38	1,91±0,24	42,32±47,70	55,72±6,93	0,34±0,24
	Min.	1,88	1,10	38,60	1,48	0,20	38,40	0,00
	Max.	3,02	185,00	63,00	2,56	149,00	70,90	0,83
Min.	Median	2,68	57,40	41,10	2,01	25,40	51,10	0,58
	Mean+SD	2,68±0,22	71,10±57,68	40,65±3,57	2,09±0,25	31,90±38,01	52,68±6,31	0,59±0,33
	Min.	2,38	2,90	31,50	1,75	,020	42,00	0,10
	Max.	3,18	175	46,20	2,65	129,80	51,30	1,22
Hafif	Median	2,59	36,90	41,05	1,98	12,70	54,35	0,53
	Mean+SD	2,56±0,31	46,08±37,84	43,22±9,47	1,96±0,30	33,45±41,51	54,99±9,23	0,58±0,32
	Min.	1,48	3,30	34,10	1,12	0,30	41,10	0,04
	Max.	3,12	159,00	81,00	2,59	129,60	88,90	1,27
Orta	Median	3,28	22,60	31,25	1,96	12,60	53,25	1,15
	Mean+SD	3,68±1,19	46,28±114,36	32,25±11,50	2,17±0,56	27,12±37,48	51,49±10,63	1,51±1,16
	Min.	2,06	0,10	15,00	1,59	1,30	27,40	0,05
	Max.	7,36	73,3	78,00	3,65	164,00	75,60	4,76
	p değeri	$p^{\beta \alpha \gamma \delta}$	$p^{\lambda \gamma}$	$p^{\beta \alpha \gamma \delta}$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p^{\beta \gamma \delta}$

<sup>+</sup> Kruskal Wallis Varyans Analizi

$p^{\alpha}$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\gamma}$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda}$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta \alpha \gamma \delta}$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

**M2LIML**: Median Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Latansı

**U2LIML**: Ulnar Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Latansı

**M2LIMA**: Median Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Amplitüdü

**U2LIMA**: Ulnar Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Amplitüdü

**M2LIMIH**: Median Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor İleti Hızı

**U2LIMIH**: Ulnar Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor İleti Hızı

**MU2LIMLF**: Median Sinir -Ulnar Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Latans Farkı

Median ve ulnar karma duysal latans farkları değerlendirildiğinde ise kontrol grubu ile hafif, orta gruplar arasında, minimal ile orta grup arasında ve hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark mevcuttu ( $p<0,001$ ) (14. Çizelge).

Elektrofizyolojik olarak minimal değerlendirilen grupta duyarlılık ve özgüllük değerleri incelendiğinde en duyarlı testin %100 ile median sinirin avuç içi-palmar ve 1. parmaktan uyarımla elde edilen duyu latansı, en özgül testin ise %92,31 ile 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyu latansı, 2.parmak lumbrikal-interosseöz motor distal latansı ve median motor karma değerlerinin olduğu görülmüştür.



#### 14. Çizelge : Hasta ve kontrol grubun elektrofizyolojik parametreleri

		MMXL	MMXA	MMXIH	UMXL	UMXA	UMXIH	MUMXLF
Normal	Median	2,28	40,50	47,20	2,01	33,30	52,50	0,21
	Mean+SD	2,27±0,21	49,53±38,75	46,97±4,84	1,99±0,23	47,72±40,60	54,07±7,54	0,28±0,22
	Min.	1,84	0,40	37,70	1,32	0,40	44,80	0,00
	Max.	2,92	166,00	62,50	2,49	162,00	90,70	1,11
Min.	Median	2,64	35,00	40,20	2,22	31,00	51,10	0,32
	Mean+SD	2,65±0,27	43,28±38,61	40,90±4,03	2,17±0,19	42,56±37,10	49,99±5,24	0,48±0,35
	Min.	2,33	5,50	33,70	1,91	0,44,	42,90	0,11
	Max.	3,28	128,00	49,00	2,54	132,10	63,00	1,09
Hafif	Median	2,59	23,15	40,90	2,06	26,90	51,50	0,53
	Mean+SD	2,66±0,45	42,42±40,59	42,39±8,42	2,08±0,32	37,35±33,10	51,83±5,71	0,57±0,34
	Min.	2,12	3,10	26,10	1,64	1,10	33,30	0,03
	Max.	4,60	156,00	70,90	3,60	132,30	65,00	1,49
Orta	Median	3,18	26,90	33,15	2,03	25,05	52,50	1,11
	Mean+SD	3,71±1,42	42,33±47,52	31,74±9,38	2,09±0,42	33,75±31,41	51,51±8,22	1,62±1,36
	Min.	2,48	0,90	13,70	1,56	1,50	31,60	0,42
	Max.	0,90	197,00	57,50	3,48	125,50	67,10	5,39
	p değeri	$p^{\alpha \beta \gamma \delta}$	$p>0.05$	$p^{\alpha, \beta \gamma \delta}$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p^{\beta \gamma \lambda \delta}$

+ Kruskal Wallis Varyans Analizi

$p^{\alpha}$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\beta}$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\gamma}$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\delta}$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda}$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^{\lambda \delta}$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

MMXL:Median Sinir Motor Karma Latansı      UMXL: Ulnar Sinir Motor Karma Latansı

MMXA:Median Sinir Motor Karma Amplitüdü      UMXA:Ulnar Sinir Motor Karma Amplitüdü

MMXIH: Median Sinir Motor Karma İleti Hızı      UMXIH:Ulnar Sinir Motor İleti Hızı

MUMXLF:Median Sinir -Ulnar Sinir Motor Karma Latans Farkı

Elektrofizyolojik olarak hafif değerlendirilen grupta elektrofizyolojik çalışmalardaki duyarlılık ve özgüllük değerleri incelendiğinde en duyarlı testin %94,44 ile median motor latansı, en özgül testin %90,62 ile median karma latansın olduğu görüldü.

Elektrofizyolojik olarak orta değerlendirilen grupta rutin elektrofizyolojik çalışmalardaki duyarlılık ve özgüllük değerleri incelendiğinde en duyarlı testin %97,50 ile 1. parmaktan uyarımla median duyu latansı, en özgül test ise %100 ile median motor latansı olduğu saptandı. Fakat elektrofizyolojik olarak orta değerlendirilen grupta elde edilen tüm latans değerlerinin özgüllük ve duyarlılık değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlendi (15. Çizelge).

Karşılaştırma testlerinin KTS olan grup ile kontrol grubu arasında yapılan duyarlılık ve özgüllük değerlerine göre duyarlılığı en yüksek test %88,76 ile median-radial 1.

parmak latans farkı testi, özgülüğü en yüksek test ise %100 ile median-ulnar 2. lumbrikal-interosseöz motor latans farkı olup %96,87 ile median-radial 1. parmak latans farkı da bu değere yakın bulunmuştur. Median-ulnar 2. lumbrikal-interosseöz motor latans farkı özgülüğü %100 olmasına rağmen, %49,44 ile duyarlılığı en düşük test olarak bulunmuştur (16. Çizelge).

Karşılaştırma testlerine elektrofizyolojik olarak KTS saptanan gruplar arasında değerlendirilmesinde ise minimal grupta duyarlılığı en yüksek test %100 ile avuç içi- bilek segmentinden uyarımla median sinir duyusal latansı testi, özgülüğü en yüksek test ise %93,65 ile median-ulnar karma latans farkı idi. Elektrofizyolojik olarak hafif KTS saptanan grupta duyarlılığı en yüksek test %83,33 ile median 3. parmak ortodromik duyu latansı, özgülüğü en yüksek test ise %90,62 ile median-ulnar 4. parmak latans farkı testi olarak bulunmuştur. Elektrofizyolojik olarak orta KTS saptanan grupta ise duyarlılığı en yüksek test %100 ile median-radial 1. parmak latans farkı olup %98,44 ile median-ulnar 2. lumbrikal-interosseöz latans farkı ona oldukça yakın bir değerinde bulunmuştur (17. Çizelge).

## 15. Çizelge: Latans değerlerinin gruplar arasında duyarlılık ve özgüllük değerleri

		Normal	Minimal	Hafif	Orta
MML	Cut-off	>3,32	.>3,28	>3,2	>3,68
	Duyarlılık	74,16	92,31	94,44	95,00
	Özgüllük	93,75	71,87	64,06	100,00
	AUC	0,921	0,879	0,849	0,998
	p değeri	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
M3PODL	Cut-off	>3,64	>3,64	>3,6	>3,96
	Duyarlılık	84,27	69,23	83,33	95,00
	Özgüllük	81,25	81,25	76,56	95,31
	AUC	0,879	0,730	0,851	0,953
	p değeri	<0,001	0,0152	<0,0001	<0,0001
MPWODL	Cut-off	>2	>1,96	>1,88	>2,16
	Duyarlılık	82,02	100,00	77,78	95,00
	Özgüllük	84,37	78,12	70,31	93,75
	AUC	0,909	0,909	0,823	0,987
	p değeri	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
M1PADL	Cut-off	>2,84	>2,68	>2,8	>3
	Duyarlılık	86,52	100,00	83,33	97,50
	Özgüllük	85,94	62,50	81,25	98,44
	AUC	0,929	0,893	0,871	0,993
	p değeri	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
M4PADL	Cut-off	>3,52	>3,28	>3,32	>3,64
	Duyarlılık	87,64	92,31	77,78	92,50
	Özgüllük	79,69	78,12	79,69	98,44
	AUC	0,918	0,876	0,856	0,987
	p değeri	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
M2LIML	Cut-off	>2,56	>2,4	>32,38	>2,56
	Duyarlılık	73,03	92,31	77,78	92,50
	Özgüllük	93,75	79,69	75,00	93,75
	AUC	0,899	0,925	0,823	0,960
	p değeri	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
MMXL	Cut-off	>2,56	>2,4	>2,52	>2,52
	Duyarlılık	72,41	92,31	63,89	97,37
	Özgüllük	95,31	71,87	90,62	90,62
	AUC	0,903	0,886	0,822	0,986
	p değeri	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

$p^a$ : Normal olgular ile minimal olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^b$ : Normal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^c$ : Normal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^d$ : Minimal olgular ile hafif olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^e$ : Minimal olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

$p^f$ : Hafif olgular ile orta olgular arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var

MML: Median Sinir Motor Latans      MPWODL: Median Sinir Avuçiçi-Bilek Ortodromik

MML: Median Sinir Motor Latans

M4PADL: Median Sinir 4. Parmak Antidromik Duyu Latansı

M3PODL: Median Sinir 3. Parmak Ortodromik Duyu Latansı

M2LIML: Median Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Latansı

MPWODL: Median Sinir Avuçiçi-Bilek Ortodromik Duyu Latansı

MMXL: Median Sinir Motor Karma Latansı

M1PADL: Median Sinir 1. Parmak Antidromik Duyu Latansı

**16.Çizelge:** KTS'nin tanısında kullanılan karşılaştırma testlerinin KTS varlığı açısından duyarlılık, özgüllük, eğri altında kalan alan ve kritik değerleri (cut off).

Parametre	Kritik değer (cut off) (m/s)	AUC (eğri altında kalan alan)	Duyarlılık (sensitivite)(%)	Özgüllük (spesifite) (%)
MR1PLF	0,32	0,922	88,76	79,69
MU4PLF	0,57	0,897	70,79	96,87
MU2LIMLF	0,83	0,786	49,44	100
MUMXLF	0,37	0,844	79,31	77,78
M3P	>3,64	0,879	84,27	81,25
MPWODL	>2	0,909	82,02	84,37

(Eğri altında kalan alan; 0,90-1,00 arası değerler mükemmel, 0,80-,0,90 arası değerler iyi, 0,70-0,80 arası değerler orta, 0,60-0,70 arası değerler zayıf, 0,50-0,60 arası değerler başarısız olarak değerlendirildi.)

**MR1PLF:** Median Sinir - Radial Sinir 1.parmak Latans Farkı

**MU4PLF:** Median Sinir -Ulnar Sinir 4.parmak Latans Farkı

**MU2LIMLF:** Median Sinir -Ulnar Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Latans Farkı

Elektrofizyolojik olarak KTS saptanan grupta grup içerisinde karşılaştırma testlerinin duyarlılık, özgüllük ve kritik değerleri (cut off) değerlendirildiğinde ise; minimal grupta duyarlılığı en yüksek test %84,62 ile median-radial 1. parmak latans farkı ile median-ulnar 1. parmak latans farkı, özgüllüğü en yüksek test ise %93,65 ile median-ulnar karma latans farkı olarak tespit edilmiştir. Median- radial 1. parmak latans farkı ise hafif grupta %77,78 ile duyarlılığı en yüksek test iken orta grupta da %100 ile yine en duyarlı test olarak bulunmuştur. Hafif grupta en özgül test %90.62 ile median-ulnar 4. parmak latans farkı iken orta grupta ise %100 ile yine median-ulnar 4. parmak latans farkı en özgül test olarak bulunmuştur (17. çizelge)

Tüm testlerden herhangi ikisinin kullanımı sonucunda minimal ve hafif grupta %85'in üzerinde, orta grupta ise %100 oranında hastaları yakalama oranları mevcuttu.

**17. Çizelge:** KTS saptanan gruplar arasında latans farkı değerlerinin duyarlılık ve özgüllük değerleri

KTS				
		Minimal	Hafif	Orta
MR1PLF	Cut-off	0,32	0,32	0,48
	Duyarlılık	84,62	77,78	100
	Özgüllük	79,69	79,69	95,31
	AUC	0,836	0,872	0,996
	p değeri	p <0,01	p <0,001	p <0,001
MU4PLF	Cut-off	0,3	0,55	0,76
	Duyarlılık	84,62	66,67	92,5
	Özgüllük	73,44	90,62	100
	AUC	0,787	0,851	0,974
	p değeri	p <0,001	p <0,001	p <0,001
MU2LIMLF	Cut-off	0,52	0,38	0,8
	Duyarlılık	69,23	72,22	77,50
	Özgüllük	70,31	64,06	98,44
	AUC	0,719	0,705	0,882
	p değeri	p <0,001	p <0,001	p <0,001
MUMXLF	Cut-off	0,55	0,37	0,55
	Duyarlılık	38,46	72,22	86,84
	Özgüllük	93,65	77,78	93,65
	AUC	0,670	0,782	0,962
	p değeri	p >0,05	p <0,001	p <0,001
M3PODL	Cut-off	>3,64	>3,6	>3,96
	Duyarlılık	69,23	83,33	95,00
	Özgüllük	81,25	76,56	95,31
	AUC	0,730	0,851	0,953
	p değeri	p <0,05	p <0,0001	p <0,0001
MPWODL	Cut-off	>1,96	>1,88	>2,16
	Duyarlılık	100,00	77,78	95,00
	Özgüllük	78,12	70,31	93,75
	AUC	0,909	0,823	0,987
	p değeri	p <0,0001	p <0,0001	p <0,0001

<sup>+</sup> ROC Curve Analizi

**MR1PLF:** Median Sinir - Radial Sinir 1.parmak Latans Farkı

**MU4PLF:** Median Sinir -Ulnar Sinir 4.parmak Latans Farkı

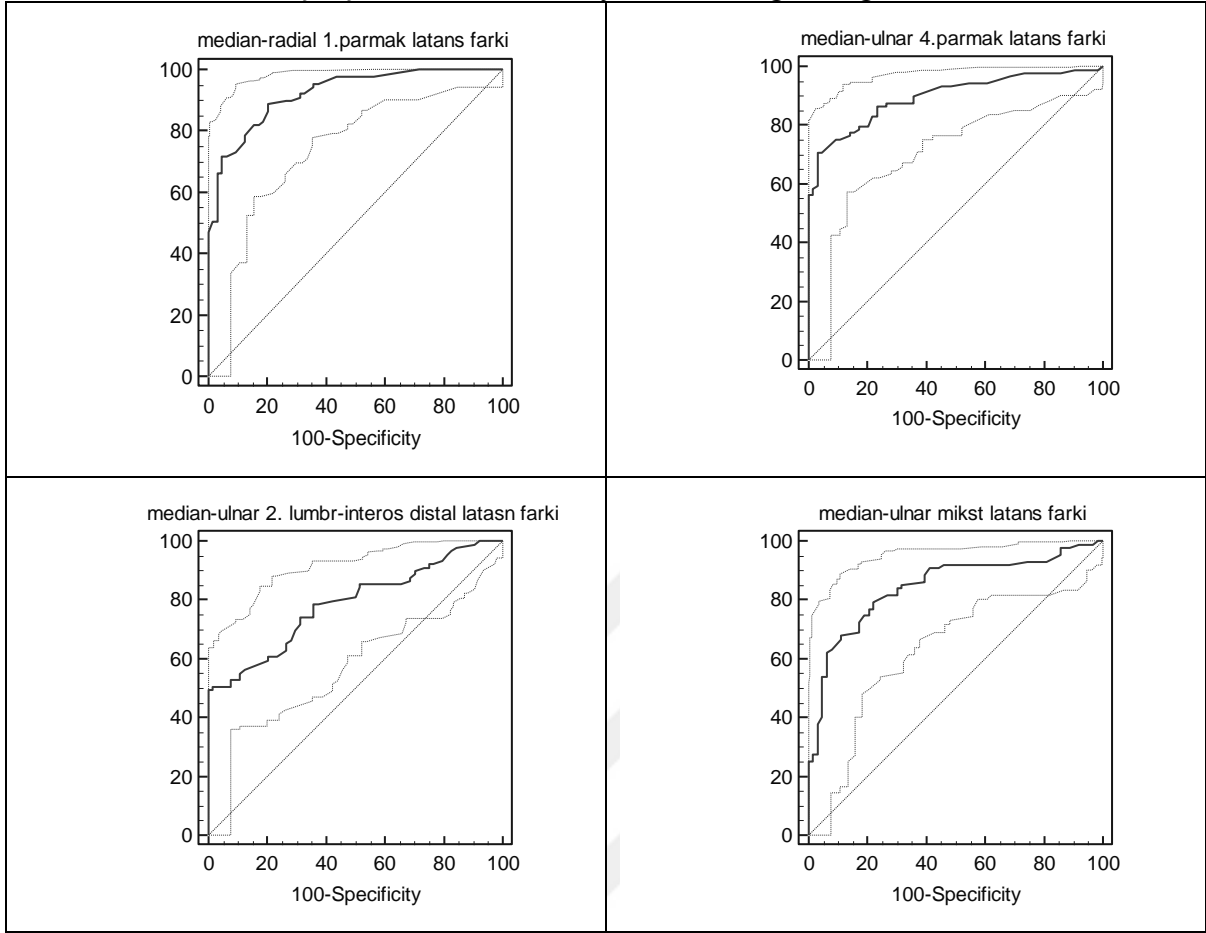
**MU2LIMLF:** Median Sinir -Ulnar Sinir 2. Lumbrikal-İnterosseoz Motor Latans Farkı

**MUMXLF:**Median Sinir -Ulnar Sinir Motor Karma Latans Farkı

**M3PODL:** Median Sinir 3.Parmak Ortodromik Duyu Latansı

**MPWODL:** Median Sinir Avuçiçi-Bilek Ortodromik Duyu Latansı

**31. Çizim:** Karşılaştırma testlerinin duyarlılık ve özgüllük grafikleri



## 5. TARTIŞMA

Karpal tünel sendromu elektrofizyoloji laboratuvarına en sık başvuru sebebi olup en sık görülen tuzak nöropatidir. Tanı anamnez ve klinik bulgularla konur, elektrofizyolojik olarak kesinleştirilir. Semptom ve bulguları olan ancak standart elektrofizyolojik teknikler kullanılarak tanı konulamayan hastalar da bulunmaktadır. Hafif dereceli ve/veya erken dönem olgularda elektrofizyolojik olarak rutin sinir ileti testleri ile tanı koymak zorlaşabilmektedir.<sup>2</sup> Bu durumda KTS tanısı için sinir ileti karşılaştırma testleri kullanılmaktadır.<sup>2</sup> KTS tanısında kullanılmak üzere geliştirilen bu elektrofizyolojik testlerin çeşitliliği nedeniyle, tüm bu testlerin ayrı ayrı sensitivite ve spesifitelerinin gösterildiği birçok çalışma yapılmıştır ancak çalışmalar arasında bazı farklılıklar vardır.<sup>25,67</sup>

KTS 4-6. dekada kadınlarda daha siktir.<sup>4,7,10,11</sup> Aktaş'ın KTS'li hastalarda yapmış olduğu çalışmaya alınan hastaların %92,9'u, Tunç ve ark.'nın yaptığı çalışmada %86,7'si, Kouyoumdjian'ın yine aynı hasta grubunda yaptığı çalışmada ise hastaların %88,4'ü kadın olarak bulunmuş.<sup>32,43,72</sup> Bizim çalışmamızda da literatürdeki verilerle uyumlu olarak hastaların %85,1'i kadın idi. Bu değer kadınlarda KTS'nin daha fazla görüldüğü savını desteklemektedir. Bunun nedeni kadınlardaki gebelik ve postmenapozal hormonal faktörler, karpal tünel çapının erkeklere göre daha dar oluşu ve romatizmal hastalıkların kadınlarda daha sık görülmesi ile açıklanmaya çalışılmıştır.<sup>62,73-75</sup>

Çelik'in hafif KTS tespit edilen hastalarda yapmış olduğu bir çalışmada yaş ortalaması  $48,83 \pm 8,38$ , yine KTS hastalarında yapılan diğer bir çalışmada ise yaş ortalaması  $46,60 \pm 10,20$  olarak bildirilmiştir.<sup>22,32</sup> Bizim çalışmamıza dahil edilen hastalarımızın ortalama yaşı literatüre yakın olarak  $48,45 \pm 10,07$  yaş (yaş aralığı 25-65) olarak saptanmıştır.

Keklikoğlu ve ark. yaptığı bir çalışmaya dahil edilen KTS hastalarının klinik şikayetlere göre dağılımında; %99,1'inde uyuşukluk, %80,9'unda ağrı, %85,2'sinde gece uyandıran ağrı ve uyuşma, Taşpınar'ın KTS hastalarında yaptığı diğer bir çalışmada %97,1'inde uyuşma, %71,2'ünde ağrı, %82,9'sinde gece uyanma en sık görülen şikayetler olarak tespit edilmiş.<sup>76,77</sup> Bizim çalışmamızda ise çalışmaya dahil edilen 89 elin %56,2'sinde uyuşukluk, %28,1'inde ağrı, %11,2'sinde ağrı ve uyuşukluk, %4,5 hastada kuvvet kaybı şikayeti mevcuttu. Bu değerler literatürdeki birçok çalışmanın altındaydı ve bu da çalışmamıza elektrofizyolojik olarak ağır ve çok ağır olguları almadığımız ve minimal ve hafif olgularda bulguların daha silik olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Phalen, Durkan ve ters Phalen ve tinel testlerinde yapılan manevralar ile median sinir, transvers karpal ligamentin proksimal kenarı ile bitişikteki fleksör tendonları ve radius arasında sıkışır. Sinir önceden karpal tünelde kısmen komprese ise, bilek fleksiyonu ve ekstansiyonu ile bu şikayetler artar.<sup>17,56,78</sup>

Al-Dabbagh ve ark. yaptığı bir çalışmada KTS saptanan hastaların %78'inde Phalen testi, %66'sında Tinel testi, Özdolap ve ark.'nın yaptığı çalışmada hastaların %59,15'inde Phalen testi, %56,33'ünde Tinel testi pozitif olarak bulunmuştur.<sup>15,18</sup> El Miedany ve ark. yaptığı çalışmada ise Phalen, Tinel, ters Phalen ve Durkan testlerinde sırasıyla 47.3%, 29.9%, 41.8% ve 42.4% oranında pozitiflik saptanmış.<sup>19</sup> Bizim çalışmamızda ise Phalen Tinel, ters Phalen, flick ve Durkan testlerinin pozitiflik oranı sırasıyla 74,2, %40,4, %%60,7, %76,4, %44,9 idi. Bu veriler Al-Dabbagh'ın verilerine yakın, El Miedany'nin verilerinden daha yüksekti. Provokatif testlerin duyarlılık ve özgüllük değerlerine bakıldığında El Miedany ve ark.'nın yaptığı çalışmada Phalen, Tinel, ters Phalen ve Durkan testlerinin duyarlılıkları sırasıyla 47%, 30%, 42% ve 46%; özgüllükleri ise sırasıyla 17%, 65%, 35% ve 25% olarak bulunmuş (142). Literatürde Phalen testinin duyarlılığının %42 ile %85, özgüllüğünün %54 ile %98 arasında olduğunu, Tinel testinin duyarlılığının %30-100, özgüllüğünün ise %35 ile %100 arasında olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.<sup>16-19</sup>

Görüldüğü gibi literatürde provokatif testlerin pozitiflik oranları, duyarlılık ve özgüllük değerleri oldukça farklılıklar göstermektedir.<sup>17,18,79</sup> Tunç ve arkadaşları ile Keklikoğlu ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmalarda bu farklılıkların olguların yakınmalarının şiddetini tariflerinin kendi yorumları olduğunu düşündüklerini ve bu sebeple muayene ile tam bir fikir sahibi olunamayacağını ifade etmişlerdir.<sup>76,80</sup> Brüske ve arkadaşları ise bu durumu farklı evrelerdeki KTS hastalarının çalışmada homojen olmayan bir dağılımla değerlendirilmesi ile açıklamışlardır.<sup>17</sup> Tinel ve Durkan testlerinin pozitiflik oranlarının %50'nin altında saptanmış olması çalışmamıza ağır ve çok ağır olgular alınmadığı için olabilir. Biz bu çalışmalardan farklı olarak KTS'nun elektrofizyolojik evrelerine göre duyarlılık ve özgüllüklerini belirledik. Buna göre çalışmamızda Phalen testinin minimal grupta duyarlılığı %61,54, hafif grupta %63,89, orta grupta %87,50 olarak bulundu. Tinel testinin ise minimal grupta duyarlılığı %7,69, hafif grupta duyarlılığı %16,67, orta grupta ise duyarlılığı %72,50 olarak tespit edildi. Ters Phalen testi duyarlılık değerleri ise minimal, hafif ve orta grupta sırasıyla %30,77, %47,22, %87,50 idi. Flick bulgusunun grup



içerisinde duyarlılığı minimal grupta %61,54, hafif grupta %69,44, orta grupta %87,50 olarak; Durkan (karpal kompresyon testi) testinin ise duyarlılığı minimal grupta %7,69, hafif grupta %16,67, orta grupta ise %82,50 olarak bulunmuştur. Bu da karpal tünel şiddeti arttıkça tüm bu testlerin duyarlılığının ve özgüllüğünün arttığını göstermektedir. Bizim çalışmamızda ise tüm evrelerde en duyarlı test %76,40 ile flick bulgusunda saptanmıştır. Tüm testlerin özgüllük değerleri %100'e yakın olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda minimal grupta en duyarlı test flick bulgusu ve Phalen testi, hafif grupta en duyarlı test flick bulgusu, orta grupta ise en duyarlı test yine flick bulgusu idi. Böylece tüm gruplarda yani çalışmaya dahil edilen tüm KTS evrelerinde en duyarlı testin flick bulgusu olduğu saptandı. Flick bulgusunun değerlendirildiği bir çalışmada elektrofizyolojik olarak KTS saptanan kişilerde flick bulgusu %93 oranında duyarlı, %96 oranında özgül; ülkemizde yapılan bir çalışmada ise duyarlılığı %89, özgüllüğü %79 olarak saptanmış.<sup>81,82</sup> Krendel ve ark.'yaptığı çalışmada flick bulgusunun duyarlılığı %25, özgüllüğü ise %61 olarak tespit edilmiş.<sup>83</sup> Yine Phalen Tinel ve flick bulgusunun duyarlılığının değerlendirildiği diğer bir çalışmada ise provakatif testlerin duyarlılıkları sırasıyla %27, %37 ve %34 olarak saptanmış.<sup>84</sup> Flick bulgusunun duyarlılığının daha yüksek olmasının nedeni olarak ise uyuma esnasında el bileğinin sabit fleksiyon ya da ekstansiyon hareketi ile kanal içi basıncın arttığı ve kan akımının değişmesi ile nonspesifik paresteziye yol açtığı ifade edilmiştir. Diğer bir hipotezde ise otonomik liflerin karpal tünelde seyri esnasında etkilendiği öne sürülmüştür. Çalışmalarda derece sallama hareketi ve parmaklarda ve el bileğinde hızlı fleksiyon-ekstansiyon hareketi gibi manevralarla (flick) venöz basıncın ve az miktarda arteriöl basıncın arttığı, kalın liflerde propriosepsiyon girdisinin arttığı, küçük miyelinsiz ağrı liflerinin iletiinin kapı kontrol mekanizmasına göre inhibe olduğu hipotezleri öne sürülmüş ve bu manevranın böylece ağrıyı rahatlattığı ifade edilmiştir.<sup>81,84</sup> Ayrıca, derece sallama hareketiyle fleksör retinakulumun serbest distal kenarı altında median sinir hareket ettirilerek gerilmeye uygun olmayan sinirin serbestleştirilmesinin sağlanabileceği ifade edilmiş.<sup>84</sup> Çalışmamıza ağır ve çok ağır olguların dahil edilmesi durumunda flick bulgusunun duyarlılığının daha da artacağı düşünülmektedir.

Demir'in yapmış olduğu çalışmada 1. parmaktan uyarımla elde edilen duyu latansı değerlerinin hasta grubunda ve kontrol grubuna göre anlamlı olarak uzadığı bildirilmiş.<sup>1</sup> Bizim çalışmamızda ise median sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen

duyusal latanslarda gruplar arası karşılaştırmada; normal olgular ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında; minimal grup ile orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. ( $p<0,001$ ). Buna göre 1. parmaktan elde edilen median sinir duyu latansı KTS tanısını koymada rahatlıkla kullanılabilirdi söylenebilir. Kontrol grubu ile minimal grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olması sebebi ile minimal KTS grubunun kontrol grubundan ayırt edilmesinde kullanılabilirdiğini düşündürmektedir. Yılmaz'ın çalışmasında median sinirin 3., 4. parmaklardan ve avuç içinden uyarımla elde edilen median sinir duyu latansı değerleri kontrol grubu ile KTS saptanan grup arasında, istatistiksel açıdan anlamlı olduğu bildirilmiştir.<sup>12</sup> Bizim çalışmamızda gruplar arasında kontrol grubu ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında; minimal grup ile hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Çalışmamızda median sinir 3. parmaktan ortodromik uyarımla elde edilen duyu ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada; median sinir duyu yanıt latansında normal ve hafif gruplar arasında, normal ve orta gruplar arasında, minimal ve orta gruplar arasında ve hafif ile orta gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Median sinir avuç içi-bilek segmentinden uyarımla median sinir duyu latans çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada; normal grup ile minimal, hafif ve orta grup arasında; minimal ile orta grup arasında, hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Bu bulgular çerçevesinde avuç içi- bilek segmentinden uyarımla elde edilen median sinir duyu latansı KTS olgularının tümünde ayırtedici özellikte olabilir. AAEM, KTS tanısında konvansiyonel elektrodiagnostik testlerin duyarlılığını %50-85, özgüllüğünü ise %95 ve üzeri olarak bildirmiştir. Konvansiyonel elektrodiagnostik testler içinde en duyarlı yöntem median sinir duyu distal latansının uzaması olarak gösterilmiştir.<sup>24</sup> Tüm latans değerlerine bakıldığında minimal grupta en duyarlı testin %100 ile median sinirin avuç içi-palmar ve 1. parmaktan uyarımla elde edilen duyu latansı; en özgül testin ise %92,31 ile 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyu latansı, 2. parmak lumbrikal-interosseöz motor distal latansı ve median motor karma değerlerinin olduğu; hafif grupta en duyarlı testin %94,44 ile median motor latansı, en özgül testin %90,62 ile median karma latansın olduğu; orta grupta en duyarlı testin %97,50 ile 1. parmaktan uyarımla median duyu latansı, en özgül test ise %100 ile median motor latansı olduğu saptandı. Elektrofizyolojik olarak orta değerlendirilen grupta elde edilen tüm latans değerlerinin özgüllük ve duyarlılık değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlendi. Genel olarak latans değerlerinin gruplar

içerisinde duyarlılık ve özgüllükleri incelendiğinde; tüm latans değerleri KTS tanısını farklı elektrofizyolojik evrelerde ortaya koymada yardımcı olabilmektedir.

2. lumbrikal-interosseöz kaslardan uyarımla elde edilen motor ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinirin motor yanıt latansında; normal grup ile minimal, hafif ve orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Bu testin normal grup ile minimal grup ayırımında karşılaştırmalı test olarak kullanılabilmesi kanaatindeyiz.

Avuç içinden uyarımla median ve ulnar sinir karma ileti çalışmasında gruplar arası karşılaştırmada median sinirin duysal yanıt latansında; normal grup ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında; hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ). Buna göre bu testin tüm KTS gruplarını normal gruplardan ayırımında kullanılabilir.

Karma sinir potansiyelinde duysal lifler, karma ileti çalışmalarında ölçülen kutanöz duysal lifleri de taşır. Bu lifler Ia afferentlerini taşır ve bunlar en büyük ve en hızlı iletilen, en kalın myelinli lifler olması nedeniyle önemlidir. Demyelinizasyona çok hassastır ve KTS'de primer patolojide etkilenir.<sup>2</sup> Çalışmamızda median karma çalışmasında elde edilen ileti hızı; normal grup ile minimal, hafif ve orta gruplar arasında, hafif ve orta gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı olarak farklıydı ( $p<0,001$ ). Ulnar sinir duysal ileti çalışmalarında ise duyu latansı, amplitüdü ve ileti hızları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p<0,05$ ). Bu sebeple median-ulnar karma ileti hızı değerleri minimal ve hafif olguları normal olgulardan ayırt etmede kullanılabilir.

Yılmaz'ın karpal tünel sendromlu hastalarda yapmış olduğu çalışmasında amplitüd değerlerinin KTS'de duyarlılığının düşük olduğu belirtilerek sadece DSAP amplitüdü ile tanıya gidilmesinin doğru olmayacağı, mutlaka sinir ileti hızlarının da hesaplanması gerektiği belirtilmiştir.<sup>12</sup> Ayrıca amplitüd değerlerinin kişiler arası değişkenliği fazla olduğundan klinik kullanımı kısıtlı olmakla birlikte azalmış amplitüd değerleri aksonal kaybı göstermektedir.<sup>13</sup> Bu nedenle çalışmamıza ağır ve çok ağır olgular dahil edilmediği için amplitüd değerlerinin KTS tanısı koymada ve evrelendirilmesinde uygun olmayacağı düşüncesindeyiz. Aynı çalışmada median sinir 1. parmak antidromik uyarımla elde edilen duyu ileti hızının kontrol grubu ile KTS saptanan grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı olarak farklı bulunduğu ve 2. lumbrikal-interosseöz ve 3. parmak-bilek segmentine göre daha duyarlı olduğu ifade edilmiş olup bu durumun median sinirin anatomik yapısı nedeni

olabileceği öne sürülmüştür.<sup>12</sup> Ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada KTS tanısında duyusal sinir ileti hızı incelemelerinde en belirgin yavaşlamanın 1. parmakta olduğunu ifade etmişlerdir.<sup>85</sup> Padua ve ark.'nın yaptığı çalışmada median sinirin 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyu ileti hızının, 3. parmaktan elde edilen duyu ileti hızına göre daha sensitif olduğu bildirilmiştir.<sup>34</sup> Macdonell ve ark. en belirgin yavaşlamanın 1. parmakta olduğunu vurgulamış ve median sinir kompresyonun muhtemelen karpal tünelin distalinde ve median sinirin motor ve duyu dallarına ayrıldığı bölümün proksimalinde, fokal bir segmentte en şiddetli olduğunu bildirmişlerdir. Bu düzeyde median sinirin transvers karpal ligamanın altında 1. ve 3. parmaklara uzanan liflerinin sinirin anterolateral ve 4. parmak medial yüzüne uzanan liflerinin ise sinirin anteromedial bölümlerinde yer aldığını, ikinci parmak dalına giden sinir liflerinin ise kanalın santral bölümünde daha posterior yerleşimli seyrettiğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle KTS'de sinir üzerindeki direk kompresif veya iskemik etkinin uniform olmadığı, fakat bazı sinir liflerinin daha fazla etkilendiği öne sürülmüştür.<sup>86</sup>

Bizim çalışmamızda ise median sinir 1. parmak antidromik uyarımla elde edilen duyu ileti hızının normal grup ile minimal, hafif ve orta grup ile minimal ve orta grup arasında; median sinirin 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyu ileti hızında kontrol grubu ile hafif ve orta gruplar arasında, minimal grup ile orta grup arasında, hafif grup ile orta grup arasında; median sinir 3. parmaktan ortodromik uyarımla elde edilen ileti hızının normal grup ile hafif ve orta grup arasında, minimal ile orta grup arasında, hafif ile orta grup arasında; 2. lumbrikal-interosseöz kaslardan elde edilen median sinir ileti hızında normal grup ile minimal, hafif ve orta olgular arasında, hafif ve orta olgular arasında; median sinir karma çalışmada elde edilen ileti hızlarında ise normal olgular ile tüm KTS grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p < 0,001$ ). Kompresyonun şiddeti ile doğru orantılı olarak ileti hızlarında yavaşlama beklenmektedir. Bizim çalışmamızdaki verilerde bu bilgi ile doğru orantılı olarak elde edilmiştir.

.Çalışmamızda median sinire yönelik yapılan duyusal ve motor sinir ileti çalışmalarının sonuçları kontrol grubuna göre incelendiğinde; median sinir motor distal latansında kontrol grubu ile elektrofizyolojik olarak KTS saptanan tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ).

Median sinir motor ileti hızlarında ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ). Median sinir motor ileti hızında median sinirin önkoldaki hızı ölçüldüğü

için ileti hızında etkilenme beklenmez ancak kompresyonun şiddetine bağlı olarak zaman zaman KTS'de retrograd aksonal dejenerasyon geliştiği ve buna bağlı olarak median sinir motor ileti hızının yavaşladığı görülmektedir. Bizim olgularımız minimal, hafif ve orta olgularla sınırlı olduğu için bunlarda retrograd aksonal dejenerasyonun çok beklenmediği ve dolayısıyla da ileti hızının yavaşlamasının beklenmediğini düşünülebilir.

Selçuk ve ark.'ın yaptığı çalışmada  $F_{min}$  yanıt latansları incelenmiş, ağır KTS grubunda normal gruba göre orta KTS grubunda hafif gruba ve ağır KTS grubunda ise hafif ve orta gruba göre anlamlı derecede latans uzaması görülmüş (barın hoca yayın). Bizim çalışmamızda  $F_{min}$  yanıtı değerleri açısından değerlendirildiğinde normal ve orta grup arasında anlamlı fark vardı. Diğer gruplar arasında anlamlı fark yoktu. Yine aynı çalışmada KTS olgularında  $F_{min}$  yanıt latanslarının uzaması retrograd bir dejenerasyonun göstergesi olabileceği gibi median sinirin direkt bilek düzeyindeki kompresyonuna da bağlı olabileceği ifade edilmiş ve sonuç olarak KTS olgularında median sinir motor distal latansı ile ilişkili olarak  $F_{min}$  yanıt latansının uzamakta olduğu ve ağır olgular dışında  $F_{min}$  yanıtının etkilenmediği ifade edilmiştir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmaya benzer olarak sadece kontrol grubu ve elektrofizyolojik olarak orta saptanan grup arasında anlamlı fark bulunmuştur.<sup>59</sup>

Çalışmamızda karşılaştırma testleri olarak; 1. parmaktan uyarımla median-radial interpik distal latans farkı, 4.parmaktan uyarımla median-ulnar interpik distal latans farkı, 2. lumbrikal-interosseöz distal motor latans farkı, median-ulnar karma latans farkı değerleri kullanılmıştır.

Demir'in KTS tanısında kullanılan karşılaştırma testlerinin hastalık evresine göre değerlendirildiği çalışmasında hem en duyarlı hem de en özgül test %100 ile median-ulnar 4. parmak interpik latans farkı testi olarak bulunmuş. Bizim çalışmamızda ise çalışmaya dahil edilen tüm KTS grupları karşılaştırma testleri açısından değerlendirildiğinde; en duyarlı testin %88,76 ile median-radial 1.parmaktan uyarımla elde edilen interpik latans farkının, en özgül testin ise %100 ile 2. parmaktan uyarımla lumbrikal-interosseöz kaslardan elde edilen median-ulnar motor latans farkı olduğu görülmektedir.

Yılmaz'ın yaptığı çalışmada median sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyusal latans değerleri ile radial sinir 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyusal interpik latans farkı kontrol grubu ile KTS saptanan grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuş.<sup>12</sup> Bizim çalışmamızda ise kontrol grubu ile hafif ve orta grup arasında,

minimal ile orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ). Kontrol grubu ile minimal grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmaması bu testin özellikle minimal olguların normal olgulardan ayırt edilmesinde çok kullanışlı olmadığını düşündürmektedir.

Median sinirle karşılaştırma testlerinde radial sinir periferik nöropatilerden daha az etkilenmesi sebebi ile ulnar sinir yerine kullanılmasının daha iyi olabileceği ifade edilmiştir.<sup>87,88</sup> Shapiro 1. parmak median sinir distal latansı ile yine 1. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen radial duyuşal latans farkının  $\geq 0,5$  ms olması kabul edilmiştir.<sup>2</sup> Pease ve arkadaşlarının hafif olgularda yaptığı çalışmada normal kişilerde median- radial 1. parmak intermik latans farkı'nın  $< 0,5$ ms olması normal olarak kabul edilmiş ve median- radial 1. parmak latans farkı'nın'nın sensitivitesinin %87 olduğu bildirilmiştir.<sup>89</sup>

Kothari ve ark. 59 hastada yaptıkları çalışmalarında hafif düzeyde KTS olgularında, olguların median motor distal latansı ister uzamış ister normal bulunmuş olsun, 1. parmaktaki duyuşal ileti yavaşlamasının el bileği çevresindeki fokal yavaşlamayı belirlemede en sensitif metod olduğu bildirilmiştir.<sup>90</sup>

Kouyoumdjian ve Morita'nın yaptığı çalışmada %97,8 ile Demirci ve ark. hafif olgularda yaptığı çalışmada ise %94 ile median-radial intermik latans karşılaştırma testi en duyarlı test olarak bildirilmiştir.<sup>32,91</sup> Özdoğan'ın yaptığı çalışmada ise duyarlılığı %94, özgüllüğü ise %96 olarak bulunmuştur.<sup>9</sup> Bizim çalışmamızda median-radial 1. parmak intermik latans karşılaştırma testinin duyarlılığı %88,76, özgüllüğü %76,69 olarak bulunmuştur. Gruplar içerisinde değerlerlendirildiğinde minimal grupta median-radial 1. parmak intermik latans karşılaştırma testinin duyarlılığı %84,62, özgüllüğü %79,69; hafif olarak değerlendirilen grupta duyarlılığı %77,78, özgüllüğü 79,69; orta olarak değerlendirilen grupta duyarlılığı %100, özgüllüğü %95,31 olarak bulundu. Çalışmaların birçoğunda bizim çalışmamızdan farklı olarak tüm karşılaştırma testleri kullanılmamış ve elektrofizyolojik evrelendirmeye göre ele alınmamıştır.

....Median sinirin 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen duyuşal yanıt latansı ile aynı parmaktan elde edilen ulnar sinir duyuşal yanıt latansı arasındaki intermik latans farkındakontrol grubu ile hafif grup ve orta grup arasında, minimal grup ile orta grup arasında, hafif ve orta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ( $p < 0,001$ ). Kontrol grubu ile minimal grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmaması bu

testin özellikle minimal olguların normal olgulardan ayırt edilmesinde çok güvenli olmadığını düşündürmektedir.

Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada ise KTS üç evreye ayrılarak tüm evrelerde median-ulnar 4. parmak interpik latans farkı testi duyarlılığı ve özgüllüğü (%100) en yüksek test olarak bulunmuş. Yine aynı çalışmada hafif evrede en duyarlı ve özgül test %100 ile median-ulnar 4. parmak interpik latans farkı testi olarak bulunmuştur.<sup>1</sup> Uncini ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 4. parmak median-ulnar interpik latans farkı testinin duyarlılığını %77, median-ulnar palmar karma çalışması interpik latans farkı testinin duyarlılığını %56, 2. parmak lumbrikal-interoseöz motor distal latans farkı testinin, duyarlılığını ise %10 olarak bulmuşlardır. Fakat Uncini ve ark.'nın çalışmasına 1. parmak dahil edilmemiştir.<sup>27</sup> Yine Kuyucu ve ark.'nın hafif olgularda yaptığı çalışmada ise 4. parmak median-ulnar interpik latans farkı %79 oranında tanısal değere sahip bulunmuştur.<sup>41</sup> Bizim çalışmamızda ise 4. parmak median-ulnar latans farkının duyarlılığı %70,79 ile bu çalışmaya yakın bulunmuş olup özgüllüğü %96,87 ile oldukça yüksek bulunmuştur. Gruplar içerisinde değerlendirildiğinde 4. parmaktan antidromik uyarımla elde edilen median-ulnar interpik latans farkı testinin minimal grupta duyarlılığı %84,62 özgüllüğü, %73,44, hafif grupta duyarlılığı %66,67, özgüllüğü %90,62, orta grupta ise duyarlılığı %92,5, özgüllüğü %100 olarak değerlendirildi.

2. parmaktan uyarımla lumbrikal-interosseöz kaslardan elde edilen median ve ulnar motor latans farkları değerlendirildiğinde kontrol grubu ile hafif grup ve orta grup arasında, hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark vardı ( $p<0,001$ ) Uncini ve arkadaşlarının hafif KTS olan olgularda yapmış oldukları median sinir ve ulnar sinir arasındaki karşılaştırma testleri olan 2.lumbrikal-interosseöz latans farkı, 4. parmak median- ulnar interpik latans farkı ve median-ulnar karma çalışma interpik latans farkları testlerinin değerlendirildiği çalışmada 2. lumbrikal-interosseözden kayıtlanan median sinir liflerinin hafif karpal tünel sendromlu olgularda, karpal tünelin topografik anatomisi nedeni ile korunduğunu ifade etmişler.<sup>27</sup> Bu sebep özellikle minimal grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı olmamasını açıklayabilir.

Özdoğan ve ark. lumbrikal-interosseöz karşılaştırma testinin duyarlılığını %78, özgüllüğünü %81,3 olarak bulmuşlar.<sup>9</sup> Demir'in yaptığı çalışmada ise her üç evrede de 2. lumbrikal-interosseöz karşılaştırma testinin duyarlılık ve özgüllükleri %90 üzerinde bulunmuştur.<sup>1</sup> Bizim çalışmamızda ise elektrofizyolojik olarak KTS saptanan grupta

median-ulnar 2.lumbrikal-interossez distal latans farkı karşılaştırma testinin ise duyarlılığı %49,44 bulunmasına rağmen özgüllüğü %100 olarak tespit edilmiştir. Uncini bu durumu karpal tüneldeki bir kompresyonun median sinirin tüm liflerini eşit derecede etkilemediğini; anteromedial ve anterolateral yerleşimli liflerin santral yerleşimli liflere göre daha fazla etkilendiğini, ikinci lumbrikal kasları innerve eden liflerin daha santralde yerleştiği için KTS'de daha az etkilendiğini ifade ederek açıklamışlardır.<sup>27</sup> Bu da bu testin duyarlılığının standart median sinir duyu iletilerine göre neden daha az olduğunu açıklamaktadır. Gruplar içerisinde değerlendirildiğinde ise 2.lumbrikal interossez distal latans farkı karşılaştırma testinin minimal grupta duyarlılığı %69,23, özgüllüğü %70,31 olarak; hafif grupta duyarlılığı %72,22, özgüllüğü %64,06; orta grupta ise duyarlılığı %77,50 özgüllüğü %98,44 olarak bulunmuştur.

Median ve ulnar sinir karma interpik distal latans farkı ise; kontrol grubu ile hafif, orta gruplar arasında, minimal ile orta grup arasında ve hafif ile orta grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı olarak farklıydı ( $p < 0,001$ ). Kontrol grubu ile minimal grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmaması bu testin özellikle minimal olguların normal olgulardan ayırt edilmesinde çok kullanışlı olmadığını düşündürmektedir.

Preston ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise normal kişilerde median-ulnar karma interpik distal latans farkının  $>0,4$ , median-ulnar 4. parmak interpik distal latans farkının  $>0,5$ ms, median-ulnar 2.lumbrikal-interosseöz distal latans farkının ise  $>0,5$  ms olmasını patolojik olarak değerlendirmişlerdir. Aynı çalışmada median-ulnar 2.lumbrikal-interosseöz distal latans farkı testinin duyarlılığı %95, median-ulnar karma interpik distal latans farkı testinin duyarlılığı %94 olarak bulunmuştur.<sup>70</sup> Bu çalışmaya benzer olarak normal kişilerde aynı değerleri referans olarak yaptığımız çalışmamızda ise; tüm evrelerde genel olarak en duyarlı test %88,76 ile median- radial 1. parmak interpik distal latans farkı, en özgül test ise %100 ile median-ulnar 2.lumbrikal-interosseöz distal latans farkı olarak bulunmuştur. Elektrofizyolojik olarak KTS saptanan ellerde grup içerisinde minimal grupta duyarlılığı en yüksek test %84,62 ile median-radial 1. parmak interpik latans farkı ve median-ulnar 4. parmak interpik latans farkı testleri, özgüllüğü en yüksek test ise %93,65 ile median-ulnar karma latans farkı olarak tespit edilmiştir. Median-ulnar 1. parmak interpik distal latans farkı testi %77,78 ile hafif grupta duyarlılığı en yüksek test iken bu grupta en özgül test %90,62 ile 4. parmak median-ulnar interpik distal latans farkı testi bulunmuştur. Orta grupta da en duyarlı test %100 ile 1. parmak median-ulnar interpik



distal latans farkı testi, en özgül test de %100 ile 4. parmak median-ulnar interpik distal latans farkı testi bulunmuştur. Orta grupta duyarlılık ve özgüllük değerleri genel olarak birbirine yakın olarak tespit edilmiştir.

Hem özgüllüğü hem de duyarlılığı birbirine en yakın karşılaştırma testi ise minimal ve orta grupta median- radial 1. parmak interpik latans farkı, hafif grupta ise median-ulnar karma interpik latans farkı olarak saptanmıştır.

Tüm testlerden herhangi ikisinin kullanımı sonucunda minimal ve hafif grupta %85'in üzerinde, orta grupta ise %100 oranında hastaları yakalama oranları mevcuttu.

Klinikte KTS semptom ve bulguları olan fakat standart elektrofizyolojik yöntemlerle tanı konulamayan olguları saptamada ya da KTS'nin çok erken dönemlerinde rutin elektrofizyolojik çalışmalara-ının hafif proksimal yavaşlamayı maskeleydiği dönemlerde karşılaştırmalı testler yararlı olabiir. KTS tanısında kullanılmak üzere geliştirilen elektrofizyolojşk testlerin çeşitliliği nedeniyle, tüm testlerin ayrı ayrı duyarlılık ve özgüllüklerinin gösterildiği birçok çalışma yapılmış ancak çalışmala arasında farklılıklar olması hangi karşılaştırma tesitinin kullanılması gerektiği konusu hala netliğe kavuşturulamamıştır.

## 6. ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Karpal tünel sendromu (KTS), median sinirin el bileğinde karpal tünelde sıkışması sonucu oluşan bir tuzak nöropatidir. KTS tanısı klinik bulgular ve fizik muayene ile konulur, elektrofizyolojik çalışmalarla kesinleştirilir. Semptom ve bulguları olan ancak standart elektrofizyolojik teknikler kullanılarak tanı konulamayan ya da KTS'nin çok erken dönemlerinde tünel proksimalindeki yavaşlamanın gölgelendiği hastalarda rutin ileti çalışmaları yeterli olamamakta ve sinir ileti karşılaştırma testlerine gereksinim duyulabilmektedir.

Bu çalışmada klinik ve elektrofizyolojik olarak KTS tanısı konulmuş hastalarda elektrofizyolojik değerlendirmede kullanılan karşılaştırmalı testlerin tanısal etkinliklerinin ve duyarlılıklarının karşılaştırılması amaçlandı.

**Materyal Metod:** Prospektif olarak yapılan bu çalışmada KTS ön tanısı ile elektrofizyoloji laboratuvarına yönlendirilen toplam 106 hasta incelendi. Klinik ve elektrofizyolojik olarak normal değerlendirilen 64 el kontrol grubunu oluştururken, elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen 89 el minimal, hafif ve orta KTS olarak sınıflandırıldı. Ağır ve çok ağır KTS olarak değerlendirilen 25 el çalışmaya dahil edilmedi. Hasta ve kontrol grubuna rutin elektrofizyolojik çalışmaların yanı sıra median-radial sinir 1. parmaktan kayıtlı duyuşal ileti çalışmaları ve interpik latans farkları, median-ulnar sinir 4. parmaktan kayıtlı duyuşal ileti çalışmaları ve interpik latans farkları, median-ulnar 2. lumbrikal-interosseöz kayıtlı motor ileti çalışmaları ve interpik latans farkları ve median-ulnar karma sinir ileti çalışmaları ve interpik latans farkları değerlendirildi.

**Bulgular:** Çalışmamızda toplam 94 kişinin 178 eli değerlendirmeye alındı. Toplam 178 elin 88'i (%49,4) sağ el, 90'ı (%50,6) sol el idi. Elektrofizyolojik olarak KTS tespit edilen 114 elin gruplandırılmasında 13 el (%11,4) minimal, 36 el (%31,6) hafif, 40 el (%35,3) orta, 14 el (%12,20) ağır, 11 el (%9,5) çok ağır KTS olarak değerlendirildi.

Elektrofizyolojik olarak minimal, hafif ve orta düzeyde KTS tespit edilen 89 elin %40,4'ünde Tinel testi, %74,2'sinde Phalen testi, %60,7'sinde ters Phalen testi, %76,4'ünde Frick testi, %44,9'unda Durkan testi pozitif olarak bulundu. Tüm evrelerde elektrofizyolojik olarak KTS saptanan hastalarda provakatif testlerden en az birinin pozitif olma oranı ise %100'dü.

Tüm evrelerde genel olarak en duyarlı test %88,76 ile median- radial 1. parmak interpike distal latans farkı, en özgül test ise %100 ile median-ulnar 2. lumbrikal-interosseöz distal latans farkı olarak bulunmuştur. Elektrofizyolojik olarak KTS saptanan ellerde grup içerisinde minimal grupta duyarlılığı en yüksek test %84,62 ile median-radial 1. parmak interpike latans farkı ile median-ulnar 4. parmak interpike latans farkı testleri, özgülüğü en yüksek test ise %93,65 ile median-ulnar karma latans farkı olarak tespit edilmiştir. Median-ulnar 1. parmak interpike distal latans farkı testi %77,78 ile hafif grupta duyarlılığı en yüksek test iken bu grupta en özgül test %90,62 ile 4. parmak median-ulnar interpike distal latans farkı testi bulunmuştur. Orta grupta da en duyarlı test %100 ile 1. parmak median-ulnar interpike distal latans farkı testi, en özgül test de %100 ile 4. parmak median-ulnar interpike distal latans farkı testi bulunmuştur. Orta grupta duyarlılık ve özgülük değerleri genel olarak birbirine yakın olarak tespit edilmiştir.

Hem özgülüğü hem de duyarlılığı birbirine en yakın karşılaştırma testi ise minimal ve orta grupta median- radial 1. parmak interpike latans farkı, hafif grupta ise median-ulnar karma interpike latans farkı olarak saptanmıştır.

**Sonuçlar:** Klinikte KTS semptom ve bulguları olan fakat standart elektrofizyolojik yöntemlerle tanı konulamayan olguları saptamada rutin elektrofizyolojik çalışmalara ek olarak karşılaştırmalı testler kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Karpal Tünel Sendromu, elektrofizyoloji, EMG, karşılaştırma testleri.

## 7. ABSTRACT

**Aim:** Carpal tunnel syndrome (CTS) is an entrapment neuropathy occurs as a result of compression of median nerve in the carpal tunnel at the wrist. CTS is diagnosed by clinical signs and physical examination, and confirmed by electrophysiological study. In patients with signs and symptoms of disease but no diagnosis with standard electrophysiological techniques or with hidden slowdown at proximal part of tunnel in very early stages of CTS, routine conduction studies are not adequate and nerve conduction comparison tests are needed.

In this study, it was aimed to compare diagnostic efficiency and sensitivity of comparative tests that are used for electrophysiological evaluation in patients with clinically and electrophysiologically diagnosed carpal tunnel syndrome.

**Materials and Methods:** In this prospective study, 106 patients who had been referred to the electrophysiology laboratory with the diagnosis of carpal tunnel syndrome were examined. Clinically and electrophysiologically normal evaluated 64 hands constituted the control group and 89 hands with electrophysiologically detected CTS were classified as minimal, mild and moderate CTS. 25 hands with severe and very severe CTS were not included in the study. As well as routine electrophysiological studies, patients and control group underwent sensory conduction studies and interpeak latency differences of median-radial nerve recorded from 1st digit, sensory conduction studies and interpeak latency differences of median-radial nerve recorded from 4th digit, motor conduction studies and interpeak latency differences of median-ulnar nerve recorded from 2nd lumbrical-interosseous, median-ulnar mixed nerve conduction studies and interpeak latency differences.

**Results:** In this study, 178 hands of a total of 94 people were evaluated. Of 178 hands; 88 (49.4%) were right hands and 90 (50.6%) were left hands. Of 114 hands with electrophysiologically detected CTS; 13 (11.4%) hands had minimal, 36 (31.6%) hands had mild, 40 (35.3%) hands had moderate, 14 (12.20%) hands had severe and 11 (9.5%) hands had very severe CTS.

In 89 hands with electrophysiologically detected minimal, mild and moderate carpal tunnel syndrome, 40.4% had positive Tinel's test, 74.2% had positive Phalen's test, 60.7% had positive reverse Phalen's test, 76.4% had positive Flick test and 44.9% had positive

Durkan's test. In all stages of electrophysiologically detected carpal tunnel syndrome, the ratio of at least one positive provocative test was 100%.

In all stages, the overall most sensitive test was interpeak latency differences of median-radial nerve recorded from 1st digit with a rate of 88.76% and the most specific test was interpeak latency differences of median-ulnar nerve recorded from 2nd lumbrical-interosseous with a rate of 100%. Within groups, the most sensitive tests were interpeak latency differences of median-radial nerve recorded from 1st digit and median-ulnar nerve recorded from 4th digit with a rate of 84.62% and the most specific test was mixed latency differences of median-ulnar nerve with a rate of 93.65%. In patients with mild CTS, most sensitive test was interpeak latency differences of median-ulnar nerve recorded from 1st digit with a rate of 77.78% and interpeak latency differences of median-ulnar nerve recorded from 4th digit was the most specific test with a rate of 90.62%. In patients with moderate CTS, most sensitive test was interpeak latency differences of median-ulnar nerve recorded from 1st digit with a rate of 100% and interpeak latency differences of median-ulnar nerve recorded from 4th digit was the most specific test with a rate of 100%. Sensitivity and specificity in the moderate group was determined to be generally similar. The comparison test with closest sensitivity and specificity was interpeak latency differences of median-radial nerve recorded from 1st digit in minimal and moderate groups and mixed latency differences of median-ulnar nerve in mild group.

**Conclusion:** For diagnosis of patients with clinical signs and symptoms of CTS and no electrophysiologically proven diagnosis, comparative tests can be used in addition to routine electrophysiological studies.

**Keywords:** Carpal Tunnel Syndrome, Electrophysiology, EMG, Comparison tests.

## 8. KAYNAKLAR

- 1- Demir İA. Karpal tünel sendromunun elektrofizyolojik tanısında karşılaştırma testlerinin sensitivite ve spesifitelerinin değerlendirilmesi. Tıpta uzmanlık tezi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi. Samsun 2010.
- 2- Preston DC, Shapiro BE. Electromyography and Neuromuscular Disorders. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier, 2013;267-286.
- 3- Stevens JC. AAEM minimonograph #26: the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. American Association of Electrodiagnostic Medicine. Muscle & Nerve 1997;20(12):1477-86.
- 4- Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rose I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. JAMA. 1999;282:153-158.
- 5- Tanaka S, Wild DK, Seligman PJ et al. The US prevalence of self-reported carpal tunnel syndrome: 1988 National Health Interview Survey data. Am J Public Health 1994;84(11):1846-8.
- 6- Bengston KA, Brault JS. El Hastalıkları. DeLısa JA. Fiziksel Tıp ve Rahabiliasyon İlkeler ve Uygulamalar (Çeviri Ed. Arasıl T.) Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2007:843-853.
- 7- Peterson A, Kincaid JC. Nöropatili Hastaların Rehabilitasyonu. Randall L. Braddom. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon (Çeviri Ed. Sarıdoğan M.) Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2010:1071-1097.
- 8- Akırmak Ü. Tuzak Nöropatileri. Beyazova M, Kutsal YG. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. İstanbul: Güneş Tıp Kitabevi. 2013:2995-3002.
- 9- Özdoğan V. Karpal tünel sendromu tanısında ikinci lumbrikal-interosseous latans farkı karşılaştırılmasının ve lumbrikal premotor potansiyel latansının yeri. Tıpta uzmanlık tezi. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi. Ankara 2009.
- 10- Oğuz, H, Dursun, E, Dursun, N. Tıbbi Rehabilitasyon İstanbul:Nobel Tıp Kitabevi. 2004.
- 11- Baklacı K. Karpal tünel sendromunda ENMG bulguları ve farklı konservatif tedavi uygulamalarının etkinliğinin araştırılması. Tıpta Uzmanlık Tezi. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakültesi. Ankara 2008.
- 12- Yılmaz F. Karpal Tünel Sendromunda Median-Ulnar Sinir Uyarımı ve Lumbrikal-İnterosseöz Kayıtlama Tekniğinin Tanısal Duyarlılığının Değerlendirilmesi ve

- Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması. Tıpta Uzmanlık Tezi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nörolojik Bilimler Elektrodagnostik Nöroloji Anabilim Dalı. İstanbul 2004.
- 13- Akyüz G. Tuzak Nöropatileri. Elektrodianoz, Güneş Tıp Kitabevi Ankara. 2003;153-162.
  - 14- Thomas MA, Felsenthal G, Fast A, Young M. Periferik Nöropati. DeLısa JA. Fiziksel Tıp ve Rahabilitasyon İlkeler ve Uygulamalar (Çeviri Ed. Arasıl T.) Ankara: Güneş Tıp Kitabevi. 2007:843-853.
  - 15- Özdolap Ş, Sarıkaya S, Sümer M, Atasoy T. Karpal tünel sendromlu hastalarda klinik bulguların elektrodagnostik testler ile ilişkisi. Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2005;51(4):134-137.
  - 16- American Academy of Orthopaedic Surgeons. Clinical Practice Guideline On The Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. 2007.
  - 17- J. Bruske, Bednarski M, Grzelec H, Zyluk A. The usefulness of the Phalen test and the Hoffmann-Tinel sign in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. Acta Orthopaedica Belgica, 2002;68(2):141-145.
  - 18- Al-Dabbagh Khalid AO, Mohamad SA. Sensitivity and Specificity of Phalen's Test and Tinel's Test in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. Diyala Journal of Medicine. 2013;5(1):1-14.
  - 19- El Miedany Y, Ashour S, Youssef S, Mehanna A, Meko FA. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: old tests-new concepts. Joint Bone Spine 2008;75:451-457.
  - 20- Durkan JA. A new diagnostic test for carpal tunnel syndrome. The Journal of Bone Joint Surgery Am. 1991;73:535-538.
  - 21- Çevik D. Karpal Tünel Sendromunda Klinik, elektrodagnostik ve manyetik rezonans görüntüleme bulgularının karşılaştırılması. Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Kliniği. Tıpta Uzmanlık Tezi, İstanbul. 2006.
  - 22- Çelik B. Hafif dereceli karpal tünel sendromunda farklı elektrofizyolojik metodların karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nörolojik Bilimler Elektrodagnostik Nöroloji Anabilim Dalı. Yüksel Lisans Tezi. İstanbul 2006.

- 23- Sürmeli ZS, Karpal tünel sendromlu hastalarda ve sağlıklı kontrol grubunda çift tepeli duyuşal potansiyellerin karşılaştırılması. Tıpta uzmanlık tezi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi. Ankara 2010.
- 24- Jablecki, CK., Andary, MT, So, YT, Wilkins DE, Williams FH. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. AAEM Quality Assurance Committee. Muscle Nerve 1993;16:1392-1414.
- 25- American Association of Electrodiagnostic Medicine, Professional Practice Committee. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and needle electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. Muscle & Nerve. 1999b;22:141-67.
- 26- Padua L, Lo Monaco M., Padua R., Gregori B., Tonali P. Neurophysiological classification of carpal tunnel syndrome: assessment of 600 symptomatic hands. Ital Neurol Sci, 1997;18:145-50.
- 27- Uncini A, Di Muzio A, Awad J, Manente G, Tafuro M, Gambi D. Sensitivity of three median to ulnar comparative tests in diagnosis of mild carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 1993;16:1366-73.
- 28- Löscher WN, Auer-Grumbach M, Trinkka E, Ladurner G, Hartung HP. Comparison of second lumbrical and interossei latencies with standard measures of median nerve function across the carpal tunnel: a prospective study of 450 hands. J Neurol. 2000;24:530-534
- 29- Oh SJ. Nerve conduction in focal neuropathies. In: Clinical Electromyography: nerve conduction studies. 3rd ed. Lippincott Williams&Wilkins. Philadelphia. 2005:601-694.
- 30- Shean GL, Houser MK, Murray NM. Lumbrical-interosseus latency comparison in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1995;97:285-289.
- 31- Meena AK, Srinivasa Rao B, Sailaja S, Mallikarjuna M, Borgohain R. 'Second lumbrical and interossei latency difference in carpal tunnel syndrome. Clin Neurophysiology' 2008;119(12):2789-94.
- 32- Kouyoumdjian JA. Comparison of nerve conduction techniques in 95 mild carpal tunnel syndrome hands. Arq Neuropsiquiatr. 1999;57(2A):195-197.



- 33- Sander HW, Quinto C, Saadeh PB, Chokroverty S. Sensitive median–ulnar motor comparative techniques in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1999;22:88–98.
- 34- Padua L, LoMonaco M, Gregori B, Valente EM, Padua R, Tonali P. Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands. *Acta Neurol Scand.* 1997;96:211-217.
- 35- Bozkurt G. Periferik sinir tuzak nöropatileri. *Türk Nöroşirürji Dergisi.* 2005;15(3):206-219.
- 36- Mumenthaler M, Stöhr M, Müller-Vahl H. Periferik Sinir Lezyonları ve Radiküler Sendromlar. (Çeviri Börü ÜT.) İstanbul:2005
- 37- Ertekin C. Santral ve periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik. Meta Basım. İzmir:2006:403-449.
- 38- Doğan Akçam, F. Karpal tünel sendromunda steroid fonoforezinin klinik bulgular ve sinir ileti hızlarına olan etkisi. Tıpta uzmanlık tezi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana 2008.
- 39- Çatalbaş N. Karpal tünel sendromunda splint ve splinte eklenen kesikli ultrason veya sürekli ultrason tedavilerinin etkinliğinin ultrasonik görüntüleme ile değerlendirilmesi. Tıpta uzmanlık tezi. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi. Denizli 2012.
- 40- Gürbüz HC. Karpal tünel sendromlu hastalarda lazer tedavisi öncesi ve tedavi sonrası EMG bulgularının karşılaştırılması. Tıpta Uzmanlık Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sivas 2010.
- 41- Kuyucu S, Yıldız N, Griladze H. Hafif karpal tünel sendromu tanısında duyarlı elektrofizyolojik yöntemlerin karşılaştırılması. *Düşünen Adam.* 2001;14(4):227-231.
- 42- Açıkgöz B, Sümer M, Karpal Tünel Sendromu, *Türk Nöroşirürji Dergisi.* 2000;10:79-84.
- 43- Aktaş İ. Karpal tünel sendromu tanısında duyuşal ileti çalışmaları parametrelerinin el-bilek ekstansiyon ve fleksiyonda duyarlılığın karşılaştırılması. Yüksel Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nörolojik Bilimler Elektrodiagnostik Nöroloji Anabilim Dalı. İstanbul 2008.

- 44- Ağırman M. Diyabetik hastalarda polinöropati ve karpal tünel sendromu tanısında ultrasonun elektrofizyolojiye göre tanıdaki yerinin araştırılması. Tıpta Uzmanlık Tezi. Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi. İstanbul 2012.
- 45- Wats A.C, McEachan J. Carpal tunnel syndrome in men. *Current Orthopaedics*. 2006;20:294–298.
- 46- Roquelaure Y et all. Epidemiologic surveillance of upper-extremity musculoskeletal disorders in the working population. *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)*. 2006;55(5):765-778.
- 47- Lin H-H, Chen H-T, Chen Y-C, Fang J-T, Huang C-C. Carpal tunnel syndrome in long- term hemodialysis patients. *Acta Nephrologica* 2001;15(3):111-114.
- 48- Ekim A, Armagan O, Tascioglu F, Oner C, Colak M. Effect of low level laser therapy in rheumatoid arthritis patients with carpal tunnel syndrome. *Swiss Med Wkly*. 2007;137:347–352.
- 49- Chen Clement K. H. et all. Carpal Tunnel Syndrome Caused by Tophaceous Gout: CT and MR Imaging Features in 20 Patients. *AJR* 2000;175:655–659.
- 50- Tanner MA, Conrad PB, Dell PC, Wright TW. The effect of an open carpal tunnel release on thumb CMC Biomechanics. *Advances in Orthopedics* 2012;2012:1-4.
- 51- Gray RG, Poppo MJ, Gottlieb NL. Primary familial bilateral carpal tunnel syndrome. *Ann Intern Med* 1979; Jul;91(1):37–40.
- 52- Şahin N, Albayrak İ, Uğurlu H. Obez hastalarda karpal tünel sendromunun şiddeti ve vücut kitle indeksi değerleri arasındaki ilişki. *TUBAV Bilim Dergisi*. 2009;2(4):484-488.
- 53- Werner RA, Albers JW, Franzblau A, Armstrong TJ. The relationship between body mass index and the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle & Nerve* 1994;17:632-636.
- 54- Frangides C. Y. et all. Snake venom poisoning in Greece. Experiences with 147 cases. *European Journal of Internal Medicine*. 2006;17:24–27.
- 55- Alizadeh K, Tavangar S. M. Histologic findings in idiopathic carpal tunnel syndrome: Report of 209 cases. *Arch Iranian Med* 2002;5(2);100-102.
- 56- Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol*. 2002;113:1373-1381.

- 57- Kimura J: Electrodiagnosis in disease of nerve and muscle (FA Davis, Philadelphia). S:720-724, 2002.
- 58- Wilson JK, Sevier TL. A review of treatment for carpal tunnel syndrome. *Disabil Rehabil.* 2003;25:113-119.
- 59- Selçuk B, Uysal H, Sulubulut N, Akyüz M. Karpal tünel sendromunda median ve ulnar sinir proksimal ve distal segmentlerinin değerlendirilmesi. *Fiziksel Tıp* 2003;6(2):5-9.
- 60- Georgiew F. Provocative tests used in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Medical Rehabilitation.* 2007;11(4):7-17.
- 61- Simpson JA. Electrical signs in the diagnosis of carpal tunnel and related syndromes. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 1956;19:275-280.
- 62- Öztürk E. Karpal tünel sendromu tanısında ultrasonografinin rolü ve katkıları Tıpta uzmanlık tezi, Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği. İstanbul 2006.
- 63- Demirkol A. Karpal tünel sendromlu hastalarda total antioksidan kapasite ve oksidatif stresin araştırılması. Tıpta uzmanlık tezi. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi. Şanlıurfa 2010.
- 64- Alay S. Elektrofizyoloji laboratuvarına başvuran hastalarda periferik sinir anastomozlarının görülme sıklığı ve anastomoz varlığının karpal tünel sendromu tanısı üzerine etkisi. Tıpta uzmanlık tezi. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Haydarpaşa Eğitim Hastanesi. İstanbul 2012.
- 65- Oh SJ. *Clinical electromyography.* 2th ed USA. Williams & wilkins:1993; 78-83,496-574.
- 66- Boonyapisit K, Katirji B, Shapiro BE, Preston DC. Lumbrical and interossei recording in carpal tunnel syndrome. *Muscle & Nerve* 2002;25:102-5.
- 67- Therimadasamy AK, Li E, Wilder-Smith EP. Can studies of the second lumbrical interosseous and its premotor potential reduce the number of tests for carpal tunnel syndrome? *Muscle & Nerve.* 2007;36(4):491-6.
- 68- Brannegan R, Bartt R. Second lumbrical muscle recordings improve localization in severe carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:259-261.
- 69- Löscher WN, Auer-Grumbach M, Trinkka E, Ladurner G, Hartung HP. Comparison of second lumbrical and interossei latencies with standard measures of median

- nerve function across the carpal tunnel: a prospective study of 450 hands. *J Neurol*. 2000;24:530–534.
- 70-** Preston DC, Logigian EL. Lumbrical and interossei recording in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1992;15:1253-57.
- 71-** Eroboğhene E. Ubogu, Michael Benatar. Electrodiagnostic Criteria for Carpal Tunnel Syndrome in Axonal Polyneuropathy. *Muscle & Nerve*. 2006;33: 747–752. Kale M. Karpal tünel sendromunda ultrasonografi ile median sinir lokalizasyonun önemi. Tıpta uzmanlık tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi. Samsun 2010.
- 72-** Uğur T. Tiroid fonksiyon bozukluğu bulunan hastalarda karpal tünel sendromu insidansı: ultrason ve elektrofizyolojik testler ile değerlendirme. Tıpta uzmanlık tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi. Kahramanmaraş 2010
- 73-** Chen P, Maklad N, Redwine M, Zelitt D. Dynamic high-resolution sonography of the carpal tunnel syndrome. *AJR* 1997;168:533-537.
- 74-** Martínez AC, Barrio M, Conde MCP, Gutiérrez AM. Electrophysiological aspects of sensory conduction velocity in healthy adults. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 1978;41:1092-1096.
- 75-** Keklikoğlu HD, Çolpak Aİ, Solak EB, Yoldas TK. Karpal tünel sendromunda ağrı ve elektrofizyolojik bulgular. *Türk Nöroloji Dergisi*. 2009;15:188-193.
- 76-** Taşpınar D. Diyabetik karpal tünel sendromunda kortikosteroid enjeksiyonu, gece ateli ve fizik tedavinin etkinliğinin karşılaştırılması', Uzmanlık Tezi, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği, İstanbul 2005.
- 77-** Çevik MU. Karpal tünel sendromunda f-yanıtının ters dönmesinin tanısal değeri. Tıpta uzmanlık tezi. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi. Ankara 2009.
- 78-** Mondelli M, Passero S, Gianni F. Provocative tests indifferent stages of carpal tunnel syndrome. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 2001;103:178–183
- 79-** Tunç T, Kutlu G, Coşkun Ö, Okuyucu EE, Çavdar L, İnan LE. Karpal tünel sendromunda klinik ve elektrofizyolojik evrelemenin karşılaştırılması. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 2006;7(2):23-26.
- 80-** Pryse-Phillips W. Validation of a diagnostic sign in carpal tunnel syndrome. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1984;47:870-872.

- 81- Gök H, Ay S, Kutlay S. Are Relieving Maneuvers Useful in Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome? *Romatizma*. 2008;23:129-134.
- 82- Krendel DA, Jöbssis M, Gaskell PC, Sanders DB. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1986;49:220-222.
- 83- Hansen PA, Micklesen P, Robinson LR. Clinical utility of the flick maneuver in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83:363–367.
- 84- Aydın G, Keles, I, Özbudak Demir S, Baysal A I: Sensitivity of median sensory nerve conduction tests in digital branches for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:17–21.
- 85- Macdonell RAL, Schwartz MS, Swash M: Carpal tunnel syndrome. which finger should be tested? An analysis of sensory conduction in digital branches of the median nerve. *Muscle & Nerve* 1990;13:601-606.
- 86- Leblebici B, Adam M, Bağıs S, Akman MN. Erken dönem karpal tünel sendromunda median-ulnar sinir ve median-radial sinir latans farkı testlerinin kullanımı. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2008;54:22-26
- 87- Eroboghene E. Ubogu, Michael Benatar. Electrodiagnostic Criteria for Carpal Tunnel Syndrome in Axonal Polyneuropathy. *Muscle & Nerve*. 2006;33: 747–752.
- 88- Pease WS, Cannell CD, Johnson EW. Median to radial latency difference test in mild carpal tunnel syndrome. *Muscle & Nerve*. 1989;12:905 9.
- 89- Kothari MJ, Ruthovke SB, Caress JB, Hickey J, Logigian EL, Preston DC. Comparison of digital sensory studies in patients with carpal tunnel syndrome. *Muscle & Nerve* 1995;18:1272-1276.
- 90- Demirci S, Sonel B. Comparison of sensory conduction techniques of mild idiopathic carpal tunnel syndrome: which finger, which test?. *Rheumatol Int*.2004;24(4):217-20.