



**T.C**  
**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON**  
**ANABİLİM DALI**

**KARPAL TÜNEL SENDROMLU HASTALARDA LAZER TEDAVİSİ**  
**ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI EMG BULGULARININ**  
**KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Hüseyin Cengiz GÜRBÜZ**  
**UZMANLIK TEZİ**

**SİVAS**  
**2010**



**T.C**  
**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON**  
**ANABİLİM DALI**

**KARPAL TÜNEL SENDROMLU HASTALARDA LAZER TEDAVİSİ**  
**ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI EMG BULGULARININ**  
**KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Hüseyin Cengiz GÜRBÜZ**

**UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**

**Prof.Dr. Sami HİZMETLİ**

**Sivas**

**2010**

## ONAY SAYFASI

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış ve jürimiz tarafından Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN:

ÜYE:

ÜYE:

Bu tez, 26.08.2010 tarih ve 2010/3 Sayılı Yönetim Kurulu Kararı ile belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Tıpta Uzmanlık Tez Yazım Yönergesi, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 10/ 02/ 2010 tarih ve 2010/ 1-2 sayılı kararı ile kabul edilerek yürürlüğe girmiştir.

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında ve uzmanlık eğitimim süresince bana yardım ve katkıları olan tez danışmanım Prof. Dr. Sami HİZMETLİ'ye, Prof. Dr. Hasan ELDEN'e, Doç. Dr. Ece KAPTANOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Özlem Şahin'e, Yrd. Doç. Dr. Emrullah HAYTA'ya, EMG ile ilgili yardım ve katkıları için Nöroloji Uzmanı Doç. Dr. Ertuğrul BOLAYIR'a, Dr. Oğuz KARAHAN'a, asistan arkadaşlarıma, fizyoterapist arkadaşlara, fizik tedavi teknikeri Levent DOĞAN'a, tüm çalışma arkadaşlarıma, tez hazırlıklarım sırasında ve asistanlığım süresince bana hep destek olan sevgili eşim Dr. Özlem GÜRBÜZ'e ve aileme teşekkür ederim.

Dr. H. Cengiz GÜRBÜZ

## ÖZET

**Giriş:** KTS’de tanı klinik semptomlar, fizik muayene bulguları ile bu bulguların elektrofizyolojik olarak onaylanmasına dayanır. Elektrofizyolojik testler KTS tanısını desteklemek, tuzaklanma seviyesini belirlemede ve mediyan sinir basısının ciddiyetini belirlemede yararlıdır. Lazer son yıllarda birçok hastalığın tedavisinde çeşitli etkileri sebebiyle oldukça gündemde olan bir tedavi metodudur. Biyostimulan ve nörobiyolojik etkileri olduğu düşünülen lazer tedavisin KTS’de de etkili olduğu yeni çalışmalarda bildirilmiştir. Çalışmamızda KTS’li olgulara düşük doz lazer (DDLTL) uygulayarak, güncel tedavi metodu olarak gündeme gelen lazer terapisinin etkinliğini araştırmayı amaçladık

**Yöntem:** Çalışmaya idiyopatik KTS tanısı konmuş 21 hasta (tümü kadın, 30 el) alındı. 9 (%43) hastada bilateral, 12 (%57) hastada unilateral tutulum mevcuttu. Hastalara 10 seans 9.4 J dozda 9dk DDLTL tedavisi verildi. Tüm hastalara, tedavi öncesi ve tedaviden 3 ay sonraki EMG çalışıldı. Motor latans, duysal latans, motor ileti hızı, duysal ileti hızı, motor amplitüt, duysal amplitüt, şikayetlerinde düzelme olup olmadığı değerlendirilerek vizüel analog skala verileri elde edildi. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Vizüel analog skala gündüz ve gece değerleri ikişerli olarak karşılaştırıldığında tedavi sonrası anlamlı farklılık saptandı ( $p < 0,05$ ). Tedavi öncesi ve sonrası bilateral motor, latans duysal latans, duysal iletim hızı ve duysal amplitüt verileri karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak anlamlıyken ( $p < 0,05$ ), bilateral motor iletim hızı ve bilateral motor amplitüt verileri istatistiksel olarak anlamsızdı ( $p > 0,05$ ).

**Sonuç:** KTS’li olgularda DDLTL anlamlı şekilde klinik düzelleme ile beraber EMG bulgularında iyileşme sağlamıştır. Yaygın olarak gündeme gelen bu metodun semptomlarda gerileme sağlamasına rağmen aynı hastalarda kullanılan ultrason gibi diğer tedavi metodlarına üstünlüğü tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle daha geniş gruplarda karşılaştırmalı çalışmaların yapılmasının daha uygun olacağı kanaatindeyiz. Bununla birlikte bizim çalışmamız, gelecek geniş kapsamlı çalışmalara pilot bir çalışma olarak kaynak sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Karpal tünel sendromu, düşük doz lazer tedavisi, elektronromyografi.

## ABSTRACT

**Objective;** Diagnosis of CTS is based on clinical examination, physical examination findings, and electrophysiological confirmation of these findings. Electrophysiologic tests are useful for support the diagnosis of CTS and useful for determining of the level of median nerve entrapment and the severity of compression. In recent years, laser is an actual treatment for many diseases due to various effects. This method that supposedly have to be biostimulant and neurobiological effects, was reported to be effective for CTS in recent studies. In present study we aimed to investigate the effectivity of this actual treatment method via application of low laser dose therapy to CTS cases.

**Method;** Twenty one patient (all of them were women, 30 hands) who were diagnosed as idiopathic CTS, were included the study. 9 (43%) patients had bilateral, 12 (57%) patients had unilateral involvement. Ten cure 9.4 dose/9 min low laser dose treatment was applied all patients. ENMG was studied before and after the third month of treatment in all patients. Whether improvement was evaluated in terms of motor latency, sensory latency, motor conduction velocity, sensory conduction velocity, motor amplitude, sensory amplitudes complaints and visual analog scale data were obtained. The obtained datas were compared statistically.

**Results;** The post-treatment difference was found as significant when the visual analog scale values during the day and night was compared dually ( $p < 0.05$ ). Although comparing of pre and post-treatment difference of bilateral motor, sensory latency latency, sensory conduction velocity and sensory amplitude datas were statistically significant ( $p < 0.05$ ), any significant difference could not detected when bilateral motor conduction velocity and bilateral amplitude datas were compared ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion;** Low dose laser treatment was provided significant clinical improvement in CTS cases. Even though providing the improvement in symptoms, the advantages of widely discussed this method is not known enoughly when compared the other methods such as ultrasound. Therefore we suggested that be made of comparative studies in larger groups would be more appropriate.



However our study may provides source for future comprehensive studies as a pilot study.

**Key Words;** Carpal tunnel syndorme, low dose laser treatment, electroneuromyography.

## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>i</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vi</b>
<b>TABLolar LİSTESİ.....</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>	<b>x</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1. Karpal Tünel Sendromu .....	3
2.1.1. Tanım .....	3
2.1.2. Hastalığın Tarihçesi .....	3
2.1.3. Anatomi.....	4
2.1.4. Fیزیopatoloji .....	11
2.1.4.1. Tuzak Nöropatileri .....	11
2.1.5. Prognoz .....	13
2.1.6. Etiyoloji.....	14
2.1.7. Karpal Tünel Sendromunda klinik Semptomlar .....	15
2.1.7.1. Ağrı .....	15
2.1.7.2. Parestezi .....	15
2.1.7.3. Karıncalanma .....	16
2.1.7.4. Keçelenme.....	16
2.1.7.5. Güç Kaybı .....	16
2.1.7.6. Şişkinlik .....	16
2.1.7.7. Soğukluk Hissi .....	16
2.1.7.8. Tenar Atrofi.....	16
2.1.8. Tanı .....	16
2.1.8.1. Hikaye .....	17

2.1.8.2. Fizik Muayene.....	17
2.1.8.2.1. Özel Testler .....	17
2.1.8.2.2. Duyu ve Motor Testleri .....	19
2.1.8.2.3. Destekleyici Çalışmalar .....	19
2.1.8.3. Elektronörofizyolojik Tanı.....	20
2.1.9. Ayırıcı Tanı .....	23
2.1.10. Karpal Tünel Sendromunda Tedavi .....	24
2.1.10.1. Konservatif Tedavi:.....	24
2.1.10.2. Cerrahi Tedavi.....	29
2.2. Lazer.....	30
2.2.1. Lazer Işının Fiziksel Özellikleri.....	32
2.2.2. Lazer Türleri.....	32
2.2.3. Lazerin Fizyolojik Özellikleri .....	33
2.2.4. Lazerin Biofiziksel Etkileri .....	34
2.2.5. Lazerin Uygulama Şekli.....	35
2.2.6. Lazer Dozajının Belirlenmesi .....	35
2.2.7. Lazer Tedavisinin Endikasyonları.....	36
2.2.8. Lazer Tedavisinin Kontrendikasyonları .....	36
2.3. Karpal Tünel Sendromu Ve Lazer Tedavisi.....	37
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>39</b>
3.1. Hastalar .....	39
3.2. Çalışmaya Alınma ve Dışlanma Kriterleri .....	39
3.3. Tedavi Öncesi Değerlendirme.....	39
3.4. Uygulanan Tedavi .....	40
3.5. Elektronörofizyolojik İnceleme .....	40
3.5.1. Median Motor Distal Latans (mMDL).....	41
3.5.2. Median Sinir Duyusal Latans .....	41
3.5.3. Median Sinir Duyusal İletim Hızı ( MSNCV).....	41
3.5.4. Median Sinir Motor İletim Hızı (mMNCV) .....	41
3.6. Vas .....	42
3.7. Boston Anketi .....	42

3.7.1. Boston Semptom şiddeti Skalası.....	42
3.7.2. Boston Fonksiyonel Kapasite Skalası .....	42
3.8. İstatistiksel İncelemeler.....	43
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>44</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>58</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>63</b>

**TABLULAR LİSTESİ**

Tablo 1: Sinir zedelenme derecelerinin sınıflandırılması.....	12
Tablo 2: Sinir zedelenmesinde patolojik değişiklikler ve prognoz .....	13
Tablo 3: Hastaların demografik verilere göre dağılımı .....	44
Tablo 4: VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	44
Tablo 5: Elektromyografik parametrelerin DDLT öncesi ve DDLT sonrası karşılaştırılması .....	47
Tablo 6: DDLT öncesi ve DDLT sonrası semptom şiddet skalasının karşılaştırılması ..	56

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Brakial pleksustan çıkan sinirler. ....	5
Şekil 2: Median sinirin üst ekstremitedeki seyri.....	7
Şekil 3: El bileğindeki fleksör tendon ve sinirler. ....	8
Şekil 4: Lazerin temel kullanım alanları.....	35
Şekil 5: Vizüel analog skala.....	42
Şekil 6: VAS gündüz değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	45
Şekil 7: VAS gece değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	46
Şekil 8: Sağ medyan sinir motor latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .	48
Şekil 9: Sol medyan sinir motor latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması ..	49
Şekil 10: Sağ medyan sinir duyusal latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	50
Şekil 11: Sol medyan sinir duyusal latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	51
Şekil 12: Sağ medyan sinir duyusal ileti hızlarının gruplar arası karşılaştırılması....	52
Şekil 13: Sol medyan sinir duyusal ileti hızlarının gruplar arası karşılaştırılması ....	53
Şekil 14: Sağ medyan sinir duyusal amplitüd değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	54
Şekil 15: Sol medyan sinir duyusal amplitüd değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	55
Şekil 16: Semptom şiddeti değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	57

**SİMGELER ve KISALTMALAR**

<b>KTS</b>	: Karpal Tünel Sendromu
<b>DDLTL</b>	: Düşük Doz Lazer Tedavisi
<b>EMG</b>	: Elektromyografi
<b>VAS</b>	: Vizüel Analog Skala
<b>TENS</b>	: Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu
<b>mMDL</b>	: Medyan Motor Distal Latans
<b>MSNCV</b>	: Medyan Sinir Duysal İleti Hızı
<b>MMNCV</b>	: Medyan Sinir Motor İleti Hızı

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Karpal Tünel Sendromu (KTS), median sinirin karpal kanalda kompresyonu sonucu oluşur ve periferik sinir lezyonlarının en sık görülen şeklidir (1). El ve el bileğinin tekrarlayıcı hareketleri ile ilişkili meslek grupları hastalığın hedef kitlesidir. Genelde 20–40 yaş civarında görülür. Kadınlarda erkeklerden 2–5 kat daha siktir (2).

Periferik sinirin yaralanması akut veya kronik olabilir (3). Akut sinir basısı sinirin deriye yakın seyrettiği bir bölgede, kısa süreli yüksek basınçla sıkışması ile olur. Kronik sinir basısı ise, bir periferik sinirin fibröz–osseöz dar bir anatomik tünelden geçerken devamlı olarak lokal mikrotravmalara maruz kalması, bunun sonucunda zamanla sinirde anatomik değişiklikler olması ve klinik semptomlara yol açmasıdır. Sinirdeki bu değişimler, lokal segmental demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyondur (3).

KTS’de tanı; anamnez, klinik semptomlar, fizik muayene bulguları ile bu bulguların elektronörofizyolojik olarak desteklenmesine dayanır.

Elektronörofizyolojik testler KTS tanısını destekleme, tuzaklanma seviyesini ve median sinir basısının ciddiyetini belirlemede en önemli tanı yöntemidir (2). KTS şüphesi ile gelen bir hastada aşağıdaki elektronörofizyolojik testlerden motor ve duysal sinir iletimi, bası sonucu meydana gelen elektrofizyolojik değişmelerin, diğer sinirlere ait elektrofizyolojik verilerle oransal olarak karşılaştırılması, KTS bulgularını provoke edici elektrodiagnostik yöntemler değerlendirilir.

KTS’de tedavi konservatif ve cerrahi olmak üzere iki kısma ayrılır. Semptom süresinin daha kısa olduğu, elektrodiagnostik incelemelerde hafif ve orta dereceli KTS tanısı alan olgularda konservatif tedavi endikedir. KTS’de, lokal steroid enjeksiyonu (3), nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (30), diüretikler, piridoksin (32), splint (32), günlük yaşam aktivite düzenlemeleri (31), tendon ve sinir kaydırma egzersizleri (32, 33), Manipulasyon (34), Fizik tedavi (3, 31), B6 vitamini (31) konservatif tedavi metotları arasındadır. Fizik tedavi bu yöntemler arasında önemli bir yere sahiptir. Fizik tedavi yöntemleri arasında ise ultrason,



TENS, parafin banyosu gibi tedavi metotları bulunmaktadır. Son zamanlarda da DDLT bu metotlar arasında gittikçe önem kazanmaktadır.

KTS tedavisinde kullanılan düşük güçteki lazerin dalga boyu elektromagnetik spektrumda görünen ışık veya kızılötesi bölüme uyan bir elektromanyetik enerji formudur. Lazerin etkisi ile zarın geçirgenliği artar, hücrenin aldığı oksijen, glikoz ve aminoasit miktarı artar, hücre metabolizması hızlanır. Lokal kan akımında hızlanma ortaya çıkar, hücre içi enzimlerin molekül transport süreçleri hızlanır, hücre zarının aktif transport yapan enzimleri daha aktif hale gelirler. Bunların sonucu olarak kollojen ve elastin gibi büyük moleküllu elemanların sentezi hızlanır. Sonuç olarak DDLT'nin dokuya nüfuzuyla birlikte dokuda rejenerasyon, antiödem gibi etkileri sayesinde semptomların gerilemesinde etkili olduğu öne sürülmektedir.

Bu çalışmada, DDLT uygulanan KTS'li olguların tedavi öncesi ve sonrasında EMG bulguları karşılaştırılarak, lazer tedavisin etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Karpal Tünel Sendromu**

#### **2.1.1. Tanım**

Karpal Tünel Sendromu (KTS), median sinirin karpal kanalda kompresyonu sonucu oluşur ve median sinir lezyonlarının en sık görülen şeklidir (1).

El ve el bileğinin tekrarlayıcı hareketleri ile ilişkili meslek grupları hastalığın hedef kitesidir. Genelde 20–40 yaş civarında görülür. Kadınlarda erkeklerden 2–5 kat daha siktir (2).

Bu durum hormonal değişiklikler ve kadınlarda anatomik olarak karpal tünel genişliğinin daha küçük olması ile açıklanmaya çalışılmıştır. Dominant el ilk ve daha şiddetli etkilense de genelde bilateral tutulum izlenir ( 2).

#### **2.1.2. Hastalığın Tarihçesi**

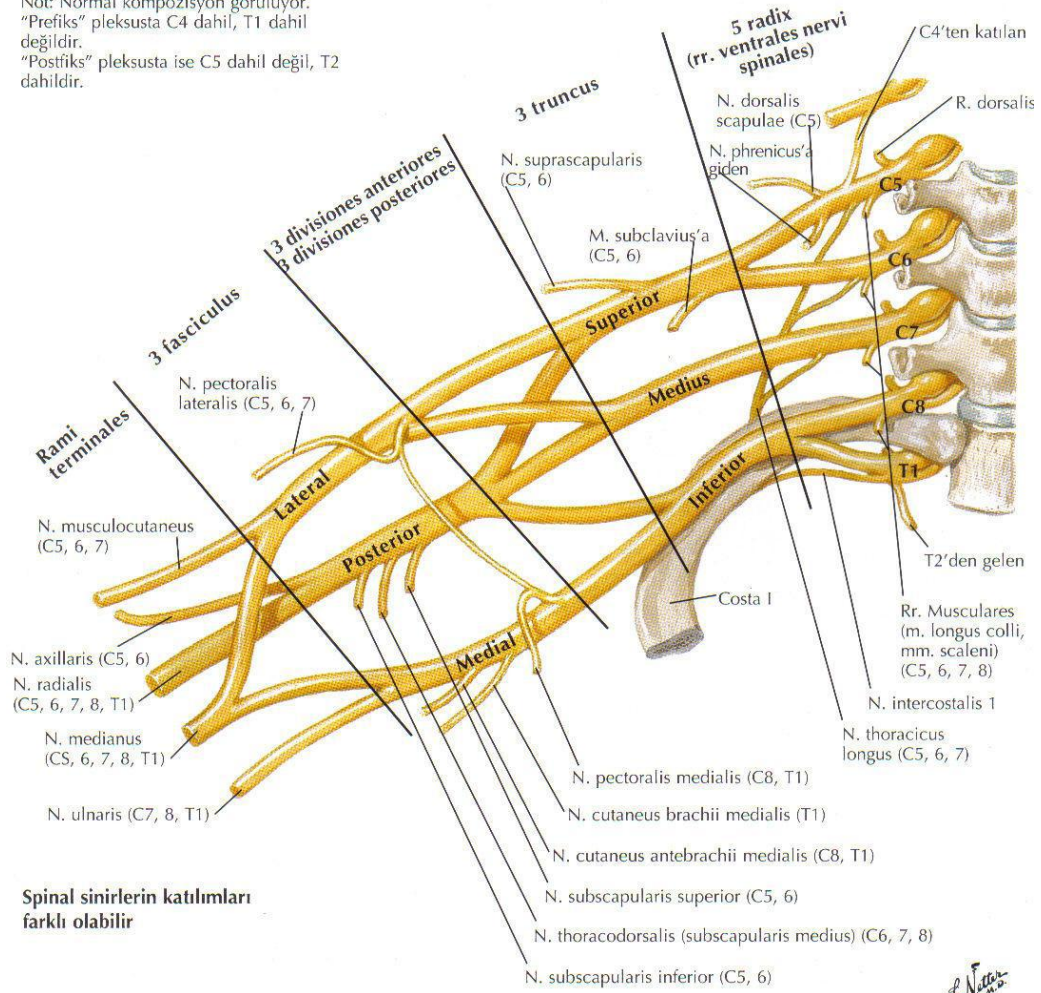
Sir Walter James Paget 1854 yılında, el bileği travması sonrası median sinirin kompresyonunu gözlemlemiş olup; klinik tablo 1911 yılında Ramsey Hunt tarafından tariflenmiştir (3). Klinik tablonun belirtilmesinin ardından 1913 yılında Marie ve Foix karpal tünel sendromunda median sinirin patolojik değişikliklerini ve otopsi bulgularını tanımlamışlardır. Bu bulgular; median sinirin fleksör retinakulum altında bariz olarak sıkışmış olup nodüler genişleme gösterdiğini, interfasiküler ve intrafasiküler bağ dokusunda artış ve hem retinakulum altında, hem de distale doğru miyelinli sinir liflerinin azaldığını gösterir (4). Yıllar içinde KTS araştırılırken 1933’de Learmonth median sinirin ilk cerrahi dekompresyonunu tanımlamıştır (5). Moersch 1938 yılında bu sendromun adını vermiştir (4). 1941’de Gaynor ve Hart, karpal tüneli düz grafilerle değerlendirmiştir (5). Canon ve Love tarafından 1946 yılında median sinir kompresyonlu ilk hasta serisi açıklanmıştır (4). 1947 yılında Brain, Wright ve Wilkinson cerrahi tedavi ile düzelen tipik klinik semptomlu hasta serisinde ilk defa “karpal tünel sendromu” terimini kullanmışlardır (5). Phalen Amerikan Medical Community, 1950’de başlattığı seri çalışmalarla dikkatleri karpal tünel

sendromuna çekmiştir. 1963'te Thomas ve Fullerton iki taraflı KTS olan bir hastada median siniri incelemişler ve bilek seviyesinde geniş çaplı liflerin keskin tarzda azalmış olduğunu fakat parmak sinirlerinin çapının nispeten değişmediğini bildirmişlerdir (4). 1981 yılında Pinkoff ve arkadaşları bilgisayarlı tomografi ile, 1982 yılında Fornage ve arkadaşları ultrasonografi ile normal karpal tünel yapılarını görüntülemişlerdir. KTS'de oluşan manyetik rezonans görüntüleme bulguları 1986 yılında Reinus, Weiss, Koenig ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (5).

### **2.1.3. Anatomi**

Median sinir (C5-T1), brakiyal pleksusun mediyal ve lateral fasiküllerinden gelen köklerin aksiller arterin önünde birleşmesiyle meydana gelir. Bu yolda median sinir, brakiyal pleksusun bütün segmentlerinden fasikül alır. Kolun damarları ile birlikte kolda sulkus bisipitalis mediyalinde seyrederek ve dirseğe doğru inerken brakiyal arterin mediyalinde seyrederek (6). (Şekil 1)

Not: Normal kompozisyon görülüyor.  
 "Prefiks" pleksusta C4 dahil, T1 dahil değildir.  
 "Postfiks" pleksusta ise C5 dahil değil, T2 dahildir.

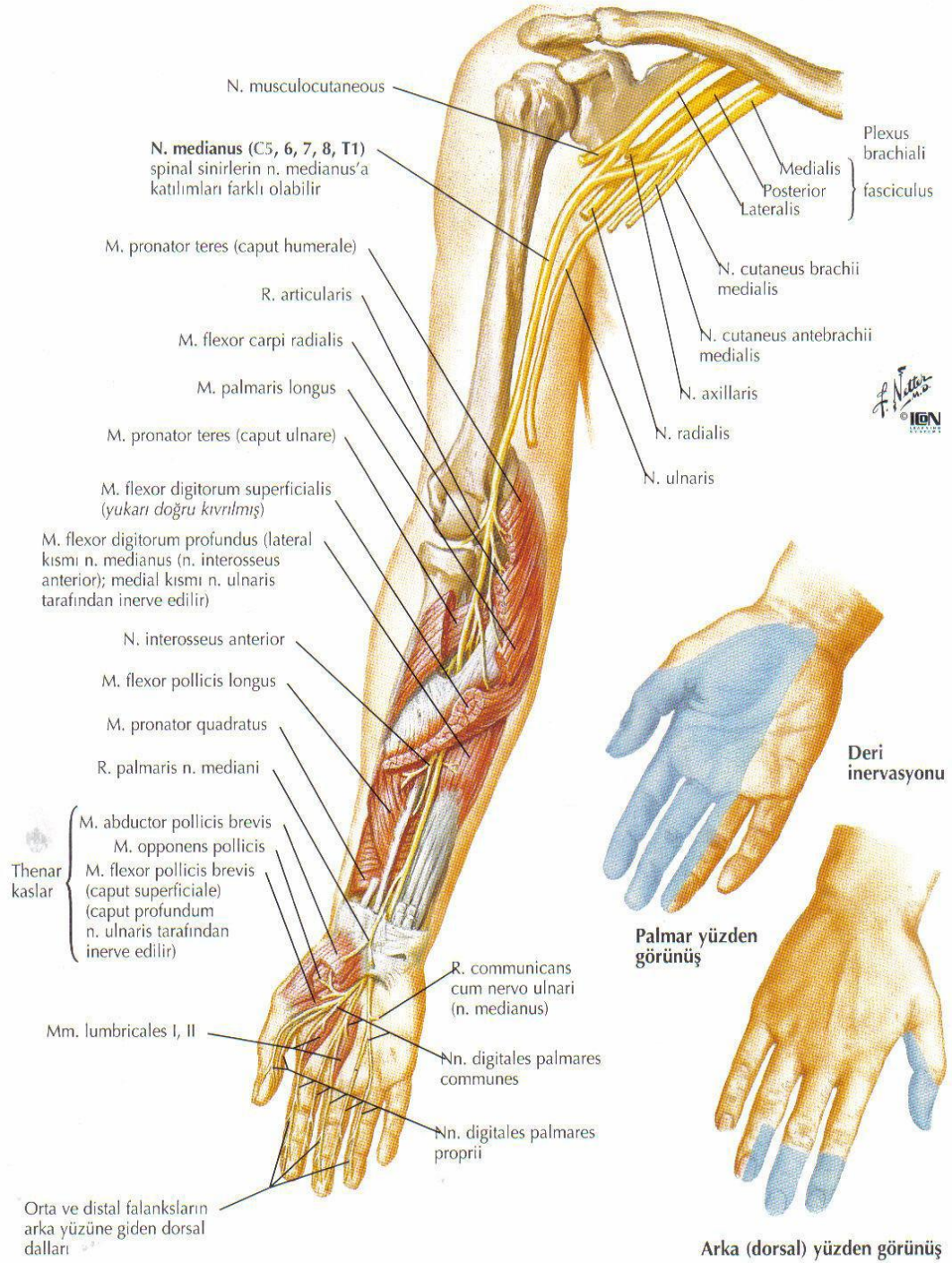


**Şekil 1: Brakial pleksustan çıkan sinirler (7).**

Sinir dirsekte bisipital kas aponevrozunun (*lacertus fibrosus*) altından geçer. *Lacertus fibrosus*'un altında median sinir bazı dallar verir ve bunlar önkol kaslarını (m. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus, m. flexor digitorum superficialis) innerve ederler. Sinir dirsekte pronator teres kasının distalinde N. interosseos anterior dalını verir (6). (Şekil 2)

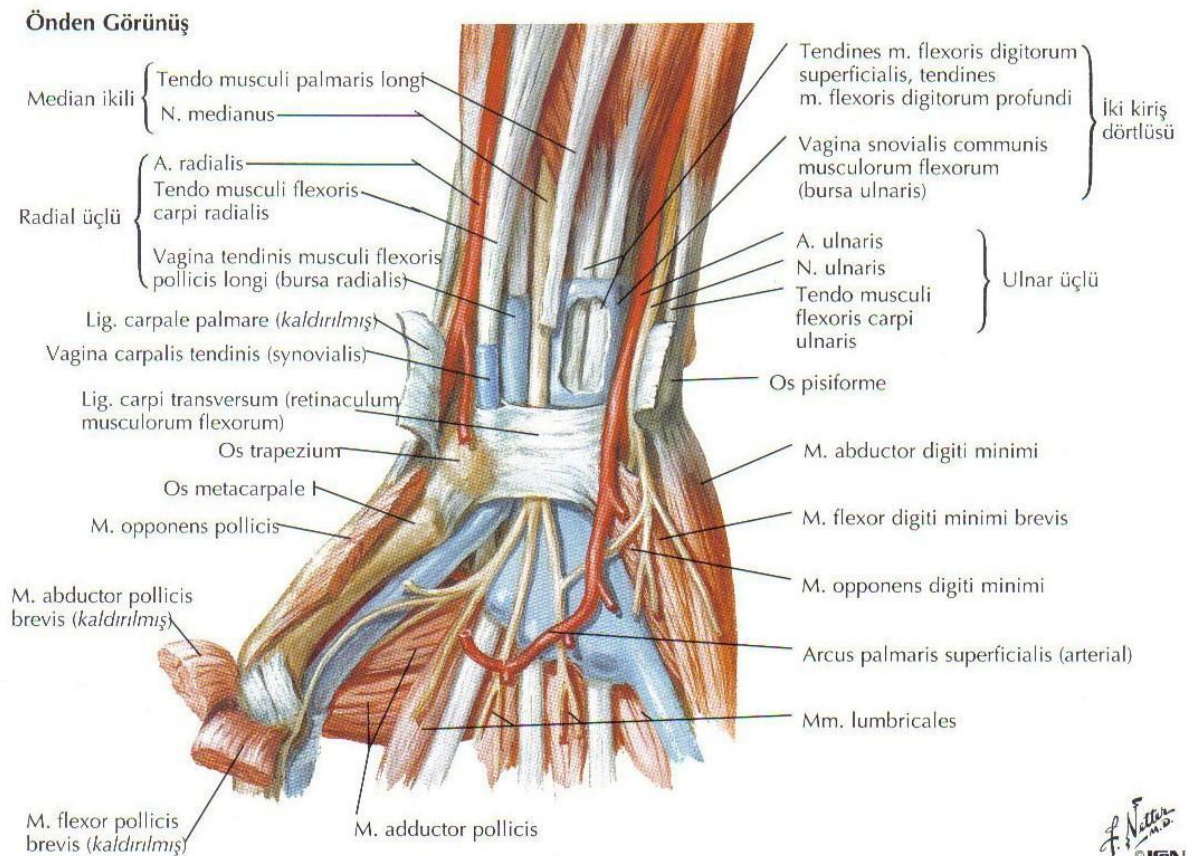
## Önden görünüş

Not: Sadece N. medianus tarafından innerve edilen kaslar gösterilmiştir



Şekil 2: Median sinirin üst ekstremitedeki seyri (7).

Sinir elin proksimalinde daha az korunmuş olup, derin ve yüzeysel parmak fleksörleri arasından yüzeye çıkar. Flexor carpi radialis tendonunun ulnar tarafında hemen fasyanın altında seyreder. Sinirin altında superfisiyal parmak kaslarının işaret parmağına giden tendonu bulunur. Bu tendonun ulnar tarafında da palmaris longus kasının tendonu uzanır (6). (Şekil 3)



**Şekil 3:** El bileğindeki fleksör tendon ve sinirler (7).

Sinir karpal kanala girerken yassılaştır ve retinakulum fleksorumun yaklaşık 5cm proksimalinden fasyayı delerek çıkan palmar bir dal verir. Bu dal radyal tarafa dönerek tenar bölgenin derisi ile avuç içinin radyal yarısını innerve eder. Varyasyonlara sık olarak rastlanır (6).

Karpal tünelin sınırı el bileğindeki proksimal fleksiyon çizgisi ile başlar ve distalde 3. metakarpın proksimalinde sonlanır. Kanalı üç kemik duvar ve bir fibröz duvar sınırlar. Karpal tünel anteriorda, ulnar tarafta hamatumun çengeli ve pisiform ile radial tarafta skafoid ve trapezium arasında uzanan fleksör retinakulum ile oluşturulur. Fleksör retinakulum proksimalde önkolun derin fasyası, el bileğinin üstünde transvers karpal ligament ve daha distalde tenar ve hipotenar kasların arasındaki aponevroz tarafından oluşturulmuştur. Tünelin arka ve yan yüzleri el bileği kemikleri ve bunları çevreleyen eklem kapsülü tarafından oluşturulur. Karpal tünelin proksimal ve distal uçları açıktır. İçinden median sinirle birlikte fleksör pollisis longus ve 2–5. parmakların yüzeyel ve derin tendonları olmak üzere toplam dokuz tendon geçer (8).

Kanalın enine kesitlerinde çapının distale doğru değiştiği görülür. Kanalın en dar yeri girişten 2–2, 5cm distaldir. Bu seviyede karpal kemikler ince fakat oluk derin, retinakulum fleksorum da oldukça kalındır. Median sinirin tendonlarla oluşan ilişkisi proksimalden distale doğru değişir. Fakat sinir her zaman işaret parmağı fleksör digital süperfisiyel kası tendonunun altına bitişik durumda bulunur (6).

Karpal kanalın patolojik daralmaları dışında sinirin durumu el hareketleri ile değişir. El bileği fleksiyonunda radius ile retinakulum fleksorumun proksimal çerçevesi arasındaki mesafe değişir. Bu durum kanalın giriş kısmının çapını da değiştirir (1, 2).

Aynı zamanda lunatumun distal son kısmının lümeninin içine doğru hafif bir çıkıntısı mevcuttur ve zorlu el bileği ekstansiyonunda bu kemiğin proksimali kanalın inferioruna doğru itilir. Karpal kanal basıncı el bileğinin fleksiyon ve ekstansiyonunda artar. Ekstansiyonda nötral pozisyona göre basınç üç kat daha fazladır. Bu basınç kanal duvarlarının kalınlaşmasında, yer kaplayan lezyonlarda ve şekil değişikliklerinde de artar (1).

Median sinir kanalı terk ettikten sonra palmar aponevrozun orta katmanlarına girer. Tenar dallarını kanalın çıkışında verir. Çoğu kez retinakulum fleksorumu delerek radyale çıkar. Abduktor pollicis brevis kasını, opponens kasını ve fleksör pollicis brevis kasının yüzeyel başını innerve eden rekürren



motor dalını verir. Vakaların 2/3'ünde tenar bölgede ulnar sinirin ramus profundusu ile anastomoz yapar. Tenar kaslarda çift innervasyon olması nadir karşılaşılan bir durum değildir. Bu tip innervasyona "Ansa thenaris" denmesi önerilmektedir. Böylesi bir çift innervasyon sinir yaralanmaları ve sinir cerrahisi için önemlidir (9).

I, II ve III. digital palmar sinirler median sinirin son dallarıdır. Digitales palmaris proprii sinirleri başparmak, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının yarısını innerve eder. Bu sinirler ikinciden dördüncüye kadar olan parmakların yalnız fleksor yüzlerini innerve etmezler, aynı zamanda orta ve son falankların ekstensör yüzleri üzerindeki deriyi de innerve ederler. I. ve II. digitales palmaris communis sinirleri, birinci ve ikinci lumbrikal kaslara motor dallar da gönderir (6).

Kolda median siniri brakial arter ve dalları besler. Sinir önkolda anterior interosseal arterden çıkan median arterden beslenir. Normalde bu damar bu siniri besleyen tek damardır. Vakaların yaklaşık % 1'inde uzun kuvvetli bir dal olarak median sinirle birlikte karpal kanala girer ve arcus palmaris superficialis ile de bağlantılıdır. Bu vakalarda radial arter atrofiye uğrar ve ince bir dal olarak uzanır. Median sinir yoluna sensoriyel bir dal olarak devam eder. Dirsek sinovyasına, el bileğine, ulnanın ve radiusun kemik ve periostuna, metakarpal ve falangeal kemiklere dal verir. Vazomotor lifler sinirin damarla temas ettiği yerlerden ayrılır.

Bunun anlamı sinirlerin sulkus bisipitalis medialis, regio kübiti ve palmar aponevroz içindeki bölgede damarlarla temas halinde uzanmasıdır (6).

Karpal kanalı yapısal olarak dar olan kişiler, klinik belirtilerin çıkmasına yatkın olan kişilerdir. Bu kanalın çapı bilgisayarlı tomografi ile ölçülebilir. Elini kullanarak çalışan ve klinik belirtileri olan insanlarda kanalın kesitsel alanı  $1,75 \pm 0,21 \text{cm}^2$  iken, şikayeti olmayan kontrollerde  $2,53 \pm 0,15 \text{cm}^2$  olarak bulunmuştur. El bileği çevresinin ölçümü ile kanalın çapı belirlenemez. Kanal içindeki basınç artışı patogeneizde etken olmaktadır. Bu basınç elin pozisyonuna bağlıdır. Bir kateterle kanal içindeki basınç ölçüldüğünde, hastalarda sağlıklılara göre basıncın belirgin olarak yüksek olduğu gösterilmiştir. Sağlıklılara kıyasla

hastalarda nötral pozisyonda basınç 32 mmHg, yani 2, 5 kat yüksek bulunmuştur. Bu basınç el bileğinin 90° fleksiyonunda (Phalen testi) 94 mmHg'ye ve 90° ekstansiyonunda ise 110 mmHg'ye yükselir (10, 11, 12).

#### **2.1.4. Fizyopatoloji**

##### **2.1.4.1. Tuzak Nöropatileri**

Tuzak nöropatisi terimi spesifik bir periferik sinirin, travmaya açık bir bölgede mekanik bir etkiyle lokal olarak yaralanmasını ifade eder. Periferik sinirin yaralanması akut veya kronik olabilir. Anatomik olarak basıya uğradığı noktanın distalindeki sinire ait kaslarda paralizi, parezi, duyuda azalma veya kaybolma ve basının özelliğine göre ağrı ve pareteziler görülebilir (11, 13).

Akut sinir basısı sinirin deriye yakın seyrettiği bir bölgede, kısa süreli yüksek basınçla sıkışması ile olur. En tipik örnek olarak, radial sinirin humerus ile deri arasında seyrettiği noktada sıkışması ile meydana gelen “cumartesi gecesi felci” verilebilir (11).

Kronik sinir basısı ise, bir periferik sinirin fibröz–osseöz dar bir anatomik tünelden geçerken devamlı olarak lokal mikrotravmalara maruz kalması, bunun sonucunda zamanla sinirde anatomik değişiklikler olması ve klinik semptomlara yol açmasıdır. Sinirdeki bu değişimler, lokal segmental demiyelinizasyon ve aksonal dejenerasyondur (11).

Periferik sinir, akut ya da kronik travmaya uğradığı zaman üç farklı lezyon meydana gelebilir. Bunlar; Seddon sınıflamasına göre nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis'dir (11, 13). Sinir zedelenme derecelerinin sınıflandırılması Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1:** Sinir zedelenme derecelerinin sınıflandırılması (11)

Hızlı reversibl fizyolojik blok		
Lokal demiyelinizasyon bloğu	Nöropraksi	Aksonal iletim bloğu
Wallerian dejenerasyon	Aksonotmezis Nörotmezis	Akson kesilmiş, endonöryum sağlam Akson ve endonöryum kesilmiş, perinöryum sağlam Sadece epinöryum sağlam Sinir gövdesinin tam kesisi
<b>Gilliat (1975)</b>	<b>Seddon (1975)</b>	<b>Sunderland (1978)</b>

Seddon'un sınıflaması daha basit ve pratik olduğu için literatürde daha çok kullanılır. Nöropraksiste travma yerinde geçici bir iletim bloğu meydana gelir. Siniri yapan tüm liflerde veya liflerin bir kısmında anatomik devamlılık korunmuştur. Lokal olarak sınırlı bir segmental demiyelinizasyon görülebilir. Aksonotmeziste travma sonucu akson zedelenmiştir. Zedelenen sinir lifinin distal segmentlerinde Wallerian dejenerasyon ve innerve ettiği kasta (bir çok lifin aksonotmezisi halinde) denervasyona bağlı kas atrofisi meydana gelir. Nörotmeziste sinirin anatomik devamlılığı bozulmuştur (11). (Tablo2)

### 2.1.5. Prognoz

**Tablo 2:** Sinir zedelenmesinde patolojik değişiklikler ve prognoz (11)

Seddon	Sunderland	Patoloji	Prognoz
Nöropraksi	1.derece	Myelin kılıfı veya iskemi	Haftalar-aylar içinde tam düzelme
Aksonotmezis		Akson yitimi, çeşitli destek doku yitimi	Destek dokuları veya kasa olan mesafeye bağlı olarak iyi veya kötü
	2.derece	Akson yitimi, endonöral tüp sağlam	Kasın uzaklığına bağlı olarak iyi
	3.derece	Akson yitimi, endonöral tüp kopmuş.Perinöryum sağlam	Cerrahi gerekebilir
	4.derece	Akson yitimi, endonöryum ve perinöryum kopmuş.Epinöryum sağlam	Cerrahi gerekir
Nörotmezis	5.derece	Akson yitimi, epinöryum kopmuş.	Spontan düzelme yok. Cerrahi gerekir

Tuzak nöropatileri, kronik basıları kapsayan bir terim olarak kullanılır.

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 (11).

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

Fokal nöropatiler; kompresyon, gerilme, sürtünme, iskemi ve direk travmalar sonucu gelişebilir. KTS'de el bilek kanalında görülen bir nöropati olup tüm periferik sinir nöropatilerinin % 90'ını oluşturur. Çogu olguda idiopatik olarak gelişir, patofizyolojiden transvers karpal ligamandaki tenosinovit sorumlu tutulmuştur. Bu olgularda ödem, vasküler skleroz ve fibrozis gözlenir. Median sinire olan kompresyon ve iskemiye demiyelinizasyon takip eder. Olay devam ederse Wallerian dejenerasyon ve akson kaybı gelişebilir (14, 15). KTS'de median sinirdeki ilk lezyon tüneldeki basınç artışı nedeni ile venöz dönüşün engellenmesine bağlı intrafuniküler anoksidir. Giderek ödem oluşmakta ve intrafuniküler basınç artarak hem kan akımı bozulmakta hem de kompresyon ortaya çıkmaktadır. Bu patogenez 3 dönem halinde açıklanmıştır: Erken dönemde kan akımı bozulmakta, orta derecede intrafuniküler basınç artmakta ve dolayım düzeldiğinde bulgular hızla geriye dönmektedir. Bu dönemde nokturnal pareteziler ve ağrılar oluşmaktadır. İkinci dönemde kapiller dolayım yavaşlamakta ve ödem artmaktadır. Ayrıca, endonöral boşluklarda protein birikimi olmakta ve bazı liflerde sisme olmaktadır. Hastalığın geç döneminde ise fibroblastlar protein eksuda içinde proliferasyon yapmakta, intrafuniküler fibrosis gelişmektedir. Bu evredeki değişiklikler geri dönüşümsüzdür (16, 13).

### **2.1.6. Etiyoloji**

KTS %80 oranında idiopatik olarak karşımıza çıkarken; kanal içi basıncı arttıran her türlü etmen KTS'ye neden olabilir (17).

#### **KTS'ye Neden Olabilecek Durumlar:**

- Kırık, burkulma, dislokasyon, silahlı yaralanma gibi akut travmalar
- Mesleğe bağlı gelişen kronik travmalar
- Diabetes mellitus

- Romatoid artrit
  - Hipotiroidi
  - Tenosinovit
  - Tüberküloz
  - Sarkoidoz
  - Amiloidoz
  - Gut
  - Gebelik
  - Oral kontraseptif kullanımı
  - Ganglion kisti
  - Anatomik anomaliler
  - Tümörler
  - Osteoartrit
  - Akromegali
  - Polimiyaljia romatika
  - Obezite
- KTS nedenleri olarak sayılabilir (4, 17, 5).

### **2.1.7. Karpal Tünel Sendromunda klinik Semptomlar**

#### **2.1.7.1. Ağrı**

El bileğinden başlayan ve avuca yayılan ağrı vardır. Bazen dirsek, kol ve omuzda da hissedilen bir ağrı olabilir. Bu durumda diğer patolojilerle ayırıcı tanı yapılması gerekebilir. Ağrı özellikle gece ortaya çıkar ve hastaları uykudan uyandırır. Bunun dışında günlük yaşam aktiviteleri de ağrının ortaya çıkmasına neden olabilir. Hastalar ağrı şikayetleri olduğunda kolu yatak kenarından sarkıtarak ya da eli sallayarak rahatladıklarını ifade ederler (18, 19, 20).

#### **2.1.7.2. Parestezi**

Median sinirin innerve ettiği 1, 2, 3. parmaklar ve 4.parmağın radial yarısında uyuşma şikâyetleri olur. Bazen bu şikayetler daha proksimalde de görülebilir (18, 19, 21, 22).

### **2.1.7.3. Karıncalanma**

Hastalar özellikle geceleri karıncalanma şikâyetleriyle uyandıklarını ifade ederler (18, 19, 21).

### **2.1.7.4. Keçelenme**

Hastaların sıkça tarif ettikleri subjektif bir semptomdur (22).

### **2.1.7.5. Güç Kaybı**

Orta ve ileri evrelerde daha sık görülen bir semptomdur. Hastalar objeleri ellerinde tutamadıklarını ve düşürdüklerini söylerler.

Özellikle sıkma ve herhangi bir ağırlık taşıma işini yapmakta zorlandıklarını ifade ederler (21).

### **2.1.7.6. Şişkinlik**

Hastaların tanımladığı, çoğu zaman ellerde şişkinlik olmasa da hastaların hissettiği subjektif bir semptomdur (4, 23).

### **2.1.7.7. Soğukluk Hissi**

Hastalar ellerini ısıtamamaktan yakınır ve sürekli sıcak tutmaya çalışırlar (4).

### **2.1.7.8. Tenar Atrofi**

İlerleyen olgularda, median sinirin innerve ettiği kaslardaki güçsüzlük tenar bölgenin atrofisine yol açar (18, 22, 19, 23).

### **2.1.8. Tanı**

KTS’de tanı; anamnez, klinik semptomlar, fizik muayene bulguları ile bu bulguların elektronörofizyolojik olarak desteklenmesine dayanır (10). Elektronörofizyolojik testler KTS tanısını destekleme, tuzaklanma seviyesini ve median sinir basısının ciddiyetini belirlemede yararlıdır. Ancak % 10–15 oranında yanlış negatif sonuç elde edilebilir. Bu nedenle elektromiyografi (EMG) ve sinir ileti incelemesi normal olan semptomatik vakalarda KTS’nin değerlendirilmesi için radyolojik çalışmaların güçlü bir tamamlayıcı rolü vardır (10, 24).

### **2.1.8.1. Hikaye**

El, önkol ve kolda ağrı, elde parestezi, zayıflık ve beceriksizlik, renk değişikliği, şişlik ve deride kuruluk olması ve bu semptomların median sinir alanında bulunması bize KTS'yi düşündürür. Uyku sırasında, el veya kolun uzamış pozisyonu ve tekrarlayıcı hareketleri sonrasında şikayetler artabilir. Eli sallamakla (flick sign-sallama belirtisi) semptomlarda rahatlama görülür (25).

### **2.1.8.2. Fizik Muayene**

Fizik muayene normal olabileceği gibi, bazı provokatif testlerle semptomlar ortaya çıkarılabilir. Median sinir dağılımına uyan bölgede hipoestezi görülür. Tenar kaslarda zayıflık veya atrofi ve ilk üç parmakta kuru cilt gibi bulgular da olabilir (25).Provokatif testler intrakarpal kanal basıncını arttırarak median sinir dağılımına uyan parestezi, ağrı, uyuşukluk gibi semptomları ortaya çıkarmaya yöneliktir. Provokatif testlerin pozitifliği anlamlı iken, negatifliği tanıyı ekarte ettirmez (25, 26).

#### **2.1.8.2.1. Özel Testler**

##### **Tinel Belirtisi:**

Karpal tünelde uzanan median sinir üzerine bilek düzeyinden hafif bir perküsyon yapılması elin median sinir duyu alanında hiperestezi ve elektriklenme hissi yaratabilir. KTS'li olguların % 45'inde pozitif bulunmuştur. Tinel belirtisi, KTS için % 50 oranında sensitif, % 77 oranında spesifik bir testtir (25).

##### **Phalen Testi (El bileği fleksiyon testi):**

Bu testte 30–60 saniye süre ile bilek tam fleksiyon halinde tutulur. “Ters Phalen testi”nde (el bileği ekstansiyon testi) ise aynı süre için bilek ekstansiyonda tutulur. Her iki pozisyonda pareteziler ve ağrı ortaya çıkar veya mevcut parestezi artar. KTS'de Phalen testi ile % 80 oranında pozitif yanıt elde edildiği bildirilmiştir. Phalen testi, KTS tanısı için % 68 oranında sensitif, % 73 oranında spesifik bir testtir (25).



### **Karpal Kompresyon Testi (Durkan's testi):**

Muayene eden kişi iki parmağı ile bilekte median sinir üzerine bastırır veya bunun için bir lastik bastırıcı kullanılabilir. Median sinir alanında uyuşma, parestezi ve ağrı meydana gelmesi KTS tanısı lehinedir. KTS tanısında % 64 oranında sensitif, % 83 oranında spesifik bir testtir (25).

### **Tourniquet- Gilliat Testi:**

Vasküler basıncı artırarak sinirdeki semptomların ortaya çıkmasına neden olur. Muayene eden kişi hastanın koluna tansiyon aleti manşonunu sistolik kan basıncına kadar şişir. 60 saniye içinde median sinir dağılımında parestezi gelişmesi veya parestезinin artması pozitif testi gösterir (25).

### **Gerilmiş median sinir stres testi:**

Test median sinirde maksimum gerilme sağlayarak, lokal nöroiskemiюi artırır. Kronik KTS, median sinirin fleksör tendonlara tutunması, psödonöroma varlığı gibi durumlarda bağlanmış olan median sinirin gerilmesi mantığına dayanır. Muayene eden kişi önkol supinasyon durumundayken ikinci parmağı distal ucundan tutarak hiperekstansiyona getirir. Kronik KTS'de semptomlar önkol proksimaline yayılır (25).

### **Lumbrikal provokasyon testi:**

Lumbrikaller parmak fleksiyonu sırasında karpal tünelde hareket ederler ve bu nedenle kompresyonu artırabilirler. Hastadan elini 1 dakika yumruk yapması istenir. Semptomların oluşması veya kötüleşmesi pozitif testi gösterir (25).

### **El elevasyon testi:**

Kesin olmamakla birlikte bu testte vasküler nedenlerin katkıda bulunduğu düşünölmektedir. Hasta omuzlar ve dirsekler serbest pozisyondayken her iki kolunu 2 dakika boyunca yukarıda tutar. Parestezi oluşması pozitif testi gösterir. Eğer torasik çıkış sendromu varsa yanlış pozitif sonuç verebilir (25).

### 2.1.8.2.2. Duyu ve Motor Testleri

Dokunma eşiği: Semmes-Weinstein Monofilamanları veya Weinstein Artmış Duyarlılık Test kiti kullanılarak ölçülür. Filamanlar sadece hafif eğilecek şekilde bastırılır, genelde 2. veya 3. parmak değerlendirilir. Farklı test protokolleri uygulanabilir. Ancak bilateral tutulumu olanlarda ve ulnar nöropatisi olanlarda normal tarafla karşılaştırma yapmak güçtür. Cilt kallüsleri varlığında ve yaşlanma ile normal eşik değer artacağı göz önüne alınmalıdır (25).

Vibrasyon: Diyaazon (256 cps) etkilenen tarafta ve karşı tarafta 1–3. parmak pulpasına uygulanır. Karşılaştırılan taraflar arasında hasta fark hissediyorsa test pozitif demektir (25).

Vibrometre ile vibrasyon ölçümü: Digital pulpaya vibrasyon stimulusu uygulanır. KTS’de eşik değer artmıştır. Model çeşitliliği, vibrasyonun frekansı ve temas edilen bölgeye göre sonuçlar değişir. Ayrıca oldukça pahalı bir yöntemdir (25).

Akım algılama eşiği: Farklı frekanslarda akım oluşturan stimülatöre dokunularak duysal sinirlerin uyarılmasına dayanır. Hasta sinyali algıladığı anda işaret verir. Eşik değer ve frekans oranları normale göre karşılaştırılır. Bilgisayar programları bunu analiz eder. Pahalı bir yöntemdir (25).

İki nokta ayırımı: Hastanın cilt rengi soluklaşana kadar sivri uçlu aletle parmak pulpasına dokunulur, 5mm’nin üzerindeki mesafelerde ayırım yapılması patolojik olarak yorumlanır (25).

Tenar güçsüzlük: Tenar kaslar mediyan sinir tarafından uyarılır. Motor liflerdeki etkilenme bu kaslarda güçsüzlüğe neden olur. M. abduktor pollicis brevis kuvveti Oxford derecelendirmesine göre 5’in altında ise test pozitifdir. Gerçek gücü ölçen aletler daha sensitiftir. Fakat sık olarak kullanılmazlar (25).

Tenar atrofi: Mediyan sinirin etkilenmesi sonucunda tenar kaslarda atrofi gelişebilir. M. abduktor pollicis brevis inspeksiyonu sırasında kas hacminde kayıp gözlenir (25).

### 2.1.8.2.3. Destekleyici Çalışmalar

1- Elektronörofizyolojik değerlendirmeler,

2- Radyolojik (MRI, CT) incelemeler ve laboratuvar (protein elektroforezi, romatoid faktör, immünglobulinler gibi) tetkikleri: Eşlik eden hastalıkların veya alternatif tanıların gösterilmesi için gerekli olan ileri tetkikler (25).

### **2.1.8.3. Elektronörofizyolojik Tanı**

Elektronörofizyolojik inceleme, KTS'de en önemli tanı yöntemidir. İlk kez 1956'da Simpson, KTS'de bilekten tenar kaslara olan motor iletim zamanının uzadığını bildirmiştir (11).

KTS şüphesi ile gelen bir hastada aşağıdaki elektronörofizyolojik testlerden gerekenler sıra ile yapılmalıdır:(11)

1- Bilek düzeyinde lokal iletim bloğunu direkt veya dolaylı ölçen yöntemler:

a- Motor sinir iletimi ve EMG

b- Duysal sinir iletimi

2- Bası sonucu meydana gelen elektrofizyolojik değişmelerin, diğer sinirlere ait elektrofizyolojik verilerle oransal olarak karşılaştırılması. Örneğin 1. parmak-bilek arası median sinir ile 5. parmak-bilek arası ulnar sinir duysal iletiminin karşılaştırılması gibi.

3- Rutinde sık kullanılmayan, KTS bulgularını provoke edici elektrodiagnostik yöntemler.

4- Diğer yöntemler

#### **Sinir iletim çalışmaları:**

Kayıt almak için 3 elektrod gereklidir: Aktif, referans ve toprak elektrodlar. Aktif elektrod araştırmanın yapılacağı yere mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidir. Kayıtta da uyarıda olduğu gibi yüzeysel ve iğne elektrodlar kullanılabilir. Aktif elektrod her zaman kasın motor noktasına konmalıdır. Referans elektrodu ise kas ile tendon birleşme bölgesinin hemen distaline konur (11, 27).

Motor sinir ileti incelemesinde amaç; incelenecek motor veya mikst 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 (11).

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

Sinir İletim Hızı (Nevre Conduction Velocity, NCV): İki farklı uyarı yeri arası mesafenin, elektrik akımının bu mesafeyi geçme süresine bölünmesiyle elde edilir.  $NCV = \text{Mesafe (m)} / \text{Zaman (sn)}$

Median sinir brakial pleksustan çıktıktan sonra aksilladan avuç içine kadar tüm seyri boyunca oldukça yüzeysel seyrederek. Bu nedenle motor lifler Erb noktası, aksilla yakını, dirsek düzeyi, bilek ve avuç içinden kolaylıkla uyarılabilir. Genellikle uyarım bipolar yüzeysel elektrodlarla yapılır. Sadece ortodromik duysal iletim tekniği kullanmak gerektiğinde, örneğin polinöropati veya median sinir dirsek ve üzeri lezyonlarındaki gibi, teflon kaplı ucu çıplak iğne elektrodlarla kayıtlama yapılır, aynı elektrodlar uyarım için de kullanılırlar. Median sinir motor uyarım noktaları:(11)

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

2- Aksilla yakını veya civarı: Brakial arter lateralinde ve biceps kası medial kısmından bipolar olarak uyarılır. Aynı çizgi devam ettirildiğinde, aksilla çukurundan biceps kası medialinde 1/3 üst kısmına dek uyarılabilir. (11)

3- Dirsek: Ön yüzde brakial arter pulsasyonunun medialinden uyarılır (11).

4- Bilek çizgisinin orta noktasından geçen dikey çizgide bilek çizgisinden yaklaşık 1–3cm yukarıdan bipolar yüzeysel elektrodla uyarılır. Yine yaklaşık aynı düzeyde fleksör karpi radialis longus ve fleksör digitorum sublimis tendonları arasından derine sokulan bir iğne elektrod aracılığı ile de uyarım yapılabilir (11).

5- Avuç içi: Bilek çizgisi orta noktası ile 2–3. parmak arasından geçen çizgide tenar kabarıklığının bitiminde yüzeysel elektrodlarla uyarım yapılabilir (11).

KTS’de median sinir motor iletim çalışmalarında dirsek ve bilek düzeyi bipolar uyarımları çoğu kez yeterli olur. Kayıtlama tenar kas grubundan yapılır.

Burada bipolar kayıt elektrodları tenar kabarıklık üzerine ve hafifçe dorsale doğru yerleştirilir. Veya abduktor pollisis brevis kası motor son plak bölgesine bir elektrod yapıştırılır, referans elektrod da başparmak üzerine yerleştirilir. Genel ilke olarak uyarım ve kayıt yeri arasına toprak hattı yerleştirilir. Median sinir motor distal latansı (mMDL)'nin uzaması önemli tanı kriterlerindedir. Ancak duysal iletide daha önce değişiklik meydana geldiğinden, elektronörofizyolojik incelemede duysal ileti anormallikleri daha önce saptanır. Normalde erişkin bireylerde median sinir distal motor iletim zamanı 2, 0–4, 5msn arasında değişir ve genellikle 4, 7msn'yi aşmaz. KTS'de 4, 7 msn'yi aşan bir uzama olabilir, bazen 10msn'yi aşabilecek kadar artabilir (11).

Duysal ileti çalışmaları, KTS'de tanı koyduran en hassas elektronörofizyolojik incelemedir. Duysal sinir ileti incelemelerinde amaç, incelenecek duysal veya mikst sinirin en hızlı ileten duysal liflerinin ileti hızını ölçmek ve hedef deri bölgesine giden duysal liflerin bütünlüğünün tamamen veya kısmen korunup korunmadığını anlamaktır. Duysal iletiler iki ayrı teknikle çalışılabilir:

Ortodromik teknik: Transvers karpal ligaman boyunca median sinir duysal liflerinde ortodromik iletimi ölçmek için 2. veya 3. parmak uyarılır, duysal yanıtlar avuç içi ve bilek düzeyinden genellikle iğne elektrod ile kaydedilir (24, 11).

Antidromik teknik: Median sinir, bilek ve avuç içinden uyartılarak 2. veya 3. parmaktaki yüzük elektrodlardan antidromik duysal yanıtlar alınır ve avuç-bilek segmentinde iletim hızı hesaplanır (24, 11).

Antidromik tekniğin avantajı cevabın yüksek amplitüdü olması, dezavantajı ise motor lifleri de uyarabilmesi ve karışıklıklara yol açabilmesidir (11).

Elektronörofizyolojik incelemeler sonucunda, medyan sinir duysal distal latansı (mSDL) için normal kabul edilen değerler 2, 5 ile 3, 5msn arasında bulunmuştur. Median sinir için normalin üzerindeki latans değerleri veya aynı eldeki ulnar sinir duysal distal latansından 0, 5msn'den daha uzun olması halinde

ya da karşı eldeki median sinir duysal distal latansından 0, 5–1, 0msn daha uzun olması halinde KTS tanısı konabilmektedir (27, 28, 29).

Duysal aksiyon potansiyelindeki azalma da tanıya yardımcı olabilmektedir (11).

Median sinirin duysal sinir ileti hızı (mSNCV), 40 ile 67, 3m/sn arasında normal kabul edilmektedir. 40m/sn ve altındaki değerler patolojik olarak kabul edilir (11).

### **İğne EMG incelemesi:**

KTS tanısında sinir ileti çalışmaları kadar bilgi vermez. EMG anormallikleri aksonotmezis varlığında ortaya çıkabilir. İğne EMG bulguları olarak fibrilasyon, pozitif keskin dalga, fasikülasyon, polifazik motor ünitler, kompleks tekrarlayıcı deşarjlar, inkomplet interferans paternleri saptanabilir (11).

### **2.1.9. Ayırıcı Tanı**

- Radikülopatiler: Özellikle servikal 6 ve 7'deki lezyonlarda median sinir bölgesinde hissedilen yakınmalar oluşabilmektedir. Karpal tünel sendromuyla birlikte olması halinde “double crush sendromu” (çift sıkışma/ezilme sendromu) adını alır (1, 11).

- Brakial pleksus lezyonları: Özellikle üst trunkus lezyonlarında median sinir bası altında kalabilmektedir (1, 10).

- Lokal vazospazm yapan vasküler lezyonlar: Reynaud sendromu, refleks sempatik distrofi sendromu (1)

- Jeneralize periferik nöropati yapan nedenler: Üremi, diabetes mellitus, toksik nedenler, malnütrisyon, vs. (11)

- Kronik inflamatuvar poliradikülonöropati: Otoimmün hastalıklar (Poliarteritis nodosa, sistemik lupus eritematosus, romatoid artrit vs.) (11)

- Torasik çıkış sendromları (1)

- Median nöropatiler: (10)

a- Suprakondiler Spur Sendromu (Struthers ligamanı): Median sinir, medial epikondilden 3–5cm kadar yukarıda, konjenital bir anomali olan, Struthers ligamanının basısı altında kalabilir. Bu seviyenin altında kalan median sinirin innerve ettiği tüm kaslarda bası belirtileri oluşabilir (1, 10, 11).

b- Anterior İnterosseöz Sinir Sendromu: Saf bir motor sinir olduğu için lezyonlarında duyu kaybı gelişmez. Pronator teres'in derin başı, lacertus fibrosus, genişlemiş bursalar, anormal kas veya damar paketleri tarafından bası oluşturulabilir (1, 10, 11).

c- Pronator Teres Sendromu: Ön kolun proksimalindeki median sinir basısı "Pronator Sendrom" olarak adlandırılmıştır. Basıya yol açan nedenler arasında; lacertus fibrosus, damar paketlerinin siniri çaprazlaması, pronator teres kası ve fleksör digitorum süperficialis'in kalınlaşması sayılabilir. Ön kolda ve kolda ağrı ve median sinir duysal alanında parestezi semptomları vardır. Semptomlar, ön kolun dirençli pronasyonu ve el bileği fleksiyonu ile artar (1, 10, 11).

### **2.1.10. Karpal Tünel Sendromunda Tedavi**

KTS'de tedavi konservatif ve cerrahi olmak üzere iki kısma ayrılır (3).

#### **2.1.10.1. Konservatif Tedavi:**

Semptom süresinin daha kısa olduğu, elektrodiagnostik incelemelerde hafif ve orta dereceli KTS tanısı alındığı durumlarda konservatif tedavi endikedir (3, 30, 31). KTS için kullanılacak tedavi seçenekleri aşağıda belirtilmiştir.

- 1-Oral veya lokal steroid enjeksiyonu (3).
- 2-Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (30, 31).
- 3-Diüretikler, piridoksin (32).
- 4-Splint (32, 31).
- 5-Aktivite modifikasyonu (31).
- 6-Tendon ve sinir kaydırma egzersizleri (32, 33).
- 7-Manipulasyon (34).
- 8-Fizik tedavi (3, 31).
- 9-B6 vitamini (31).

KTS'nin konservatif tedavisinde kinesiotaping kullanımını ifade eden kaynaklar olsa da, henüz bu konu üzerinde yapılan çalışma bulunmamaktadır (35).

**Lokal Steroid Enjeksiyonu:** KTS tedavisinde sıkça kullanılan bir yöntemdir.

Özellikle hafif dereceli olgularda, cerrahi kabul etmeyen olgularda tercih edilir.

Steroidin cinsi ve dozu, enjeksiyon yöntemleri ve sayısı uygulamanın başarısını etkiler. Uygulama genellikle palmaris longus kasının medialinden karpal tünel içine yapılmaktadır. Kısa dönemde semptomları rahatlatır, fakat semptomlar tekrar ortaya çıkabilir (23, 31).

**Splint:** Bileği immobilize etmek; karpal tünel hacmini arttırırken, median sinir üzerindeki basıncı azaltır ve semptomatik iyileşme sağlar. Bu nedenle KTS tedavisinde sıkça kullanılan bir yöntemdir (36). El bileğini nötralde ve 20° ekstansiyonda tutan iki çeşit splint vardır. Splintin gece-gündüz kullanımı sadece gece kullanılmasından daha etkilidir. Fakat splint bazı aktivitelerin yapılmasını engellediğinden hastaların gündüz sürekli kullanması zordur. Splint en az 4 hafta kullanılmalıdır (32, 23, 31).

Düşük ısı termoplastiklerden üretilen; hafif, yıkanabilir, fonksiyonları minimal kısıtlayan ve tüm gün giyilebilen modellerinin geliştirilmesi başarıyı arttıracaktır (1).

**Tendon ve sinir kaydırma egzersizleri:** Cerrahi sonrası rehabilitasyonda daha sık kullanılsa da, konservatif tedavi içinde de bu egzersizlerin önemli yeri vardır. Median sinir kaydırma egzersizleri sırasında median sinirin mobilizasyonu için parmaklar, el, el bileği 6 farklı pozisyona getirilir (23).

Birinci pozisyonda el bileği nötral, baş parmak fleksiyonda,

2. pozisyonda bilek nötral, baş parmak ve parmaklar ekstansiyonda,

3. pozisyonda bilek ve parmaklar ekstansiyonda, baş parmak nötral,

4. pozisyonda bilek, baş parmak ve parmaklar ekstansiyonda

5. pozisyonda ön kol supinasyonda tutulur,

6. pozisyonda diğer elle baş parmağa nazikçe germe uygulanır (23).

Tendon kaydırma egzersizleri sırasında parmaklar düz tutma, çengel kavrama, masa üstü, yumruk ve tam yumruk olmak üzere 5 farklı pozisyona getirilir (33).

**Manipulasyon:** Transvers karpal ligamanı uzatmak ve kanal içi hacmi arttırmak için kullanılır (23).



**Fizik tedavi modaliteleri:**

- Sıcak paket (37)
- Parafin banyoları (37)
- TENS (transkutenus electrical nerve stimulation) (38)
- Ultrason (32, 23)
- Laser (32, 23)
- Traksiyon (39)
- İyontoforez (4).

**Sıcak Paket:** Kondüksiyon yoluyla ısı iletimi yapan yüzeyel ısı ajanıdır. Silikon dioksitin kanvas bez ya da plastik malzeme içinde paketlenmesiyle oluşturulur. Farklı bölgeler için değişik ebatlarda üretilir. Bu paketler termostatlı cihazlarda 70°- 75°C arasındaki su içinde bekletilir. Birkaç kat havluya sarılarak uygulanır. Uygulama süresi 20–30 dakikadır (37).

**Isı artışının vücuttaki etkileri:**

Vazodilatasyon sağlayarak kan akımını artırır (37).

Kronik ödemin azalmasını; akut ödemin artmasını sağlar (37).

Sinir iletim hızını hafif de olsa artırır (37).

Yumuşak doku esnekliğini artırır. Böylece eklem sertliğini de azaltarak hareket açıklığını artırır (37).

Çeşitli kontrol mekanizmalarını aktive ederek ağrıyı azaltır (4).

Isının fizyolojik etkilerinden dolayı; ağrı, kontraktür, kronik ödem durumlarında kullanılması endikedir (4).

Akut ve kanamalı durumlarda, duyu kaybı varlığında ve kognitif disfonksiyonda sıcak uygulama kontraendikedir (4, 37).

**Parafin Banyoları:** Parafin ile madensel yağın 7/1 oranında karıştırılması ile elde edilen yüzeyel ısı ajanıdır. Karışımın ısısı 50°-55°C arasında ayarlanır. Ellerde kullanımı siktir. Daldırıp çıkarma şeklinde uygulanır. Hasta ellerini parafinin içine 7–11 kez batırıp çıkarır. Daha sonra ısıyı koruması için havlu ya da plastik malzemeye sarılarak 20–30 dakika beklenir. Sıcak paketlerin endikasyonları ve kontraendikasyonları burada da geçerlidir (4).

**Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS):** Analjezik amaçla kullanılan alçak frekanslı bir akımdır. Ağrıyı nasıl azalttığını açıklayan farklı teoriler vardır (40). Birinci teori kapı kontrol teorisidir. Bu teoriye göre TENS duyuşal A liflerini yüksek frekans stimülasyonu ile uyarır. Bu stimülasyonun impulsları beyne giden yolu kaplar ve kapıyı ağrının geçişine kapatır. Özellikle hızlı ileten afferent lifleri elektriksel uyarımı, santral sinir sisteminin çeşitli düzeylerinde, yavaş ileten afferent ağrı sistemini inhibe eder. Kısaca TENS periferik A beta liflerini aktive ederek dorsal boynuz seviyesinde ağrıyı ileten A delta ve C liflerini modüle eder (41).

İkinci teoriye göre vücuttaki doğal opiyatların duyuşal sinirlerin düşük frekanslı TENS ile uyarılması  $\beta$  endorfin ve enkefalinlerin salınımını başlatır ve böylece ağrının algılanmasını etkiler (42).

Bir diğeri teori ise akupunktur ile ilişkilidir. TENS'in enerji akışını etkileyecek akupunktur noktalarını stimüle etmek için kullanıldığı ve böylece ağrıya neden olan durumu değıştirdiğı savunulmaktadır (43).

Akut ve kronik her türlü ağrılı durumda endikedir. Kalp pili olanlarda, gözler üzerine, mukoza üzerine, gebeliğın ilk üç ayındabatın üzerine, tahriş olmuş cilt üzerine uygulanması kontraendikedir (44).

### **5 farklı çeşidi vardır.**

-Konvansiyonel TENS: En sık kullanılan TENS çeşididir. Frekansı 50–100 Hz, dalga genişliğı 200 mikrosaniyedir. Akım şiddeti hastanın duyum eşliğine göre ayarlanır. 15–30 dakikadan birkaç saate kadar uygulanabilir. Uyarı, motor eşğin altında olup bu yöntemle kas kontraksiyonu veya fasikülasyon olmadan sadece parestezi oluşur (44).

-Akupunktur benzeri TENS: Frekansı 1-10 Hz, dalga genişliğı 0-200 mikrosaniyedir. Akım şiddeti hastanın tolere edebileceğı yüksekliktir. Gözle görülür bir kontraksiyon elde edilir. Tedavi süresi 30-60 dakikadır (44).

-Kısa şiddetli TENS: Frekansı 50-150 Hz, dalga genişliğı 100-200 mikrosaniyedir. Akım şiddeti tetanik veya bariz kas kontraksiyonu oluşturacak şekilde hastanın dayanabileceğı şiddete göre ayarlanır. Tedavi süresi 15-30 dakikadır (44).

-Burst tipi TENS: Bu yöntemde; yüksek (50-100Hz) ve alçak frekanslı (1-10Hz) birbirini takip eden uyarılar verilir. Bu uyarılar gözle görülür kas kontraksiyonuna neden olur. Tedavi süresi 30–60 dakikadır (44).

-Modüle edilmiş TENS: Uygulama esnasında oluşan duyuşsal adaptasyonu engellemek için frekans ve akım şiddeti otomatik olarak değişir (4, 40, 44). Karpal tünel sendromunda; farklı fizik tedavi modaliteleri ile kombine edilen TENS'in, daha çok konvansiyonel türü kullanılır (38).

**Ultrason:** Ses dalgalarını ısı enerjisine çeviren yüksek frekanslı bir fizik tedavi ajanıdır. Tedavi amacıyla kullanılan ultrason dalgalarının frekansı 0, 5-3, 5 MHz arasındadır (4). Ultrason dalgaları doku içinde farklı oranlarda absorbe olurlar. Bunun sonucunda başlangıçtaki yoğunluk giderek azalır. Yoğunluğun yarıya düştüğü derinlik yarı değer kalınlık olarak adlandırılır. Frekans ile yarı değer kalınlık ters orantılıdır. Yarı değer kalınlık tedavinin dozunu belirlemede önemlidir (4). Ultrasonun birimi Watt/cm<sup>2</sup> dir. Klinik dozu 0, 5 – 0, 2 Watt/cm<sup>2</sup> arasında değişir (38).

Ultrasonun termal ve non-termal etkileri vardır. Termal etkisi derin dokuları ısıtmasıdır. Kemik, eklem kapsülü, eklem ve tendonlar ultrasonla ısıtılabilir. Nontermal etkisi, intertisyel sıvının hareketini sağlayarak mikromasaj yaratmasıdır. Ödemli dokularda ve yara iyileşmesinde kullanılabilir. Bu özellikleri ile kan akımını hızlandırdığı, ağrı mediatörlerini ortamdaki uzaklaştırdığı, hücre zarı geçirgenliği, sinir iletimi ve ağrı eşikini değiştirdiği düşünülmektedir. Çalışmalarda sinir iletiminde ve bulgulara iyileşme olması ultrasonun antiinflamatuvar bir etki ile sinir rejenerasyonunu uyardığını düşündürmüştür. Ancak ultrason ile doku rejenerasyonunun mekanizması net değildir (37, 38). Ses dalgaları havada emilebilir. Bu nedenle ultrason başlığı dokuya tam temas etmeli ve iletkenliği sağlamak için jel kullanılmalıdır (37).

Ultrason kesikli ve sürekli uygulanabilir. Kesikli uygulamalarda ısınma ve yanık riski daha azdır (4, 37). Tedavi süresi tedavi edilecek alana göre 3-10 dakika arasında değişir. Enflamatuvar hastalıkların kronik dönemlerinde, travma sonrası kontraktürlerde, dejeneratif eklem hastalıklarında, kas-iskelet hastalıklarında

endikedir (4, 38). Akut durumlarda, gebelerde, malignite varlığında, kalp pili kullananlarda, dolaşım bozukluğu olanlarda kontraendikedir (4, 37, 38).

**Traksiyon:** Yumuşak dokuları germek, eklem yüzeylerini ve kemikleri birbirinden ayırmak için kullanılır. Kuvvet, ağırlıkla birlikte mekanik bir makara sistemi yardımı ile uygulanır. Ağır osteoporoz, kırık, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar, kemik yada spinal kord tümöründe kontraendikedir (37).

KTS nin konservatif tedavisinde traksiyonun denendiği bir çalışmada, 4 hastanın 8 eline traksiyon uygulanmıştır. 5 dakika içinde 5 saniye çekme, 5 saniye gevşeme şeklinde toplam 30 tekrar yapılmıştır. Bu tekrarların 10'u nötral pozisyonda, 10'u ön kol pronasyonda, 10'u ön kol supinasyonda iken yapılmıştır. Tedavi haftanın 5 günü olmak üzere ve 3 hafta uygulanmıştır. Tedavi sonucunda hastaların semptomlarında azalma ve elektrofizyolojik bulgularında iyileşme olduğu bildirilmiştir (39).

**İyontoforez:** Elektrik yüklü partiküllerin yani iyonların elektrik akımı ile vücut içine transferidir. Fizik tedavide ilaçların yumuşak dokuya direkt olarak geçişi için kullanılır (4, 37).

**Vitamin B6:** KTS'de vitamin B6 takviyesinin sonuçları ile ilgili çelişkili sonuçlar olsa da tedavide kullanılmaktadır (45).

#### 2.1.10.2. Cerrahi Tedavi

Elektrodiagnostik incelemelerde ortaya çıkan tipik klinik bulgunun olması, tenar atrofi, duyu kaybının olması ve konservatif tedaviden sonuç alınamaması durumlarında cerrahi endikedir (46).

KTS tedavisinde cerrahiye savunanlar; erken dönemde cerrahinin güvenli ve etkili bir yöntem olduğunu, konservatif tedavilerin semptomları kısa süreli rahatlattığını ve bu süre içinde median sinirdeki hasarın arttığını ifade ederler.(47). Açık karpal tünel serbestleştirilmesi ve endoskopik serbestleştirme kullanılan cerrahi yöntemlerdir. İşe dönüş açısından karşılaştırıldığında endoskopik serbestleştirme yönteminin etkili olduğunu; fonksiyonel seviye açısından ise her iki cerrahi yöntem arasında bir fark olmadığını gösteren

çalışmalar vardır (33). Cerrahi tedavilerin kısa ve uzun dönemde pozitif sonuçları olsa da her cerrahi gibi burda da komplikasyon gelişebilir. Açık karpal tünel serbestleştirilmesinde en sık görülen komplikasyonlar; ağrılı skar doku, hematoma, ödem, tendon adezyonu ve fonksiyon kaybıdır (33).

## 2.2. Lazer

İngilizce ‘Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation’ tanımının ilk harflerinden LASER terimi oluşturulmuştur. Uyarılmış ışınım yayını ile ışığın yoğunlaştırılması veya uyarılmış elektromagnetik ışınım yayın yükseltici şeklinde çevrilebilir. Çok şiddetli ışınlar meydana getiren ışın kaynağı demektir. Kısaca yoğunlaştırılmış ışık olarak tanımlanabilir. Doğada kendiliğinden varolmayan lazer ışını yapay bir ışıktır ve doğal ışıkta olmayan özelliklere sahiptir. Fizik tedavide kullanılan düşük güçteki lazerin dalga boyu elektromagnetik spektrumda görünen ışık veya kızılötesi bölüme uyan bir elektromanyetik enerji formudur (48).

**Tarihçe:** Lazerin prensiplerini oluşturan kuantum kavramı 1917 de Einstein tarafından ortaya konmuştur. 1954 yılında Townes ve arkadaşlarının çalışmaları sonucu elde etmeyi başardıkları Maser (Microwave amplification by stimulated emission of radiation) sisteminin geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Maiman 1960 yılında Ruby lazerin ilk çalışan modelini üreterek ilk lazer ışığını elde etti. 1962 de helyum-neon lazer üretildi. Tıpta ilk kullanımı 1962’de retina dekolmanı üzerinde oldu. 1973’de fleksibil fiber optik yardımı ile argon lazer ışınları gastroskopi sırasında kullanıldı. 1974 yılından sonra lazer ışınının metabolik aktiviteyi arttırdığı, hücre bölünmesini hızlandırdığı, analjezik etki sağladığı, yara iyileşmesi üzerinde olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. 1977’de helyum- neon lazeri akupunktur için kullanılmıştır (48).

**Lazerin prensipleri:** Einstein’a göre atomlar ve moleküller sürekli bir osilasyon durumunda olup bu osilasyon sırasında enerji yönünden uyarılmış halde bulunurlar. Uyarılmış atomların bazıları saniyenin yuzmilyonda biri kadar kısa bir sürede sabit duruma geçerler ve bu sırada foton enerjisi açığa çıkar. Eğer bir ışık kaynağıyla atomlar daha fazla uyarılırsa doğal olarak daha çok foton enerjisi

ortaya çıkacaktır. Işık tüpüne çok güçlü bir akım verildiğinde atomlar uyarılacak enerji kazanacak ve kazandığı enerjisi serbest bırakmak isteyecektir. Uyarılma derecesi belli bir noktayı geçtiğinde kromium atomu kazandığı enerjisi bırakacak ve bir foton enerjisi açığa çıkaracaktır. Uyarılma devam ettikçe açığa çıkan foton enerjisi artacaktır. Yakut çubuğun iki ucuna birer rezonans ayna yerleştirildiğinde atomların hareketi daha da artacaktır ve açığa çıkan enerji çoğalacaktır. Bu aynalardan biri yarı geçirgen olduğu takdirde meydana gelen enerji buradan çıkıp yeni bir ışık şeklinde boşlukta yolacaktır. İşte bu yeni ışık fizik özellikleri oldukça değişik olan lazer ışığıdır (48).

Sonuç olarak bir ışık kaynağından çıkan foton enerjisini belirli bir ortamdan geçirerek bu ortamın atomlarındaki elektronların dönüş hızı arttırılmakta ve böylece gelen ışınların çok farklı yeni bir foton enerjisi elde edilerek tek bir doğrultuda sevk edilmektedir. İlk ışık kaynağını veya bu ışığın geçtiği ortamı değiştirerek çok farklı özellikleri olan lazerler elde etmek olanaklıdır (48).

Bir sistemden lazer oluşturmak için 4 öge gerekmektedir (48).

**1. Lazer ortamı (Etkin gereç):** Lazer ana maddesi olarak her madde kullanılabilir.

Katı, sıvı, gaz olabilir. Atomları çok kolay bir şekilde uyarabilen ve kolayca yüksek enerji düzeylerine ulaşabilen maddelerden seçilir (48).

**2. Enerji kaynağı ( Uyarma yöntemi ):** Enerjinin verilmesiyle lazer maddesi aktiflenerek inversiyon durumuna getirilir. Buna pompalama da denir. Bu işlev optik, elektriksel, kimyasal hatta elektron bombardımanı şeklinde olabilir (48).

**3. Rezonans ayna sistemi:** Oluşan fotonik enerjisi arttırmak için kullanılan düzenektir. Biri yarı geçirgen iki aynadan oluşur ve lazer ışını en iyi düzeyde elektron salınım (osilasyon) eşliğine erişilir erişilmez aynadan geçiş başlar. Elektron hareketlerini hızlandırmaya yarar (48).

**4. Fiberoptik iletken:** Elde edilen ışını taşıma ve yönlendirmede kullanılır (48).

### 2.2.1. Lazer Işının Fiziksel Özellikleri

**1. Monokromatik (Fotonların birbirleriyle uygunluğu):** Tek dalga boyunda ve tek renktedir. Örneğin Ruby lazer 694.3 nm'de, Helyum-Neon lazer ise 632.8nm'de bir kırmızı ışık verir. Lazer spektrumu son derece dardır (48).

**2. Kohorens (Uyumluluk, dağılmazlık):** Lazer ışığı uyumluluk gösterir yani ışık dalgaları aynı anda aynı fazda bulunur ve birbirine paraleldir. Bu şekilde aynı fazda bulunan ışınlar birbirlerini kuvvetlendiren bir etki gösterir. Lazer dalgalarının bu denli düzenli oluşunun nedeni 'uyarılmış yayılım' dır (48).

**3. Küçük diverjans (Küçük oranlarda dağılırlılık):** Lazer ışığı küçük diverjans özelliği nedeniyle saç kılı inceliğinde uzak mesafelere kadar aynı incelikte ulaşabilir. Bu nedenle doğrultulmuş ışın ( kolimasyon) deyiimi kullanılmaktadır (48).

**4. Enerji taşıyıcılık:** Lazer ışınlarının büyük bir elektromanyetik alan gücü vardır ve buna bağlı olarak enerji taşıyıcı özelliğine sahiptir. Küçük yüzeylere yoğun bir enerji aktarabilirler. Enerji yoğunluğunu istenilen şekilde ayarlama ve yönlendirme olanağı vardır (48).

### 2.2.2. Lazer Türleri

**1. Düşük Güçte Lazerler:** Soğuk ya da yumuşak lazer olarak da tanımlanır. Aktif madde olarak helyum-neon gazını kullanırlar.%85 helyum, % 25 neon gazından oluşurlar. 632.8nm dalga boylu lazerlerdir. Emniyetli ve pratik olup, devamlı ışın yayarlar. Pulse veya devamlı uygulama yapılabilir. Işın kaynağına devamlı bakılırsa gözde harabiyet yapar. Helyum-neon lazeri yüksek dağılım ve düşük absorpsiyonda geniş bir doku kitlesine etki eder. Bu nedenle transkutan ışınlama tedavileri için en uygun lazer tipidir. Helyum-neon lazerin penetrasyon derinliği direkt olarak 0.8 mm' nin üzerindedir, indirekt olarak 10-15 mm arasındadır (48).

**2. Orta Güçte Lazerler:** Mid lazerlere yarı iletken lazerler de denir. Aktif madde olarak galyum-alimünyum-arsenid maddesi kullanılır. Diyod lazer olarak da tanımlanır. Dalga boyu 830-904 nm dir. Pulse ışın yayarlar. İndirekt penetrasyon 5 cm'ye kadar çıkabilir. Diyod lazerleri tam olarak kohorent yapmak

zordur. Bu nedenle daha ucuza oluşturabilen süperışık diyodlar vardır. Bunlar monokromatik olup kolimasyonu tamdır. Ancak non- kohorentdir. Bu süperışık diyodlar tam olarak lazer olmasa da tedavi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar (48).

**3. Güçlü Lazerler:** Sert veya sıcak lazerler olarak da adlandırılırlar. Cerrahi de ve sanayide kullanılırlar. Argon, karbondioksit, neodym YAG (yitrium aliminium okside garnet) lazerleri vardır. Argon lazer göz hastalıklarında, kardondioksit lazer ise mikrocerrahide kullanılmaktadır. Neodym YAG lazerin dalga boyu 1064 nm'dir. Kırmızı ötesine yakındırlar. Düşük güçte pıhtılaşma, yüksek güçte ise doku ve kanserleri buharlaştırma yapar (48).

Fizik tedavide düşük ve orta güçlü lazer tipi kullanılır. Ancak orta güçte lazer olarak tanımlanan kırmızı ötesi lazerlerin güçleri düşük güçte lazerlere yakındır. Bu nedenle bazı sınıflamalarda düşük güçte lazerler içinde yer alırlar. Kırmızı ötesi lazerler doku ısısını 0.3- 0.62 dereceden fazla arttırmazlar. Bu yüzden düşük güçte lazerlere atermik lazerler adı da verilir (48).

### 2.2.3. Lazerin Fizyolojik Özellikleri

Fizyolojik özellikleri dalga boyuna, enerji miktarına ve ışınlama süresine bağlı olarak değişir. Işınlardan büyük kısmı emildikten sonra ısı enerjisini açığa çıkarır, dokularda buna bağlı olarak önce lokal bir ısınma ve dehidratasyon oluşur. Bu reversible bir reaksiyondur. Bundan sonra uyarımın devamında ise olay irreversible olur, dehidratasyonu proteinlerin denaturasyonu izler. Işınlama dozu ve süresi artınca termoliz ve buharlaşmaya neden olur (48).

1 mW altında lazer kullanımı sadece nontermal yanıtı neden olur. Düşük güçlü lazer hücre, doku ve organ etrafında biyolojik alanı stimule ettiğinden beri biostimulan aleti ismini almıştır. Düşük enerjili lazer sistemleri yara ve kırık iyileşmesinin stimülasyonunda ve analjezik etkisinden faydalanmak için kullanılmıştır. Yüksek güçteki lazerler cerrahi kullanım için uygun olup en önemli etkileri ısınma yoluyla olmaktadır (65). Geniş ya da küçük bir deri bölgesinin ışınlanması ya da uyarılması amacıyla daha çok kırmızı ötesi lazer ya da helyum-neon lazer kullanılmaktadır (48).

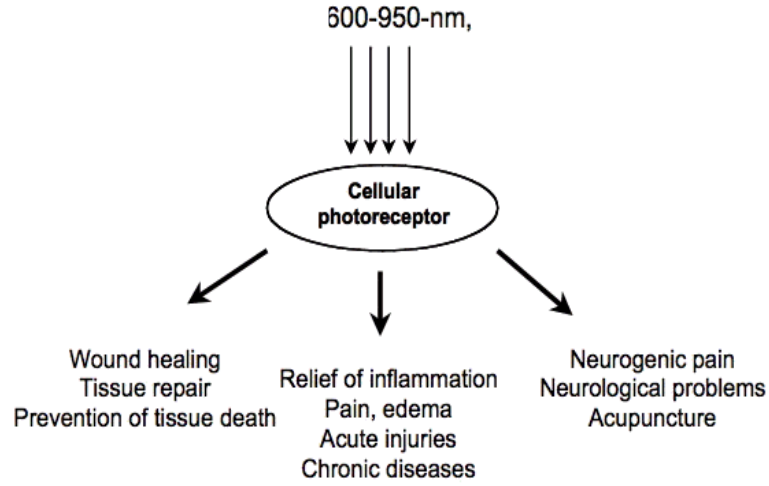


#### 2.2.4. Lazerin Biofiziksel Etkileri

**1. Analjezik etki:** Analjezik etkilerin ortaya çıkışında bazı mekanizmaların rol aldığı sanılmaktadır (Şekil A). Anormal kasılmış kas lifleri depolarize ve repolarize olmakta, kas arteriollerindeki spazm azalarak reaktif vazodilatasyon olmakta ve mitokondrilerin uyarılmasıyla transport ve metabolik süreçlerde değişiklikler meydana gelmektedir. ATP oluşumuyla enerji süreci aktive edilmektedir. Etki mekanizması konusunda kapı kontrol teorisi ve endorfinlerin artışı üzerinde çalışmalar devam etmektedir (48).

**2. Biostimulan etki:** Canlı organizmanın kendi kendini tamir ve tedavi yeteneğinin uyarılması, canlandırılması, hızlandırılması demektir (Şekil 4). Biostimilasyon, lazerin kendine ait doğrudan etki ve lazeri kullanma tekniğine bağlı dolaylı etki olan lenfatik drenaj etkisi ile olur. Lazerin etkisi ile zarın geçirgenliği artar, hücrenin aldığı oksijen, glikoz ve aminoasit miktarı artar, hücre metabolizması hızlanır. Lokal kan akımında hızlanma ortaya çıkar, hücre içi enzimlerin molekül transport süreçleri hızlanır, hücre zarının aktif transport yapan enzimleri daha aktif hale gelirler. Bunların sonucu olarak kollojen ve elastin gibi büyük moleküllü elemanların sentezi hızlanır (48).

**3. Yara iyileştirici etkisi:** Düşük enerjili lazer uygulaması, açık yaraların iyileşmesinde bir takım regülasyon mekanizmalarını uyararak iş görür (Şekil 4). Yara kontraksiyonu, kollojen sentezi, germe dayanıklılığının artması, fibroblastlarla ilgilidir ve epitelyumizasyon epidermal hücrelerin proliferasyonuna bağlıdır. Düşük enerjili lazerin selektif olarak fibroblastları stimule ettiği söylenebilir (48).



Şekil 4: Lazerin temel kullanım alanları

### 2.2.5. Lazerin Uygulama Şekli

**1. Bölgesel ışınlama:** En yaygın kullanım alanı lokal ağrılı sendromlardır. Daha çok 5-15mW çıkış gücündeki cihazlarla ağrılı bölgenin ışınlanması şeklinde uygulanır (48). Bir kısım yazarlar % 90'ın üzerinde olumlu sonuç alındığını, lazer tedavisinin ağrıyı azaltıp lokal ödemi azalttığını ileri sürerken bazı araştırmacılar etkinin plasebodan ibaret olduğunu belirtmektedirler (48).

**2. Stimulasyon tedavisi:** Çok ince bir lazer ışını demetiyle bazı noktaların uyarılması şeklinde yapılan tedavi yöntemidir. Fizyolojik disfonksiyonun olduğu alana direkt uygulanması en basit olanıdır. Ağrı tedavisinde motor noktalara ve akupunktur noktalarına stimülasyonda yapılabilir (48). Düşük güçte lazerler özellikle ağrı ve yara iyileşmesinde kullanılmaktadır (48). Günümüzde çoğunlukla 30-90 Mw kırmızı ötesi diod lazerlerle yapılmaktadır (48).

### 2.2.6. Lazer Dozajının Belirlenmesi

Lazer ışını sürekli veya kesikli uygulanır. Ağrı kontrolü için 15-30sn/cm<sup>2</sup>, yara iyileşmesi için 90sn/cm<sup>2</sup> olarak tercih edilir. Yara iyileşmesinde prob 2-3 mm uzaktan tutulur. Ağrı kontrolünde ise tam temas uygulanır. Ağrı için ağrı ile ilişkili tetik ve akupunktur noktaları helyum-neon lazerleri ile devamlı moda 30 sn

stimule edilebilir. Tedavi ağrı geçene kadar sürer, 6-8 seansta tedaviye hiç yanıt yoksa tedavi kesilebilir (48).

Lazer hastaya uygulandığında ışınlar deri ile dik açı yapacak şekilde uygulanmalıdır. Dik açının dışında uygulandığında penetrasyon derinliği azalmaktadır. Doz jul/cm<sup>2</sup> olarak, patolojik duruma, ışınlanan alanın yüzeyine, toplam tedavi zamanına, lazerin modeli ve tipine göre belirlenir (48).

### **2.2.7. Lazer Tedavisinin Endikasyonları**

1. Yanık tedavisi
2. Greftlerin tamiri
3. Kırıkların kaynamasında
4. Sinir dokularının rejenerasyonunda
5. Selülit tedavisinde
6. Nevraljilerde
7. Dekübitis ülserlerinde
8. Dejeneratif osteoartritte
9. Yumuşak doku romatizmalarında
10. Spor yaralanmalarında
11. Akut kas spazmının azaltılmasında
12. Amputasyon yerlerindeki güdük ağrılarında
13. Göz, kulak-burun-boğaz, nöroşirurji, üroloji, jinekolojik onkoloji ve diş hekimliğinde kullanılır (49, 50).

### **2.2.8. Lazer Tedavisinin Kontrendikasyonları**

1. Lazer ışınına en duyarlı organ göz olup bu nedenle endikasyonları dışında göze uygulanmamalıdır. Tedavi sırasında koruyucu gözlük kullanılmalıdır (49).
2. Epileptiklerde uygulanmamalıdır (49).
3. Kardiak pace-maker taşıyan hastaların göğüs bölgeleri tedavi edilmemelidir (49).
4. Hiperseksiyon yapabileceği için tiroid bezine uygulanmamalıdır (49).

5. İnflamatuvar romatizmal hastalıkların akut dönemlerinde yapılmamalıdır (49).

6. Enfekte bölgeler ve variköz venler üzerine uygulanmamalıdır (49).

7. Fetüs, gonadlar ve malign tümörler üzerine uygulanmamalıdır (49).

### 2.3. Karpal Tünel Sendromu Ve Lazer Tedavisi

Son yıllarda, plasebo-kontrol çalışmaları karpal tünel sendromunda düşük doz lazer tedavisinin elektrofizyolojik ve klinik parametreler üzerine olumlu etkisi olduğunu ve DDLT'nin alternatif bir konservatif tedavi metodu olabileceğini göstermiştir. Bu yapılan çalışmalarda DDLT'nin kavrama gücünü istatistiksel olarak arttırdığı gösterilmiştir (51).

Ancak DDLT'nin tedavide ki yeri hala tartışmalıdır. Bu konuda ilk çalışmaları Padua (52) ve arkadaşları ayrıca Weintraub (53) ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Fakat bu çalışmalar kontrolsüz çalışmalardır. İlk kontrollü çalışma ise Naeser ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Çalışma sonucunda ağrı, sensorial latensi ve Phalen ve Tinel belirtilerinde belirgin gerileme izlenmiştir (54). Evcik ve arkadaşlarının karpal tünel sendromunda plasebo ile lazer tedavisini karşıladıkları çalışmada ise sensorial sinir velositesinde ve sensorial ve motor latensideki gelişmenin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptamışlardır (55). 1989 da Stolk ve Seifert, 1993'te Basford ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda bu tedavinin stimulyasyonlar aracılığıyla sinir rejenerasyonunu ve sinir üzerindeki iletimi arttırarak komprese olan sinir dokuda iyileşmeyi desteklediğini öne sürmüşlerdir (56, 57). 1998 de Passarella (58) yaptığı çalışmada lazer terapotik etkisinin mitokondride ATP üretimini arttırmak suretiyle gösterdiğini, Yu (59) ve arkadaşları ise bu etkinin hücrel oksijen tüketimini artmasıyla ortaya çıktığını öne sürmüşlerdir. 1983'te Walker (60) seratonin artışını, 1988 de Clokie(61) endorfinleri, 1999'da Ailioaie Lupusoru-Ailioaie (62) antiinflamatuvar etkisini, 1991'de ise Kemmotsu(63) bazı olgularda kan akımının artışını göstererek lazer terapotik mekanizmasını açıklamaya çalışmışlardır. Gerritsen(64) ve arkadaşlarının karpal tünel sendromunda

konservatif tedavi metodları hakkındaki yazılarında ise DDLT'nin bu etkilerinin kombine veya ayrı ayrı terpotik rol oynayabileceğini belirtmişlerdir.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Hastalar**

Bu çalışmaya Eylül 2009-Haziran 2010 tarihleri arasında Sivas C.Ü.T.F. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran yaşları 28–69 arasında değişen, idiyopatik karpal tünel sendromu tanısı konmuş 21 hasta (tümü kadın, 30 el) alındı. Tüm hastalara DDLT uygulandı. Tüm hastaların tedavi öncesi ve tedaviden 3 ay sonra EMG'leri çekildi. Elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Hasta sayısı güç analizine göre belirlenmiş olup güç %80 olarak hesaplanmıştır. Çalışma tek kör, prospektif, randomize, kontrollü olarak planlandı.

Çalışma öncesi üniversite yerel etik kurulundan onay alınmıştır. Çalışmaya katılan tüm olgular çalışma hakkından bilgilendirilerek, yazılı onayları alınmıştır.

#### **3.2. Çalışmaya Alınma ve Dışlanma Kriterleri**

Elde median sinir dağılımına uyan bölgede parestezi, ağrı ve/veya vazomotor semptomların olması, semptom süresinin 6 haftadan uzun olması, fizik muayenede tinel, phalen ve karpal kompresyon testlerinin en az birinin pozitif olması şartını sağlayan hastalar çalışmaya dahil edildi, KTS için predispoze etyolojik faktörlerin olması (Diabetes Mellitus, akut travma, romatolojik hastalıklar, gebelik, hipotiroidi, hipertiroidi vb.), servikal radikülopati ya da polinöropati, önceki bir ay içinde oral steroid veya non-steroidal anti-inflamatuvar ilaçlar gibi medikal tedavi almış veya fizik tedavi programına girmiş olması, önceki üç ay içinde steroid enjeksiyonu yapılmış olması, elektrofizyolojik testlerin uygulanabilmesi için herhangi bir ciddi sağlık probleminin olması, lazer tedavisine kontrendike olan medikal problemlerin olması şartını sağlayan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

#### **3.3. Tedavi Öncesi Değerlendirme**

Tüm hastaların tedavi öncesi sistemik muayeneleri aynı araştırmacı tarafından yapıldı. Fizik muayenede hastalara Spurling testi, Adson testi, median ve ulnar tinel testleri, Phalen testleri yapıldı. Motor ve duyu muayenesi, derin

tendon refleksleri ve patolojik reflekslerine bakıldı. Tam kan sayımı, eritrosit sedimentasyon hızı, rutin kan biyokimyası (açlık kan şekeri, ürik asit, BUN, kreatinin, karaciğer fonksiyon testleri, elektrolitler), C-reaktif protein, romatoid faktör, tiroid fonksiyon testleri incelendi. Semptomlardan ağrı, parestezi, kuvvet kaybı ve vazomotor semptomlar sorgulandı. Vazomotor semptomlar için el ve parmaklarda hiperemi, terleme veya deride kuruma, soğukta parmak uçlarında morarma semptomları sorgulandı. En az bir semptomun pozitifliğinde vazomotor semptomlar pozitif kabul edildi. Hastaların semptom ve fizik muayene bulguları kaydedildi.

Elektronörofizyolojik inceleme yöntemi olarak median sinir distal motor latans, duysal motor latans, motor iletim hızı, duysal iletim hızı, motor amplitüd ve duysal amplitüd kullanıldı. Tüm hastaların ağrı düzeyleri vizüel analog skala (VAS, 0-10cm) olarak sorgulandı. Semptomatik ve fonksiyonel değerlendirmeleri Boston anketi kullanılarak yapıldı.

Hastaların tümüne çalışmayla ilgili bilgilendirme yapıldı ve olur formu alındı.

### **3.4. Uygulanan Tedavi**

Tüm hastalar kesin tanı aldıktan sonra tedavileri planlandı. Olguların 9'u (%43) bilateral, 12'sinde (%57) unilateral tutulumlu KTS mevcuttu. Hastaların tedavi planlaması yapıldıktan sonra bir fizyoterapist eşliğinde standart DDLT tedavisi 9.4J tedavisi ( Pulse başına maksimum 20 W, 904 nm, pulse süresince maksimum 200 ns, 2.8 kHz pulse frekansıyla, so ortalama 11.2mW güçte ve 1 cm<sup>2</sup>'lik yüzeye, class III b Laser Product, Frank Line IR 30, Fysiomed, Belgium) 10 gün boyunca 9 ayrı noktaya uygulama süresi 60 sn olmak üzere toplam 9 dakika/gün uygulandı. Tedavi süresince herhangi bir komplikasyon izlenmedi. Hiçbir hastada tedaviye uyumsuzluk görülmedi.

### **3.5. Elektronörofizyolojik İnceleme**

Tüm elektrofizyolojik incelemeler Nihon Kohden Neuropack 2000 ENMG cihazı kullanılarak ve standart tekniklerle yapıldı. Kayıtlamalar normal oda

ısısında (24-26 °C) ve el derisi 30°C üzerinde olacak şekilde gerekirse hasta ısıtıldıktan sonra yüzeysel stimülatör ve kaydedici elektrotlar ile yapıldı

### **3.5.1. Median Motor Distal Latans (mMDL)**

Aktif kayıtlayıcı elektrod abduktor pollicis brevis kası üzerine, referans elektrod ise 1. parmak distaline bağlanarak stimülatör elektrod katodu ile aktif elektrod arasında 8cm olacak şekilde supramaksimal uyarı ile kayıtlama yapıldı. Distal latansı 4, 2 ms. üzerinde olanlar çalışmamıza dahil edildi.

### **3.5.2. Median Sinir Duysal Latans**

Duyu iletim için ise 4. parmak ulnar-median sinir duysal latans farkı testi kullanıldı. 4. parmaktan yüzük elektrotla kayıt alındı ve bilek düzeyinden (yüzük elektrottan 11 cm uzaklıkta) ulnar ve median sinir sırasıyla uyarıldı. Tepe latanslar işaretlendi ve 0, 5 msn üzeri latans farkları anlamlı olarak kabul edildi

### **3.5.3. Median Sinir Duysal İletim Hızı (MSNCV)**

Yüzük elektrodlar şeklindeki aktif ve referans elektrodlar 2. parmak metakarpofalangingial ve distal interfalangingial eklemlere yerleştirilerek stimülatör elektrodla aktif elektrod arasında 14cm olacak şekilde bilekten supramaksimal uyarı yapılarak kayıtlama yapıldı. İletim hızı 40 m/sn'nin altında olanlar çalışmamıza dahil edildi.

### **3.5.4. Median Sinir Motor İletim Hızı (mMNCV)**

Median sinir motor iletim hızı ölçümü için aktif yüzeyel elektrod abduktor pollisis brevis adalesi üzerine, birinci parmağın metakarpofalangeal eklemi ile bilek kıvrımının orta noktasına, referans elektrod ise birinci parmağın distal falanksına yerleştirildi. Distal stimülasyon katod aktif elektrodun 8 cm proksimalinde olacak şekilde fleksör karpı radialis ve palmaris longus tendonları arasından; proksimal stimülasyon ise antekübital bölgenin medialinden, brakial arterin lateralinden uygulandı. Tüm çalışmalarda toprak elektrod stimulator ile kayıtlayıcı elektrod arasına yerleştirildi. Median sinir duyu ve motor aksiyon potansiyeli amplitüdleri negatif ve pozitif defleksiyonun tepe noktaları arasından ölçüldü



### 3.6. Vas

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

---

0 ağrı yok

10 şiddetli ağrı

**Şekil 5:** Vizüel analog skala

### 3.7. Boston Anketi

Levine ve arkadaşları tarafından 1993 yılında geliştirilen Boston karpal tünel sorgulama anketi hastanın kendisi tarafından doldurulur ve semptom şiddeti skalası ve fonksiyonel kapasite skalası olmak üzere iki bölümden oluşur. Levine ve ark (1993) tarafından bildirilmiş olan skala Boston “Brigham and Women’s” hastanesi kaynaklı olması nedeniyle literatürde “Boston Karpal Tünel Anketi” olarak da yer almaktadır.

#### 3.7.1. Boston Semptom şiddeti Skalası

Anket 11 maddeden oluşur. Her maddede 1 ile 5 arasında puan alan beş ayrı cevap bulunmaktadır. Ortalama skor, toplam puan soru sayısına bölünerek elde edilir ve 1 ile 5 arasında değişir. Yüksek puan şiddetli semptomu gösterir.

#### 3.7.2. Boston Fonksiyonel Kapasite Skalası

Anket 8 maddeden oluşur, yine her maddede 1 ile 5 arasında puan alan beş ayrı cevap bulunmaktadır. Ortalama skor, toplam puan soru sayısına bölünerek elde edilir ve 1 ile 5 arasında değişir. Yüksek puan fonksiyonel kapasitenin azaldığını gösterir.

Ortalama skor, semptom şiddeti ve fonksiyonel kapasite için ayrı ayrı hesaplanır. Çalışmada kullanılan tüm parametreler tedavi öncesi, tedavi sonrası (2. hafta) ve 12. haftada tekrar değerlendirildi.

### **3.8. İstatistiksel İncelemeler**

Çalışmamızın verileri SPSS-(Ver:14) programına yüklenerek verilerin değerlendirilmesi wilcoxon testi kullanılmıştır. Veriler tablolarda aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde belirtilip yanılma düzeyi 0.05 olarak alınmıştır. Hasta sayısı güç analizine göre belirlenmiş olup güç %80 olarak hesaplanmıştır.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya alınan olguların yaş, boy, kilo, hastalık süresi (ay) ve beden kitle indeksine göre dağılımları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3:** Hastaların demografik verilere göre dağılımı

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Yas	21	28,00	69,00	45,5714	11,45675
Boy	21	150,00	170,00	159,7143	5,63154
Kilo	21	58,00	110,00	74,0476	12,08915
BKI	21	21,97	40,90	29,1204	4,99119
Hastalık süresi ay olarak	21	6,000	120,000	46,38095	37,918961

\*BKI; Beden kitle indeksi

Tüm hastaların aralıklı VAS (Vizüel analog skala) skorları ölçülerek, tedavi süresince ölçülen VAS skorlarının dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

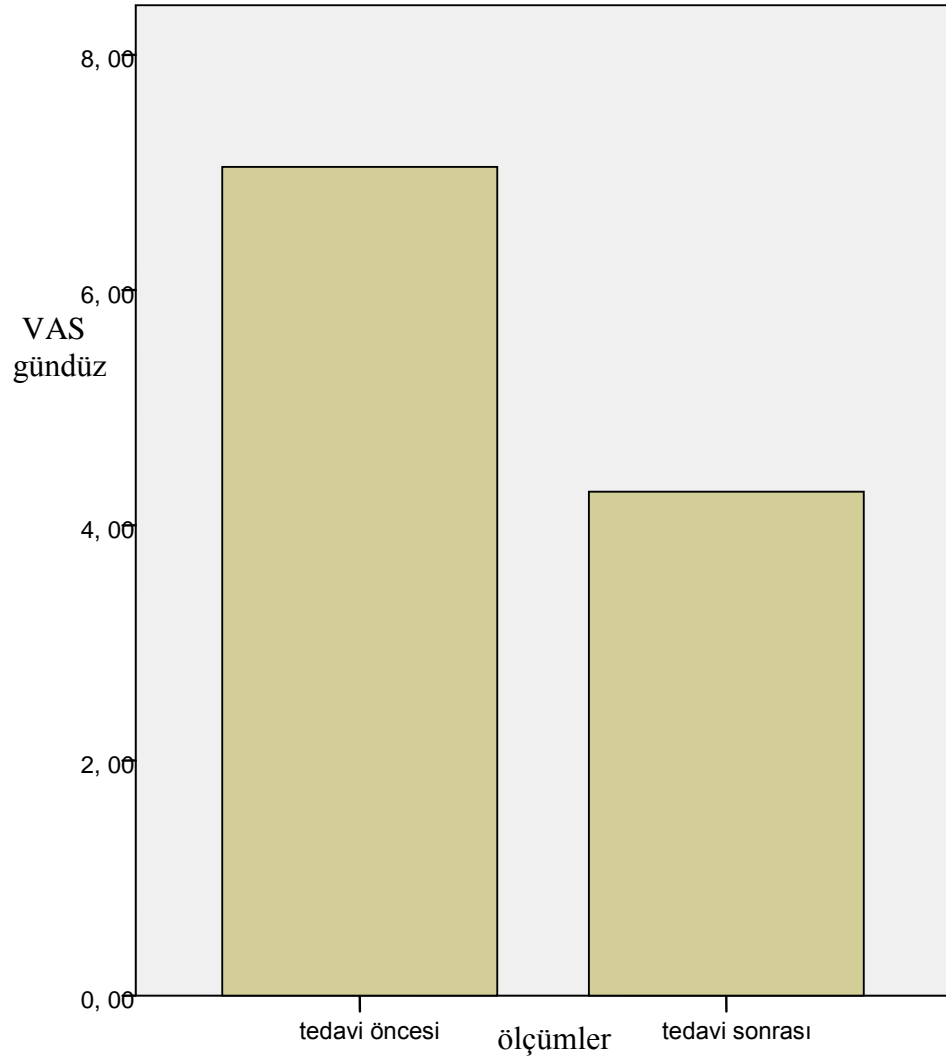
**Tablo 4:** VAS değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

VAS	X ±S	Sonuç
TÖVASGündüz**	7,04±1,24	P=0,001*
TSVASGündüz**	4,28±1,58	
TÖVASGece**	7,80±1,24	P=0,001*
TSVASGece**	4,85±1,68	

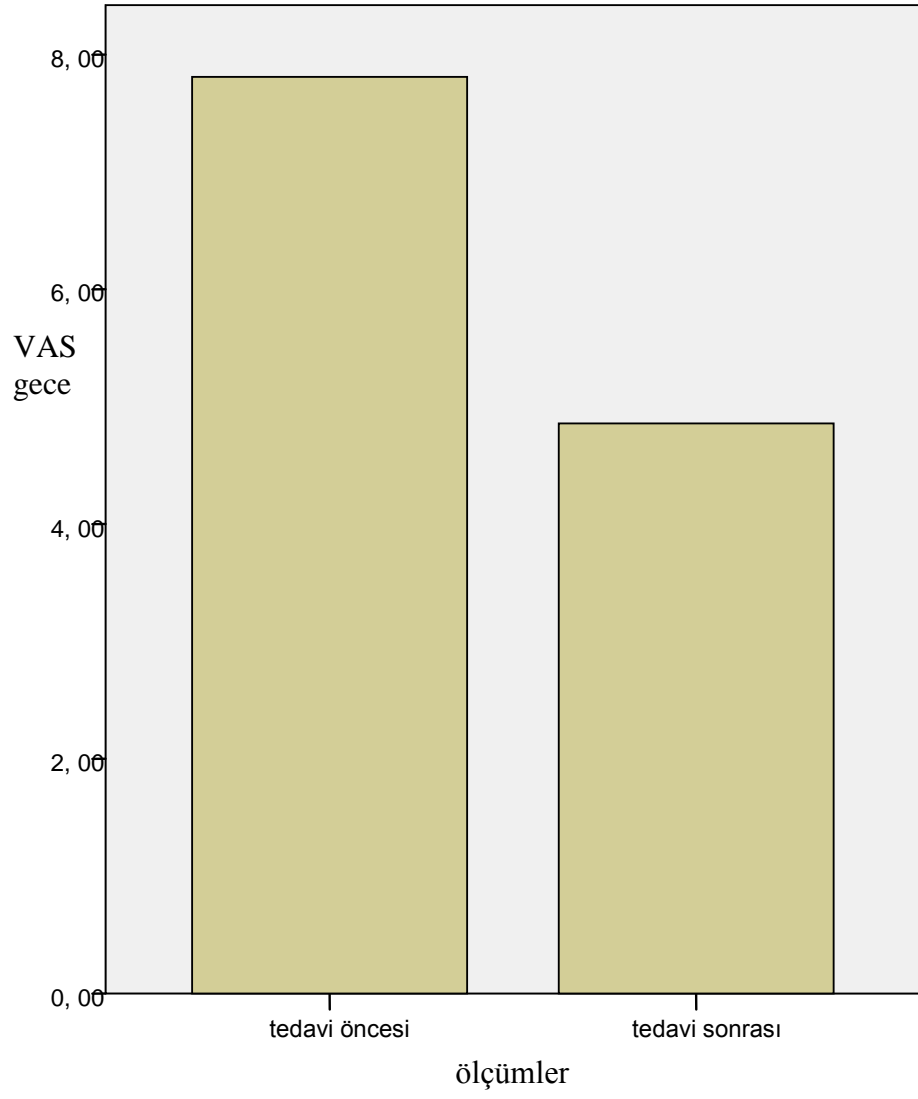
\*p<0,05 anlamlı

\*\* TÖVASGündüz=Tedavi öncesi VAS gündüz TSVASGündüz=Tedavi sonrası VAS gündüz TÖVASGece=Tedavi öncesi VAS gece TSVASGece= Tedavi sonrası VAS gece

Bireylerin DDLT öncesi ve DDLT sonrası VAS gündüz değerleri karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmuştur.( $p < 0,05$ ). Yine aynı şekilde bireylerin DDLT öncesi VAS gece ile DDLT sonrası VAS gece değerleri karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmuştur.( $p < 0,05$ ).



**Şekil 6:** VAS gündüz değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

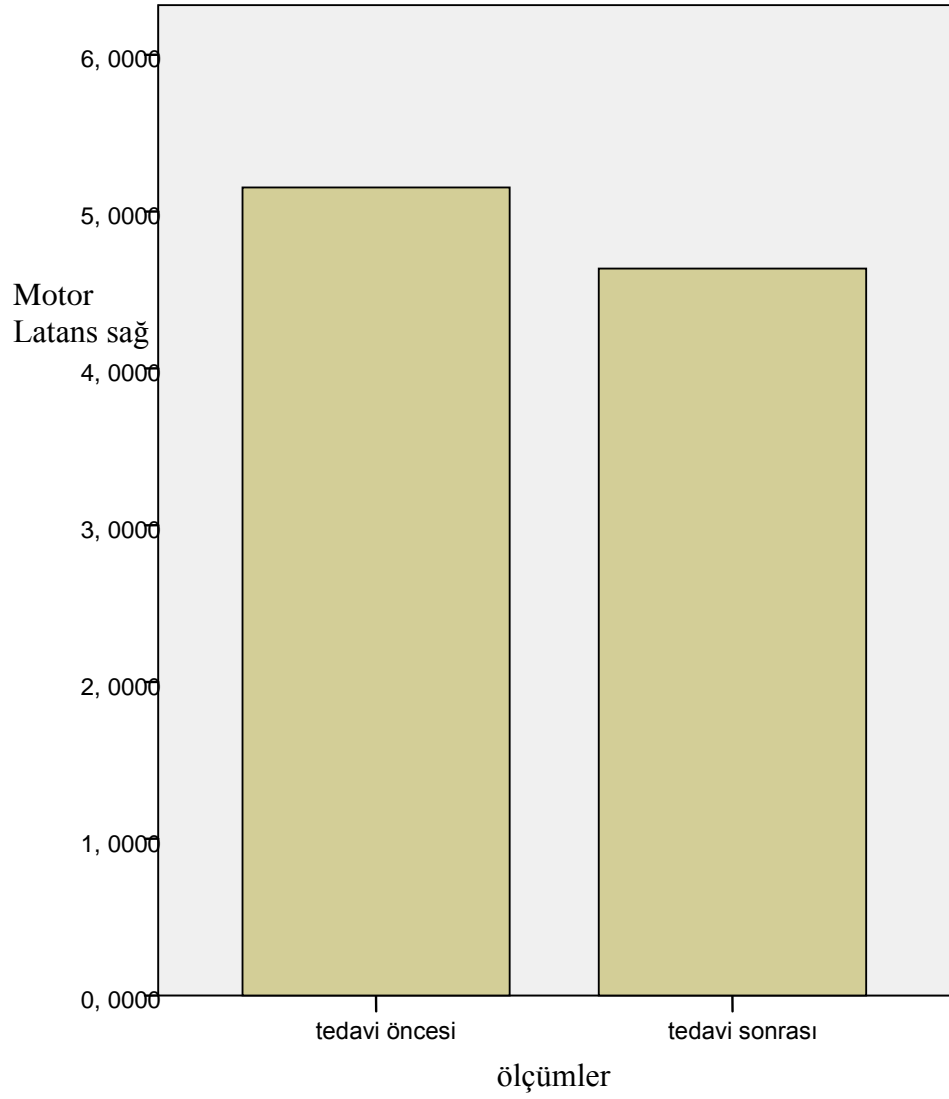


**Şekil 7:** VAS gece değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

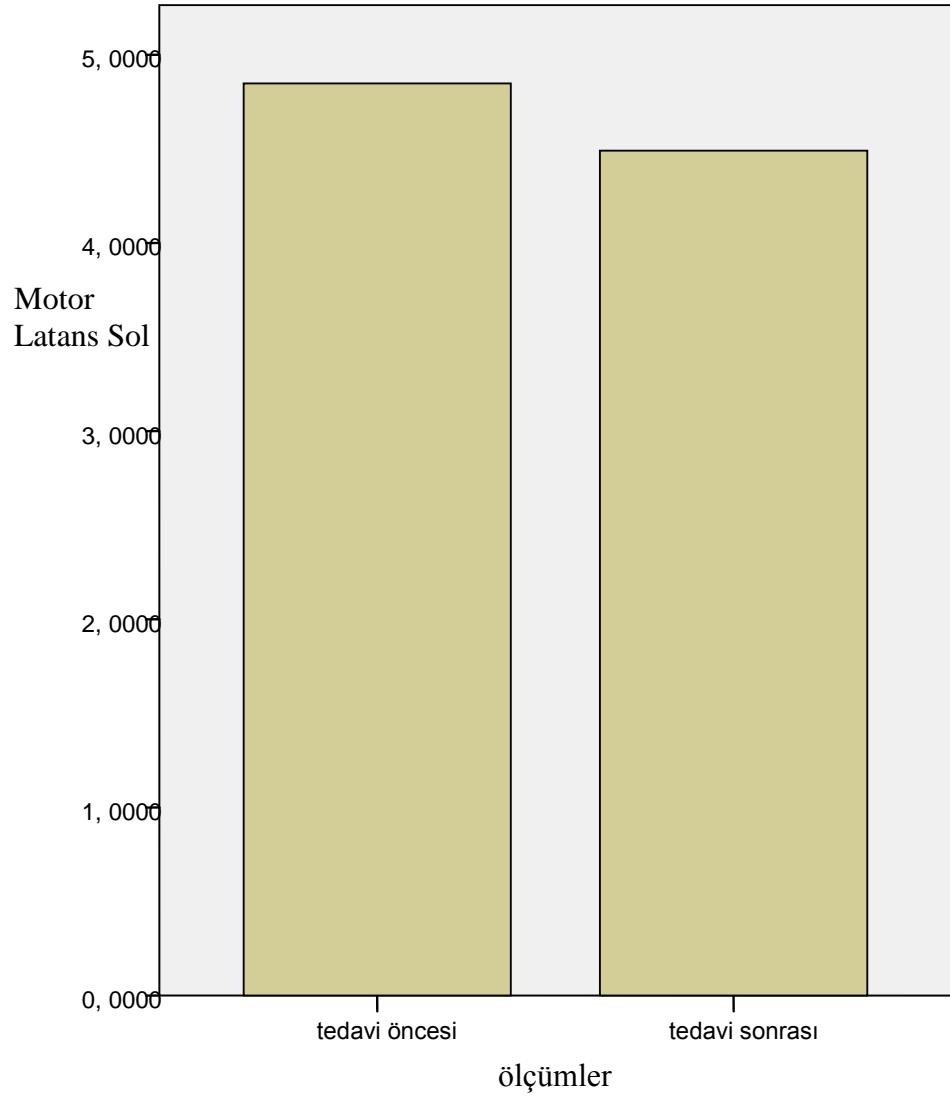
**Tablo 5:** Elektromyografik parametrelerin DDLT öncesi ve DDLT sonrası karşılaştırılması

	_TÖ X ±S	_TS X ±S	SONUÇ
Sağ medyan sinir motor latans	5, 15 ±0, 90	4, 63 ±0, 93	*P=0, 012
Sol medyan sinir motor latans	4, 84 ±0, 87	4 , 49 ±0, 83	*P=0, 001
Sağ medyan sinir duysal latans	3, 85 ±0, 43	3, 21 ±0, 64	*P=0, 001
Sol medyan sinir duysal latans	3, 83 ±0, 53	3, 02 ±0, 76	*P=0, 001
Sağ medyan sinir duysal ileti hızı	41, 13 ±4, 74	45, 29 ±5, 56	*P=0, 001
Sol medyan sinir duysal ileti hızı	43, 45 ±8, 72	49, 23 ±9, 60	*P=0, 001
Sağ medyan sinir motor ileti hızı	52, 49 ±5, 22	54, 87 ±4, 19	P=0, 191
Sol medyan sinir motor ileti hızı	54, 81 ±4, 58	54, 59 ±3, 89	P=0, 730
Sağ medyan sinir motor amplitüd	14, 08 ±5, 55	13, 91 ±5, 12	P=0, 975
Sol medyan sinir motor amplitüd	13, 14 ±3, 57	14, 20 ±5, 26	P=0, 325
Sağ medyan sinir duysal amplitüd	14, 08 ±7, 50	16, 82 ±7, 18	*P=0, 013
Sol medyan sinir duysal amplitüd	13, 53 ±6, 17	15, 71 ±5, 20	*P=0, 011

\*p<0, 05 anlamlı

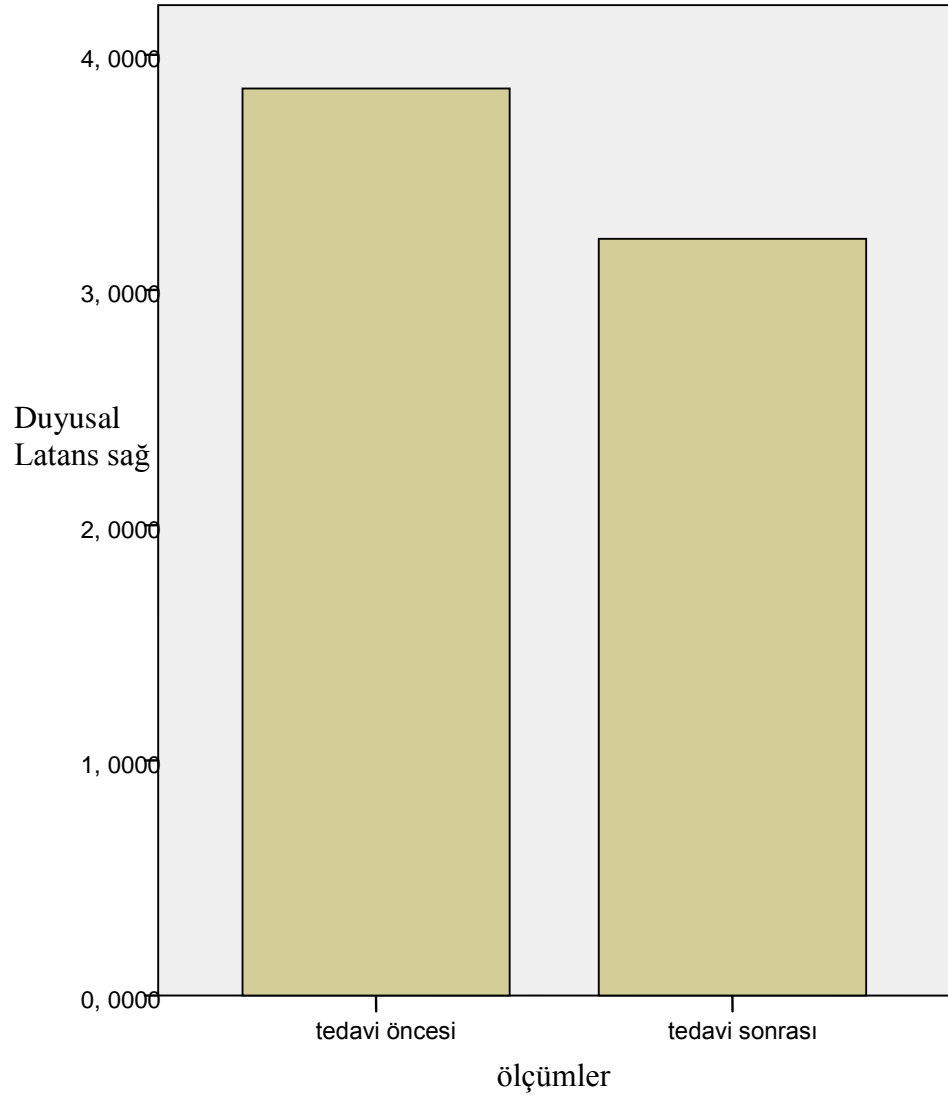


**Şekil 8:** Sağ medyan sinir motor latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

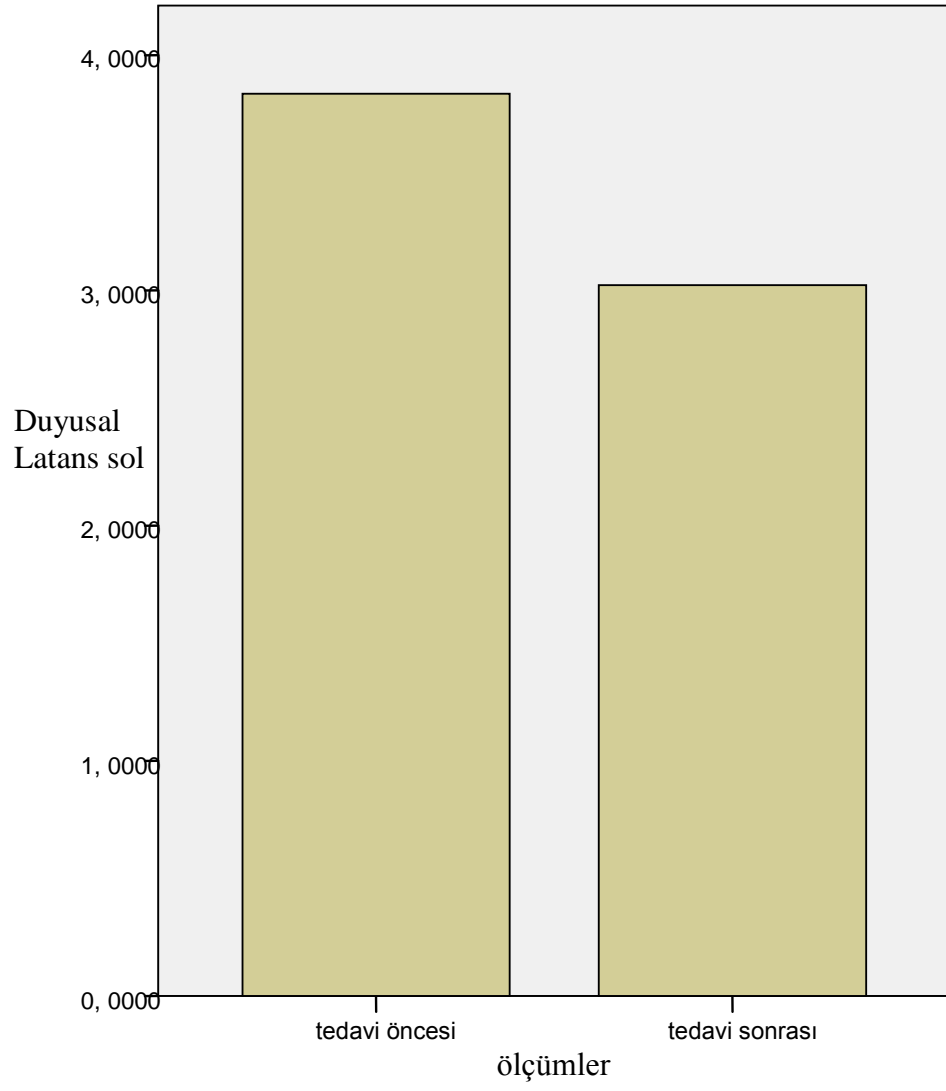


**Şekil 9:** Sol medyan sinir motor latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

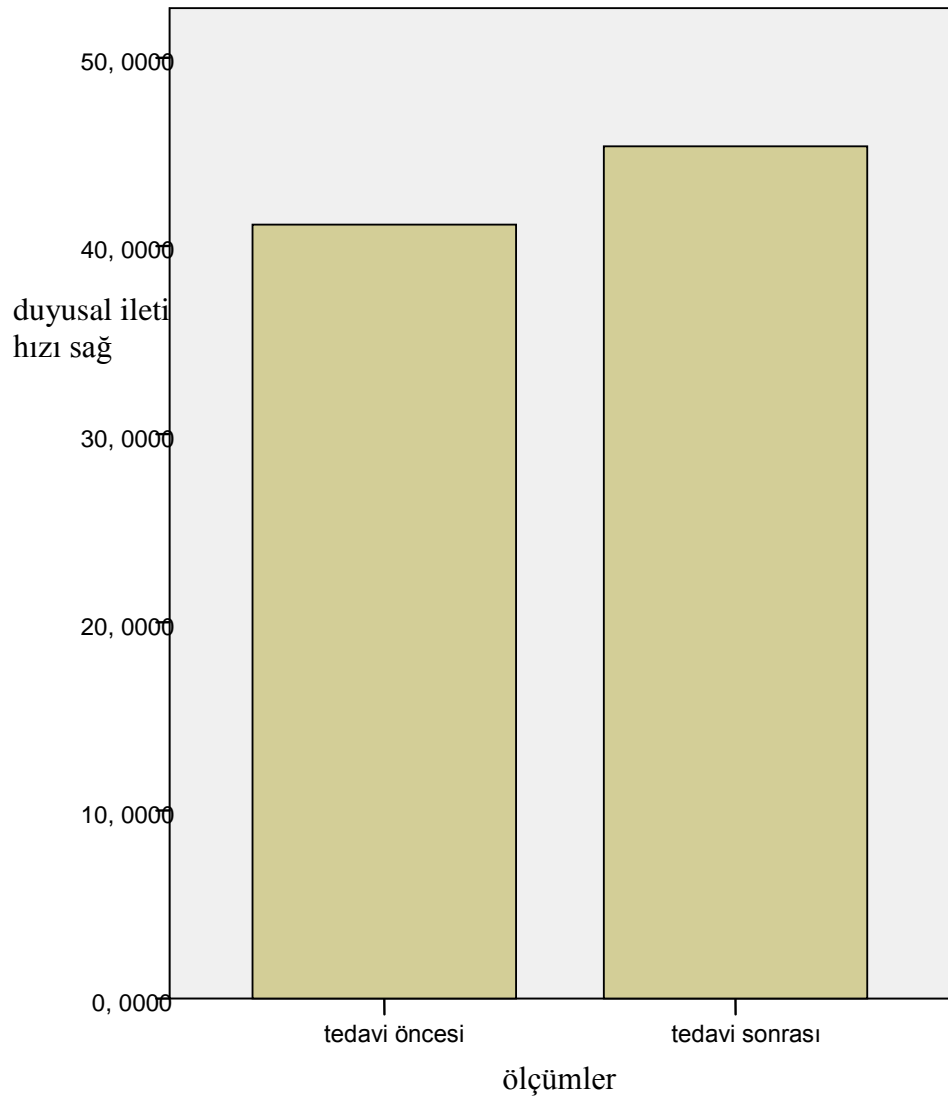




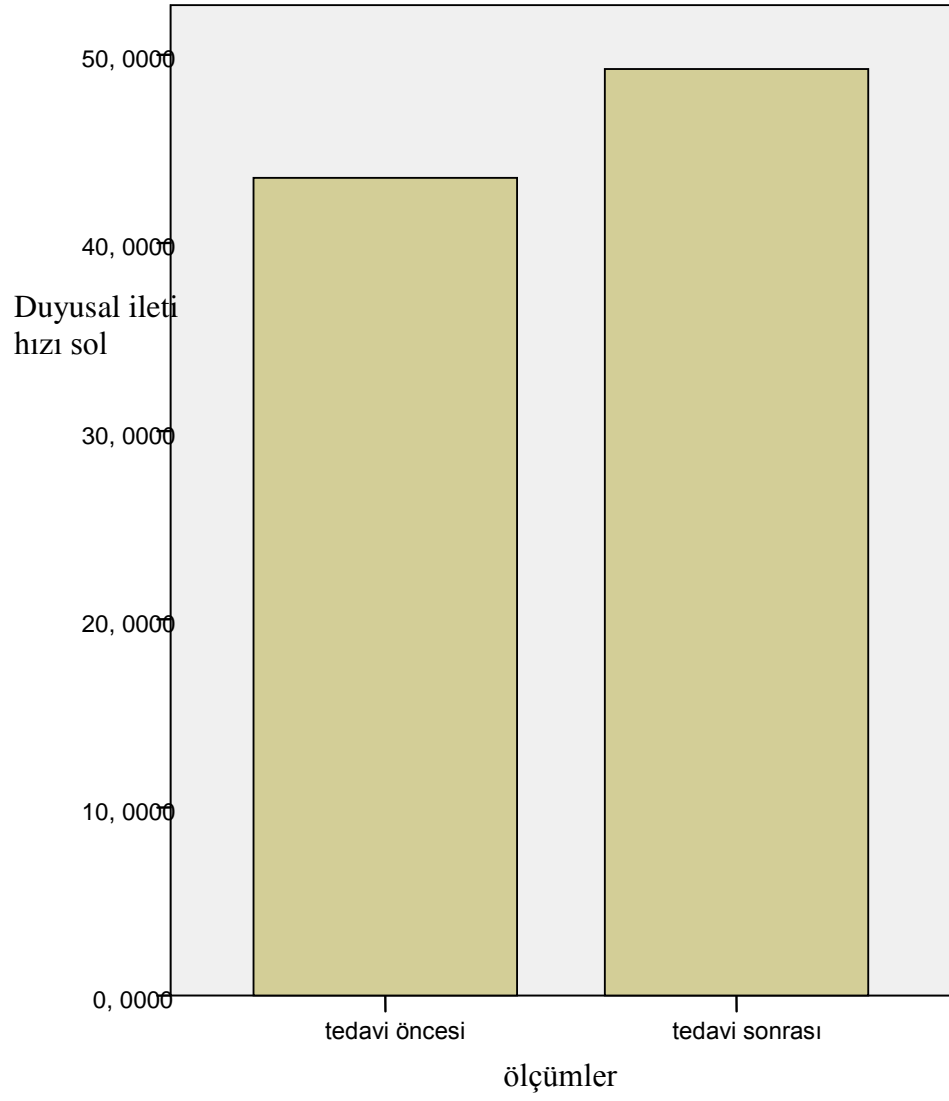
**Şekil 10:** Sağ medyan sinir duyusal latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması



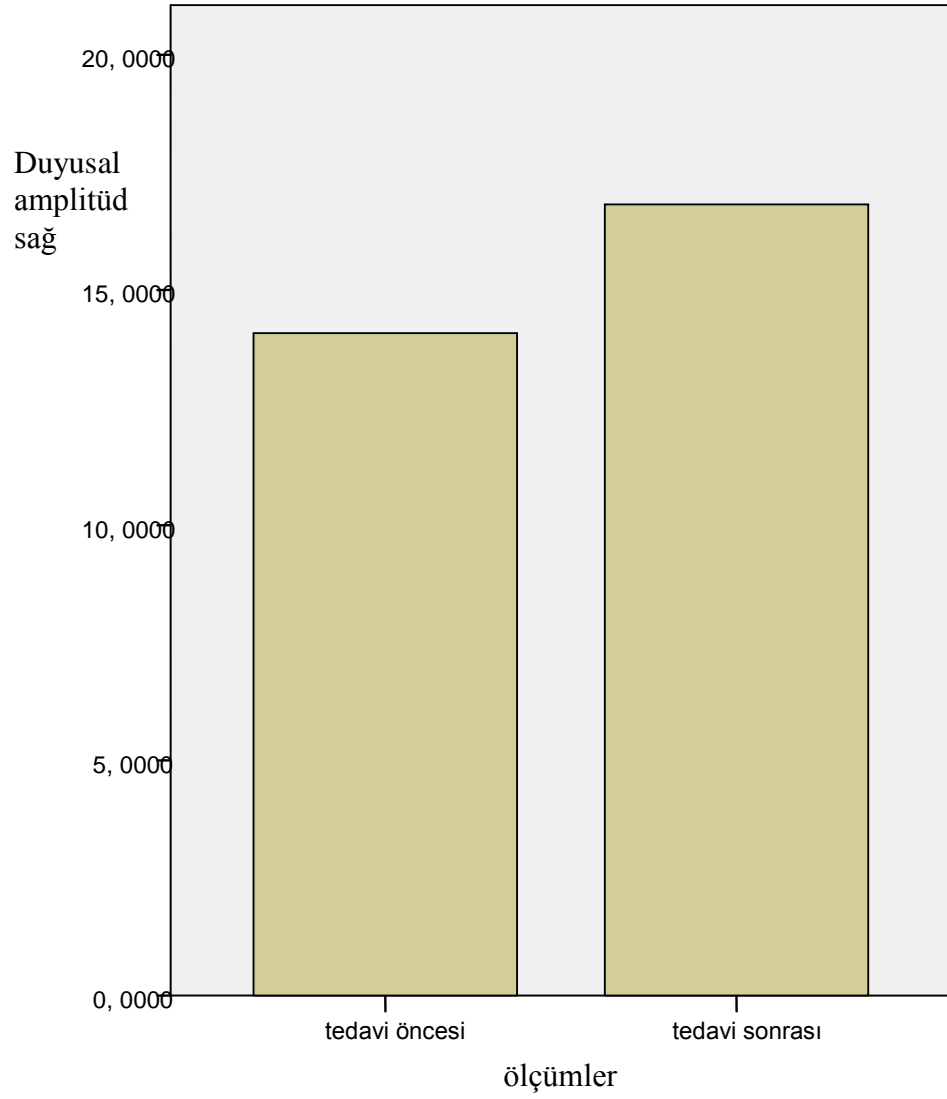
**Şekil 11:** Sol medyan sinir duyusal latans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması



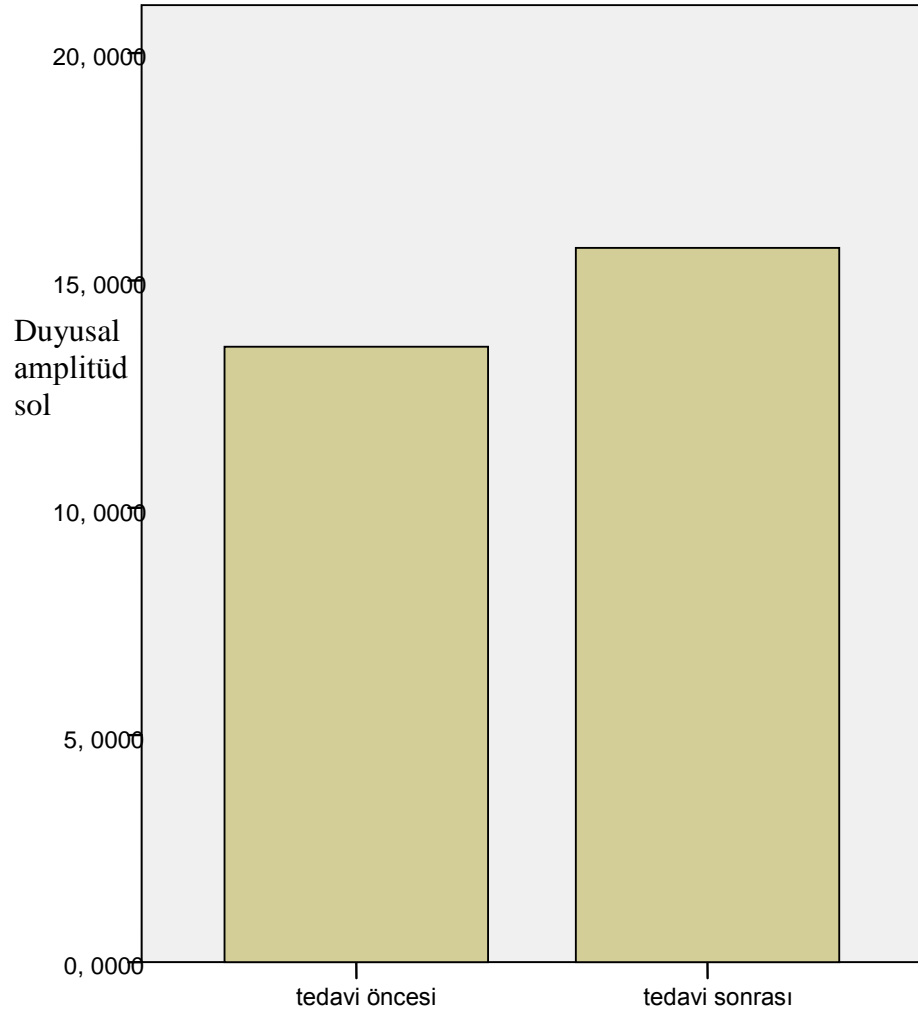
**Şekil 12:** Sağ medyan sinir duyusal ileti hızlarının gruplar arası karşılaştırılması



**Şekil 13:** Sol medyan sinir duyusal ileti hızlarının gruplar arası karşılaştırılması



**Şekil 14:** Sağ medyan sinir duyusal amplitüd değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması



Grafik : Tedavi öncesi ve tedavi sonrası duysal sol amplitüd ölçümlerinin dağılımı

**Şekil 15:** Sol medyan sinir duysal amplitüd değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

DDLT öncesi ve DDLT sonrası ölçülen değerler karşılaştırıldığında sağ medyan sinir motor latans, sol medyan sinir motor latans, sağ medyan sinir duysal latans, sol medyan sinir duysal latans, sağ medyan sinir duysal ileti hızı, sol medyan sinir duysal ileti hızı, sağ medyan sinir duysal amplitüd, sol medyan sinir duysal amplitüd ölçümleri karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunurken ( $p < 0,05$ ), sağ medyan sinir motor ileti hızı, sol medyan sinir motor ileti hızı, sağ

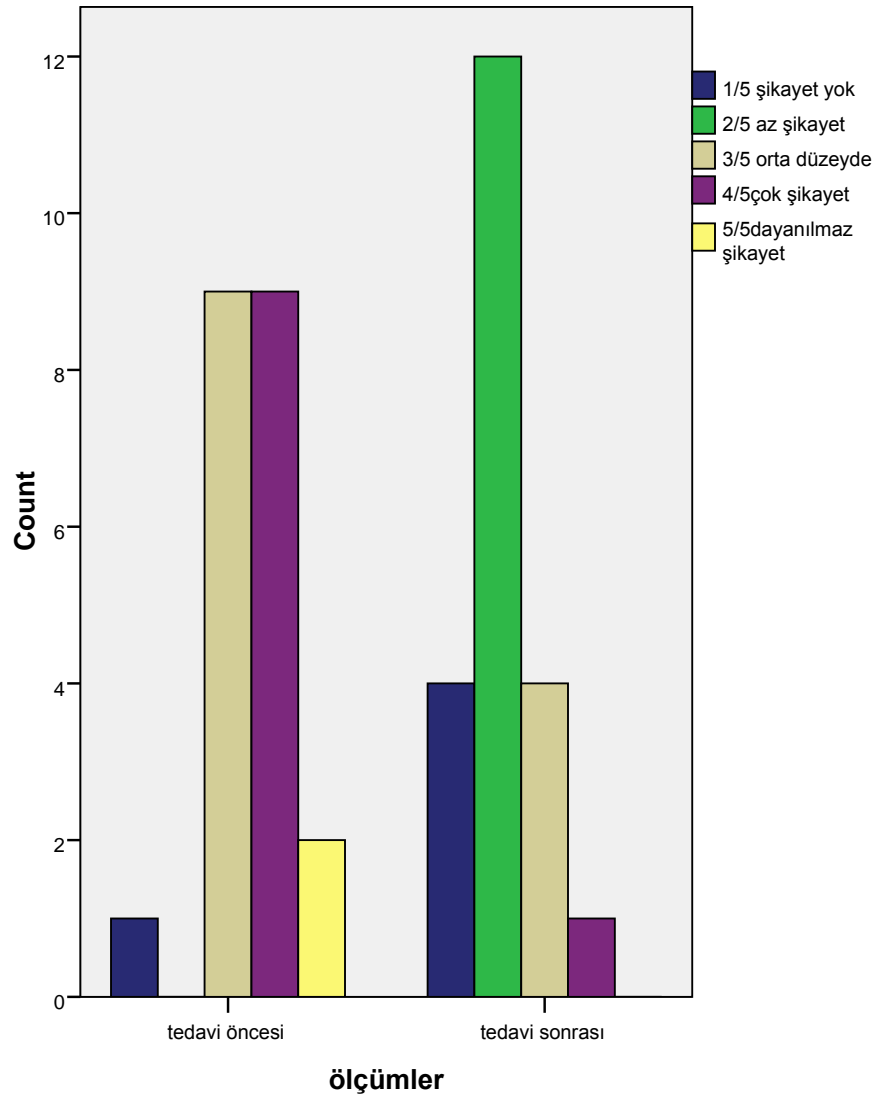
medyan sinir motor amplitüd, sol medyan sinir motor amplitüd ölçümleri karşılaştırıldığında farklılık anlamsız bulunmuştur ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 6:** DDLT öncesi ve DDLT sonrası semptom şiddet skalasının karşılaştırılması

	_TÖ Medyan X ±S	_TS Medyan X ±S	SONUÇ
Semptom şiddet skalası	3, 52 ±0, 87	2, 09 ±0, 76	*p=0, 001

\*p<0, 05 anlamlı

Semptom şiddet skalası DDLT öncesi ve DDLT sonrası karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmuştur( $p < 0,05$ )



**Şekil 16:** Semptom şiddeti değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması



## 5. TARTIŞMA

KTS periferik tuzak nöropatiler arasında en sık görülen sendrom olup, KTS bağlı yapılan el cerrahisi de en çok yapılan el ameliyatıdır (65). Literatürde karpal tünel sendromunun sıklığı, yılda her 1000 kişide 1-3 kişi olarak belirtilmiştir. Yaygınlığı ise genel popülasyonda yaklaşık %5 olarak saptanmıştır. Hatta yaygınlığının yüksek risk gruplarında %50'ye kadar çıktığı bildirilmiştir (66). Bu kadar yaygınlığa sahip olan bu hastalık toplumda iş gücü kayıplarına ve yaşam kalitesinde düşmeye neden olması sebebiyle çeşitli tanı ve tedavi metotları geliştirilmiştir. Bu metotlar arasına gelişen teknolojiyle birlikte yenileri eklenmektedir. Erken tanı için etiolojisinin anlaşılması önem arz eder. Vakaların çoğu idiopatikdir (67).

KTS kadınlarda, erkeklerin 2 katından daha fazla görülmektedir (68). Yaş, kilo, meslek gibi diğer faktörler de bu hastalığın gelişiminde etkili olabilir (68). Tanısında öykü ve fizik muayene temel teşkil eder. Sinir ileti çalışmaları ve iğne elektromiyografisinden oluşan elektrodiagnostik incelemeler tanıda en çok kullanılan yardımcı yöntemlerdir (65). Bizim çalışmamızda da tüm bireyler kadın cinsiyetteydi. Tüm olguların ayrıntılı klinik muayeneleri sonucu çekilen elektronöromiyografisi ile tanı netleştirildi. Ayrıca tedavi etkinliğinin saptanması için de tedavi sonrası elektronöromiyografileri tekrarlandı.

KTS tanısı alan olguda ilk önce medikal tedavi denenmelidir. Non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİD), el bileğini nötral pozisyonda tutacak splint uygulamaları, karpal tünel içerisine steroid enjeksiyonu uygulaması bunlardan bazılarıdır. NSAİD ilaçlar ve splintleme tedavisi ile semptomlarda gerileme ya da tamamen kaybolma görülebilir. Karpal tünel içerisine uygulanacak steroid enjeksiyonu, hem tedavi hem de tanı amaçlı olarak kullanılabilir. Lokal anestetik enjeksiyonu sonrası ağrıda ani azalmanın görülmesi, cerrahi sonucun çok iyi olacağının göstergesidir. Tersine doğru olmayıp; ağrıdaki azalmanın belirgin olmaması cerrahi sonucun kötü olacağı anlamına gelmez (67). Genellikle iki-dört ay sonra Karpal Tünel içerisine enjeksiyon yapılan hastaların %65-90'ında semptomlarda rekürrens görülür (67).

Kaplan ve arkadaşları KTS için beş risk faktörü belirlemişlerdir. Risk faktörlerinin fazlalığı, medikal tedavinin başarı şansını azaltır. Medikal tedavinin başarısız olması durumunda cerrahi tedavi uygulanır (69). Bizim çalışmamızda hastalarımızın yaş ortalaması 45, 57 olup, hastalar ilk kez tanı almış daha önce herhangi bir tedavi almamış olgular arasından seçildi ve medikal tedavi ilk seçenektir.

KTS’de ayrıca ultrason, transkütaneal elektriksel sinir uyarımı (TENS), düşük doz lazer tedavisi (DDLTL) de yukarıda sayılan tedavilerle bir arada veya ayrı ayrı kullanılabilen konservatif tedavi metotları arasındadır (70, 71).

Son yıllarda, plasebo-kontrol çalışmaları karpal tünel sendromunda düşük seviyeli lazer tedavisinin (DSLTL) elektrofizyolojik ve klinik parametreler üzerine olumlu etkisi olduğunu ve DSLTL’nin alternatif bir konservatif tedavi metodu olabileceğini göstermiştir (72).

KTS tedavisinde lazerin etki mekanizmasında 3 önemli faktör rol almaktadır. Bunlardan birincisi doku tamiri, yara iyileşmesi ve doku hasarının önlenmesi, ikincisi kronik hastalıklar ve yaralanmalar sonucu oluşan ağrı ve ödemin giderilmesi, üçüncüsü ise nöropatik ağrının giderilmesidir. Tüm bu kullanım amaçları için DDLTL uygulanabilir bir metottur (73).

Lazerin etkinliği üzerine yapılan iki çalışmada ise, 1998’ de Passarella (58) lazer terapotik etkisinin mitokondride ATP üretimini arttırmak suretiyle gösterdiğini, Yu ve arkadaşları (59) ise bu etkinin hücrel oksijen tüketiminin artmasıyla ortaya çıktığını öne sürmüşlerdir. 1983’te Walker (60) serotonin artışını, 1988 de Clokie (61) endorfinleri, 1999’da Ailioaie Lupusoru- Ailioaie (62) antiinflamatuvar etkisini, 1991’de ise Kemmotsu (63) bazı olgularda kan akımının artışını göstererek lazerin terapotik mekanizmasını açıklamaya çalışmışlardır.

Ancak DSLTL’nin tedavide ki yeri hala tartışmalıdır. Bu konuda ilk çalışmaları Padua ve arkadaşları (52) ayrıca Weintraub ve arkadaşları (53) tarafından yapılmıştır. Fakat bu çalışmalar kontrolsüz çalışmalardır. İlk kontrollü çalışma 2002 yılında Naeser ve ark. tarafından 11 hasta (9 bayan, 2 erkek, 11 el)

ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda ağrı semptomunda tedavi sonrası%90'dan fazla azalma saptanmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda median sinir sensorial latensi, Phalen ve Tinel belirtilerinde belirgin gerileme izlenmiştir (41).

Evcik ve arkadaşlarının 81 hasta ile yaptıkları bir çalışmada karpal tünel sendromunda plasebo grubunda sadece median sinir duyuşal ileti hızında anlamlı değişiklik gözlenirken laser tedavisini sonrasında ise sensorial sinir iletim hızında, sensorial ve motor distal latensindeki gelişmenin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptamışlardır (55). Stolk ve Seifert 1989'da, Basford ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda bu tedavinin stimulyasyonlar aracılığıyla sinir rejenerasyonunu ve sinir üzerindeki iletimi arttırarak komprese olan sinir dokuda iyileşmeyi desteklediğini öne sürmüşlerdir (56, 57).

Gerritsen ve arkadaşlarının (64) karpal tünel sendromunda konservatif tedavi metodları hakkındaki yazılarında ise DSLT'nin bu etkilerinin kombine veya ayrı ayrı terapotik rol oynayabileceğini belirtmişlerdir.

Son yıllarda farklı fizik tedavi metotlarını karşılaştıran çalışmalar mevcuttur. Dinçer ve arkadaşlarının 2009 yılında 50 hasta üzerinde yaptıkları bir (74) çalışmada DDLT + splitting tedavisi ile ultrason + splitting tedavisi karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak DDLT + splitting tedavisinin daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Bakhtary ve arkadaşlarının 2004 yılında 50 hasta ile (75) yaptığı çalışmada diğer çalışmaların aksine ultrason tedavisinin DDLT'den çok daha etkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada VAS, duyuşal latans, motor latans, kavrama kuvveti gibi parametreler karşılaştırılmış, ultrason tedavisi alan grupta lazer tedavisi alan gruba göre daha anlamlı düzelme saptanmıştır.

Yağcı ve arkadaşlarının 2009 yılında 24 hasta üzerinde yaptıkları (72) bir çalışmada splint tedavisi ve splint tedavisine DDLT kombine edilmesi karşılaştırılmış, sadece splint tedavisi uygulanan hastalarda semptomatik iyileşme mevcut iken, splint ile DDLT tedavisi alan hastalarda Boston skalası, median motor sinir distal latans, median sinir duyuşal ileti hızı parametrelerinde anlamlı düzelme saptanmıştır.

Chang ve arkadaşlarının 2008 yılında (76) 36 hasta üzerinde yaptığı çalışma da lazer tedavisinin ağrı ve semptomların giderilmesi üzerine faydalı etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Yalnız bu çalışmada kavrama gücü, fonksiyonel kapasite değerlendirildiğinde lazer tedavisi ile plasebo tedavisi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak bu çalışmada da geniş kapsamlı çalışmalara gerek duyulduğu ve diğer tedavi metotları ile karşılaştırılmalı çalışmaların yetersiz olduğundan bahsedilmiştir.

Irvine ve arkadaşlarının 2004 yılında 15 hasta üzerine randomize çift kör çalışmaları da lazer tedavisi alan grupta semptomatik iyileşme görülürken, plasebo grubu ile karşılaştırıldığında EMG parametrelerinde anlamlı değişiklik saptanmamıştır (77).

Ekim ve arkadaşlarının 2007 yılında Romatoid Artritli 19 hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada DDLT tedavisi alan hasta grubu ile plasebo tedavisi alan grup arasında EMG parametreleri ve klinik düzelme açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (78).

Bizim çalışmamızda tüm olgulara sadece DDLT uygulanmış ve tedavi etkinliği araştırılmıştır. Çalışmamızın sonucunda tedavi öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında VAS, Medyan sinir motor latans, Medyan sinir duysal latans, Medyan sinir duysal ileti hızı, Medyan sinir duysal amplitüd değerlerinde anlamlı olarak düzelme saptanmıştır. Medyan sinir motor ileti hızı, Medyan sinir motor amplitüd değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzelme izlenmemiştir.

Sonuç olarak bizim çalışmamızda olduğu gibi birçok çalışma ile lazer tedavisinin KTS için etkin bir tedavi metodu olabileceği gösterilmiştir. Ancak ortak bir uygulama şekli ve dozajı belirlemek açısından bizim çalışmamızın da literatüre kaynak sağlayacağı görüşündeyiz. Bununla birlikte DDLT tedavisinin diğer metotlarla karşılaştırıldığı çalışmalarda çelişkili sonuçlar mevcuttur. Bu nedenle daha büyük kohort çalışmaları ile daha geniş bir popülasyon taranmalı ve karşılaştırmalı çalışmaların yapılarak, maliyet fayda analizleri ile sadece etkinliğin değil uygulanabilirliğin, tedavi yükünün ve diğer tedavi üstünlüklerinin daha net ortaya konması gerektiği kanaatindeyiz. Böylelikle etkin bir metot olan DDLT'nin yeri daha iyi anlaşılabilir, yeni tedavi kombinasyonları, uygun hasta seçimi,

semptomların daha kesin çözümü gibi konular da konsensüs olanağı olacaktır. Hem iş gücü kaybı hem de hayat standartlarının gerilemesi gibi ciddi problemler oluşturan KTS yeni metotlarla birlikte daha tedavi edilebilir ve önlenbilir bir problem olacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

1. Mumenthaler M, Stöhr M, Müler-Vahl H. Läsionen Peripherer Nerven und Radikuläre Syndrome. Türk-Börü Ü (Çeviri editörü). Omuz ve kol bölgesinin tek sinir lezyonları. Periferik sinir lezyonları ve radiküler sendromlar. İstanbul: Nobel Tıp kitabevleri, 2005:224–319
2. Rhombert M, Herczeg E, Piza-Katzer H. Pitfalls in Diagnosing Carpal Tunnel Syndrome. Eur. J. Pediatr. Surg. 2002; 12:63-66
3. Açıkgöz B, Sümer M. Karpal tünel sendromu. Türk Nöroşirürji Dergisi, 2000;10: 79-84
4. Aydemir E. Karpal tünel sendromunda iyontorrez tedavisinin etkinliğinin araştırılması. M. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2003
5. Öztürk E. Karpal tünel sendromu tanısında ultrasonografinin rolü ve katkıları. Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi. Radyoloji Kliniği, Uzmanlık Tezi, İstanbul. 2006
6. Dere F. Üst Ekstremiteler. Anatomi Ders Kitabı. 2. baskı. Adana: Okullar Pazarı Kitabevi, 1990:45–117.
7. Netter FH. Atlas of Human Anatomy. Cumhur M (Çeviri Editörü). Üst Ekstremiteler. İnsan Anatomisi Atlası. 3. baskıdan çeviri, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2005:399–466.
8. Bagatur AE. Karpal Tünel Sendromu. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2006; 2(17):52-63.
9. Harness D, Sekeles E. The double anastomotic innervation of thenar muscles. J. Anat 1971; Sep;109(3):461–6.
10. Bengston KA, Brault JS. Hand Disorders. In: Delisa J A. Physical Medicine & Rehabilitation Principles and Practice. 3th Ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2005: 843–854.
11. Ertekin C. Pleksus Brakialisten Çıkan Sinirler. Santral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım Matbaacılık, 2006:387–453.

12. Bleecker ML, Bohlmann M, Moreland R et al. Carpal tunnel syndrome: role of carpal canal size. *Neurology* 1985;35:11:1599–604.
13. Akgün K. Çakmak B. Aktas İntervertebral Disk Kalsifikasyonu: Bir Olgu Sunumu. Prof. Dr. İsmet Çetinyalçın Günleri VII. Romatizmal Ağrıda Güncel Tedavi Yaklaşımları Sempozyumu. 16-20 Haziran 2004. Girne
14. Aktaş İ. Tüzün Ş. Omuz Ağrısı Nedeniyle Geç Tanınan Pancoast Tümörü Olgusu. İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Günleri: Sırt Ağrıları Sempozyumu Rize 13-15 Eylül 2002
15. Çakmak B. Aydın FY. Aktas İ. Akgün K. Eryavuz M. Geriatrik Hastalarda Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları. 1. Ulusal Yaşlı Sağlık Kongresi. 7-11 Nisan. 2004. Antalya
16. Akgün K. Uludağ M. Aktas İ. Kütlelen Skapulalı olguların özellikleri. I.Ulusal Romatizmal Hastalıklar Kongresi. 28 Nisan-2 Mayıs 2004. Antalya
17. Çevik D. (2006). Karpal tünel sendromunda klinik, elektrodiagnostik ve manyetik rezonans görüntüleme bulgularının karşılaştırılması. Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi. Nöroloji Kliniği, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
18. Brotzman SB, Wilk KE. (2006). *Clinical Orthopedic Rehabilitation*. 2nd ed, Elsevier, USA.
19. Lindsay KW, Bone I. (1997). Nöroloji ve Nöroşirürji. Çeviren: Bozbuğa M, Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul.
20. Zanette G, Marani S, Tamburin S. Proximal pain in patients with carpal tunnel syndrome: a clinical- neurophysiological study. *J Peripher Nerv Syst* 2007, (12): 91-97.
21. Tay LB, Urkude R, Verma KK. Clinical profile, electrodiagnosis and outcome in patients with carpal tunnel syndrome: a Singapore perspective. *Singapore Med J*2006;47 (12): 1049- 1052.
22. Çelik B. (2006). Hafif dereceli karpal tünel sendromunda farklı elektrofizyolojik metodların karşılaştırılması. M. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksel Lisans Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Z. Güven).

23. Piazzini DB, Aprile I, Ferrara PE, Bertolini C, Tonali P, Maggi L, Rabini A, Piantelli S, Padua L. A systematic review of conservative treatment of carpal tunnel syndrome. *Clin Rehabil*, 2007;(21): 299-314.
24. Practice parameter for carpal tunnel syndrome (summary statement). Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 1993; Nov;43(11):2406–9.
25. MacDermid J C, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: A systematic Review. *Journal of Hand Therapy* 2004; Apr-Jun; 17, 2:309–319.
26. Gellman H, Gelberman RH, Tan AM et al. Carpal tunnel syndrome. An evaluation of the provocative diagnostic tests. *J Bone Joint Surg Am* 1986; Jun;68(5):735–7.
27. Jablecki CK et al. Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology* 2002; Jun 11;58(11):1589–92.
28. Aygül R, Ulvi H, Karatay S et al. Detarmination of sensitive electrophysiologic parameters at follow-up of different steroid treatments of carpal tunnel syndrome. *J Clin Neurophysiol* 2005; 22:222–230.
29. Chang MH, Wei SJ, Chiang HL et al. Comparison of motor conduction techniques in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Neurology* 2002; Jun 11;58(11):1603–7.
30. Gürçay E, Ünlü E, Bal A, Gürçay AG, Aydoğ E, Çakçı A. Karpal Tunel sendromunun tedavisinde iyontoforez, lokal kortikosteroid enjeksiyon ve non-steroid anti-inflamatuar ilaç etkinliğinin karşılaştırılması. *Fırat Tıp Dergisi*, 2008;13(1): 39-42.
31. Urhan S, Kaçar C, Alimoğlu E, Gilgil E. Karpal tünel sendromlu hastalarda el bilek istirahat splinti ve lokal kortikosteroid enjeksiyonunun etkinliklerinin klinik, elektrofizyolojik ve ultrasonografik yöntemlerle değerlendirilmesi. *Romatizma*, 2004: 19 (2): 99 -105.



32. Baysal O, Altay Z, Ozcan C, Ertem K, Yoloğlu S, Kayhan A. Comparison of three conservative treatment protocols in carpal tunnel syndrome. *Int J Clin Pract*, 2006;60 (7): 820-828.
33. Keskin D, Uçan H, Akbulut L, Tanyolaç Ö, Alptekin C, Yağcı İ, Bodur H, Köse K. Açık karpal tünel serbestleştirme operasyonu sonrasında sinir ve tendon kaydırma egzersizlerinin etkinliği. *FTR Bil Der*, 2008: (1): 15-20.
34. Şenel B. Diş hekimleri için risk taşıyan hastalıklar ve diş hekimlerinin mesleki rahatsızlıkları. *Gülhane Tıp Dergisi*, 2007: (49): 204-212.
35. Kase K, Hashimoto T, Okane T. *Kinesio Taping Perfect Manual*. Ken Okai Co. Ltd., Japonya 1996
36. Preston CD, Shapiro EB. *Electromyography and Neuromuskular Disorders Clinical-Electrophysiologic Correlations*. 2<sup>nd</sup> ed, Elseiver, 2005: (255-279).
37. Braddom RL. (2006). *Physical therapy Medical rehabilitation*. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon El Kitabı. Çeviren: Arasıl T, Güneş Tıp Kitapevi, Ankara.
38. Sezgin M, Atay M, Çamdeviren H, Çınar C, Erdoğan C. Karpal tünel sendromunda TENS'le birlikte ultrason tedavisinin etkinliğinin lokal steroid enjeksiyonu ile karşılaştırılması. *FTR Bil Der*, 2006;9: (1): 17-24.
39. Brunarski DJ, Kleinberg BA, Wilkins KR. (2004). Intermittent axial wrist traction as a conservative treatment for carpal tunnel syndrome: a case series. *J Can Chiropr Assoc*, 48 (3): 211-216.
40. Aydın H, Aktekin B, Samancı N, Yaltkaya K. Karpal tünel sendromlu olgularda TENS' in yanıtına etkisi. *Fiziksel Tıp*, 2002: 5 (3): 145- 148.
41. Naeser MA, Hahn KA, Lieberman BE, Branco KF. Carpal tunnel syndrome pain treated with low-level laser and microamperes transcutaneous electric nerve stimulation: A controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002: 83 (7): 978-988.
42. Bulak E. Ankilozan Spondilitte düşük doz laser tedavisinin ağrı ve fonksiyonellik üzerine etkisi. M. Ü. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul, (Danışman: Doç. Dr. H. Gündüz) 2007
43. Beyazova M, Kutsal YG. (2000). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Güneş Kitapevi. İstanbul, Türkiye.

44. Tuna N, Nobel Tıp Kitapevi Elektroterapi. İstanbul, Türkiye 2001
45. Harshman MR, Aldoori W. Carpal tunnel syndrome and vitamin B6. *Can Fam Physician*, 2007; (53): 1161- 1162.
46. Badger SA, O'Donnell ME, Sherigar JM, Connolly P, Spence RAJ. Open Carpal Tunnel Release – still a safe and effective operation. *Ulster Med J*, 2008; 77 (1): 22 24
47. Botte MJ, D'lima DD, Meunier MJ, Bruffey JD, Brage ME, Colwell Jr CW. What's new in orthopaedic rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am*, 2001;83 (12): 1920- 1926.
48. Akgün K.Lazer.In: Hareket Sistemi Hastalıklarında Fiziksel Tıp Yöntemleri.(Ed: Sarı H., Tüzün Ş., Akgün K.) 73-81. Nobel Tıp Kitabevleri 2002.
49. Karabulut İ.Ç.: Subakromiyal Sıkışma Sendromunun Tedavisinde Lazer ve Ultrason.Uzmanlık Tezi. İstanbul 1999.
50. Mert G: Lazer ışını özellikleri ve uygulama sahaları. *Fizyoterapi Rehabil Dergisi*. 1986;1:47-52,
51. Yagci I, Elmas O, Akcan E, Ustun I, Gunduz OH, Guven Z. Comparison of splinting and splinting plus low-level laser therapy in idiopathic carpal tunnel syndrome *Clin Rheumatol* 2009;28:1059–1065
52. Padua L, Padua R, Aprile I, Tonali P Noninvasive laser neurolysis in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1998; 21(9):1232–1233
53. Weintraub MI Noninvasive laser neurolysis in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 1997; 20(8):1029–1031
54. Naeser MA, Hahn KA, Lieberman BE, Branco KF Carpal tunnel syndrome pain treated with low-level laser and microamperes transcutaneous electric nerve stimulation: a controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(7):978–988
55. Evcik D, Kavuncu V, Cakir T, Subasi V, Yaman M Laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Photomed Laser Surg* 2007; 25(1):34–39

56. Stolke D and Seifert V Clinical use of a new method in microsurgical transplantation of peripheral nerves. *Neurochirurgia* 1989; 32: 177–179.
57. Basford JR, Hallman HO, Matsomoto JY, Moyer SK, Buss JM and Baxter GD. Effects of 830 nm continuous wave laser diode irradiation on median nerve function in normal subjects. *Lasers in Surgery and Medicine* 1993; 13: 597–604.
58. Passarella S He-Ne laser irradiation of isolated mitochondria. *Photochemistry and Photobiology. B—Biology* 1989; 3: 642–643.
59. Yu W, Naim JO, McGowan M, Ippolito K and Lanzafame RJ Photomodulation of oxidative metabolism and electron chain enzymes in rat liver mitochondria. *Photochemistry and Photobiology* 1997; 66: 866–871.
60. Walker J Relief from chronic pain by low power laser irradiation. *Neuroscience Letters* 1983; 43: 339–344.
61. Clokie C, Bentley KC and Head TW The effects of the helium-neon laser on postsurgical discomfort: A pilot study. *Journal of the Canadian Dental Association* 1991; 57: 584–586.
62. Ailioaie C and Lupusoru-Ailioaie LM Beneficial effects of laser therapy in the early stages of rheumatoid arthritis onset. *Journal of Laser Therapy* 1999; 11: 79–87.
63. Kemmotsu O, Sato K, Furumido H, Harada K, Takigawa C and Kaseno S Efficacy of low reactive-level laser therapy for pain attenuation of postherpetic neuralgia. *Journal of Laser Therapy* 1991; 3: 71–76.
64. Gerritsen AA, de Krom MC, Struijs MA, Scholten RJ, de Vet HC, Bouter LM. Conservative treatment options for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomised controlled trials. *J Neurol.* 2002 Mar; 249(3): 272–80.
65. Bagatur AE. Karpal Tünel Sendromu Türkiye Klinikleri *J Surg Med Sci* 2006, 2(17): 52–63
66. <http://emedicine.medscape.com/article/327330-overview>
67. Kaymak B, Özçakar L. Karpal Tünel Sendromu. *Hacettepe Tıp Dergisi* 2007; 38: 141–146

68. Lam N, Thurston A. Association of obesity, gender, age and occupation with carpal tunnel syndrome. *Aust N Z J Surg.* 1998 Mar;68(3):190-3.
69. Kaplan SJ, Glickel SZ, Eaton RG. Predictive factors in the nonsurgical treatment of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 1990; 15B:106-8.
70. Aydın H, Aktekin B, Samancı N, Yaltkaya K. Karpal Tünel Sendromlu Olgularda Tens'in Yanıtına Etkisi. *Fiziksel Tıp* 2002; 5(3): 145-148
71. Senel K:El ve El Bileği Agrisi. Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y (Ed).*Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon.* Günes Kitabevi Ltd Sti, Ankara, 2000;2:1455-64
72. Yagci I, Elmas O, Akcan E, Ustun I, Gunduz OH, Guven Z. Comparison of splinting and splinting plus low-level laser therapy in idiopathic carpal tunnel syndrome *Clin Rheumatol* (2009) 28:1059–1065
73. Hablin MR. Mechanisms of low level light therapy. [www.mgh.harvard.edu/wellman/people/mhamblin.asp](http://www.mgh.harvard.edu/wellman/people/mhamblin.asp)
74. Dincer U, Cakar E, Kiralp MZ, Kilac H, Dursun H. Photomedicine and Laser Surgery. February 2009, 27(1): 119-125
75. Bakhtiary AH, Rashidy-Pour A Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Australian Journal of Physiotherapy* 2004;50: 147–151
76. Chang WD, Wu JH, Jiang JA, Yeh CY, Tsai CT. Carpal Tunnel Syndrome Treated with a Diode Laser: A Controlled Treatment of the Transverse Carpal Ligament Photomedicine and Laser Surgery. December 2008: 551-557.
77. Irvine J, Chong SL, Amirjani N, Chan KM. Double-blind randomized controlled trial of low-level laser therapy in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2004;30(2):182-7.
78. 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 Jun 16;137(23-24):347-52.