

32870

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
DAHİLİ TIP BİLİMLERİ BÖLÜMÜ  
FİZİKSEL TIP ve REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

37870

**TENİSÇİ DİRSEĞİNDE  
DÜŞÜK ENERJİLİ LAZER İLE  
KESİKLİ ULTRASON TEDAVİLERİNİN  
ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. RAMAZAN KIZIL**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**İZMİR-1994**

## ÖNSÖZ

Uzmanlık öğrenciliğim sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocalarım, Prof. Dr. Mete Albaz, Prof. Dr. Sema Füzün, Doç. Dr. Serap Alper ve Doç. Dr. Çiğdem Tüzün'e teşekkürü bir boç bilirim.

İhtisasım süresince dostlukları, destekleri ve uyumlu çalışma arkadaşlıkları için Uzm. Dr. Sezgin Karaca, Uzm. Dr. Özlen Peker, Dr. Füsün Ardıç, Dr. Elif Akalın, Dr. Berrin Gündüz, Dr. Kemal Güvenol, Dr. Figen Küçüktaş, Dr. Özlem Şenocak ve Dr. Mualla Biçer'e, fizyoterapist, teknisyen ve masör arkadaşlara, hekimlik kimliğimin gelişmesine katkıda bulunan Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi camiasına teşekkür ederim.

Dr. Ramazan Kızıl

## İÇİNDEKİLER

GİRİŞ ve AMAÇ .....	1
GENEL BİLGİLER .....	2
A. Dirseğin Anatomisi .....	2
B. Tenisçi Dirseği .....	6
C. Düşük Enerjili Lazer Tedavisi .....	11
D. Ultrason Tedavisi .....	19
GEREÇ ve YÖNTEM.....	30
BULGULAR ve SONUÇLAR.....	33
TARTIŞMA .....	40
SONUÇ .....	45
KAYNAKLAR .....	46

## GİRİŞ ve AMAÇ

Üst ekstremitenin en sık görülen yumuşak doku lezyonlarından birisi olan tenisçi dirseği (lateral epikondilit), kişinin günlük yaşam aktivitelerini önemli ölçüde kısıtlayan bir klinik tablodur. El bileği ve parmakların ekstansör kaslarının yapıştığı lateral epikondildeki tenoperiostal bölgedeki patolojik değişikliklerin büyük oranda etken olduğu bilinmektedir. Bunun yanında servikal radikulopati ve dirseğin lateral tarafındaki diğer yapılardan kaynaklanabilecek değişik patolojiler benzer semptom ve bulgulara neden olabilir.

Lateral epikondil bölgesinde duyarlılık, dirençli el bileği-parmak ekstansiyonu, dirençli supinasyon ve ekstansör kasların pasif olarak gerilmesiyle ortaya çıkan ağrı tipik bulguları olup klinik olarak tanımlanabilir.

Tenisçi dirseği konservatif tedavi yöntemlerine büyük oranda yanıt verir. Çok düşük bir orandaki hasta grubunda cerrahi tedaviye gereksinim duyulur. Atel uygulanması, ağrıyı provake eden aktivitelerden kaçınılması, tenisçi dirseği bandajı, NSAI ilaçlar, fiziksel tedavi ajanları, manuplasyon ve lokal steroid enjeksiyonu önerilmekte, bunlara yanıt alınamayan hastalarda cerrahi tedavi uygulanmaktadır.

Düşük enerjili lazer ve kesikli ultrason tedavileri iyileşmeyi hızlandırdıkları bildirilen iki tedavi modalitesidir. Bu çalışmada tenisçi dirseği tanısı konan 15 hastaya kesikli ultrason, 15 hastaya düşük enerjili lazer tedavisi uygulanarak etkinlikleri klinik olarak değerlendirilmiştir.

# GENEL BİLGİLER

## A. DIRSEĞİN ANATOMİSİ

Dirsek eklemi üst ekstremitte eklemleri arasında insanın en çok kullandığı eklemdir(2,41). Ortak bir kapsülle sarılmış üç eklemden meydana gelmiştir. Bunlar, humeroulnar, humeroradyal ve proksimal radiyounar eklemlerdir (2,17,39,41). Ulna kolun, radius bileğin uzantısı gibidir (17).

Humerus kesiti cismi ortaklarında üçgen şeklindedir, distal uca yaklaştıkça kalınlaşır ve yassılaştır. Humerusun distal ucunu spongiöz kemik yapıda, iç ve dışta iki kondil oluşturur. Dış kondile yerleşmiş ve kubbe şeklinde bir kabarıklık olan dış kondilin eklem yüzüne kapitulum humeri denir ve fovea kapitis radii ile eklem yapar. Sferoid tipteki bu ekleme humeroradyal eklem denir. İç kondile yerleşmiş ve makara şeklinde olan iç kondilin eklem yüzüne troklea humeri denir ve ulna proksimal ucunda yer alan insisura troklearis ile eklem yapar. Mentese tipteki bu ekleme humeroulnar eklem denir. Ulna proksimal ucunda yarım ay şeklindeki insisura troklearisin hemen distalinde, ulnanın dış yüzünde yayvan bir çukurluk bulunur. İnsisura radialis denen bu çukurluk ile radius başındaki sirkumferensiyaya artikularis arasında da trokoid tipteki proksimal radiyounar eklem oluşur (2,17,41).

Tüm eklem yüzeyleri hyalin kıkırdak ile kaplıdır (2).

Humerus kondillerinin hemen yukarısında, humerus iç ve dış yanlarında tendonların yapıştığı, epikondil denen kemik çıkıntılar bulunur. Ön kol ve elin fleksör - pronator kas grubunun başlangıç ortak tendonunun büyük kısmı çok belirgin ve kabarık olan mediyal epikondilden ve epikondilin yukarısından aşağıya uzanan mediyal suprakondiler kenardan başlar. Aynı

şekilde ön kol ve elin ekstansör- supinatör kas grubu daha küçük ve daha az belirgin olan lateral epikondil ve lateral suprakondiler kenardan başlar (17).

Humerus alt epifizinin enine eksenini oblik olduğundan aşağı eklem yüzeyi hafifçe dışa dönüktür. Bu nedenle humeroulnar eklemin transvers eksenini dıştan içe, yukarıdan aşağıya doğru oblik olarak seyreder. Buna bağlı olarak ön kol, tam kol doğrultusunda devam etmez ve biraz dışa doğru bükülmüştür (2). Dirsek tam ekstansiyonda ve ön kol supinasyonda iken kol ile ön kol arasında dış yanda 160°-165° lik bir açı oluşur. Bu açıya taşıma açısı denir. Bu sayede normal salınım hareketi sırasında ön kolun geniş olan kalçaya çarpmaması sağlanır (2,17). Açı kadınlarda daha küçüktür. Ayrıca bu eksen nedeniyle tam fleksiyon sırasında ön kolla birlikte el bir miktar içe doğru kayar, bu da elimizi ağızımıza götürebilmemiz için önemlidir (2).

Kondiller ve bunların eklem çıkıntıları humerus cismiyle 40°lik açı yapacak şekilde öne doğru dönüktür (17,52).

**Eklem Kapsülü ve Bağlar:** Dirsekteki üç eklem ortak fibröz bir eklem kapsülüyle tamamiyle sarılmıştır. Kapsülün ön ve arka yüzleri ince ve zayıftır, ancak yanlarda kollateral ligamanlarla güçlendirilmiştir.

Kapsül ince ve pililer yapabilecek bolluكتadır. Dirseğin kolayca bükülüp doğrultulabilmesi için, fleksiyonda önde ekstansiyonda arkada pililer oluşur. Bu pililerin eklem aralığına girmesini kapsüle yapışan kaslar engeller (2,17,39). Eklem kapsülünün iç yüzeyi sinovyal zar ile kaplıdır(52,61). Eklem kapsülünün en gevşek olduğu pozisyon ön kolun yarı fleksiyon durumudur (2).

Medial kollateral ligaman, medial epikondil aşağı kenarından başlar. Ön, orta, arka parçalar yelpaze şeklinde aşağıya inerek ulnadaki insisura troklearisin eklem yüzü kenarı boyunca yapışır.

Lateral kollateral ligaman, lateral epikondil aşağı kenarından başlar, aşağıya inerek anüler ligamanla birleşir.

Antüler ligaman insisura radialisin ön ve arka uçlarına tutunur. Kaput radiinin bu eklem yüzüne temasını sağlayan halka şeklinde kuvvetli bir bağdır (2,17,39,41,52,61).

**Bursalar:** Subkutan olekranon bursa, olekranon üzerindeki subkutan dokuda yerleşmiştir. Subtendinöz olekranon bursa olekranon ile triseps tendonu arasında yer alır. Radioulnar bursa, ekstansör digitorum tendonu, humeroradiyal eklem ve supinatör kas arasındadır. Bisipitoradiyal bursa biceps tendonu ile tuberositas radialisin ön bölümü arasında bulunur (17,39,52).

**Arterler:** Dirsek eklemine beslenmesi, brakiyal arterin kollateral dalları ile ulnar ve radiyal arterlerin rekürrent dallarının oluşturduğu rete artikulare kubiti aracılığıyla olur (2,39).

**Sinirler:** Dirsek eklemi sinirlerini genellikle n. muskulokutaneus ve n. radiyalisten alır. Fakat n. ulnaris, n. medianus ve bazende n. interosseus anteriordan da dallar alır. N. muskulokutaneus eklem kapsülünün ön kısmına, n. radiyalis arka ve ön dış kısmına, n. ulnaris de mediyal kollateral ligamana dal verir (2).

**Kaslar:** Dirsek eklemindeki fleksiyon hareketi, m. brakiyalis, m. biceps braki ve m. brakiyoradiyalis tarafından yaptırılmaktadır. Yavaş fleksiyon hareketi sırasında, yerçekimine karşı fleksiyonun sürdürülmesinde veya ön kolun hafif bir yük taşıması sırasında m. brakiyalis ve m. biceps braki temel görev üstlenmektedir. Hareket hızının artmasıyla m. brakiyoradiyalisin fonksiyonu belirgin hale geçmektedir. Bu kas özellikle yarı pronasyon durumunda en etkili çalışmaktadır. Dirence karşı, m. pronator teres ve m. fleksör karpiradiyalis fleksiyona yardımcı olmaktadır (61).

Dirsek eklemine ekstansiyonu m. triceps braki ve m. anconeus tarafından yaptırılır. Hızlı ekstansiyon hareketi sırasında m. brakiyoradiyalis şant görevi görür (61).

Ön kol pronasyonu m. pronator kuadratus tarafından yaptırılır. Hızlı hareket veya dirence karşı hareket sırasında m. pronator teres yardımcı olur. Yerçekimi de hareketin yapılmasına yardımcıdır (61).

Ön kol supinasyonu, dirsek ekstansiyonda ve dirençsiz halde iken m. supinatoryus tarafından yaptırılır. Dirsek fleksiyundayken, özellikle dirence karşı yapılan hızlı supinasyon sırasında bu kasa m. biceps braki yardım eder (61).

Elektromiyografik çalışmalar pronasyon ve supinasyon sırasında m. brakioradialiste herhangi bir aktivite değişikliği olmadığını göstermiştir (61).

Mediyal epikondil ve civarından başlayan pronator-fleksör kaslar; m. palmaris longus, m. pronator teres (kaput humerale) m. fleksör pollicis longus, m. fleksör karpi ulnaris, m. fleksör karpi radiyalis ve m. fleksör digitorum superfisialis (kaput humerale), lateral epikondil ve civarından başlayan supinatör-ekstansör kaslar, m. ekstansör digitorum, m. ekstansör digiti minimi, m. ekstansör karpi radiyalis longus- brevis, m. ekstansör karpi ulnaris ve m. supinatoryustur (41).

**Hareketleri:** Dirsek eklemi menteşe tipi bir eklem olup ön kolun fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin yapılmasına olanak verir. Bu hareket humeroulnar eklem ve ona eşlik eden humeroradial eklem aracılığıyla yapılır. Proksimal ve distal radioulnar eklemler aracılığıyla, humeroradial eklem eşliğinde ön kolun pronasyon ve supinasyon hareketleri yapılır (2,17).

Dirsekte 0° ekstansiyondan 140° fleksiyona kadar hareket genişliği vardır (2,17). Eklem yüzeylerine bağlı olarak ekstansiyon sırasında ön kol bir miktar pronasyon, fleksiyon sırasında bir miktar supinasyon yapar (2,61). Oluşan bu rotasyonel laksite genellikle 3°-5° arasındadır (42).



Ön kolun rotasyon hareketlerinin muayenesinde kol bedene yapıştırılır, adduksiyona getirilir ve dirseğe 90° fleksiyon yaptırılır. Bu durumda yapılan ölçümde 90° pronasyon ve 90° supinasyon mevcuttur (17). Supinasyon durumunda ön kol kemikleri birbirine paralel, pronasyon durumunda ise birbirini çaprazlar durumdadır(2).

## B. TENİSÇİ DİRSEĞİ

Tenisçi dirseği terimi, dirseğin lateral tarafında ağrı ve duyarlılığa neden olan bir dirsek hastalığını tanımlamak için kullanılan, jenerik bir terimdir (12,56,63).

Üst ekstremitenin en sık lezyonlarından birisi olan bu klinik tablo, ilk olarak 1873'te Runge tarafından tanımlanmıştır. Genel popülasyondaki insidansı %1-3 dolayındadır. Hastalık 40-60 yaşları arasında en sık ortaya çıkar. Genellikle dominant kol etkilenir, nadiren bilateral tutulum gözlenebilir. 30 yaşın altında nadirdir (19,30,46,56). Erkeklerde kadınlardan daha sıktır (56). Tenis oynayanların %40 - 50 'sinde hayatlarının herhangi bir devresinde ortaya çıkabilir (19,29,30). Ancak klinikte gözlenen vakaların sadece %5 kadarı tenis veya başka bir sporla ilişkilidir(19,30,56). Marangozlar, çiftçiler, diş hekimleri, politikacılar, cerrahlar ile tekrarlayan ön kol rotasyonu ve bilek fleksiyon ve ekstansiyonu gerektiren aktivitesi veya işi olan herkes bu hastalığın gelişimi açısından risk altındadır (13,46).

Tenisçi dirseğinin kliniği oldukça uniform olmakla birlikte altta yatan patoloji tam olarak anlaşılammıştır (19). Tenisçi dirseğindeki semptom ve bulgulara neden olarak, dirseğin lateral tarafındaki tüm yapılardan kaynaklanan, yaklaşık 25 farklı neden ortaya atılmıştır (30). Radiohumeral artrit, lateral kollateral ligaman zorlanması, anüler ligaman zorlanması anüler ligamanda dejeneratif değişiklikler radius başı ile kapitulum

arasındaki sinovyal kıvrımın sürtünmeyle kalınlaşması, radiohumeral bursit, posterior interossöz sinir sıkışması, radius başının fibrilasyonu, servikal radikulopatiye bağlı refleks ağrı bunlar arasında sayılabilir. Ancak vakaların çoğunluğunda neden ekstansör karpi radialis brevis ve ekstansör digitorum kaslarının lateral epikondildeki yapışma bölgesindeki patolojik değişikliklerdir (7,11,19,29,30,42,52,56,63). Yaygın olarak tenisçi dirseği jenerik terimi kullanılsa da özellikle lateral epikondildeki ekstansör kasları yapışma yerindeki değişikliklere dayanarak lateral epikondilit ve lateral epikondilji terimleri de kullanılmaktadır.

**Etiyopatogenez:** Tipik olarak aşırı kullanmanın getirdiği kümülatif zorlanma lateral epikondildeki tenoperiostal bölgedeki değişikliklere neden olmaktadır. Buradaki aşırı yüklenme, sekonder olarak ortaya çıkan kas kontraksiyonuna bağlı intrensek olabileceği gibi, direkt travma veya travmatik aşırı zorlanma gibi ekstrensek de olabilir (56). Yaşlanmanın da etkisi olabilir (30).

Tenoperiostal bölgenin kemik ve kasta diffüzyon yoluyla beslenmesi, çalışan kasın kan akımını büyük oranda kendi üzerine çekmesi nedeniyle iskemik stres ortaya çıkarabilir (19,30). Vibrasyon ince mekanik irritasyon yaparak ve perfüzyonu bozarak olayın gelişiminde rol oynayabilir (19).

Ağrı oluşumuna bu bölgedeki patolojik değişiklikler sonucu meydana gelen posterior interossöz sinir etkilenmesi de katkıda bulunabilir(17).

**Patoloji:** Tenisçi dirseğindeki patolojik değişiklikler konservatif tedaviye yanıt vermemiş, çoğunlukla birkaç kez steroid enjeksiyonu uygulanmış ve sonuçta cerrahi endikasyon konmuş kronik, inatçı vakalara aittir. Akut dönemdeki histopatolojik değişiklikler bilinmemektedir(30).

Operasyon sırasında ortak ekstnsör tendonda makro veya mikro yırtıklar gözlenebilir. Biyopsi materyali bulguları çok değişkenlik

göstermektedir. İnflamatuvar reaksiyon bulguları bildirenler yanında (7), kronik traksiyonun sonucu olarak tendonun yapışma bölgesinde mezenşimal transformasyon, yeni kemik oluşumu ve kalsifikasyon bildirenler (30) ve vasküler proliferasyon, hiyalin dejenerasyon, fibroblastik proliferasyon gibi devam eden bir tamir etme sürecinin de bulunduğu dejenerasyon bulgularını bildirenler de (43) vardır. Steroid injeksiyonu uygulanan hastalarda, patolojik bulguların değişken olduğu, inflamatuvar reaksiyonun baskılanması nedeniyle iyileşme bulgularının gözlenmediği, sıklıkla kalsifikasyon odaklarının görüldüğü belirtilmiştir(43). Olayın periostit olduğunu belirtenler vardır(11).

**Klinik:** Dirseğin lateral tarafında ani veya sinsi başlangıçlı ağrı vardır (56). Ağrı hastalarca çoğunlukla "derin" olarak tanımlanır (49). Ağrı ön kola veya omuza doğru yayılabilir (17,30,49). Tutma, kavrama ve hafif bir şey taşıma gibi basit hareketler sırasında ağrı agreve olabilir ve kişinin günlük yaşam aktivitesi kısıtlanabilir (56). Tokalaşmak, kapı kolunu tutmak ve direkt temas ağrı oluşturur (11). Hasta özellikle pronasyonda elindekileri düşürdüğünü ifade eder(17). Yakınmaların başlamasına neden olabilecek travmatik bir durum çoğunlukla yoktur.

Omuz periartriti, biceps tendiniti, fibrozis gibi diğer bağ dokusu hastalıklarıyla birlikte bulunabilir (52).

**Fizik Muayene:** Nadiren lateral epikondil bölgesinde hafif bir şişme bulunabilir (52). Dirseğin eklem hareket açıklığı çoğunlukla normalken, bazı kronik vakalarda birkaç derecelik ekstansiyon kısıtlılığı bulunabilir (30).

Lateral epikondil bölgesinin palpasyonunda duyarlılık mevcuttur. Epikondil kenarı, kapitelum aşağı kenarı, radyohumeral aralık ve radius başı palpasyonunda da ağrı olabilir (17). Bazen palpasyonla ekstansör tendonlarda şerit şeklinde uzanan sert bir bölge bulunabilir (46).

Ön kol pronasyonda, el bileği fleksiyonda iken yapılan pasif dirsek ekstansiyonu sırasında ağrı oluşur ve bu dirseğin tam ekstansiyona gelmesine engel olabilir (56).

Dirsek ekstansiyonda iken yapılan pasif el bileği fleksiyonu, dirence karşı yapılan el bileği ve parmak ekstansiyonu ile ön kol supinasyonu sırasında lateral epikondil bölgesinde ağrı oluşur(56).

Ekstansör kaslardaki spazm nedeniyle el bileği fleksiyonunda kısıtlama ve ekstansör kaslarda güçsüzlük saptanabilir (29). Ağrı nedeniyle kavrama ve ağırlık kaldırma gücünde azalma meydana gelir (56).

**Laboratuvar:** Tenisçi dirseğinde rutin laboratuvar incelemeleri normaldir.

Dirsek radyografileri çoğunlukla normaldir, nadiren epikondilin önünde hafif bir avulsiyon, ektopik kalsifikasyon ve periostiti düşündürülecek kabalaşma veya düzensizlik görülebilir (17,56).

Termografi klinik şiddetiyle uyumlu şekilde, lateral epikondil bölgesinde lokal sıcak bölgeler gösterir. Tedaviye yanıt termografik ile izlenebilir (8).

**Tedavi ve prognoz:** Tenisçi dirseği genel olarak selim seyirli bir tablodur. Tedavi edilmeyen vakaların çoğunda, yaklaşık bir yıl içinde semptomlar kendiliğinden düzelmektedir (7,19,46).

Tenisçi dirseğine yönelik olarak 40 kadar tedavi şekli önerilmiştir. Hekim grupları arasında tedavi seçimi konusunda farklılıklar, hatta karşıtlıklar olabilir. Ancak başlangıçta mutlaka konservatif yöntemler seçilmeli, fiziksel metodlara öncelik verilmelidir(19).

Hastaların büyük bir çoğunluğu konservatif tedaviye yanıt vermekte, %5 ten az bir hasta grubu cerrahiye gereksinim duymaktadır(46).

### ***Konservatif tedavi yaklaşımları:***

**1. İmmobilizasyon:** Dirsek fleksiyon, ön kol supinasyon ve bilek ekstansiyonda olacak şekilde alçı veya termoplastik materyalden yapılmış atel uygulanabilir (17,46).

Hastaların ağrısı ağırlaştırılan, ekstansör kasları gerektiren aktivitelerden kaçınması gerekir.

Tenisçi dirseği bandajı günlük aktiviteleri sırasındaki ağrının azalmasına yardımcı olabilir. Bu bandaj 4-5 cm enindedir ve dirsek eklemini distaline uygulanır (46).

### **2. NSAI ilaçlar**

#### **3. Fiziksel tedavi ajanları**

- a. Kriyoterapi (akut dönemde)
- b. Ultrason ve fonoforez
- c. Düşük enerjili lazer tedavisi
- d. Analjezik etkili elektrik akımları
- e. Magnetik alan tedavisi
- f. Derin friksiyon masajı

**Lokal steroid enjeksiyonu:** Yukarıdaki konservatif yöntemlere yanıt vermeyen %10-20 hastaya uygulanır. %90 dolayında iyileşme sağlar ancak %30 gibi yüksek bir rekürrens oranı vardır (19).

**Mills manuplasyonu:** Ortak ekstansör tendondaki parsiyel yırtığın anestezi altında total yırtığa döndürülmesidir (19,29).

**Cerrahi Tedavi:** Tüm bu tedavilere yanıt vermeyen yaklaşık %5 dolayında hasta cerrahiye gereksinim gösterir. Pek çok cerrahi yöntem ileri sürülmüştür ancak en başarılı olanı lateral gevşetme operasyonudur (19).

### C. DÜŞÜK ENERJİLİ LAZER TEDAVİSİ

Fizyoterapi alanındaki en yeni tedavi modalitelerinden birisi olup kullanımı giderek artmakta olan LASER, "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" sözcüklerinin baş harflerinden oluşmaktadır (20,45,53). Uyarılmış ışınım yayını ile ışığın yoğunlaştırılması şeklinde dilimize aktarabileceğimiz bu tanımlamanın ilkeleri 1917 yılında A. Einstein tarafından belirlenmiştir (45,53).

Lazer diğer uygulama alanlarının yanısıra, son yıllarda tıbbın çeşitli dallarında kullanılmaya başlanmıştır. Kısaca yoğunlaştırılmış ışık olarak tanımlayabileceğimiz lazer, 1954 yılında Colombia Üniversitesin'de C.H. Townes ve arkadaşlarının çalışmaları sonucunda elde etmeyi başardıkları Maser sisteminin (mikrodalga amplifikasyonu) geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. 1960 yılında Maiman tarafından ilk lazer ışığı elde edilmiş, A. Civan tarafından geliştirilmiş ve sürekli hale getirilmiştir. Bu tarihten itibaren özellikle gaz lazerlerin bulunmasıyla sistemler büyük bir hızla gelişerek bugünkü boyutlara ulaşmıştır (45,53).

Einstein belli koşullar altında atom ve moleküllerin ışığı veya radyasyonu absorbe edebileceklerini, daha sonra da bu atom ve moleküllerin depolamış oldukları enerjiyi yeniden serbestleştirirken onlara yeni özellikler kazandırabilecekleri savını ortaya atmıştır. Bu esasa dayanan, bugün çok yaygın kullanım alanı olan helyum-neon lazerinin üretim şekli şöyle özetlenebilir:

Cihaz iki ucu birbirine paralel aynalarla kapatılmış, içi helyum-neon gazları ile dolu silindirik bir tüpten oluşmuştur. Kalem inceliğinde ve üzeri metal kaplı olan ikinci bir tüp aynalardan birini delerek gaz dolu boşluğa yerleştirilmiştir. Katot adı verilen bu metal kaplı küçük tüp, elektrik akımı verildiğinde çevreye elektronlar saçmaktadır. Çevreye yayılan elektronlar

helyum atomlarına çarparak onları uyarırlar. Böylece hızları artan helyum atomları neon atomlarını da uyarırlar. Uyarılan atomların elektronları her yeni uyarı sonucunda çok kısa bir süre için bir üst yörünge düzeyine geçerler ve hemen sonra eski yörüngelerine dönerler. Bu sırada her elektrondan bir enerji ortaya çıkar. Serbestleşen bu enerji ışığın temel ünitesi olan fotondur. Sayıları hızla artan fotonlar sağa-sola, aşağı-yukarı saçılırken bunlardan bazıları iki ayna arasında kapana kısılr ve sürekli olarak yansıyarak düzgün bir osilasyona başlar. Bu düzenli geliş gidişlere zamanla diğer fotonlar da katıldığında senkronize bir hareket beraberliği doğar ve yeterli güç elde edilince, kısmen geçirgen olan aynalardan birinden yoğunlaşmış bir ışın demeti tüp dışına yayılır. Bu ışın demeti lazer özelliğini kazanmıştır. Özel yöntemlerle bu ışın ile taşınan enerjiyi binlerce wata yükseltmek mümkündür(45).

Teorik olarak her madde lazer ana maddesi olarak kullanılabilir. Kullanılan ana maddeye göre lazerleri dört gruba ayırmak mümkündür.

1. Katı lazerler
2. Sıvı lazerler
3. Gaz lazerler
4. Yarı iletgen lazerler (45,53).

**Lazerlerin Fiziksel Özellikleri:** Bilinen lazer dalga boyları ultraviyole (<400 nm), görülebilir spektrum (400-700 nm), infared (>700) bölgelerinde yer alabilmektedir (40).

Lazer ışınlarının fiziksel özelliklerini şu şekilde özetlemek mümkündür.

1. Lazer ışınları monokromdur: Tek dalga boyundaki ışınlardan oluşmuştur.

2. Lazer ışınları arasında uyumluluk (coherence) vardır: Işın dalgaları arasında uzaysal ve zamansal tam bir uyum vardır. Böylece rezonans özelliği gösterir ve çok uzaklara yayılabilir.

3. Lazer ışınları çok az saçılma (diverjans) özelliği gösterir. Bu nedenle lazer çok ince bir demet halinde yayılır.

4. Lazer ışınlarının büyük bir elektromagnetik alan gücü vardır ve buna bağlı enerji taşıyıcı özelliğe sahiptir. Küçük yüzeylere yoğun şekilde enerji aktarabilir. Enerji yoğunluğunu istenilen şekilde ayarlamak mümkündür (20,31,45,53).

5. Lazer ışınları herhangi bir dokuya uygulandığında diğer ışınlarda olduğu gibi yansır, emilir, dağılır ve iletilir (31,53).

Günümüzde pekçok lazer tıpta kullanım alanı bulmuştur. Bu lazerleri ana olarak düşük enerjili (medikal) lazerler ve yüksek enerjili (cerrahi) lazerler olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür(20,45).

**Cerrahi Lazerler:** Bu lazerlerin etkisi, taşıdıkları yüksek enerji nedeniyle dokularda meydana getirdikleri termal etkilerle ortaya çıkar. Işınların büyük kısmı emildikten sonra ısı enerjisine dönüşür. Buna bağlı olarak dokularda önce lokal bir ısınma ve dehidratasyon oluşur. Lazer uygulamasının devam etmesiyle koagulasyon, karbonizasyon veya buharlaşma meydana gelir (37,53). Bu alanda kullanılan lazerlerin güçleri 10-1000 W/cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir(40).

Bu tip lazerler oftalmoloji, dermatoloji, nöroşirürji ve diğer alanlarda değişik endikasyonlarda kullanılmaktadır. Elektrokoter ve elektrobisturi olarak kullanılmaları yaygındır (53).

Bu lazerler, ultraviyole spektrumdan EXCIMER-lazerler (EXCIted-diMERs), görünen spektrumdan Argon ve KTP (Potasyum titanil fosfat)



lazerleri, infared spektrumdan neodmiyum-YAG (Ytrium Aliminium Oxide Garnet), holmiyum-YAG erbiyum-YAG ve CO<sub>2</sub> lazerleridir (37,40,53).

**Düşük Enerjili Lazer Tedavisi:** Bu tedavi yaklaşık yirmi yıldır araştırılmakta ve klinik olarak giderek yaygınlaşarak kullanılmaktadır. İlk çalışmalar özellikle Doğu Avrupa ülkelerinde yapılmış, daha sonra diğer ülkelerden de çalışmalar bildirilmiştir. Başlangıçta yapılan bu çalışmalar, metodolojik yetersizlikleri ve kanıtlanmamış iddialarının bulunuşu nedeniyle pek taraftar toplamamış ve sonuçlar şüpheyle karşılanmıştır. Son yıllarda konuyla ilişkili çalışmalarda artış olmuş ve tedavinin klinik uygulaması giderek artmıştır (4,31). ABD'de bu lazerin klinik kullanımı için onay verilmemiş, sadece klinik araştırmalarda kullanıma izin verilmiştir(3).

Düşük enerjili lazer tedavisi için 630-1300 nm dalga boyunda lazerler kullanılmaktadır. Görünen spektrumda yer alan He-Ne (Helyum - Neon) lazeri ile infared spektrumda yer alan Ga-As (Galyum-Arsenid) ve Ga-As-Al (Galyum-Arsenid-Aluminyum) lazerleri bu grupta incelenmektedir.

1989 sonrası literatürde büyük oranda düşük enerjili lazer tedavisi terimi kullanılırken, daha eski ve bazı yeni yayınlarda soğuk lazer, atermik lazer gibi terimlere de rastlanmaktadır (5,25,47,57). Yine literatürde He-Ne lazeri için "soft lazer", Ga-As ve Ga-As-Al lazeri için "mid lazer" terimleri de kullanılmaktadır (6,45).

Düşük enerjili lazer tedavisini tanımlayan parametreler, lazerin tip ve dalga boyu, ortalama gücü, maksimum gücü, uygulama süresi, sürekli veya kesikli oluşu ve ışın demetinin kesit alanıdır. Kullanılan lazerler genelde, 50 mW/cm<sup>2</sup> veya daha az ortalama güç yoğunluğu, 0.1-4 J enerji yoğunluğu sağlamaktadır. Kesikli lazer tedavilerinde 2 Hz-300 kHz lik frekanslar kullanılmaktadır (31). Düşük enerjili lazerlerin ışın kesit alanı cihazlara göre değişmektedir.

Uygulama dozları ve süreleri daha çok cihaz üreticilerinin önerdiği şekilde yapılmaktadır (20).

Işık bir dokuya yöneltildiğinde yansır, yayılır, dağılır ve emilir. Deri ve deri altı dokularındaki inhomojenite nedeniyle pek çok iç yansıma daha meydana gelir (31,40,53). Işının penetrasyon derinliğinin, dokudaki ışın penetrasyonun kompleks dogasına ve lazerin dalga boyuna bağlı olarak 1-4 mm arasında değiştiği genellikle kabul edilmektedir(31,53). İnfrared spektrumdaki lazerler daha derine penetre olurken, ultraviole bölgedeki lazerler daha yüzeysel kalmaktadır. Işık enerjisi derinlikle eksponansiyel şekilde azaldığından her bir "penetrasyon derinliğinde" %63 oranında azalmakta, bu nedenle daha derin dokularda daha az etkili hale gelmektedir (31). Maksimum derinlikte dalga ekseni deri yüzeyine paralel hale gelmektedir(53).

**Fizyolojik Etkileri:** Sağlam dokular üzerine düşük enerjili lazer tedavisinin etkilerini yorumlamak ve bu etkileri birleştirmek oldukça güçtür. Çünkü bu alanda yapılan çalışmalarda çok farklı "bireyler" kullanılmış (in vitro, in vivo ve insan çalışmaları) ve pek çok laser tipi çok değişik dozlarda kullanılmıştır (31).

Düşük enerjili lazer tedavisinde çok düşük enerji düzeyleri kullanıldığı için, dokularda meydana gelen sıcaklık değişikliği 1°C'in altında kalmaktadır (3,4,31). Bu nedenle bu tedavi sırasında gözlenen etkileri termal etkilerle açıklamak mümkün değildir ve non-termal etkiler üzerinde durulmaktadır (4,20,31,45,53).

Son on yılda düşük enerjili lazer tedavisinin etkisini açıklamak için iki farklı teori ortaya atılmıştır. Bunlar, biyostimulasyon veya lazerin katalizlediği reaksiyonlar teorisi ve fotokimyasal teorilerdir (6).

Biyostimulasyon teorisine göre, düşük enerjili lazer tedavisi ile verilen elektromagnetik enerjinin tüm hücre fonksiyonlarını stimüle ettiği ileri sürülmüştür. Bu etki, biyokimyasal, proliferatif aktivitenin stimülasyonu veya inhibisyonu şeklinde olabilir. Bunun hücrelerde hastalık durumunda oluşan enerji düzeyi değişikliklerinin lazer tedavisiyle etkilenmesine bağlı olduğu öne sürülmüştür(6).

Fotokimyasal teoriye göre, lazerin absorpsiyonu doku kromoforlarında (fotoresptörler) oluşur. Bu kromoforlar, enzim, hücre zarı molekülleri veya herhangi bir hücre içi veya dışı molekül olabilir. Lazerin neden olduğu etkilerin bu kromoforların aktivasyonuna bağlı olduğu ileri sürülmüştür (6,31). Hücre zarı üzerine olan etkinin ışının polarizasyon özelliğine bağlı olduğu belirtilmiştir (33).

Ancak düşük enerjili lazer tedavisinin etkisini tam olarak açıklayabilen ve geniş kabul gören bir mekanizma yoktur. Bu nedenle de bu uygulamanın ampirik bir yaklaşım olduğunu öne sürenler de vardır (57).

Düşük enerjili lazer uygulamasına bağlı olarak rapor edilmiş biyokimyasal ve fizyolojik etkiler:

- Fibroblast aktivitesinin ve buna bağlı olarak kollagen sentezinin artması.
- Hücrelerde PG içeriğinin değişmesi.
- Doku, LDH ve süksinik dehidrogenaz konsantrasyonlarının yükselmesi.
- ATP sentezinin artması.
- DNA ve RNA sentezinin artması.
- Sitoplazmik histolojik değişiklikler.
- Hücrel proliferasyonun hızlanması.

- Nöronal aktivitenin değiştirilmesi: Ağrı eşiğinin yükselmesi, geçici klonus supresyonu ve somatosensoriyel uyarılmış potansiyel oluşturulması.

- Hasara uğramış optik ve periferik sinirlerin tamirinin hızlandırılması ve fonksiyonunun iyileştirilmesi.

- Distal sinir latanslarında azalma.

- Oksihemoglobinin fotodisosiasyonu.

- Yüzeysel vaskularitede artış ve vazodilatasyon.

- Yara, kırık ve kırık iyileşmesinin hızlandırılması.

- Mast hücreleri sayısında ve degranulasyonunda azalma.

- Romatoid artritli hastalarda immün kompleks konsantrasyonlarının azalması.

- Fagositozda artma.

- Kas spazmının çözülmesi (1,3,4,5,20,31,45,58,59,60).

Ancak bu etkilerin doğrulanamadığı çalışmalar da mevcuttur. Greathouse ve ark. (25) infrared düşük enerjili lazer tedavisinin normal bireylerde duyuşal iletiyi değiştirmediğini göstermişlerdir. Bliddal ve ark. (10) romatoid artritli hastalarda He-Ne lazeri uygulamasının klinik ve laboratuvar parametrelerine etkili olmadiğını rapor etmişlerdir.

***Düşük Enerjili Lazer Tedavisinin Endikasyonları:*** Ağrılı pek çok klinik tablonun tedavisinde ve yara iyileşmesinin hızlandırılmasında kullanılmaktadır. Batı literatürde bu tedavinin muskuler zorlanma, aşırı kullanma sendromları, dejeneratif artrit, romatoid artrit, nöropatik ağrı, herpes zoster, bel ağrısı, boyun ağrısı, karpal tünel sendromu, varis ülserleri ve dekubitis ülserlerinin iyileştirilmesi gibi endikasyonlarda kullanıldığı göze çarpmaktadır(3,4,20,31,45,53). Ancak Doğu Avrupa ülkelerinde endikasyon biraz daha genişleyip, kellik tedavisinde ve yüz kırışıklıklarının giderilmesinde de kullanımı gözlenmektedir (4).

He-Ne lazerinin (dalga boyu 633 nm) analjezik etki ve yara iyileşmesinin hızlandırılması bakımından diğer lazerlerden daha etkili olduğu öne sürülmüştür (4).

**Uygulama Teknikleri:** Bu amaçla geliştirilen cihazlarla belli bir deri bölgesinin ışınlanması veya belli noktaların stimüle edilmesi mümkündür. Nokta stimülasyonu ile yapılan tedavi şekli akupunktur ile karşılaştırılmaktadır(53).

Cihazların teknik olarak tam bir standardizasyonu yoktur. 10 cm çapında He-Ne lazeri demeti veren cihazlar yanında 1 mm çapında infrared Ga-As-Al lazeri demeti veren cihazlar mevcuttur (13,20). He-Ne ve infrared lazerini kombine eden cihazlar da vardır. Büyük kesit alanlı cihazlarla daha geniş yüzeylerin tedavisi mümkündür. Bunlar genelde hastaya 30 cm uzaktan odaklanır. Kaleme benzer elle tutulan elektrodu olan cihazlarla deriye 1 cm uzaktan veya temas yoluyla lazer tedavisini uygulamak mümkündür. Uygulama sırasında ışının deriye dik olarak gelmesi gerekir (20).

Lazer ışınının göz lensi aracılığıyla retina üzerinde yoğun elektromagnetik enerji odaklanması mümkündür. Bu nedenle hem hastanın, hem de uygulayıcının koruyucu gözlük kullanması gerekir. Ayrıca iyi aydınlatılmış bir odada çalışma, lazer demetini yansıtan ayna, cilalı taban, parlak yüzeyler gibi yansıtıcılardan kaçınma gibi bir seri önlemin alınması gerekir (20).

### **Kontrendikasyonlar:**

1. Oftalmolojik endikasyonlar dışında direkt olarak göze uygulanmamalıdır (53).

2. Epileptiklere uygulanmamalıdır(20).

3. Kardiyak pace-maker taşıyan hastaların göğüs bölgeleri tedavi edilmemelidir (20,53).

4. Endokrin bezlerde hipersekresyon oluşturabileceğinden tirod bölgesine uygulanmamalıdır(53).

5. Enflamatuvar romatizmal hastalıkların alevli dönemlerinde uygulanmamalıdır (53).

6. Enfekte bölgeler ile varikoz venler üzerine uygulamadan kaçınılmalıdır(53).

7. Fetus, gonadlar ve malignant tümörler üzerine uygulanmamalıdır(31).

#### **D. ULTRASON TEDAVİSİ**

Ses, dar anlamda insan kulağının duyabildiği gürültüler olarak tanımlanabilir. Fiziksel açıdan ise ses, longitudinal olarak yayılan mekanik dalgalardır. İnsan kulağı ancak 16.000-20.000 Hz frekansındaki sesleri duyabilir. Bu aralığın altındaki ses dalgalarına infrason, üstündekilere ultrason adı verilir (53).

Ultrasonların elde edilmeleri piezoelektrik etkiye dayanmaktadır. P. Currie 1883 te bazı kristallere belli yönde mekanik ritmik bir basınç uygulandığında, elektiriksel bir gerilim oluştuğunu görmüştür. Tersinin de geçerli olduğu, yani elektiriksel yük uygulanan kristalde mekanik titreşimlerin oluştuğu bu olaya, piezoelektrik etki adı verilmiştir (53).

Langevin 1917 yılında ultrason uygulanan balıkların öldüğünü gözleyerek ultrasonun biyolojik etkilerini farketmiştir. Tıpta ultrasonu tedavi amacıyla ilk kullanan Hovarth olmuştur. Hovarth 1944 de deri tümörlerini ultrasonla tedaviyi denemiştir (53,45). 1952 de Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Konseyi ultrasonu bir tedavi aracı olarak kabul etmiştir(53).

Ultrason tıpta çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. İnsan vücuduna yollanan ve değişik özellikteki dokulara çarpıp yansıyan ultrason dalgalarının dedektörlerle tutulup incelenmesiyle yapılan diagnostik yöntem sonoskopi veya ultrasonografi denir. Ayrıca beyin tümörlerinin, böbrek ve mesane taşlarının ameliyatsız tedavisi için cerrahi kliniklerince de kullanılmaktadır (53,45).

**Terapötik Ultrason Cihazı:** Bu cihaz yüksek frekanslı alternatif akım üreten bir jeneratörden meydana gelir. Bu yüksek frekanslı elektrik akımı, bir transdüser aracılığıyla akustik vibrasyonlara dönüştürülür. Transdüser temel olarak iki elektrot arasında sokulmuş bir kristalden meydana gelir. Yüksek frekanslı elektrik akımı, piezoelektrik etkinin tersine çevrilmesiyle mekanik vibrasyonlara dönüştürülür. Elektrik jeneratörünün, terapötik cihazlarda görülen üç temel bileşeni akım kaynağı, yüksek frekanslı akım oluşturan osilasyon devresi (radyo frekans jeneratörü) ve güç çevirici (transdüser) devresidir (34).

Klinik kullanımdaki ultrason başlıklarının yüzey alanı 1-13 cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir (53,45).

Ultrason yoğunluğu watt/cm<sup>2</sup> cinsinden ifade edilir. Bu ortalama yoğunluk, başlık toplam gücünün (watt), başlığın yüzey alanına (cm<sup>2</sup>) bölünmesiyle elde edilir. Doku derinliklerinde terapötik etkiler oluşturabilmek için cihaz 3-4 watt/cm<sup>2</sup> lik ortalama ultrason yoğunluğu oluşturabilmelidir (34).

**Ultrasonun Fiziksel Özellikleri:** Ultrasonun fiziği, frekansındaki değişiklikler dışında, duyulan ses fiziği gibidir (34). Ses dalgaları yayılma, yansıma, kırılma ve emilme gibi fiziksel özellikler gösterir (15). Ultrason boyuna kompresyon dalgaları şeklinde yayılır. Silindirik bir ultrason ışını söz konusu olduğundan yayılım aynı zamanda, ışının eksenine paralel olur (34).

Ultrasonun yayılabilmesi için bir ortam gerekir. Havasız bir ortamda ses yayılamaz. Yayılma hızı ortama göre değişir ve bu hız ortamın yoğunluğuyla doğru orantılıdır (53). Havada 344 m/sn, suda 1410m/sn, kas dokusunda 1540m/sn, kemik dokusunda 3360 m/sn hızla yayılır (45,20). Ultrason dokularda yayıldıkça kademeli olarak emilir, ısıya dönüşür ve yoğunluğu da genel olarak hafifler.Emme olayının asıl olarak doku proteinlerinde olduğu gösterilmiştir (34).

Ses yansıma kuralına uyar. Ultrason dalgası bir ortamda ilerlerken daha az geçirgen bir ortamla karşılaşırse yansıma oluşur. Hava ultrason dalgalarını az geçirdiği için, yansımayı azaltmak için tedavi başlığı ve tedavi bölgesi arasında hava kalmamasına dikkat edilir. Ancak ultrason dalgasının karşılaştığı her bir ortak yüzeyde daima bir miktar yansıma olur. Bir ortak yüzeyde yansıyan ve diğer ortama geçen ultrason arasındaki orana akustik enpedans denir. Akustik enpedans düşük olduğunda geçiş yüksek, yüksek olduğunda düşük oranda olur (20).

Dokularda ultrasonik enerjinin yayılımı, biyolojik ortamın emme özellikleri ve ortak doku yüzeylerinde ultrasonun yansımaya bağlı olarak değişir. Ultrason farklı akustik empedanslı dokular arasındaki ortak yüzeyleri seçici olarak ısıtır (34). Bunun sonucunda özellikle periosteumda yoğun bir ısınma olur (45). Yumuşak dokular arasında çok az yansıma olur. Deri altı yağ dokusunda ve kas dokusunda ısıya dönüştürülen enerji miktarı çok fazla değildir. Bu nedenle ultrasonun penetrasyon derinliği kısa dalga ve mikrodalga diyetermiden daha fazladır. Cerrahi metalik implantlar yapay ortak yüzeyler oluştururlar. Bunların akustik empedanslarının kemik yada yumuşak dokudan oldukça farklı olduğu saptanmıştır. Bu nedenle implant çevresinde fokal enerji yoğunlaşmaları oluşabilir. Ancak metal implantlar çok



yüksek bir termal iletkenliğe sahip olduğu için, ısı büyük hızla uzaklaştırılır. Bu nedenle implant varlığında bile ultrason güvenle kullanılabilir (34).

Ultrasonun homojen bir ortamdan geçerken, emilip ısıya dönüşmesiyle oluşan ısınmaya kapsam ısınması, ortamların birleşme noktalarında yansıma ve tersine yayılma sonucu oluşan ısınmaya yapısal ısınma denir (45).

1 MHz'den düşük frekanslarda ultrason dalgaları emilmeye uğramadan dokuları kolaylıkla geçer, fazla ısınma da olmaz. Frekans yükseldikçe dokuların ultrason enerjisini büyük oranda tutmaya başladığı görülür. Sonuç olarak yüksek frekanslı ultrason dalgalarının tümünün yüzeysel doku katlarında, özellikle deride ısıya dönüştüğü saptanır. Bu nedenle derin dokularda ısınma sağlayabilmek için ultrason frekansı ne çok düşük ne de çok yüksek olmalıdır (45). Günümüzde tedavide 1-3 MHz frekansları kullanılmaktadır (20).

Ultrasonun fiziksel özelliklerinden biri de kırılmadır. Ultrason dalgası iki ortamın ortak noktasından kırılarak geçer. Düşük hızla yayıldığı bir ortamdan yüksek hızla yayıldığı bir ortama geçerse normalden uzaklaşır (20).

**Ultrasonun Fizyolojik Etkileri:** Ultrasonun ödem azaltılmasında, ağrının giderilmesinde, doku tamirinin hızlandırılmasında ve skar formasyonunun değiştirilmesinde etkili olduğu iddia edilmektedir (38).

Ultrasonun fizyolojik etkileri termal ve non-termal olmak üzere iki grupta incelenir (45).

**Termal Etkiler:** Dokular tarafından emilen ultrason ısıya dönüşmektedir (45). Akustik empedans farkı nedeniyle ultrason, sırasıyla kemikler, sinirler, kaslar ve derialtı yağ dokusunda tutulmaktadır. Lehmann ve arkadaşları ultrasonun biyolojik etkilerinin büyük oranda ısı artışına bağlı olduğunu bildirmişlerdir (15).

Ultrason uygulaması sonucu olarak periferik arteriyel kan akışının arttığı, doku metabolizmasının değiştiği saptanmış ve bunlar ısıtma etkisine bağlanmıştır (53,34). Ultrason düşük dozlarda dokularda hiperemi, yüksek dozlarda staz ve sonuçta şiddetli doku hasarı oluşturur (15).

Biyolojik zarların geçirgenliğinde belirgin artış ve zar potansiyelinde değişiklik oluşturabileceği, bunun büyük oranda ısınma etkisinin sonucu olduğu, ancak bunda non- termal etkilerin de rolünün olabileceği belirtilmiştir (34).

Ultrasonun sinirler üzerindeki etkisinin termal etkiden kaynaklandığı, periferik sinirlerde iletim hızının değiştirilebildiği, aksiyon potansiyellerinde azalma, blok ve paraliziler oluşturduğu bildirilmiştir. Doza bağlı olarak spinal reflekslerde azalma veya artma oluşabilir. Periferik sinirlere veya serbest simir uçları alanına uygulandığında ağrı eşiği yükseltilebilir (15,34).

Orta dozlarda kas tonusunu ve ağrılı kas spazmını azaltır (15).

Sempatik sinirlere uygulandığında vaskularitede ve deri sıcaklığında artışa neden olur(34).

Otonomik sinirlere düşük dozlarda uyarıcı, yüksek dozlarda inhibitör etkide bulunur(15).

Sıcaklık yükselmesi ile kollagenin uzayabilirliği artar, böylece yapışıklık ve skar dokularının gerilmesi kolaylaşır(20).

Doku sıcaklığının yaklaşık 5 dakika 40-45°C arasına yükseltilebildiği bildirilmiştir (16).

**Non-termal Etkiler:** Bazen tüm reaksiyonlar ultrasonun termal etkisiyle açıklanamaz. Non-termal etkiler ultrason tarafından dokularda oluşturulan kuvvetler sonucu ortaya çıkmaktadır(20). Bu etkiler frekansa, doku tipine ve tedavi metoduna bağlı olarak ortaya çıkabilir. En iyi bilinen non-termal etkiler kavitasyon, ortam hareketi (mikrosirkulasyon) ve durağan

dalgalarıdır. Bu etkiler klinikte kullanılan enerji ve frekanslarda da şmaktadır(3).

Biyolojik zar geçirgenliğindeki değişikliklerin sadece termal etkiyle oluşmadığı, zardan diffuzyon hızını arttıran etkilerle de olduğu saptanmıştır (34). Zarin sodyum iyonlarına olan geçirgenliğindeki değişiklikler, ultrasonun sinirlerde oluşturduğu elektriksel aktivite değişiklikleri ve ağrı azalmasıyla ilişkili olabilir (16).

Artmış kollagen sentezi, değişen mikrovasküler dinamikler, artmış miyofibroblastik aktivite ve hücre zarında değişen iyon geçirgenliği gibi oluşan etkilerin büyük oranda hücresel düzeydeki değişikliklerle olduğu bildirilmiştir (44).

Ultrasonik longitudinal kompresyon dalgaları hücrelerde ve hücreler arasında basınç değişiklikleri oluşturarak, hücrelerarası boşluktan doku sıvısının hareketini etkiler bu ödemin azalmasına yardım edebilir (20).

Ultrasonun ortam içerisinde oluşturduğu basınç farkları sonucunda bir periyodun yarısında bir araya sıkışmış olan moleküllerin periyodun diğer yarısında ani olarak genişlemesine kavitasyon denir (15). Kavitasyon dengeli veya dengesiz olabilir (20). Kavitasyon canlı organizmada benekli şekilde hücre yıkımına ve peteşiyal kanamalara yol açar. Sabit teknikle uygulamalarda  $1 \text{ Watt/cm}^2$  ve daha düşük, okşama (stroking) tekniğiyle uygulamalarda  $4 \text{ Watt/cm}^2$  ye kadar olan dozlarda kavitasyonun yıkıcı etkileri oluşmamaktadır (34).

Sabit teknikle uygulama sonucu kan hücrelerinde kümelenme, trombosit agregasyonu ve bunlara bağlı staz olduğu bildirilmiştir(34).

Yara iyileşmesinde, ultrason onarımın üç dönemi üzerine de etkili olabilir. Enflamasyon döneminde lizozomların fragilitesini arttırarak, enzim salınımını arttırabilir. Proliferasyon döneminde Ca iyonlarının miyofibroblast

ve fibroblastlara girmesini sağlayabilir. Bu durum bunların onarım alanına hareketini arttırır. Miyofibroblastlarda yara kenarlarını biraraya getirmek için kasılmayı, fibroblastlarda skar oluşumu için kollagen sentezini stimüle eder. Yeniden şekillenme döneminde skarı oluşturan fibrillerin yön, kuvvet ve esnekliğini etkileyerek, skarın gerilme gücünü arttırmaktadır (20,38).

İn vitro çalışmalarda, ultrasonun kollagen sentezinin arttırılması yönündeki etkisinin iyileşmenin erken dönemlerinde olduğu, tedavinin uzatılmasıyla etkinin negatife döndüğü gösterilmiştir (38).

Ultrason etkisiyle oluşan mast hücre degranulasyonu ve histamin salınımının da, doku iyileşmesine olan etkilerden sorumlu olabileceği bildirilmiştir (21).

### ***Ultrason Uygulama Teknikleri:***

**1. Direkt Temas:** Tedavi edilecek olan yüzey düzgün ise, deri ve tedavi başlığı arasına hava girmesini engelleyen bir madde uygulandıktan sonra yapılır (20). Tedavi başlığı, tedavi sırasında sabit tutulur (sabit teknik) veya dairesel hareketlerle ileri geri gezdirilerek ultrason enerjisinin dokular- da düzenli tutulması sağlanır (okşama-stroking tekniği)(34,45). Sabit teknikle uygulama sırasında bazı dokularda aşırı ısınma ve nekroz oluşabilir (45). Kullanılan hiçbir ara madde tam geçiş sağlamadığı için orijinal ultrason yoğunluğunun ancak belli bir yüzdesi hastaya verilebilir.

Bu teknik tedavi başlığının üç katına kadar büyüklükteki alanların tedavisi için uygundur (20).

**2. Su İçi Uygulaması:** El, ayak, dirsek gibi girintili, çıkıntılı ve dar alanlara, çok hafif dokunmayla ağrıyan bölgelere ultrason tedavisi en iyi şekilde su içinde yapılabilir (45). Su banyosu mümkünse gazdan arındırılmış su ile doldurulmalı, çeşme suyu kullanılmışsa uygulama sırasında başlık ve

hasta derisi üzerinde biriken hava kabarcıkları yansımayı önlemek için sık sık temizlenmelidir. Tedavi sırasında başlık deriden 1cm uzakta, deri yüzeyine paralel olarak tutulur ve konsantrik daireler şeklinde hareket ettirilir (20).

**3. Su Torbası Uygulaması:** Düzensiz kemik yüzeyler üzerinde gazdan arındırılmış su ile doldurulmuş bir kauçuk torba kullanılabilir. Hasta cildi ile torba ve torba ile tedavi başlığı arasına ara madde konarak direkt temas tedavisindeki gibi uygulama yapılır. Çok fazla ortak yüzey bulunması ve enerjinin çoğunun kauçuk tarafından emilmesi gibi sakıncaları vardır(20).

Ultrason tedavisi sürekli veya kesikli (pulse) şekilde uygulanabilir.

**Kesikli (Pulse) Ultrason Uygulaması:** Sabit uygulama ile gerekli dozların verilebilmesini sağlamak için kesikli şekilde ultrason veren cihazlar yapılmıştır. Bu şekilde belirli aralarla ultrason dalgaları veren uygulamaya impulsiyon tekniği denir(15). Hemen hemen tüm ultrason tedavi cihazları hem sürekli, hem de ultrasonun 2 msn'lik paketlere bölündüğü kesikli uygulamaya elverişlidir (62). Pulsasyon oranı, ultrasonun verildiği sürenin verilmediği süreye oranıdır. Bu oran bazı cihazlarda 2:8 olarak sabit iken bazılarında 1:2, 1:4, 1:7 gibi değişiktir (20). Oran 1:1 iken inaktif zaman 2 msn, 1:2 iken 4 msn, 1:4 iken 8 msn, 1:7 iken 14 msn'dir. Aktif süre boyunca şiddet artmaz. Kesikli modülasyon kullanıldığı zaman, transdüser zamanın bir kısmında ultrason vermeyeceği için zamanla orantılı şekilde şiddet azalacaktır. 1 Watt/cm<sup>2</sup> lik dozun zamanla orantılı şiddeti, pulsasyon oranı 1:1 iken 0.5 W/cm<sup>2</sup>, 1:2 iken 0.33 W/cm<sup>2</sup>, 1:4 iken 0.2 W/cm<sup>2</sup> olacaktır (62).

Kesikli uygulamanın amacı enerjinin yoğunlaşıp aynı bölgenin aşırı ısınmasının önlenmesidir. Sabit teknikle uygulanabilir (53).

**Ultrasonun Tedavi Dozu:** Bu konuda çeşitli görüşler vardır. Sürekli şeklin mi yoksa kesikli şeklin mi kullanılması gerektiği, yararlı etkiler

oluşturmak için hangi ultrason dozlarının gerekli olduğu konusunda tartışmalar devam etmektedir. Gözönüne alınması gereken temel nokta tedavi edilecek durumun akut mu, kronik mi, yüzeysel mi, derin mi olduğudur (20).

Tedavide yararlı bulunan yoğunluklar genellikle hareketli bir başlık ile uygulanan  $0.5-4 \text{ W/cm}^2$  veya sabit bir başlık ile uygulanan  $1\text{W/cm}^2$  ve daha düşük yoğunluklardır. Uygulamalar genellikle günlük yapılır. Günde iki tedavi, haftada 3 gün tedavi yapılabilir. Süre genellikle 5-10 dakikadır (34). Akut durumlarda semptomların alevlenmesini önlemek için düşük doz, kısa süre ve kesikli uygulama önerilir. Semptomların alevlenmesi tamir olayının başladığını gösterebileceği için her zaman kötü bir belirti değildir (20).

Kronik durumlar hem kesikli, hem de sürekli uygulama ile tedavi edilir. Sürekli uygulamada hafif bir sıcaklık hissi oluşturan ultrason yoğunluğu kullanılmalıdır. İzin verilen maksimum uygulama şekli 8 dakikalık  $2\text{W/cm}^2$  dir(20).

Su içi uygulamalarda doz biraz daha yüksek tutulur ve ortalama  $3 \text{ W/cm}^2$  ile 5 dakika tedavi yapılır (53).

Altı tedaviden sonra düzelme olmuyorsa ultrasonun yararlı olup olmayacağı şüphelidir (20).

### ***Ultrason Tedavisinin Endikasyonları:***

1. Eklem hastalıkları: Omurganın ve çevresel eklemlerin dejeneratif, remisyon dönemindeki romatoid artrit, ankilozan spondilit gibi enflamatuvar hastalıklarının ve sekellerinin tedavisinde(15,45,53),

2. Eklem dışı romatizmal hastalıklar: Bursit, periartrit tendinit, tenosinovit, epikondilit gibi yumuşak doku romatizmalarında (15,45,53),

3. Posttravmatik sekeller, spor yaralanmaları (53),

4. Periferik sinir hastalıkları: Ağrılı periferik nöropatilerde ve herpes zosterde sinir trasesi üzerine, fantom ağrılarında amputasyon alanına, disk hernileri ve disk hernisi operasyonu sonrasında radiks ve disk üzerine uygulamalar yapılabilir(15,45,53).

5. Kas hastalıkları: Miyaljiler, skalenus antigus sendromu ve ağrısız kas kontraktürlerinde (15),

6. Cilt hastalıkları: Skar dokularında, keloidde, Dupuytren kontraktüründe (15,20,53),

7. Periferik vasküler sistem ve otonom sinir sistemi ile ilgili hastalıklar: Alt ve üst ekstremitelerin arteriyel hastalıklarında (Reynaud, Burger) ilgili sempatik merkezlere (ganglion stellare ve lomber sempatik ganglionlar), inhibitör amaçla kullanılabilir (15,53).

Omuz el sendromunda ganglion stellareye inhibitör etki için yüksek, omuz ve ele düşük dozda uygulanır (15).

Varis ülserlerinde uygulanabilir (15).

Kronik endüre ödemde kullanılabilir(20).

8. Kırık iyileşmesinde: Ultrasonun kırık iyileşmesini hızlandırdığına ilişkin yayınlar olmasına rağmen, klasik uygulama alanına girmemiştir (15).

9. İç organ hastalıkları: Kronik prostatite kullanılabilir (15).

#### ***Ultrason Tedavisinin Kontrendikasyonları:***

1. Göze, testislere, beyne ve gebe uterusu uygulanmamalıdır (34,45).

2. Laminektomi sonrası spinal kord alanı tedavi edilecekse doz azaltılmalıdır (34),

3. Anestezik alanlar üzerine dikkatle uygulanmalıdır,

4. Replasman artroplastisi uygulanan eklemler üzerine çok dikkatli uygulanmalıdır (34),

5. Kalp üzerine direkt olarak uygulanmamalıdır (34),

6. Pace-maker taşıyan hastaların göğüs bölgesine uygulanmamalıdır (20),
7. Malignant tümörler üzerine uygulanmamalıdır (20,34),
8. Vasküler yetmezliği olan alanlar üzerine uygulanmamalıdır (34),
9. Gelişmekte olan çocuk ve gençlerin kemikleri üzerine uygulanmamalıdır (53),
10. Sepsis ve tromboflebitte uygulanmamalıdır (20),
11. Radyoterapi sonrası altı ay süreyle aynı alana uygulanmamalıdır (20),
12. Sıcak tedavinin diğer tüm kontrendikasyonları göz önüne alınmalıdır.



## GEREÇ ve YÖNTEM

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniğine dirsek-kol ağrısıyla başvurup tenisçi dirseği tanısı konan 30 hastanın 30 dirseği çalışmaya alındı. Hastalar 15'er kişilik iki gruba ayrıldı. Birinci gruptaki hastalara düşük enerjili laser tedavisi, ikinci gruptaki hastalara kesikli ultrason tedavisi, günde bir kez, haftada üç gün olmak üzere toplam 12 seans uygulandı. Ayrıca her iki gruptaki hastalara tenisçi dirseği bandajı verildi. Tedavi etkinliği klinik olarak değerlendirildi.

Aşağıdaki testlerden en az ikisinde lateral epikondil üzerinde ağrı tanımlayan ve ağrısı en az bir aydır devam eden hastalar çalışmaya alındı. Ağrı skoru değerlendirilmesi için, uygun yöntemlerden birisi olan VAS (vizüel analog skala) kullanıldı (24).

1. Lateral epikondilin palpasyonu.
2. Dirençli el bilek ekstansiyonu: Omuz 60° fleksiyon, dirsek ekstansiyon, ön kol pronasyon, bilek 30° kadar ekstansiyonda olacak şekilde ikinci ve üçüncü metakarpların üzerine ulnar yöne doğru bilek fleksiyonu yönünde kuvvet uygulanması.
3. Dirençli parmak ekstansiyonu: Omuz 60° fleksiyon, dirsek ekstansiyon, ön kol pronasyon, parmaklar ekstansiyonda olacak şekilde 2-5. parmaklara fleksiyon yönünde kuvvet uygulanması.
4. Ekstansör kas grubunun pasif olarak gerilmesi: Dirsek ekstansiyonda ön kol pronasyonda iken, bileğin pasif olarak maksimal fleksiyona getirilmesi.
5. Dirençli pronasyon: Dirsek 90° fleksiyonda iken, ön kola dirence karşı izometrik pronasyon yaptırılması.

6. Dirençli supinasyon: Dirsek 90° fleksiyonda iken, ön kola dirence karşı izometrik supinasyon yaptırılması.

Ayrıca hastalardaki istirahat ve gece ağrısı VAS ile değerlendirildi.

Hastalardaki ağrısız kavrama ve kaldırma gücünü belirlemek için vigometre ve kaldırma testleri uygulandı.

1. Vigometre testi: Martin vigometresinin orta boy balonu, omuz 60° fleksiyon ve abduksiyon arası, dirsek ekstansiyon, ön kol pronasyon, el bileği 20° dorsifleksiyonda iken, balonun hortumu baş ve işaret parmakları arasından geçecek şekilde tutularak, lateral epikondil üzerinde ağrı duyulana kadar sıkılmıştır. Bu şekilde ardarda üç kez elde edilen değerlerin ortalaması kPa olarak kaydedildi. Pozisyon verme sırasında ağrı olursa değer "0" kabul edildi. Ölçümler sırasında hastanın elde ettiği değerleri görmesi engellendi.

2. Kaldırma testi: Vigometre testi pozisyonunda oturan hastadan 2.5-3 cm çapında kavrama kolu olan 1 kg, 2 kg, 3 kg ve 4 kg'lık farklı ağırlıkları kaldırması istendi. Bu sırada, lateral epikondil üzerinde ağrı oluşturan ağırlık değerlendirme için kaydedildi.

Testlerin hepsi bilateral olarak yapıldı.

Tüm hastalardan tam kan sayımı, eritrosit sedimentasyon hızı, rutin kan biyokimyası, ASO, CRP, RF tetkikleri ile etkilenen dirseğin iki yönlü radyografisi istendi.

Boyun, torasik ve omuz bölgesi disfonksiyonu olanlar, nörolojik defisiti ve özellikle radial sinir sıkışması bulguları bulunanlar, artriti olanlar çalışmaya alınmadı.

Çalışmaya alınan hastaların tamamında tedaviden önceki 15 gün içinde lokal veya sistemik analjezik, NSAI ilaç kullanmama koşulu arandı. Bu koşul tedavi boyunca da yerine getirildi.

Hastalardan etkilenen kolunu normal şekilde kullanması ancak ağrı yapan hareketlerden mümkün olduğunca kaçınması istendi.

Hastalara aşağıdaki tedaviler uygulandı.

1. Düşük enerjili laser tedavisi: 15 hastaya uygulandı. 830 nm dalga boyu, 1 J/cm<sup>2</sup>, sürekli, %50 çıktı parametreleri ile etkilenen lateral epikondil bölgesindeki 2 cm<sup>2</sup>'lik alana ciltten 1 cm kadar uzaktan olacak şekilde 2 dakika 13 saniye süreyle uygulanmıştır. Enraf-Nonius firmasının Endolaser 476 isimli, Galyum-Arsenid-Aluminyum (Ga-As-Al) cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 830 nm dalga boyu, 4 mm<sup>2</sup> ışın kesit alanı, 30 mW'lık probu olan, kesikli ve sürekli tedavinin yapılabilirdiği, minimum dozu 0.01 J, maksimum dozu 9.99 J, %100, %75, %50 ve %25 çıktısı olan, doz seçilince tedavi süresini otomatik olarak ayarlayan bir cihazdır.

2. Kesikli Ultrason tedavisi: 15 hastaya uygulandı. 1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>, 2:8 pulsasyon modu, küçük başlık (1.4 cm<sup>2</sup> geometrik yüzey alanlı) parametreleriyle, sonogel ara madde olarak kullanılarak, direkt temas, okşama tekniğiyle 5 dakika süreyle uygulanmıştır. Enraf-Nonius firmasının Sonopuls 434 isimli cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 1 MHz, 3 MHz lik frekansları olan, bu ayrı frekanslar için ayrı ayrı küçük (1.4 cm<sup>2</sup>) ve büyük (6.2 cm<sup>2</sup>) başlıkları olan, sürekli ve kesikli (pulsasyon modları: 2:8, 1:9, 0.5:95) uygulamaya olanak veren, minimum yoğunluğu 0.05 W/cm<sup>2</sup>, maksimum yoğunluğu sürekli uygulama için 2 W/cm<sup>2</sup>, kesikli uygulama için 3 W/cm<sup>2</sup> olan, bir cihazdır.

İstatistiksel değerlendirmelerde Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ve Mann Whitney U testi kullanıldı(50).

## BULGULAR ve SONUÇLAR

Dirsek ve kol ağrısı yakınmasıyla başvurup tenisçi dirseği tanısı konan 30 hastadan 15'ine 12 seans düşük enerjili lazer tedavisi, 15'ine 12 seans kesikli ultrason tedavisi uygulandı. Her iki gruptaki hastalara tenisçi dirseği bandajı verildi.

Tedavi öncesi ve sonrasında, VAS ağrı skoru, vigometre ve kaldırma testi sonuçları değerlendirildi.

Çalışmaya alınan hastaların 15'i kadın 15'i erkekti. Yaşları 38-63 (ort. 49.4) arasındaydı. Hastalık hepsinde tek koldaydı.

Düşük enerjili lazer tedavisi uygulanan hastalardan 9'u kadın, 6'sı erkekti. Yaşları 38-63 (ort. 48.1) arasındaydı. Bu gruptaki hastaların 14'ünde sağ, 1'inde sol dominant taraftı. Dominant kolu sağ olan 14 kişiden 9'unda sağ, 5'inde sol kol, sol olan 1 kişide de sol kol hastalıktan etkilenmişti (Tablo 1). Yakınmaların süresi 1-6 (ort. 2.8 ay) ay arasında değişiyordu. 7 hastada daha önce NSAİ ilaç kullanılmış ancak iyileşme olmamış, diğer hastalara tedavi uygulanmamıştı. Hastalık 1 hastada dirseğini bir yere çarpma, 1 hastada tenis oynama, 5 hastada ağır taşıma sonrası başlamıştı.

Kesikli ultrason tedavisi uygulanan hastalardan 6'sı kadın 9'u erkekti. Yaşları 40-62 (ort. 50.7) arasındaydı. Bu gruptaki hastaların 13'ünde sağ, 2'sinde sol dominant taraftı. Dominant kolu sağ olan 13 kişiden 9'unda sağ, 4'ünde sol, sol olan 2 kişide de sol kol hastalıktan etkilenmişti (Tablo 2). Yakınmaların süresi 1-6 (ort. 3 ay) ay arasında değişiyordu. 7 hastada daha önce NSAİ ilaç kullanılmış ancak iyileşme olmamış, diğer hastalara tedavi uygulanmamıştı. 1 hastada dirseğini bir yere çarpma, 5 hastada ağır taşıma öyküsü mevcuttu.

Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında gruplardan elde edilen veriler tablo 1,2,3 ve 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 1: Düşük enerjili lazer tedavisi uygulanan hastaların VAS ağrı değerleri.**

No	AS	Y	C	DK	TK		LEPA	DBEA	DPEA	EKPGA	DPA	DSA	İA	GA	TAS
1	NŞ	47	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	6 6	6 6	5 6	6 7	4 5	6 6	2 2	4 3	39 41
2	MA	57	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	5 3	6 2	5 2	3 1	5 0	3 2	2 0	7 0	32 10
3	NŞ	38	K	Sağ	Sol	TÖ TS	6 2	8 3	5 2	3 1	1 0	3 1	0 0	2 1	28 10
4	NK	39	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	7 3	6 4	6 1	2 1	2 0	7 3	1 0	4 1	39 13
5	NG	59	K	Sağ	Sol	TÖ TS	7 3	6 3	6 4	7 4	5 3	6 2	2 1	4 1	43 21
6	MD	52	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	7 3	6 2	5 1	7 4	2 1	6 3	3 1	2 1	38 16
7	SÖ	45	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	6 2	8 2	8 4	3 1	4 2	5 2	3 1	0 0	37 14
8	MÖ	41	K	Sağ	Sol	TÖ TS	6 2	9 3	7 1	8 4	1 0	2 1	0 0	1 0	34 11
9	RS	49	E	Sol	Sol	TÖ TS	6 2	8 3	8 4	6 3	0 0	3 2	2 1	6 2	39 17
10	DK	63	E	Sağ	Sol	TÖ TS	6 3	5 3	4 2	6 2	3 1	5 3	2 1	5 2	36 17
11	AE	46	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	3 2	3 4	6 2	3 1	0 1	1 0	0 0	2 0	18 10
12	MK	58	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	10 3	10 4	5 5	5 0	9 3	9 1	0 0	0 0	48 16
13	ZÖ	45	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	5 3	5 5	5 5	7 5	7 6	7 6	0 0	5 3	41 35
14	İÖ	38	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	6 2	4 3	2 1	2 0	2 1	0 0	0 0	3 1	19 8
15	NU	46	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	7 5	6 7	5 6	4 1	8 5	6 5	0 0	3 1	38 30

AS: Adı Soyadı, Y: Yaş, C: Cinsiyet, DK: Dominant Kol, TK: Tutulan Kol, LEPA: Lateral Epikondilde Palpasyonla Ağrı, DBEA: Dirençli Bilek Ekstansiyonunda Ağrı, DPEA: Dirençli Parmak Ekstansiyonunda Ağrı, EKPGA: Ekstansor Kas Grubunu Pasif Germe ile Ağrı, DPA: Dirençli Pronasyonda Ağrı, DSA: Dirençli Supinasyonda Ağrı, İA: İstirahat Ağrısı, GA: Gece Ağrısı, TAS: Toplam Ağrı Skoru, TÖ: Tedavi Öncesi, TS: Tedavi Sonrası.

**Tablo 2: Kesikli Ultrason tedavisi uygulanan hastaların VAS ağrı değerleri.**

No	AS	Y	C	DK	TK		LEPA	DBEA	DPEA	EKPGA	DPA	DSA	İA	GA	TAS
1	MŞ	52	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	8 4	6 3	6 4	7 4	5 3	7 4	2 1	4 2	45 25
2	ŞS	61	E	Sağ	Sol	TÖ TS	4 2	5 2	3 1	5 3	2 1	4 2	1 0	2 1	26 12
3	RD	47	K	Sağ	Sol	TÖ TS	8 3	7 4	8 3	9 2	5 2	8 3	3 0	5 1	53 18
4	FD	40	K	Sağ	Sağ	TÖ TS	9 5	8 5	7 4	9 5	6 5	8 5	3 2	4 2	54 33
5	AA	48	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	7 3	6 3	6 3	8 5	6 2	7 3	2 0	2 1	44 19
6	FA	42	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	7 6	6 5	5 4	7 6	3 5	6 5	2 2	2 3	38 36
7	EB	49	K	Sağ	Sol	TÖ TS	7 2	6 2	5 1	8 4	4 2	5 2	0 0	3 1	38 14
8	RG	56	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	6 3	4 3	4 3	5 4	4 1	4 2	2 1	2 2	31 19
9	HK	57	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	6 2	6 2	5 2	8 4	5 2	6 3	3 0	3 1	42 16
10	SO	51	K	Sol	Sol	TÖ TS	2 1	6 3	5 3	7 5	7 3	9 6	1 1	7 4	44 26
11	NT	53	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	5 4	5 5	3 2	4 4	3 2	4 3	2 2	2 2	28 24
12	AA	62	E	Sağ	Sol	TÖ TS	3 3	5 4	3 2	2 0	0 1	6 2	0 0	4 0	23 12
13	GŞ	43	K	Sol	Sol	TÖ TS	6 4	3 1	3 0	1 1	0 0	5 5	0 0	1 1	19 12
14	ŞA	42	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	6 3	6 4	5 2	6 3	5 4	5 2	4 2	9 4	46 24
15	BS	58	E	Sağ	Sağ	TÖ TS	5 6	8 6	3 6	5 6	8 5	7 7	0 0	5 6	41 42

AS: Adı Soyadı, Y: Yaş, C: Cinsiyet, DK: Dominant Kol, TK: Tutulan Kol, LEPA: Lateral Epikondilde Palpasyonla Ağrı, DBEA: Dirençli Bilek Ekstansiyonunda Ağrı, DPEA: Dirençli Parmak Ekstansiyonunda Ağrı, EKPGA: Ekstansor Kas Grubunu Pasif Germe ile Ağrı, DPA: Dirençli Pronasyonda Ağrı, DSA: Dirençli Supinasyonda Ağrı, İA: İstirahat Ağrısı, GA: Gece Ağrısı, TAS: Toplam Ağrı Skoru, TÖ: Tedavi Öncesi, TS: Tedavi Sonrası.

**Tablo 3: Düşük enerjili lazer tedavisi uygulanan hastaların vigorimetri ve kaldırma testi değerleri.**

No	TK		Vigorimetri testi (kPa)		Kaldırma testi (kg)	
			Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	Sağ	TÖ	35	95	1	4
		TS	30	90	1	4
2	Sol	TÖ	70	25	4	1
		TS	75	50	4	2
3	Sol	TÖ	75	30	4	1
		TS	75	40	4	2
4	Sağ	TÖ	30	70	1	4
		TS	40	75	2	4
5	Sol	TÖ	70	20	4	1
		TS	75	25	4	2
6	Sağ	TÖ	25	60	1	4
		TS	30	65	1	4
7	Sağ	TÖ	30	80	1	4
		TS	45	75	2	4
8	Sol	TÖ	75	25	4	1
		TS	75	50	4	3
9	Sol	TÖ	90	25	4	1
		TS	90	80	4	3
10	Sol	TÖ	80	25	4	1
		TS	80	35	4	2
11	Sağ	TÖ	20	100	1	4
		TS	60	100	2	4
12	Sağ	TÖ	60	100	1	4
		TS	60	100	2	4
13	Sağ	TÖ	25	60	1	4
		TS	20	65	1	4
14	Sağ	TÖ	35	75	1	4
		TS	50	70	2	4
15	Sağ	TÖ	35	80	1	4
		TS	50	80	2	4

**Tablo 4: Kesikli ultrason tedavisi uygulanan hastaların vigorimetri ve kaldırma testi değerleri.**

No	TK		Vigorimetri testi (kPa)		Kaldırma testi (kg)	
			Sağ	Sol	Sağ	Sol
1	Sağ	TÖ	25	60	1	4
		TS	35	65	2	4
2	Sol	TÖ	75	35	4	2
		TS	80	40	4	3
3	Sol	TÖ	60	20	4	1
		TS	60	25	4	1
4	Sağ	TÖ	15	60	1	4
		TS	20	65	1	4
5	Sağ	TÖ	20	75	2	4
		TS	30	70	3	4
6	Sağ	TÖ	30	70	2	4
		TS	25	70	1	4
7	Sol	TÖ	65	20	4	1
		TS	70	45	4	2
8	Sağ	TÖ	30	75	2	4
		TS	40	75	2	4
9	Sağ	TÖ	30	80	1	4
		TS	45	80	3	4
10	Sol	TÖ	65	25	4	1
		TS	65	35	4	1
11	Sağ	TÖ	30	70	1	4
		TS	25	70	1	4
12	Sol	TÖ	80	35	4	1
		TS	80	50	4	2
13	Sol	TÖ	Bakılmadı	30	Bakılmadı	1
		TS		40		2
14	Sağ	TÖ	100	80	4	2
		TS	100	75	4	3
15	Sağ	TÖ	20	60	2	4
		TS	30	60	1	4



Tedavi sonrasında, düşük enerjili lazer tedavisi uygulanan gruptan 1, kesikli ultrason uygulanan gruptan 1 hastada toplam ağrı skorunda artma olurken, diğerlerinde azalma olmuştur. Vigometri testinde, lazer grubunda 1 hastada değişiklik olmazken, 2 hastada kötüleşme, diğerlerinde iyileşme, kesikli ultrason grubunda, 2 hastada kötüleşme, diğerlerinde iyileşme saptanmıştır. Kaldırma testinde lazer grubunda 3 hastada değişiklik olmazken diğerlerinde iyileşme, kesikli ultrason grubunda, 2 hastada kötüleşme, 4 hastada aynı kalma, diğerlerinde iyileşme saptanmıştır.

**Tablo 5: Düşük enerjili lazer uygulanan grubun tedavi öncesi ve sonrası istatistiksel değerlendirmesi (Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testine göre)**

TAS	Vigometri testi	Kaldırma testi
T=1	T=5	T=1.5
p<0.05	p<0.05	p<0.05

Düşük enerjili lazer tedavisi uygulanan gruptaki düzelmelerin hepsi istatistiksel olarak anlamlıydı (Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, p<0.05)(Tablo 5):

**Tablo 6: Kesikli ultrason uygulanan grubun tedavi öncesi ve sonrası istatistiksel değerlendirmesi (Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testine göre)**

TAS	Vigometri testi	Kaldırma testi
T=1	T=9.5	T=24
p<0.05	p<0.05	p<0.05

Kesikli ultrason uygulanan gruptaki düzelmelerin hepsi istatistiksel olarak anlamlıydı (Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, p<0.05)(Tablo 6).

**Tablo 7:** *Tedavi öncesinde düşük enerjili lazer ve kesikli ultrason gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması (Mann Whitney U testine göre).*

TAS	Vigometri testi	Kaldırma testi
U=140.5	U=123.5	U=150
p>0.05	p>0.05	p>0.05

Tedavi öncesinde her iki grup arasında ağrı skoru, vigometre ve kaldırma testi değerleri bakımından istatistiksel fark olmadığı saptanmıştır (Mann Whitney U testi,  $p>0.05$ )(Tablo 7).

**Tablo 8:** *Tedavi sonrasında düşük enerjili lazer ve kesikli ultrason gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması (Mann Whitney U testine göre)*

TAS	Vigometri testi	Kaldırma testi
U=152.5	U=148	U=105
p>0.05	p>0.05	p>0.05

Tedavi sonrasında her iki grup arasında ağrı skoru, vigometre ve kaldırma testi değerleri bakımından istatistiksel fark olmadığı saptanmıştır (Mann Whitney U testi,  $p>0.05$ )(Tablo 8).

Sonuç olarak, tedavi sonrası her iki grubun klinik verilerinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanırken, gruplar arasında etkinlik açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

## TARTIŞMA

Tenisçi dirseği üst ekstremitenin en sık görülen yumuşak doku lezyonlarından birisidir. 40-60 yaşları arasında sıklıkla gözlenir. İsminden tenis oynayanlarda görüldüğü kanısı uyansa da, hekime başvuran hastaların ancak %5 kadarında tenis veya başka bir spor etiyolojik faktördür. Hastalık genellikle dominant tarafta, tek yanlı olarak gözlenir.

Dirsek lateralinde derin bir ağrı mevcuttur. Hastaların çoğunda belirgin bir travma öyküsü yoktur. Lateral epikondil palpasyonu ağrılıdır. Dirençli el bileği ve parmak ekstansiyonu ile dirençli supinasyon sırasında lateral epikondil bölgesinde ağrı oluşur. Hastaların kavrama ve kavranmış bir şeyi kaldırma kapasitesinde azalma meydana gelir.

Bu çalışmaya tenisçi dirseği tanısı konan 30 hasta alındı. Hastaların 15'i kadın 15'i erkek, yaşları 38-63 arasında idi. Hastalık hastaların hepsinde tek taraflı idi. 30 hastadan 21 inde dominant, 9'unda non-dominant kol etkilenmişti.

Hastalığın tedavisinde temel yaklaşım konservatiftir. Dirsek ekleminin istirahati, ağrıyı ağırlaştıran aktivitelere kaçınılması önerilir. Tenisçi dirseği bandajı önkol aktiviteleri sırasında ağrı kontrolünde yardımcı olabilir. Tedavide fiziksel ajanlara öncelik verilmelidir.

Düşük enerjili lazer tedavisi, ağrının giderilmesi ve yumuşak doku lezyonlarının tedavisi için fizyoterapi alanında giderek yaygınlık kazanan bir tedavi şeklidir. Elde edilen analjezinin serotonin ve endojen opioidlerin salınımına bağlı olduğu ileri sürülmüştür (58). Fibroblast fonksiyonunu etkileyerek, kollagen sentezini arttırması yara iyileşmesine katkıda bulunabilir. Abergel ve ark. (1) fibroblast kültürleri ve fare yara iyileşme modellerinde, düşük enerjili He-Ne ve Ga-As lazeri uygulamasının, kollagen

sentezini arttırdığını ve yara iyileşmesini hızlandırdığını saptamışlardır. Basford ve ark. (5) domuzdaki yara iyileşmesine He-Ne düşük enerjili lazerinin olumlu etkisinin olmadığını ileri sürmüşlerdir.

Ultrason yaygın kullanımı olan bir tedavi modalitesidir. Uzun yıllardır yumuşak doku yaralanmaları, bası yaraları, disk hernileri, eklem hastalıkları gibi durumlarda kullanılmaktadır. Günümüzde non-termal etkileri nedeniyle sıklıkla kesikli ultrason kullanılmaktadır. Ultrason etkisiyle hücre zarının, sodyum iyonlarına olan geçirgenliğinin değişmesinin, sinirlerde elektriksel aktivite değişiklikleri oluşturabileceği, bunun da ağrı azalmasıyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (16). Yara iyileşmesinin üç dönemi üzerine de ultrason etkili olabilir. Enflamasyon döneminde lizozomal enzim salınımını, proliferasyon döneminde miyofibroblast ve fibroblastların yara bölgesine hareketini ve fibroblastlarda kollagen sentezini artırabilir. Yeniden şekillenme döneminde skar formasyonunu etkileyebilir (20,38). Ultrason etkisiyle oluşan mast hücre degranulasyonu ve histamin salınımının da doku iyileşmesine yardımcı olabileceği belirtilmiştir (21).

Değişik yumuşak doku lezyonlarında düşük enerjili lazer tedavisinin etkinliğini araştıran çalışmalar birbirinden farklı sonuçlar ortaya koymaktadır.

England ve ark. (18) supraspinatus ve bisipital tendinitli hastalarda, plasebo lazer, Ga-As (904 nm, 3 mW, 5 dak, 6 tedavi) lazeri ve naproksenin etkinliğini araştırmışlar, ağrı azalması ve hareket genişliğinin artmasında, aktif lazerin plasebo ve naproksenden üstün olduğunu saptamışlardır.

Snyder-Mackler ve ark. (48) boyun ve sırtta tetik noktaları olan 20 hasta üzerinde yaptıkları plasebo kontrollu çalışmada, He-Ne (632 nm, herbir tetik noktaya 0.95 mW) lazeri uygulamasının dermometre ile ölçülen deri direncinde belirgin artış ve ağrıda azalma oluşturduğunu, bu yöntemin

klasik fizik tedavi yöntemlerine yardımcı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Beckerman ve ark. (6), değişik muskuloskeletal ve deri hastalığı olan 1704 hastayı içeren 36 randomize klinik çalışmanın sonuçlarını değerlendirdikleri meta analizlerinde düşük enerjili lazer tedavisinin muskuloskeletal hastalıklarda ortalama olarak plasebodan etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Siebert ve ark. (47) değişik tendinopatileri olan 64 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, He-Ne ve Ga-As-Al lazerlerinin plaseboya üstünlük sağlamadığını saptamışlardır.

Klein ve ark. (32) bel ağrılı hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada, Ga-As lazeri (904 nm, 1.3J/cm<sup>2</sup>, 20 dak, 12 tedavi) ve egzersiz uygulanan grubun, sadece egzersiz uygulanan gruba ağrı azalması ve izokinetik ölçümler yönünden üstünlük sağlamadığını göstermişlerdir.

Thorsen ve ark. (51) miyofasial ağrı sendromlu 47 hastada, Ga-As-Al lazerinin (830 nm, her tetik noktaya 0.9 J, maksimum 9J, 6 tedavi) ağrı azalması bakımından plaseboya üstünlük sağlamadığını saptamışlardır.

Gam ve ark. (22) muskuloskeletal ağrı üzerine düşük enerjili lazer tedavisini araştıran 23 çalışmanın meta analizi sonucu, bu tedavinin etkili olmadığı sonucuna varmışlardır.

Tenisçi dirseğinde düşük enerjili lazer tedavisinin etkinliğiyle ilişkili yayınlarda da birbirinden farklı sonuçlar bilrılmıştir.

Vasseljen ve ark. (55) lateral epikondilitli 30 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada Ga-As lazerinin (904 nm, 3.5 J/cm<sup>2</sup>, 10 dakika, 8 tedavi) ağrı azalması ve kavrama gücünün artması yönünden plaseboya üstünlük sağladığını bildirmişlerdir.

Lundeberg ve ark. (36) tenisçi dirseği olan 82 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada He-Ne ve Ga-As lazerlerinin akupunktur noktaları üzerine uygulanmasının plaseboya üstünlüğünün olmadığı ve deri altı sıcaklığını arttırmadığı sonucuna varmışlardır.

Haker ve ark. (27) humeral epikondiljili 49 hasta üzerinde yaptıkları plasebo kontrollü çalışmada, Ga-As lazerinin (12 mW, her akupunktur noktasına 30 sn, 10 tedavi) objektif ve subjektif sonuçlar üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Haker ve ark. (28) 74 lateral epikondiljili hasta üzerinde yaptıkları plasebo kontrollü çalışmada Ga-As + He-Ne lazerinin akupunktur noktalarına 8 dakika, Ga-As lazerinin 2 dakika 10 seans uygulanmasının objektif ve subjektif bulguların düzelmesi açısından plaseboya üstünlüğünün olmadığını bildirmişlerdir.

Tenisçi dirseğinde ultrason tedavisinin etkinliğine ilişkin yayınların sonuçları da çelişkilidir.

Binder ve ark. (9) lateral epikondilitli 76 hasta üzerinde yaptıkları plasebo kontrollü çalışmada, kesikli ultrason (1 MHz, 1-2 W/cm<sup>2</sup>, 1:4 pulsasyon modu, 5-10 dak, 12 tedavi) tedavisinin iyileştirmeyi hızlandığını bildirmişlerdir.

Lundeberg ve ark. (35) lateral epikondiljisi olan 99 hastalık serilerinde plasebo ultrason, sürekli ultrason (1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>, 10 dak, 10 tedavi) ve sadece istirahatin etkisini incelemişler, her iki ultrason uygulamasının istirahatten üstün olduğunu, ancak sürekli ultrasonun plaseboya üstün olmadığı sonucuna varmışlardır.

Haker ve ark. (26) lateral epikondiljisi olan 45 hastada, kesikli ultrason tedavisinin (1 MHz, 1 W/cm<sup>2</sup>, 1:4 pulsasyon modu, 10 dakika, 10 tedavi) plasebo ultrasona üstünlüğünün olmadığını bildirmişlerdir.

Binder ve ark. (7) retrospektif ve prospektif olarak inceledikleri 125 hastada, ultrason tedavisinin (%53 iyileşme), steroid enjeksiyonu (%89 iyileşme) kadar etkili olmadığını, ancak rekürrenslerin ultrason uygulananlarda daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Epikondilitte ultrason tedavisi ile düşük enerjili lazer tedavisini karşılaştıran iki çalışma mevcuttur.

Çeliker ve ark. (14) medial ve lateral epikondiliti olan 20 hastaya Ga-As-Al lazeri (780 nm, sürekli, 2J/cm<sup>2</sup>, 10 dakika, 10 tedavi), 10 hastaya su içi ultrason tedavisi uygulamışlar, lazer tedavisinin ağrı azalması ve kavrama gücünün artmasında su içi ultrason uygulamasından daha üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Vasseljen (54) tenisçi dirseği olan 30 hasta üzerinde kesikli ultrason (1 MHz, 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 2:8 pulsasyon modu, 7 dakika, 8 tedavi) sonrası uygulanan friksiyon masajını, Ga-As lazeri (904 nm, 3.5 J/cm<sup>2</sup>, 10 dakika) ve plasebo lazeri ile karşılaştırmış, her iki tedavinin plasebodan üstün ve eşdeğerde etkinlik gösterdiklerini bildirmiştir.

Bu çalışmada da tenisçi dirseği tedavisinde düşük enerjili lazer ve kesikli ultrasonun etkinlikleri araştırılıp, karşılaştırıldı. 830 nm dalga boyulu Ga-As-Al lazeri 1J/cm<sup>2</sup>, sürekli, %50 çıktı, parametreleri ile lateral epikondil bölgesindeki 2 cm<sup>2</sup> lik alana 2 dak 13 sn, kesikli ultrason 1 MHz, 1W/cm<sup>2</sup> 2:8 pulsasyon modu, 1.4 cm<sup>2</sup> başlık alanı parametreleri ile lateral epikondil bölgesine 5 dak. süreyle uygulandı. Her iki gruptaki tüm hastalara tenisçi dirseği bandajı verildi.

Tedavi sonrasında her iki tedavi grubunda da, toplam ağrı skoru, vigometre testi ve kaldırma testi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler saptandı. Ancak gruplar etkinlik açısından birbiriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

## SONUÇ

Tenisçi dirseği tanısı konan 30 hasta üzerinde yapılan bu çalışmada, 15 hastaya düşük enerjili laser (Ga-As-Al), 15 hastaya kesikli ultrason tedavileri 12'şer seans uygulandı. Tüm hastalara tedavi süresince tenisçi dirseği bandajı verildi.

Hastalar tedavi öncesi ve sonrasında toplam ağrı skoru, vigometre testi ve kaldırma testi sonuçları yönünden değerlendirildi.

Sonuç olarak her iki tedavi şeklinin tenisçi dirseğinde etkili olduğu, etkinlik açısından iki tedavi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı saptandı.



## KAYNAKLAR

1. Abergel RP, Lyons RF, Castel JC, Dwyer RM, Uitto J. Biostimulation of Wound Healing by Lasers: Experimental Approaches in Animal Models and in Fibroblast Cultures. *J. Dermatol Surg Oncol* 1987, 13:2, 127-133.
2. Akıncı K, Elhan A, Dirsek Eklemleri. *Eklemler Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1985, 80-87.*
3. Basford JR. Physical Agents in. Delisa J. *Rehabilitation Medicine principles and practice* JB. Lippincott, Newyork, 1993, 404-424.
4. Basford JR. Low-Energy Laser Treatment of pain and Wounds: Hype Hope, or Hokum?, *Editorial Mayo Clin Proc*, 1986, 61: 671-675.
5. Basford JR, Hallman OH, Sheffield GC, Meckey GL. Comparison of cold - Quartz Ultraviolet, Low Energy laser, and occlusion in wound healing in a swine Model, *Arch, Phys Med Rehabil.* 1986, 67: 151-154.
6. Beckerman H, Bie RA, Bouter L, Cuyper HJ, Oostendorp R. The efficacy of laser therapy for musculoskeletal and skin Disorders: A. Criteria-Based Meta-Analysis of Randomised Clinical Trials *Physical Therapy* - 1992, 72: 483-491.
7. Binder A, Hazleman BL. Lateral Humeral Epicondylitis. A study of natural History and the Effect of Conservative therapy. *British Journal of Rheum.* 1983, 22: 73-76.
8. Binder A, Parr G, Thomas PP, Hazleman BL. A clinical and thermographic study of Lateral Epicondylitis. *British Journal of Rheum.* 1983, 22: 77-81.
9. Binder A, Hodge G, Greenwood J, Hazleman BL, Thomas PP. Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions? *Br Med J* 1985: 290,512-514.

10. Bliddal H, Hellesen C, Ditlevsen P, Asselberghs J, Lyager L. Soft-laser therapy of Rheumatoid Arthritis, Scand J Rheum 1987 16: 225-228.
11. Boland AL, Deland JT. Sports Medicine In: Kelley W, Harris ED, Ruddy S, Textbook of Rheumatology WB. Saunders Company Philadelphia 1993, 1688-1712.
12. Bosworth DM. Surgical Treatment of Tennis Elbow J Bone and Joint Surg. 1965, 47-b: 1533-1536.
13. Çeliker R, Gökçe-Kutsal Y. Karpal tünel sendromunda lazer tedavisinin etkinliği. Romatol Tıp Rehab 1993 4:2, 83-84.
14. Çeliker R. Gökçe-Kutsal Y, Başgöze O. Epikondilitte lazer tedavisinin etkinliği Romatol Tıp Rehab 1992, 3:1, 40-44.
15. Çetinyalçın İ, Ultrasonlar. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon İÜ Cerrahpaşa Tıp Fak Yayınları, İstanbul 1970, 173-188.
16. Dyson M. Mechanisms Involved in therapeutic ultrasound. Physiotherapy, 1987, 73-3: 116-20.
17. Ege R. Dirsek Çevresi Kırık ve Çıkıkları Travmatoloji, Kırıklar Eklem Yaralanmaları. Kadioğlu Matbaası Ankara 1989, 1528-1565.
18. England S, Forrell AJ, Cappock JS. Low Power Laser Therapy of Shoulder Tendonitis. Scand J Rheum 1989, 18: 427-431.
19. Ernst E. Conservative therapy for tennis elbow. BJCP SPRING 1992 46:1, 55-57.
20. Füzün S. Clayton'un Elektroterapi kitabı (Çev) Güven Kitabevi, İzmir, 1990, 197-201, 211-229. Forster A, Palastonga N., Clayton's Electrotherapy.
21. Fyfe MC, Chahl LA, Mast cell degranulation and increased vascular permeability induced by therapeutic ultrasound in the rat ankle joint. Br J Exp Path, 1984, 65:671-676.

22. Gam AN, Thorsen H, Lonnberg F. The effect of low-level laser therapy on musculoskeletal pain a meta-analysis. *Pain* 1993, 52; 63-66.
23. Gerberich SG, Priest JD. Treatment for lateral epicondylitis: Variables related to Recovery. *Brit J Sports Med*. 1985, 19:4, 224-227.
24. Gracely RH. Methods of testing pain mechanisms in normal man. In: *Textbook of pain*. Churchill Livingstone Company New York 1989, 257-268.
25. Greathouse DG, Currier DP, Gilmore RL. Effects of clinical infrared laser superficial radial nerve conduction. *Physical therapy*. 1985, 65:8, 1184-1187.
26. Haker E, Lundeberg T. Pulsed ultrasound treatment in lateral epicondylalgia, *Scand J. Rehab Med* 1991, 23:115-118.
27. Haker E, Lundeberg T, Laser Treatment applied to acupuncture points in lateral humeral epicondylalgia. A double blind study. *Pain*, 1990, 43:243-247.
28. Haker E, Thomas C, Lundeberg T. Lateral Epicondylalgia: Report of Noneffective Midlaser Treatment *Arch. Phys Med Rehabil* 1991, 72: 984-488.
29. Halverson GA, Sports related injuries. In: Kaplan PE, *The Practice of Physical Medicine*, Charles - Thomas Publisher, Illinois 1984, 491-525.
30. Haslock I. Tennis Elbow a reappraisal, *Brit J Rheum*, 1989, 28: 185-190.
31. Kitchen SS, Partridge CJ. A Review of low level laser therapy physiotherapy, 1991, 77: 161-168.
32. Klein RG, Eek BC, Low-Energy Laser Treatment and Exercise for chronic low Back Pain: Double-blind Controlled Trial *Arch Phys Med Rehabil*, 1990, 71: 34-37.

33. Kubasova T, Fenyo M, Somosy Z. Investigations on biological effect of polarized light photochem, photobio 1988, 48:4, 505-509.
34. Lehmann J, Jateur B, Diathermy Superficial heat and cold therapy. In Krusen's Handbook of physical Medicine and Rehabilitation WB. Saunders Company, Philadelphia 1982, 275-350.
35. Lundeberg T, Abrahamsson P, Haker E. A comparative study of continuous ultrasound, placebo ultrasound and rest in epicondylalgia. Scand J Rehab Med, 1988, 20: 99-101.
36. Lundeberg T, Haker E, Thomas M, Effect of laser versus placebo in tennis elbow Scand J. Rehab Med. 1987, 19. 135-138.
37. Mayer HM, Müller G, Schwetlick G, Lasers in percutaneous disc surgery. Acta Orthop Scand 1993, 64: 38-44.
38. Maxwell L. Therapeutic Ultrasound: Its effects on the cellular and Molecular Mechanisms of inflammation and Repair. Physiotherapy, 1992, 78-6:421-425.
39. Moore KL. The Elbow Joint In: Clinically oriented Anatomy. Williams and Wilkins Baltimore, 1992, 616-621.
40. Murray A, Mitchell DC. Lasers in Surgery Br. J Surg, 1992, 79: 21-26.
41. Odar İV. Üst taraf kemikleri. Anatomi Ders Kitabı, Hacettepe Taş Kitapçılık Ltd. Şti. Ankara, 1986, 196-208.
42. Odriscoll SW. Surgery of Elbow Arthritis In: McCarty D, Coopman N. Arthritis and Allied Conditions Lea & Febiger. Philadelphia, 1993, 951-962.
43. Regan W, Wold LE. Microscopic histopathology of chronic refractory lateral epicondylitis Am J Sport Med 1992, 20:6, 746-749.
44. Roche C, West J. A controlled trial investigating the effect of ultrasound on venous ulcers referred from general practitioners. Physiotherapy, 1984, 70:2, 475-477.

45. Sengir O. Fizik Tedavi Kitabı, İÜ Tıp Fak. Yayınları, Bayrak Matbaası, İstanbul, 1984, 99-115.
46. Sheon RP, Moskowitz RW. The Elbow. In: Soft Tissue Rheumatic Pain. Lea and Febiger Philadelphia 1987, 98-111.
47. Siebert W, Seichert N, Siebert B. What is the efficacy of "soft" and "Mid" Lasers in in therapy of tendinopathies? Arch orthop Trauma Surg. 1987, 106: 358-363.
48. Snyder - Mackler L, Barry AJM, Perkins A. Effects of Helium-Neon Laser Irradiation on skin Resistance and pain in Patients with trigger points in the neck or back Physical Therapy 1989, 69: 336-341.
49. Sola AE. Evaluation of the patient presenting with upper-extremity pain In: Wall and Melzack. Textbook of Pain. Churchill-Livingstone Company New York 1989, 354-367.
50. Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V, Biyoistatistik, Hatiboğlu Yay. Ankara 1989, 5:48-153.
51. Thorsen H, Gam AN, Svensson BH. Low Level Laser Therapy for myofasial pain in the neck and shoulder Girdle. A Double-blind, Cross-over study. Scand J. Rheum 1992, 21: 139-141.
52. Turek SL. The Orthopaedics, principles and their application. JB. Lippincott Company Philadelphia, 1984, 967-984.
53. Tuna N, Elektroterapi, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 1984, 177-185, 196-203.
54. Vasseljen O, Low-Level Laser Versus traditional Physiotherapy in the treatment of tennis elbow. Physiotherapy 1992, 78: 329-334.
55. Vasseljen O, Hoeg N, Kseldstad B. Low-Level Laser Versus placebo in the treatment of tennis elbow. Scand J. Rehab.Med. 1992, 24:37-42.

56. Wadsworth TG. Tennis elbow: conservative surgical and manipulative treatment. Br. Med. J. 1987, 294; 621-624.
57. Walch NE, Dumitru D. Treatment of the patient with cronic pain In: De Lisa JA. Rehabilitation Medicine: Principles and Practive.
58. Wolker JB, Relief from cronic pain by low power laser irradiation. Neurosci Lett 1983, 43: 339-344.
59. Walker JB. Temporary supression of clonus in Humans by Brief photostimulation Brain Research 1985, 340: 109-113.
60. Walker JB, Akhanjee LK. Laser induced somatosensory Evoked Potentials: Evidence of Photosensitivity in Pheripheral nerves. Brain Research. 1985, 344:281-285.
61. Willianms PL, Warwick R. The elbow Joint In: Gray's Anatomy. W.B. Saunders Company, New York, 1980, 460-464.
62. Williams R. Production and Transmission of ultrasound. Physiotherapy, 1987. 73:3; 113-116.
63. Wrigh PE, Shoulder and elbow injuries In: Campbell's operative Orthopaedics The CV. Mosby Company, Toronto, 1987, 2497-2524.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ