



## Terapötik Ultrason ve Diz Osteoartrinde Etkinliği

Therapeutic Ultrasound and Effectiveness in Knee Osteoarthritis

Emine Ganıdağlı<sup>1</sup>, Rengin Güzel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Adana, Turkey

### ABSTRACT

In Turkey, ultrasound is one of the most commonly used methods for physical therapy of knee osteoarthritis. Therapeutic ultrasound affects the cells and tissues by thermal and nonthermal ways. As well as being used as an agent for deep heating, it has effects like stimulation of tissue regeneration, soft tissue repair, regulation of blood flow in chronic ischemic tissues, protein synthesis and bone repair. In this manuscript, detailed technical information on ultrasound is given and studies on knee osteoarthritis in recent years are reviewed.

**Key words:** Therapeutic ultrasound, physical therapy, osteoarthritis.

### ÖZET

Türkiye'de uygulanan fizik tedavi yaklaşımları içinde osteoartritte ultrason kullanımı oldukça yaygındır. Terapötik ultrason hücreler ve dokular üzerinde termal ve nontermal yolla etki eder. Derin ısıtıcı olarak kullanılmasının yanı sıra doku rejenerasyonunun uyarılması, yumuşak doku onarımı, kronik iskemik dokularda kan akımı düzenlenmesi, protein sentezi ve kemik onarımı gibi etkileri vardır. Bu derlemede ultrason ile ilgili detaylı teknik bilgiler verilmiş ve son yıllarda diz osteoartritli hastalarda yapılmış olan çalışmalar gözden geçirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Terapötik ultrason, fizik tedavi, osteoartrit



## Giriş

Ülkemizde geleneksel olarak uygulanan fizik tedavi yaklaşımları içinde osteoartritte ultrason tedavisi kullanımı oldukça yaygındır. "Türkiye Romatizma Araştırma ve Savaş Derneği" 2012 uzlaşı raporu önerileri içinde aktif sinoviti olmayan diz osteoartritli hastalarda ultrason gibi derin ısı uygulamasının yararlı olabileceği belirtilmiş olsa da kabul görmüş pek çok uluslararası kılavuzda bu tedavi değerlendirmeye alınmamıştır<sup>1,4</sup>. Hatta Hollanda kalça ve diz osteoartrit fizyoterapi rehberi güncellemesinde; diz osteoartritte ultrason kullanımında zıt kanıtlar olmasından dolayı önerilmemiştir<sup>5</sup>.

Ultrason tedavisinin kılavuzlarda değerlendirilmemiş olmasının altında yatan en önemli neden Avrupa ve ABD'de elektroterapi yaklaşımlarının pek kullanılmıyor olması ve bu yaklaşımın etkinliği konusunda kanıtı dayalı bilimsel verilerin yetersizliğidir. Son yıllarda konuya olan ilgi uluslararası literatürde de artmış, özellikle ülkemizde ve Tayvan'da yapılan çalışmalarla etkin olabileceği gündeme gelmiştir<sup>6-13</sup>. 2010 yılında yapılan Cochrane derlemesinde bu tedavi yaklaşımı ile ilgili yeni çalışmalar yapılması gerektiği önerilmiştir<sup>14</sup>. Bu derlemede ultrason ile ilgili detaylı teknik bilgiler verilecek ve son yıllarda osteoartritli hastalarda yapılmış olan çalışmalar gözden geçirilecektir.

## Ultrason

İnsan kulağı 20-18.000 Hz arasında frekansa sahip ses dalgalarını duyabilir. Frekansları 1-20 Hz arasında olan ses dalgaları infrason olarak adlandırılırken, 18.000 Hz'in üzerindeki ses dalgaları ultrason olarak tanımlanmıştır. Ultrason 85 KHz ile 3 MHz arasındaki frekanslara sahip ses dalgaları tarafından üretilen mekanik enerjinin, 0 ila 3 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta uygulanması esasına dayanan fiziksel bir ajandır<sup>15</sup>.

Piezoelektrik fenomen; yapay/doğal kuvarz, kristal ya da seramik gibi bazı katı maddelerin elektriksel olarak uyarılabileceği ve böylece akım uygulanan bölgenin zıt tarafında mekanik bir stres oluşacağı esasına dayanır. Piezoelektrik materyalde meydana gelen tekrarlı osilasyonlar hava, su ve insan dokularından geçebilen ultrasonik dalgaların oluşmasına sebep olurlar ve bu olayın meydana geldiği yapıya transduser denir<sup>15</sup>.

Bir ultrasonik dalganın üretimi sırasında ultrason başlığının içinde yer alan piezoelektrik transduserine uygulanan yüksek frekanslı alternatif akım, transduserindaralıp genişlemesine neden olur, bu hareket sonucunda biyolojik dokulara iletilecek düzeyde bir ses dalgası

meydana gelir<sup>15</sup>. Ses dalgaları mekanik titreşimlerle meydana geldiğinden ancak bir ortam içinde yayılabilirler, boşlukta yol alamazlar. Tüm diğer dalgalarda olduğu gibi ses dalgaları da yansır, kırılır, dağılır, absorbe olur, girdaplaşır, konverje olur. Bir ortamdan geçerken enerjilerinin bir kısmını kaybederler.

Ultrasonda frekans her saniyede tamamlanan dalga dizilerinin sayısıdır. Birimi MHz'dir. Yoğunluk ise ultrasonun dokudaki etkisini belirler. Birimi W/cm<sup>2</sup>'dir. Yoğunluğun düşük olması tedavinin etkisinin azalmasına, yüksek olması doku harabiyetine neden olabilir<sup>16</sup>. Ultrason cihazının ürettiği farklı frekanslarda ses dalgalarının sınıflandırılması ve kullanım alanları Tablo 1'de gösterilmiştir<sup>15</sup>.

Tıp dışı uygulamalara örnek; denizde sisli günlerde trafik emniyetinin sağlanması, balık sürülerinin yerinin tespiti, endüstride baca kurumlarının havaya karışmasının önlenmesi, tarımda tohumların yeşertilmesidir. Tıpta kullanımı ise, fizik tedavi dışında, ultrason bistürisi olarak safra ve böbrek taşlarının parçalanmasında, çok yüksek dozların değişik açılardan verilerek beyin tümörlerinin yok edilmesinde ve tanısal amaçlı noninvazif bir yöntem (ultrasonografi) olarak kullanılır<sup>17</sup>.

Ultrasonografi yumuşak ve solid dokuların değerlendirilmesine olanak sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Dinamik, hareketli, eşzamanlı değerlendirme imkanı sağlaması, tendon, kas ve yumuşak doku değerlendirilmesinde ideal bir yöntem olmasına neden olur. Ultrasonografi sadece patolojik değişikliklerin değerlendirilmesinde değil aynı zamanda kas kontraksiyonları analizinde, tendon ve eklem hareketleri ve bunların çevre yapılara etkilerini değerlendirmede de kullanılır<sup>17</sup>.

Ultrason cihazının iki temel bölümü vardır:

- Şehir akımını istenilen frekansa yükselten bir üreteç
- Yüksek frekanslı akımın ses enerjisine dönüştürülmesini sağlayan başlık kısmı

Başlık bölümünde 0,8- 3 MHz frekans üretebilen titreşim kaynağı bulunmaktadır. Bu amaçla kullanılan kristaller; kuvarz, baryum titanat, lityum sülfattır<sup>17</sup>.

Tedavi başlıklarının etkili yayılma alanı, ultrason yoğunluğunu belirleyen önemli bir parametredir. Etkili yayılma alanı, daima tedavi başlığının geometrik alanından küçüktür. Ultrason başlığının yüzeyi 5 cm<sup>2</sup>'den küçükse ses dalgalarının silindirik demeti dağılıbilir,

başlık büyük olursa deri ile tam temas sağlanamaz. Bu nedenle en uygun ve en etkili başlık yüzeyi 5 cm<sup>2</sup>'dir. Ultrason cihazı elektrik enerjisini ses dalgası haline çevirir ve bu ses dalgaları dokunun direncine bağlı olarak ısıya çevrilir.

Genel olarak 2 çeşit ultrason uygulama yöntemi vardır. Birincisi sürekli (devamlı, *continuous*) ultrason uygulamasıdır. Bu yöntem ultrasonun ısı etkisinden faydalanmak için kullanılır. Bu yöntemde kullanılan ultrason yoğunluğu 0,5-2,5 W/cm<sup>2</sup> dir. Sürekli ultrason uygulaması hareketin kısıtlandığı durumlarda tedavi amaçlı kullanılır. İkinci yöntem ise aralıklı (kesikli, *pulse, pulsed*) ultrason uygulama yöntemidir. Bu yöntemde aralıklı olarak yüksek yoğunluklu ultrason uygulanır ve aralarda herhangi bir uygulama yapılmaz. Bu yöntem genel olarak akut ağrılı ve inflamasyonla seyreden durumlarda kullanılır<sup>18</sup>. Pulse oranı; bir zaman bazında enerjinin konsantrasyonunu belirler. Örneğin 1:1 pulse oranı, cihazın enerjinin verilmediği sreye eşit zaman biriminde ultrason uygulandığı anlamına gelir. Cihazın işlev siklusu bu nedenle % 50'dir. 4 birimlik istirahat periyodunu 1 birimlik enerjinin izlediği 1:4'lk pulse oranında cihaz srenin % 20'si oranında enerji verir. Bazı cihazlar oran, bazıları % kullanırlar. İdeal olan akut lezyonlarda 1:4 ya da 1:3, subakut lezyonlarda 1:2 ya da 1:1, kronik lezyonlarda 1:1 ya da sürekli formun kullanımındır. Tablo 2'de pulse ultrason oranları ve görev siklusu gösterilmiştir<sup>18</sup>.

Hava ultrason enerjisi için zayıf bir iletkendir. Dokulara ultrason enerjisinin daha iyi iletilmesi için jel, jel pedleri, mineral yağ, losyon veya su gibi ara iletkenler kullanılmalıdır. En iyi ara iletken jel ve jel pedleridir. Su çok iyi bir ara iletken değildir ve ses enerjisinin % 65'ini iletir.

**Tablo 1. Ses Dalgalarının Sınıflandırılması, Frekansları ve Genel Uygulamaları**

Frekans	Sınıflandırma	Uygulama
1-20 Hz	İnfrason	Vibroterapi, perküsyon terapi
20 Hz-18 KHz	Duyulabilir ses	İnsan iletişimi
20 KHz	Ultrason	Fonoforez
20-60 KHz	Ultrason	Diş temizlenmesi, endüstriyel temizlik
8 KHz-3 MHz	Ultrason	Terapötik ısı etkileri, terapötik mekanik etkiler, Fonoforez
4-16 MHz	Ultrason	Fonoforez
16 MHz zeri	Ultrason	Tanısal görüntüleme

**Tablo 2. Pulse Ultrason Oranı ve Görev Siklusu**

Mod	Pulse Oranı	Görev Siklusu
Sürekli	-	% 100
Kesikli	1 : 1	% 50
	1 : 2	% 33
	1 : 3	% 25
	1 : 4	% 20
	1 : 9	% 10

## Ultrasonun Etkileri

Ultrasonik ses dalgaları dokuya girdiğinde hücreler ve dokular üzerinde iki mekanizma ile etki gösterir. Bunlar termal ve nontermal etkilerdir.

### Termal Etki

Dokularda ısınma iki yolla gerçekleşir. Birincisi ultrason enerjisinin homojen dokuda emilerek ısıya dönüşmesi şeklindedir. Emilme dokunun içerdiği protein oranına, dokuların akustik empedansına, vaskülarizasyon derecesine ve uygulanan ultrasonun frekansına göre değişir<sup>18-20</sup>. Protein oranı yüksek olan dokular daha kolay ısınırken, yağ oranı yüksek dokular daha zor ısınır. Örneğin kemik ve tendon gibi dokular diğer dokulara göre daha fazla ısınır. Kaslardaki ısınma yağ dokusundan 2 kat daha fazladır. Biyolojik olarak etkin ısınma, dokunun 40-45°C arasında en az 5 dakika süresince ısınması ile ortaya çıkar. Kontrollü ısınma ağrının azalması, eklem katılığının azaltılması ve lokal kan akımının artırılması gibi istenen etkileri oluşturur. Genel olarak dokuda ısınmanın terapötik etkisi kanıtlanmıştır ancak ultrason uygulaması dokularda yeterli ısı değişimi oluşturmada göreceli olarak etkisizdir. Ultrason dalgası metal proteze veya kemiğe çarptığında çevre dokularda aşırı ısı artışı olası bir komplikasyon olarak karşımıza çıkabilir, bunun nedeni bu yapılar ile çevre yumuşak doku arasındaki büyük akustik empedans farkıdır<sup>18</sup>. Ancak metal protezlerde güvenli olabileceğine dair yayınlar vardır<sup>15,21</sup>.

Isınmada ikinci yol mekanik etkileşimdir. Özellikle birbirine komşu dokuların temas ettikleri yüzeylerde, ultrason enerjisi etkisiyle sıkışma ve genişleme hareketleri meydana geldiğinden ısınmayla birlikte mikromasaj etkisi oluşur<sup>20</sup>.

Ses geçirgenliği en fazla doku olan kemikler, diğer dokulara göre daha fazla ısınır. Kemiğin Şeklinin düzensiz olması nedeniyle yansıyan ultrason enerjisi belli noktalarda yođunlaŐarak da yerel ısı artıŐına yol açabilir. Bu nedenle tedavi dozlarında bile ısınma ve periost ağrısı oluŐabilir<sup>20</sup>.

Sinir dokusu ultrason enerjisini kaslardan daha çok emerek ısındığı için, ağrı kesici ve spazm giderici etki ortaya çıkar. Yüksek dozlarda sinirler ve otonom sinir sisteminde sempatik ganglionlar üzerine uygulandığında, sempatik aktivite azalır, vazodilatasyon meydana gelir. Damarların daralma-geNişleme mekanizmasını kontrol eden sempatik sinir sistemindeki düzensizlikten kaynaklanan fonksiyonel dolaşım bozukluklarında ultrason tedavisinden yararlanılabilir. Burada amaç, sempatik ganglionlar üzerine yüksek dozlar (rneğin 3 W/cm<sup>2</sup>) uygulayarak, ganglion blokajı benzeri bir etki oluŐturmaktır. Üst ekstremitte tutulumlarında stellar ganglion bölgesine, alt ekstremitte tutulumlarında ise lomber sempatik ganglionlar üzerine uygulama yapılabilir<sup>22</sup>.

### Nontermal Etkileri

Ultrasonun nontermal etkileri ise doku rejenerasyonunun uyarılması, yumuşak doku onarımı, kronik iskemik dokularda kan akımı düzenlenmesi, protein sentezi ve kemik onarımıdır. Bu nontermal etkilerin oluŐumunda fiziksel mekanizmalar ise kavitasyon ve akustik akımdır.<sup>18</sup>

**Kavitasyon;** gaz içeren sıvılarda ultrason dalgalarının neden olduğu mikrometre boyutunda baloncuk veya kavite oluŐumudur. Basınç değerinin düzeyine göre oluŐan bu baloncuklar yararlı veya zararlı olabilir. Düşük basınç değerlerinde oluŐan baloncukların oluŐturduđu vibrasyon, kavitasyon olayının yakınındaki hücre membranında geri dönüŐümlü geçirgenlik deđerliŐikliklerine neden olur. Hücre membranının kalsiyum gibi çeŐitli iyonlara geçirgenliğinin deđerliŐmesi hücre aktivitesi üzerinde derin etkilere neden olur. Yüksek basınç düzeylerinde daha Őiddetli kavitasyon oluşur. Buna transient ya da kollaps kavitasyon denir. Bu durum hücreler için zararlı olan yüksek reaktif serbest radikallerin oluşumunu artırır.<sup>18</sup>

**Akustik Akım;** bir ultrason alanında bir sıvının tek yönlü hareketini ifade eder. Sıvılar ile yapılar (hücreler, baloncuklar ve doku fiberleri) arasında oluŐan yüksek hız farkı bu duruma neden olur. Akustik akım hücre membranı ve çevresindeki sıvı sınırında oluŐturulursa hücre aktivitesini uyarır. Protein sentezini, mast hücrelerinden sekresyonu, fibroblast mobilite deđerliŐikliklerini, ikincil mesajcı kalsiyum alımını ve makrofajlardan büyüme faktörü üretimini artırır.<sup>18</sup>

## İnflamasyonda Ultrasonun Rolü

İnflamasyon süreci yaralanma bölgesinde birçok hücrenin (plateletler, makrofajlar, mast hücreleri) rol oynadığı dinamik bir süreçtir. Terapötik ultrason'un hücre aktivitelerini etkileyerek onarımı hızlandırdığına dair kanıtlar vardır. Akustik akım gücü platelet membran geçirgenliğini değiştirerek serotonin salınımına yol açar. Serotonine ek olarak, plateletler başarılı onarım için gerekli yara faktörlerini içerirler. Bu durum yara iyileşmesini hızlandırır. Ayrıca terapötik ultrason mast hücrelerinin degranülasyonunu sağlayarak histamin salınımına neden olur<sup>18</sup>.

## Kırık Tedavisinde Ultrasonun Etkisi

Ultrasonun kırık iyileşmesi üzerindeki etkisini araştırmak için birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin 1,5 veya 3 MHz, 5 dakika boyunca, 0,5 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, haftada dört kez uygulanan terapötik ultrasonun fibula kırıklarında iyileşmeyi hızlandırdığı gösterilmiştir<sup>18</sup>.

LIPUS (Low-intensity pulsed ultrasound) ile yapılan hayvan deneylerinde yeni oluşmuş kırıkta iyileşme artmış ve hızlanmıştır. Randomize olmayan farklı çalışmalarda da LIPUS tedavisi septik ve aseptik gecikmiş kaynama ve kaynamama durumlarında % 70-90 arasında etkili ve güvenli bir ev tedavisi sağlamıştır<sup>23</sup>.

Jingushi ve arkadaşlarının<sup>24</sup> çalışmalarında femur, tibia, humerus, radius ve ulnayı içeren uzun kemik kırığı olan 72 vaka analiz edilmiş ve en son geçirilen operasyondan ortalama 11,5 (3-68) ay sonra LIPUS tedavisine başlanmıştır. Üst ve alt ekstremitte kırıkları ayrı ayrı analiz edilmiştir. Tüm vakalarda kaynama oranı % 75 olarak saptanmış, son operasyondan sonra altı ay içinde LIPUS tedavisine başlanan kırıkların % 89,7'si iyileşmiştir. Bu vakalarda kırık alanındaki radyolojik değişikliklerin düzelmesi dört ay sonra gözlenmiş, kaynamada sensitivite ve spesifite % 90'ın üzerinde bildirilmiştir<sup>24</sup>.

## Ultrasonun Endikasyonları<sup>19,22</sup>

- Dejeneratif ve enflamatuvar hastalıklarının akut dönemleri hariç her dönemde,
- Romatizmal hastalıkların bursit, periartrit gibi eklem dışı tutulumlarında,
- Spor yaralanması ve posttravmatik ağrılı durumlarda akut dönem sonrası veya yumuşak doku travmalarının akut dönemlerinde, ödemi gidermek amacıyla,

- Periferik sinir sistemi hastalıklarında,
- Kırık sonrası gelişen eklem sertliklerinde,
- Fibrozit, miyozit, kas krampları ve mekanik nedenlere bağlı kas ağrılarında,
- Periferik vasküler hastalıklarda,
- Deri ve deri altı doku hastalıklarında,
- Bası yarası ve variköz ülserlerin tedavisinde,
- Kırık iyileşmesi gecikmiş hastalarda kallus oluşumunu hızlandırmak için,
- Amputasyonlardan sonra gelişebilen nöroma veya fantom ağrı gibi ağrılı durumlarda güdük üzerine.

### **Ultrasonun Kontrendikasyonları<sup>22,25</sup>**

- Akut enfeksiyonlar,
- Romatizmal hastalıkların akut dönemlerinde,
- Neoplazmlar üzerine (kanser, prekanser veya metastazlar),
- Yakın zamanda radyoterapi yapılmış bölgelere, (radyoterapi bittikten sonra en az 6 ay geçmeden o bölgeye ultrason uygulanmamalı)
- Hemofili, hemartroz veya büyük hematomlarda,
- Arteriel ve venöz dolaşım bozukluklarında,
- İçi su dolu boşluklar (göz, kalp, testisler, vs.) ve gebe uterusu üzerine,
- Spina bifida, laminektomi gibi durumlarda lezyon üzerine,
- Duyu kusuru bulunan bölgelere (yanık riski),
- Gonadlar ve epifiz plakları üzerine,
- Vagus veya servikal ganglionlar üzerine,
- Kardiak pacemaker bulunanlarda göğüs bölgesi üzerine.



## Osteoartrit Tedavisinde Ultrason Uygulaması

Ultrason uygulaması mekanik, kimyasal, ısıya bağlı olan ve olmayan etkilerinden faydalanılarak osteoartrit tedavisinde kullanılmaktadır. Ultrasonun osteoartrit tedavisinde kullanımı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Literatürde ultrason tedavisinin etkinliğine ilişkin veriler çelişkilidir. Bunun nedeni uygulanan doz, frekans, süre ve uygulama şeklinin farklı biçimlerde yapılmış olmasından kaynaklanabilir. Tablo 3’de farklı çalışmalarda uygulanan ultrason tedavisinin özellikleri gösterilmiştir<sup>6-13,26</sup>. Bundan sonraki bölümde bu çalışmaların ayrıntıları özet olarak verilmiştir.

Çetin ve arkadaşları<sup>6</sup> izokinetik egzersiz (İE) öncesi fiziksel ajan kullanımının egzersiz performansı üzerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada, 100 kadın diz osteoartritli hastayı 5 gruba ayırmışlardır. İzokinetik egzersiz öncesi sıcak paket alan gruplarda uygulama 20 dk yapılmıştır. Ek olarak 1. gruba Kısa Dalga Diatermi (SWD) (27,12 MHz, 15 dk), 2. gruba TENS (20 dk), 3. gruba ultrason (sürekli, 1MHz, 10 dk, 1,5 W/cm<sup>2</sup>) uygulanmıştır. 4. grup egzersiz öncesi sadece sıcak paket almış ve 5. gruba ise fiziksel ajan kullanılmadan sadece İE yaptırılmıştır.

Sekiz hafta boyunca, haftada 3 kez toplam 24 seans süren tedaviler sonrasında VAS, 50 m yürüme süresi, Lequesne indeksi, dizabilite indeksi, izokinetik testteki Mean Peak Torque (MPT) değerlendirilmesinde tüm gruplarda ağrı, yürüme zamanı, fonksiyon ve izokinetik performansta anlamlı düzelme olmuştur. Tedavi grubunda (Grup 1-4), kontrol grubuna (Grup 5) göre düzelme istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır. Ultrason uygulaması TENS ve SWD’ye göre daha az etkili bulunmuştur. Sonuç olarak izokinetik egzersiz öncesi fiziksel ajan kullanımının egzersiz performansını artırdığı, ağrı ve fonksiyonu iyileştirdiği saptanmıştır.

Özgönenel ve arkadaşları<sup>7</sup> diz osteoartritli 67 hastayı aktif ve sham ultrason gruplarına ayırmışlardır. 1 MHz frekansında, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunluğunda, 5 dakika boyunca sürekli ultrason, 2 hafta süre ile haftada 5 gün, 10 seans uygulanmıştır. Tedavi sonunda her iki grupta da ağrı (VAS), WOMAC skoru ve 50 metre yürüme süresi üzerinde olumlu etki saptanmıştır ve ultrason grubu plasebo grubuna göre anlamlı olarak daha belirgin iyileşme göstermiştir.

Falconer ve arkadaşları<sup>8</sup> diz osteoartritli 69 hasta ultrason ve sham ultrason gruplarına ayırmıştır. 1 MHz frekanslı 0,1- 2,5 W/cm<sup>2</sup> (maksimum tolere edeceği doza kadar ortalama 1,7 W/cm<sup>2</sup>) yoğunluklu, 12 dakika ultrason, 4-6 hafta süre ile haftada 2-3 kez toplam 12 seans

uygulanmıştır. Ultrason sonrası 30 dakika germe şeklinde egzersiz protokolü uygulanmıştır. Girişte, tedavi sonrası ve 2. ayda değerlendirmede her iki grupta aktif EHA, ağrı ve yürüme hızında anlamlı düzelme olmuştur, fakat tedavi ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Huang ve ark.<sup>9</sup> diz osteoartritli 140 hasta 35'erli 4 eşit gruba ayırmıştır. Tüm gruplara ısınma egzersizlerine ek olarak; 1. gruba izokinetik egzersiz(İE), 2.gruba İE + pulse ultrason (pulse oranı 1:3), 3.gruba İE + pulse ultrason + eklem içi hyaluronan, 4. gruba tedavi verilmemiştir. Tedavi edilen her bölgeye 5 dakika, 1 MHz frekanslı, 2,5 W/cm<sup>2</sup> yoğunluğu aşmayacak şekilde ısı hissi oluşana kadar, 8 hafta boyunca, haftada 3 kez, toplam 24 seans ultrason tedavisi yapılmıştır. VAS, Lequesne indeksi, diz EHA, izokinetik dinamometre ile ölçülen dizin fleksiyon ve ekstansiyon torku, ambulasyon hızı tedavinin 8. haftası ve izleyen 1 yıl sonra değerlendirilmiştir. Tüm tedavi gruplarında ağrı ve dizabilite anlamlı olarak azalmıştır. Yürüme hızının artması, ağrının azalması, Lequesne skorunun ve dizabilitenin azalması en fazla grup 3'te görülmüştür. Grup 2 ve 3'te EHA ve ambulasyon hızı anlamlı düzelme göstermiştir. Grup 3'te en fazla olmak üzere, grup 2 ve 3'te tedavi sonrası torkta anlamlı kazanç elde edilmiştir.

Huang ve arkadaşları<sup>13</sup> diz osteoartritli hastalarda fonksiyonel durum üzerinde ultrasonun izokinetik kas güçlendirme egzersizlerine (İE) etkisinin araştırıldığı çalışmada 120 hasta 4 gruba ayırmıştır; 1.gruba İE, 2. gruba İE + sürekli ultrason (1 MHz frekanslı, 1,5 W/cm<sup>2</sup> yoğunluklu, her alana 5 dakika süre ile (total alan 25 cm<sup>2</sup>)), 3.gruba İE + pulse ultrason (1 MHz frekanslı, pik yoğunluk 2,5 W/cm<sup>2</sup> ve pulse oranı 1:3), 4.grup kontrol grubu ve ek olarak tüm gruplara 20 dk sıcak paket ve izokinetik kas güçlendirme egzersizlerinden önce 5 dk pasif eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri verilmiştir. Haftada 3 kez, 8 hafta boyunca, toplam 24 seans uygulama sonrasında girişte, tedavi sonrası, 1 yıl sonraki değerlendirmede İE'nin terapötik etkileri, ambulasyon hızı (50 m yürüme süresi) ve dizabilite (Lequesne indeksi), diz EHA'daki değişiklikler, ağrı ve diz fleksiyon ve ekstansiyonundaki tork değişiklikleri kaydedilmiştir. Her tedavi grubunda tork artmış, ağrıda ve disabiledede tedavi sonrası ve takip döneminde anlamlı azalma gözlenmiştir. Ancak sadece grup 2 ve 3'teki hastalarda tedavi sonrası EHA ve ambulasyon hızında anlamlı düzelme olmuştur ve pulse ultrason alan grupta kazançlar daha belirgindir. Ultrason tedavisinin İE'nin etkisini arttırdığı ve pulse ultrason etkisinin sürekli ultrasondan daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Kozanoğlu ve arkadaşları<sup>26</sup> diz osteoartrinde ibuprofen fonoforez ile konvansiyonel ultrasonun etkisini karşılaştırmak amacıyla 60 hasta 2 gruba ayrılmış. 1. gruba % 5 ibuprofenli fonoforez, 2. gruba sürekli ultrason (1 MHz frekanslı, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunluklu, 5 dakika süre ile), ek olarak her iki gruba ultrason öncesinde 20 dk sıcak paket uygulanmıştır. 2 hafta sonunda WOMAC skorları, diz EHA dereceleri, 20 m yürüme süresi, pasif ve aktif hareketle ağrı ve global değerlendirmede her iki grupta düzelme gözlenmiş ve gruplar arasında fark bulunmamıştır. Her iki tedavi modalitesinin etkili ve iyi tolere edildiği ve ibuprofen fonoforezinin konvansiyonel ultrasondan üstün olmadığı sonucuna varılmıştır.

Taşçıoğlu ve arkadaşlarının çalışmasında<sup>10</sup> diz osteoartriti 90 hasta 3 gruba ayrılmıştır. İlk gruba sürekli ultrason (1 MHz frekanslı, 2 W/cm<sup>2</sup> yoğunluklu 5 dakika süre ile), 2. gruba pulse ultrason (1 MHz frekanslı, 2 W/cm<sup>2</sup> yoğunluklu 5 dakika süre ile pulse modu 1:4), 3. gruba plasebo (sham ultrason) 2 hafta boyunca haftada 5 gün, 5 dk, toplam 10 seans uygulanmıştır. Her 3 grupta da VAS ve WOMAC skoru azalmıştır, ambulasyon hızı sadece ultrason alan gruplarda iyileşmiştir. Ağrı ve WOMAC total açısından pulse ultrason grubunun sürekli ultrason grubuna göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Ulus ve arkadaşlarının çalışmasında<sup>11</sup> diz osteoartriti 40 hasta aktif ve sham olarak 2 gruba ayrılmıştır. 1 MHz frekanslı, 1 W/cm<sup>2</sup> yoğunluklu, sürekli ultrason, 10 dk süre ile uygulanmıştır. Her iki gruba 20 dk sıcak paket, 10 dakika interfaransiyel akım ve 15 dakika her iki dize izometrik kuadriseps egzersizi uygulanmıştır. 3 hafta süreyle, haftada 5 gün, toplam 15 seans tedavi sonrasında her iki grupta ağrı, sertlik, dizabilite, fonksiyonel aktivite, yürüme süresi, depresyon ve anksiyete skorlarında anlamlı düzelme olmuştur. İki grup arasında VAS, WOMAC, Lequesne indeksi ve Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği skorlarında ultrason ve sham ultrason arasında anlamlı farklılık olmamıştır.

Eyigör ve ark.<sup>12</sup> diz osteoartriti 44 hastayı üç gruba ayırmışlardır. Her üç gruba 20 dk infraruj ve egzersiz verilmiştir. Ek olarak 1. gruba TENS (20 dk), 2. gruba ultrason (1 W/cm<sup>2</sup> yoğunlukta, sürekli, 1 MHz frekansında) uygulanmıştır. Tedavinin başından itibaren toplam 6 hafta progresif rezistif egzersiz (PRE) şeklinde egzersiz programı verilmiştir. Üç hafta boyunca, haftada 5 gün, toplam 15 seans tedavi sonrasında tüm gruplarda VAS, 20 m yürüme süresi, Lequesne indeksi, WOMAC skorlarında, SF-36 alt grup skorlarının çoğunda tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmıştır. Ağrı, fonksiyon, kas gücü ve yaşam

kalitesi ve tedavi etkinliği açısından hasta ve hekime göre değerlendirmede gruplar arasında istatistiksel ağıdan anlamlı fark görülmemiştir.

**Tablo 3. Farklı alışmalarda Uygulanan Ultrason Tedavisi zellikleri**

Çalışma	Frekans (MHz)	Yoğunluk (W/cm <sup>2</sup> )	Mod	Seans Süresi(dk)	Toplam Seans Sayısı
etin ve ark. <sup>6</sup>	1	1,5	Sürekli	10	24
zgnenel ve ark. <sup>7</sup>	1	1	Sürekli	5	10
Falconer ve ark. <sup>8</sup>	1	0,1- 2,5	Belirtilmemiş	Her bölgeye 3 dk. toplam 12 dk	12
Huang ve ark. <sup>9</sup>	1	Maksimum 2,5	Pulse-oranı 1:3	5	24
Kozanoğlu ve ark. <sup>26</sup>	1	1	Sürekli	5	10
Taşıoğlu ve ark. <sup>10</sup>	1	2	Sürekli/Pulse-oranı 1:4	5	10
Ulus ve ark. <sup>11</sup>	1	1	Sürekli	10	15
Eyigör ve ark. <sup>12</sup>	1	1	Sürekli	5	15
Huang ve ark. <sup>13</sup>	Sürekli:1 Pulse:1	Sürekli:1,5 Pulse:<2,5	Sürekli/Pulse-oranı 1:3	5	24

## Sonuç

Fizik tedavi modalitelerinden terapötik ultrason tedavisi diz osteoartritli hastalarda ağrının azaltılması ve günlük yaşam aktivitelerinin düzelmesinde etkin ve güvenilir bir yaklaşımdır ve etkinliği tedavi bitiminden sonra da uzun süre devam etmektedir.

## Kaynaklar

1. Tuncer T, ay HF, Kaçar C. Evidence-based recommendations for the management of knee osteoarthritis: a consensus report of the Turkish League against Rheumatism. Turk J Rheumatol 2012; 27:1-17.
2. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, Arden N et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. Osteoarthritis Cartilage 2008; 16:137-62.

3. Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18: 476-99.
4. Jordan KM, Arden NK, Doherty M, Bannwarth B, Bijlsma JW. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: report of ESCISIT. *Ann Rheum Dis* 2003; 62:1145-55.
5. Peter WF, Jansen MJ, Hurkmans EJ, Bloo H, Dekker J. Guideline steering committee - hip and knee osteoarthritis. *Physiotherapy in hip and knee osteoarthritis: development of a practice guideline concerning initial assessment, treatment and evaluation. Acta Reumatol Port* 2011; 36:268-81.
6. Çetin N, Aytar A, Atalay A, Akman MN. Comparing hot pack, short-wave diathermy, ultrasound, and TENS on isokinetic strength, pain, and functional status of women with osteoarthritic knees: a single-blind, randomized, controlled trial. *Am J Phy Med Rehabil* 2008; 87:443-51.
7. Özgönenel L, Aytakin E, Durmuşoğlu G. A double-blind trial of clinical effects of therapeutic ultrasound in knee osteoarthritis. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35:44-9.
8. Falconer J, Hayes KW, Change RW. Effect of ultrasound on mobility in osteoarthritis of the knee. *Arthritis CareRes* 1992; 5:29-35.
9. Huang MH, Yang RC, Lee CL, Chen TW, Wang MC. Preliminary results of integrated therapy for patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2005; 53:812-20.
10. Taççioğlu F, Kuzgun S, Armağan O, Öğütler G. Short-term effectiveness of ultrasound therapy in knee osteoarthritis. *J Int Med Res* 2010; 38:1233-42.
11. Ulus Y, Tander B, Akyol Y, Durmus D, Buyukakıncak O. Therapeutic ultrasound versus sham ultrasound for the management of patients with knee osteoarthritis: a randomized double-blind controlled clinical study. *Int J Rheum Dis* 2012; 15:197-206.
12. Eyigör S, Karapolat H, Ibişoğlu U, Durmaz B. Does transcutaneous electrical nerve stimulation or therapeutic ultrasound increase the effectiveness of exercise for knee osteoarthritis: a randomized controlled study. *Ağrı* 2008; 20:32-40.
13. Huang MH, Lin YS, Lee CL, Yang RC, Huang MH, Lin YS. Use of ultrasound to increase effectiveness of isokinetic exercise for knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86:1545-51.
14. Rutjes AW, Nuesch E, Sterchi R, Juni P. Therapeutic ultrasound for osteoarthritis of the knee or hip. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(1):CD003132.
15. Yakut E, Dalkılıç M, Kaya D. Ultrason. In *Kanıtı Dayalı Elektroterapi*. (Ed Yakup E): 181-213. Ankara, Feryal Matbaacılık, 2008.
16. Tuna H. Tedavi edici ultrason ve kalibrasyon. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2011; 57: 94-100.
17. Leddy J. Musculoskeletal ultrasound imaging. In *Electrotherapy Evidence-Based Practice*, 12th Ed (Ed Watson T): 347-60. China, Elsevier Ltd, 2008.

18. Watson T, Young SR. Therapeutic ultrasound. In *Electrotherapy Evidence-Based Practice*, 12th Ed (Ed Watson T): 179-201. China, Elsevier Ltd, 2008.
19. Denegar CR, Saliba E, Saliba S. *Therapeutic Modalities for Musculoskeletal Injuries*. 3rd Ed. U.S.A, Human Kinetics, 2010.
20. Yurtkuran M, Nasırcılar A. Fizik tedavi yntemleri. In *Braddom Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*, 3rd Ed (Eds Sarıdoğan M, Randall L): 459-78. Ankara, Ayrıntı Basımevi, 2010.
21. Kocaoğlu B, Cabukoglu C, Ozeras N, Seyhan M, Karahan M, Yalcin S. The effect of therapeutic ultrasound on metallic implants: a study in rats. *Arch Phys Med Rehabil* 2011; 92:1858-62.
22. Kalyon TA. Ultrason. In *Elektroterapi*, (Ed Tuna N): 129-41. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 2001.
23. Romano CL, Romano D, Logoluso N. Low-intensity pulsed ultrasound for the treatment of bone delayed union or nonunion: a review. *Ultrasound Med Biol*. 2009; 3:529-36.
24. Jingushi S, Mizuno K, Matsushita T, Itoman M. Low-intensity pulsed ultrasound treatment for postoperative delayed union or nonunion of long bone fractures. *J Orthop Sci*. 2007;12:35-41.
25. Őendur M. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon: tedavi araları. In *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Pratik El Kitabı*, 2nd Ed (Ed Őendur M): 139-41. Ankara, nc Basımevi, 2008.
26. Kozanoğlu E, Başaran S, Güzel R, Güler-Uysal F. Short term efficacy of ibuprofen phonophoresis versus continuous ultrasound therapy in knee osteoarthritis. *Swiss Med Wkly* 2003; 133:333-8.

**Correspondence Address / Yazışma Adresi**

Dr. Rengin Güzel  
ukurova Üniv. Tıp Fakültesi  
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı  
Adana, Turkey  
E-mail: reninguzel@gmail.com