

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**KRONİK KAS İSKELET SİSTEMİ AĞRILI HASTALARDA
AEROBİK EGZERSİZİN AĞRI DUYARLILIĞI, KALP HIZI
TOPARLANMASI VE YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ
DR. ŞEYDA ÖTE KARACA**

**TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. NESRİN DEMİRSOY**

**ANKARA
(MAYIS 2015)**

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**KRONİK KAS İSKELET SİSTEMİ AĞRILI HASTALARDA
AEROBİK EGZERSİZİN AĞRI DUYARLILIĞI, KALP HIZI
TOPARLANMASI VE YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ
DR. ŞEYDA ÖTE KARACA**

**TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. NESRİN DEMİRSOY**

**ANKARA
(MAYIS 2015)**

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim sırasında, tez çalışmamın her aşamasında yakın ilgisini, bilimsel desteğini ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Nesrin Demirsoy'a, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleriyle yetişmemde değerli katkıları bulunan sayın Prof. Dr. Vesile Sepici, Prof. Dr. Fatma Atalay, Prof. Dr. Nihal Taş, Prof. Dr. Belgin Karaoğlu, Prof. Dr. Jale Meray, Prof. Dr. Gülçin Kaymak Karataş, Prof. Dr. Feride Göğüş, Doç. Dr. Murat Zinnuroğlu, Doç. Dr. Özden Özyemişçi Taşkiran, Uzm.Dr. Çiğdem Atan Uzun, Uzm. Dr. Gönen Mengi'ye, çalışma verilerimin istatistiksel değerlendirmesinde değerli katkılarından dolayı Doç.Dr. Zafer Günendi' ye, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma ve desteklerine ihtiyaç duyduğumda yanımda olan kliniğimizin tüm fizyoterapist, hemşire, sekreter ve personeline, bana her zaman destek olan ve sevgilerinden güç aldığım sevgili annem Nurhayat Öte, babam Ömer Öte, kardeşim Mehmet Öte ve eşim Onur Karaca'ya, en içten teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Şeyda ÖTE KARACA

İçindekiler

1	GİRİŞ VE AMAÇ	1
2	GENEL BİLGİLER.....	3
2.1	Ağrı	3
2.1.1	Ağrının sınıflandırması	3
2.1.2	Ağrının fizyolojisi ve patofizyolojisi	7
2.1.3	Ağrı ile ilgili değerlendirme yöntemleri.....	14
2.1.4	Kronik ağrının psikososyal sonuçları	19
2.1.5	Kronik kas iskelet sistemi ağrısının tedavisi	20
2.2	Egzersiz	24
2.2.1	Egzersize fizyolojik yanıtlar	24
2.2.2	Aerobik egzersiz	26
2.3	Aerobik egzersiz ve ağrı ilişkisi	49
3	GEREÇ VE YÖNTEM	52
3.1	Olgular	52
3.2	Değişkenler.....	54
3.2.1	Ağrı değerlendirmesi.....	54
3.2.2	Egzersiz testinin değerlendirilmesi	56
3.2.3	Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi	57
3.3	İstatistiksel Analizler	57
4	BULGULAR.....	59
5	TARTIŞMA.....	68
6	SONUÇ	76
7	KAYNAKLAR.....	78
8	ÖZET	93
9	SUMMARY	95

10	ÖZGEÇMİŞ	97
11	EK.1 OLGU RAPOR FORMU	98
12	EK-2 YAŞAM KALİTESİ (SF36) FORMU	101

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

p	İstatistiksel bir hipotez testinin olasılık değeri
n	Olgu sayısı
SS	Standart sapma

KISALTMALAR

ATP	Adenozin Trifosfat
BAET	Basınç Ağrı Eşiği Toplamı
BKI	Beden Kitle İndeksi
CGRP	Calcitonin gene-related peptid
ÇÇD	Çift Çarpım Değeri
Dk	Dakika
EKG	Elektrokardiyografi
ER	Emosyonel Rol
FF	Fiziksel Fonksiyon
FR	Fiziksel Rol
GS	Genel Sağlık
IASEP	International Association for the Study of Pain
KH ist	İstirahat kalp hızı
KH maks	Maksimum kalp hızı
KHT	Kalp Hızı Toparlanması
MET	Metabolik Eşlenik
MI	Miyokard enfarktüsü

MS	Mental Sağlık
O ₂	Oksijen
SF	Sosyal Fonksiyon
SF-36	Short Form-36 (Kısa Form-36)
VA	Vücut Ağrısı
VAS	Visual Analog Scale (Görsel Analog Skala)
VO ₂ maks	Maksimum Oksijen Tüketimi
WDR	<i>Wide Dynamic Range</i>
Y	Yaşamsallık
ZD	Zorlanma derecesi

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1. Periferik sensitizasyon

Şekil 2. Santral sensitizasyon

Şekil 3. Basınç algometresi

Şekil 4. Grup 1 ve grup 2’ de yer alan bireylerin tedavi öncesi ve sonrası test süresi ortalamaları (dk)

TABLoların LİSTESİ

Tablo 1. Kronik kas iskelet sistemi ağrısı nedenleri

Tablo 2. Akut ve kronik ağrının karşılaştırılması

Tablo 3. Ağrının iletiminde rol oynayan nörotransmitterler

Tablo 4. Çok boyutlu bireysel ağrı değerlendirme yöntemleri

Tablo 5. Objektif kriterli ağrı değerlendirme yöntemleri

Tablo 6. Kronik kas iskelet sistemi ağrısı tedavisinde farmakolojik yaklaşımlar

Tablo 7. Bazı Aktivitelerin Gerektirdiği MET düzeyleri

Tablo 8. Maksimal MET düzeyi ve O₂ tüketiminin yaşa göre normal değerleri

Tablo 9. Özel cihazlarla yapılan değişik egzersiz testi protokollerinin avantaj ve dezavantajları

Tablo 10. Modifiye Bruce Protokolü

Tablo 11. Koşu bandı egzersiz protokollerinin karşılaştırılması

Tablo 12. Egzersiz testinin kesin kontrendike olduğu durumlar

Tablo 13. Egzersiz testinin göreceli kontrendike olduğu durumlar

Tablo 14. Egzersiz testinin sonlandırılmasını gerektiren kesin endikasyonlar

Tablo 15. Egzersiz testinin sonlandırılmasını gerektiren göreceli endikasyonlar

Tablo 16. Egzersiz testi sırasında gelişebilecek komplikasyonlar

Tablo 17. Borg ölçeğine göre zorlanma derecesi

Tablo 18. Çalışmaya dahil olma kriterleri

Tablo 19. Çalışmadan dışlanma kriterleri

Table 20. Kronik kas iskelet sistemi ağrılı bölgeler

Tablo 21. Belirtilen değişken değerlerinin gruplara göre tanımlayıcı istatistikleri

Tablo 22. Grup 1 ve grup 2 için VAS, Alın, Sağ Volar, Sol Volar, Sağ parmak, Sol parmak ve BAET değerleri

Tablo 23. Grup 1 ve grup 2 için test süresi, çift çarpım değeri, 1., 2. ve 3. dk KHT değerleri

Tablo 24. Grup 1 ve grup 2 için SF 36 ölçeği alt ölçek skorlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Tablo 25. Aerobik egzersiz programına katılan hastalarda tedavi öncesi test süresi düşük ve yüksek olanlarda 1., 2. ve 3. dk KHT değerleri

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Ağrı bir uyaran varlığında, bazen de uyaran olmadan, kişide oluşan hoşagitmeyen duyuşal ve emosyonel deneyim olarak tanımlanmaktadır (1).

Akut travmadan, dejeneratif hastalıklardan sonra ya da başka nedenlerle; sinir duyarlılığında, ateşlenmesinde ve bağlantılarında anormal değışimler sonucu 3 aydan fazla süren ağrılar kronik ağrı olarak sınıflandırılmaktadır (2).

Kronik kas iskelet sistemi ağrı yakınması olan hastalarda ağrıya bağlı fiziksel kısıtlılık önemli bir problemdir. Hastalar ağrı nedeniyle rutinde yaptığı iş ve aktiviteleri kısıtlamakta ya da tamamen bu aktivitelerden uzak durmaktadır. Ayrıca kronik kas iskelet sistemi ağrısına bağlı iş gücü kaybı ve sağlık harcamaları toplumsal bir sorun oluşturmaktadır (3). Bu nedenlerle ağrının kontrolü ve etkili tedavisi oldukça önemlidir.

Kronik ağrının tedavisinde farmakolojik veya nonfarmakolojik olmak üzere birçok yöntem kullanılmaktadır. Egzersiz kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda sıklıkla kullanılan bir rehabilitasyon yöntemidir.

Aerobik egzersizlerin ağrıyı azaltıcı etkileri olduğu bilinmekle birlikte analjezik etkisini açıklayan mekanizmalar net değildir. Endojen opioidler, kanabinoidler, stres hormonlarının artışı, inen ve çıkan ağrı inhibisyon yolağının aktivasyonu ve kardiyovasküler sistem ile ağrı modülasyonu arasındaki

başlantılar yoluyla gerçekleşen hipoaljezi potansiyel mekanizmalar olarak gösterilmiştir (4-7).

Bu tez çalışmasında amaç, kronik kas iskelet sistemi aērısı yakınması olan hastalarda klinik pratikte sık kullanılan konvansiyonel tedavi (aērılı bölgeye yönelik elektrik stimlastonu, ultrasound, sıcak-soēuk uygulama, germe, güçlendirme ve eklem hareket aıklıēı egzersizleri) ile birlikte uygulanan aerobik egzersiz programının,

- a. aērı, aērı duyarlılıēı ve saēlıkla ilgili yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırmak ve bu etkileri konvansiyonel tedavi ile karşılaştırmak
- b. parasempatik tonus artışı üzerine etkisini kalp hızı toparlanması (KHT) ile deēerlendirip, aērı duyarlılıēındaki deēiřimde parasempatik tonus artışının etkisi olup olmadıēını deēerlendirmektir.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Ağrı

Uluslar Arası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASAP) tarafından ağrı; vücudun belli bir noktasından kaynaklanan, doku hasarına bağlı olabilen veya olmayan, geçmişteki deneyimlerle de ilgili, hoş olmayan duyuşsal ve emosyonel yanıt olarak tanımlanmıştır (1, 8-11).

2.1.1 Ağrının sınıflandırması

Ağrı patofizyolojik olarak nosiseptif ağrı, inflamatuvar ağrı ve nöropatik ağrı olarak sınıflandırılmaktadır.

2.1.1.1 Ağrının patofizyolojik sınıflandırması

2.1.1.1.1 Nosiseptif ağrı

Nosiseptif ağrı serbest sinir uçlarındaki nosiseptörlerin uyarılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Nosiseptörler tarafından algılanan ağrılı uyaran, ağrıyı ileten sağlam lifler ile omuriliğe, oradan da talamusa iletilmekte ve serebral korteks tarafından ağrı olarak algılanmaktadır. Nosiseptif ağrı, somatik ve visseral ağrı olarak ikiye ayrılmaktadır. Somatik ağrı somatik afferent lifler ile taşınırken visseral ağrı sempatik lifler aracılığı ile taşınmaktadır (12). Somatik ağrı iç organlar dışında bütün vücut bölgelerinde oluşan ağrıdır. Deriden kaynaklanan ağrı, yüzeysel somatik ağrı; iskelet kasları, bağ dokusu, eklemler ve fasyalardan kaynaklanan ağrılar ise derin somatik ağrı olarak tanımlanmaktadır (13). Somatik ağrı yoğun ve acı verici nitelikte olup iyi lokalize edilebilmektedir (12).

Visseral ağrı ise toraks, abdomen veya pelviste yer alan içi boş organların gerilmesi, iskemisi, inflamasyonu, kas spazmı veya traksiyonu gibi nedenlerle oluşur ve genellikle derin, zor lokalize edilen ve uzak bölgelere yansıyan karakterdedir. Visseral ağrının daha zor lokalize edilmesinin sebebi; somatik afferentlere göre visseral afferentlerin daha az sayıda olması ve birbirinden ayrılabilen farklı ileti yollarının olmamasıdır (14).

2.1.1.1.2 İnflamatuar ağrı

İnflamatuar ağrı, nosiseptif ağrı gibi ağrıyı ileten sağlam lifler aracılığı ile omuriliğe, oradan da talamusa iletilmektedir ve serebral korteks tarafından ağrı olarak algılanmaktadır. Ancak oluşan doku hasarı nedeniyle aktive olan akut ve kronik inflammatuar mediatörler, ağrılı uyarana santral sinir sisteminin duyarlılığını arttırmakta ve ağrıyı potansiyalize etmektedir. Artropati, iskemik vaskulopati, artrit, postoperatif ağrı ve yanıklar inflammatuar ağrıya örnek verilebilir (15).

2.1.1.1.3 Nöropatik ağrı

Nöropatik ağrı, periferik ya da santral sinir sisteminde izlenen yapısal bozukluklar nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Sinir harabiyeti ile peptidlerin üretimindeki artış uyarılara karşı hassasiyetin artışına neden olmaktadır. Ayrıca sinir liflerinin haraplanmış ucunda filizlenmeler meydana gelmekte ve spontan olarak çalışan nöromalara yol açabilmektedir. Benzer değişiklikler arka kök ganglionundaki afferent nosiseptörlerde de ortaya çıkabilmekte ve miyelinli lifler

demiyelinize hale gelip ektopik uyarılar ortaya çıkabilmektedir (11). Nöropatik ağrı, periferik sinir travmaları, mononöropatiler ve polinöropatiler gibi periferik nedenlere bağlı olarak görülebilenken, dorsal kök gangliyonu, spinal kord, beyin sapı, talamus ve diğer subkortikal ya da kortikal beyin bölgeleri ile alakalı santral nedenlere bağlı olarak da görülebilmektedir (16). Ağrı sıklıkla yanıcı, bıçak saplanır ve elektrik çarpar vasıftadır. Daha seyrek olarak künt, sızlayıcı, zonklayıcı ve derin ağrı görülebilmektedir. Ayrıca sinir sisteminde meydana gelen bozukluk nedeniyle hipoestezi, hipoaljezi, hiperaljezi, parestezi, dizestezi, iğnelenme ve allodini gibi sensorial semptomlar nöropatik ağrı semptomları olarak ortaya çıkabilmektedir (17, 18).

2.1.1.2 Ağrının süreye ilişkin sınıflandırılması

2.1.1.2.1 Akut ağrı

Akut ağrı mekanik, termal ya da kimyasal travmaya bağlı doku hasarı gibi nosiseptif bir uyarı ile ortaya çıkmaktadır. Genellikle keskin, ezici veya yanıcı özelliktedir (9). Doku hasarına neden olan uyarının daha fazla hasar vermesini önlemek için sempatik sinir sistemini aktive eden bir dikkat yanıtı olarak başlamaktadır. Aktive olan sempatik sinir sistemine bağlı olarak vazokonstriksiyon, kalp hızında artma ve “savaş ya da kaç” fizyolojisi oluşmaktadır (15). Nosiseptif uyarı geriledikçe ağrı azalarak kendini sınırlamaktadır. Genellikle birkaç günden birkaç haftaya kadar sürer. Etkili şekilde tedavi edilmezse kronik forma dönüşebilmektedir (9).

2.1.1.2.2 Kronik ağrı

Akut travmadan, dejeneratif hastalıklardan sonra ya da başka nedenlerle; sinir duyarlılığında, ateşlenmesinde ve bağlantılarında anormal değişimler sonucu 3 aydan fazla süren ağrılar kronik ağrı olarak sınıflandırılmaktadır. Başlıca kronik kas iskelet sistemi ağrısı nedenleri tablo 1’ de gösterilmektedir.

Tablo 1. Kronik kas iskelet sistemi ağrısı nedenleri

Tuzak sendromları
Myofasiyal ağrı
Fibromiyalji
Dejeneratif disk hastalıkları
İntervertebral disk bozuklukları
Faset sendromu
Konjenital kas iskelet sistemi anormallikleri
Tümörler
İnfeksiyonlar
İnflamatuar artrit
Osteoartrit
Otoimmün hastalıklar
Vaskülitler

Akut ağrıda ağrı yararlı bir sinyalken, kronik ağrıda davranışları ve yaşamı etkileyen bir durum haline gelir ve ilaç tedavisinden beklenen başarı akut ağrıdakine kıyasla daha azdır (12). Akut ağrı kontrol altına alınmadığı takdirde devam eden nosiseptif uyarıya bağlı spinal kolon arka boynuzundaki nöronların sensivitesi artmaktadır. Mekanoreseptörlerin normal dokunma duyusunu ileten dorsal kolon dokunma yolu ile ağrı duyusunu ileten lateral spinotalamik ağrı yolağı arasındaki bağlantılar değişikliğe uğramaktadır (2). Santral sinir sistemi hiperekstabilitesine (santral sensitizasyon) neden olan beyin plastisitesi

görülmektedir (19). Doku hasarından sonra doku tamiri için periferik nosiseptif uyarım sona erse bile santral sinir sistemi tarafından ağrı hafızası oluşturulmakta ve doku tamamen tamir olsa bile ağrı unutulmaz hale gelerek kronikleşmektedir (19, 20). Tablo 2’ de akut ve kronik ağrının karşılaştırılması gösterilmektedir (15).

Tablo 2. Akut ve Kronik Ağrının Karşılaştırılması

Akut ağrı	Kronik ağrı
Doku hasarıyla hemen tetiklenir	Doku hasarı iyileştikten sonra devam eder
Ağrı oluşabilecek hasarı önlemek için yararlı bir sinyaldir	Yararlı işlevi yoktur
Nosiseptörleri aktive eder	Santral sensitizasyon ve santral sinir sisteminin kalıcı yapısal anormalliklerini içerir
Sempatik sinir sistemini aktive eder	Fizyolojik adaptasyon söz konusudur
Kısa sürede sınırlanır	Uzun süre devam eder
Tedaviye yanıt verir	Tedaviye dirençlidir

2.1.2 Ağrının fizyolojisi ve patofizyolojisi

2.1.2.1 Ağrının iletimi

Primer afferent nosiseptörler mekanik, termal ve kimyasal ağrılı uyarımları algılayarak spinal korda iletmektedir. Spinal kord arka boynuzundan köken alan yollar supraspinal bölgelere ulaşmaktadır. Bu yollar spinotalamik, spinoretiküler ve spinomezensefalik yollardır. Bu yolların yanı sıra arka kolonların derininde seyreden visseral nosiseptif yollar da mevcuttur, bu yollar mezensefalon ve diensefalonu ulaşmaktadır. Bu merkezlerden talamusu ulaşan nöronlar talamusta ikiye ayrılmaktadır. Ağrının sensoryal diskriminatif özelliğini taşıyanlar

ventrokaudal ve ventroposterior talamus çekirdeklerinde sonlanırken ağrının affektif motivasyonel yönleriyle ilgili olanlar ise talamusun medial çekirdeklerinde sonlanmaktadır. Ağrının diskriminatif yönü ağırlı uyarının yerinin bildirilmesi ve tanımlanması ile ilgili özellikleriyken, ağrıda hoş olmayan hisler ve diğer duygusal öğeler affektif motivasyonel komponenti oluşturmaktadır. Bu da, ağrının kişiden kişiye farklılık göstermesine neden olmaktadır.

Ağırlı uyarın üst merkezlere transdüksiyon, transmisyon, modülasyon ve persepsiyon olmak üzere dört farklı aşamada ilerlemektedir.

Transdüksiyon; bir enerjinin başka bir enerjiye dönüşmesidir. Örneğin normalde sıcak bir uyarın ağırlı değildir, ağırlı hale gelebilmesi için belirli bir derecenin üzerine çıkması gerekir. Nositörler normal bir ısıya karşı duyarsız kalırken, ısının artışı ile duyarlı hale gelirler ve bu uyarı elektriksel aktiviteye dönüştürülür.

Transmisyon; nitörler tarafından algılanan ağırlı uyarının daha üst merkezlere doğru iletilmesidir. Bu iletimde miyelinli A delta lifleri ve miyelinsiz C lifleri etkin rol almaktadır. Miyelinli A delta lifleri uyarıyı hızlı iletirken, miyelinsiz C lifleri daha yavaş iletmektedir. Ayrıca miyelinli A delta lifleri termal ve mekanik uyarınlarla uyarılırken, miyelinsiz C lifleri her türlü uyarına karşı duyarlılığı olan liflerdir.

Modülasyon; transmisyonla üst merkezlere iletilen uyarının omurilik seviyesinde değişime uğramasıdır.

Persepsiyon; Omurilikten geçen uyarının üst merkezlere doğru iletilip ağrının algılanmasıdır (11).

2.1.2.2 Nosisseptörler

Nosisseptörler mekanik, termal ve kimyasal doku hasarına yanıt veren sinir uçlarıdır. Bu reseptörler arasında; sessiz reseptörler, polimodal mekanosensitif reseptörleri ile sıkıştırma ve iğne batmasına yanıt veren mekanonosisseptörler bulunmaktadır (13). Sessiz reseptörler, normal durumlarda aşırı mekanik ya da termal uyarılara cevap vermezken, inflamasyon ve kimyasal sensitizasyon durumunda hassas hale gelmekte ve ağrılı uyarılara yol açmaktadırlar. Polimodal mekanosensitif reseptörleri ise aşırı basınç, aşırı soğuk ya da aşırı sıcak ile bradikinin, histamin, serotonin, H⁺, K⁺, bazı prostoglandinler ve kapsaisin gibi maddelere yanıt vermektedirler ve en sık tipte bulunan nosisseptörlerdir. Nosisseptörler hem somatik hem de visseral dokularda bulunmaktadır.

Somatik nosisseptörler; deride bulunan kutanöz nosisseptörler ve kas, tendon, fasya, kemik gibi dokularda bulunan derin somatik nosisseptörlerdir. Kutanöz nosisseptörler ağrılı uyarana, derin somatik nosisseptörlerden daha duyarlıdır. Derin somatik nosisseptörlerin algıladığı ağrı karakteristik olarak künt ve iyi lokalize edilemeyen tiptedir.

Visseral nosisseptörler; visseral organlar genellikle sessiz reseptörler içermektedir. Kalp, akciğer, testis ve safra kanalları gibi bazı organların kendilerine spesifik nosisseptörleri olduğu düşünülmektedir. Diğer organlar ise sıklıkla polimodal nosisseptörler içermektedir (13).

2.1.2.3 Nörotransmitterler

Ağrının iletiminde pek çok nörotransmitter rol oynamaktadır (Tablo 3). Glutamat ve aspartat gibi eksitatör aminoasitler ile primer afferentlerden salgılanan Calcitonin gene-related peptid (CGRP) ve P maddesi gibi peptitler bu nörotransmitterlerin en önemlileridir (13).

Tablo 3. Ağrının iletiminde rol oynayan nörotransmitterler

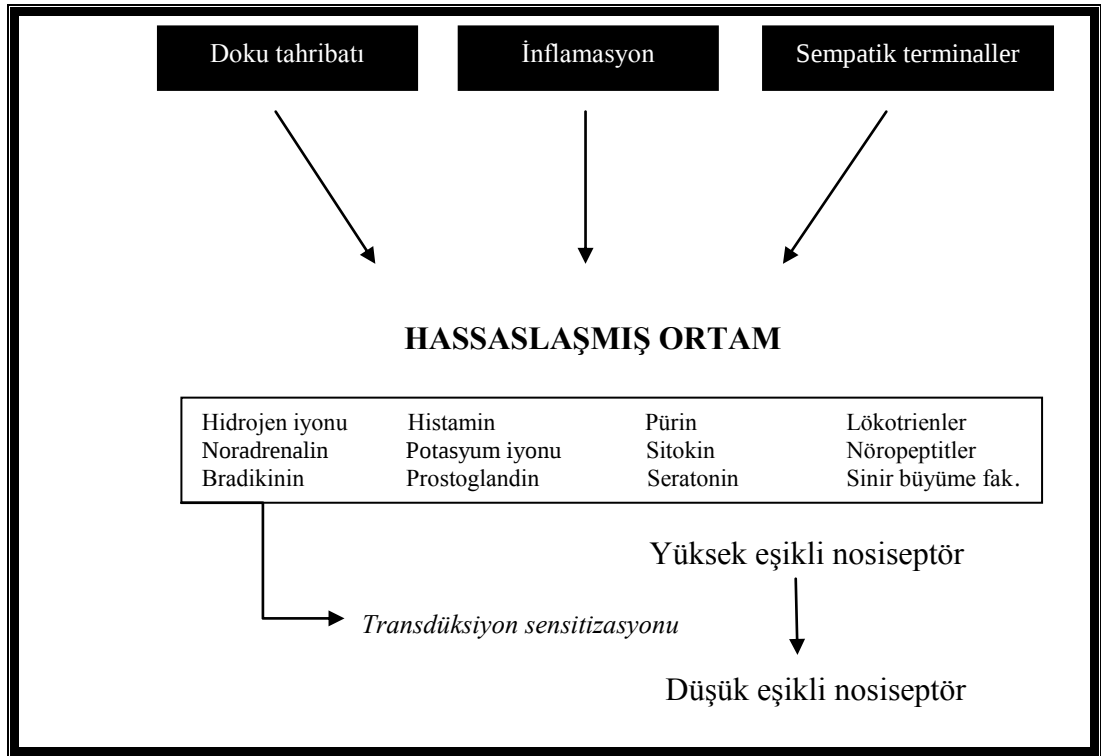
Nörotransmitter	Reseptör	Nosisepsiyona Etki
Substans P	Neurokinin-1	Eksitatör
CGRP		Eksitatör
Glutamat	NMDA, AMPA, kainite, quisqualate	Eksitatör
Aspartat	NMDA, AMPA, kainite, quisqualate	Eksitatör
Adenozin trifosfat(ATP)	P1, P2	Eksitatör
Somatostatin		İnhibitör
Asetilkolin	Muskarinik	İnhibitör
Enkafalinler	μ , δ , K	İnhibitör
β-Endorfin	μ , δ , K	İnhibitör
Serotonin	5-hidroksitriptamin	İnhibitör
γ-Aminobutirik asit	A, B	İnhibitör
Glisin		İnhibitör
Adenozin	A ₁	İnhibitör
Norepinefrin	α_2	İnhibitör

2.1.2.4 Ağrının modülasyonu

2.1.2.4.1 Periferik modülasyon

Ağrılı uyarana bağlı oluşan doku tahribatı nedeniyle inflamatuvar bir sürecin sonucu olarak hasarlanan hücrelerden kimyasal mediatörler salınmaktadır. İnflamasyona bağlı mediatör salınımının yanında nosiseptif uyarının kendisi de nörojenik bir inflamasyon cevabı oluşturarak ağrıya ilişkin peptitlerin salgılanmasına yol açmaktadır. Hasarlanmış ortamdaki bu yanıtlar sensoryal ve

sempatik sinir liflerinde uyarılmada değişikliğe neden olmakta ve sinir terminalinden de kimyasal mediatör salınımı gerçekleşmektedir. Salınan kimyasal mediatörler aljezik maddelerden zengindir ve salgılanmalarıyla yüksek eşik değerdeki nosiseptörleri uyarak periferik sensitizasyona neden olmaktadır (Şekil 1) (11). Böylece düşük şiddetteki uyarılar normalde ağrıya yol açmazken ağrılı uyarı olarak algılanmaya başlamaktadır. Ayrıca çeşitli dokularda sessiz reseptör adı verilen ve normal durumlarda aşırı mekanik ya da termal uyarılara cevap vermeyen reseptörler vardır. Bu reseptörler, inflamasyon ve kimyasal sensitizasyon durumunda hassas hale gelmekte ve ağrılı uyarılara yol açmaktadır (11).



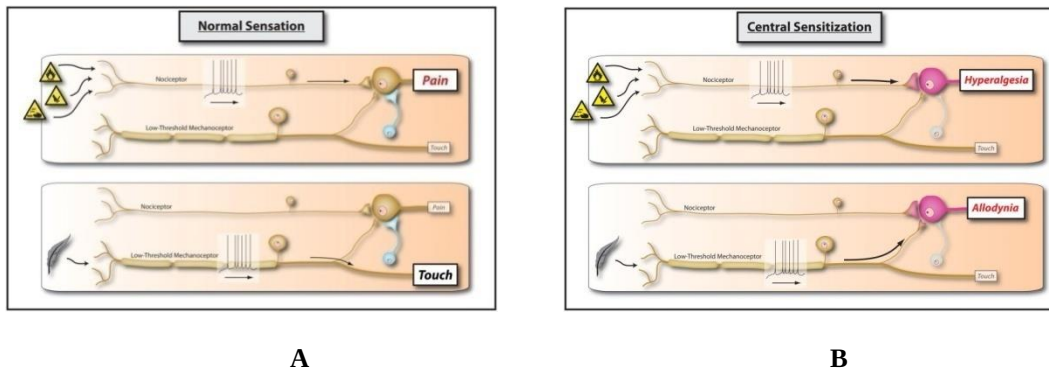
Şekil 1. Periferik sensitizasyon

2.1.2.4.2 Santral modülasyon

Arka boynuza ulaşan afferent uyarılar hipotalamus, periaquaduktal gri madde, lokus seruleus gibi supraspinal yapılardan kaynaklanan inen inhibisyon sistemini devreye sokmaktadır. İnen inhibisyon sistemindeki aksonlar, hem primer afferent nöronlar hem de ikinci sıra nöronlar üzerinden adrenerjik, serotonerjik ve opiat reseptörler aracılığıyla etki göstermektedir (13). Bu sistem sayesinde normalde uyarıların yalnızca küçük bir kısmı talamus ve yüksek beyin merkezlerine ulaşabilmektedir (8). Ancak uzamış patoloji ve inflamasyon durumunda bu filtreleme yeteneği bozulmakta ve santral sensitizasyona katkıda bulunarak ağrılı uyarana artmış yanıt ya da ağrılı olmayan uyarılara bile yanıt ortaya çıkmaktadır.

Supraspinal merkezlerden inen nöral aktivite ile inhibisyonun yanı sıra spinal kordun kendi içinde segmental inhibisyonuyla da ağrılı uyarı inhibe edilebilmektedir. Glisin ve GABA'nın ağrının segmental inhibisyonunda önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Segmental inhibisyon mekanizmaları, ağrılı olmayan duyuların iletimine aracılık eden kalın afferent liflerin aktivasyonu, spinal kordun derin laminasında bulunan ve hem ağrısız hem de ağrılı uyarana yanıt veren wide dynamic range(WDR) nöronlarının ve spinotalamik traktus aktivitesinin inhibe edilmesidir. Segmental inhibisyondaki diğer bir mekanizma, vücudun komşu olmayan bölümlerindeki ağrılı uyarının aktivasyonu ile diğer seviyelerdeki WDR nöronlarının inhibisyonudur.

Santral inhibisyon mekanizmalarının yanında santral sensitizasyon mekanizmaları da mevcuttur. Santral sensitizasyon, normal ya da eşik altı uyarılara karşı santral sinir sistemindeki nosiseptif nöronların artmış yanıtıdır (21). Aynı tekrarlayan uyarı ile WDR nöronları deşarj frekanslarını attırmaktadır ve afferent liflerde input sonlansa dahi WDR nöronları uzun süreli deşarj göstererek ağrının fasilitasyonunu sağlamaktadır. Santral sensitizasyondaki diğer bir mekanizma ise dorsal boynuz nöronlarının reseptör alanını genişleterek yakındaki nöronların da uyarıya yanıt vermesi ve inen fasilitör yolların aktivasyonudur (8, 13). Bir diğer mekanizma ise spinal kord, beyin sapı, talamus ve korteks arasındaki normal anatomik ağrı yolağı bağlantıları ile normal ya da eşik altı uyarıların, beynin ağrı duyusunu algılayan sensitivitesi artmış korteks bölgesiyle bağlantı kurmasıdır (Şekil 2). Böylece basit ağrı ve dokunma duyusu hiperaljezi ve allodiniye neden olmaktadır (22).



Şekil 2. Santral sensitizasyon mekanizması; A: Normal duyu, B: Santral sensitizasyon (22)

2.1.2.4.3 Ağrı Hafızası

Dokuda oluşan hasara organizmanın verdiği yanıt zararlı uyarandan uzaklaşmak yönündedir. Dokunun iyileşebilmesi için ağrılı uyarı ortadan kalktıktan sonra, hasarlanan bölgeden salgılanan mediatörler santral sinir sisteminde gen ekspresyonu sağlamakta ve fizyolojik olarak hiperaljezi sürdürülmektedir. Yani periferik ağrılı uyarı sona erse bile santral sinir sistemi tarafından ağrı duyumu oluşturulmakta, başka bir deyişle ağrı hatırlanmaktadır. Ancak ağrı hafızasındaki bazı aksamalar nedeniyle doku tamamen tamir olsa bile ağrı unutulmaz hale gelerek kronikleşmektedir (20). Ağrı hafızasının boyutu ve şiddetini belirleyen çeşitli etkenler mevcuttur. Bunlar ağrının o andaki şiddeti, emosyonel durum, ağrıya karşı beklentiler ve daha önceki ağrının ilk şiddetidir. Bu etkenlerin kronik ağrı gelişiminde de rol oynadığı bilinmektedir (11).

2.1.3 Ağrı ile ilgili değerlendirme yöntemleri

2.1.3.1 Ağrı ölçekleri

Ağrı ölçekleri, ağrının tek veya çok boyutlu ya da subjektif veya objektif değerlendirilmesine göre sınıflandırılmaktadır. Klinikte ağrının başlangıçtaki yoğunluğunu ve tedaviye yanıtını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.

2.1.3.1.1 Subjektif kriterli ağrı değerlendirme yöntemleri

2.1.3.1.1.1 Tek boyutlu bireysel ağrı değerlendirme yöntemleri

Doğrudan ağrıyı ölçmeye yöneliktir ve kişinin kendisi değerlendirme yapmaktadır.

Sözel tanımlama ölçeği: Hastanın ağrısını tanımlayabileceği en uygun kelimeyi seçmesine dayanmaktadır. Ağrı şiddeti hafiften dayanılmaz dereceye kadar 4 farklı kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar; şiddetli, orta, hafif, yok şeklindedir.

Sayısal değerlendirme ölçeği: Hastanın ağrısını sayılar ile açıklamasına dayanan bir yöntemdir. Ölçekler; ağrı yokluğu (0) ile başlayıp, dayanılmaz ağrı (10, 100 vb. gibi) düzeyine kadar ulaşmaktadır (23).

Görsel analog skala (Vizüel Analog Skala; VAS): Çoğunlukla 10 cm uzunluğunda, yatay ya da dikey; "Ağrı Yok" ile başlayıp "Dayanılmaz Ağrı" ile biten eşit aralıklarla bölünmüş bir hattan oluşan ölçektir. Hasta ağrısının şiddetini, bu hat üzerinde uygun gördüğü yeri işaretleyerek belirtmektedir. Ağrı yok başlangıcı ile hastanın işaretlediği nokta arası "cm" olarak ölçülüp kaydedilmektedir (24, 25). Testin kolay anlaşılması, ölçümün tekrarlanabilmesi, kısa sürede yapılabilmesi, basit uygulanabilmesi ölçeğin avantajları arasında bulunmaktadır (26).

Analog renkli devamlı ölçek: Ölçeğin bir yüzünde 100 mm' lik cetvel diğer tarafında açık pembe renkten koyu kırmızıya kadar dereceli olarak renk değişikliği olan şerit bulunmaktadır. Hastanın belirttiği ağrı düzeyi, "ağrı yok" ile

“dayanılmaz ağrı” uç noktaları arasındaki rengin karşılığı olan ölçü ile değerlendirilmektedir.

Yüz ifadesi ölçeği: Çocuklar ile mental veya konuşma kabiliyeti sınırlı olan hastalarda; ağrıyı hoş olmayan durumlardan ayırt etmek güçtür. Bu durumlarda görüntülü ölçekler ile mutluluk ve mutsuzluğun ifadesini veren ağrı resimleri (değişik görüntü ve yüz ifadeleri) kullanılabilmektedir. Hastanın ağrısı bu yüz ifade görüntüleriyle eşleştirilmektedir.

Dermatoma ağrı çizimi: Hastanın; vücudun dermatomlara ayrılmış resminin bulunduğu karta, ağrı şiddetine göre aynı rengin farklı tonlarıyla ağırlı bölgeyi işaretlediği yöntemdir. Basit, kullanımı ve değerlendirilmesi kolay bir yöntemdir (24).

2.1.3.1.1.2 Çok boyutlu bireysel ağrı değerlendirme yöntemleri

Tablo 4’de çok boyutlu bireysel ağrı ve değerlendirme yöntemleri gösterilmiştir (24, 27).

Tablo 4. Çok boyutlu bireysel ağrı değerlendirme yöntemleri

McGill ağrı anketi
Dartmouth ağrı anketi
West Haven – Yale çok boyutlu ağrı çizelgesi
Hatırlatıcı ağrı değerlendirme kartı
Karşıt yöntem karşılaştırılması (Cross-Modalify Matching)
LANSS ağrı anketi

2.1.3.1.2 Objektif kriterli ağrı değerlendirme yöntemleri

Tablo 5’de objektif kriterli ağrı değerlendirme yöntemleri gösterilmiştir (24, 27).

Tablo 5. Objektif kriterli ağrı değerlendirme yöntemleri

Davranışsal değerlendirmeler
Fizyolojik ölçümler
Nörofarmakolojik yöntemler
Nörolojik ölçümler
Biyokimyasal ölçümler
Elektroensefalografik değerlendirme

2.1.3.2 Ağrı eşiği ve ölçümü

Ağrı, her zaman sübjektiftir. Ağrı algısı ve ifade şekli bireyler arası hatta aynı bireyde farklı zamanlarda değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle ağrıyı değerlendirmek için ağrıya paralel olduğu bilinen ağrı eşiğini değerlendirmek tercih edilmektedir.

Ağrı eşiği, ağrı algısı oluşturan en düşük uyaran düzeyi olarak tanımlanmaktadır (28). Ağrı eşiğini, kişinin geçmişteki deneyimleri, sosyokültürel düzeyi ve cinsiyeti etkileyebilmektedir. Ayrıca araştırmacıya ve cihaza bağlı farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (29). Buna rağmen daha önce bu yöntemin güvenilirliğini araştıran çalışmalarda, yüksek güvenilirliği olduğu ortaya konmuştur (29-31). Ağrı iletim yollarındaki santral ve periferik disfonksiyonlar, inflamatuvar değişimler, santral sensitizasyon gibi nedenler ağrı eşik değerini düşürürken; analjezik kullanımı, elektrostimülasyon, sıcak ve soğuk uygulama gibi lokal fizik tedavi yöntemleri ile egzersiz ağrı eşiğini yükseltebilmektedir (32). Ağrı eşiği mekanik, termal veya elektriksel yöntemler kullanılarak

belirlenebilmektedir. Basınç algometresinin kullanıldığı yöntem mekanik yöntemdir ve basınç ağrı eşiğini ölçmektedir (33). Basınç ağrı eşiği, hastanın ağrı hissettiği en küçük basınç olarak tanımlanmaktadır (34, 35). Basınç ağrı eşiği ölçümü hiperaljezili hastaların tespitinde, tanısında ve bunların farklı tedavilere yanıtlarını değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (36). Basınç algometresi ağrıyı nicelleştiren bir yöntemdir (37). Kullanımı kolay, hastaya zararı olmayan, tekrarlanabilirliği kabul görmüş bir yöntemdir (33).

2.1.3.3 Yaşam kalitesi ile ilgili ölçekler

Yaşam kalitesini değerlendiren jenerik ve hastalığa spesifik bir takım ölçütler mevcuttur. Kısa Form-36 (Short Form-36, SF-36), Nottingham Sağlık Profili, Euro QOL, İyilik Hali Ölçeği, Hastalık Etki Profili, Sağlık Yararlanma İndeksi ve Dünya Sağlık Örgütü Yaşam Kalitesi Anketi sık kullanılan jenerik anketlerdir.

Bunların içinde en sık kullanılanı kısa form-36'dır (38) . Sağlıkla ilgili yaşam kalitesini değerlendiren toplam 36 maddelik 8 alt ölçekten oluşur; bu alt ölçekler; 1) fiziksel fonksiyon(yürüme, kaldırma), 2) fiziksel yönden rol kısıtlılığı(rutin aktivitelerde kısıtlılık), 3) ağrı(bedensel ağrı ve rahatsızlık düzeyi), 4) genel sağlık algısı(sağlığın genel değerlendirmesi), 5) yaşamsallık(enerji düzeyi ve yorgunluk), 6) sosyal fonksiyon(sosyal aktiviteler üzerine sağlığın ya da duygusal problemlerin etkisi), 7) emosyonel yönden rol kısıtlılığı(iş ya da günlük aktiviteler üzerine duygusal sorunların etkisi) , 8) mental sağlık (anksiyete, depresyon, psikolojik iyilik durumu) durumunu değerlendirmektedir (39). SF-

36'nın her bir alt ölçeği 0-100 arasında puanlanmaktadır ve yüksek puanlar iyi yaşam kalitesini gösterir (40).

2.1.4 Kronik ağrının psikososyal sonuçları

Kronik ağrılı hastalarda genellikle hareketsizliğe bağlı olarak ikinci bir ağrı odağı, güçsüzlük, myofasial ağrı ve hareket kısıtlılığı gelişmektedir. Ayrıca kronik ağrılı hastaların bir kısmında çeşitli psikiyatrik bozuklukların eşlik ettiği görülebilmektedir. Motor gerginlik, endişe hali, sürekli tetikte olma ve korkulu bir bekleyiş gibi anksiyete belirtileri sık görülmektedir. Ağrı, psikiyatrik yakınmalara neden olabileceği gibi aynı zamanda pek çok psikiyatrik hastalığın semptomu olarak da görülebilmektedir. Örneğin kronik ağrıya bağlı depresyon gelişebilirken, ağrı da depresyonun bir belirtisi olabilir. Somatoform bozukluklarda da ağrı ruhsal çatışmanın ifadesi ve bedenselleştirme yolu olmaktadır. Ayrıca kronik ağrılı bazı hastalarda ağrıyı ve buna eşlik eden sıkıntı ve olumsuz duyguları gidermek için analjezik, alkol ve madde kötüye kullanımı gözlenebilmektedir.

Kronik ağrı kişinin sosyal ve mesleki yaşamını da etkilemektedir. Aile, ağrıyı inkar ederek hastanın duygusal ve fiziksel olarak aileden dışlanmasına ve tedaviye yönelik desteğin yetersizliğine neden olabilmektedir. Ya da aşırı derecede destek, belirtilerin tekrarlayacağı gerekçesiyle hastanın tüm aktivitelerini ve sorumluluklarını kısıtlama çabası, hastayı ilaç almaya ve tıbbi yardım aramaya zorlama şeklinde aşırı korumacı davranışlar sergileyebilmektedir. Ayrıca ağrının şiddetleneceği korkusuyla hastaların cinsel yaşamı da etkilenebilmektedir. Kronik

ağrı hastanın iş verimini etkileyebilmekle beraber işe gidilemeyen günlerin sayısında artış ile gelir kaybına da yol açabilmektedir (41).

2.1.5 Kronik kas iskelet sistemi ağrısının tedavisi

Kronik ağrı psikolojik, sosyal, yasal, medikal ve fiziksel problemlerle neden olan karmaşık bir süreçtir (9). Bu nedenle tedavisi de oldukça güçtür. Ağrı deneyimindeki psikolojik belirleyicileri önemsemeden spesifik ağrı kaynaklarının belirlenip tedavisine odaklanan geleneksel biyomedikal modeller başarısız olmaktadır. Kronik ağrı yönetimine en iyi şekilde yaklaşım biyopsikososyal değerlendirmeye mümkündür (8). Ağrı ile mücadelede hastanın ağrı deneyimini değiştirmek ve ağrı kontrol odağı olarak hastayı yerleştirmek amaçlanmalıdır. Hastalar geleneksel tıbbi model dışına çıkarak kendi bakımları ve tedavilerinde birincil rolü üstlenmelidir. Başa çıkma yöntemleri ve fonksiyonel kazandırma çabalarını içeren disiplinler arası yaklaşım ön planda tutulmalıdır (42). Multidispliner ağrı programlarına yönelik yapılan çalışmalarda ağrıda belirgin azalma görülürken, fiziksel aktivitelerde ve yaşam kalitesinde belirgin iyileşme gözlenmektedir (43, 44). Bu bağlamda fizik tedavi ve rehabilitasyon hekimlerince hastanın aktif görev aldığı egzersiz programlarının düzenlenmesi, günlük yaşam aktiviteleri ve ergonomi önerilerinin tedavide önemli bir yeri bulunmaktadır.

Kronik ağrıda tedavi yaklaşımları farmakolojik ve farmakolojik olmayan yaklaşımlar olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır.

2.1.5.1 Farmakolojik tedavi

Kronik kas iskelet sistemi ağrısında kullanılan farmakolojik tedavi yöntemleri tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. Kronik kas iskelet sistemi ağrısı tedavisinde farmakolojik yaklaşımlar

a. Nonsteroid antiinflatuar ajanlar
b. Antidepresanlar
c. Antiepileptikler
d. İnvazif girişimler i. spinal opioidler ii. periferik sinir stimülatörleri iii. dorsal kolon stimülatörleri iv. epidural ve derin beyin stimülatörleri
e. İnvazif ağrı gidericiler i. Sempatik sinir blokları ii. Epidural anestetik/steroidler iii. Tetik nokta enjeksiyonları

2.1.5.2 Non-farmakolojik tedavi

Davranışsal Tedavi: Kişinin düşünce, davranış ve duygu sistemlerinin bozulduğu ve düzeltilmesi gerektiği düşüncesine inanılmaktadır. Hastaların eğitimi, beceri kazandırılması, iyilik halinin ödüllendirilmesi bileşenleri içermektedir (42).

Gevşeme Tedavisi: Bu tedavi ile hastalara çeşitli kas gruplarını istemli olarak ardışık kasma ve sonrasında gevşetme öğretilmektedir. Bu istemli sikluslarla hasta kas gerginliği hissinde iç gözü kazanmakta ve bu da sonraki kas relaksasyonunu kolaylaştırmaktadır.

Biofeedback: Bu yöntemle, duyuşal ve görsel fizyolojik monitorizasyon aracılığıyla hastaya normalde kontrol altında olmayan fizyolojik fonksiyonlarını

modifiye etmek öğretilmektedir. Bu fonksiyonlar kalp hızı, kan basıncı, cilt ısısı ve kas gerginliğidir. Biofeedback egzersizleri gevşeme egzersizleri ile benzerlik göstermekte ve diyafragmatik nefes, progresif kas relaksasyonu ve otojenik egzersizleri içermektedir (8).

Müzik Terapisi: Somatik ve mental bozukluklarda müziğin tedavi edici etkisinden yararlanılır (45). Yapılan çalışmalarda kronik ağrı üzerine olumlu etkileri gösterilmiştir (45, 46).

Fizik Tedavi Modaliteleri:

i. Isı Tedavisi: Isı tedavisi sıcak ve soğuk tedavi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sıcak tedavisinin analjezi sağlama, kas spazmını çözme, vazodilatasyon ile doku kanlanmasını arttırma, eklem sertliğini azaltma ve doku kollajen esnekliğini arttırma gibi fizyolojik etkileri vardır. Yüzeysel ve derin olarak etki gösterebilmektedir. Yüzeysel ajanlar; sıcak paket, parafin, sıcak su, infraruj ve sıcak havlu uygulamalarıdır. Derin ısıtıcı ajanlar ise; ultrason, kısa dalga diyatermi ve mikrodalgadır. Soğuk tedavisinin (kriyoterapi) ise analjezi sağlama, kas spazmını çözme, spastisiteyi azaltma, vazokonstriksiyon ile doku kanlanmasını azaltma etkilerinin yanında ödemi ve inflamasyonu azaltma gibi fizyolojik etkileri mevcuttur. Soğuk paketler, buz masajları ve soğutucu spreylere sık kullanılan soğuk uygulama yöntemlerindendir. Soğuk tedavisinin (kriyoterapi) ise analjezi sağlama, kas spazmını çözme, spastisiteyi azaltma, vazokonstriksiyon ile doku kanlanmasını azaltma etkilerinin yanında ödemi ve inflamasyonu azaltma

gibi fizyolojik etkileri vardır. Soğuk paketler, buz masajları ve soğutucu spreylere sık kullanılan soğuk uygulama yöntemleridir (47, 48).

ii. *Lazer*: Analjezik, yara iyileşmesini hızlandırıcı ve inflamatuvar süreci çözücü etkisi mevcuttur.

iii. *Elektroterapi*: Klinikte alçak, orta ve yüksek frekanslı elektroterapi uygulamaları mevcuttur. Analjezik etki kapı-kontrol mekanizmasıyla sağlanmaktadır. Alçak frekanslı akımların kullanıldığı yöntemler iyontoforez ve TENS modaliteleridir. Orta frekanslı akımlar interferansiyel akımlar şeklinde kullanılmaktadır. Yüksek frekanslı akımlar ise kısa dalga diatermi ve radardır.

iv. *Mekanoterapi*: Masaj ve traksiyon bilinen mekanoterapi yöntemleridir. Masajın fizyolojik etkileri; venöz ve lenfatik drenajı arttırarak ödemi azaltmak, dokunun kanlanmasını arttırmak, kas ile diğer yumuşak dokulardaki ağrı ve sertlikleri gidermektir. Traksiyon yöntemi ise; yumuşak dokuları germek, eklem aralıklarını genişletmek ya da kırık sonrası kemik parçalarını birbirinden uzaklaştırmak için uygulanan çekme tekniğidir. Bu yöntem kapı kontrol yolu ile analjezi sağlamaktadır (48).

v. *Egzersiz*: Egzersiz, ağrı tedavisinde en sık kullanılan yöntemlerdendir. Fonksiyonel iyileşme sağladığı, semptomları ve ağrıyı azalttığı bilinmektedir (49, 50). Egzersiz bölümünde de anlatıldığı gibi ağrı üzerine etkisini birçok farklı mekanizma üzerinden göstermektedir.

vi. *Manyetik Alan Tedavisi*: Yumuşak doku travmaları, yumuşak doku hastalıkları, posttravmatik ödem ve hematoma, geç ve zor kaynayan kırıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Manyetik alan oluşturularak ağrı azaltılmakta, dolaşım ve yara iyileşmesi uyarılmaktadır.

vii. *Hidroterapi*: Su ile yapılan fizik tedavi uygulamalarıdır. Suyun sıcaklık, mekanik ve hidrostatik basınç ile kaldırma etkisinden yararlanılmaktadır. Balneoterapide ise bu etkilerin yanında mineralden zengin suyun kimyasal etkilerinden de yararlanılmaktadır (48, 51).

Diğer Tedaviler: Ağrı tedavisinde kullanılan diğer yöntemler akupunktur ve hipnoz gibi yöntemlerdir.

2.2 Egzersiz

Egzersiz; fiziksel sağlığın bir veya daha fazla bileşenini korumak veya iyileştirmek için yapılan planlı, yapılandırıcı ve tekrarlayan bedensel hareketlerdir (52).

2.2.1 Egzersize fizyolojik yanıtlar

Egzersiz boyunca çalışan kaslara oksijen sağlamak ve vital organların perfüzyonunu korumak için vasküler direnç ve kalp hızı fiziksel aktivite boyunca değişmektedir. Egzersiz başlangıcında vagal tonustaki azalmaya bağlı olarak kalp hızı artmaktadır. Egzersiz yoğunluğu artırılıp kalp hızı 100 atım/dk' ya yaklaştığında sempatik aktivite yükselmeye başlamaktadır. Sempatik aktivite de artışa bağlı olarak kalp hızı ve plazma nörepinefrin konsantrasyonu artmakta ve

visseral organlarda vasokonstriksiyon gerçekleşmektedir. Egzersizin sonlanması ile barorefleks aktivite meydana gelmektedir. Barorefleks aktivite ve diğer mekanizmaların katkısıyla parasempatik aktivite artmakta, kalp toparlanma fazına girerek kalp hızı yavaşlamaktadır (53, 54). Kalp hızı toparlanma gücü baroreseptör adaptasyon gücü ile yakından ilişkilidir (55, 56). Tüm bu değişiklikler egzersize akut yanıt olarak ortaya çıkmaktadır. Bu akut yanıtların yanı sıra egzersizin uzun dönemde de kardiyovasküler sistem, solunum sistemi ve kas metabolizması üzerine daha belirgin olmak üzere birçok fizyolojik değişiklik ortaya çıkardığı bilinmektedir.

Egzersiz programlarından sonra kardiyovasküler sistemde; belirgin fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Epinefrin ve nörepinefrin düzeylerindeki azalma ile birlikte sempatik aktivitedeki azalmaya ve vagal tonustaki artışa bağlı istirahat kalp hızı yavaşlayabilmektedir (57-59). Ayrıca periferik vasküler dirençteki azalma sonucu kan basıncı düşüşü gözlemlenebilmektedir. Bu düşüş hipertansif bireylerde daha belirgin olmaktadır. Myokardial kontraktilite artışına bağlı olarak kalbin atım hacmi artmakta ve buna bağlı olarak kardiyak debi artışı ve kalp hızında azalma meydana gelmektedir. Kalp hızında azalma sonucu myokard oksijen tüketimi azalmaktadır. Kardiyak debideki artış, çalışmakta olan kasların oksijen dağılımını arttırmaktadır. Ayrıca çalışan kaslardaki enzimatik ve biyokimyasal değişikliklere bağlı olarak da oksijen alım kapasitesi artmaktadır. Kas sistemi dışındaki diğer sistemlerin de oksijen dağılımı, kan hacmi ve hemoglobin düzeylerindeki yükselme nedeniyle artış göstermektedir. Bunların sonucu olarak iş yapma kapasitesi iyileşmektedir. Bunun

yanında dolaşan endotel progenitör hücreleri artarak endotel rejenerasyonunda ve endotelyal fonksiyonda düzelme sağlamaktadır (60).

Solunum sisteminde; tidal volümde değişiklik olmadan pulmoner fonksiyondaki artışa bağlı akciğer hacimleri artmaktadır. Akciğer hacimlerinde ve alveolar-kapiller alandaki artışa bağlı olarak diffüzyon kapasitesi ve maksimum ventilasyon süresi ile ventilasyon etkinliği de artmaktadır.

Kas metabolizmasında; kaslarda hipertrofiye ve kapiller yoğunlukta artışa neden olan değişiklikler meydana gelmektedir. Mitokondri sayısı ve büyüklüğü artmakta ve buna bağlı olarak ATP üretim kapasitesi büyümektedir. Kas myoglobin konsantrasyonunda, oksijen transportunda ve mitokondriye oksijen taşınmasında artış meydana gelmektedir. Kastaki mitokondri oksidatif potansiyelinde ve glikojen depolarındaki artışa bağlı olarak karbonhidrat oksidasyonu artmaktadır. Sonuç olarak kasların iş yapma kapasitesi artış göstermektedir (61).

Tüm bu fizyolojik değişikliklerin yanında egzersizin vücut ağırlığını, kan kolesterol ve trigliserid düzeylerini azalttığı, ayrıca kas, kemik ve tendon kuvvetini arttırdığı bilinmektedir (62-64).

2.2.2 Aerobik egzersiz

Aerobik egzersizler, geniş kas grupları kullanılarak gerçekleştirilen, düşük şiddetli, ritmik ve uzun süreli aktivitelerdir. “Aerobik” kelime anlamı olarak “oksijene bağlı” anlamına gelmektedir. Aerobik egzersizler kalp ve akciğerlere

yüklenerek oksijen sistemini geliştirmekte ve uzun süre iş yapabilme yeteneği olan enduransı arttırmaktadırlar. Bu egzersizler; yürüyüş, bisiklet, koşu, yüzme gibi aktiviteleri içermektedir. Aerobik egzersizler ile ilgili terimler aşağıda açıklanmaktadır (61, 65).

Fitness(Zindelik); fiziksel iş gerçekteşirme becerisidir. Fiziksel aktiviteyi gerçekteştirebilmek için uygun kardiyorespiratuar ve kas iskelet sistemi fonksiyonuna, kas gücüne ve enduransa ihtiyaç vardır. Zindelik seviyeleri, fiziksel aktivite sırasındaki enerji harcamasına dayanarak düşükten yükseğe doğru sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflamalar sıklıkla maksimum oksijen tüketiminin(VO_2 maks) direkt veya indirekt ölçümlerine dayanmaktadır. Oksijen tüketimi yaş, cinsiyet, kalıtım, aktivite düzeyi ve hastalık gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Maksimum Oksijen Tüketimi (VO_{2maks}); vücudun oksijen kullanma kapasitesinin bir ölçütüdür ve geniş kas gruplarının kullanıldığı egzersizler sırasında maksimum efora ulaşıldığında dakika başına tüketilen maksimum oksijen miktarı ölçülerek hesaplanmaktadır. Genellikle vücut ağırlığının bir kilogramı başına bir dakikada mililitre olarak harcanan oksijen miktarı (mL/ kg / dakika) ile ifade edilmektedir. Bu değer istirahat koşullarında 3.5 mL/ kg / dakika şeklindedir. Maksimum oksijen tüketimi, kanın oksijen bağlama ve taşıma kapasitesine, kardiyak fonksiyonlara, oksijen alma kapasitesine ve kasların oksidatif potansiyelerine bağlı olarak değişmektedir. VO_2 , Fick eşitliği kullanılarak hesaplanabilmektedir. Fick eşitliği aşağıda gösterilmektedir.

$$VO_2 = \text{kardiyak debi} \times \text{arteriovenöz } O_2 \text{ farkı}$$

Kardiyak debi= kalp hızı x atım hacmi

Arteriovenöz oksijen farkı= arteriel oksijen- venöz oksijen

Endurans (Dayanıklılık); kas ve kardiyovasküler fonksiyonlara bağlı uzun süre iş yapabilme ve yorgunluğa karşı direnebilme becerisidir. Kas enduransı izole kas gruplarının belirli bir zaman diliminde tekrarlayan kontraksiyonları gerçekleştirme yeteneği ile ilgiliyken kardiyovasküler endurans ise büyük kas gruplarının belirli bir zaman diliminde yürüme, yüzme, bisiklet sürme gibi dinamik egzersizlerini gerçekleştirebilme yeteneğidir.

Kondisyon artışı; bir egzersiz programı ile kasın enerji kullanımının güçlendirilmesi anlamına gelmektedir. Kondisyonun geliştirilebilmesi için, yeterli sıklıkta, sürede ve yoğunlukta egzersiz yapmak gerekmektedir.

Adaptasyon; Adaptasyon egzersizle kardiyovasküler ve kas sistemlerinde zamanla nörolojik, fiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin meydana gelmesidir. Adaptasyon; organizmanın değişme yeteneğine ve egzersiz yanıtı ortaya çıkaran egzersiz uyarı eşiğine bağlıdır. Düşük egzersiz kapasitesine sahip bir kişi, yüksek performanslı bir kişiye göre daha fazla adaptasyon göstermektedir. Başlangıç egzersiz kapasitesi yüksekse anlamlı adaptasyon değişiklikleri çıkarmak için daha yoğun egzersiz gerekmektedir.

Myokard Oksijen Tüketimi; myokard kası tarafından tüketilen oksijen miktarıdır. Oksijen gereksinimi sistemik kan basıncı, myokardiyal kontraktilite ve afterload ile belirlenmektedir. Afterload; sol ventrikül duvar gerilimi ve santral

aort basıncı ile ilişkilidir. Yani sistol başında aort kapağının açılması için gereken kuvvettir. Myokardı oksijen ile besleme yeteneği arteriel oksijen içeriğine, hemoglobin oksijen dissosiasyonuna ve koroner kan akımına bağlıdır. Maksimal egzersiz sırasında sağlıklı bir bireyde myokard oksijen desteği ve gereksinimi arasında bir denge bulunmaktadır. Oksijen ihtiyacının oksijen desteğinden fazla olması halinde myokardiyal iskemi gerçekleşmektedir (61). Myokardiyal oksijen tüketiminin kesin olarak belirlenebilmesi kardiyak kataterizasyon gerektirmektedir. Ancak klinik olarak da tahmini değerler elde edilebilmektedir. Myokardın oksijen gereksinimini basit ve güvenilir bir şekilde belirlemenin en iyi yolu egzersiz testi ile değerlendirilen çift-çarpım değeridir. Çift çarpım, istirahatte veya belirli bir iş yükü sırasında kalp hızı ve sistolik kan basıncı değerlerinin çarpımı ile elde edilen değerdir (66).

Dekondisyon; genellikle uzamış yatak istirahati gibi nedenlerle immobilizasyona bağlı vücut sistemlerinin fonksiyonel kapasitelerinin azalmasıdır. Ayrıca yaşam tarzı değişikliği ve yaşlanmaya bağlı sedanter bireylerde de görülebilmektedir. Bu hastalarda maksimal oksijen tüketiminde azalma, kardiyak debide azalma, ortostatik intolerans, egzersiz toleransı, kemik mineral yoğunluğu ve kas gücünde azalma hızlı bir şekilde meydana gelebilmektedir (61).

Enerji tüketimi; aktivitelerin zorluk derecesini belirlemek için kullanılmaktadır. Günlük yaşam sırasında yaptığımız aktiviteler çoğunlukla belirli bir zaman dilimi boyunca devam eden hafif aktivitelerdir ve az miktarda güç

gerektirmektedirler. Bu hafif aktiviteler için aerobik sistemden elde edilen enerji yeterli olurken, ağır işler için hem aerobik hem de anerobik sistemden elde edilen enerji kullanılmaktadır. Enerji tüketimi, tüketilen oksijen miktarı ile hesaplanmaktadır ve birimi MET (metabolik eşlenik)' dir. Bir MET istirahat halinde vücut ağırlığının bir kilogramı başına dakikada tüketilen oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bu da yaklaşık olarak 3,5 mL/ kg/ dakikaya eşittir. Tablo 7 ve Tablo 8'de bazı günlük ve sportif aktivitelerin gerektirdiği MET düzeyleri ile maksimal MET düzeyi ve O₂ tüketiminin yaşa göre normal değerleri görülmektedir (67).

Tablo 7. Bazı Aktivitelerin Gerektirdiği MET düzeyleri

MET	Mesleki	Spor-hobi	Kondisyon çalışması	Kendine bakım
<3	Yıkanma Giyinme Bulaşık yıkama	Masa başı çalışma Tezgahtarlık	Golf Örgü Dikiş	Yürüyüş (3 km/h) Ergometrik bisiklet
3-5	Cam silme Yatak düzeltme Eşya taşıma(7-15kg)	Oto tamiri Marangozluk Raf yerleştirme(hafif eşya)	Dans Voleybol Masa tenisi	Yürüyüş(4-6 km/h) Bisiklet(9-12 km/h)
5-7	Merdiven çıkma(yavaş) Hafif bahçe işi Eşya taşıma(15-30kg)	Marangozluk(dış mekan) Ağaç kesme	Kayak Basketbol Futbol	Yürüyüş(6-7 km/h) Bisiklet(13-15 km/h) Yüzme(kurbağa stili)
7-9	Kar küreme Eşya taşıma(30-45kg) Merdiven çıkma(orta hızda)	Çiftçilik Ormancılık	Dağa tırmanma Koşma Futbol	Yürüyüş(7-8 km/h) Kürek çekme Bisiklet(18 km/h)
>9	Merdiven çıkma(hızlı) Merdivende yük taşıma(>45 Kg)	Ağır işçilik	Hentbol Futbol Basketbol	Koşma(>9km/h) Bisiklet(>20km/h) İp atlama
<3	Yıkanma Giyinme Bulaşık yıkama	Masa başı çalışma Tezgahtarlık	Golf Örgü Dikiş	Yürüyüş (3 km/h) Ergometrik bisiklet

Tablo 8. Maksimal MET Düzeyi ve O₂ Tüketiminin Yaşa Göre Normal Değerleri

YAŞ	ERKEK	KADIN
20-29		
ml/kg/dak	43±7.2	36±6.9
MET	12	10
30-39		
ml/kg/dak	42±7.0	34±6.2
MET	12	10
40-49		
ml/kg/dak	40±7.2	32±6.2
MET	11	9
50-59		
ml/kg/dak	36±7.1	29±5.4
MET	10	8
60-69		
ml/kg/dak	33±7.3	27±4.7
MET	9	8
70-79		
ml/kg/dak	29±7.3	27±5.8
MET	8	8

2.2.2.1 Egzersiz testi

Aerobik egzersiz programı öncesinde yapılan değerlendirmelerde kişilerin kardiyovasküler fonksiyonel kapasitesinin ve fiziksel iş kapasitesinin belirlenmesinin yanında olası kalp hastalığını saptamak ve egzersize yanıtı değerlendirmek de amaçlanmaktadır. Sonuç olarak kişinin egzersiz kapasite düzeyi değerlendirilmekte ve uygun egzersiz reçetesi oluşturulmaktadır. Bunun için egzersiz testleri kullanılmaktadır. Egzersiz testleri teorikte herhangi bir egzersiz türü uygulanarak yapılabilmektedir. Topluma yönelik yaygın egzersiz programları düzenlemek için kullanılabilen, özel cihaz gerektirmeyen 6 dakika yürüme, 12 dakika koşma, 1.5 mil koşma gibi protokollerin yanında bisiklet ergometresi, kol ergometresi ve koşu bandı gibi özel ekipmanlar gerektiren

egzersiz tolerans testi protokolleri de mevcuttur. Özel ekipman gerektirmeyen testler arasında altı dakika yürüme testi en sık başvurulanan yöntemlerden biridir. Güvenli, uygulaması kolay ve hasta tarafından rahat tolere edilebilen bir testtir. Bu testte, 30 metre uzunluğunda bir yürüme alanında hastanın 6 dakika içerisinde kendini rahat hissettiği hızda yürüyebildiği mesafe kaydedilmektedir. Submaksimal egzersiz testine yakın bir değerlendirme yöntemi olan bu testte sağlıklı kişiler ortalama 400-700 metre kadar yürüyebilmektedir.

Yürümede instabilitesi olan veya ortopedik sorunları olan hastalarda egzersiz testi yapılırken bisiklet ergometresi tercih edilebilmektedir. Ergometrik bisiklet protokolleri dirençsiz 2 dakika ısınma fazıyla başlamakta ve her iki dakikada 150-300 kgm/dak (25-50 Watt)'lık artışlarla devam etmektedir. Bisiklet ergometresi ile yapılan testlerde kalp hızı yanıtları koşu bandı testindekilere benzemektedir. Ancak bisiklet ergometresinde kullanılan kas kütlesi ve gövdeyi stabilize etmek için elle tutunma gereksiniminin daha az olması nedeniyle enerji tüketimi koşu bandına göre daha düşüktür. Bu nedenle VO_2 maks %6-25 daha az olarak saptanmaktadır.

Periferik vasküler hastalık, parapleji veya kas iskelet sistemine ait sorunlar nedeniyle koşubandı ve ergometrik bisiklette egzersiz yapamayacak olan hastalarda kol ergometresi kullanılabilir. Kol ergometresi protokolleri her iki dakikada bir 25 Watt'lık artışlar veya iki dakika 25 Watt ile çalışmanın ardından 1-2 dakikalık dinlenme periodları şeklinde düzenlenebilmektedir. Dinlenme periodlarını içeren şekli hastalar tarafından daha iyi tolere edilmekte ve kan basıncı takibi daha sık yapılabilir. Kol ergometresiyle yapılan testte

VO₂ maks., alt ekstremiteler kullanılarak yapılan egzersizin %60-70'ine ulaşmaktadır (66). Maksimal kalp hızı ise koşu bandı veya bisiklet ergometresine benzemektedir. Ancak kol ergometresi ile yapılan egzersiz testinde koroner arter hastalığının belirlemesindeki duyarlılık koşubandına göre daha düşüktür (68). Tablo 9'de Özel cihazlarla yapılan değişik egzersiz testi protokollerinin avantaj ve dezavantajları özetlenmiştir.

Tablo 9. Özel Cihazlarla Yapılan Değişik Egzersiz Testi Protokollerinin Avantaj ve Dezavantajları

Test	Bisiklet Ergometresi	Kol Ergometresi	Koşu Bandı
Avantajlar	- Koşu bandı ile iyi korele - Toraks ve kollar stabil - Vücut ağırlığının etkisi az - Diz eklemine binen yük düşük	- Ortopedik, vasküler ve nörolojik nedenlerle bacaklarını kullanamayan hastalar için uygun	- Kolay bulunur - Standardizasyonu iyi - Çok sayıda protokol mevcut - Eğimli protokoller mevcut
Dezavantajlar	-Hasta bisikleti iyi çeviremeyebilir - Koşubandına göre maks VO₂ %6-25 azdır - Belirli bir VO₂'de kardiyak zorlanma daha fazladır. - Bisiklet çok yer kaplar -Kuadriseps kas gücü düşükse yorgunluk hızlı gelişir	-Koşu bandına göre kardiyak debide daha az artış olur -Koşu bandına göre çift çarpım artışı daha fazladır	-Obez, ortopedik, nörolojik, vasküler ve artritlik sorunu olanlar istenen egzersiz düzeyine ulaşamayabilir

Koşu bandında yapılan egzersiz testi için çok sayıda protokol mevcuttur. Bunlardan en sık kullanılanı Bruce protokolüdür. Her üç dakikada bir eğim ve hız aşamalı olarak artarken, her basamakta O₂ tüketiminde 2-3 MET'lik artışlar sağlanmaktadır(nh). Bruce protokolündeki eğim ve hızdaki hızlı artışlar nedeniyle

hastaların O₂ tüketiminin hesaplanmasında %10-20'lik hata payı olmaktadır (66). Bir başka dezavantajı ise yaşlı, obez ve yürüme güçlüğü olan kişiler, kas-iskelet rahatsızlığı veya yüksek iş yükünü tolere edememeleri nedeniyle testi erken sonlandırabilmektedir (69).

Modifiye Bruce protokolünde ise standart Bruce protokolüne ek olarak hızı 1,7 mil/s olan %0 ve %10 eğimli iki ayrı basamak daha mevcuttur (Tablo 10). Modifiye Bruce protokolü daha çok egzersiz kapasitesinin azalmış olduğu hastalarda ve kalp hastalarında tercih edilmektedir. Aynı hasta gruplarında modifiye Bruce protokolünden farklı olarak Naughton, Cornell, Weber ve Balke-Ware protokolleri de kullanılabilmektedir. Tablo 11'de sık kullanılan protokollerin karşılaştırılması gösterilmektedir (66).

Tablo 10. Modifiye Bruce Protokolü

Basamak	Süre (dakika)	Hız (mil/s)	Eğim (%)	MET
1	3	1.7	0	1,7
2	3	1.7	5	2,8
3	3	1.7	10	5,4
4	3	2.5	12	7
5	3	3.4	14	10
6	3	4.2	16	13
7	3	5.0	18	17

Tablo 11. Koşu bandı egzersiz protokollerinin karşılaştırılması

	Bruce	Cornell	Weber	Balke- Ware	Naughton	M. Bruce
Basamak süresi	3 dk	2 dk	2 dk	1 dk	2 dk	3 dk
MET düzeyi	2->16	2-16	1-10	4-16	2-7 (2 mil/s) 3-16(3mil/s) 4-16 (3,4mil/s)	2->16
Basamak değişimleri (MET)	2-3 MET	2 MET	1 MET	½ MET	1 MET	2-4 MET
Eğim değişikliği	Var	Var	Var	Var	Var	Var
Eğim aralığı	%0->%20	%0-%18	%0-%15	%1-%26	%0-17,5(2mil/s) %0-32,5(3mil/s) %0-26(3,4mil/s)	%0->%20
Hız değişikliği	Var	Var	Var	Yok	Yok	Var
Hız aralığı	1,7-5,5mil/s	1,7-5 mil/s	1-3,4 mil/s	3.3mil/s sabit hız	2,3 veya 3,4 mil/s sabit hız	1,7-5,5mil/s
Basamak değişimleri (hız)	0,8 mil/s	0,4 mil/s	0,5 mil/s			0 mil/s(ilk 3 basamak) 0,8 mil/s

2.2.2.1.1 Egzersiz testine hazırlık

Egzersiz testleriyle kardiyovasküler sistem üzerinde kontrollü olarak stres oluşturulmakta ve oluşturulan strese karşı organizmanın verdiği fizyolojik yanıt değerlendirilmektedir. Bu nedenle hasta test günü aşırı yorucu aktivitelerden kaçınmalıdır, testin 3 saat öncesinden itibaren yemek yememeli ve sigara içmemelidir. Egzersiz testleri şüpheli veya kesin kardiyovasküler hastalıkların tanısında, fonksiyonel kapasitenin belirlenmesinde kullanılabildiği gibi antianjinal, antiaritmik, antihipertansif, bronkodilatör ve vazodilatör ajanların terapötik etkinliğini değerlendirmek gibi birçok endikasyonla kullanılmaktadır. Bu nedenle egzersiz testi endikasyonu net değilse, isteyen hekimle konuşularak netleştirilmelidir. Testten önce kısa bir öykü alınmalı ve fizik muayene yapılarak egzersiz testi kontrendikasyonları açısından hasta değerlendirilmelidir. Ayrıca

hastanın kullandığı ilaçlar tespit edilmeli, egzersiz testini etkiliyorsa ilacın kesilip kesilmeyeceğine karar verilmelidir. Hastaya test protokolü, riskler ve komplikasyonlar hakkında ayrıntılı olarak bilgi verilmeli ve onam formu alınmalıdır. Test sırasında baş ve gövde rotasyonlarının denge kaybına arttıracığı, tutamakların çok sıkı tutulması halinde O₂ tüketiminin artacağı ve egzersiz kapasitesinin ölçümünde hataya neden olabileceği bilgileri hastaya verilmelidir ve koşu bandında rahat adımlarla karşıya bakarak yürümesi söylenmelidir. Eğer test bisiklet ergometresinde yapılacaksa, oturma yüksekliği maksimum pedal uzunluğunda, dizler 5-10 derece fleksiyonda olacak şekilde ayarlanmalı ve istenilen pedal hızında (50-60 devir sayısı/dk) bir dakika kadar dirençsiz pedal çevirerek hasta bisiklete alıştırılmalıdır. Teste başlamadan önce vazoregülatuar anormalliklerin saptanması için ayakta dururken EKG ve kan basıncı ölçümü yapılmalıdır.

2.2.2.1.2 Egzersiz testi kontrendikasyonları

Egzersiz testi güvenli bir işlem olmasına rağmen kontrendike olduğu durumlar bulunmaktadır. Tablo 12 ve 13’de egzersiz testinin kesin ve göreceli kontrendike olduğu durumlar gösterilmektedir (66, 69, 70).

Tablo 12. Egzersiz testinin kesin kontrendike olduğu durumlar

Akut myokard infarktüsü (MI)
Anstabil anjina
KontROLSÜZ kardiyak aritmiler
Aktif endokardit
Semptomatik ciddi aort stenozu
Dekompanse kalp yetmezliği
Akut pulmoner emboli, pulmoner enfeksiyon veya derin ven trombozu
Akut myokardit veya perikardit
Akut aort disseksiyonu

Tablo 13. Egzersiz Testinin Göreceli Kontrendike Olduğu Durumlar

Sol ana koroner arter stenozu
Semptomsuz orta veya ciddi aort stenozu
KontROLSÜZ ventriküler taşiaritmiler
Komplet kalp bloğu
Hipertrofik obstruktif kardiyomiyopati
Yakın zamanda geçirilmiş inme veya transiskemik atak
Kooperasyon kısıtlılığı oluşturacak mental yetersizlik
Hipertansiyon (sistolik KB >200, diastolik KB >110)
Belirgin anemi, önemli elektrolit bozukluğu ve hipertiroidizm gibi sağlık durum bozukluğunun tedavilerinden önce

2.2.2.1.3 Egzersiz testi prensipleri

Egzersiz test protokolleri testin bitiş noktasına göre submaksimal veya maksimal olmak üzere farklı kategorilerde yapılmaktadır. Maksimal egzersiz testiyle olası aritmi ve anormal kan basıncı yanıtı gibi yan etkiler açısından risk altında olan kişiler için submaksimal egzersiz testleri tercih edilmektedir (70). Submaksimal egzersizde, genellikle 220-yaş formülü ile hesaplanan beklenen maksimum kalp hızının %75- 85'ine ulaşıldıktan sonra test sonlandırılmaktadır (71). Böylece hastaların submaksimal iş yüküne verilen kalp hızı yanıtı değerlendirilmektedir.

Maksimum kalp hızının %85-100'üne ulaşıldığında maksimal kardiyovasküler performans test edilmiş olmaktadır. Ancak 220-yaş formülüyle hesaplanan beklenen maksimal kalp hızı değerinin ± 12 kadar bir değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır (69). Yani testin sonlandırılması için mutlak bir değer olarak düşünülmemelidir. Test sırasında iş yükü artmaya devam ettiği halde kalp hızı, kan basıncı ve O₂ tüketimindeki artış platoya ulaştığında ve Borg ölçeği

ile ölçülen algılanan zorlanma derecesinin 17'nin üzerine çıkması durumunda maksimum efor gerçekleştirilmiş olmaktadır (69, 70). Test sırasında bazı anormal yanıtların ortaya çıkması durumunda maksimal efor düzeyine ulaşılmadan testin sonlandırılmasını gerekmektedir (Tablo 14 ve tablo 15) (66, 69, 70).

Tablo 14. Egzersiz testinin sonlandırılmasını gerektiren kesin endikasyonlar

Egzersiz yükü arttığı halde sistolik kan basıncında 10 mmHg'dan daha fazla düşüş gözlenmesi, diğer bir iskemi bulgusunun eşlik etmesi
ST elevasyonu (≥ 1.0 mm) diagnostik Q dalgaları olmaksızın
Kalp ritminde farkedilir değişiklikler (ısrarlı ventriküler taşikardi)
Egzersiz yükü arttığı halde kalp hızının artış göstermemesi
Orta- şiddetli düzeyde anjina
Monitorizasyon sisteminde bozukluk
Hastanın durmayı istemesi
Santral sinir sistemi semptomları (başdönmesi, bulantı, konfüzyon, ataksi)
Kötü perfüzyon belirtileri (solukluk, siyanoz, soğuk ve nemli cilt)

Tablo 15. Egzersiz testinin sonlandırılmasını gerektiren göreceli endikasyonlar

Egzersiz yükü arttığı halde sistolik kan basıncında 10 mmHg'dan daha fazla düşüş gözlenmesi, diğer bir iskemi bulgusunun eşlik etmediği
ST veya QRS değişiklikleri (ST depresyonu ≥ 2.0 mm) veya belirgin aksiyel kayma
İsrarlı ventriküler taşikardi dışındaki aritmiler (multifokal prematür ventriküler atımlar, supraventriküler taşikardi, AV blok, bradiaritmi)
Kan basıncında aşırı artış olması (Sistolik > 250 , Diyastolik > 115 mmHg)
Artan göğüs ağrısı
Yorgunluk, bacak krampları ya da kladikasyo
Nefes darlığı

Egzersiz testleri monitörizasyon eşliğinde yapılan güvenli yöntemler olmalarına rağmen hastaların taşıdığı risk faktörlerine bağlı olarak komplikasyonlar gelişebilmektedir (Tablo 16) (66, 69).

Tablo 16. Egzersiz testi sırasında gelişebilecek komplikasyonlar

Kardiyak • Bradikardi-taşikardi • Miyokard enfarktüsü • Konjestif kalp yetmezliği • Hipotansiyon, senkop ve şok • Ani ölüm (ventriküler taşikardi, fibrilasyon)
Non-kardiyak • Kas iskelet sistemi travması • Yumuşak doku yaralanmaları
Diğer • Bitkinlik, başdönmesi, halsizlik, vücut ağrıları

Egzersizden hemen önce başlanarak tüm egzersiz boyunca sürekli olarak kalp hızı, kan basıncı ve EKG değişiklikleri izlenmeli ve egzersiz testinden sonra toparlanma fazında en az 4 dakika süreyle monitorizasyona devam edilmelidir. Kalp hızı ve kan basıncı toparlanma fazında stabil hale gelinceye dek izlemlere devam edilmelidir. Submaksimal düzeylerde kan basıncı 2 dakikada bir, maksimal düzeylerde ise dakikada bir ölçülmelidir. Toparlanma fazında ise 1-2 dakika ara ile ölçüm yapılmalıdır. Hipotansiyon ve hipertansiyon gerçekleştiği durumlarda ölçümler sıklaştırılmalıdır (70). Egzersiz testi sırasında kan basıncı ölçümü manuel yapılabilmeyle birlikte otomatik sistemler de kullanılabilir.

Egzersiz EKG kayıt sistemlerinde çoğunlukla 10 elektrotlu, 12 derivasyonun takibinin yapıldığı sistemler kullanılmaktadır. Daha nadir kullanılan bipolar sistemler ise 1'i toprak elektrot olmak üzere 6 elektrot ile yapılan daha ucuz ve pratik sistemlerdir. Ancak iskemik EKG değişikliklerini saptamada daha az duyarlıdır. Elektrotlar yerleştirilmeden önce cilt ince zımpara kağıdı veya

alkol ile temizlenmelidir. Elektrotlar yerleştirildikten sonra da monitörde her derivasyon takip edilmeli ve gerekirse yerleri düzeltilmelidir.

2.2.2.1.4 Egzersiz testinin değerlendirilmesi

Hemodinamik Değerlendirme:

Sağlıklı bir kişide egzersiz testi sırasında kalp hızı ve kan basıncı egzersiz şiddeti ile orantılı olarak artmaktadır (66). Ancak kalp hızında normalde beklenen artışın olmaması kronotropik yetersizlik olarak tanımlanmaktadır. Ciddi kalp yetmezliği olan hastalarda kronotropik yanıtta yetersizliğin nedeninin sinüs nodunun sempatik uyarıya duyarlılığının azalmasına bağlı olabileceği bildirilmektedir (72). Egzersiz sırasındaki normal bir sistolik kan basıncı cevabı cinsiyete ve yaşa bağlıdır. Sistolik kan basıncındaki ortalama artış 10 mm Hg/MET kadardır (69). Maksimal kan basıncı cevabı, kalp hızının maksimal düzeye ulaşması ile eş zamanlıdır. İş yükü artışına karşın sistolik kan basıncında ≥ 10 mm Hg düşüş, 120 mm Hg'nın üzerine çıkmama ya da istirahat değerinin altına düşmesi kötü prognoz göstergesidir. Sol ventrikül fonksiyonunun kötü olduğu kalp yetmezliği veya ciddi iskemik kalp hastalığı olan hastalarda görülebilmektedir. Beta-blokör kullanan hastalarda maksimal kalp hızı beklenen maksimal kalp hızının %50-60'ını, sistolik kan basıncı ise istirahat değerinin 20-30 mmHg yükseğini geçememektedir. Aynı şekilde kalsiyum kanal blokörü, ACE inhibitörü gibi vazodilatör ajan kullanan kişilerde de kan basıncı yanıtları daha düşük seyretmektedir. Bu kişilerde egzersiz testi değerlendirilirken kardiyovasküler yanıtın ilaca bağlı değişebileceği unutulmamalıdır.

Semptomatik Değerlendirme:

Egzersiz testinde en sık oluşan kardiyak semptomlar dispne, anjina ve yorgunluktur. Egzersiz sırasında anjinal ağrının oluşması koroner arter hastalığının belirtisidir. 3-4 MET' lik bir efor düzeyinde anjina, dispne ve yorgunluğun ortaya çıkması, çok sayıda koroner damarın etkilendiğini veya kardiyak fonksiyonların kötü olduğunu ortaya koymaktadır. Hafif anjina veya atipik göğüs ağrısı durumunda testin durdurulması gerekmemekle birlikte, EKG ve kan basıncı yakın takip edilerek teste devam edilebilmektedir. Bunun yanında anjinal ağrı olmadan ortaya çıkan ST depresyonu sessiz iskemi göstergesi olup, diyabetik, yaşlı, hipertansif, önceden MI geçirmiş, anjiyoplasti sonrası restenoz gelişen koroner arter hastaları ve mental stres durumlarında ortaya çıkabilmektedir.

Dispne ise koronerlerde ciddi bir darlığın semptomu olabileceği gibi, egzersiz kapasitesinin düşüklüğü veya sistolik kan basıncındaki düşüklük sonucu da gözlemlenebilmektedir (66).

Egzersiz testi sırasında hastanın genel görünümüne dikkat edilmelidir. Kardiyak debinin azalarak doku perfüzyonunda yetersizliğe sebep olduğu durumlarda periferik dolaşım yetmezliği belirtileri olan siyanoz ve solukluk ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca ataksi, diziness, vertigo gibi sinir sistemi

semptomları gözlenebilmektedir. Bu durumlarda hastanın iş yükünün arttırılmasından kaçınılmalı ve test sonlandırılmalıdır (69).

Elektrokardiyografik yanıtlar:

Egzersiz sırasında; p dalgası morfolojisinde hafif/anlamsız değişiklikler, normal atımlar sırasında p ve T dalgalarının süperimpozisyonu, septal Q dalgasının amplitüdünde artma, R dalgası amplitüdünde hafif azalma, QRS dalgasının süresinde hafif kısalma, J noktasının izoelektrik hattın altına inmesi ve QT aralığının hıza bağlı kısalması normal kabul edilmektedir ve bu değişiklikler sağlıklı kişilerde egzersiz sırasında görülebilmektedir (73).

İskemide ST depresyonunun şekli horizontal veya aşağı doğru olabilmektedir. ST segment değişikliği, üç ardışık atımda ST segmentinde J noktasından 60-80 msn sonra devam eden 1 mm depresyon veya elevasyon, ya da istirahat EKG sine göre depresyonun 1 mm daha artması olarak tanımlanmaktadır. ST segmenti depresyonunun başlangıç zamanı, büyüklüğü ve süresi myokard iskemisinin ciddiyeti ile ilişkilidir. ST segmentinde elevasyon ventriküler diskinezi, anevrizma veya transmural iskemi nedeniyle ortaya çıkabilmektedir.

Egzersiz testi sırasında sempatik aktivitenin artması, intrasellüler-ekstrasellüler elektrolit değişiklikleri, pH ve O₂ basıncı farklılıkları myokardın iletim sisteminde değişikliklere neden olarak gerek sağlıklı kişilerde gerekse kalp hastalarında ritm farklılıklarına neden olabilmektedir. Egzersiz sırasında gözlenen izole atrial prematür atımlar önemsenmezken, ısrarlı supraventriküler taşikardiler klinik öneme sahiptir. Egzersiz testi sırasında ventriküler prematür atım sıklığında

artma, multiform görünüm alması ve ardışık iki prematür atım görülmesi (couplet) testin durdurulmasını gerektirmektedir (66).

Aerobik kapasite:

Aerobik kapasite ile maksimum oksijen tüketimi (VO_2 maks) ve kardiyovasküler dayanıklılık eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Oksijen sistemi ve kardiorespiratuvar sistemin fonksiyonel kapasitesinin bir ölçümü olan aerobik kapasite oksijen taşıma ve kullanma yeteneğini göstermektedir. Genellikle VO_2 maks veya MET olarak ifade edilmektedir (65). Aerobik kapasitenin belirlenmesinde en kesin ve güvenilir yöntem ergospirometre ile VO_2 maks değerinin ölçülmesidir. Aerobik kapasitedeki her 1 MET 'lik artış tüm nedenlere bağlı ölümleri %13 ve kardiyovasküler olayları %15 azaltmaktadır (74). Aerobik kapasite; hastaların egzersiz ekipmanlarına alışması, zindelik dereceleri, uygun test protokolünün uygulanması ve çevresel faktörler gibi durumlardan etkilenmektedir. Aerobik kapasitenin tam olarak doğru tahmini için, egzersiz testi sırasında hastanın tutamakları minimum düzeyde kullanması, gövde rotasyonlarını minimuma indirmesi sağlanmalıdır. Bunun yanında egzersiz kapasitesinin olduğundan az değerlendirilmemesi için, MET geçişlerinin daha az olduğu basamaklardan oluşan konservatif egzersiz protokolleri tercih edilebilmektedir (66).

Çift Çarpım Değeri:

Myokardial oksijen tüketimi, intramyokardial duvar stresine (sol ventrikül basıncı x volum /sol ventrikül kalınlığı), kontraktilite ve kalp hızına bağlıdır. Kesin olarak ölçümü kardiyak kataterizasyon gerektirmektedir. Ancak klinik olarak da tahmini değerler elde edilebilmektedir. Myokardın oksijen gereksinimini basit ve güvenilir bir şekilde belirlemenin en iyi yolu egzersiz testi ile değerlendirilen çift çarpım değeridir. Çift çarpım, istirahatte veya belirli bir iş yükü sırasında kalp hızı ve sistolik kan basıncı değerlerinin çarpımı ile elde edilen değerdir (66). Pik egzersizde 10 persentil değeri 10000 ile 90 persentil değeri 40000 arasında dağılım göstermektedir. Daha düşük değerler myokardial dokunun daha az oksijen gereksiniminin olduğunu göstermektedir. Myokardial oksijen tüketimi ve koroner kan akımı arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Egzersiz sırasında istirahattakine göre koroner kan akımı ve myokardiyal oksijen tüketimi artmaktadır. Obstruktif koroner arter hastalığı olan kişilerde egzersiz sırasında myokardial dokunun ihtiyaç duyduğu metabolik ürünleri dokuya dağıtan yeterli koroner akım genellikle sağlanamamakta ve bu nedenle myokardial iskemi oluşmaktadır (69).

Kalp Hızı Toparlanması (KHT):

Aerobik egzersiz boyunca parasempatik aktivite azalır ve sempatik tonus artar. Otonom sinir sistemindeki bu değişiklikler nedeniyle sinüs nodunun uyarılmasındaki artışa bağlı olarak kalp hızlanmaktadır (75). Toparlanma döneminde ise parasempatik aktivite baskın duruma geçmekte ve kalp toparlanma

fazına girerek yavaşlamaktadır (76, 77). Egzersiz testi sonrası kalp hızındaki gecikmiş azalma, vagal aktivitedeki düşüklüğün yansıması olabilir (78).

Egzersiz stres testinden sonra belirlenen dakikalarda kalp hızları ölçülerek otonomik fonksiyon hakkında bilgi veren KHT hesaplanmaktadır (76, 79-81). Toparlanmanın 1. ,2.ve 3. dakikalarındaki kalp hızları kayıt edilmekte ve kayıt edilen bu değerler maksimum kalp hızından çıkarılarak KHT elde edilmektedir. Bu değer, yaş ve zindelik düzeyinden etkilenmektedir. KHT, genç ve zinde kişilerde yaşlı ve sedanter bireylere göre daha hızlıdır (82). Düşük KHT'nın güçlü bir olumsuz prognostik faktör olduğu ve artmış mortalitenin göstergesi olduğu bilinmektedir (78, 83). Mortalitedeki risk artışının nedeni net değildir, ancak fatal aritmi ve ani kardiyak ölümler için predispozan faktör olduğu bildirilmektedir (84). Mortalite riskindeki bu artış sol ventrikül fonksiyonu, fonksiyonel kapasite, koroner hastalığın anjiyografideki ciddiyeti, miyokardiyal perfüzyon defekti ve egzersiz boyunca olan kalp hızı değişiminden bağımsızdır (85). KHT kullanılan toparlanma protokolünden etkilenmektedir ve literatürde bu parametreyle ilgili bilgiler net değildir. Egzersizden sonra dik pozisyonda yavaş yürüme şeklinde yapılan toparlanma protokolünde KHT 12 atımın altında ise, mortalite riskinin 4 kat fazla olduğu bildirilmektedir. Test bitiminden hemen sonra hastanın supin pozisyon aldığı protokollerde venöz dönüşteki artışa bağlı olarak 1. dakikadaki toparlanma hızı dik pozisyonda ölçülene göre daha yüksek olma eğilimi göstermektedir. Bu nedenle dik pozisyonda ölçülen 1. dakika KHT 12 atımın altında anormal olarak kabul edilirken, supin pozisyonda ise 18 atımın altındaki değerler anormal kabul edilmektedir (69, 75).

2.2.2.2 Egzersiz programının planlanması

Etkin bir aerobik egzersiz kardiyovasküler ve kas sistemlerinde değişiklikler ortaya çıkarıcı özellikte olmalıdır. Bunun için de egzersiz programının yoğunluk, süre ve sıklığının iyi planlanması gerekmektedir.

Yoğunluk

Kardiyovasküler sistem ve kas enduransını arttırmak için egzersizle günlük yaşamda karşılaşılanın üzerinde bir stres uygulanmalıdır. Egzersiz sırasındaki iş yükü, kardiyovasküler yanıtın ortaya çıkabilmesi için uyarı eşiğinin üzerinde olmalıdır. Kişinin enduransını geliştirmek için egzersiz yoğunluğu giderek arttırılmalıdır. Daha uzun ve daha yoğun egzersizler ile egzersizin etkileri daha hızlı ortaya çıkmaktadır. Uygulanan egzersiz yoğunluğu bireylerin sağlık ve aktivite seviyesi ile yaş ve cinsiyet gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Başlangıçtaki zindelik seviyesi ne kadar fazlaysa kardiyovasküler ve kas sistemlerinde nörolojik, fiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin ortaya çıkması için gereken egzersiz yoğunluğu da o kadar fazladır. Kondisyon cevabı genellikle maksimum kalp hızının %70-85'inde ortaya çıkmaktadır. Maksimum kalp hızı egzersiz testiyle belirlenebildiği gibi kabaca $220 - \text{yaş}$ formülü ile de hesaplanabilmektedir. Ancak aynı yaştaki bireylerde maksimum kalp hızında yüksek derecede farklılık olabileceği akılda tutulmalıdır (± 12 atım/dakika) (69). Hedef kalp hızı belirlemede kullanılan yöntemler aşağıda belirtilmektedir.

- 1) Maksimum VO_2 'nin % 40-85'i (altın standart)
- 2) Maksimum kalp hızının %70-85'i
- 3) Karvonen formülü

$$\text{Hedef Kalp hızı aralığı} = (KH \text{ maks} - KH \text{ ist}) \times (0.5-0.75) + KH \text{ ist}$$

- 4) Konuşma testi

Tempolu yürüyüş sırasında konuşulabilmeli, ancak şarkı söylenememeli

- 5) Borg Zorlanma derecesi

10-14/20

Kardiyopulmoner hastalığı olan bireyler egzersiz programına başlarken tanılarına bağlı olmakla birlikte maksimum kalp hızının %40-60' ı gibi daha düşük değerlerle başlamalıdır (61). Kalp hızının takip edilemediği, ya da beta-blokör gibi kalp hızını etkileyen ilaç kullanımının söz konusu olduğu durumlarda zorlanma derecesine göre egzersiz yoğunluğu belirlenebilmektedir. Zorlanma derecesi Borg ölçeğine göre 6-20 arasında değerlendirilmektedir (Tablo 15) (69).

Tablo 17. Borg ölçeğine göre zorlanma derecesi

6	
7	Çok çok hafif
8	
9	Çok hafif
10	
11	Oldukça hafif
12	
13	Biraz zor
14	
15	Zor
16	
17	Çok zor
18	
19	Çok çok zor
20	

Süre

Egzersiz süresi toplam iş yüküne, egzersiz yoğunluğuna, sıklığına ve zindelik seviyesine bağlıdır. Egzersiz yoğunluğu ne kadar azsa kardiyovasküler ve kas sistemlerinde nörolojik, fiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin meydana gelebilmesi için gereken süre o kadar fazladır. Maksimum kalp hızının %70' inde 20-30 dakikalık bir egzersiz süresi genellikle uygundur. Kırkbeş dakikanın üzerindeki egzersiz süreleri kas-iskelet sistemi komplikasyonları riskini arttırabilmektedir.

Sıklık

Uygun egzersiz sıklığı kişinin yaşına ve sağlık durumuna bağlıdır. Genellikle optimal egzersiz sıklığı haftada 3-5 tekrardır (67). Eğer egzersiz yoğunluğu düşük ise sıklık arttırılarak istenilen yanıt elde edilebilmektedir. Ancak sıklıktaki artış kas-iskelet sistemi komplikasyon riskini arttırabilmektedir. Buna karşın haftada 3 tekrarın altında yapılan egzersizler kardiyovasküler yanıt oluşturmamaktadır. Ancak yaşlı bireylerde ya da egzersiz eğitiminin erken dönemlerinde kondisyon sağlayıcı etki oluşturabilmektedir (61).

2.2.2.3 Egzersiz seanslarının yapısı

Aerobik egzersiz seansı ısınma, kondisyon arttırıcı eğitim ve toparlanma olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır.

- 1) *Isınma Aşaması:* Düşük ve orta şiddetteki kardiyovasküler dayanıklılık aktivitelerinden oluşmaktadır. Genellikle pratikte düşük hızda yürüme ve dirençsiz bisiklet kullanma tercih edilmektedir. Isınma aşamasında yapılan

aktivitelerle; vücut ısının arttırılması, kas tutukluğunun azaltılması, kardiyovasküler komplikasyonların, yaralanmaların ve egzersizden sonra oluşabilecek kas yorgunluğunun önlenmesi amaçlanmaktadır (65).

- 2) *Kondisyon Arttırıcı Eğitim Aşaması:* 20-45 dakika süre ile devamlı veya aralıklı aerobik egzersiz uygulaması yer almaktadır (67).
- 3) *Toparlanma Aşaması:* Kondisyon arttırıcı dönemde hızlanmış olan kalp hızı ve artmış olan sistolik kan basıncının yavaş yavaş düşürülmesi ve kaslarda üretilen atık metabolik ürünlerin uzaklaştırılması için 5-10 dakika süreyle düşük veya orta şiddette yapılan kardiyovasküler dayanıklılık egzersizlerinden oluşmaktadır (65). Ayrıca toparlanma aşamasında yapılan bu egzersizlerle venöz dönüş arttırılarak kanın ekstremitelerde göllenmesi engellenmekte ve kanın kalbe ve beyine dönüşünü arttırılarak oluşabilecek senkop önlenmektedir (61).

2.3 Aerobik egzersiz ve ağrı ilişkisi

Daha önce yapılan birçok çalışmada aerobik egzersizin akut dönemde hipoaljezik etkisi sağlıklı kişilerde ve kronik ağrılı hastalarda gösterilmiştir (86-92). Bu çalışmalar kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda aerobik egzersizin hipoaljezik etki ile ağrılı uyarının uyarılabilirlik derecesini restore ettiğini göstermektedir. Egzersiz sonrası ortaya çıkan hipoaljezinin mekanizmaları net değildir. Egzersizin ağrı duyarlılığını azaltmasını açıklayan birkaç teori mevcuttur. Bunlar, endojen opioidler, kanabinoidler, stres hormonlarının artışı, inen ve çıkan ağrı inhibisyon yolağının aktivasyonudur (4, 93, 94). Bir diğer

potansiyel mekanizma ise kardiyovasküler sistem ve ağrı modülasyonu arasındaki bağlantılar nedeniyle olan hipoaljezidir (6, 95). Ağrı regülasyonu ve kan basıncı kontrolü beyinde aynı bazal nükleustadır. Ayrıca kardiyovasküler sistem ve ağrı düzenlenmesi aynı nörotransmitter ve nöropeptitler üzerinden etki göstermektedir. Egzersizin sonlanması ile artan kan basıncına yanıt olarak barorefleks aktivite meydana gelmekte ve kalp toparlama fazına girmektedir. Barorefleks aktivite kalp hızı azalmasının yanında kortikal uyarılabilirliği ve ağrı duyarlılığını azaltmaktadır (5, 95). Hayvanlarda yapılan deneyde baroreseptörlerin elektriksel, farmakolojik veya fizyolojik uyarımı ile antinosisepsiyonu indüklediği gösterilmiştir (96). Ayrıca aerobik egzersize akut yanıt olarak ortaya çıkan kan basıncı ve kalp hızı artışının ağrı duyarlılığında değişimlerle sonuçlandığı gösterilmiştir (6).

Aerobik egzersizin ağrı duyarlılığı üzerindeki etkisinde egzersiz seansının süresi ve yoğunluğu da önemli parametrelerdir. Hoffman ve arkadaşlarının aerobik egzersiz süresi ve yoğunluğunun ağrı duyarlılığı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada maksimum oksijen tüketiminin %75'i ile 30 dk yapılan aerobik egzersizden sonra basınç ağrı testinde ağrının azaldığını, ancak maksimum oksijen tüketiminin %75'i ile 10 dk ve mak. oksijen tüketiminin %50'si ile 30 dk yapılan aerobik egzersizden sonra ağrıda azalma olmadığı görülmüştür (87).

Egzersizin ağrı üzerine etkisini sağlayan diğ er bir mekanizma ise, endorfin salınımına bağlı olarak depresyonun azalması, özdeğerin y ukselmesi, uykunun düzene girmesi ve bunların sonucu olarak genel iyilik halinin artmasıdır (48).

3 GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Eylül 2013 ve Kasım 2014 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yapıldı. Tek merkezli, prospektif ve randomize kontrollü bir çalışma olan bu çalışmada aerobik egzersiz ile 1. dk KHT'de $35,4 \pm 50,1$ fark bulabilmek için %5 yanılma payı ve %80 güç ile her bir grup için örneklem büyüklüğü 22 kişi olarak hesaplandı (55). Çalışma süresinde olabilecek %10 kayıp göz önüne alınarak gruplara 25'er hastanın alınması hedeflendi. Çalışma öncesi, Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı alındı (Etik Kurul Onay Tarihi: 23.09.2013, Karar No: 124). Hastalara çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında ön bilgi verildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul eden hastalara "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" esas alınarak çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgiler verildi ve imzaları alındı. Araştırma süresince Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu kurallarına uyuldu.

3.1 Olgular

Eylül 2013 ve Kasım 2014 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran, kronik kas iskelet sistemi ağrısı yakınması olan, çalışmaya alınma kriterlerine uyan ve ayaktan fizik tedavi programı planlanan toplam 50 hasta değerlendirildi. Katılımcılar çalışma amacına ulaşabilmek için aerobik egzersiz programına dahil edilme durumlarına göre 25'er kişilik iki gruba randomize edildi. Randomizasyon bilgisayar programı kullanılarak rastgele atanma yöntemiyle yapıldı. Çalışma süresinde aerobik egzersiz yapan gruptan (grup 2) 2 kişi, yapmayan gruptan (grup

1) ise 3 kişi olmak üzere toplam 5 denek kendi isteğiyle çalışmayı bıraktı. Hastaların çalışmaya katılma kriterleri Tablo 18’de, çalışmadan dışlanma kriterleri ise Tablo 19’de gösterilmiştir.

Tablo 18. Çalışmaya dahil olma kriterleri

3 aydan uzun süren bölgesel kas-iskelet sistemi ağrısı olması
20-60 yaş arası olması
Bilgilendirilmiş olur formunu imzalaması

Tablo 19. Çalışmadan dışlanma kriterleri

Kronik böbrek hastalığı, kronik karaciğer hastalığı, nörolojik hastalık ve malignansisi olan hastalar
Yapısal kalp hastalığı, kontrolsüz hipertansiyon veya ritm bozukluğu olan hastalar,
İnflamatuar artrit öyküsü olanlar,
Fibromiyalji tanısı olanlar,
Güvenli ve yeterli egzersiz testini olanaksız kılan fiziksel yetersizlik,
Kognitif-bilişsel ve mental bozukluğu olanlar,
Ağrı için ilaç veya başka tedavi yöntemleri altında olanlar,
Son 6 ayda fizik tedavi gören veya düzenli egzersiz yapan hastalar,
Rızası olmayan hastalar

Hastaların ayrıntılı fizik muayeneleri yapıldı ve standart bir değerlendirme formu dolduruldu. Bu formda katılımcıların adı- soyadı, yaşı, boyu, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi, eğitim durumu, telefon numarası, adresi, varsa sistemik hastalıkları ve ağrılı bölgeleri kaydedildi. Tablo 20’de hastaların kronik kas iskelet sistemi ağrılı bölgeleri gösterilmiştir.

Table 20. Kronik kas iskelet sistemi ağrılı bölgeler

	Grup 1 n= 25 (%)	Grup 2 n=25 (%)
Bel	14 (56)	13 (52)
Boyun-sırt	6 (24)	7 (28)
Omuz	3 (12)	2 (8)
Diz	1 (4)	2 (8)
Kalça	1 (4)	1 (4)

Her iki gruba 2 hafta boyunca, 5 gün/hafta klinik pratikte sık kullanılan konvansiyonel tedavi (ağrılı bölgeye yönelik elektrik stimülasyonu, ultrason, sıcak-soğuk uygulama, germe, güçlendirme ve eklem hareket açıklığı egzersizleri) verildi. Aerobik egzersiz yapan gruba bu tedavilere ilaveten her seansta 30 dk süre ile koşu bandında maksimum kalp hızının % 70-85'ine ulaşacak şekilde aerobik egzersiz yaptırıldı. Tüm olgulara program öncesinde ve sonrasında aynı kişi tarafından monitörizasyon eşliğinde egzersiz tolerans testi, algometrik yöntem ile basınç-ağrı eşiği ölçümü, sağlık ile ilişkili yaşam kalitesini değerlendiren SF-36 anketi ve VAS uygulanarak değerlendirmeler yapıldı.

3.2 Değişkenler

3.2.1 Ağrı değerlendirmesi

Ağrı 2 ölçüt ile değerlendirildi.

VAS (*Vizüel Analog Skala, Görsel Analog Skala*): 10 cm uzunluğunda yatay bir çizginin bir ucunda "Ağrı Yok" ve diğer ucunda "Dayanılmaz Ağrı" uyarısı mevcuttur. Hasta basit olarak ağrısının şiddetini çizgide işaretler. Değerlendiren kişi çizginin işarete kadar olan uzunluğunu ölçer (97, 98). Hastalara son günlerde

olan ağrısının şiddetini, bu hat üzerinde uygun gördükleri yere işaret ile belirtmeleri istendi ve tespit edilen değerler “cm” olarak kaydedildi.

Basınç Ağrı Eşiği Ölçümü (Algometre): Basınç-ağrı eşiği ölçümü, şekil 3’de gösterilen 1 cm² çaplı basınç yüzeyi ve üzerinde el tutamağı bulunan basit mekanik bir basınç algometresi ile yapıldı (baseline 22 lb/ 10 kg Push Pull Force Gage, New York, USA). Ölçümler hep aynı kişi tarafından, aynı ortamda ve aynı oda ısısında gerçekleştirildi. Daha önceki bir çok çalışmada genel olarak kabul görmüş olan alın orta noktası, bilateral ön kol volar yüz, bilateral baş parmak tırnağına saniyede 1kg artış olacak şekilde basınç uygulandı (10, 33, 99). Katılımcılara ağrıyı ilk hissettiği anda ‘dur’ komutunu vermesi söylendi. Katılımcının dur komutuyla ölçüm sonlandırıldı ve ağrıyı ilk hissettiği değer kg/cm² şeklinde kaydedildi. Her nokta için yaklaşık 30-60 saniye ara ile 3 farklı ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması, o nokta için basınç ağrı eşiği olarak kaydedildi. Ayrıca bu beş farklı noktanın basınç ağrı eşiği değerleri toplanarak basınç-ağrı eşiği toplamı (BAET) hesaplandı.



Şekil 3. Basınç algometresi

3.2.2 Egzersiz testinin değerlendirilmesi

Tüm katılımcılara Gazi Üniversitesi Tıp Fakóltesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Kardiyak Rehabilitasyon Ünitesinde bilgisayar ve EKG sistemi ile entegre custo er 2100 model efor aleti ile Modifiye Bruce protokolünde maksimal egzersiz testi uygulandı. Test uzman bir doktor ve eğitimli bir hemşire gözetiminde yapıldı. Test boyunca koşu bandının eğim ve hızı 3 dakikada bir Modifiye Bruce protokolüne uygun şekilde cihaz tarafından otomatik olarak yükseltildi (Tablo 10). Kan basıncı ölçümü istirahat halinde, test boyunca 3'er dakika arayla ve toparlanma fazının 1., 2. ve 3. dakikalarında sağ koldan efor testi cihazı üzerinde bulunan elektronik tansiyon ölçer ile otomatik olarak yapıldı. Ayrıca kalp hızı cihaz üzerinde bulunan EKG sistemi ile test süresince ve toparlanma fazında sürekli olarak ölçüldü. Dakikada bir Borg ölçeği ile algılanan zorluk derecesi (RPE) değerlendirildi ve semptom açısından hasta sürekli takip edildi. Hasta hız ve/veya eğimi daha fazla arttıramadığında ya da Borg ölçeğinde 17-20 arasında bir yorgunluk derecesi bildirdiğinde 2 km/saat hızda ve %0 eğimde toparlanma fazına geçildi. Toparlanma fazına kadar geçen süre test süresi olarak dakika cinsinden kaydedildi. Testin 4.evresinin son dakikasındaki kalp hızı ve sistolik kan basıncı çarpımıyla elde edilen ve myokardial dokunun oksijen gereksinimini yansıtan çift çarpım değeri ve toparlanma fazının 1., 2. ve 3. dakikasındaki kalp hızı ile kan basıncı değerleri kaydedildi. Toparlanma fazının 1. ,2.ve 3. dakikalarındaki kalp hızları maksimum kalp hızından çıkartılarak elde edilen değerler 1.dakika kalp toparlanma hızı (1.dk

KHT , 2.dakika kalp toparlanma hızı (2.dk KHT) ve 3.dakika kalp toparlanma hızı (3.dk KHT) olarak kaydedildi.

3.2.3 Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi

Sağlık ile ilişkili yaşam kalitesi değerlendirmesi ise fiziksel ve mental yönden sağlığı değerlendiren toplam 36 maddelik 8 alt ölçekten oluşan; bu alt ölçeklerde fiziksel fonksiyon, fiziksel yönden rol kısıtlılığı, ağrı, genel sağlık, yaşamsallık, sosyal fonksiyon, emosyonel yönden rol kısıtlılığı ve mental sağlığı değerlendiren SF-36 yaşam kalitesi ölçeği ile yapıldı. SF-36'nın her bir alt ölçeği 0-100 arasında puanlanmaktadır ve yüksek puanlar iyi yaşam kalitesi ile ilişkilidir.

3.3 İstatistiksel Analizler

Çalışmada yer alan yaş, kilo, kalp toparlanma hızı (1., 2. ve 3. dk) gibi değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilks testi ile değerlendirildi. Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerinin gösteriminde ortalama±standart sapma, ortanca (minimum; maksimum) kullanıldı. Araştırma kapsamında elde edilen cinsiyet, eğitim, komorbidite gibi kategorik değişkenler için sayı (n) ve yüzde değerleri verildi.

Yaş, kilo, boy, BKİ değişken değerlerinin gruplarda farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için bağımsız iki örnek t testi sonucu değerlendirildi. Cinsiyet, eğitim düzeyi ile bireylerin 1. ve 2. grupta olup olmama durumu arasındaki ilişki Ki_kare testi ile incelendi. Komorbiditeler ile gruplar arasındaki farklılığı incelemek için Olabilirlik oran testi (Likelihood ratio) kullanıldı.

Belirtilen değişkenler için her iki grupta başlangıç ve bitiş değerlerinin karşılaştırılmasında, normal dağılım gösteren parametreler için iki eş arasındaki farkın önemlilik testi (Paired t test) ve normal dağılım göstermeyen parametreler için Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek testi (Wilcoxon Signed Rank Test) kullanıldı.

Gruplarda değişkenlere ait başlangıç değerlerinin ve değişimin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametreler için bağımsız iki örnek t testi (Independent sample t test) ile normal dağılım göstermeyen parametreler için Mann-Whitney U testi kullanıldı.

İstatistiksel analizler ve hesaplamalar için IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

4 BULGULAR

Eylül 2013 ve Kasım 2014 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran, kronik kas iskelet sistemi ağrısı yakınması olan 50 hasta 25'er kişilik iki gruba randomize edildi. Grup 1'de 22 hasta, grup 2'de ise 23 hasta çalışmayı tamamladı.

Yaş, kilo, boy ve BKİ ortalamaları iki grupta benzerdi ($p>0.05$). Cinsiyet ve eğitim düzeyleri açısından iki grup arasında fark gözlenmedi (sırasıyla, $p=0,765$ ve $p=0,274$). Hipertansiyon, diabetes mellitus ve hipotiroidi varlığı açısından da fark gözlenmedi (sırasıyla; $p=0,683$, $p=0,548$ ve $p=0,380$). Bireylere ilişkin demografik bilgilerin dağılımı Tablo 21'de verilmiştir.

Her iki grupta tedavi öncesi VAS skorları benzerdi ($p=0.443$). Tedaviden sonra her iki grupta VAS skorlarında anlamlı düşüş olduğu görüldü ($p<0.001$). Ancak VAS skorunun değişiminin gruplar arası karşılaştırmasında anlamlı sonuçlar elde edilmedi ($p=0.614$). Alından, sağ ön kol volar yüzden, sol ön kol volar yüzden, sağ başparmaktan, sol başparmaktan ölçülen basınç ağrı eşiği ve BAET'nin tedavi öncesi değerlerinin gruplarda benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Alından ölçülen basınç ağrı eşiği tedavi öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında hem grup 1 de hem de grup 2 de anlamlı yükselme saptanmadı (sırasıyla, $p=0.875$ ve $p=0.854$). Sağ ön kol volar yüzden, sol ön kol volar yüzden, sağ baş parmaktan, sol baş parmaktan ölçülen basınç ağrı eşiği ve BAET'nin tedavi öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında grup 1 de anlamlı yükselme görülmezken, grup 2 de tüm değerlerin tedavi sonrası anlamlı düzeyde yükseldiği

gözlemlendi. İki grup arasındaki tedavi öncesi ve sonrasındaki değişimler karşılaştırıldığında sağ ön kol volar yüzden ölçülen basınç ağrı eşiği değişiminin grup 2’de anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü ($p=0.047$) (Tablo 22).

Tablo 21. Belirtilen değişken değerlerinin gruplara göre tanımlayıcı istatistikleri

	Grup 1 n= 25	Grup 2 n= 25	
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	P
Yaş	44,9 ± 7,9	43,7±10,8	0,668*
Kilo	71,8 ± 20,2	72,4 ± 14,1	0,904*
Boy	164,3 ± 8,5	166,8 ± 7,7	0,286*
BKI	26,5 ± 7,2	26,1 ± 5,0	0,820*
Cinsiyet			
Kadın	17 (68)	16 (64)	0,765**
Erkek	8 (32)	9 (36)	
Komorbidite			
HT	4 (16)	3 (12)	0,683***
DM	2 (8)	1 (4)	0,548***
Hipotiroidi	2 (8)	4 (16)	0,380***
Eğitim			
İlkokul	5 (20)	5 (20)	0,274**
Ortaokul-lise	11(44)	5 (20)	
Üniversite	8 (32)	14 (56)	
Lisansüstü	1 (4)	1 (4)	

*iki örnek t testi ile elde edilen p değeri

**Ki_kare testi ile elde edilen p değeri

** *Olabilirlik oran testi ile elde edilen p değeri

Tablo 22. Grup 1 ve grup 2 için VAS, Alın, Sağ Volar, Sol Volar, Sağ parmak, Sol parmak ve BAET değerleri

	Grup 1 n=22			p	Grup 2 n=23			p	P	P
	Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)		Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)			
VAS	64.6 ± 16.2 65.0 (40.0;90.0)	42.1 ± 15.8 40.0 (10.0; 80.0)	22.50 ± 17.09 27.5 (-20.0; 50.0)	<0.001 [£]	67.8 ± 12.3 70.0 (50.0; 90.0)	41.5 ± 18.0 40.0 (0.0; 80.0)	26.30 ± 18.90 25.0 (-30.0; 70.0)	<0.001 [£]	0.443 ^{\$\$}	0.614 ^{##}
Alın	3.7 ± 0.9 3.7 (2.4; 5.4)	3.7 ± 1.0 3.5 (2.1; 5.5)	0.03 ± 0.87 0.00 (-1.8; 2.0)	0.875*	4.0 ± 1.1 3.9 (1.8; 6.1)	4.1 ± 1.2 4.1 (2.0; 6.8)	-0.03 ± 0.86 -0.04 (-1.9; 1.8)	0.854*	0.286 ^{\$}	0.808 [#]
Sağ Volar	4.8 ± 1.3 4.6 (3.1; 7.6)	4.8 ± 1.5 4.9 (2.4; 7.4)	-0.02 ± 0.93 0.2 (-2.0; 1.3)	0.926*	4.2 ± 1.5 4.0 (1.6; 7.6)	4.9 ± 1.7 4.6 (2.4; 9.1)	-0.68 ± 1.21 -0.8 (-3.3; 2.6)	0.013*	0.810 ^{\$}	0.047 [#]
Sol Volar	4.7 ± 1.6 4.2 (2.5; 9.2)	4.6 ± 1.7 4.6 (2.1; 7.6)	0.03 ± 1.35 0.1 (-2.9; 2.5)	0.913*	4.2 ± 1.6 4.0 (1.6; 7.2)	4.8 ± 1.7 4.7 (2.2; 7.8)	-0.58 ± 1.10 -0.6 (-2.5; 2.6)	0.019*	0.955 ^{\$}	0.099 [#]
Sağ Parmak	3.9 ± 1.2 3.7 (2.0; 6.3)	3.9 ± 1.4 3.6 (1.7; 7.5)	0.01 ± 1.04 0.1 (-3.0; 2.3)	0.961*	3.7 ± 1.1 3.8 (1.5; 5.6)	4.1 ± 1.1 3.8 (2.1; 6.9)	-0.35 ± 0.81 -0.6 (-1.4; 2.1)	0.050*	0.895 ^{\$}	0.200 [#]
Sol Parmak	3.6 ± 1.1 3.3 (2.3; 7.0)	3.8 ± 1.5 3.3 (1.3; 6.6)	-0.17 ± 1.03 -0.02 (-2.4; 2.7)	0.614 [£]	3.7 ± 1.6 3.5 (1.5; 7.8)	4.2 ± 1.5 4.0 (1.8; 8.7)	-0.48 ± 1.07 -0.47 (-2.5; 2.1)	0.016 [£]	0.937 ^{\$\$}	0.336 ^{##}
BAET	20.7 ± 5.4 20.6 (13.4;32.2)	20.9 ± 6.7 20.2 (10.8; 33.2)	-0.12 ± 4.21 -0.04 (-12.1; 7.1)	0.898*	19.9 ± 6.1 19.5 (8.1; 31.8)	22.0 ± 6.3 22.4 (10.8; 35.7)	-2.08 ± 4.06 -3.21 (-9.3; 10.2)	0.023*	0.818 ^{\$}	0.120 [#]

*Tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin karşılaştırılmasında, iki eş arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda elde edilen p değeri

[£] Tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin karşılaştırılmasında, Wilcoxon testi sonucunda elde edilen p değeri

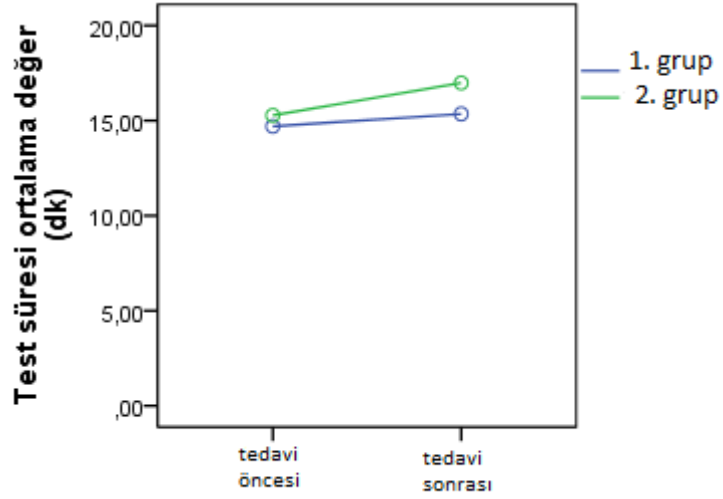
^{\$} Grup 1 ve grup 2'ye ait tedavi öncesi değerlerin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

^{\$\$} Grup 1 ve grup 2'ye ait tedavi öncesi değerlerin karşılaştırılmasında, Mann Whitney U testi sonucunda elde edilen p değeri

[#] Gruplardaki değişimin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

^{##} Gruplardaki değişimin karşılaştırılmasında, Mann Whitney U testi sonucunda elde edilen p değeri

Tedavi öncesi test süreleri, kontrol ve vaka grubunda benzerdi ($p= 0.218$). Her iki grupta tedaviden sonra test sürelerinde anlamlı düzeyde artış olduğu gözlemlendi. Gruplar arasında test süresi değişimi karşılaştırıldığında grup 2 de değişimin anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü ($p=0.002$) (Şekil 4, Tablo 23).



Şekil 4. Grup 1 ve grup 2’ de yer alan bireylerin tedavi öncesi ve sonrası test süresi ortalamaları (dk)

Tedavi öncesi ÇÇD’leri her iki grupta benzerdi ($p=0.218$). Tedaviden sonra ÇÇD değerleri tedavi öncesi değerlerle karşılaştırıldığında her iki grupta da anlamlı düzeyde düşüş olduğu görüldü (sırasıyla, $p=0.002$ ve $p=0.003$). Gruplar arasında ÇÇD’nin tedavi öncesi ve sonrası değişimi karşılaştırıldığında anlamlı farklılık gözlenmedi ($p=0.899$).

1. , 2. ve 3. dk kalp hızı toparlanması tedavi öncesi değerleri iki grupta benzerdi (sırasıyla, $p= 0.065$; $p= 0.202$ ve $p= 0.240$). 1. , 2. ve 3. dk kalp hızı

toparlanması değerlerinin hem grup 1’de hem de grup 2 de tedavi öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmedi ($p>0.05$). Gruplar arasında 1. , 2. ve 3. dk kalp hızı toparlanması değişimleri karşılaştırıldığında da fark gözlenmedi (sırasıyla, $p=0.943$, $p=0.580$ ve $p=0.175$) (Tablo 23).

Fiziksel fonksiyon (FF), fiziksel rol (FR), vücut ağırsı (VA), genel sağlık (GS), yaşamsallık (Y), sosyal fonksiyon (SF), emosyonel rol (ER) ve mental sağlığı (MS)’nin tedavi öncesi skorları gruplarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde benzerdi ($p>0.05$). Hem grup 1 hem de grup 2’de, FF ve VA’nın tedavi sonrası skorları tedavi öncesi skorlarına göre anlamlı düzeyde yüksek bulundu. FR ve GS alt ölçeğinin tedavi sonrası skorları tedavi öncesi skorlarıyla karşılaştırıldığında grup 1 de anlamlı artış görülmezken (sırasıyla, $p=0.280$, $p=0.309$), grup 2’de bu skorların tedavi sonrasında anlamlı düzeyde arttığı gözlemlendi (sırasıyla, $p=0.005$, $p=0.038$). MS’nin tedavi sonrasında grup 1’de anlamlı düzeyde arttığı görülürken, grup 2 de anlamlı artış gözlenmedi (sırasıyla, $p=0.028$, $p=0.465$). Tedavi öncesi ve sonrası arasındaki değişim gruplarda farklılık göstermemektedir ($p>0.05$) (Tablo 24).

Aerobik egzersiz alan grupta (Grup 2), başlangıç test süresi değerine ait ortalama hesaplandı ve 15.1 dk olarak bulundu. Bu sürenin altında testi sonlandıranlar test süresi düşük ($n= 11$) ve üstünde sonlandıranlar ise test süresi yüksek ($n= 12$) olanlar olarak tanımlandı. KHT değerlerindeki değişim bu iki grup için değerlendirildi. Test süresi düşük ve yüksek olan bireylerin tedavi öncesi 1., 2., 3. dk kalp hızı toparlanması değerleri benzerdi (sırasıyla, $p=0.655$, $p=0.157$ ve

p=0.154). Kalp hızı toparlanmasının tedavi sonrası değerleri tedavi öncesi değerlerle karşılaştırıldığında her iki grupta 1. ve 3. dk kalp hızı toparlanmaları için istatistiksel olarak fark gözlenmedi, ancak test süresi düşük olanlarda tedaviden sonra 1. ve 3. dk kalp hızı toparlanmasındaki artış daha yüksek olma eğilimindeydi. Test süresi düşük olanlarda tedavi sonrasında 2. dk kalp hızı toparlanması anlamlı olarak artarken (p=0.030), test süresi yüksek olanlarda anlamlı artış gözlenmedi (p=0.709). İki grup arasında 1., 2. ve 3. dk kalp hızı toparlanma değerlerinin değişimi arasında fark yoktu (sırasıyla, p=0.702, p=0.543 ve p=0.667) (Tablo 25).

Tablo 23. Grup 1 ve grup 2 için test süresi, çift çarpım değeri, 1., 2. ve 3. dk KHT değerleri

Değişkenler	Grup 1 n=22			p*	Grup 2 n=23			p*	p**	p***
	Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)		Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)			
M. Bruce test süresi	14.7 ± 1.6 15.0 (12.1; 18.4)	15.4 ± 1.7 15.3 (12.7; 19.0)	-0.7 ± 0.8 -0.6 (-3.4; 0.6)	0.001	15.3 ± 1.5 15.1 (11.9; 17.7)	17.0 ± 1.5 16.8 (14.2; 20.7)	-1.7 ± 1.3 -1.6 (-4.2; 0.4)	<0.001	0.218	0.002
Çift Çarpım Değeri	22508 ± 4629 21779 (15836; 37740)	20178 ± 2998 19285 (15552; 26790)	2330 ± 3002 2790 (-2836; 10950)	0.002	19446 ± 4783 18360 (11440; 34916)	17233 ± 3385 16100 (13440; 24768)	2212 ± 3151 1929 (-2978; 10148)	0.003	0.035	0.899
1.dk KHT	23.9 ± 7.6 24.0 (10.0; 42.0)	24.7 ± 6.3 24.0 (13.0; 43.0)	-0.8 ± 4.7 -1.0 (-8.0; 9.0)	0.424	28.5 ± 8.8 29.0 (12.0; 47.0)	29.4 ± 7.7 28.0 (17.0; 47.0)	-0.9 ± 4.2 0.0 (-7.0; 9.0)	0.306	0.065	0.943
2.dk KHT	41.8 ± 9.5 41.5 (22.0; 61.0)	42.8 ± 7.6 41.5 (29.0; 56.0)	-1.0 ± 6.9 0.5 (-13.0; 11.0)	0.505	45.7 ± 10.3 46.0 (30.0; 71.0)	48.0 ± 8.4 47.0 (32.0; 64.0)	-2.3 ± 8.6 -5.0 (-13.0; 21.0)	0.214	0.202	0.580
3.dk KHT	50.7 ± 10.4 50.0 (27.0; 68.0)	50.0 ± 7.7 50.0 (38.0; 64.0)	0.7 ± 8.5 2.0 (-17.0; 13.0)	0.712	54.7 ± 12.1 54.0 (36.0; 83.0)	58.0 ± 8.9 60.0 (43.0; 79.0)	-3.3 ± 10.5 -7.0 (-18.0; 22.0)	0.149	0.240	0.175

* Tedavi öncesi ve sonrası değerlerinin karşılaştırılmasında, iki eş arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda elde edilen p değeri

** Grup 1 ve grup 2'ye ait tedavi öncesi değerlerin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

***Gruplardaki değişimin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

Tablo 24. Grup 1 ve grup 2 için SF 36 ölçeği alt ölçeği skorlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Grup 1 n=22			p	Grup 2 n=23			p	P	P
	Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)		Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)			
FF	56.4 ± 19.5 57.5 (25.0; 100.0)	67.3 ± 19.8 70.0 (30.0; 95.0)	-10.9 ± 15.6 -10.0 (-55.0; 10.0)	0.003*	64.6 ± 13.2 65.0 (30.0; 90.0)	72.0 ± 11.5 70.0 (45.0; 90.0)	-7.4 ± 11.8 -5.0 (-40.0; 10.0)	0.008*	0.114**	0.521 [£]
FR	37.5 ± 41.4 25.0 (0.0; 100.0)	44.3 ± 40.0 50.0 (0.0; 100.0)	-6.8 ± 41.0 0.0 (-75.0; 100.0)	0.280*	31.5 ± 37.9 25.0 (0.0; 100.0)	59.8 ± 33.5 75.0 (0.0; 100.0)	-28.3 ± 41.5 -25.0 (-100.0; 75.0)	0.005*	0.682**	0.067 [£]
VA	37.2 ± 24.0 36.0 (0.0; 74.0)	48.8 ± 24.8 51.5 (0.0; 84.0)	-11.6 ± 22.5 -8.5 (-52.0; 22.0)	0.025 ^{&}	33.2 ± 15.7 32.0 (0.0; 62.0)	54.1 ± 21.5 51.0 (12.0; 84.0)	-20.9 ± 20.6 -20.0 (-74.0; 29.0)	<0.001 ^{&}	0.513 [#]	0.156 ^{\$}
GS	47.7 ± 22.6 45.0 (5.0; 92.0)	51.9 ± 20.0 52.0 (20.0; 92.0)	-4.1 ± 18.6 -5.0 (-40.0; 45.0)	0.309 ^{&}	48.0 ± 17.1 52.0 (5.0; 72.0)	57.0 ± 16.1 52.0 (25.0; 92.0)	-9.0 ± 19.6 -10.0 (-42.0; 37.0)	0.038 ^{&}	0.969 [#]	0.398 ^{\$}
Y	53.2 ± 25.3 50.0 (5.0; 95.0)	58.4 ± 22.0 62.5 (20.0; 100.0)	-5.2 ± 15.0 0.0 (-40.0; 25.0)	0.123*	46.7 ± 18.7 40.0 (15.0; 85.0)	51.3 ± 18.4 50.0 (15.0; 85.0)	-4.6 ± 14.6 0.0 (-30.0; 30.0)	0.114*	0.356**	0.818 [£]
SF	55.7 ± 27.7 56.3 (0.0; 100.0)	61.9 ± 25.7 62.5 (12.5; 100.0)	-6.3 ± 20.0 0.0 (-50.0; 37.5)	0.157 ^{&}	59.8 ± 23.2 62.5 (0.0; 100.0)	65.2 ± 16.8 62.5 (37.5; 100.0)	-5.4 ± 21.6 0.0 (-62.5; 25.0)	0.240 ^{&}	0.593 [#]	0.896 ^{\$}
ER	54.6 ± 36.4 66.7 (0.0; 100.0)	56.1 ± 28.0 66.7 (0.0; 100.0)	-1.5 ± 34.9 0.0 (-66.7; 66.7)	0.847*	59.4 ± 26.5 66.7 (33.3; 100.0)	56.5 ± 32.5 66.7 (0.0; 100.0)	2.9 ± 38.8 0.0 (-66.7; 100.0)	1.000*	0.821**	0.742 [£]
MS	70.0 ± 19.1 76.0 (28.0; 96.0)	77.1 ± 10.6 80.0 (56.0; 96.0)	-7.1 ± 14.1 -4.0 (-48.0; 12.0)	0.028 ^{&}	61.9 ± 16.8 68.0 (32.0; 92.0)	64.4 ± 15.4 68.0 (36.0; 92.0)	-2.4 ± 15.7 -4.0 (-32.0; 40.0)	0.465 ^{&}	0.138 [#]	0.302 ^{\$}

* Tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılmasında, Wilcoxon testi sonucunda elde edilen p değeri

& Tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılmasında, iki eş arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda elde edilen p değeri

** Grup 1 ve grup 2'ye ait tedavi öncesi değerlerin karşılaştırılmasında, Mann Whitney U testi sonucunda elde edilen p değeri

Grup 1 ve grup 2'ye ait tedavi öncesi değerlerin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

£Gruplardaki değişimin karşılaştırılmasında, Mann Whitney U testi sonucunda elde edilen p değeri

\$Gruplardaki değişimin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

Tablo25. Aerobik egzersiz programına katılan hastalarda tedavi öncesi test süresi düşük ve yüksek olanlarda 1., 2. ve 3. dk KHT değerleri

Değişkenler	Test Süresi Düşük n=11			p*	Test Süresi Yüksek n=12			p*	p**	p***
	Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)		Başlangıç Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Bitiş Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)	Baş – Bit Ortalama ± SS Ortanca (min;mak)			
1.dk KHT	27.6 ± 8.9 29.0 (16.0; 47.0)	28.9 ± 8.5 28.0 (18.0; 47.0)	-1.3 ± 3.8 -1.0 (-7.0; 6.0)	0.299	29.3 ± 9.0 27.0 (12.0; 41.0)	29.9 ± 7.2 29.0 (17.0; 41.0)	-0.6 ± 4.6 0.0 (-7.0; 9.0)	0.669	0.655	0.702
2.dk KHT	42.5 ± 7.4 46.0 (30.0; 51.0)	45.9 ± 7.5 47.0 (32.0; 56.0)	-3.5 ± 4.5 -5.0 (-10.0; 4.0)	0.030	48.6 ± 11.9 48.0 (30.0; 71.0)	49.8 ± 9.0 50.5 (38.0; 64.0)	-1.3 ± 11.3 -4.5 (-13.0; 21.0)	0.709	0.157	0.543
3.dk KHT	50.9 ± 10.1 49.0 (36.0; 67.0)	55.2 ± 8.0 57.0 (43.0; 64.0)	-4.3 ± 9.9 -7.0 (-18.0; 14.0)	0.185	58.2 ± 13.1 56.5 (36.0; 83.0)	60.5 ± 9.2 60.5 (48.0; 79.0)	-2.3 ± 11.3 -3.5 (-15.0; 22.0)	0.488	0.154	0.667

* Tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılmasında, iki eş arasındaki farkın önemlilik testi sonucunda elde edilen p değeri

**Test süresi düşük hastalar ile test süresi yüksek hastaların başlangıç değerlerinin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

***Gruplardaki değişimin karşılaştırılmasında, bağımsız iki örnek t testi sonucunda elde edilen p değeri

5 TARTIŞMA

Bu çalışma, literatürde bulunan mevcut bilgiler ışığında kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda, aerobik egzersiz programının barorefleks duyarlılığında artış sağlayarak ya da farklı mekanizmalar yoluyla parasempatik tonus artışına ve ağrı duyarlılığında azalmaya neden olabileceği düşünülmüş ve planlanmıştır.

Kronik kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastaların kardiyak otonomik fonksiyonlarında değişiklikler olabileceği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Örneğin kronik ağrılı hastalarda hipertansiyon prevalansının, ağrısı olmayan hastalarla kıyaslandığında daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (100, 101). Bruehl ve arkadaşları kronik ağrı durumlarında kardiyovasküler ve ağrı düzenleyici sistemler arasındaki ilişkinin değişikliğe uğrayabileceğini ve barorefleks duyarlılığında azalmaya neden olabileceğini bildirmiştir (93). R. Nielsen ve ark. ise, kronik ağrısı olan hastalarda hipotalamus-hipofiz-adrenal bez aktivasyonuna bağlı katekolamin salınımının efferent kardiyak parasempatik ve sempatik aktivite dengesini sempatik tonus artışı lehine değiştirebileceğini bildirmiştir. Ayrıca karpal tünel sendromu nedeniyle operasyon planlan hastalarda preoperatif barorefleks duyarlılığı ve efferent kardiyak parasempatik aktivite ile geç dönem postoperatif ağrı arasındaki ters ilişkiyi göstermişlerdir (5).

Parasempatik fonksiyonun direk ölçümü zordur. Kabaca vagus sinir stimülasyonuna (valsalva veya benzeri manevralar) yanıtı, atropin-antimuskarinik

ajanlar veya M2 reseptör blokajına yanıtı değerlendirerek ya da kalp hızında azalma ve respiratuar sinüs aritmisi gibi fizyolojik değişiklikleri değerlendirerek ölçülür. Bu fizyolojik yaklaşımlardan KHT ve kalp hızı değişkenliği ölçümü gibi yöntemler basit ve noninvazif ölçümlerdir (102). Erken dönemde kalp hızı toparlanmasındaki hızın atropin tarafından engellenmesi, bu düşüşün vagal etkiyle ortaya çıktığını göstermektedir (54, 103, 104). Aerobik egzersiz programının istirahat barorefleks duyarlılığını ve vagal tonusu arttırdığı bilinmektedir (105, 106).

Kligfield ve arkadaşlarının anjina pectoris, geçirilmiş miyokard enfarktüsü (MI) ve geçirilmiş koroner by-pass ameliyatı öyküsü olan hastalarda yaptığı çalışmada 12 hafta boyunca karvonen formülüne göre hesaplanan hedef kalp hızıyla koşu bandında yapılan egzersiz programı sonrasında submaksimal egzersiz testinin toparlanma fazında ölçülen KHT indeksinde anlamlı artış olduğu görülmüştür (107). Ribeiro ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada geçirilmiş MI öyküsü olan hastalarda maks. kalp hızının %65-75 ile 8 haftalık egzersiz programından sonra benzer şekilde KHT indeksinde anlamlı artış olduğu gözlenmiştir. Sonuçlar kontrol grubu ile de kıyaslandığında KHT indeksindeki artış egzersiz programı alan grup lehine anlamlı olarak sonuçlanmıştır (55).

Bu çalışmada konvansiyonel tedaviye ilaveten uygulanan aerobik egzersiz programı sonrasında 1. , 2. ve 3. dk KHT indekslerinde değişim gözlenmemiştir. Ayrıca konvansiyonel tedaviyle birlikte aerobik egzersiz programı alan grupta başlangıç test süresi düşük olanlar, test süresi yüksek olanlar ile karşılaştırıldığında

KHT indeksinde ki artışın 2. dakikada anlamlı derecede yüksek, 1. ve 3. dakikalarda ise yüksek olma eğiliminde olduğu görülmüştür. Yapılan daha önceki çalışmalara göre egzersiz programımızın süresinin kısa olması, tedavi süresinin otonomik fonksiyonda iyileşme sağlamak için yetersiz olduğunu akla getirebilir. Ayrıca çalışmamızdaki hastalarımızın kardiyak patolojilerinin olmaması ve başlangıç test süresi yüksek olan hastalarda KHT indeksinde artış gözlenmemesi; altta yatan kardiyak patolojisi olmayan ve zindelik seviyesi iyi olan popülasyonda kısa süreli aerobik egzersiz programının ek yarar sağlamadığını düşündürmüştür.

Bu çalışmada; aerobik egzersiz programı alan grup her seansta maks. kalp hızının %70-85'i aralığında 30 dk boyunca submaksimal egzersiz yapmıştır. Ancak, egzersiz seansları sırasında kalp hızı takibi hemşire tarafından manuel olarak yapıldığından hareket halindeki hastada kalp hızı ölçümünde olası hatalar nedeniyle hastalar hedeflenen kalp hızı aralığında çalışmamış olabilir. Bu da KHT sonuçlarımıza olumsuz yansımış olabilir.

Kronik aerobik egzersiz programının kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda ağrı duyarlılığı üzerine etkisini araştıran başka çalışmaya rastlanmamıştır. Sağlıklı katılımcılarla yapılan çalışmalar ise sınırlıdır. Anshel ve ark. (108), 48 sağlıklı katılımcılar ile yaptığı çalışmada 12 haftalık aerobik egzersiz programı sonrasında üst ekstremitelerde basınç ağrı toleransının arttığını ve bu etkinin 12. haftada devam ettiğini göstermiştir. Matthew D. Jones ve ark.'nın çalışmasında ise sağlıklı bireylerde 6 haftalık egzersiz programının iskemik ağrı toleransını arttırdığı

ancak basınç ağrı eşiğini değiştirmediği gözlenmiştir (4). Bu çalışmada da 2 hafta süren konvansiyonel tedaviyle birlikte uygulanan aerobik egzersiz programı sonrasında hastaların her iki ön kol volar yüzünden, her iki başparmak tırnağından ölçülen basınç ağrı eşiği ve toplam ağrı eşiği skorunu gösteren BAET’ de anlamlı ölçüde yükselme olduğu görölmüştür. Konvansiyonel tedavi alan grupta ise farklı noktalardan ölçülen basınç ağrı eşikleri ve BAET’ de değişiklik gözlenmemiştir.

Aerobik egzersiz alan grupta parasempatik tonus artışı gözlenmediği için ağrı duyarlılığındaki azalmayı, kısa dönemde parasempatik tonusta artış sağlayan mekanizmalar aracılığıyla gerçekleştirmediğini söylemek mümkündür. Bu mekanizmaların devreye girmesi için daha uzun bir süre tedavi gerekiyor olabilir. Kısa dönemde santral sinir sistemi plastisitesini etkileyerek santral sinir sistemi ekstabilesini azaltan ve endojen analjeziye yol açan başka mekanizmaların araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada her iki grupta da VAS skorları başlangıca göre anlamlı ölçüde azalmıştır. Ancak gruplar arasında fark gözlenmemiştir. Ettinger ve ark.nın, diz OA’li hastalarda yaptığı çalışmada haftada 3 seans kalp hızı rezervinin %50-70’i ile aerobik egzersiz yapan hastalar sadece eğitim alan grup ile karşılaştırıldığında diz ağrı anketinde ve fiziksel özörlölük anketinde anlamlı iyileşme olduğu görölmüştür (109). Meisser ve ark.nın çalışmasında ise 18 ay haftada 3 seans kalp hızı rezervinin %50-70’i ile aerobik egzersiz yapan grup, sağlıklı yaşam önerilerine uyan grupla kıyaslandığında 6 dakika yürüme mesafesi artmıştır, ancak diz ağrısında azalma

olmakla beraber sonuçlar anlamlı değildir (110). Yapılan bu çalışmalarda, hastalar eğitim programı ve aerobik tedavi dışında konvansiyonel tedavi almamıştır. Chan ve ark.nın kronik bel ağrılı hastalarda 8 hafta süren çalışmasında ise bizim çalışmamızla benzer şekilde konvansiyonel tedaviyle (interferansiyal terapi, ultrason veya sıcak paketi, pasif segmental mobilizasyon, bel mobilizasyon egzersizleri, abdominal stabilizasyon egzersizleri ve bel koruma önerileri) birlikte aerobik egzersiz programı uygulanan hastalarda tedavi sonrasında VAS skorlarında belirgin azalma saptanmıştır. Aynı benzerlik sadece konvansiyonel tedavi alan gruptaki VAS azalmasında da görülmektedir. Ayrıca bizim çalışmamızdaki gibi VAS skorları açısından iki grup arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (111). Sonuçlar bize kronik kas-iskelet sistemi ağrısı yakınması olan hastalarda kısa süreli konvansiyonel tedavi ile birlikte uygulanan aerobik egzersiz programının bireysel ağrı algılanmasında, konvansiyonel tedaviden farklı bir yarar sağlamadığını düşündürmektedir.

Ayrıca konvansiyonel tedavi ile birlikte aerobik egzersiz alan grupta basınç ağrı eşiği anlamlı olarak artış gösterirken, konvansiyonel tedavi alan grupta artış olmaması, ancak her iki grupta da VAS skorlarında azalma görülmesi ve bu azalmanın gruplar arasında farklılık göstermemesi dikkati çekmektedir. Aerobik egzersizin literatürdeki mevcut bilgiler ışığında santral mekanizmalarla ağrılı uyarının uyarabilirlik eşiğini arttırdığı görülmüştür (19, 112). Ancak santral mekanizmalara bağlı görülen hipoaljeziye rağmen aerobik egzersiz alan grupta mevcut ağrıyı değerlendiren VAS skorlarında konvansiyonel tedavi alan gruba göre

üstünlük sağlanamamıştır. Mevcut ağrının azalmasında konvansiyonel gruba kıyasla değişiklik olmaması; anormal ağrı hafızası oluştuktan sonra öğrenilmiş ağrıyı azaltmak için daha uzun süreli tedavi gerekebileceğini düşündürmüştür. Var olan ağrının azalmasında farklılık olmamasına karşın yeni nosiseptif uyarının ağrı eşiğinin artması, potansiyel ağrılı uyarana bağlı oluşabilecek kronik ağrı riskinin azalabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca bu sonuçlarda VAS skorunun objektif bir değerlendirme yöntemi olmamasının etkisi olabileceği de akla gelmektedir.

Bu çalışmada konvansiyonel tedaviyle birlikte aerobik egzersiz programı alan grupta SF-36'nın yürüme, ağır kaldırma gibi fiziksel fonksiyonlarını değerlendiren FF, rutin aktivitelerde kısıtlılığı araştıran FR, bedensel ağrı ve rahatsızlık düzeyini araştıran VA ve sağlığın genel değerlendirilmesinin yapıldığı GS alt ölçekleri tedavi sonrasında anlamlı olarak iyileşme göstermiştir. FF ve VA her iki grupta da anlamlı olarak artmıştır. Aerobik egzersiz grubundaki hastaların VAS skorlarındaki değişimin, kontrol grubundaki hastaların VAS skorlarındaki değişimden farklı olmaması, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte bedensel ağrı ve rahatsızlık düzeyini değerlendiren VA alt ölçeğindeki değişimin daha çok olması dikkati çekmektedir. Bedensel ağrı ve rahatsızlık düzeyini değerlendiren bu alt ölçekte ağrının bireysel algılanmasının yanında ağrının normal işi nasıl etkilediği de sorgulanmaktadır. Farklılığın bundan kaynaklandığı düşünülmüştür. Fiziksel sağlıkla ilişkili yaşam kalitesindeki iyileşmenin aerobik egzersiz alan grupta daha iyi olması hastaların enduransındaki iyileşme ve ağrı duyarlılığındaki azalmayla ilişkili

olabileceğini düşündürmüştür. Anksiyete, depresyon ve psikolojik iyilik durumunu değerlendiren MS alt ölçeği, her iki grupta da yükselmiştir. Ancak bu yükselme sadece konvansiyonel tedavi alan grupta anlamlıdır. MS alt ölçeğinin başlangıç değeri her iki grupta farklı olmamakla birlikte ($p=0,138$), konvansiyonel grupta aerobik egzersiz alan gruba kıyasla daha iyidir ($70,0 \pm 19,1$ ve $61,9 \pm 16,8$). Konvansiyonel tedavi alan grupta psikolojik iyilik durumunun başlangıçta daha iyi olması tedaviye yanıtı olumlu yönde etkilemiş olabilir.

Jones ve ark.nın sağlıklı katılımcılar üzerine yaptığı çalışmada 6 haftalık aerobik egzersiz programından sonra, egzersiz testinde test süresinin anlamlı olarak arttığı gözlenmiştir. Ancak kontrol grubunda aynı artış gözlenmemiştir (4). Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak kronik kas iskelet sistemi ağrı yakınması olan hastalar değerlendirilmiştir ve her iki grupta da test süresinin arttığı gözlenmiştir. Ancak bu artış aerobik egzersiz alan grupta anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Kontrol grubundaki hastaların test süresinin artışının, VAS skorlarındaki azalmaya ve koşu bandına alışmaya bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda, bildiğimiz kadarıyla konvansiyonel tedaviyle birlikte aerobik egzersizin parasempatik tonus ve ağrı duyarlılığı üzerine etkisini değerlendiren tek çalışma olması ve prospektif kontrollü bir çalışma olması çalışmamızı özgün ve güçlü kılmaktadır.

KHT indeksiyle birlikte istirahatte de parasempatik aktiviteyi değerlendiren kalp hızı değişkenliği ve ağrı üzerine direk etkisi olduğu bilinen baroreseptörlere ilişkin barorefleks duyarlılığı gibi diğer ölçümlerin yapılmaması çalışmanın kısıtlılıklarındandır. KHT indeksini tercih etmemizin nedeni diğer parametrelerin ölçümü için gerekli olan özel ekipmanları gerektirmemesi ve klinikte kolay uygulanabilir olmasıdır. Ölçümlerin çalışmaya kör olmayan araştırmacı tarafından yapılması sonuçları etkilemiş olabilir. Çalışmada tedavi süresi iki hafta olup, otonom sinir sistemi üzerinde etki oluşturmak için yeterli olmamış olabilir. Tedaviden sonra uzun dönemde hastalar takip edilmemiş ve tedavilerin uzun dönemdeki etkileri değerlendirilmemiştir. Aerobik egzersizlerin otonomik fonksiyon, ağrı ve yaşam kalitesi üzerine etkisini araştırmak için daha uzun süreli egzersiz uygulanan ve takip süresinin daha uzun olduğu çalışmalara ihtiyaç vardır.

6 SONUÇ

Kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda kısa süreli konvansiyonel tedaviyle birlikte uygulanan aerobik egzersiz programının faydalarını araştıran bu çalışmada;

Konvansiyonel tedavi ile birlikte uygulanan aerobik egzersiz programının;

- 1) ağırlı uyaranın uyarılabilirlik eşiğini yükselttiği
- 2) hastaların kardiyovasküler enduransını arttırdığı
- 3) bedensel ağrı ve rahatsızlık düzeyi, fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlılığı ve genel sağlık algısı ile ilgili yaşam kalitesinde iyileşme sağladığı
- 4) VAS skorlarında azalmaya neden olduğu, ancak tek başına konvansiyonel tedavi uygulanan grupla karşılaştırıldığında ek bir yarar sağlamadığı
- 5) parasempatik tonusta artış sağlamadığı ve ağrı duyarlılığındaki azalmayı kısa dönemde parasempatik tonusta artış sağlayan mekanizmalar aracılığıyla gerçekleştirmediği görülmüştür.

Sonuçta; kısa süreli konvansiyonel tedaviyle birlikte uygulanan aerobik egzersiz programı, tek başına konvansiyonel tedaviyle karşılaştırıldığında tedavi sonrasında bireysel ağrı algılamasında farklılık gözlenmemesine rağmen ağrı

duyarlılığında azalma ve aerobik enduransta artışla birlikte fiziksel sağıkla ilgili yaşam kalitesini anlamlı olarak iyileştirmiştir.

Bu nedenlerle kronik kas iskelet sistemi ağırsı yakınması ile Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Polikliniğıne başvuran hastalara rutinde verilen konvansiyonel tedavilerin yanında aerobik egzersiz programı da reğetelendirilmelidir.

7 KAYNAKLAR

1. Pain International Association for the Study Of. IASP pain terminology. In: Mersky H Bogduk N, editor. Classification of Chronic pain Seattle: IASP Press; 1994. p. 209-14.
2. Marcus DA. Pathogenesis of Chronic Pain. In: Marcus DA., editor. Chronic pain. New Jersey: Humana Press Totowa; 2005. p. 17-29.
3. Ashburn MA, Staats PS. Management of chronic pain. The Lancet. 1999;353(9167):1865-9.
4. Jones MD, Booth J, Taylor JL, Barry BK. Aerobic training increases pain tolerance in healthy individuals. Med Sci Sports Exerc. 2014;46(8):1640-7.
5. Nielsen R, Nikolajsen L, Krøner K, Mølgaard H, Vase L, Jensen Ts, et al. Pre-operative baroreflex sensitivity and efferent cardiac parasympathetic activity are correlated with post-operative pain. Acta Anaesthesiologica Scandinavica. 2015.
6. Naugle KM, Fillingim RB, Riley JL. A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. The Journal of Pain. 2012;13(12):1139-50.
7. Bruehl S., Chung OY. Interactions between the cardiovascular and pain regulatory systems: an updated review of mechanisms and possible alterations in chronic pain. Neurosci Biobehav R. 2004;28(4):395-414.
8. Stanos SP, Tyburski MD, Harden RN (Çeviri: Akalın E). Kronik ağrının tedavisi. In:Braddom RL, editor (Çeviri editörü: Sarıdoğan M). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 3 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2010. p. 951-87.

9. Walsh NE, Dumitru D, Schoenfeld LS, Ramamurthy S (Çeviri: Berker E). Kronik ağrılı hastanın tedavisi. In: Delisa JA, editor (Çeviri editörü: Arasıl T). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 4 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2007. p. 493-529.
10. Çolakoğlu B, Nacıtarhan V, Yurtçu S. Fibromiyaljili olgularda basınç ve kutanöz ağrı eşiği değerleri. C Ü Tıp Fak Derg. 2002;24(1):9-14.
11. Erdine S. Ağrı mekanizmaları ve ağrıya genel yaklaşım. In: Erdine S, editor. Ağrı. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2007 p. 37-57.
12. Raj PP. Ağrı taksonomisi. In: Erdine S, editor. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2007. p. 19-26.
13. Rosenquist Rw Vrooman Bm. Kronik ağrı tedavisi. In: Butterworth Jf Mackey Dc, Wasnick Jd, editor. Klinik anesteziyoloji. 5 ed (Çeviri editörü: Cuhruk H). Ankara: Morgan & Mikhail, Güneş Tıp Kitabevi; 2015. p. 1023-87.
14. Yücel A. Visseral Ağrı. In: Erdine S, editor. Ağrı. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007. p. 145-9.
15. Twaddle M, Cooke KJ. Assessment of pain and common pain syndromes. In: Von Roenn JH, Paice JA, Preodor ME, editor. Current Diagnosis & Treatment of Pain. United States: Lange Medical Books/McGraw-Hill Companies; 2006. p. 10-20.
16. Kurne A. Nöropatik ağrının immünolojik komponenti. In: Tan E, editor. Nöropatik ağrı. 1 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2009. p. 47-62.
17. Karlı N. Nöropatik ağrı semptomları. In: Tan E, editor. Nöropatik ağrı. 1 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2009. p. 87-90.

18. Talu GK. Nöropatik ağrı. In: Erdine S, editor. Ağrı. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2007. p. 461-70.
19. Nijs J, Lluch GE, Lundberg M, Malfliet A, Sterling M. Exercise therapy for chronic musculoskeletal pain: Innovation by altering pain memories. *Manual therapy*. 2015;20(1):216-20.
20. Uludağ B. Ağrı hafızası. In: Tan E, editor. Nöropatik Ağrı. 1 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2009. p. 9-16.
21. Woolf CJ. What to call the amplification of nociceptive signals in the central nervous system that contribute to widespread pain? *Pain*. 2014;155(10):1911-2.
22. Woolf CJ. Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*. 2011;152(3):S2-S15.
23. Bird HA, Dixon JS. The measurement of pain. *Bailliere's Clinical Rheumatology*. 1987;1(1):71-89.
24. Güzeldemir ME. Ağrı değerlendirme yöntemleri. *Sendrom*. 1995;7(6):11-21.
25. Aldemir T. Ağrılı Hastalarda Ağrı Ölçümü. In: Erdine S, editor. Ağrı. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2007. p. 133-8.
26. Hortense P, Zambrano É, Sousa F. Validation of the ratio scale of the different types of pain. *Revista latino-americana de enfermagem*. 2008;16(4):720-6.
27. Selçuki D. Nöropati ağrı skalaları ile klinik değerlendirme. In: Tan E, editor. Nöropatik ağrı. 1 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2009. p. 99-108.
28. Fischer AA. Pressure tolerance over muscles and bones in normal subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1986;67(6):406-9.

29. Park G, Kim CW, Park SB, Kim MJ, Jang SH. Reliability and usefulness of the pressure pain threshold measurement in patients with myofascial pain. *Annals of rehabilitation medicine*. 2011;35(3):412-7.
30. Chung SC, Um BY, Kim HS. Evaluation of pressure pain threshold in head and neck muscles by electronic algometer: intrarater and interrater reliability. *Cranio: the journal of craniomandibular practice*. 1992;10(1):28-34.
31. Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *The Clinical journal of pain*. 2007;23(9):760-6.
32. Göldoğan F, Kelsaka E, Öztürk B. [The effect of gender and working conditions on pain threshold in healthy volunteers]. *Agri (The journal of the Turkish Society of Algology)*. 2012;25(2):64-8.
33. Gerecz-Simon EM, Tunks ER, Heale JA, Kean WF, Buchanan WW. Measurement of pain threshold in patients with rheumatoid arthritis, osteoarthritis, ankylosing spondylitis, and healthy controls. *Clinical rheumatology*. 1989;8(4):467-74.
34. Oliveira-Campelo NM, De Melo CA, Albuquerque-Sendin F, Machado JP. Short-and medium-term effects of manual therapy on cervical active range of motion and pressure pain sensitivity in latent myofascial pain of the upper trapezius muscle: a randomized controlled trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2013;36(5):300-9.

35. Vanderweeen L, Oostendorp R, Vaes P, Duquet W. Pressure algometry in manual therapy. *Manual therapy*. 1996;1(5):258-65.
36. Koo TK, Guo JY, Brown CM. Test-retest reliability, repeatability, and sensitivity of an automated deformation-controlled indentation on pressure pain threshold measurement. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2013;36(2):84-90.
37. Nussbaum EL, Downes L. Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. *Physical therapy*. 1998;78(2):160-9.
38. Başaran S, Güzel R, Sarpel T. Yaşam kalitesi ve sağlık sonuçlarını değerlendirme ölçütleri. *Romatizma*. 2005;20(1):55-63.
39. Hong JH, Kim HD, Shin HH, Huh B. Assessment of depression, anxiety, sleep disturbance, and quality of life in patients with chronic low back pain in Korea. *Korean journal of anesthesiology*. 2014;66(6):444-50.
40. Ware Jr JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*. 1992;473-83.
41. Yüce B. Ağrılı hastanın psikiyatrik değerlendirmesi. In: Erdine S, editor. *Ağrı*. Istanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2007. p. 112-8.
42. Berker N. Kronik ağrı rehabilitasyonu. In: Beyazova M, Kutsal YG, editor. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2011. p. 1737-44.
43. Koele R, Volker G, Vree F, Gestel M, Köke A, Vliet VT. Multidisciplinary Rehabilitation for Chronic Widespread Musculoskeletal Pain: Results from Daily Practice. *Musculoskeletal care*. 2014;12(4):210-20.

44. Monticone M, Ambrosini E, Rocca B, Magni S, Brivio F, Ferrante S. A multidisciplinary rehabilitation programme improves disability, kinesiophobia and walking ability in subjects with chronic low back pain: results of a randomised controlled pilot study. *European Spine Journal*. 2014;23(10):2105-13.
45. Nickel AK, Hillecke T, Argstatter H, Bolay HV. Outcome research in music therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2005;1060(1):283-93.
46. Leão ER, da Silva MJ. Music and chronic muscular-skeletal pain: the evocative potential of mental images. *Revista latino-americana de enfermagem*. 2004;12(2):235-41.
47. Erdoğan F. Sıcak, Soğuk ve Ultraviyole Tedavisi. In: Mehmet B, Yeşim GK, editor. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitapevi.; 2011. p. 989-1007.
48. Akarırmak Ü. Ağrı tedavisinde fizik tedavi ajanlarının kullanımı. In: Erdine S, editor. *Ağrı*. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2007. p. 627-34.
49. Dreisinger TE. Exercise in the management of chronic back pain. *The Ochsner Journal*. 2014;14(1):101-7.
50. Semanik PA, Chang RW, Dunlop DD. Aerobic activity in prevention and symptom control of osteoarthritis. *PM&R*. 2012;4(5):S37-S44.
51. Gündüz H, Akyüz G. Ağrı ve Rehabilitasyon. In: Erdine S, editor. *Ağrı*. 3 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2007. p. 635-42.

52. Daenen L, Varkey E, Kellmann M, Nijs J. Exercise, Not to Exercise, or How to Exercise in Patients With Chronic Pain? Applying Science to Practice. *The Clinical journal of pain*. 2015;31(2):108-14.
53. Javorka M, Zila I, Balharek T, Javorka K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2002;35(8):991-1000.
54. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 1994;24(6):1529-35.
55. Ribeiro F, Alves AJ, Teixeira M, Miranda F, Azevedo C, Duarte JA, Oliveira J. Exercise training enhances autonomic function after acute myocardial infarction: a randomized controlled study. *Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)*. 2012;31(2):135-41.
56. Rosenwinkel ET, Bloomfield DM, Arwady MA, Goldsmith RL. Exercise and autonomic function in health and cardiovascular disease. *Cardiology clinics*. 2001;19(3):369-87.
57. Goldsmith RL, Bloomfield DM, Rosenwinkel ET. Exercise and autonomic function. *Coronary artery disease*. 2000;11(2):129-35.
58. Rosenwinkel ET, Bloomfield DM, Arwady MA, Goldsmith RL. Exercise and autonomic function in health and cardiovascular disease. *Cardiol Clin*. 2001;19(3):369-87. PubMed PMID: 11570111.

59. Ciolac EG, Bocchi EA, Greve J, Guimarães GV. Heart rate response to exercise and cardiorespiratory fitness of young women at high familial risk for hypertension: effects of interval vs continuous training. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 2011;18(6):824-30.
60. Muller DWM, Ellis SG, Debowey DL, Topol EJ. Quantitative angiographic comparison of the immediate success of coronary angioplasty, coronary atherectomy and endoluminal stenting. *The American journal of cardiology*. 1990;66(12):938-42.
61. Holtgrete K, Glenn TM. Principles of aerobic exercise. In: Kisner C Colby La, editor. *Therapeutic exercise*. 5 ed. Philadelphia: FA Davies Company; 2007. p. 231-50.
62. Erikssen G. Physical fitness and changes in mortality. *Sports medicine*. 2001;31(8):571-6.
63. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *New England Journal of Medicine*. 2000;342(7):454-60.
64. Medicine American College of Sports. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
65. Ardıç F. Egzersiz Reçetesi. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*. 2014;60 (Özel Sayı):S1-S8.
66. Demirsoy N. Kardiyovasküler fonksiyon testleri. In: Beyazova M Kutsal GY, editor. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2011. p. 727-43.

67. Demirsoy N. Kardiyak rehabilitasyon. In: Beyazova M Kutsal GY, editor. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 2 ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2011. p. 1523-46.
68. Medicine American College of Sports. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lea & Febiger; 1991. p. 55-89.
69. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise Standards for Testing and Training A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2013;128(8):873-934.
70. Özdemir O, Haşcelik Z. Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Fonksiyonel Kapasitenin Belirlenmesi: Kardiyopulmoner Egzersiz Testinin Temel Prensipleri. FTR Bil Der. 2011;14:99-104.
71. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the American College of Cardiology. 2001;37(1):153-6.
72. Colucci WS, Ribeiro JP, Rocco MB, Quigg RJ, Creager MA, Marsh JD, et al. Impaired chronotropic response to exercise in patients with congestive heart failure. Role of postsynaptic beta-adrenergic desensitization. Circulation. 1989;80(2):314-23.
73. Pina IL, Balady GJ, Hanson P, Labovitz AJ, Madonna DW, Myers J. Guidelines for Clinical Exercise Testing Laboratories A Statement for Healthcare Professionals From the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation, American Heart Association. Circulation. 1995;91(3):912-21.
74. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and

cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *Jama*. 2009;301(19):2024-35.

75. Kligfield P, Lauer MS. Exercise electrocardiogram testing beyond the ST segment. *Circulation*. 2006;114(19):2070-82.

76. Kaya EB, Yorgun H, Akdogan A, Ates AH, Canpolat U, Sunman H, et al. Heart-rate recovery index is impaired in Behcet's disease. *Texas Heart Institute Journal*. 2009;36(4):282.

77. Cahalin LP, Forman DE, Chase P, Guazzi M, Myers J, Bensimhon D, et al. The prognostic significance of heart rate recovery is not dependent upon maximal effort in patients with heart failure. *International journal of cardiology*. 2013;168(2):1496-501.

78. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *New England Journal of Medicine*. 1999;341(18):1351-7.

79. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, et al. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;38(7):1980-7.

80. Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, Lauer MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. *Annals of internal medicine*. 2000;132(7):552-5.

81. Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. *Jama*. 2000;284(11):1392-8.
82. Trevizani GA, Benchimol-Barbosa PR, Nadal J. Effects of age and aerobic fitness on heart rate recovery in adult men. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2012;99(3):802-10.
83. Cheng YJ, Lauer MS, Earnest CP, Church TS, Kampert JB, Gibbons LW, et al. Heart rate recovery following maximal exercise testing as a predictor of cardiovascular disease and all-cause mortality in men with diabetes. *Diabetes care*. 2003;26(7):2052-7.
84. Lauer MS. Exercise testing for assessment of autonomic function. *American heart journal*. 2002;144(4):580-2.
85. Vivekananthan DP, Blackstone EH, Pothier CE, Lauer MS. Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2003;42(5):831-8.
86. Hoffman MD, Shepanski MA, Mackenzie SP, Clifford PS. Experimentally induced pain perception is acutely reduced by aerobic exercise in people with chronic low back pain. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(2):183-90.
87. Hoffman MD, Shepanski MA, Ruble SB, Valic Z, Buckwalter John B, Clifford PS. Intensity and duration threshold for aerobic exercise-induced analgesia

to pressure pain. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004;85(7):1183-7.

88. Gurevich M, Kohn PM, Davis C. Exercise-induced analgesia and the role of reactivity in pain sensitivity. Journal of sports sciences. 1994;12(6):549-59.

89. Koltyn KF, Garvin AW, Gardiner RL, Nelson TF. Perception of pain following aerobic exercise. Medicine and science in sports and exercise. 1996;28(11):1418-21.

90. Meeus M, Roussel NA, Truijen S, Nijs J. Reduced pressure pain thresholds in response to exercise in chronic fatigue syndrome but not in chronic low back pain: an experimental study. Journal of rehabilitation medicine. 2010;42(9):884-90.

91. Newcomb LW, Koltyn KF, Morgan WP, Cook DB. Influence of preferred versus prescribed exercise on pain in fibromyalgia. Medicine and science in sports and exercise. 2011;43(6):1106-13.

92. Cook DB, Stegner AJ, Ellingson LD. Exercise alters pain sensitivity in Gulf War veterans with chronic musculoskeletal pain. The Journal of Pain. 2010;11(8):764-72.

93. Ellingson L, Cook D. Exercise induces hypoalgesia through conditioned pain modulation. The Journal of Pain. 2011;12(4):P37.

94. Ruble SB, Hoffman MD, Shepanski MA, Valic Z, Buckwalter JB, Clifford Philip S. Thermal pain perception after aerobic exercise. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2005;86(5):1019-23.

95. Bruehl S, Chung OY. Interactions between the cardiovascular and pain regulatory systems: an updated review of mechanisms and possible alterations in chronic pain. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2004;28(4):395-414.
96. Maixner W. Interactions between cardiovascular and pain modulatory systems: physiological and pathophysiological implications. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 1991;2(s2):s3-s12.
97. Johnson C. Measuring pain. Visual analog scale versus numeric pain scale: what is the difference? *Journal of chiropractic medicine*. 2006;4(1):43-4.
98. Gloth FM, Scheve AA, Stober CV, Chow S, Prosser J. The Functional Pain Scale: reliability, validity, and responsiveness in an elderly population. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2002;3(2):S71-S5.
99. Erdem HR, Çakit BD, Çetinkaya E, Karagöz A, Saraç M. Dismenoreli Hastalarda Basınç Ağrı Eşiğinin Değerlendirilmesi ve Fibromiyalji Sıklığı. *Romatizma/Rheumatism*. 2007;22(1).
100. Bruehl S, Chung OY, Jirjis JN, Biridepalli S. Prevalence of clinical hypertension in patients with chronic pain compared to nonpain general medical patients. *The Clinical journal of pain*. 2005;21(2):147-53.
101. Bruehl S, Chung OY, Ward P, Johnson B, Mccubbin JA. The relationship between resting blood pressure and acute pain sensitivity in healthy normotensives and chronic back pain sufferers: the effects of opioid blockade. *Pain*. 2002;100(1):191-201.

102. Olshansky B, Sabbah HN, Hauptman PJ, Colucci WS. Parasympathetic nervous system and heart failure pathophysiology and potential implications for therapy. *Circulation*. 2008;118(8):863-71.
103. Savin WM, Davidson DM, Haskell W. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*. 1982;53(6):1572-5.
104. Kannankeril PJ, Le FK, Kadish AH, Goldberger JJ. Parasympathetic effects on heart rate recovery after exercise. *Journal of investigative medicine: the official publication of the American Federation for Clinical Research*. 2004;52(6):394-401.
105. Mimura J, Yuasa F, Yuyama R, Kawamura A, Iwasaki M, Sugiura T, et al. The effect of residential exercise training on baroreflex control of heart rate and sympathetic nerve activity in patients with acute myocardial infarction. *CHEST Journal*. 2005;127(4):1108-15.
106. Ören H, Aytemir K. Kalp Hızı Toparlanma İndeksi (Heart Rate Recovery): Klinik Kullanım ve Yöntemler. *TAPE*. 2008; 6(3): 141-150
107. Kligfield P, McCormick A, Chai A, Jacobson A, Feuerstadt P, Hao SC. Effect of age and gender on heart rate recovery after submaximal exercise during cardiac rehabilitation in patients with angina pectoris, recent acute myocardial infarction, or coronary bypass surgery. *The American journal of cardiology*. 2003;92(5):600-3.
108. Anshel MH, Russell KG. Effect of aerobic and strength training on pain tolerance, pain appraisal and mood of unfit males as a function of pain location. *Journal of sports sciences*. 1994;12(6):535-47.

109. Ettinger WH, Burns R, Messier SP, Applegate W, Rejeski WJ, Morgan T, et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis: the Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *Jama*. 1997;277(1):25-31.
110. Messier SP, Loeser RF, Miller GD, Morgan TM, Rejeski WJ, Sevick MA, et al. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. *Arthritis & Rheumatism*. 2004;50(5):1501-10.
111. Chan CW, Mok NW, Yeung EW. Aerobic exercise training in addition to conventional physiotherapy for chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2011;92(10):1681-5.
112. Nijs J, Malfliet A, Ickmans K, Baert I, Meeus M. Treatment of central sensitization in patients with 'unexplained' chronic pain: an update. *Expert opinion on pharmacotherapy*. 2014;15(12):1671-83.

8 ÖZET

Bu çalışmada kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda konvansiyonel fizik tedaviye ek olarak uygulanan aerobik egzersizlerin ağrı, ağrı duyarlılığı ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırmak, parasempatik tonus üzerindeki etkisini kalp hızı toparlanması (KHT) ile değerlendirmek ve parasempatik tonusun ağrı duyarlılığı üzerindeki etkisini incelemek amaçlandı.

Kronik kas iskelet sistemi ağrısı olan 50 hasta konvansiyonel tedavi (Grup1) ve aerobik egzersiz (Grup2) olmak üzere iki gruba randomize edildi. Her iki grup 2 hafta süreyle konvansiyonel tedavi alırken, Grup 2' ye 30 dakikalık aerobik egzersiz eklendi. Çalışma başlangıcı ve bitiminde her iki grup VAS, 5 bölgeden (alın orta noktası, önkol volar yüz, başparmak tırnağı) basınç ağrı eşiği ölçümü ve toplamı (BAET), egzersiz tolerans testi ve SF-36 ile değerlendirildi. Egzersiz tolerans testinde test süresi, çift çarpım değeri (ÇÇD) kaydedildi. Parasempatik tonusu değerlendirmek için toparlanma fazının 1., 2. ve 3. dakikasındaki kalp hızları maksimum kalp hızından çıkartılarak; ilk 3 dakikaya ait KHT değerleri elde edildi.

Grup 1'de 22, Grup 2'de 23 hasta çalışmayı tamamladı. Tedavi sonrası her iki grupta da VAS skorlarında belirgin azalma saptandı ($p<0,001$), ancak VAS' daki değişim iki grup arasında farklı bulunmadı. Grup 2'de BAET anlamlı düzeyde yükselirken, Grup1'de değişim gözlenmedi. Egzersiz testi süresi ve ÇÇD her iki grupta da anlamlı düzeyde değişim gösterdi. Test süresindeki artış Grup2'de Grup1'e

oranla daha belirgindi ($p=0,0002$). Her iki grupta da KHT tedavi sonrasında değişim göstermedi. SF-36'nın, fiziksel rol ve genel sağlık ile ilgili alt ölçeklerinde aerobik egzersiz grubunda, fiziksel fonksiyon ve vücut ağrısı alt ölçeklerinde ise her iki grupta anlamlı iyileşme saptandı. Mental sağlık alt ölçeğinde ise Grup1'de belirgin düzelme saptandı ($p=0,028$).

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre kronik ağrılı hastalarda fizik tedaviye eklenen kısa süreli aerobik egzersiz, ağrı duyarlılığında azalma ve enduransta artışla birlikte fiziksel sağlıkla ilgili yaşam kalitesinde belirgin iyileşme sağlamıştır. Kısa süreli aerobik egzersizlerin parasempatik tonusta değişiklik oluşturmaya da, belirtilen yararlarından dolayı konvansiyonel fizik tedaviye eklenmesi önerilir.

Anahtar Kelimeler: aerobik egzersiz, ağrı duyarlılığı, kalp hızı toparlanma indeksi, kronik kas iskelet sistemi ağrısı, otonom sinir sistemi

9 SUMMARY

The aim of this study was to investigate the effects of aerobic exercise on pain perception, sensitivity and health-related quality of life; to assess its effect on parasympathetic tonus by using heart rate recovery (HRR); and to examine the effects of parasympathetic tone on pain sensitivity in patients with chronic musculoskeletal pain.

Fifty patients with chronic musculoskeletal pain were randomized into two groups as Group1 (physical therapy) and Group2 (physical therapy + aerobic exercise) for a trial of two weeks. VAS scores, pressure-pain thresholds (PPTs) of five regions separately and cumulatively, exercise tolerance test and SF-36 were assessed prior to and at the end of the trial. During exercise tolerance test, test duration(TD) and double product(DP) were recorded and maksimum heart rate minus heart rates in first three minutes of recovery phase (HRR) was calculated to assess parasympathetic tonus.

Twenty-two patients in Group1 and 23 patients in Group2 completed the study. VAS scores markedly decreased in both groups after the therapy ($p<0,001$); however, no significant difference was observed between the groups. PPTs significantly increased in Group2 whereas no difference was found in Group1. A significant difference was found in exercise test duration and double product after the therapy in both groups. Increase in the test duration was more remarkable in Group2

compared to Group1 ($p=0,0002$). On the other hand, no significant difference was observed in HRR in neither of the groups after the therapy. In SF-36, physical role and general health perception sub-scores improved significantly in aerobic exercise group, and physical functioning and bodily pain sub-scores improved significantly in both groups. In addition, mental health sub-scores improved significantly in Group1 ($p=0,028$).

Short-term aerobic exercise in combination with physical therapy markedly decreased pain sensitivity, increased endurance and improved physical health-related quality of life in patients with chronic musculoskeletal pain, although no difference in parasympathetic tonus was demonstrated. Hence, addition of aerobic exercise to conventional physical therapy is strongly recommended.

Keywords: aerobic exercise, autonomic nervous system, chronic musculoskeletal pain, heart rate recovery, pain sensitivity

10 ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Şeyda Öte Karaca

Doğum Yeri: Dörtyol/HATAY

Doğum Tarihi: 01.01.1986

EĞİTİM

1991-1996: Yunus Emre İlkokulu, Dörtyol/HATAY

1996-2003: Süleyman Demirel Anadolu Lisesi, Dörtyol/HATAY

2003-2010: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara

2011-2015: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi FTR ABD. Araştırma Görevlisi, Ankara

11 EK.1

**KRONİK KAS İSKELET SİSTEMİ AĞRILI HASTALARDA AEROBİK
EGZERSİZİN AĞRI DUYARLILIĞI, KALP HIZI TOPARLANMASI VE
YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

OLGU RAPOR FORMU

AD-SOYAD:

YAŞ:

KİLO:

BOY:

MESLEK:

TELEFON NO:

ADRES:

FTR PROGRAMINA ALINMA NEDENİ(AĞRILI BÖLGE):

EŞLİK EDEN HASTALIKLAR:

KULLANILAN İLAÇLAR:

	1.test Tarih	2.test Tarih
İlaçlar		
Test protokolü		
İstirahat kalp hızı		
İstirahat KB		
KH Mod Bruce-4. Basamak		
KB Mod Bruce-4.Basamak		
Çift Çarpım Değeri		
Ulaşılan maksimum kalp hızı		
Ulaşılan maksimum kan basıncı		
Test süresi		
Toparlanma fazı 1.dk KH		
Toparlanma fazı 1.dk KB		
Kalp Hızı Toparlanması		
Toparlanma fazı 2.dk KH		
Toparlanma fazı 2.dk KB		
Toparlanma fazı 3.dk KH		
Toparlanma fazı 3.dk KB		
Zorlanma derecesi (Borg 6-20)		
EKG bulguları		

	Program öncesi değerlendirme		Program sonrası değerlendirme	
VAS				
SF-36				
Alın orta noktası basınç- ağrı eşiği	1)		1)	
	2)		2)	
	3)		3)	
Ön kol volar yüzü	Sağ,1)	Sol,1)	Sağ,1)	Sol,1)
	Sağ,2)	Sol,2)	Sağ,2)	Sol,2)
	Sağ,3)	Sol,3)	Sağ,3)	Sol,3)
Baş parmak tırnağı	Sağ,1)	Sol,1)	Sağ,1)	Sol,1)
	Sağ,2)	Sol,2)	Sağ,2)	Sol,2)
	Sağ,3)	Sol,3)	Sağ,3)	Sol,3)
M.Bruce egzersiz testi süresi				
Çift çarpım değeri				
Kalp hızı toparlanması	1.DK 2.DK 3.DK		1.DK 2.DK 3.DK	

12 Ek-2

YAŞAM KALİTESİ (SF36) FORMU

Adı-Soyadı:

Tarih:

1. Genel sağlığını nasıl değerlendirirsiniz? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

- A) Mükemmel
- B) Çok iyi
- C) İyi
- D) Orta
- E) Kötü

2. Geçen yıl ile karşılaştırıldığında, sağlığını şu an için nasıl değerlendirirsiniz? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

- A) Geçen seneden çok daha iyi
- B) Geçen seneden biraz daha iyi
- C) Geçen sene ile aynı
- D) Geçen seneden biraz daha kötü
- E) Geçen seneden çok daha kötü

3. Aşağıdaki tipik bir günümüzde yapmış olabileceğiniz bazı aktiviteler yazılmıştır.Sağlığınız bunları yaparken sizi sınırlandırmakta mıdır? Öyleyse ne kadar? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

AKTİVİTELER	Evet, çok kısıtlıyor	Evet, çok az kısıtlıyor	Hayır, hiç kısıtlamıyor
a. Kuvvet gerektiren aktiviteler, koşma, ağır eşyaları kaldırmak, zor sporlar			
b. Orta aktiviteler, bir masayı oynatmak, elektrik süpürgesi ile süpürmek, bowling,golf			
c. Sebze-meyveleri kaldırmak, taşımak			
d. Pek çok katı çıkmak			
e. Tek katı çıkmak			
f. Çömelmek, diz çökmek, eğilmek			
g. 1 kilometreden fazla yürüyebilmek			
h. Pek çok mahalle arası yürüyebilmek			
i. Bir mahalleden (sokak) diğerine yürümek			
j. Kendi kendine yıkanmak, giyinmek			

4. Son 4 hafta içerisinde, fiziksel sağlığınız yüzünden günlük iş veya aktivitelerinizde aşağıdaki problemlerle karşılaştınız mı? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

	EVET	HAYIR
İş yada diğer aktiviteler için harcadığınız zamanda kesinti		
İstedığınızden daha az miktar işin tamamlanması		
İşin veya diğer aktivitelerin çeşidinde kısıtlama		
İş veya diğer aktiviteleri yaparken zorluk olması		

5. Son 4 hafta içerisinde, duygusal problemler (örnek-üzüntü ya da sinirli hissetmek) yüzünden günlük iş veya aktivitelerinizde aşağıdaki problemlerle karşılaştınız mı? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

	EVET	HAYIR
İş yada diğer aktiviteler ayırdığınız süreden kesilme oldu mu		
İstedığınızden daha az kısım tamamlanması		
İşin veya diğer aktiviteleri eskisi gibi dikkatli yapmama		

6. Geçen 4 hafta içinde, fiziksel sağlık veya duygusal problemler, aileniz, arkadaşınız, komşularınız veya gruplar ile olan normal sosyal aktivitelerinize ne kadar engel oldu? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

- A) Hiç
- B) Çok az
- C) Orta derecede
- D) Biraz
- E) Oldukça

7. Son 4 hafta içerisinde, ne kadar fiziksel acı (ağrı) hissettiniz? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

- A) Hiç
- B) Çok az
- C) Orta
- D) Çok
- E) İleri derecede
- F) Çok şiddetli

8. Son 4 hafta içerisinde, ağrı normal işinize ne kadar engel oldu? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

- A) Hiç
- B) Çok az
- C) Orta
- D) Çok
- E) İleri derecede

9. Aşağıdaki sorular sizin son 4 hafta içerisinde kendinizi nasıl hissettiğiniz ve işlerin nasıl gittiği ile ilgilidir. Lütfen her soru için hissettiğinize en yakın olan sadece 1 cevap verin. Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

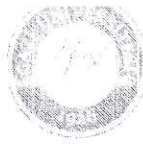
	Her zaman	Çoğu zaman	Bir kısım	Bazen	Çok nadir	Hiçbir zaman
a. Kendinizi capcanlı hissediyor musunuz?						
b. Çok sinirli bir kişi misiniz?						
c. Kendinizi hiçbir şey güldürmeyecek kadar batmış hissediyor musunuz?						
d. Kendinizi sakin ve huzurlu hissettiniz mi?						
e. Çok enerjiniz var mı?						
f. Kendinizi çökmüş ve karamsar hissettiniz mi?						
g. Yıpranmış hissettiniz mi?						
h. Mutlu bir insan mıydınız?						
i. Yorulmuş hissettiniz mi?						

10. Geçen 4 hafta içinde, fiziksel sağlık veya duygusal problemler, sosyal aktivitelerinize (arkadaşları, akrabaları ziyaret etmek gibi) ne kadar engel oldu? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

- A) Her zaman
- B) Çoğu zaman
- C) Bazı zamanlarda
- D) Çok az zaman
- E) Hiçbir zaman

11. Aşağıdaki cümleler sizin için ne kadar doğru ya da yanlış? Bir tanesini yuvarlak içine alınız.

	Tamamen Doğru	Çoğunlukla Doğru	Bilmiyorum	Çoğunlukla Yanlış	Tamamen Yanlış
a. Diğer insanlardan biraz daha kolay hasta oluyorum					
b. Tanıdığım herkes kadar sağlıklıyım					
c. Sağlığımın kötüleşmesini bekliyorum					
d. Sağlığım mükemmel					



**Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Tez Sınav Tutanağı**

Adı ve Soyadı	Şeyda Öte Karaca
Baba Adı	Ömer
Doğum Yeri/Tarihi	Hatay / 1986
Diploma Tarihi / Diploma No	05.08.2010/152987
Mezun Olduğu Fakülte	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
İhtisas Yaptığı Anabilim Dalı/Bilim Dalı	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı
İhtisas Süresi	Yıl: 4 Ay:3
Sınav Yapılmasını İsteyen Makam	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı

UZMANLIK TEZİNİN ADI: " Kronik Kas-İskelet Sistemi Ağrısı Olan Hastalarda Aerobik Egzersizin Kalp Toparlanma Hızı, Basınç-Ağrı Eşiği ve Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesi Üzerine Etkileri ".

JÜRİ KARARI:

Dr. Şeyda Öte Karaca 07 Mayıs 2015 tarihinde tezini başarı ile sunmuştur. Dr.Şeyda Öte Karaca'nın ihtisas sınavına girmesi uygun görülmüştür.07/05/2015

JÜRİ ÜYELERİ

BAŞKAN

Prof. Dr. Nesrin DEMİR SOY
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı Başkanı

ÜYE

Prof. Dr. Belgin KARAOĞLAN
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

ÜYE

Prof. Dr. Yeşim AYTÜR
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi