



**TİP 2 DİYABET HASTALARINDA ÜST EKSTREMİTE AEROBİK
EGZERSİZ EĞİTİMİNİN EGZERSİZ KAPASİTESİ, KAS OKSİJENİ VE
FİZİKSEL AKTİVİTE SEVİYESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Fidan YILMAZ

**DOKTORA TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL 2025

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Fidan YILMAZ

23/09/2025

TİP 2 DİYABET HASTALARINDA ÜST EKSTREMİTE AEROBİK EGZERSİZ
EĞİTİMİNİN EGZERSİZ KAPASİTESİ, KAS OKSİJENİ VE FİZİKSEL AKTİVİTE
SEVİYESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

(Doktora Tezi)

Fidan YILMAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2025

ÖZET

Tip 2 diyabetes mellitus (T2DM) hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi (ÜEAEE) kardiyorespiratuar fonksiyonları geliştirerek egzersiz kapasitesini artırabilir. Çalışmamızın birincil amacı ÜEAEE'nin T2DM hastalarında maksimal egzersiz kapasitesi, kas oksijenizasyonu ve fiziksel aktivite seviyesi üzerine, ikincil amacı ise solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uyku bozukluğu ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırmaktır. Rastgellenmiş, kontrollü, üç kör çalışmadır. Kırk hasta eğitim ve kontrol gruplarına ayrıldı. Eğitim grubuna 6 hafta orta şiddetli devamlı ÜEAEE verildi. Solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi (KPET), fonksiyonel egzersiz kapasitesi [6-dakika *Pegboard & Ring* testi (6-PBRT)], periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, dispne (mMRC), yorgunluk [Yorgunluk Şiddet Ölçeği (YŞÖ)], anksiyete depresyon [Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADS)], gündüz uyku bozukluğu [Epworth Uyku bozukluğu Ölçeği (EUÖ)], yaşam kalitesi [Diyabet Yaşam Kalitesi Ölçeği (DQOL)] değerlendirildi. Eğitim grubunda FEV₁, FVC, FEF₂₅₋₇₅, solunum kas kuvveti ve enduransı, VO₂ zirve, 6-PBRT halka sayısı, alt ve üst ekstremitte kas kuvveti, quadriceps femoris istirahat kas oksijenasyonu ve adım sayısı kontrol grubuna kıyasla istatistiksel anlamlı arttı, mMRC, YŞÖ, HADS, EUÖ puanları azaldı ve DQOL puanı arttı, açlık glukozu, HbA_{1c}, trigliserid ve LDL azaldı (p<0,05). Deltoid kas oksijenasyonunda istatistiksel fark yoktu (p>0,05). ÜEAEE, T2DM hastalarında solunum fonksiyonları, egzersiz kapasitesi, kas kuvveti, fiziksel aktivite seviyesi, semptomların iyileştirilmesi, glisemik kontrol, anksiyete, depresyon ve yaşam kalitesinin artırılmasında güvenilir, etkili ve klinikte uygulanabilir bir egzersiz tedavisidir. ÜEAEE T2DM hastalarında medikal tedaviyi tamamlayıcı tedavi ve alt ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi kısıtlılığı olan hastalarda alternatif tedavi olabilir.

Bilim Kodu : 10105.04

Anahtar Kelimeler : Tip 2 Diyabetes Mellitus, Kas Oksijeni, Oksijen Tüketimi, Fiziksel Aktivite

Sayfa Adedi : 148

Danışman : Prof. Dr. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ

THE EFFECTS OF UPPER EXTREMITY AEROBIC EXERCISE TRAINING ON
EXERCISE CAPACITY, MUSCLE OXYGEN, AND PHYSICAL ACTIVITY LEVEL IN
PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES

(Ph. D. Thesis)

Fidan YILMAZ

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

September 2025

ABSTRACT

Upper extremity aerobic exercise training (UEAET) may improve cardiorespiratory function and exercise capacity in type 2 diabetes mellitus (T2DM). The primary aim of our study was to investigate the effects of UEAET on maximal exercise capacity, muscle oxygenation, and physical activity level (PAL) in T2DM, and the secondary aim was to investigate the effects on respiratory functions, respiratory muscle strength and endurance, functional exercise capacity, peripheral muscle strength, dyspnea, fatigue, anxiety, depression, sleepiness and quality of life (QoL). A randomized, controlled, triple-blind study. Forty patients were divided into training and control groups. The training group received 6 weeks of moderate-intensity continuous UEAET. Respiratory functions, respiratory muscle strength and endurance, maximal and functional exercise capacity [CPET, 6-minute Pegboard & Ring test (6-PBRT)], muscle strength, muscle oxygenation, PAL, dyspnea (mMRC), fatigue (FSS), anxiety, depression (HADS), sleepiness (ESS), and QoL (DQOL) were evaluated. After training, FEV₁, FVC, FEF_{25-75%}, respiratory muscle strength and endurance, VO_{2peak}, 6-PBRT ring count, peripheral muscle strength, quadriceps femoris resting muscle oxygenation, DQOL score and step count increased; FSS, mMRC, HADS, and ESS scores decreased; fasting glucose, HbA1c, triglyceride, and LDL decreased statistically significantly in the training group compared to the control ($p < 0.05$). UEAET is a safe, effective, and clinically applicable exercise therapy for improving respiratory function, exercise capacity, muscle strength, PAL, symptoms, glycemic control, anxiety, depression, and quality of life in T2DM. UEAET may complement medical therapy in patients with T2DM and may be an alternative treatment for patients with lower extremity aerobic exercise training limitations.

Science Code : 10105.04
Keywords : Type 2 Diabetes Mellitus, Muscle oxygen, Oxygen consumption,
Physical activity
Page Number : 148
Supervisor : Prof. Dr. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ

TEŞEKKÜR

Lisans hayatımın başından beri kendisini örnek aldığım, Kardiyopulmoner Rehabilitasyonu sevdiren ve bu alana merak duymamı sağlayan, lisansüstü hayatımda akademik olarak sabır ve anlayışla her zaman yanımda olan, beni destekleyen çok değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ'ye,

Tezimin veri toplama aşamasında hastaların yönlendirilmesi ve takiplerinde desteklerini sunan sayın Uzm. Dr. Serpil GÜLKAN'a,

Lisansüstü hayatımda bana yoldaş olan, tez çalışmamızı beraber yürüttüğümüz ve bu süreci kolaylaştıran güzel enerjili canım arkadaşım Uzm. Fzt. Ayşenur SARISAKALOĞLU'na,

Tez sürecinde desteklerini esirgemeyen Dr. Fzt. Musa GÜNEŞ'e, Uzm. Fzt. Ece BAYTOK'a, Uzm. Fzt. Betül YOLERİ'ye, Uzm. Fzt. Aslınur ÇAKIR'a, Arş. Gör. Naciye SEVİM'e,

Doktora eğitimim boyunca TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programının bursiyeri olmaktan onur duyduğum TÜBİTAK'a,

Tezime katkılarından dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Kodu: TDK-2023-9036)

Tez sürecinde varlığını ve desteğini hissettiğim dostum Fzt. Tek. İlknur ÜNLÜ, Fzt. Tek. Ece VARLIK'a, Fzt. Emime EMİRMAHMUTOĞLU ve tüm Hasköy Fizik Tedavisi ailesine,

Sadece tez sürecinde değil hayatımda maddi ve manevi her türlü desteği esirmeyen canım dostum Uzm. Fzt. Özge ÇELİK'e, lise hayatımdan beri iyi günde kötü günde varlıklarını hissettiğim Azize ALKIŞLA, Betül ÇALIŞKAN, Şeyma ÖNGEÇER, Beyza YEMENİCİ'ye,

Bu süreçte maddi ve manevi en büyük destekçim canım yol arkadaşım Abdulkadir SOYSAL'a,

Doğduğumdan beri ne zaman ihtiyacım olsa yanımda olan ağabeyim Hasan YILMAZ'a, eşi Zeynep YILMAZ'a ve hayatımıza enerji ve mutluluk getiren küçük yeğenim Ravza Nur YILMAZ'a, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, sevgilerini ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, kızları olmaktan onur duyduğum ve bir nebze olsun gururlandırmayı umduğum canım annem Hatice YILMAZ ve canım babam Sadettin YILMAZ'a en içten duygularla teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Tanım	5
2.2. Epidemiyoloji	5
2.3. Etiyoloji ve Risk Faktörleri	5
2.4. Patofizyoloji	6
2.4.1. Beslenme faktörleri	7
2.4.2. Fiziksel aktivite	8
2.4.3. Bağırsak disbiyozu	8
2.4.4. Metabolik hafıza.....	8
2.4.5. Mitokondriyal fonksiyon bozukluğu	9
2.4.6. İnsülin direnci.....	9
2.5. Komplikasyonlar	10
2.6. Tanı ve Sınıflandırma.....	10
2.7. Tedavi.....	12
2.7.1. Farmakolojik tedavi	12
2.7.2. Beslenme tedavisi.....	13

	Sayfa
2.8. T2DM ve Egzersiz	13
2.8.1. Egzersiz ve glukoz metabolizması	15
2.8.2. Egzersiz ve insülin sekresyonu	15
2.8.3. Egzersiz ve mitokondri	16
2.8.4. Egzersiz ve iskelet kasları	16
2.9. T2DM ve Solunum Fonksiyonları.....	17
2.10. T2DM ve Solunum Kas Kuvveti ve Enduransı.....	18
2.11. T2DM ve Egzersiz Kapasitesi	19
2.12. T2DM ve Periferik Kas Kuvveti	22
2.13. T2DM ve Periferik Kas Oksijen Seviyesi	23
2.14. T2DM ve Fiziksel Aktivite Seviyesi	24
2.15. T2DM ve Günlük Yaşam Aktiviteleri Sırasındaki Nefes Darlığı.....	25
2.16. T2DM ve Yorgunluk.....	26
2.17. T2DM ve Anksiyete ve Depresyon	27
2.18. T2DM ve Gündüz Uykululuk Düzeyi	27
2.19. T2DM ve Yaşam Kalitesi.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
3.1. Bireyler.....	33
3.1.1. İşleme ölçütleri.....	33
3.1.2. Dışlama ölçütleri	33
3.2. Çalışma Planı.....	34
3.2.1. Rastgellemenin gizlenmesi ve rastgelleme	35
3.2.2. Körlük	35
3.2.3. Üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi	35
3.3. Değerlendirme	36
3.3.1. Bireylerin değerlendirmesi	36

	Sayfa
3.3.2. Vücut kompozisyon analizi	37
3.3.3. Kardiyovasküler hastalık risk değerlendirmesi	37
3.3.4. Solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesi	37
3.3.5. Solunum kas kuvvetinin değerlendirilmesi	38
3.3.6. Solunum kas enduransının değerlendirilmesi.....	38
3.3.7. Maksimal egzersiz kapasitesinin değerlendirilmesi	39
3.3.8. Üst ekstremité fonksiyonel egzersiz kapasitesinin değerlendirilmesi	40
3.3.9. Periferik kas kuvvetinin değerlendirilmesi.....	41
3.3.10. Kas oksijenizasyonunun değerlendirilmesi	42
3.3.11. Fiziksel aktivite seviyesinin değerlendirilmesi	43
3.3.12. Nefes darlığı ve yorgunluk algısının değerlendirilmesi	43
3.3.13. Diyabet semptomlarının değerlendirilmesi	44
3.3.14. Yorgunluk şiddetinin değerlendirilmesi	44
3.3.15. Anksiyete ve depresyon düzeyinin değerlendirilmesi	44
3.3.16. Gündüz uyku hali düzeyinin değerlendirilmesi	44
3.3.17. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi	45
3.4. İstatistiksel Analiz	45
4. BULGULAR	47
5. TARTIŞMA	79
5.1. Solunum Fonksiyonları	79
5.2. Solunum Kas Kuvveti	81
5.3. Solunum Kas Enduransı	83
5.4. Maksimal Egzersiz Kapasitesi	84
5.5. Üst Ekstremité Fonksiyonel Egzersiz Kapasitesi.....	89
5.6. Periferik Kas Kuvveti.....	91
5.7. Kas Oksijenizasyonu	93

	Sayfa
5.8. Fiziksel Aktivite Seviyesi.....	94
5.9. Diyabet Semptomları.....	96
5.10. Günlük Yaşam Aktiviteleri Sırasındaki Nefes Darlığı.....	96
5.11. Yorgunluk Şiddeti	98
5.12. Anksiyete ve Depresyon.....	99
5.13. Gündüz Uykululuk Düzeyi.....	100
5.14. Yaşam Kalitesi	102
5.15. Glisemik Parametreler	103
5.16. Lipid Profili	103
5.17. Vücut Kompozisyon Analizi	104
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	115
EKLER.....	139
EK-1. Etik Komisyon İzni	140
EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	142
EK-3. Ölçek İzinleri.....	144
ÖZGEÇMİŞ	147

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. T2DM tanı algoritması	11
Çizelge 2.2. Yeni tanı tip 2 diyabetli hastalarda tedavi algoritması	12
Çizelge 2.3. Takip altındaki tip 2 diyabetli hastalarda tedavi algoritması.....	13
Çizelge 2.4. T2DM’de KPET sırasında karşılaşılan değişikliklerin fizyolojik anlamı ve klinik değeri	21
Çizelge 4.1. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının demografik özelliklerinin karşılaştırılması.....	48
Çizelge 4.2. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarındaki hastaların cinsiyet dağılımlarının karşılaştırılması.....	48
Çizelge 4.3. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının sigara öykülerinin karşılaştırılması..	49
Çizelge 4.4. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının sigara kullanım miktarlarının karşılaştırılması.....	49
Çizelge 4.5. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının egzersiz alışkanlıklarının karşılaştırılması.....	49
Çizelge 4.6. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının hastalık süresinin karşılaştırılması...	49
Çizelge 4.7. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının T2DM tedavisi için ilaç kullanım oranlarının karşılaştırılması.....	50
Çizelge 4.8. Eğitim öncesi ÜEAE ve kontrol gruplarındaki hastalarda görülen belirti ve bulgu oranlarının karşılaştırılması.....	50
Çizelge 4.9. Eğitim öncesi ÜEAE ve kontrol gruplarındaki hastalarda SCORE sınıflandırması karşılaştırılması	50
Çizelge 4.10. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının kan biyokimya sonuçlarının karşılaştırılması	51
Çizelge 4.11. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi sonuçları ve solunum fonksiyon bozukluğu tiplerinin karşılaştırılması.....	51
Çizelge 4.12. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının MIP ve MEP değerlerinin karşılaştırılması	52
Çizelge 4.13. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol grupların solunum kas zayıflığı oranlarının karşılaştırılması	52

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.14. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum kas endüransı değerlerinin karşılaştırılması.....	53
Çizelge 4.15. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahatteki kardiyopulmoner egzersiz testi sonuçlarının karşılaştırılması.....	54
Çizelge 4.16. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının anaerobik eşikteki kardiyopulmoner egzersiz testi sonuçlarının karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.17. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının zirve iş yükündeki kardiyopulmoner egzersiz testi sonuçlarının karşılaştırılması.....	56
Çizelge 4.18. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT parametrelerinin karşılaştırılması	57
Çizelge 4.19. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının periferik kas kuvvetinin karşılaştırılması.....	58
Çizelge 4.20. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT sırasındaki deltoid kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması.....	58
Çizelge 4.21. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının KPET sırasındaki quadriceps femoris kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması	59
Çizelge 4.22. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının fiziksel aktivite parametrelerinin karşılaştırılması	60
Çizelge 4.23. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının ortalama MET ve günlük adım sayısına göre fiziksel aktivite seviyesi sınıflarının karşılaştırılması.....	61
Çizelge 4.24. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının diyabet semptom belirtileri değerlerinin karşılaştırılması.....	61
Çizelge 4.25. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının mMRC puanlarının karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.26. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Yorgunluk Şiddet Ölçeği puanlarının karşılaştırılması	62
Çizelge 4.27. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği puanlarının karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.28. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Epworth Uykululuk ölçeği puanlarının karşılaştırılması.....	63
Çizelge 4.29. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği puanlarının karşılaştırılması	63

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.30. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının vücut kompozisyon analizlerinin karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.31. Eğitim sonrası ÜEAE ve kontrol gruplarındaki hastalarda SCORE sınıflandırması karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.32. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının kan biyokimya sonuçlarının karşılaştırılması	65
Çizelge 4.33. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi sonuçlarının karşılaştırılması	65
Çizelge 4.34. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının MIP ve MEP değerlerinin karşılaştırılması	66
Çizelge 4.35. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum kas enduransı değerlerinin karşılaştırılması.....	66
Çizelge 4.36. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT değerlerinin karşılaştırılması	67
Çizelge 4.37. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahatte KPET sonuçlarının karşılaştırılması	68
Çizelge 4.38. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının anaerobik eşikte KPET sonuçlarının karşılaştırılması	70
Çizelge 4.39. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının zirve iş yükünde KPET parametrelerinin karşılaştırılması	71
Çizelge 4.40. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının periferik kas kuvvetinin karşılaştırılması.....	72
Çizelge 4.41. Eğitim sonrası ÜEAE ve kontrol gruplarının 6-PBRT sırasındaki deltoid kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması.....	73
Çizelge 4.42. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının KPET sırasındaki quadriceps femoris kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması	74
Çizelge 4.43. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının fiziksel aktivite parametrelerinin karşılaştırılması	75
Çizelge 4.44. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının ortalama MET ve günlük adım sayısına göre fiziksel aktivite sınıflarının karşılaştırılması .	75
Çizelge 4.45. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi puanlarının karşılaştırılması	76
Çizelge 4.46. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının mMRC puanlarının karşılaştırılması.....	77

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.47. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Yorgunluk Şiddet ölçeği puanlarının karşılaştırılması.....	77
Çizelge 4.48. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Hastane Anksiyete ve Depresyon ölçeği puanlarının karşılaştırılması.....	77
Çizelge 4.49. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Epworth Uykululuk ölçeği puanlarının karşılaştırılması.....	78
Çizelge 4.50. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği puanlarının karşılaştırılması	78



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Çalışma “CONSORT” akış şeması.....	47



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
%95CI	%95 Güven aralığı
<	Küçük
>	Büyük
≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit
Cm	Santimetre
cmH ₂ O	Santimetre su
dk	Dakika
dl	Desilitre
g	Gram
IQR	Çeyrekler arası açıklık
Kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
kg/m ²	Kilogram/metrekare
L	Litre
m	Metre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mmHg	Milimetre cıva
n	Birey sayısı
N	Newton
p	İstatistiksel yanılma olasılığı
sn	Saniye
x	Aritmetik Ortalama
X±SS	Ortalama±standart sapma
Δ	Test bitiş ve başlangıç fark değerleri

Kısaltmalar	Açıklamalar
6-PBRT	Altı dakika “Pegboard ve Ring” testi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ALT	Alanin aminotransferaz
AST	Aspartat amino transferaz
ATP	Adenozin trifosfat
ATS	American Thoracic Society (Amerikan Toraks Derneği)
BKİ	Beden kütle indeksi
CRP	C reaktif protein
DKB	Diyastolik kan basıncı
DQOL	Diyabet Yaşam Kalitesi Ölçeği
DSC-R	Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi
eGFR	Glomerüler filtrasyon hızı
ERS	European Respiratory Society (Avrupa Solunum Derneği)
EUÖ	Epworth Uykululuk Ölçeği
FEF%25-75	Force expiratory flow of 25-75% (Zorlu ekspirasyon ortası akım hızı %25-75)
FEV₁	Force expiratory volume in the first second (Zorlu ekspirasyonun birinci saniyesinde çıkarılan hava hacmi)
FEV₁/FVC	Force expiratory volume in the first second/force vital capacity (Zorlu ekspirasyonun birinci saniyesinde çıkarılan hava hacminin zorlu vital kapasiteye oranı)
FRC	Functional residual capacity (Fonksiyonel rezidüel kapasite)
FVC	Forced vital capacity (Zorlu vital kapasite)
GLUT-4	Glukoz taşıyıcı protein tip 4
HADS	Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği
HbA1c	Glikohemoglobin
HDL	Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HR	Heart rate (Kalp hızı)
HRR	Heart rate reserve (Kalp hızı rezervi)
KPET	Kardiyopulmoner egzersiz testi
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein

Kısaltmalar	Açıklamalar
M. Borg	Modifiye Borg
MEP	Maximal expiratory pressure (Maksimal ekspiratuar basınç)
MET	Metabolic equivalent (Metabolik eş değeri)
MIP	Maximal inspiratory pressure (Maksimal inspiratuar basınç)
mMRC	Modified Medical Research Council dispne ölçeği
PEF	Peak expiratory flow (Tepe ekspiratuar akım hızı)
PETCO₂	Soluk sonu karbondioksit
PETO₂	Soluk sonu oksijen
RER	Respiratory exchange ratio (Solunum değişim oranı)
ROS	Reaktif oksijen türleri
SF	Solunum frekansı
SKB	Sistolik kan basıncı
SmO₂	Kas oksijen satürasyonu
SmO₂istirahat	İstirahat kas oksijen satürasyonu
SmO₂maks	Maksimum kas oksijen satürasyonu
SmO₂min	Minimum kas oksijen satürasyonu
SmO₂ort	Ortalama kas oksijen satürasyonu
SmO₂ort-mak	Maksimum ortalama kas oksijen satürasyonu
SmO₂ort-min	Minimum ortalama kas oksijen satürasyonu
SmO₂top	Toparlanma kas oksijen satürasyonu
SmO₂top-ort	Toparlanma ortalama kas oksijen satürasyonu
SpO₂	Oksijen satürasyonu
SPSS	Statistical Package for The Social Sciences (İstatistiksel Analiz Programı)
T2DM	Tip 2 Diyabetes Mellitus
THb	Toplam hemoglobin seviyesi
THbistirahat	İstirahat toplam hemoglobin seviyesi
THbmaks	Test sırasındaki maksimum toplam hemoglobin seviyesi
THbmin	Test sırasındaki minimum toplam hemoglobin seviyesi
THbtop	Toparlanma toplam hemoglobin seviyesi
TLC	Toplam akciğer hacmi
TSH	Tiroid stimulan hormon

Kısaltmalar	Açıklamalar
U	Mann Whitney U testi
VCO_2	Karbondioksit tüketimi
VE	Dakika ventilasyon volümü
VE/VCO_2	Ventilasyonun karbondioksite oranı
VE/VO_2	Ventilasyonun oksijene oranı
VLDL	Çok düşük yoğunluklu lipoprotein
VO_2	Oksijen tüketimi
VO_2/HR	Oksijen nabızı
$\text{VO}_{2\text{kg}}$	Kilogram başına oksijen tüketimi
$\text{VO}_{2\text{maks}}$	Maksimum oksijen tüketimi
$\text{VO}_{2\text{zirve}}$	Zirve oksijen tüketimi
YŞÖ	Yorgunluk Şiddet Ölçeği

1. GİRİŞ

Diyabetes mellitus (DM) insülin salgılanması veya insülin etkisinin bozulması (insülin direnci) nedeniyle ortaya çıkan kronik hiperglisemi, bozulmuş karbonhidrat, lipid ve protein metabolizması ile karakterize metabolik bir hastalıktır [1]. Ülkemizde T2DM prevalansı %13,7 ve hastalığın artış hızı öngörülenden daha hızlı olarak bildirilmiştir [2]. Tip 2 diyabetes mellitus (T2DM) hastalığı mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlara sebep olmaktadır [3].

T2DM hastalarında alveoler kılcal damarlar ve pulmoner arteriollerde mikroanjiyopati, kronik inflamasyon, solunum kaslarını tutan otonomik nöropati, akciğer parankiminin elastik geri çekim kaybı, hipoksi kaynaklı insülin direnci ve düşük doğum ağırlığı solunum fonksiyonlarında kötüleşmeye neden olabilmektedir [4]. T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitimi solunum fonksiyonlarını iyileştirebilmektedir [5]. Kronik hiperglisemi hızlı kasılan kas liflerinin enerji metabolizmasını dolayısıyla solunum kas kuvvetini etkilemektedir [6]. T2DM hastalarında mikrovasküler komplikasyonlar da yavaş kasılan kas liflerini etkileyerek solunum kas enduransının azalmasına neden olmaktadır [6]. Aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrol ve solunum kas kuvveti artmaktadır [7]. T2DM hastalarında görülen solunum fonksiyonlarında bozukluk [8], solunum kas zayıflığı [7] ve zayıf glisemik kontrol [9] egzersiz intoleransına neden olmaktadır. Diyabet hastalarında hem maksimal hem de fonksiyonel egzersiz kapasitesi azalmaktadır [10, 11]. Literatürde T2DM hastalarında inspiratuar kas eğitimi ile solunum kas kuvveti, solunum kas enduransı [12] ve egzersiz kapasitesi artmıştır [13]. Üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve egzersiz kapasitesi üzerine etkisi başka hastalık gruplarında artmıştır [14-16] fakat T2DM hastalarında etkisi bilinmemektedir. Üst ekstremité aerobik egzersizin bu parametreler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ile T2DM hastaları için alternatif tedavi seçeneği olabilir.

T2DM hastalarında periferik kas kuvvetindeki azalma hastalığın hem nedeni hem de sonucudur [17, 18]. Literatürde T2DM hastalarında zayıf periferik kas kuvveti ve azalmış fiziksel aktivite seviyesi bildirilmiştir [19]. Aerobik egzersiz eğitimi ile fiziksel aktivite seviyesi artar, kas atrofisi azalır ve periferik kas kuvveti artabilir [19]. Başka hastalık gruplarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile periferik kas kuvveti [20] ve fiziksel aktivite seviyesi artmıştır [21]. T2DM hastalarında makro ve mikro vasküler disfonksiyona

bağlı gelişen bozulmuş vazodilatasyon kas oksijen iletiminde yavaşlamaya ve kas oksijenazyonunda azalmaya neden olmaktadır [22]. Aerobik egzersiz eğitimi ile endotel fonksiyonları iyileşmekte [23] ve kasların oksijen kullanma kapasitesi artmaktadır [24]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas kuvveti, fiziksel aktivite seviyesi ve periferik kas oksijenasyonu üzerindeki etkisinin belirlenmesi ile literatürdeki bilgi eksikliği giderilecektir.

Üst ekstremitte aerobik egzersizleri günlük yaşamdaki dispne algısını azaltır [25]. Başka hastalıklarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile oksijen tüketimi artmış ve günlük yaşamdaki dispne algısı azalmıştır [26]. Yorgunluk T2DM hastalarında günlük yaşamlarını etkileyen bir diğer semptomdur [27]. Aerobik egzersiz eğitimi ile yorgunluk azalır [28]. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi hastalarda alt ekstremitte aerobik egzersizlere göre daha az yorgunluk oluşturarak hastaların egzersizi sürdürme yeteneğini artırabilir. Multiple skleroz hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile yorgunluk algısı azalmıştır [29]. T2DM hastalarında depresyon ve anksiyete yaygın psikiyatrik komplikasyonlardır [30]. Literatürde T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin depresyon ve anksiyete üzerindeki etkisi yeterince araştırılmamıştır ve sonuçlar çelişkilidir [31, 32]. Literatürde sağlıklılarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile anksiyete ve depresyon semptomları azalmıştır [33]. T2DM hastaların yaklaşık %24'ünde gündüz uykululukta artış bildirilmiştir [34]. Aerobik egzersiz ile uyku süresi artar, uykuya dalma kısalır bu sayede gündüz uykululuk düzeyi de azalır [35]. T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitimi uykusuzluk semptomlarını azaltır [36]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin dispne, yorgunluk, psikolojik semptomlar ve gündüz uykululuk üzerindeki etkisinin belirlenmesi T2DM hastalarında semptom yönetiminde yol gösterici olacaktır.

Diyabet hastalığının erken teşhis ve tedavisinin birincil hedefi yaşam kalitesidir [37]. T2DM hastalarındaki subklinik inflamasyon [38], yorgunluk [39], uyku bozuklukları [40] ve psikolojik semptomların varlığı [41] yaşam kalitesinde azalmanın nedenlerindendir. Bu hastalarda egzersiz eğitimi ile yaşam kalitesi artar [12]. Başka hastalıklarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesini artırdığı gösterilmiştir [26]. T2DM hastalarında üst ekstremitenin yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi ile yaşam kalitesinin artırılmasında alternatif tedavi seçeneği olabilir.

Literatürde T2DM’de genellikle alt ekstremiteye yönelik planlanan aerobik egzersiz eğitim sonuçlarında genel sağlık iyileşmiş ve glisemik kontrol artmıştır [42]. T2DM hastalarında üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi ile de glisemik kontrol artar ve sistemik inflamasyon azalır bu sayede solunum fonksiyonları iyileşebilir [4, 43-45]. Üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi ile diyafragma yorgunluğu oluşmayarak dispne algısı azalabilir [46]. Ayrıca üst ekstremita kaslarının hareketi diyafragma kasının aktivasyonunu sağlayarak solunum kas kuvveti [47] ve enduransını artırabilir [48] Aerobik egzersiz eğitimi ile mitokondrinin içeriği ve işlevi artarak egzersiz kapasitesi artabilir [49, 50]. Egzersiz kapasitesindeki artış ile periferik kas kuvveti artabilir. Mitokondriyal hacim ve enzim içeriğindeki artış oksidatif kapasiteyi artırarak istirahatte bile oksijen tüketimini artırabilir [51] böylece periferik kas oksijenazyonunu artırabilir. Enerji metabolizmasındaki iyileşme bireylerin fiziksel aktiviteden kaçınmasını önleyebilir. İyilik halinin artması sonucunda psikolojik semptomlarda azalma, uyku ve yaşam kalitesinde artış meydana gelebilir. T2DM hastalarında üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonu, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması bu hasta grubundaki tedavi stratejilerine yön verecektir ve klinik pratik için kıymetli olacaktır.

Çalışmamızın birincil amacı T2DM hastalarına uygulanan üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz kapasitesi, kas oksijenazyonu ve fiziksel aktivite seviyesi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmamızın ikincil amacı ise üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, periferik kas kuvveti, dispne, yorgunluk, depresyon, anksiyete, diyabet belirtileri, gündüz uykululuğu ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Çalışmamızın hipotezleri

H₀: T2DM hastalarında üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkisi yoktur.

H₁: T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkisi vardır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tanım

Diyabetes mellitus (DM) insülin salgılanması veya insülin etkisinin bozulması (insülin direnci) nedeniyle ortaya çıkan kronik hiperglisemi ve bozulmuş karbonhidrat, lipid ve protein metabolizması ile karakterize kronik metabolik bir hastalıktır [1].

2.2. Epidemiyoloji

T2DM 20-79 yaş aralığındaki her 10 kişiden birini etkilemektedir ve erken mortalite nedenleri arasında başta gelmektedir [52]. Uluslararası Diyabet Federasyonun 2021 raporuna göre dünyada 537 milyon DM kişi yaşamaktadır. 541 milyon yetişkinde ise glukoz metabolizması bozulmuş ve tip 2 diyabet riski artmıştır. Aynı raporlara göre hastalığın küresel insidansı ve yaygınlığı sürekli artmaktadır. 2045 yılında DM hasta sayısının 783 milyona ulaşacağı öngörülmektedir. Diyabetli yetişkinlerin 4'te 3'ünden fazlası düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır [52].

Ülkemizdeki duruma bakıldığında ise Türkiye Diyabet, Obezite, Hipertansiyon ve Endokrinolojik Hastalıklar Prevalans Çalışması II sonuçlarına göre 6,5 milyon kişi DM hastasıdır. Diyabet prevalansı ise %13,7 olarak hesaplanmıştır. Bu rapora göre diyabet ve prediyabet kadınlarda daha sık karşılaşılmaktadır. Raporda diyabetin öngörülenden daha hızlı arttığı vurgulanmıştır [2].

Uluslararası Diyabet Federasyonunun raporlamasında henüz tanı almamış ve diyabet riski taşıyan bireylerin hızla artan sayısı dikkat çekicidir [52]. Bu durum diyabet taramalarının önemini göstermektedir. Amerikan Diyabet Derneği semptomu olmayan yetişkinlerde risk faktörlerinin değerlendirilmesi veya doğrulanmış risk hesaplayıcısı ile prediyabet ve T2DM taramasının yapılması gerektiğini bildirmiştir [53].

2.3. Etiyoloji ve Risk Faktörleri

T2DM hastalığı çok sayıda risk faktöründen etkilenmektedir. Sağlıksız yaşam tarzının sonuçlarından olan obezite, T2DM'e neden olan ana etken olarak bildirilmektedir [54]. Bireylerin bel çevre ölçüm değerinin artması ve vücut kütle indeksinin (VKİ) yüksek olması

T2DM riskini artırmaktadır [55]. Kadın cinsiyet T2DM gelişiminde bir diğer risk faktörüdür [56]. Özellikle polikistik over sendromu olan kadınlarda hastalık gelişiminin daha erken olduğu bildirilmektedir [57]. Annede gebelik diyabeti ve obezite gibi intrauterin ortamı etkileyen erken yaşam belirleyicileri, yaşamın erken dönemlerinde T2DM gelişme riskinin artmasına sebep olur [58]. Genetik yatkınlık, T2DM aile öyküsü, hastalığın erken ortaya çıkmasında güçlü öngörücülerdir. Hastaların yaklaşık %60'ında T2DM'den etkilenen bir ebeveyni vardır [59]. Son yıllarda vitamin eksikliğinin de T2DM gelişiminde rol oynadığı düşünülmektedir [60]. Bir çalışmada D vitamini eksikliğinde glukoz intoleransı, insülin salgılanması ve T2DM üzerinde olumsuz etkileri olabileceği dikkat çekici bir bulgu olarak bildirilmiştir [61]. Ülkemizde D vitamini eksikliğinin yaygınlığı, risk faktörü olarak sayılan D vitamini eksikliğini önemli kılmaktadır [2].

T2DM risk faktörleri değiştirilebilir ve değiştirilemez risk faktörleri olarak sınıflandırılabilir. Değiştirilebilir risk faktörleri şunlardır; aşırı kilo ve obezite, yaşam tarzı alışkanlıkları, sosyoekonomik dezavantaj, alkolik olmayan yağlı karaciğer hastalığı, hipertansiyon, dislipidemi, albüminüridir [62]. Değiştirilemez risk faktörleri ise şunlardır; aile öyküsü, belirli etnik gruplar, kadın cinsiyet ve polikistik over sendromudur [62].

Yaşam tarzı alışkanlıkları T2DM gelişiminde önemli olan ama hastalar tarafından genellikle ihmal edilen risk faktörlerindendir. Beslenme düzenindeki değişiklikler kilo alımına neden olarak T2DM gelişimine yol açmaktadır. Yüksek glisemik indeksli besinlerin tüketimindeki artış T2DM riskini artırmaktadır [63]. Diğer yaşam tarzı alışkanlıkları olan sedanter yaşam [64], fiziksel inaktivite [65], sigara [66] ve alkol tüketimi [67] de T2DM gelişiminde önemli risk faktörleridir. Azalmış egzersiz kapasitesi de insülin direnci gelişimine neden olmaktadır [68]. T2DM hastalığının gelişiminin önlenmesinde yaşam tarzı müdahalesi önemli bir rol oynamaktadır. Haftada 2-3 saat veya haftada en az 40 dakika yürüyüş yapan bireylerde T2DM gelişme riskinin %34-56 oranında azaldığı gösterilmiştir [69, 70]. Bu hastalarda aerobik ve direnç egzersiz eğitimi ile glisemik kontrol gelişmekte ve mortalite azalmaktadır [71, 72].

2.4. Patofizyoloji

Normal kan glukozu insülin salgılanması ve etkisi arasındaki denge ile sağlanmaktadır. T2DM hastalığında ise insülin etkisi ve insülin salgılanması arasındaki geri bildirim

döngülerinin bozulması ile hiperglisemi meydana gelmektedir [73]. Pankreatik beta hücrelerinden salgılanan insülin hormonu vücutta glukoz metabolizmasında önemlidir ve disfonksiyonunda insülin salgılanması azalır [74]. Sonucunda vücudun fizyolojik glukoz seviyesini koruma kapasitesi bozulur. İnsülin direnci ise karaciğerde glukoz üretiminin artmasına ve kas, karaciğer ve yağ dokusunda glukoz azalmasına neden olur. Her iki durum da patogenezin erken aşamalarında gerçekleşir ve hastalığın gelişmesine neden olur. β -hücre disfonksiyonu genellikle insülin direncinden daha şiddetlidir. Eğer hem β -hücre disfonksiyonu hem de insülin direnci mevcut ise hiperglisemi artar ve T2DM ilerler [74, 75].

İnsülin salınımı glukoz konsantrasyonundaki yükselmeye yanıt olarak tetiklenmektedir. Bunun yanında amino asitler, yağ asitleri ve hormonlar da insülin salınımını indükleyebilmektedir [76]. β -hücre disfonksiyonu geleneksel olarak β -hücre ölümüyle açıklanmaktadır [77]. Obezitede olduğu gibi aşırı beslenme ile genellikle hiperglisemi ve hiperlipidemi görülür. Bu durum insülin direnci ve kronik inflamasyona sebep olur. Bu koşullar altında β -hücreleri genetik duyarlılıklarındaki farklılıklar nedeniyle inflamasyon, inflamatuvar stres, endoplazmik retikulum stresi, metabolik/oksidatif stres, amiloid stresi gibi toksik baskılara maruz kalır. Nihayetinde β -hücreleri adacık bütünlüğünde kayıp meydana gelmektedir [77].

Yukarıda bahsedildiği gibi insülin salgılanması metabolik talebi karşılamak için ince bir ayarla düzenlenmelidir. β hücrelerinin metabolik ihtiyaçları karşılayabilmesi için uygun adacık bütünlüğü korunmalıdır. Patojenik koşullar adacık bütünlüğünün ve organizasyonunun bozulmasına yol açabilir. İnsülin/glukagon salınımının düzenlenmesinde zayıflamaya neden olabilir ve hiperglisemi şiddetlenebilir [3].

Beslenme faktörleri, fiziksel aktivite, bağırsak disbiyozu, metabolik hafıza ve mitokondriyal disfonksiyon T2DM gelişimi devam ettiren patolojik durumlardır [3].

2.4.1. Beslenme faktörleri

Yüksek kalorili diyet kan glukozunu yükselten büyük miktarda yağ, karbonhidrat ve trigliserit açısından zengindir ve dolaşımdaki çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL), kilomikron ve bunların kalıntılarını içerir. Bu durum reaktif oksijen türleri (ROS) konsantrasyonunda artışa neden olur ve inflamatuvar moleküllerin oluşumuna yol açar.

İnflamasyon oksidatif stresin indükleyicisidir. ROS'taki sürekli ve belirgin artış T2DM ve insülin direnci patogenizinde önemli katkıda bulunur [78-80]. Hücre içi artan ROS iskemiye yanıt olarak kusurlu anjiogeneze neden olur, proinflamatuvar yolları aktive eder ve glisemi normale döndükten sonra bile proinflamatuvar genlerde kalıcı ekspresyona neden olan epigenetik değişikliklere neden olur [81]. Serbest yağ asitlerinin kan seviyelerinin artması da mitokondriyal işlev bozukluğuna neden olarak süreci tetikleyebilmektedir [82].

2.4.2. Fiziksel aktivite

Fiziksel aktivite seviyesindeki azalma obezite ve T2DM hastalığı gelişiminde rol oynamaktadır [83, 84]. Bilinçli kilo kaybı insülin duyarlılığını iyileştirmek ve obezite ve prediyabeti olan bireylerde T2DM insidansını önlemek için temel tedavi olarak sayılmaktadır [53]. Düzenli egzersiz ve fiziksel aktivite anti-inflamatuvar sitokinlerin üretimini artırır [85]. Ayrıca egzersiz ile serbest radikal seviyelerinde azalma sayesinde T2DM'e neden olan oksidatif stres iyileşebilir [86, 87].

Son olarak irisin egzersizle düzenlenen miyokindir. Egzersize yanıt olarak [88] iskelet kası [89] ve yağ tarafından [80] salgılanarak glukoz toleransını iyileştirmektedir [90]. T2DM hastalarında irisin seviyeleri azalmıştır. Serum irisin seviyesindeki azalma T2DM hastalarında kardiyovasküler hastalık insidansının 1,6 kat artmasıyla da ilişkilendirilmiştir [91].

2.4.3. Bağırsak disbiyozu

Bağırsak mikrobiyotasının daha iyi anlaşılması ile T2DM gelişiminde önemli rol oynadığı kanıtlanmıştır. Son çalışmalar bağırsak disbiyozdaki değişikliklerinin insülin direnci ve T2DM'ye neden olabileceğini göstermektedir [92].

2.4.4. Metabolik hafıza

Metabolik hafıza glisemik kontrolün sağlanmasından sonra bile diyabetik komplikasyonların devam etmesidir [93]. Hiperglisemi mitokondriden aşırı ROS üretimine neden olur. Bu da hiperglisemi kontrol altına alındığında bile devam edebilen T2DM komplikasyonlarına yol açar [94]. Hiperglisemi erken dönemde kontrol altına alınırsa hiperglisemi kaynaklı oksidatif stres hasarı önlenebilir ancak uzun süre zayıf kontrolde

kolayca geri dönüş sağlanamaz [95, 96]. T2DM’de metabolik dengesizliğin etkileri ekstraselüler matris yapısını bozan inflamatuvar süreçleri aktive eder. Bu yapısal değişiklikler endotel disfonksiyonuna ve ardından ateroskleroza neden olabilir. Bu değişimlerin kalıcılığı metabolik hafızanın mekanizmasında açıklanabilir [97].

2.4.5. Mitokondriyal fonksiyon bozukluğu

T2DM gelişimi ve komplikasyonlarının insülin duyarlılığı ile mitokondriyal fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkilerine dair kanıtlar artmaktadır [98]. Oksidatif stres mitokondriyal biyogenezi bozmakta, mitokondriyi etkileyen mutasyonlara neden olmakta ve yaşlanma ile mitokondriyal disfonksiyona neden olmaktadır [99, 100].

2.4.6. İnsülin direnci

İnsülin direnci insüline yanıt veren hücrelerin metabolik ve sistemik yanıtında azalmayı veya bozulmayı ifade eder [101]. İnsülin direnci ile iskelet kaslarında glukoz kullanımı ve karaciğerden endojen glukoz üretimi azalır. T2DM veya açlık glukoz konsantrasyonu bozulduğunda endojen glukoz üretimi hızlanır. Bu da hepatik insülin direnci ve hiperglisemide rol oynamaktadır [3].

İskelet kasları insülin direnci gelişiminde en önemli pankreas dışı faktördür. Fizyolojik koşullarda insülin plazmadan glukoz alımını artırır kas glikojen sentezini uyarır [102]. İnsülin reseptörü veya glukoz taşıyıcı protein (GLUT-4) ekspresyonunu azaltan mutasyonlar ve yukarı-aşağı sinyal yolundaki herhangi bir problem kas içine glukoz alımını azaltarak hiperglisemiye neden olur [101]. Fiziksel aktivite ile kan akışı artarak iskelet kaslarının dolaşımı artar. Böylece glukoz kullanımı artar [87].

Yağ dokusu insülin direncinde etkili olan bir diğer pankreas dışı faktördür [3]. Yağ dokusunun insülin uyarımına verdiği bozulmuş yanıt yağ dokusu insülin direnci olarak bilinir [103]. Yağ insülin direncinde GLUT-4’ün membrana taşınması bozulmuş ve hiperglisemiye ağırlaştıran lipolitik enzimler aktive olmaktadır [101].

Karaciğer de insülin direncinde önemli başka bir pankreas dışı faktördür. İnsülin direnci varlığında dolaşımdaki insülin, hepatik hücrelerde uygun insülin yanıtında yetersiz kalır [101].

2.5. Komplikasyonlar

T2DM mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlara sebep olmaktadır. Koroner arter hastalığı, periferik vasküler hastalık ve inme makrovasküler komplikasyonlar olarak; retinopati, nefropati ve nöropati mikrovasküler komplikasyonlardır. T2DM kaynaklı olan hiperglisemi, hiperinsülinemi ve insülin direnci endotel disfonksiyonuna, diyabetik dislipidemiye ve inflamasyona neden olarak kardiyovasküler hastalık riskini artırmaktadır [3].

T2DM’de insülin direnci sonucunda nitrik oksit azalır ve vazokonstriktör etki gösteren endotelin-1 salgısı artar. Dolaşımda CRP, tümör nekrozis alfa, interlekin-1, interlekin-6 gibi inflamatuvar maddeler artmakta fibrinojen gibi pıhtılaşmayı sağlayan faktörler ise endotelial disfonksiyonun gelişmesine neden olmaktadır. Endotelial ve düz kaslardaki proinflamatuvar ve protrombotik artış ateroskleroz plaklarına yol açmaktadır. Ayrıca platelet, endotelial hücre, monosit, eritrosit, lenfosit hücrelerinden vücut sıvılarına ekzosom ve apoptotik cisimcikler salınarak endotelial disfonksiyon, inflamasyon, koagülasyon, anjiyogenez ve trombozise neden olarak mikro ve makro komplikasyonlarla sonuçlanmaktadır [104]. Bahsedilen mikro ve makro komplikasyonlar T2DM’de kardiyovasküler hastalık nedeniyle mortalite oranını 2-4 kat artırmaktadır [105].

2.6. Tanı ve Sınıflandırma

DM tanısı açlık plazma glukozu, 75 gram oral glukoz tolerans testi sonrası 2. saatte değerlendirilen plazma glukozu, glikolize hemoglobin (HbA1c) ve klasik hiperglisemi semptomlarının (poliüri, polidipsi, açıklanamayan ağırlık kaybı ya da hiperglisemik kriz) eşlik ettiği durumlarda rastgele plazma glukozu ölçümleri ile konulabilmektedir [53]. Açlık plazma glukozu 75 gram oral glukoz tolerans testi sonrası 2. saatte değerlendirilen plazma glukozu ve A1C tanısal tarama için sık tercih edilmektedir [53]. HbA1c 8-12 haftalık ortalama plazma glukoz değerini yansıtmaktadır ve standardize laboratuvar yöntemleri kullanılarak ölçüldüğünde güvenilirdir [106]. 2024 Uluslararası Diyabet Federasyonu durum raporunda ara hiperglisemiden bahsedilmiştir. Bu rapora göre 75 g glukoz ile oral glukoz tolerans testinde 1. saat plazma glukozu ≥ 155 mg/dL ara hiperglisemi olarak tanımlanmaktadır. Bu değer ≥ 209 mg/dL ise ikinci bir test yapılır ve doğrulanması durumunda DM olarak tanımlanmıştır [107]. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma

Derneği'nin, DM ve glukoz metabolizmasında meydana gelen bozukluklar için tanı ölçütleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Bu tabloya göre DM'nin tanısı beş yöntemden herhangi birisi ile konulabilmektedir. T2DM tanısı için HbA1c ilk sıralarda tercih edilmektedir ve tanı için kesme noktası %6,5 (48 mmol/mol) olarak belirlenmiştir [108].

Çizelge 2.1. T2DM tanı algoritması

	DM	İzole Bozulmuş açlık glukozu	İzole Bozulmuş Glukoz Toleransı	Bozulmuş açlık glukozu + Bozulmuş glukoz toleransı	Yüksek risk grubu	Ara Hiperglisemi
Açlık plazma glukozu (≥ 8 saat açlık)	≥ 126 mg/dL	100-125 mg/dL	<100 mg/dL	100-125 mg/dL		
Oral glukoz tolerans testi 2. saat plazma glukozu (75 g glukoz)	≥ 200 mg/dL	<140 mg/dL	140-199 mg/dL	140-199 mg/dL		
Oral glukoz tolerans testi 1. saat plazma glukozu (75 g glukoz)	≥ 209 mg/dL					≥ 155 mg/dL
Rastgele plazma glukozu	≥ 200 mg/dL + diyabet semptomları					
HbA1c	$\geq 6,5$ (≥ 48 mmol/mol))				%5,7-6,4 (39-47 mmol/mol)	

Diyabetes mellitusun etiyolojik sınıflaması şu şekildedir:

1. Tip 1 diyabet: Çoğunlukla insülin yetersizliğine sebep olan β -hücre yıkımı mevcuttur.
2. Tip 2 diyabet: İnsülin direnciyle ilerleyici insülin salgılama kaybı mevcuttur.
3. Gestasyonel diyabet: Gebelik sırasında ortaya çıkmaktadır ve genellikle doğumdan sonra düzelmektedir.
4. Diğer spesifik diyabet tipleri:
 - i) β -hücre fonksiyonlarında genetik defekt
 - ii) İnsülinin etkisinde oluşan genetik defektler: Leprechaunism, Lipoatrofik diyabet, Rabson-Mendenhall Sendromu, tip A insülin direnci

- iii) Pankreasta ekzokrin doku hastalıkları: Fibrokalkülöz pankreatopati, Hemokromatoz, Kistik fibroz, Neoplazi, Pankreatit, travma/pankreatektomi
- iv) Endokrinopatiler: Akromegali, Aldosteronoma, Cushing Sendromu, Feokromositoma, Glukagonoma, Hipertiroidi, Somatostatinoma
- v) İlaç ve kimyasal ajanlar nedeniyle gelişen DM: Anti-viral ilaçlar, b-adrenerjik agonistler, glukokortikoidler, vakor, pentamidin, nikotinik asit, tiroid hormonu
- vi) İmmün aracılı nadir DM türleri: “Stiff-man” Sendromu,
- vii) Diyabetle ilişkili genetik sendromlar: Klinefelter Sendromu, Turner Sendromu, Down Sendromu, Wolfram Sendromu
- viii) Enfeksiyonlar: SARS-CoV- 2, Koksaki B, konjenital rubella ve diğerleri [1].

2.7. Tedavi

2.7.1. Farmakolojik tedavi

Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Diyabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzunda yeni tanılanan hastaların tedavi algoritması Çizelge 2.2’de gösterilmiştir. Bu algorithmada HbA1c seviyesine göre tedavi şekli belirlenmektedir. HbA1c %9 ve üzerinde ise insülin içerikli tedavi eklenmektedir [1].

Çizelge 2.2. Yeni tanı tip 2 diyabetli hastalarda tedavi algoritması

HbA1c <%8		*,**Monoterapi (Kontrendikasyon/İntolerans yoksa metformin)
HbA1c %8-8,9	Yaşam biçimi düzenleme (beslenme, fiziksel aktivite, kilo kontrolü vb.) önerileri	*,**İkili Tedavi (Metformin+ 1 ilaç***) *,**Üçlü Tedavi (Metformin+ 2 ilaç***)
HbA1c ≥%9		İnsülin İçerikli Tedavi (Monoterapi veya Kombinasyon)

*İnsülin endikasyonu varsa HbA1c kaç olursa olsun insülin tedavisi ile başlanmaktadır.

** Yandaş hastalıkları olan tip 2 diyabetlilerde tedavi bireyselleştirilmektedir.

***Avantaj/dezavantajları dikkate alınarak, uygun kombinasyon yapılmaktadır.

Bu tedavi algoritmasına göre tedaviye alınan hastalara 3 ay sonra HbA1c kontrolü yapılmaktadır ve tedavisi tekrar düzenlenmektedir. Takip altındaki T2DM hastalarının tedavi algoritması Çizelge 2.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Takip altındaki tip 2 diyabetli hastalarda tedavi algoritması

HbA1c <%8	HbA1c hedefte ise	Hastaların yaşam biçimi düzenlemelerine ve ilaç tedavisine uyumu gözden geçirilmektedir. İnsülin kullananlarda enjeksiyon uygulamasını kontrol edilmektedir gerekiyorsa kullanılan ilaç/insülin değiştirilmektedir.	Aynı tedaviye devam et
	HbA1c hedefte değilse		
	Monoterapi alan hastada		İkili antidiyabetik tedaviye geç (veya insülin ekle)
	İkili tedavi alan hastada		Üçlü antidiyabetik tedaviye geç (veya insülin ekle)
	Üçlü tedavi alan hastada		Tedaviye insülin ekle
HbA1c %8-8,9	İnsülin kullanan hastada		Tedaviyi gözden geçir
	İlk 3 öneri HbA1c <%8,0 olanlar ile aynı		
HbA1c ≥%9	İnsülin kullanan hastada		Tedaviyi yoğunlaştır
	Tüm hastalarda		İnsülinli tedavi ver (İnsülin alıyorsa tedaviyi yoğunlaştır)

Hastalar üç ay sonra HbA1c ile tekrar değerlendirilmektedir.

2.7.2. Beslenme tedavisi

Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Diyabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzunda hastaların diyabet tanısı almaları sonrasında bir diyabet merkezine sevk edilmeleri ve glisemik kontrol için uzman kadro ile diyabet eğitim programlarına dahil edilmeleri gerektiği vurgulanmaktadır [1]. Bu eğitimler genel olarak T2DM hastaları için sağlıklı kilo kaybı, fiziksel aktivitenin önemi, antidiyabetik ilaçların alınma zamanı, hastalığın seyri sırasında insülin gerekebileceği, hipogliseminin belirlenmesi ve tedavisi, mikro ve makrovasküler komplikasyonlar hakkında bilgilendirme ve korunma ile ilgili kapsamlı bir eğitim içeriğinden oluşmaktadır [1]. Beslenme tedavisi ile hastalarda sağlıklı beslenme alışkanlıklarını kazandırmak amaçlanmaktadır [1].

2.8. T2DM ve Egzersiz

Diyabette farmakolojik olmayan tedavi stratejilerinin ilk adımı olarak yaşam tarzı değişikliği gelmektedir. Bunun önemli bir kısmını fiziksel aktivite ve egzersiz oluşturmaktadır. Hastanın özelliklerine ve var olan komplikasyonlarına göre planlanmış fiziksel aktivite ve egzersiz tüm diyabet hastalarına önerilmektedir [1]. Egzersiz eğitiminin T2DM'li kişilerde

sağlığı ve glisemik kontrolü iyileştirdiği bilinmektedir. T2DM’de egzersiz glisemik kontrol, kilo kaybı, ruh sağlığı, hafıza ve bilişsel işlevleri iyileştirir. Aerobik, dirençli, esneklik, denge egzersizleri ve kombine egzersizler T2DM’de yararlı etkileri olan egzersiz türleri olarak sayılmaktadır. Amerikan Spor Hekimliği Koleji’ne göre T2DM hastalarında egzersiz ile ilgili beyanlar ve önerilerde dikkat çeken noktalar şu şekildedir [42].

- Düzenli aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM’de glisemik kontrol iyileşir, gün içindeki hiperglisemi süresi azalır ve HbA1c değeri %0,5-0,7 oranında azalır.
- Yemek sonrası yapılan egzersiz egzersiz yoğunluğu veya türünden bağımsız olarak glukoz seviyelerini azaltır, 45 dakikadan uzun süren egzersizler daha etkilidir.
- T2DM’de visseral yağlanmanın azaltılması amacıyla haftada 4-5 gün orta yoğunlukta (yaklaşık 500 kcal) egzersiz yapılması gerekmektedir.
- T2DM hastalarında egzersiz sırasında ve sonrasında hipoglisemiyi önlemek amacıyla gerektiğinde karbonhidrat takviyesi yapmaları (mümkünse insülin dozu azaltmaları) önerilmektedir.

Literatürde aerobik egzersiz eğitimi olarak yürüyüş, koşu, bisiklet, yüzme, su aktiviteleri, kürek çekme ve dansa T2DM hastalarının verdiği cevaplar araştırılmıştır. Bu egzersizlerin haftada 3-7 gün, en fazla 2 ardışık gün yapılması önerilmektedir. Dirençli egzersizlerin haftada 2-3 gün, ardışık günlerde olmayacak şekilde yapılması vurgulanmaktadır. Esneklik ve denge egzersizlerinin haftada 2-3 gün veya daha fazla yapılabileceği belirtilmiştir [42]. Aerobik ve dirençli egzersizlerin birlikte yapıldığı programların tek başına yapıldığı egzersiz programlarından daha etkili olduğu gösterilmiştir [109]. Esneklik egzersizleri T2DM’li yaşlılarda yararlıdır. Kolay yapılabilir olması nedeniyle daha az antrene olan bireylerde tercih edilebilir. Geleneksel statik ve dinamik esneme egzersizleri ile birlikte yoga, tai chi ve diğer egzersiz türleri de sağlık ve glisemik kontrolü iyileştirebilmektedir [42]. Dirençli egzersizler ile kilo kaybı sağlandığında T2DM’li hastalarda yağsız iskelet kas kütlesi artabilir ve HbA1c egzersiz yapmayan gruba göre üç kat daha fazla azalmaktadır [110]. Dirençli ve aerobik egzersizlerin kombine yapılması tek başlarına oluşturdukları etkiden daha fazla (HbA1c’de daha fazla azalma) iyileşme etkileri oluşturmaktadır [111]. Egzersiz yoğunluğu da sonuçları etkilemektedir. T2DM’de genellikle yüksek yoğunluklu aerobik egzersizlerin düşük yoğunluklu egzersizlere kıyasla daha iyi sonuçlar elde edildiği kabul edilmektedir [112]. Ancak yüksek yoğunluklu aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz sonrası

hipoglisemi gibi olumsuz etkileri olabileceğinden hastaların eğitime verdikleri cevabın yakından izlenmesi gerekmektedir [42].

2.8.1. Egzersiz ve glukoz metabolizması

Sağlıklılarda sistemik glukoz homeostazı açlık kan şekeri seviyesi <100 mg/dl, glukozlanmış hemoglobin A1c seviyesi <%5,7 ve oral glukoz yüklemesinden 2 saat sonra kan şekeri seviyesi <140 mg/dl'de olacak şekilde fizyolojik olarak sıkı bir şekilde düzenlenmektedir [113]. T2DM'de glukoz homeostazı bozulmuştur. HbA1c'nin oksijene olan yüksek afinitesi hücrenin enerji metabolizmasını etkileyerek kronik yorgunluk ve egzersiz toleransının azalmasına neden olmaktadır [9]. Egzersiz eğitimi T2DM hastalarında hem kısa vade hem de uzun vade de glisemik kontrolü iyileştirmektedir [43]. Egzersiz esnasında aktif iskelet kasları enerji ihtiyacını intramüsküler glikojen ve trigliserid depolarından temin etmektedir. Enerji ihtiyacının artması ile karaciğerden glukoz ve serbest yağ asitleri ile enerji ihtiyacı karşılanmaktadır [114].

Akut egzersizin glukoz metabolizması üzerindeki etkisi 12-72 saat içerisinde bitmektedir. Planlanmış egzersiz eğitimiyle oluşan iyileşmeler daha uzun vadelidir [43]. Çalışmalar T2DM hastalarında glikolize hemoglobinin egzersiz ile azalabileceğini kanıtlamaktadır. Bunun nedeni olarak her bir egzersiz periyodunu izleyen glukoz toleransındaki geçici iyileşmenin kümülatif etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir [43].

2.8.2. Egzersiz ve insülin sekresyonu

İnsülin, insülin aracılı iskelet kas glukoz alımında önemli rol oynamaktadır. İnsülin endotel nitrik oksit sentazını (eNOS) insüline bağımlı uyarmaktadır. Endotel nitrik oksit sentazı, kalp ve iskelet kası dahil olmak üzere insüline duyarlı hedef organlara kan akışını artırmaktadır. Bu sayede insülin, iskelet kasına kendisi, besin maddeleri ve oksijenin iletilmesini aktif olarak düzenleme rolüne sahiptir [115].

İnsüline bağımlı/bağımsız glukoz kullanımı şu şekilde özetlenmektedir; dolaşımdan kaslara glukoz iletimi, glukozun hücre dışı matrinden hücre zarına geçmesi, glukoz taşıyıcı üyeler ile hücre zarından sürekli olarak veya insüline ve egzersize yanıt olarak glukoz taşınması, glukoz gradyanı (hücre içi glukoz metabolizma modülasyonu) ile sağlanmaktadır. İnsülin

artışı ile endotele gelen sinyaller sonucu vazodilatasyon yanıtı iskelet kasının perfüzyonunu artırmaktadır [115]. Endotele gelen bu sinyaller insülin direnci ile bozulur. T2DM’de reaktif O₂ ve nitrojen türleri ile sistemik endotel hasarı meydana gelir [116]. T2DM bireylerde insülinin iskelet kası glukoz taşınmasını uyarma yeteneği bozulmuştur [115]. Fakat akut egzersiz ve kas kasılması esnasında insülinin GLUT-4 ve glukoz taşınmasını uyarması yeteneği egzersizin önemli bir yönünü göstermektedir [117].

2.8.3. Egzersiz ve mitokondri

Mitokondri enerji üretim metabolizması reaktif oksijen türleri (ROS) üretimi ve apoptoz gibi olayların kesişim noktasında yer almaktadır. T2DM’de mitokondride yapısal, işlevsel ve moleküler değişiklikler meydana gelebilmektedir [118].

Egzersiz eğitimi T2DM’li hastalarda mitokondriyal fonksiyonların geri kazanılmasına yardımcı olmaktadır [118]. Egzersiz sonrası mitokondriyal hacim ve mitokondriyal enzim içeriği artmaktadır. Bu etkiler egzersizin şiddeti ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Egzersiz eğitimi mitokondriyal oksidatif kapasiteyi artırır, laktat birikimi ve reaktif oksijen türlerinin üretimini de azaltır [51].

2.8.4. Egzersiz ve iskelet kasları

İskelet kası myokin ve hücre dışı veziküllerin üretimi ve salınımı yoluyla endokrin organ gibi düşünülmektedir [119]. İskelet kası yemek sonrası glukozun düzenlenmesinde önemli rol üstlenmektedir. Glukoz, glukoz taşıyıcı üyeleri ile (GLUT-1,3,4,5,8,10,11,12) hem insüline bağımlı hem de insülinin bağımsız iskelet kasına girebilmektedir [119].

Glukoza bağlı insülin salınımı ile eNOS uyarılır ve vazodilatasyon ile kalp ve iskelet kası dahil olmak üzere insüline duyarlı hedef organlara kan akışı artar. Bu sayede insülin iskelet kasına kendisinin, besinlerin ve oksijenin iletilmesini aktif olarak düzenler. İskelet kası sistemik glukoz atılımının birincil organıdır. Bu nedenle iskelet kasına glukoz taşınmasındaki müdahale tüm vücutta insülin direncini indüklemek için yeterlidir [115, 119].

Egzersiz iskelet kasının glukoz alımında akut ve kronik iyileşmeler sağlaması sebebiyle T2DM’de temel tedavidir. Egzersiz eğitimi sayesinde iskelet kasının kan akışı ve insülin duyarlılığı artar, hücre dışı matris fibrozu azalır, glukoz ve insülinin iskelet kasına geçmesine

izin verir, kas içi glukoz metabolizması artar, kolaylaştırıcı glukoz taşınması için glukoz gradyanının artmasını sağlar [119].

2.9. T2DM ve Solunum Fonksiyonları

T2DM hastalarında solunum fonksiyonları düzenli olarak taranmamaktadır [120]. Fakat akciğer T2DM'in geç komplikasyonları için hedef organdır [121]. Literatürde T2DM hastalarında solunum fonksiyonlarını araştıran çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Bir çalışmada T2DM hastalarında dinamik akciğer hacimlerinin korunduğu ve difüzyon kapasitesinin etkilenmediği bildirilmiştir [120]. Başka bir çalışmada ise T2DM'de zorlu vital kapasite (FVC), birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim (FEV_1), zirve ekspiratuar akım (PEF) ve FEF_{25-75} 'in azaldığı hatta kadınlardaki azalmanın daha fazla olduğu gösterilmiştir [122]. T2DM hastalarında solunum fonksiyonlarındaki kötüleşme alveolar kılcal damarlar ve pulmoner arteriyollerde mikroanjyopati, kronik inflamasyon, solunum kaslarını tutan otonomik nöropati, akciğer parankiminin kolajen glikozilasyonuna bağlı elastik geri çekim kaybı, hipoksi kaynaklı insülin direnci ve düşük doğum ağırlığı nedeniyle gelişebilmektedir [4]. Ayrıca zayıf glisemik kontrolde akciğer fonksiyonları daha kötüleşmektedir [122].

T2DM'de spirometrik değerlendirme yaparken hem %FVC hem de FEV_1/FVC normal sınırlar içinde olsa bile % FEV_1 'deki azalmanın kayıt edilmesi gerektiği çalışmalarda vurgulanmıştır [8]. Komplikasyonu ve herhangi kardiyopulmoner hastalığı olmayan T2DM hastalarında % FEV_1 'deki hafif bir azalmanın bile hastalığın komplikasyonu olduğu ve azalmış egzersiz kapasitesiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir [8]. T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları üzerindeki etkisi yeterince araştırılmamıştır. T2DM hastalarında yapılan bir çalışmada aerobik ve dirençli egzersiz eğitimi ile FEV_1 ve FVC'de iyileşme bildirilmiştir [5]. T2DM hastalarında egzersiz müdahalesi ile glisemik kontrol artarak solunum fonksiyonları iyileşebilmektedir [7, 122]. Fakat literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları üzerinde etkisini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Omurilik yaralanmalı hastalarda 12 haftalık üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi ile solunum fonksiyonlarının korunduğu bildirilmiştir [123]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonu üzerindeki etkisini araştırmayı amaçladık.

2.10. T2DM ve Solunum Kas Kuvveti ve Enduransı

T2DM solunum sistemini etkilemektedir ve akciğer hedef organlardan biridir [6]. Yakın zamanda yapılmış bir çalışmada T2DM'de inspiratuar kas kuvveti [maksimum inspiratuar basınç (MIP)] azalırken, ekspiratuar kas kuvveti [maksimum ekspiratuar basınç (MEP)] korunduğu gösterilmiştir [122]. Zayıf glisemik kontrol inspiratuar kas kuvvetindeki azalmaya neden olabilmektedir [122]. HbA1c yüksek olan hastaların inspiratuar kas kuvveti daha zayıftır. Solunum kas kuvveti metabolik kontrolü iyi olan hastalarda ise korunmaktadır [6]. Solunum kas kuvvetindeki azalma kadınlarda erkeklerden daha fazladır [122]. Başka bir çalışmada inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvvetindeki azalmanın total akciğer kapasitesinde azalmaya (TLC) sebep olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışma sonuçlarında solunum kas disfonksiyonu restriktif tip solunum bozukluğuna neden olmaktadır. Bu çalışmanın dikkat çeken yanı, restriktif tip solunum bozukluğu, azalmış FVC yerine azalmış TLC ile belirlenmiştir [6].

T2DM'de solunum kas enduransı da azalmıştır ve TLC ve DLCO'da da azalma meydana gelmektedir [6]. Diyabetik komplikasyonların tabloya eşlik ettiği hastalarda solunum kas enduransı daha fazla kötüleşmektedir [6]. Solunum kas kuvveti ve enduransı anatomik ve fizyolojik olarak şu şekilde yorumlanabilir. Dayanıklılık, kuvvetten farklı olarak yavaş kasılan kas liflerinin yoğunluğuna ve verimliliğine dayanmaktadır. Yavaş kasılan kas liflerinin kapiller dansitesi fazla ve ana yakıt rezervi olarak trigliseritlere sahiptir. Hızlı kasılan kas lifleri ise düşük veya orta kapiller dansiteye ve enerji depolaması olarak glikojen ve fosfokreatine sahiptir [124]. T2DM hastalarındaki mikrovasküler komplikasyonlar esas olarak yavaş kasılan kas liflerini yani esas olarak kas enduransını etkilemektedir; glukoz metabolizmasındaki bozulma ise hızlı kasılan kas liflerini yani özellikle kas kuvvetini etkilemektedir [6].

T2DM'de solunum kas fonksiyonlarında kötüleşme bu hastalığın metabolik kontrolünde patojenik rol oynayabilmektedir. Solunum kaslarının zayıflaması T2DM'deki akciğer hacimlerinin azalmasına neden olabilir. Dolayısıyla iyi bir metabolik kontrol solunum kas fonksiyonları ve akciğer fonksiyonlarının da korunmasını sağlayabilir [6]. Kronik hiperglisemi hem akciğer fonksiyonlarının kötüleşmesine hem de solunum kaslarının zayıflamasına neden olmaktadır. Solunum kaslarındaki zayıflık ise egzersiz toleransının azalmasını tetikleyebilmektedir [7]. Yakın zamanda yapılan bir derleme çalışmada

T2DM’de orta düzeyde dirençli egzersizler ile kas kuvveti iyileşmiştir [7]. Bu hastalarda yapılan inspiratuar kas eğitimi ile hem solunum kas kuvveti hem de egzersiz kapasitesi artmıştır [13]. Aerobik egzersiz ile glisemik kontrol artabilir, solunum kas kuvvet ve enduransı iyileşebilir [7]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile solunum kas kuvvet ve enduransının iyileşmesi amaçlanmaktadır. Literatürde pulmoner arter hipertansiyonu hastalarında ve hematopoetik kök hücre nakli alıcılarında üst ekstremité aerobik egzersizin inspirasyon ve ekspirasyon kas kuvvetini artırdığı ve dispne algısını azalttığı bulunmuştur [14, 16]. Fakat literatürde daha önce T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin solunum kas kuvvet ve enduransı üzerindeki etkisi araştırılmamıştır. Bu bakımdan çalışmamız literatüre kıymetli sonuçlar sunacaktır.

2.11. T2DM ve Egzersiz Kapasitesi

T2DM’de meydana gelen mikro ve makro komplikasyonlar bu hastaların kardiyovasküler riskleri artırmaktadır [3]. Dünya çapında hem diyabet hem de kardiyovasküler hastalıkların klinik yönetiminde kaydedilen ciddi ilerlemelere rağmen kardiyovasküler hastalıklar T2DM’de mortalitenin önde gelen nedenleri olmaya devam etmektedir [105]. Egzersiz kapasitesindeki azalma zirve iş yükünün ve zirve oksijen tüketiminin ($VO_{2\text{zirve}}$) azalması olarak ifade edilir [125]. T2DM hastalık komplikasyonları veya kardiyopulmoner hastalığı olmayan T2DM hastalarında dahi egzersiz kapasitesinin azaldığı daha önce bildirilmiştir [8].

Kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET) semptom limitli ilerleyici bir egzersiz testidir. Test esnasında elektrokardiyografi, ventilasyon ve gaz değişimi ölçümleri non-invaziv yapılarak egzersiz sırasında pulmoner, kardiyovasküler ve kas fonksiyonlarının çok değişkenli bir değerlendirilmesini sağlar [126]. T2DM hastalarında KPET, olası bir kardiyopulmoner rahatsızlığının belirlenmesine olanak tanır ve bu durum tedavi stratejilerini de yönlendirebilir [126].

Literatürde T2DM hastalarının KPET performansı değerlendirilmiştir. Sağlıklı bireylere kıyasla metabolik eşdeğer (MET) ve $VO_{2\text{zirve}}$ ’deki azalma ile tutarlı bir şekilde aerobik kapasitede azalma bildirilmiştir [8, 9, 43, 120, 127-131]. T2DM’de oksijen tüketimi hem anaerobik eşik hem de zirve egzersiz sırasında azalmıştır [127]. KPET sırasında hastaların zirve iş yükü, zirve kalp hızı, anaerobik kapasiteleri ve maksimal arteriyo-venöz O_2 farkı azalmıştır [128, 129]. Solunum değişim oranı (RER) ve ventilasyon ise değişmemiştir [129,

130]. Bu hastalarda maksimal arteriyo-venöz O₂ farkındaki azalma VO_{2zirve}'deki azalmanın olası nedenlerinden biridir [129].

T2DM hastalarında azalmış %FEV₁, uzun T2DM hastalık süresi, fiziksel inaktivite, artmış sistolik ve diyastolik kan basınçları ve sigara öyküsü varlığında VO_{2zirve} azalmaktadır [8, 127]. Bu sonuçların aksine başka bir çalışmada ise hastalık süresi 5 yıldan az olan, klinik komplikasyonları ve eşlik eden ek hastalıkları olmayan, diyabeti kontrol altında olan hastalarda VO_{2zirve}'nin normal olduğu bildirilmiştir [132]. Yerleşmiş T2DM'i olan (> 5 yıllık süre) bireylerde ise VO_{2zirve} değerinin %20-30 azalabileceği gösterilmiştir [132, 133]. T2DM'de KPET parametrelerinden bir diğeri olan MET artmış mortalite ile ilişkilidir. Egzersiz testinde <5 MET tüketen hastalar, en az 5 MET tüketenlere kıyasla kardiyovasküler olay nedeniyle mortalite olasılığı %70 daha fazladır [134]. T2DM'de zayıf glisemik kontrol ve plazma lipidlerindeki artış egzersiz intolerasına neden olmaktadır [9]. Yaş arttıkça ve açlık kan şekeri yükseldikçe VO_{2zirve} azalmaktadır [127]. Yüksek HbA1c ve hiperkolesterolemi durumunda egzersiz kapasitesi azalmaktadır. HbA1c'nin oksijene olan yüksek afinitesi enerji metabolizmasını etkiler ve bu durum kronik yorgunluk ile kötüleşen egzersiz kapasitesine neden olmaktadır [9].

Egzersiz sırasında oksijen iletimi ve tüketimi pulmoner ventilasyon, gaz değişimi, kardiyak debi, kas kan dağılımı ve difüzyonu, iskelet kası aerobik ve kuvvet oluşturma kapasitesi ve yorgunluk algısı gibi birden fazla fizyolojik fonksiyonun etkileşimini ifade eder. Her biri T2DM'de bozulabilir bunlardan hangisinin aerobik kapasitedeki azalmanın ana nedeni olarak kabul edileceğini anlamak zordur. T2DM hastalarında egzersiz kapasitesindeki azalmanın daha iyi anlaşılabilmesi için Çizelge 2.4'te ayrıntılı ele alınmıştır [133]. T2DM'de meydana gelen egzersiz kapasitesindeki azalma kardiyojenik, miyojenik, vaskülojenik ve nörojenik olmak üzere dört patofizyolojik mekanizma ile açıklanabilmektedir [133].

Çizelge 2.4. T2DM’de KPET sırasında karşılaşılan değişikliklerin fizyolojik anlamı ve klinik değeri

KPET değişkeni	T2DM’de görülen değişiklikler	Patofizyolojik mekanizmalar	Klinik değer
Kalp hızı	Kronotropik yetersizlik, azalmış kalp hızı toparlaması	Otonomik nöropati	Prognostik
Egzersiz EKG’si	Olası indüklenabilen iskemi	Epikardiyal damar hastalığı	Tarama
Egzersiz kapasitesi	Azalmış	Fiziksel kondisyon kaybı	Bilinmiyor
Zirve oksijen alımı (VO₂zirve)	Azalmış	Birincil miyokardiyal bozukluk	Prognostik
Oksijen kinetiği	Yavaş	Birincil miyokardiyal bozukluk	Bilinmiyor
Oksijen nabızı (VO₂/HR)	Azalmış	Birincil miyokardiyal bozukluk	Prognostik
Ventilasyon yanıtı (VE/VCO₂)	Artmış	Birincil ventilasyon bozukluk	Bilinmiyor
Periferik oksijen ekstraksiyonu	Azalmış	İskelet kası mikrodolaşım bozukluğu	Bilinmiyor
Anaerobik eşik	Otonomik disfonksiyon varlığında bile değişmez	Aerobik/anaerobik metabolizma	Bilinmiyor
Anaerobik eşikte VO₂	Olası azalma	Bilinmiyor	Bilinmiyor

T2DM hastalarında birçok aerobik egzersiz tipinin egzersiz kapasitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. T2DM hastalarında egzersiz kapasitesinde aerobik ve dirençli egzersizin birlikte uygulandığı programlar tek başına yapılan egzersiz programlarından daha yararlıdır [109]. Egzersiz yoğunluğu da sonuçları etkilemektedir. T2DM’de genellikle yüksek şiddetli aerobik egzersizler düşük şiddetli egzersizlere göre egzersiz kapasitesini daha çok artırmıştır [112]. T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz kapasitesini artırdığı çalışmalarda bahsedilmiştir fakat üst ekstremiteye yönelik aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz kapasitesini değiştirip değiştirmediğine dair bilgi bulunmamaktadır [112]. Bu hastalarda üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi ile kardiyak, pulmoner ve vasküler uyumu artarak egzersiz kapasitesi artabilir. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin maksimum egzersiz kapasitesi üzerindeki etkisi hakkında bilgi bulunmamaktadır fakat periferik arter hastalarında 12 haftalık üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi sonrası oksijen tüketiminde artış ve maksimal egzersiz kapasitesinde artış raporlanmıştır [135]. T2DM hastalarında mikro ve makro komplikasyonlar nedeniyle alt ekstremita aerobik egzersiz eğitimi kısıtlılığı meydana gelebilir. Bu hastalarda üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi alternatif bir tedavi olabilir. Bu nedenle T2DM hastalarında üst

ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin maksimum egzersiz kapasitesi üzerine etkisi araştırılmalıdır.

T2DM hastalarında fonksiyonel egzersiz kapasitesi azalmıştır [10]. Diyabete bağlı gelişen mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlar fonksiyonel egzersiz kapasitesindeki azalmanın olası nedenleri olabilmektedir. Literatürde T2DM hastalarında fonksiyonel egzersiz kapasitesi yürüme testi ile değerlendirilmiştir [10]. T2DM hastaları üst ekstremiteler kas iskelet sistemi bozuklukları yaygındır. Zamanla üst ekstremiteler kas kuvvetinde azalma da meydana gelerek üst ekstremiteler işlevselliği azalabilmektedir [136]. Üst ekstremiteler kas zayıflığı üst ekstremiteler fonksiyonel egzersiz kapasitesinde azalmaya neden olabilmektedir [137]. T2DM hastalarında üst ekstremiteler fonksiyonelliğinin sürekliliği için egzersiz tavsiye edilmektedir. Direnç ve aerobik egzersizleri T2DM hastalarında üst ekstremiteler kas fonksiyonelliğini artırmaktadır [136]. T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi sonucunda üst ekstremiteler fonksiyonel egzersiz kapasitesi artabilir. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitiminin fonksiyonel egzersiz kapasitesi üzerindeki etkisi araştırılmamıştır fakat pulmoner arter hipertansiyon hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi sonrası fonksiyonel egzersiz kapasitesi arttığı bildirilmiştir [26]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitiminin üst ekstremiteler fonksiyonel egzersiz kapasitesi üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmamızın sonuçlarının literatür için değerli olacağını düşünüyoruz.

2.12. T2DM ve Periferik Kas Kuvveti

T2DM hastalığı seyrinde sarkopeni gelişme riski üç kat artmaktadır [138]. T2DM’de azalmış kas kuvveti hastalığın hem nedeni hem de sonucudur [17, 18]. Bu hastalarda glisemik kontrol arttıkça kas kuvveti de artmaktadır [17]. Bir meta-analizde kardiyovasküler uygunluk ve kas kuvvetindeki artışın T2DM gelişme riskini azalttığı vurgulanmıştır. Ayrıca bu hastalarda MET’teki iyileşme T2DM riskini %8 azaltırken, kas kuvvetindeki artışlar T2DM riskini %13 oranında azaltmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda kardiyovasküler uygunluğu ve kas kuvvetini artıran egzersiz eğitimleri T2DM hastalarında önemlidir [18].

T2DM hastalarında üst ekstremiteler kas iskelet bozuklukları yaygındır ve bu durum kas kuvvetinde azalmaya neden olabilmektedir. Bir meta-analizde T2DM hastalarında dirençli egzersiz ve aerobik egzersiz eğitiminin üst ekstremiteler kas kuvvetini artırdığı bildirilmiştir

[136]. T2DM hastalarında alt ekstremitte kas kuvvetinde zayıflık yaygındır. Hastalarda periferik kas kuvvetindeki bu azalma yaşla beraber mortalite riskini artırır [139]. T2DM hastalarında dirençli egzersiz ve aerobik egzersiz eğitimleri ile periferik kas kuvveti artmaktadır [136]. Bu hastalarda basit ev egzersiz programları bile sarkopeni için yararlıdır ve glukoz kontrolünü artırarak kas kuvvetini artırır [138]. T2DM hastalarında diğer egzersiz eğitimlerinde olduğu gibi üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile de glukoz kontrolü artarak periferik kas kuvveti artabilir [136]. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas kuvvetini artırıp artırmadığına dair bilgi bulunmamaktadır. Fakat Duchenne kas distrofili hastalarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas kuvvetini artırdığı bildirilmiştir [20]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas kuvveti üzerindeki etkisi araştırılarak literatürdeki bilgi eksikliği giderilecektir.

2.13. T2DM ve Periferik Kas Oksijen Seviyesi

Organizmalar metabolik ihtiyaçları için gerekli enerjiyi oksijen varlığında karşılarlar [140]. T2DM hastalarında egzersize başladıktan sonra deoksijenasyon paterni bozulmuştur. Bu hastaların yakın kızılötesi spektroskopisinde egzersize başladıktan sonra kas oksijen iletimi sağlıklılara göre yavaşlamıştır. Normalde egzersiz ile artan mikrovasküler kan akışı T2DM’de anormal yavaştır. Bu durum makro ve mikro vasküler komplikasyonlara bağlı bozulmuş vazodilatasyon yanıtı nedeniyle oluşabilir [22]. Ayrıca bu hastalardaki azalmış oksijen tüketimi kas kan akışındaki veya oksijenin dağılımındaki bozulma nedeniyle olabilir [22]. T2DM’de iskelet kasında kapiller yoğunluk azalmıştır [141] ve bazal membran kalınlaşmıştır [142]. Böylece mikrovasküler hemodinamik değişebilmekte, kas kan akış ve oksijen alım uyumunu bozulabilmekte ve kılcaldan myosite oksijen transportu etkilenebilmektedir [22]. Ayrıca oksijen kinetiğindeki azalma daha büyük bir oksijen açığına neden olur. Dolayısıyla düşük ve orta şiddetli egzersizi desteklemek için substrat düzeyinde fosforilasyona daha fazla bağımlı olunur. Günlük yaşam aktivitelerinin çoğu düşük şiddetli fiziksel aktivite seviyelerinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle egzersiz ile oluşan oksijen açığı bireylerin aktiviteyi sürdürme yeteneğini ve isteğini etkileyerek T2DM’de egzersiz intoleransı ve maksimal egzersiz kapasitesinde azalmada rol oynar [22]. T2DM’de endotel hasarı ile damarların vazodilatasyon yanıtı olumsuz etkilenerek perfüzyonunda azalma meydana gelmektedir [119]. Aerobik egzersiz eğitimi T2DM hastalarında hem insülin duyarlılığını hem de endotel fonksiyonunu iyileştirmektedir [23]. Endotel fonksiyonundaki

iyileşme ile T2DM hastalarda periferik kas oksijen seviyesi artabilir. Bu hastalarda üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi benzer mekanizma ile periferik kas oksijen seviyesini artırabilir. Fakat daha önce araştırılmamıştır. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas oksijenasyonu üzerindeki etkilerini araştırarak literatüre önemli katkı sağlayacaktır.

2.14. T2DM ve Fiziksel Aktivite Seviyesi

Dünyada T2DM hastalığı genellikle çevresel ve yaşam tarzı değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Yaşam tarzı değişiklikleri ile fiziksel inaktiviteye eğilim artmıştır. Fiziksel inaktivite T2DM riskini %40 artırmaktadır ve VKİ'deki artışın nedenlerindendir. Son yıllarda T2DM hastalığından koruyucu bir yaşam tarzı üzerinde durulmaktadır ve bunun için fiziksel aktivitenin öneminden bahsedilmektedir [143].

Fiziksel Aktivite Rehberi'nde T2DM'li bireylere haftada en az 150-300 dakika orta şiddette fiziksel aktivite veya 75-150 dakika şiddetli aktivite veya bunlara eş değer program önerilmektedir [42]. Amerikan Spor Hekimliği beyanına göre yemek sonrası yapılan egzersiz akut glisemik yükselişi azaltmakta ve glukoz kontrolünü iyileştirmektedir. Hareketsiz zamanın azaltılarak aktivite molaları vermek glukoz metabolizmasında ciddi iyileşme sağlamaktadır. Gün boyunca oturmayı küçük dozlarda fiziksel aktivite ile bölmek, özellikle insülin direnci ve yüksek VKİ olan bireylerde yemek sonrası glukoz ve insülin seviyelerini düşürmektedir [42]. Oturma süresini her 30 dakikada bir ayakta durma ve hafif yoğunlukta yürüyüş ile bölmek 24 saatlik glukoz seviyesini ve insülin duyarlılığını yapılandırılmış egzersizden daha fazla iyileştirebilmektedir [144].

Fiziksel aktivite türlerinin çoğu T2DM'li hastalarda sağlığı ve glisemik yönetimi iyileştirmektedir [42]. Ayrıca T2DM hastalarında fiziksel aktivite artış ruhsal sağlığı, hafıza ve bilişsel işlevlerde de artış sağlamaktadır [42]. Bu hastalarda fiziksel aktivite, β hücre işlevini, insülin duyarlılığını, vasküler işlevi ve bağırsak mikrobiyotasını artırmaktadır [42]. Fiziksel aktivitenin glukoz metabolizması üzerindeki akut etkisi yaklaşık 12-72 saat sürmektedir [42, 43]. T2DM hastalarında egzersiz eğitimi fiziksel aktivite seviyesinde artış sağlanmaktadır [143]. Literatürde bu hastalarda çoğunlukla aerobik, dirençli ve aerobik dirençli kombine egzersiz eğitimlerinin etkileri incelenmiştir [42]. Orta ile yüksek şiddetli aerobik egzersizlerin fiziksel aktivite seviyesini artırdığı bildirilmiştir [143]. T2DM hastalarında üst

ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi ile fiziksel olarak aktif bir yaşam tarzı geliştirilerek fiziksel aktivite seviyesi artabilir. T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitiminin fiziksel aktivite seviyesi üzerine etkisi araştırılmamıştır fakat ofis çalışanlarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi ile fiziksel aktivite seviyesinin arttığı bildirilmiştir [33]. Fiziksel aktivitenin T2DM'in önlenmesi ve tedavisi için yukarıda bahsedilen yararları göz önüne alındığında bu çalışmada üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitiminin fiziksel aktivite üzerindeki etkisinin belirlenmesi T2DM hastalarında tedavi stratejilerinde alternatif tedavi olacaktır.

2.15. T2DM ve Günlük Yaşam Aktiviteleri Sırasındaki Nefes Darlığı

Literatürde T2DM hastalarında günlük yaşam aktiviteleri sırasında dispne algısının arttığı bildirilmiştir fakat araştırılan çalışmalar kısıtlıdır [121]. Bu hastalarda HbA1c artışı ile dispne algısı artar [121]. Ayrıca hastalık durasyonu uzadıkça da dispne şiddeti artmaktadır. T2DM süresi 10 yıldan az olanlarda mMRC ≥ 2 prevalansı %14,1 iken, hastalık süresi 10 yıldan uzun olduğunda prevalans %25,5'e yükselmektedir [121]. Günlük yaşam aktivitelerindeki dispne (mMRC ≥ 2) yüksek HbA1c, kadın, yaşlı ve fazla kilolu bireylerde daha yaygındır [121].

T2DM'li hastalardaki dinamik akciğer hacimleri sağlıklılara göre %3-10 daha azdır [4]. Ayrıca T2DM hastalarının uyku periyodunun büyük bir oranında oksijen saturasyonunun %90'ın altında seyretmekte ve gece desaturasyon atakları artmaktadır [34]. T2DM'deki solunum fonksiyonlarındaki bozulma ve gece desaturasyon atakları dispne algısında artışın nedenlerindendir [121]. Dispne algısındaki artış çoğunlukla günlük yaşam aktiviteleri sırasında ortaya çıkmaktadır [121].

Üst vücut kasları kullanılarak yapılan egzersizler diyafram kas yorgunluğu oluşturmadığı için T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi dispne algısında artış sağlamadan verimli bir egzersiz programı olabilir [46]. T2DM hastalarında da üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi ile günlük yaşam aktiviteleri sırasında dispne algısı azalabilir fakat daha önce araştırılmamıştır. Literatürde üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitiminin günlük yaşam aktiviteleri esnasındaki dispne algısı üzerine etkisi pulmoner arterial hipertansiyon hastalarında incelenmiş ve çalışma sonucunda dispnenin azaldığı bildirilmiştir [26]. Çalışmamızda T2DM hastalarına üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi ile günlük yaşam

aktiviteleri sırasındaki dispne algısının değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonuçlarımız literatüre önemli bilgi sağlayacaktır.

2.16. T2DM ve Yorgunluk

Yorgunluk T2DM’de egzersiz kapasitesi ve yaşam kalitesinde kötüleşmeye neden olan kalıcı bir semptomdur. T2DM’de karşılaşılan uyku kalitesinde azalma, VKİ ve ağrıdaki artış yorgunluğa neden olan faktörlerdir [39]. T2DM’de obezite fiziksel aktivitede azalmaya neden olur ve bu da yorgunluğun sebeplerinden sayılmaktadır. Yorgunluk şiddetini azaltmak için sağlıklı uyku alışkanlığı, kilo yönetimi ve ağrı yönetimi önerilmektedir [39]. T2DM’de glisemik kontrolün yorgunluk şiddeti üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir [39, 145]. Fakat HbA1c son 3 aya ait ortalama kan glukoz değeri olduğu için kan glukozundaki yüksek ve düşük değer dalgalanmaları bilinmemektedir [39]. Hafta, gün ve günün saatine göre glukoz ve yorgunluk şiddeti arasındaki gerçek zamanlı anlık ilişkili karşılaştırıldığında ise gece, öğleden sonra ve akşam yorgunluk şiddeti T2DM kadın hastalarda daha artmıştır. Glukoz dalgalanmaları ile yorgunluk eş zamanlı ölçüldüğünde kadınlarda yorgunluk şiddetinin glukoz dalgalanmasıyla daha fazla arttığı raporlanmıştır [145]. Aerobik egzersiz müdahaleleri yorgunluk şiddetini azaltmaktadır. Bir çalışmada 12 haftalık kombine aerobik ve dirençli egzersiz müdahalesinin yorgunluk şiddetini azaltmakla beraber kas kuvvetini, glisemik kontrolü ve yaşam kalitesini iyileştirdiği gösterilmiştir [146].

T2DM hastaları genel olarak artmış VKİ’ye sahip yaşlı bireyler oldukları için egzersiz yapmaktan kaçınmakta veya egzersizi sürdürememektedirler zamanla yorgunluk şiddetleri artmaktadır [39]. Üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi oturarak sabit kol ergometresi ile gerçekleştirildiği için bu grup hastalarda alt ekstremité aerobik egzersizlere göre daha az yorgunluk oluşturarak hastaların egzersizi sürdürme yeteneğini artırabilir. T2DM hastalarında daha verimli geçen üst ekstremité aerobik egzersiz seansları ile yorgunluk şiddeti azalabilir. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile yorgunluk şiddetinin nasıl değiştiği bilinmemektedir fakat multiple skleroz hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz ve görev odaklı egzersiz ile yorgunluk şiddetinin azaldığı bildirilmiştir [29]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin yorgunluk şiddeti üzerine etkisi araştırılarak literatürdeki eksiklik giderilecektir ve bu hastalarda yorgunluk semptom yönetimi stratejilerine yol gösterici olacaktır.

2.17. T2DM ve Anksiyete ve Depresyon

Depresyon ve anksiyete T2DM hastalığı gelişme riskini artırmaktadır. Depresif ruh halindeki bireyler T2DM hastalığına yatkındır. Tek başına yaşamının depresif ruh halini artırarak T2DM riskinin artışında rol oynaması buna örnektir [143]. Ayrıca T2DM hastalığı da psikolojik rahatsızlıklara neden olabilir. Depresyon ve anksiyete bu hastaları etkileyen yaygın psikiyatrik komplikasyonlardır [147]. Hastaların yaklaşık %32'sinde anksiyete ve %22'sinde depresyon bildirilmektedir. Diyabet komplikasyonları, sigara maruziyeti ve glisemik kontrol hakkındaki belirsizlik bireylerin anksiyete ve depresyon riskini artırmaktadır. Aynı zamanda kadın cinsiyet ve zayıf glisemik kontrol de anksiyeteyi artırmaktadır. Sosyoekonomik durumun iyi olması ve ileri yaş depresyon ve anksiyete için koruyucu faktörler olarak ön plana çıkmaktadır [147]. Bir çalışmada T2DM hastalarında depresyon varlığının anksiyete gelişmesi olasılığını 10-12 kat artırdığı bildirilmiştir. Anksiyetesi olanlarda ise depresyon gelişme riski 20 kat artmaktadır [148]. Fiziksel sağlık ve sosyal ilişkiler ile ilgili yaşam kalitesindeki artış depresyon riskini azaltmaktadır [148].

T2DM hastalarında egzersizin psikolojik sonuçlar üzerine etkileri çelişkilidir. T2DM hastalarında yapılan bir derlemede dahil edilen çalışmaların dört tanesinden birinde hastaların aerobik egzersiz eğitiminin depresyonu azalttığı bildirilmiştir [31]. T2DM hastalarında egzersiz eğitimi ruh sağlığını iyileştirebilir [30]. Bu hastalarda zayıf glisemik kontrol anksiyete ve depresyon gelişimini tetiklediği için aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrolde artış sağlanarak psikolojik semptomlar da azalabilir [149, 150]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrol gelişerek hastaların depresyon ve anksiyetesi azalabilir fakat araştırılmamıştır. Literatürde ofis çalışanlarında üst ekstremitte egzersiz eğitimi ile anksiyete ve depresyon semptomlarının azaldığı bildirilmiştir [33]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin anksiyete ve depresyon üzerindeki etkisi araştırılarak literatürdeki çelişkinin netleştirilmesi amaçlanmaktadır

2.18. T2DM ve Gündüz Uykululuk Düzeyi

T2DM hastalığı gelişme riskine ve semptomlarına katkıda bulunan faktörlerden biri uykudur. Uygunun kalitesi ve süresi önemlidir. Gece gürültü ve ışık, çalışma saatleri, uyku saatinde azalma veya artma durumları uyku bozukluklarının nedenlerindendir. Günde 7-8

saatten daha kısa uyuyanlarda T2DM gelişme riski artmaktadır. Ayrıca uyku süresindeki kısıtlama insülin duyarlılığı ve glukoz atılımını azaltmaktadır. Bu sonuçlar T2DM hastalarında ve hastalık riski taşıyan kişilerde uykunun önemini göstermektedir [143]. Uyku kalitesi solunum fonksiyon bozukluklarının ve kardiyovasküler hastalık riskinin artışı neden olmaktadır [151]. T2DM hastalığı ve yüksek açlık plazma glukozu gündüz uykululuğuna ve uyku kalitesinde azalmaya neden olmaktadır [34]. T2DM hastalarında sağlıklılara göre gündüz uykululuğun arttığı ve hastaların yaklaşık %24'ünde gündüz uykululuğu (Epworth Uykululuk Ölçeği >10) bildirilmiştir [34].

Aerobik egzersiz kardiyopulmoner, metabolik ve bilişsel sağlığı geliştirerek uykululuk düzeyi ve uyku kalitesini iyileştirmektedir [35]. Uyku kalitesinin artışı ve gündüz uykululuğun azalması ile yorgunluk şiddeti azalır ve yaşam kalitesi artar [39]. Böylece bireyler daha dinç ve sağlıklı hissedebilirler. İnsomnia varlığında orta şiddette aerobik egzersiz eğitimi bireylerin gün içinde uykululuk düzeyinde azalmayla birlikte uyku kalitesini artırmaktadır [35]. Aerobik egzersiz eğitimi ile uyku süresi iyileşir, uykuya gecikme azalır böylece kaliteli bir uyku ile gündüz uykululuğu azalabilir [35]. T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi ile hastaların uyku kalitesi artarak gündüz uykululuk düzeyleri azalabilir. Fakat T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin gündüz uykululuk düzeyine etkisi bilinmemektedir. T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin uykululuk düzeyi üzerine etkisini inceleyen çalışmamızın sonuçları ile literatüre önemli bilgi katkısı sağlanacaktır.

2.19. T2DM ve Yaşam Kalitesi

T2DM erken teşhis ve tedavisinde birincil hedef yaşam kalitesidir [37]. T2DM'de yaşam kalitesi komplikasyonlar gelişmeye başladığında veya komorbiditeler varlığında kötüleşmektedir [37]. Koroner arter hastalığı, böbrek yetmezliği, körlük, mikro ve makro vasküler komplikasyonların kombinasyonu ve bazı cinsel işlev bozuklukları T2DM'de yaşam kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. T2DM'te yaygın olan obezite, hipertansiyon, dislipidemi, depresyon ve artrit de yaşam kalitesinde kötüleşmeye neden olan komorbiditelerdir [37]. Çalışmalarda T2DM hastalarının %17,8 ile %79'unda uyku bozukluğu tespit edilmiş ve uyku bozuklukları yaşam kalitesinin kötüleşmesine neden olmaktadır. Uyku bozukluğunu düzeltmeye yönelik müdahale ve uyku kalitesindeki artış yaşam kalitesinde artış sağlar [40]. T2DM'deki uyku bozuklukları yorgunluk şiddetinde

artışa ve yorgunluk da yaşam kalitesindeki azalmaya neden olmaktadır. Yorgunluk şiddeti arttıkça yaşam kalitesi azalmaktadır [39]. T2DM hastalarında psikolojik semptomlar varlığında yaşam kalitesi daha da kötüleşir. Hastaların deneyimlediği psikolojik semptomların ihmal edilmemesi ve bu semptomların yönetilmesi üzerinde uygun müdahaleler yaşam kalitesini artıracaktır [41].

T2DM hastalarında egzersiz eğitimi ile yaşam kalitesi artabilir. Bu hastalarda aerobik ve direnç egzersiz müdahaleleri yorgunluk gibi semptomları iyileştirir ve glisemik kontrolde artış sağlayarak yaşam kalitesini artırmaktadır [146]. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile yaşam kalitesi artabilir. Başka hastalık popülasyonlarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesini artırdığı bildirilmiştir [26]. T2DM hastalarında da üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile bireylerin yaşam kalitesi artabilir. Fakat literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesi üzerine etkisi hakkında bilgi bulunmamaktadır. Fakat literatürde pulmoner arter hipertansiyon hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile yaşam kalitesi artmıştır [26]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmamız ile literatürdeki eksikliğin giderilmesi amaçlanmaktadır.

Literatürde T2DM’de aerobik egzersiz eğitiminin çeşitli tiplerinin sağlığı geliştirdiği ve glisemik kontrolü artırdığına dair kanıtlar mevcuttur. Bu çalışmalar genellikle alt ekstremitteye yönelik yüksek şiddetli aralıklı aerobik egzersiz eğitimi planlamalarıdır [42]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrol artabilir ve sistemik inflamasyon azalabilir bu sayede solunum fonksiyonları iyileşebilir [4, 43-45]. Üst ekstremitte kasları kullanılarak yapılan egzersizler diyafragma yorgunluğu oluşturmadığı için dispne algısı azalabilir [46]. Ayrıca üst ekstremitte kaslarının hareketi diyafragma kasının aktivasyonunu sağlayarak solunum kas kuvvetini artırabilir [47]. Egzersiz eğitimi ile mikrovasküler iyileşme gerçekleşerek solunum kas enduransı artabilir [48]. Aerobik egzersiz eğitimi ile solunum fonksiyonlarındaki iyileşmenin yanı sıra kaslardaki mitokondrinin içeriği ve işlevi artarak egzersiz kapasitesi artabilir [49, 50]. Egzersiz eğitimi ile egzersiz kapasitesindeki artış [152], inflamasyondaki azalma [153] ve glisemik kontroldeki artış [146] kas yıkımını önleyerek kas protein sentezini destekler böylece periferik kas kuvveti artabilir. Mitokondriyal hacim ve enzim içeriğindeki artış oksidatif kapasiteyi artırarak istirahatte bile oksijen tüketimini artırabilir [51] böylece periferik kas oksijenasyonu artırabilir. Enerji metabolizmasındaki iyileşme bireylerin fiziksel

aktiviteden kaçınmasını önleyebilir ve üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile fiziksel aktivite seviyesi artabilir. İyilik halinin artması sonucunda psikolojik semptomlarda azalma, uyku ve yaşam kalitesinde artış meydana gelebilir.

T2DM hastalarında üst ekstremitteye yönelik planlanan aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonu, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uyukluluk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkisi bilinmemektedir. Literatürde farklı hastalık gruplarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yukarıda bahsedilen parametrelerinden solunum fonksiyonları [123], solunum kas kuvveti ve dispne [14, 16], egzersiz kapasitesi [51], fonksiyonel egzersiz kapasitesi [26], periferik kas kuvveti [20], fiziksel aktivite seviyesi [33], yorgunluk [29], depresyon, anksiyete [33] ve yaşam kalitesi [26] üzerine etkilerine dair çalışmalar mevcuttur. Omurilik yaralanmalı hastalarda yapılan bir çalışmada 12 haftalık üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile solunum fonksiyonlarında bir değişiklik bulunmamıştır [123]. Pulmoner arter hipertansiyonu hastalarında ve hematopoetik kök hücre nakli alıcılarında üst ekstremitte aerobik egzersizinin inspirasyon ve ekspirasyon kas kuvvetini artırdığı ve dispne algısını azalttığı gösterilmiştir [14, 16]. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi mitokondriyal oksidatif kapasiteyi artırarak oksijen tüketimini artırabilir [51]. Periferik arter hastalarında 12 haftalık üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası oksijen tüketiminde artış ve maksimal egzersiz kapasitesinde artış raporlanmıştır [135]. Pulmoner arter hipertansiyonu olan hastalarda yapılan başka bir çalışmada üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası fonksiyonel egzersiz kapasitesi ve yaşam kalitesi artmıştır [26]. Duchenne kas distrofili hastalarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile periferik kas kuvveti artmıştır [20]. Ofis çalışanlarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile fiziksel aktivite seviyesinde artış bulunmuştur [33]. Pulmoner arter hastaları ve multiple sklerozda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi dispne algısını ve yorgunluğu iyileştirmiştir [26, 29].

Literatürde çeşitli hastalıklarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin etkisi solunum fonksiyonlarını korumuş, oksijen tüketimini artırmış, egzersiz kapasitesini artırmış, dispne algısını azaltarak semptomları hafifletmiştir [26, 123]. İlave olarak yorgunluk semptomu azalmış [29], fiziksel aktivite seviyesi artmış [33], periferik kas kuvveti artmış [20], psikolojik semptomlar hafiflemiş [33] ve yaşam kalitesi artmıştır [26]. Ayrıca üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile metabolik sendrom parametreleri de iyileşmiştir [123]. Ancak T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonu, solunum

kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkileri bilinmemektedir.

Çalışmamızın amacı T2DM hastalarına uygulanan üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırmaktır.





3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışmaya Haziran 2024-Mayıs 2025 tarihleri arasında Pursaklar Devlet Hastanesi, Dahiliye Polikliniği tarafından Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesine rehabilitasyon için yönlendirilen T2DM tanılı takip edilen hastalar dahil edildi. Çalışma Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 03.10.2023 tarihinde kabul edildi (Araştırma Kod: 2023–1164). Çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi tarafından “Tip 2 Diyabet Hastalarında Üst Ekstremitte Aerobik Egzersiz Eğitiminin Egzersiz Kapasitesi Kas Oksijeni ve Fiziksel Aktivite Seviyesi Üzerine Etkileri” başlık ve “TDK-2023-9036” proje kodu ile 18.12.2023 tarihinde desteklenmiştir. Çalışma ClinicalTrials.gov veri tabanına kaydedildi (ClinicalTrial.gov ID: NCT06132334). Çalışmadaki tüm hastalara çalışmanın kapsamı ve amacı anlatılıp her bir katılımcı aydınlatılmış onam formu imzaladı (EK 2). Örneklem büyüklüğü G*Power v3.1 (Universitat Kiel, Almanya) programı kullanılarak kardiyopulmoner egzersiz testi ile değerlendirilen $VO_{2\text{zirve}}$ ’ye göre, %80 güç ve %5 tip 1 hata ile, Cohen F= 0.40 etki genişliğinde hesaplanarak üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ve kontrol gruplarına en az 20’şer hasta, toplamda en az 40 hasta olarak hesaplandı.

3.1.1. İşleme ölçütleri

- 18-65 yaş aralığında
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olan T2DM tanılı [154]
- Yürüyeabilen ve koopere olabilen hastalar dahil edildi.

3.1.2. Dışlama ölçütleri

- Bilinen bir akciğer hastalığı olan
- Vücut kütle indeksi 40 kg/m² üzerinde olan
- Egzersiz eğitimini engelleyecek ortopedik, nörolojik, psikolojik problemleri olan
- Son altı ay içerisinde herhangi bir kardiyak olay veya cerrahi geçirmiş olan
- Kontrol altına alınamayan hipertansiyonu olan
- Nefropati, retinopati ve şiddetli nöropati gibi diyabet komplikasyonu bulunan

- Son bir ay içerisinde pulmoner enfeksiyon geçirmiş olan
- Son 3 ay içerisinde planlı egzersiz programına katılmış olan
- Amerikan Spor Hekimliği Derneğine göre egzersiz testi ve eğitimine kontraendikasyonu olan hastalar çalışma dışı bırakıldı [155].

3.2. Çalışma Planı

Çalışma rastgelenmiş, kontrollü, üç kör (araştırmacılar, analizi yapan ve hasta), ileriye dönük olarak planlandı. Pursaklar Devlet Hastanesi, Dahiliye Polikliniği tarafından Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon ünitesine pulmoner rehabilitasyon için yönlendirilen T2DM tanısı ile takip edilen hastalar dahil edildi. Hastaların düzenli tıbbi muayene, takip tetkikleri, medikal ve diğer tedavileri yapıldı, hastalardan ek bir tetkik istenmedi. Hastaların değerlendirmeleri Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kardiyopulmoner Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalında, takipleri ve egzersiz eğitim programları ise Pursaklar Devlet Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon ünitesinde yapıldı. Hastaların demografik ve klinik bilgileri (düzenli takip edilen biyokimya, HbA1c, tiroid hormon kan tahlilleri) ve kullandığı ilaçlar tıbbi dosyalarından kaydedildi.

Yönlendirilen hastalar işleme ve dışlama ölçütlerine uygunluklarına göre rastgellendi ve eğitim ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrıldı. Eğitim grubuna 30-45 dk, 3 gün/hafta, 6 hafta üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi verildi. Kontrol grubu rutin medikal tedavisine devam etti herhangi bir egzersiz tedavisi verilmedi.

Hastaların tüm değerlendirmeleri iki günde tamamlandı. İlk gün hastaların demografik bilgileri ve klinik bulguları hastanın tıbbi dosyasından kaydedildi. Aynı gün solunum fonksiyonları spirometre, solunum kas kuvveti ağız basınç ölçüm cihazı, solunum kas enduransı artan eşik yükü solunum kas enduransı testi, periferik kas kuvveti taşınabilir el dinamometresi, üst ekstremité fonksiyonel egzersiz kapasitesi altı dakika “*pegboard ve ring*” testi (6-PBRT) ve 6-PBRT esnasında kas oksijenizasyonu deltoid kasına bağlanarak Moxy® monitör, günlük yaşam aktivitelerindeki nefes darlığı “*Modified Medical Research Council*” dispne ölçeği (mMRC) ve diyabet semptomları Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi ölçeği ile değerlendirildi. İkinci gün hastaların maksimal egzersiz kapasitesi kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET), KPET sırasında kas oksijenizasyonu quadriceps femoris kasına bağlanarak Moxy® monitör, yorgunluk Yorgunluk Şiddet ölçeği, anksiyete ve depresyon

Hastane Anksiyete ve Depresyon ölçeği, uykululuk düzeyi Epworth Uykululuk ölçeği ve yaşam kalitesi Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği ile değerlendirildi. Fiziksel aktivite monitörü hastalara dört gün takıldı.

3.2.1. Rastgellemenin gizlenmesi ve rastgelleme

Hastalar altılı blok rastgelleme yöntemi ile üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrıldı. Blok rastgelleme yapan “<https://www.sealedenvelope.com>” web sitesi blok rastgelleme için kullanıldı. Rastgele oluşturulmuş, 1’den 40’a kadar numaralandırılmış altılı blok dizi kodları çalışma yürütücüsü tarafından opak zarflara koyuldu. Blok rastgelleme kodlarının yer aldığı liste çalışmada araştırmacı olarak yer almayan başka bir kişiye verildi. Hastaların eğitim öncesi ilk değerlendirmesinin tamamlanması ile tedaviyi yürütecek olan alanında uzman fizyoterapist zarfların her birini çalışmaya katılan hasta sırasında göre açtı. Zarfta yazan kod araştırmacı olmayan bireye soruldu ve hastaların grupları belirlendi [156]. Hastaların yer aldığı gruplara ait eğitim programına başlandı.

3.2.2. Körlük

Çalışma üç kör olarak planlanan bir çalışmadır. Hastaların egzersiz eğitimi öncesi ve sonraki değerlendirmeleri çalışmada yer alan fizyoterapist tarafından, eğitim takipleri farklı bir araştırmacı fizyoterapist tarafından yapıldı. Hastaların değerlendirmelerini yapan araştırmacı rastgellemenin herhangi bir aşamasında bulunmuyordu ve hastaların bulunduğu grupları bilmeden tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeleri tamamladı. Her hastanın değerlendirme ve egzersiz eğitimleri farklı zamanlarda yapıldı bu sayede hastalar hangi grupta olduklarını bilmiyorlardı. Verilerin analizi için çalışma yöneticisi eğitim ve kontrol gruplarını kodladı ve ardından analiz edildi [156].

3.2.3. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi

Eğitim grubundaki hastalara sürekli üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi uygulandı. Eğitim grubunun iş yükü maksimum kalp hızının %60-80’ine karşılık gelen iş yükünde, dispne şiddeti Modifiye Borg (M. Borg) Ölçeği göre 3-4 puan, yorgunluk şiddeti 4-6 puan ve kol ergometresi 45-50 devir/dakika olarak ayarlandı. Egzersiz eğitiminin ilk 5 dakikası

ısınma fazı, sonraki 20-35 dakika submaksimal iş yükünde yükleme fazı ve son 5 dakikası da soğuma fazından oluşmuştur. Eğitim grubundaki hastalara kol ergometresi (Monark Rehab Trainer 881e, Vansbro, İsveç) ile fizyoterapist gözetiminde 30-45 dakika, haftada 3 gün, 6 hafta boyunca toplam 18 seans üst ekstremité submaksimal sürekli aerobik egzersiz eğitimi verildi. Eğitim iş yükü artışları eğitim kalp hızına uygun olacak şekilde 2,5-5 watt/hafta olarak artırıldı. Hastaların her egzersiz seansı öncesinde ve sonrasında kan glukoz ölçümü yapıldı. T2DM hastaları için Amerikan Spor Hekimliği Derneği egzersiz kılavuzuna uyarak >300 mg/dL kan glukozu olan hastalar o gün egzersize programına alınmadı [42]. Hastaların istirahat,yükleme esnasındaki maksimum seviyedeki ve egzersiz sonu kalp hızı, nefes darlığı ve yorgunluk algıları kaydedildi. Hastaların egzersiz eğitimine katılımları devamlılık için cesaretlendirildi, motive edildi ve seanslar günlük çizelge ile takip edilerek süreç yönetildi.

3.3. Değerlendirme

3.3.1. Bireylerin değerlendirmesi

Çalışmaya katılan hastaların demografik bilgileri (yaş, cinsiyet, meslek ve eğitim durum) kaydedildi. Hastaların boy (m) ve vücut ağırlığı (kg) değerleri kaydedildi. Vücut ağırlığı/boy² (kg/m²) formülü kullanılarak beden kütle indeksi (BKİ) hesaplandı. BKİ'ye göre; BKİ<18,5 kg/m² kaşektik, BKİ=18,5-24,9 kg/m² normal, BKİ=25,0-29,9 kg/m² aşırı kilolu ve BKİ≥30 kg/m² obez olarak sınıflandırıldı [157].

Hastaların hastalık hikayesi, özgeçmiş, soygeçmiş, kullandığı ilaçlar, egzersiz alışkanlığı bilgileri sorgulandı. Sigara kullanım bilgisi içiyor, bırakmış ve hiç içmemiş olarak kaydedildi ve sigara maruziyeti paketxyıl olarak hesaplandı. Hastaların pulmoner sağlık hikayesi sorgulanarak kaydedildi. Hastaların eğitim öncesi ve sonrası rutin biyokimya kan ve hormon (açlık kan glukozu, HbA1c, kreatin, total kolesterol, trigliserid, HDL, LDL, AST, ALT, TSH ve eGFR) sonuçları tıbbi dosyasından kaydedildi. Bu sonuçlardan HbA1c rutin olarak 3 aylık periyotlar ile takip edilmektedir. Bu sebeple HbA1c eğitim öncesi değerlendirme tarihinden sonraki üçüncü aydaki değeri egzersiz sonrası sonucu olmuştur. Diğer biyokimya kan ve hormon sonuçları ise egzersiz eğitiminin bitişini takiben tıbbi dosyasından kaydedilmiştir.

3.3.2. Vücut kompozisyon analizi

Tüm hastaların toplam vücut ağırlıkları, vücut yağı, vücut sıvısı, kas kütlesi, visseral yağ ve metabolizma hızı ölçümü biyoelektrik impedans yöntemi (Tanita BC 532, Tokyo, Japonya) ile gerçekleştirildi. Bu yöntem yüksek hızlı, düşük maliyetli ve invaziv olmayan bir yöntem olması nedeniyle klinik kullanımda sık tercih edilir [158]. Biyoelektrik impedans vücuda düşük doz ve farklı frekanslarda elektrik akımı verilerek vücut dokularının düşük dozdaki elektrik iletisine gösterdiği direnci ifade eder. Kemik ve yağ dokusunda elektriksel akım anında güçlü bir direnç ile karşılaşırken kas dokusu ve visseral organlar üzerinde iletim nispeten daha az dirençlidir [159]. Biyoelektrik impedans analizi ile gerçekleşen ölçümlerin güvenilirliği literatürde bildirilmiştir [160].

3.3.3. Kardiyovasküler hastalık risk değerlendirmesi

Kardiyovasküler olay riskini hesaplamak ve sınıflandırmak için SCORE-Türkiye (Systematic Coronary Risk Estimation) sınıflaması kullanıldı [161]. Yaş, cinsiyet, sigara içme, sistolik kan basıncı ve toplam kolesterol düzeyleri kullanılarak hastaların 10 yıllık toplam kardiyovasküler mortalite riski hesaplanmaktadır. On yıllık kardiyovasküler hastalık riski $>10\%$ olanlar çok riskli, $5\%-10\%$ olanlar yüksek riskli, $1\%-5\%$ olanlar orta riskli ve $<1\%$ olanlar düşük riskli hasta grubunu temsil etmektedir [162].

3.3.4. Solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesi

Solunum fonksiyon testi spirometre (Vmax 220 SensorMedics Corporation, Yorba Linda, CA) ile Amerikan Toraks Derneği (ATS) ve Avrupa Solunum Derneği (ERS) ölçütlerine göre yapıldı ve dinamik akciğer hacimleri ölçüldü. Değerlendirme sonuç parametreleri olarak zorlu vital kapasite (FVC), birinci saniye zorlu ekspiratuar volüm (FEV_1), FEV_1/FVC , zorlu ekspiratuar volümün $25\%-75\%$ akım hızı (FEF_{25-75}), tepe akım hızı (PEF) kaydedildi. Ölçümler hasta oturma pozisyonunda iken yapıldı ve 95% uyum gösteren üç manevra arasından en iyi sonuç analiz için kaydedildi. Solunum fonksiyon parametreleri litre (L) cinsinden kaydedildi. Test değişkenleri olan yaş, boy, vücut ağırlığı ve cinsiyete göre beklenen değerlerin yüzdesi hesaplandı [163, 164].

3.3.5. Solunum kas kuvvetinin değerlendirmesi

Solunum kas kuvveti değerlendirmesi ATS/ERS ölçütlerine göre, elektronik ağız basınç ölçüm cihazı (Micro Medical MicroRPM, İngiltere) ile değerlendirildi [165]. Klinikte çoğunlukla solunum kaslarının istemli ölçümleri olan MIP ve MEP ölçümü kullanılır. Maksimum inspiratuar basınç ölçümünde hastalardan maksimum bir ekspirasyondan sonra rezidüel hacimden hızlı ve derin bir inspirasyon yapmaları istendi. Maksimum ekspiratuar basınç için ise hastalardan maksimum inspirasyondan sonra total akciğer kapasitesinden hızlı ve derin ekspirasyon yapması istendi. Hastalar test sırasında sandalyeye oturtuldu ve burun klipsi ile burunları kapatıldı ve sözel olarak cesaretlendirildi. Ölçümler en az 7 ölçüme kadar tekrarlandı ve sonuçlar cmH₂O cinsinden kaydedildi. Ardışık ölçümler arasında 5 cmH₂O veya %5'ten az fark olana kadar tekrarlandı. Ölçümler arasında en yüksek olan değer analiz edildi. MIP ve MEP değerlerinin yaşı ve cinsiyete göre beklenen değerleri yüzde olarak ifade edildi ve analiz edildi [166]. Solunum kas zayıflığının tespiti için Lista-Paz ve arkadaşlarından kesme değerleri kullanıldı [166]. Kadın ve erkeklerde sırasıyla inspiratuar kas zayıflığı için MIP<62 cmH₂O ve MIP<83 cmH₂O, ekspiratuar kas zayıflığı için belirlenmiş kesme değerleri ise kadın ve erkeklerde sırasıyla MEP<81 cmH₂O ve MEP<109 cmH₂O'dur [166].

Kadınlarda MIP ve MEP için beklenen değer hesaplaması:

$$\text{MIP} = 61,48 + (0,66 \times \text{yaşı}) + (1,55 \times \text{BKİ}) - (0,01 \times \text{yaşı}^2)$$

$$\text{MEP} = 74,75 + (1,67 \times \text{yaşı}) + (1,75 \times \text{BKİ}) - (0,02 \times \text{yaşı}^2)$$

Erkeklerde MIP ve MEP için beklenen değer hesaplaması:

$$\text{MIP} = 98,60 + (1,18 \times \text{yaşı}) + (0,76 \times \text{BKİ}) - (0,02 \times \text{yaşı}^2)$$

$$\text{MEP} = 58,11 + (3,71 \times \text{yaşı}) + (2,64 \times \text{BKİ}) - (0,04 \times \text{yaşı}^2)$$

3.3.6. Solunum kas enduransının değerlendirmesi

Solunum kas enduransı değerlendirmesi artan eşıık yükünde solunum kas endurans testi ile, solunum kas eğitim cihazı POWERbreathe Wellness (POWERbreathe, IMT Technologies

Ltd., Birmingham, İngiltere) kullanılarak yapıldı. Hastalar test için bir sandalyede dik bir şekilde oturtuldu ve burun mandalla kapatıldı. Test MIP'in %20'sine karşılık gelen basınçta başlatıldı ve her iki dakikada bir MIP'in %20'si kadar artırılarak devam ettirildi. Basınç değişikliği esnasında hastalardan cihazı ağızlarından çıkarmamaları istendi. Hastalar cihazın içinden derin nefes alıp verdi ve hastalara devam edebildiği kadar teste devam etmeleri gerektiği anlatıldı. Test öncesi ve sonrası oksijen saturasyonu (pulse oksimetre, Nonin® Onyx Vantage 9590, Minnesota, ABD), kalp hızı (kalp hızı monitörü, Polar® FT I00, Çin), kan basıncı (sfigmomanometre, Erka® Perfect Aneroid, Almanya) ve nefes darlığı (M. Borg ölçeği) ölçüldü. Her basınç artışından önce de ölçümler gerçekleştirildi. Test hastanın isteğine bağlı (aşırı nefes darlığı, şiddetli yorgunluk durumunda) veya fizyoterapist tarafından (3 ardışık derin nefes alamadığı durumda) sonlandırıldı. En az bir dakika boyunca sürdürebildiği en yüksek basınç değeri ve geçen süre kaydedildi ve çarpılarak solunum kas endurans değeri $\text{cmH}_2\text{O} \times \text{sn}$ cinsinden analize dahil edildi [167].

3.3.7. Maksimal egzersiz kapasitesinin değerlendirilmesi

Maksimal egzersiz kapasitesi laboratuvar testi olan KPET ile değerlendirildi. Test koşu bandı (Trackmaster®, 3017 Full Vision, Newton, Ks ABD) üzerinde “*breath by breath*” yöntemi ile yapıldı, ölçümler için ergospirometre (Cosmed Quark CPET®, Roma, İtalya) kullanıldı. Test esnasında hastaların elektrokardiyografik değerlendirmesi 12 derivasyonlu elektrokardiyografi sistemi (Cosmed® C12x/T12x) ile yapıldı. Cihazın her bir testten önce volüm, hava ve gaz kalibrasyonları yapıldı. Test 3 dakika ısınma, sonra yükleme ve 3 dakika soğuma periyodundan oluştu. Isınma periyodunda hastaların istirahat verileri cihaz tarafından kaydedildi. Yükleme sırasında her bir dakikada bir hız 1 km/sa ve eğim %1 artırılarak iş yükü artırıldı. Hastalar şunları sağladığında yükleme periyodu sona erdirildi ve soğuma periyoduna geçildi: Maksimal kalp hızına ulaşıldığında, kalp hızı rezervi 15 atım/dk'dan az olduğunda ve solunum değişim oranı (RER) 1.1'in üzerine çıktığında. Test esnasında alanında uzman bir fizyoterapist bilgisayar monitöründen bu verileri takip etti. Alanında uzman başka bir fizyoterapist ise hastanın sistolik kan basıncı (SKB) ve diyastolik kan basıncı (DKB), dispne, yorgunluk ve bacak yorgunluğunu kaydetti. Hastanın KPET öncesi istirahat, test esnasında her 3 dakikada bir, test bitiminde ve birinci dakikadaki toparlanma sırasında sfigmomanometre (Erka® Perfect Aneroid, Almanya) ile kan basıncı ve M. Borg ölçeğine göre nefes darlığı, yorgunluk ve quadriceps femoris kas yorgunluğu kaydedildi. Kan glukozu (Contour® Plus, İsviçre) istirahat ve test sonrası ölçüldü ve

kaydedildi. Beta bloker grubu ilaç kullanan hastaların maksimal kalp hızının hesaplanmasında $119 + (\text{istirahat kalp hızı}/2) - (\text{yaş}/2)$ formülü kullanıldı [168]. Test esnasında ATS ve Amerikan Klinik Eczacılık Koleji'nin belirlediği ölçütlere göre nefes darlığı, yorgunluk, göğüs ağrısı, baş dönmesi, kladikasyon, elektrokardiyografide iskemik bulgular ve hastanın testi bitirmek istemesi semptomlarından birinin varlığında test sonlandırıldı [169].

T2DM hastalarının istirahat, anaerobik eşik ve maksimal test esnasındaki RER (solunum değişim oranı), VO_2 (oksijen tüketimi, ml/dk), $\text{VO}_{2\text{kg}}$ (kg başına oksijen tüketim, ml/dk/kg), VCO_2 (karbondioksit üretimi, ml/dk), HR (kalp hızı, atım/dk), HRR (kalp hızı rezervi, l/dk), VO_2HR (oksijen nabızı, ml), VE (dakika ventilasyonu, l/dk), SpO_2 (satürasyon, %), VE/VCO_2 (ventilasyonun karbondioksite oranı), VE/VO_2 (ventilasyonun oksijene oranı), solunum frekansı (soluk/dk), MET (metabolik eşdeğer), tidal volüm (L), PETO_2 (soluk sonu oksijen, mmHg), PETCO_2 (soluk sonu karbondioksit, mmHg) değerleri kaydedildi ve analize dahil edildi. Hastaların beklenen maksimal değerlere göre yüzde değerleri olarak $\%\text{VO}_2$ (oksijen tüketimi yüzdesi), $\%\text{VO}_{2\text{kg}}$ (kilogram başına oksijen tüketimi yüzdesi), $\%\text{ATVO}_{2\text{max}}$ (anaerobik eşik oksijen alımı yüzdesi), $\%\text{ATVO}_{2\text{beklenen}}$, $\%\text{HR}$ (kalp hızı yüzdesi), $\%\text{O}_2\text{HR}$ (oksijen nabızı yüzdesi), $\%\text{SR}$ (solunum rezervi); anaerobik eşik ve maksimaldeki hız (km/s) ve eğim (%) değerleri de kaydedildi ve analize dahil edildi.

3.3.8. Üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesinin değerlendirilmesi

Üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi altı dakika 6-PBRT ile değerlendirildi. Celli ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu test KOAH hastalarında üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesinin değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir olduğu gösterilmiştir [170, 171]. Test için yatay düzlemde 10 cm'lik aralar ile 6 delik açılmış ve deliklerin 20 cm altına denk gelecek şekilde 6 delik daha bulunan tahta düzenek kullanıldı. Hastaların omuz genişliğinde olacak şekilde iki üst ve iki alt taraftaki deliklere toplam 4 adet tahta çubuk yerleştirildi. On iki gram ağırlığında olan 10'ar adet halka, alt çubuklara yerleştirildi. Hastaların kol uzunluğuna göre sandalye ve tahta arası mesafe ayarlandı. Hastalar sağ ve sol ellerini aynı anda kullanarak önce alt çubuktaki halkaları üst çubuğa taşıdılar. Tüm halkaların taşınması tamamlanınca üst çubuktaki halkaları sağ ve sol el aynı olacak şekilde birer birer alt çubuğa taşıdılar. Hastalardan altı dakika boyunca taşıyabilecekleri kadar çok halkayı bu şekilde taşımaları istendi. Bu esnada düşen halkalara müdahale etmemeleri ve

teste devam etmeleri bildirildi. Hastalara test esnasında teste devam edemeyecek nefes darlığı, yorgunluk, göğüs ağrısı ve baş dönmesi olması durumunda durabilecekleri ama geçen bu sürenin teste dahil edildiği bildirildi [171].

Hastaların kalp hızı (Polar® FT I00, Çin), oksijen satürasyonu (Nonin® Onyx Vantage 9590, ABD), kan basıncı (Erka® Perfect Aneroid, Almanya), solunum frekansı, dispne, yorgunluk ve kol yorgunluğu (M. Borg ölçeği) istirahat, test sonrası ve 1. dakikadaki toparlanma esnasında ölçüldü ve kaydedildi [172]. Kan glukozu (Contour® Plus, İsviçre) istirahat ve test sonrası ölçüldü ve kaydedildi.

Hastaların altı dakika boyunca taşıdıkları toplam halka sayısı kaydedildi. Test aynı gün içinde iki kez uygulandı. Testler arasında hasta 30 dakika dinlendirildi. Bu iki testten en yüksek halka sayısına ait test analize dahil edildi. Beklenen 6-PBRT halka sayısı formülü için Lima ve arkadaşları tarafından belirlenen formül kullanıldı [173].

Beklenen 6-PBRT halka sayısı = $676,34 - (4,223 \times \text{yaş})$

3.3.9. Periferik kas kuvvetinin değerlendirilmesi

Üst ve alt ekstremité izometrik kas kuvveti taşınabilir el dinamometresi (JTECH® Power Track Commander, Baltimore, ABD) kullanılarak “break” test ile değerlendirildi. Kol 90° abduksiyonda iken omuz abduksiyon kas kuvveti ve desteksiz dik oturma pozisyonunda iken diz 90° ekstansiyonda diz ekstansiyon kas kuvveti ölçümü yapıldı. Her bir ölçüm her iki tarafta üçer defa tekrarlandı ve sonuçlar Newton (N) cinsinden kaydedildi. Ölçümlerden en yüksek değer istatistiksel analiz için kullanıldı. Bohannon ve arkadaşlarının referans eşitliği kullanılarak T2DM hastalarının periferik kas kuvvetinin yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığına göre beklenen değerleri hesaplandı. Ölçüm değerleri beklenen değer yüzdesi olarak verildi [174].

Omuz abduksiyonu baskın olmayan kol = $165,16 - 74,9 \times (\text{cinsiyet}) - 0,91 \times (\text{yaş}) + 0,126 \times (\text{vücut ağırlığı})$

Omuz abduksiyonu baskın kol = $178,9 - 77,1 \times (\text{cinsiyet}) - 1,128 \times (\text{yaş}) + 0,134 \times (\text{vücut ağırlığı})$

Diz ekstansiyonu baskın olmayan bacak = $480,7 - 95x(\text{cinsiyet}) - 4,868x(\text{yaş}) + 0,31x(\text{vücut ağırlığı})$

Diz ekstansiyonu baskın bacak = $465,22 - 84,7x(\text{cinsiyet}) - 4,803x(\text{yaş}) + 0,325x(\text{vücut ağırlığı})$

(Cinsiyet: 0; erkek / 1; kadın), (Vücut ağırlığı: Newton), (Yaş: yıl)

3.3.10. Kas oksijenizasyonunun değerlendirilmesi

T2DM hastalarının kas oksijenizasyon değerlendirmesi yakın kızılötesi spektroskopi (NIRS) cihazı olan “Moxy®” monitör (Moxy®, Fortiori Design LLC, Minnesota, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Cihaz, temas ettiği noktanın altındaki kas kılcal damarlarında lokal oksijen satürasyonu (SmO_2) ve toplam hemoglobinin (THb) ölçümünde kullanılır. Deri üzerine yerleştirilir, hafif ve küçük bir cihazdır. Moxy® monitör dört ışık yayan diyottan doku altına ışık dalgalarını sırayla gönderir. Gönderilen ışıkların geri dönen dağınık miktarını 12,5 ve 25 mm aralıklarla yerleştirilmiş iki detektörden kaydeder. Gönderilen ışığın çapı 1 mm’den fazla olan mikro damarlarda hepsinin emilmesi beklenir. Geri yansımış olan ışığın çoğunun kılcal damarlardan geldiği ve sonuç ölçümlerini göreceli bir şekilde kasların oksijen ihtiyacını yansıttığı varsayılır [175]. Cihazın güvenilirlik ve geçerliliği kanıtlanmıştır [175, 176].

T2DM hastalarında kas oksijenasyonu KPET ve 6-PBRT sırasında “Moxy®” monitör cihazı ile değerlendirilmiştir. KPET sırasında quadriceps femoris kasının 1/3 alt motor noktasına, 6-PBRT değerlendirmesi sırasında ise baskın kolda deltoid kasına cihaz sabitlenerek ölçümler yapıldı. Cihazın istirahat ölçümleri ve kas oksijen satürasyonu sinyalinin stabilize olması için test öncesi en az 3 dakika beklendi. İstirahat esnasındaki SmO_2 ($\text{SmO}_{2\text{istirahat}}$) ve total hemoglobinin ($\text{THb}_{\text{istirahat}}$), test sonrası birinci dakika toparlanma esnasındaki SmO_2 , SmO_2 ortalama ($\text{SmO}_{2\text{ort}}$) ve THb ölçüm sonuçları kaydedildi. Testler sırasında ölçülen SmO_2 , $\text{SmO}_{2\text{ort}}$, THb ölçümünün minimum, maksimum ve fark verileri ($\text{SmO}_{2\text{min}}$, $\text{SmO}_{2\text{max}}$, ΔSmO_2 , $\text{SmO}_{2\text{ort-min}}$, $\text{SmO}_{2\text{ort-max}}$, $\Delta\text{SmO}_{2\text{ort}}$, THb_{min} , THb_{max} , ΔTHb) kaydedildi ve analize dahil edildi. Verilerden SmO_2 yüzde (%), THb ise g/dl cinsinden verildi [176].

3.3.11. Fiziksel aktivite seviyesinin değerlendirmesi

Fiziksel aktivite seviyesi değerlendirmesi için çok sensörlü metabolik holter cihazı (Sensewear®, BodyMedia®, Inc Pittsburgh, ABD) kullanıldı [177]. Cihazı takan bireylerin üç boyutlu hareketleri, vücut sıcaklığı, ısı akışı ve galvanik deri cevabı cihaz tarafından llr, sensörlerden gelen sinyaller aracılığıyla aktarılan verilerden enerji tüketimi hesaplanır. Bu çalışmada cihaz hastaların baskın olmayan kolunun triseps brachii kası üzerine elastik bant ile takıldı ve ardışık dört gün boyunca takması istendi [178]. Cihazın sadece banyo yaparken çıkarılması ve sonrasında geri takmaları gerektiği ifade edildi. Cihazın lm sonucu verdiği parametreler toplam enerji harcaması (joule/gün), 3 MET’ten daha fazla yapılan aktif enerji harcaması (joule/gün), fiziksel aktivite süresi (dk/gün), adım sayısı (adım/gün), ortalama MET (MET/gün), yatarak geçen süre (dk/gün) ve uyku süresi (dk/gün) idi. Veriler “*BodyMedia SenseWear® 7.0 Software*” programı ile analiz edildi [179, 180].

Bireylerin fiziksel aktivite seviyesi adım sayısına göre <5000 adım/gün: inaktif, 5000-7499 adım/gün: az aktif, 7500-9999 adım/gün: biraz aktif, 10000-12499 adım/gün: aktif ve ≥ 12500 adım/gün çok aktif olarak ifade edildi [181]. Bireylerin MET’e göre fiziksel aktivite seviyesi <1,5 MET: inaktif, 1,5–2,9 MET: az aktif, 3,0–5,9 MET: orta aktif ve ≥ 6 MET: Çok aktif olarak kategorize edildi [182].

3.3.12. Nefes darlığı ve yorgunluk algısının değerlendirmesi

Katılımcıların algıladıkları istirahat ve aktivite sırasındaki nefes darlığı ve yorgunluk şiddeti M. Borg lği ile değerlendirildi [172]. Bu le göre nefes darlığı ve yorgunluk 0-10 arasında puanlanmaktadır. Nefes darlığı ve yorgunluk için 0 puan “hiç yok” ve 10 puan ise “ok şiddetli” olarak puanlanmaktadır.

Günlük yaşam aktivitelerindeki nefes darlığı algısının değerlendirilmesi için mMRC kullanıldı. lek 0 ile 4 arasında puanlanmaktadır. Puanlaması nefes darlığı 0 (ok şiddetli egzersizde nefes darlığı var); 4 (nefes darlığı sebebiyle dışarı çıkamıyor veya giyinip soyunurken nefes darlığı oluyor) şeklinedir [183, 184]

3.3.13. Diyabet semptomlarının değerdendirilmesi

Diyabet semptomları Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi (DSC-R) ile (ICC= 0,75-0,85) değerdendirildi. Ölçek Groontenhuis ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olup Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Terkes ve Bektaş tarafından yapılmıştır [185, 186]. Ölçek T2DM hastalığı ve komplikasyonları ile ilgili semptomlar ve algılanan yükü hakkında bilgi vermektedir. Ölçek 33 maddeden oluşmuştur ve hipoglisemi, hiperglisemi, kardiyojoloji, oftalmoloji, psikoloji ve nöroloji olmak üzere altı alt ölçeğı içermektedir. Ölçeğın her bir maddesi 0 ile 5 arasında puanlanmaktadır. T2DM’li birey ilgili semptomu yaşadığını düşünüyorsa “evet” cevabını verir ve bir sonraki aşama olarak 1 ile 5 arasında semptomun algılanan rahatsızlık düzeyini seçer. Eğer hasta semptom olmadığını düşünüyorsa “0” olarak puanlar. Yüksek puanlar artmış semptom yüküne işaret etmektedir.

3.3.14. Yorgunluk şiddetinin değerdendirilmesi

Yorgunluk şiddet değerdendirilmesi Yorgunluk Şiddet Ölçeğı (YŞÖ) Türkçe uyarlaması (ICC= 0,81) ile değerdendirildi [187]. Ölçekte yorgunluk şiddetini belirlemeye yönelik dokuz madde bulunmaktadır. Her bir madde 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 7 (kesinlikle katılıyorum) arasında puanlanmaktadır. Ölçekten alınan toplam puanın 36 puan ve üzeri olması şiddetli yorgunluğu göstermektedir [187].

3.3.15. Anksiyete ve depresyon düzeyinin değerdendirilmesi

Anksiyete ve depresyon düzeyinin değerdendirilmesi Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeğının (HADS) Türkçe uyarlaması ile değerdendirildi [188]. Ölçek 7’si anksiyete ve 7’si depresyon düzeyini belirleyen toplam 14 sorudan oluşur. Her bir madde 0-3 puan arasında puanlanır. Anksiyete ve depresyon düzeyleri ayrı ayrı toplam 0-21 arasında puanlanır. Her bir parametrede 0-7 puan normal düzeyi, 8-10 puan duygu durumunda muhtemel bozulmayı ve ≥ 11 puan duygu durum bozukluğunu ifade etmektedir [188, 189].

3.3.16. Gündüz uykululuk düzeyinin değerdendirilmesi

Uykululuk düzeyi Epworth Uykululuk Ölçeğı (EUÖ) ile (ICC= 0,86) değerdendirildi. Bireylerin gün içerisinde uykululuk düzeyini değerdendirmek için tasarlanmış bir ölçektir. Türkçe güvenilirlik geçerlilik Ağargün ve ark. tarafından yapılmıştır [190]. Ölçek tipik

günlük durumları değerlendiren toplam 8 maddeden oluşmaktadır. Her madde 0-3 arasında puanlanmaktadır. Toplam puan 0-24 arasındadır. Normal uyku eğilimi için 0-10 puan aralığı kabul edilmektedir [191].

3.3.17. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi

Yaşam kalitesi Diyabet Yaşam Kalitesi Ölçeği'nin (DQOL) Türkçe uyarlaması (ICC=0,98) ile değerlendirildi [192]. Ölçek tedaviden memnuniyet (DQOL-A), tedavinin psikolojik etkisi (DQOL-B), hastalığın gelecekteki seyrinin etkileri hakkında duyulan kaygı/endişe (DQOL-C), sosyal ve mesleki kaygı/endişe (DQOL-D) şeklinde olan dört alt başlıktan oluşmaktadır. Tüm maddeler 1-5 puan arası puanlanmaktadır. Toplam puan önce 100 ile çarpılmaktadır; sonra madde sayısı ile 5'in çarpımı olan sayıya bölünmektedir. Çıkan sonuç 1,25 ile çarpılır ve sonuçtan 25 çıkarılarak 100 üzerinden bir puan elde edilir. Puanın yüksek olması yaşam kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir [192].

3.4. İstatistiksel Analiz

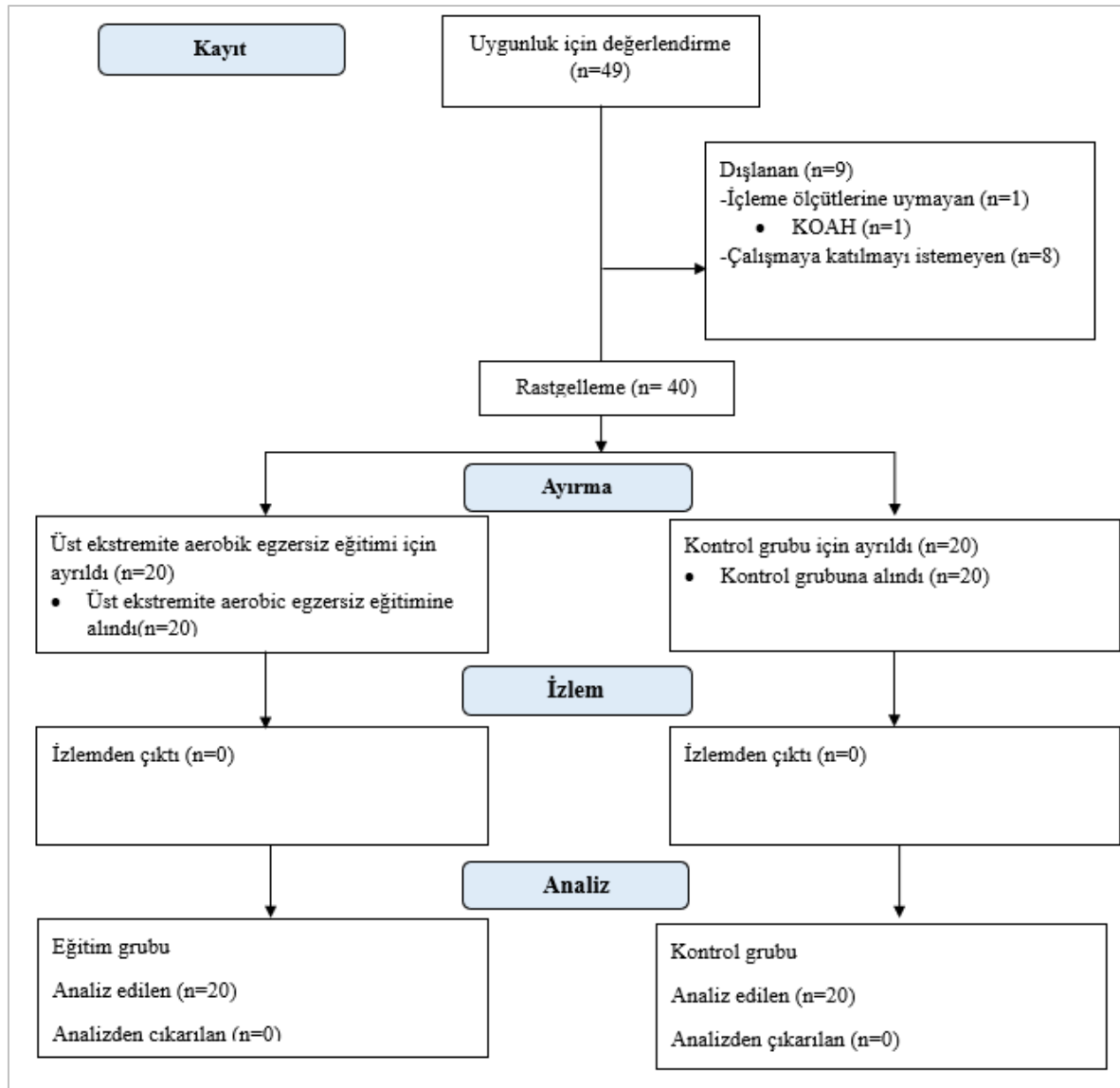
İstatistiksel Analiz için Windows tabanlı SPSS 25.0 (SPSS Inc. Chicago, ABD) analiz programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntem olarak “Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilké testleri kullanılarak incelendi. Tanımlayıcı analiz olarak normal dağılıma uyan değişkenlerde ortalama ve standart sapma, normal dağılıma uymayan değişkenlerde ortanca ve çeyrekler arası aralık (IQR), kategorik değişkenler için ise sayı ve yüzde (%) değeri kullanılarak verildi. Tedavi öncesi eğitim ve kontrol grubunun karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan değişkenler için bağımsız örneklem t testi (Student t testi), normal dağılıma uymayan değişkenler için Mann-Whitney U testi, kategorik değişkenler için ise Ki-kare kullanıldı. Değerlendirme parametrelerinde toplanamayan kayıp verilerden kaynaklı yanlılığı en aza indirmek için “*Intention to treat analizi*” (tedavi amaçlı analiz) yapıldı. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ve kontrol gruplarının solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal ve fonksiyonel egzersiz kapasite testi parametreleri, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, uyku düzeni, depresyon, anksiyete ve yaşam kalitesini gruplar arası karşılaştırmak için iki yönlü ANCOVA testi kullanıldı. Post-hoc karşılaştırmalar için syntx yazıldı ve Bonferonni testi kullanılarak yapıldı. İstatistiksel analizde yanılma olasılığı $p < 0,05$ idi.

Yanılma olasılığının $p=0,05-0,06$ arasında olması istatistiksel anlamlılığa yakın olarak kabul edildi. Çalışmanın sonucunda G*Power (Version 3.1.9.2) paket programı ile iki grubun $VO_{2\text{zirve}}$, 6-PBRT halka sayısı, ortalama MET ve adım sayısı değerleri kullanılarak çalışmanın gücü hesaplandı.



4. BULGULAR

Çalışmaya Pursaklar Devlet Hastanesi, Dahiliye Polikliniği tarafından T2DM tanılı takip edilen 49 hasta Pursaklar Devlet Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon ünitesine rehabilitasyon için yönlendirildi. Bir hasta işleme ölçütlerine uymadı ve 8 hasta çalışmaya katılmak istemedi. Çalışmaya 40 hasta dahil edildi. Hastalar eğitim ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrıldı. Çalışmanın “CONSORT” akış şeması Şekil 4.1’de yer almaktadır.



Şekil 4.1. Çalışma “CONSORT” akış şeması

Üst ekstremiteler için aerobik egzersiz (ÜEAE) eğitimi ve kontrol gruplarındaki T2DM hastalarının yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağı, vücut sıvısı, kas kütlesi, visseral yağı, bazal metabolizma hızı ve beden kütle indeksi istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.1).

Grupların beden kütle indeks sınıflamaları da istatistiksel olarak benzerdi ($p=0,259$, Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının demografik özelliklerinin karşılaştırılması

Özellikler	Eğitim grubu (n=20)	Kontrol grubu (n=20)	Ort. fark %95CI	p
	X±SS / n (%)	X±SS / n (%)		
Yaş (yıl)	58,85±6,72	51,90±9,58	-6,95 (-10,24-0,35)	0,066
Boy uzunluğu (cm)	1,65±0,07	1,66±0,07	0,01 (-0,03-0,05)	0,627
Vücut ağırlığı (kg)	86,70±10,67	81,52±11,99	-5,18 (-12,44-2,09)	0,158
Vücut yağı (%)	36,02±9,74	32,71±9,93	-3,30 (-9,60-2,99)	0,295
Vücut sıvısı (%)	45,82±6,64	47,69±6,54	1,87 (-2,34-6,09)	0,374
Kas kütlesi (kg)	52,62±6,32	51,61±7,32	2,16 (-5,39-3,37)	0,643
Visseral yağı (kg)	13,55±2,50	11,80±4,03	-1,75 (-3,90-0,40)	0,107
Bazal metabolizma hızı (kcal)	1672,10±192,64	1639,990±217,54	-32,20 (-163,73-99,33)	0,623
Beden kütle indeksi (kg/m ²)	31,91±4,63	29,67±4,55	-2,23 (-5,17-0,70)	0,132
Kaşektik (<18,5 kg/m ²)	0 (%0)	0 (%0)	-	
Normal kilolu (18,6-24,9 kg/m ²)	1 (%5)	5 (%25)	-	
Fazla kilolu (25,0-29,9 kg/m ²)	6 (%30)	6 (%30)	-	
Obez 1 derece (30,0-34,9 kg/m ²)	8 (%40)	7 (%35)	-	0,259
Obez 2 derece (35,0-39,9 kg/m ²)	5 (%25)	2 (%10)	-	

cm: Santimetre, kg: Kilogram, m²: metrekaare, %: Yüzde, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Pearson ki kare testi, Bağımsız örneklem t testi, * $p<0,05$

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının cinsiyet dağılımları istatistiksel olarak benzerdi ($p=0,525$, Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarındaki hastaların cinsiyet dağılımlarının karşılaştırılması

	Eğitim grubu		Kontrol grubu		p
	n	%	n	%	
Kadın	12	60	10	50	0,525
Erkek	8	40	10	50	

%: Yüzde, Pearson ki-kare testi, * $p<0,05$

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının sigara öyküleri istatistiksel olarak benzerdi ($p=0,078$, Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının sigara öykülerinin karşılaştırılması

	Eğitim grubu		Kontrol grubu		p
	n	%	n	%	
Hiç içmemiş	15	75	9	45	0,078
Bırakmış	3	15	3	15	
Halen içiyor	2	10	8	40	

Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının sigara kullanım miktarları istatistiksel olarak benzerdi (p=0,070, Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının sigara kullanım miktarlarının karşılaştırılması

	Eğitim grubu	Kontrol grubu	Ort. fark%95CI	p
	X±SS	X±SS		
Sigara kullanım miktarı (paket×yıl)	14,00±8,22	23,65±9,21	9,65 (-0,90-20,20)	0,070

X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının egzersiz alışkanlıkları istatistiksel olarak benzerdi (p=1,000, Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının egzersiz alışkanlıklarının karşılaştırılması

	Eğitim grubu		Kontrol grubu		p
	n	%	n	%	
Egzersiz yapıyor	3	15	4	20	1,000
Egzersiz yapmıyor	17	85	16	80	

Fisher's kesin ki-kare testi*p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının hastalık süresi istatistiksel olarak benzerdi (p=0,827, Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının hastalık süresinin karşılaştırılması

	Eğitim grubu	Kontrol grubu	U	p
	Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
Hastalık süresi (yıl)	7,50 (2,00-15,00)	7,50 (2,00-15,00)	192	0,827

Mann-Whitney U test, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının T2DM tedavisi için ilaç kullanım oranları istatistiksel olarak benzerdi (p=0,282, Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının T2DM tedavisi için ilaç kullanım oranlarının karşılaştırılması

	Eğitim grubu	Kontrol grubu	p
	n (%)	n (%)	
Oral antidiyabetik	17 (%85)	13 (%65)	0,282
İnsülin	1 (%5)	1 (%5)	
İnsülin ve oral antidiyabetik	2 (%10)	6 (%30)	

Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının eğitim öncesi belirti ve bulgularının oranları istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Eğitim öncesi ÜEAE ve kontrol gruplarındaki hastalarda görülen belirti ve bulgu oranlarının karşılaştırılması

	Eğitim grubu		Kontrol grubu		p
	n	%	n	%	
İstirahatte nefes darlığı (var/yok)	0/20	0/100	2/18	10/90	0,487
Eforla nefes darlığı (var/yok)	14/6	70/30	13/7	65/35	0,736
Öksürük (var/yok)	5/15	25/75	3/17	15/75	0,695
Ortopne (var/yok)	2/18	10/90	1/19	5/95	1,000
Balgam (var/yok)	3/17	15/85	3/17	15/85	1,000
Gece terlemesi (var/yok)	0/20	0/100	3/17	15/85	0,231

Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının öncesi SCORE sınıflandırmasına göre istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.9)

Çizelge 4.9. Eğitim öncesi ÜEAE ve kontrol gruplarındaki hastalarda SCORE sınıflandırması karşılaştırılması

	Eğitim grubu		Kontrol grubu		p
	n	%	n	%	
Çok yüksek riskli (>%10)	13	65	10	50	0,601
Yüksek riskli (%5-10)	6	30	8	40	
Orta riskli (%1-5)	1	5	2	10	
Düşük riskli (<%1)	0	0	0	0	

Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının eğitim öncesi kan biyokimya analiz sonuçları istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının kan biyokimya sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark%95CI/U	p
	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik) / n (%)	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik) / n (%)		
Açlık glukozu (mg/dL)	128,85±27,81	126,70±20,87	-2,15 (-17,89-133,59)	0,784
HbA1c (%)	7,40 (6,75-8,20)	7,40 (6,70-7,95)	182,00	0,626
Kreatin (mg/dL)	0,81 (0,64-0,93)	0,82 (0,75-0,89)	174,00	0,482
Total kolesterol (mg/dL)	205,95±45,99	200,19±52,76	-5,76 (-37,45-25,92)	0,715
Trigliserid (mg/dL)	188,50 (98,00-246,50)	127,50 (88,75-179,00)	153,00	0,208
HDL (mg/dL)	49,20±11,14	49,46±17,03	0,26 (-8,94-9,47)	0,954
LDL (mg/dL)	120,95±29,90	123,95±29,90	3,43 (-19,48-26,34)	0,764
ALT (U/L)	19,00 (14,50-29,00)	22,00 (17,00-33,50)	159,50	0,272
AST (U/L)	22,00 (16,50-25,00)	23,00 (17,00-30,00)	163,00	0,315
TSH (uIU/ml)	1,77 (1,34-2,26)	1,95 (0,96-2,39)	183,00	0,646
eGFR (>90 mL/dk/1.73 m ²) (n,%)	13 (%65)	14 (%70)	-	1,000

Bağımsız örneklem t testi, Mann Whitney U Testi, Fisher's kesin ki-kare testi, p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının eğitim öncesi solunum fonksiyon testi sonuçları ve solunum fonksiyon bozukluğu tipi istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi sonuçları ve solunum fonksiyon bozukluğu tiplerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark%95CI/U	p
	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik) / n (%)	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik) / n (%)		
FEV ₁ (L)	2,78±0,80	2,90±0,75	1,12 (-0,37-0,62)	0,624
FEV ₁ (%)	95,90±18,76	92,38±16,10	-3,52 (-14,70-7,68)	0,529
FVC (L)	3,58 (2,74-4,12)	3,46 (3,08-4,84)	157	0,245
FVC (%)	94,68±17,71	97,94±16,24	3,26 (-7,62-14,13)	0,548
FEV ₁ /FVC	79,70±4,75	76,75±8,22	-3,25 (-7,55-1,04)	0,134
PEF (L/dk)	366,5 (265,00-470,50)	338,5 (297,5-426,50)	199	0,978
PEF (%)	91,02±23,57	84,13±15,82	-6,89 (-19,74-5,96)	0,285
FEF _{%25-75} (L)	2,88±1,03	2,51±0,80	-0,37 (-0,96-0,22)	0,212
FEF _{%25-75} (%)	102,33±40,42	86,04±25,24	-16,28 (-37,85-5,29)	0,135
Restriktif tip, n (%)	1 (%5)	0 (%0)		
Obstrüktif tip, n (%)	8 (%40)	10 (%50)		0,302
Karma tip, n (%)	2 (%10)	5 (%25)		
Küçük hava yolu obstrüksiyonu, n (%)	4 (%20)	8 (%40)		0,168

FVC: Zorlu vital kapasite, FEV₁: Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim, FEV₁/FVC: Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar hacmin zorlu vital kapasiteye oranı, PEF: Tepe ekspiratuar akım hızı, FEF_{%25-75}: Zorlu ekspirasyon ortası akım hızı, L: Litre, %: Yüzde, dk: Dakika, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi, Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının eğitim öncesi MIP, MEP ve beklenenin yüzde değerleri istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının MIP ve MEP değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS/Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS/Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
MIP (cmH ₂ O)	93,15±22,27	94,80±26,93	1,65 (-14,17-17,47)	0,834
MIP (%)	77,25±16,36	78,03±19,17	0,78 (-10,63-12,19)	0,891
MEP (cmH ₂ O)	129,00 (118,00-163,00)	130,50 (120,00-148,50)	198,00	0,957
MEP (%)	77,24±21,96	73,23±15,07	-4,00 (-16,06-8,06)	0,506

MIP: Maksimal inspiratuar basınç, MEP: Maksimal ekspiratuar basınç, cmH₂O: Santimetre su basıncı, %: Yüzde, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U Testi, * $p<0,05$.

ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının eğitim öncesi inspiratuar ve ekspiratuar solunum kas zayıflığı oranları istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol grupların solunum kas zayıflığı oranlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)		Kontrol Grubu (n=20)		p
	n	%	n	%	
İnspiratuar kas zayıflığı	4	20	5	25	1,000
Ekspiratuar kas zayıflığı	2	10	1	5	1,000

Fisher's kesin ki-kare testi* $p<0,05$

Eğitim öncesi ÜEAE eğitimi ve kontrol gruplarının solunum kas endurans basıncı ve süresi, solunum kas endurans değeri, oksijen satürasyonu ve test sonu değeri ve istirahat dispne M. Borg ölçeği puanı istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.14). Eğitim grubunun test sonu dispne M. Borg ölçeği puanı kontrol grubundan istatistiksel anlamlı olarak yüksekti ($p=0,044$, Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum kas endüransı değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	U	p
	Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
Solunum kas endüransı MIP (cmH ₂ O)	42,70 (29,20-60,00)	72,70 (37,00-78,50)	155,00	0,223
Solunum kas endüransı süresi (sn)	291,00 (203,00- 402,00)	528,50 (193,00- 600,00)	158,00	0,251
Solunum kas endüransı (cmH ₂ Oxsn)	12797,20 (6421,80- 23430,00)	35132,40 (6906,40- 47100,00)	152,50	0,199
SpO ₂ (%) (istirahat)	97,00(96,00-98,00)	97,00 (96,00-97,00)	158,50	0,237
Δ SpO ₂ (%)	0,00 (-2,50-1,00)	0,00 (0,00-1,00)	152,00	0,183
Dispne (istirahat) (M. Borg) (0-10 puan)	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	200,00	1,000
Δ Dispne (M. Borg) (0-10 puan)	1,50 (0,00-3,00)	0,00 (0,00-0,50)	133,00	0,044*

MIP: Maksimal inspiratuar basınç, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, SpO₂: Oksijen satürasyonu, cmH₂O: Santimetre su basıncı, dk: dakika, sn: saniye, %: Yüzde, Δ: Test bitiş ve başlangıç fark değeri, Mann-Whitney U Testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahatteki KPET parametrelerinden RER, VO₂ (ml/dk), VO_{2kg} (ml/dk/kg), VCO₂ (ml/dk), VE (l/dk), VO₂/HR (ml/atım), HR (atım/dk), HRR (atım/dk), VE/VO₂, VE/VCO₂, PETO₂ (mmHg), PETCO₂ (mmHg), MET, tidal volüm (L), oksijen satürasyonu, solunum frekansı, sistolik ve diyastolik kan basıncı, dispne, yorgunluk, bacak yorgunluğu algısı ve kan glukoz seviyesi istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahatteki kardiyopulmoner egzersiz testi sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS/Ortanca (%25- 75 Çeyreklik)	X±SS/Ortanca (%25- 75 Çeyreklik)		
RER	0,88 (0,87-0,93)	0,90 (0,86-0,92)	190,50	0,797
VO ₂ (ml/dk)	422,55±82,38	430,75±90,76	8,20 (-47,29-63,69)	0,766
VO ₂ kg (ml/dk/kg)	4,89±0,74	5,18±0,72	0,29(-0,18-0,76)	0,216
VCO ₂ (ml/dk)	377,40±70,29	370,10±72,08	-7,30 (-52,87-38,27)	0,748
VE (l/dk)	14,59±2,57	15,55±3,44	0,97(-0,98-2,91)	0,321
HR (atım/dk)	83,50 (77,00-91,00)	81,00 (74,50-92,00)	175,00	0,498
HRR (atım/dk)	79,00±8,95	85,25±12,60	6,25 (-0,75-13,25)	0,078
VO ₂ /HR (ml/atım)	4,99±0,98	5,22±1,17	0,23 (-0,46-0,92)	0,505
VE/VO ₂	31,15 (28,85-33,50)	32,35 (30,75-34,05)	150,00	0,176
VE/VCO ₂	35,35±3,11	36,73±4,47	1,38 (-1,08-3,84)	0,264
PETO ₂ (mmHg)	98,50 (95,50-101,00)	99,00 (97,50-103,00)	141,50	0,112
PETCO ₂ (mmHg)	32,45±2,67	30,65±2,81	-1,80 (-3,55-(-0,05))	0,055
MET	1,40±0,21	1,49±0,21	0,09 (-0,05-0,22)	0,202
Tidal volüm (L)	0,79 (0,67-0,92)	0,77 (0,65-0,86)	183,50	0,655
Solunum frekansı (soluk/dk)	18,70 (16,15-20,00)	18,65 (17,70-21,20)	168,50	0,394
SpO ₂ (%)	99,00 (99,00-100,00)	99,00 (99,00-100,00)	170,00	0,377
SKB (mmHg)	120,00(120,00-130,00)	110,00 (100,00-120,00)	115,00	0,117
DKB (mmHg)	80,00 (70,00-80,00)	70,00 (70,00-80,00)	164,00	0,296
Dispne (M. Borg 0-10 puan)	0 (0-0)	0 (0-0)	190,00	0,317
Yorgunluk (M. Borg 0-10 puan)	0 (0-0)	0 (0-0)	190,00	0,317
Bacak Yorgunluğu (M. Borg 0-10 puan)	0 (0-0)	0 (0-0)	190,00	0,553
Kan glukozu (mg/dL)	135,00 (117,50-149,50)	144,00 (115,00-186,50)	164,50	0,337

RER: Solunum değişim oranı, VO₂: Oksijen tüketimi, VO₂kg: Kilogram başına oksijen tüketimi, VE: Dakika ventilasyonu, HR: Kalp hızı, HRR: Kalp hızı rezervi, VO₂/HR: Oksijen nabızı, VCO₂: Karbondioksit üretimi, VE/VO₂: Ventilasyonun oksijene oranı, VE/VCO₂: Ventilasyonun karbondioksit oranı, PETO₂: Soluk sonu oksijen, PETCO₂: Soluk sonu karbondioksit, MET: Metabolik eşdeğer, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, %: Yüzde, L: litre, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının anaerobik eşikteki KPET parametrelerinden RER, VO₂ (ml/dk), VO₂kg (ml/dk/kg), VCO₂ (ml/dk), VE (l/dk), VO₂/HR (ml/atım), HR (atım/dk), HRR (atım/dk), VE/VO₂, VE/VCO₂, PETO₂ (mmHg), PETCO₂ (mmHg), MET, tidal volüm (L), oksijen saturasyonu ve solunum frekansı istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4. 16).

Çizelge 4.16. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının anaerobik eşikteki kardiyopulmoner egzersiz testi sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. Fark %95CI/U	p
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
RER	1,08 (1,04-1,11)	1,06 (1,01-1,12)	178,50	0,560
VO ₂ (ml/dk)	1735,65±378,81	1836,55±495,27	100,90 (-181,35-383,15)	0,474
VO ₂ kg (ml/dk/kg)	20,17±4,37	22,31±6,06	2,14 (-1,24-5,52)	0,208
VCO ₂ (ml/dk)	1869,85±463,75	1950,35±579,04	80,50 (-255,31-416,31)	0,630
VE (l/dk)	59,93±13,90	61,60±15,47	1,67 (-7,74-11,08)	0,721
HR (atım/dk)	135,75±18,05	142,20±18,99	6,45 (-5,40-18,30)	0,278
HRR (atım/dk)	30,00±18,85	27,65±17,67	-2,35 (-14,04-9,34)	0,687
VO ₂ /HR (ml/atım)	12,73±2,12	12,82±2,55	0,08 (-1,42-1,59)	0,910
VE/VO ₂	33,09±3,33	32,89±5,03	-0,19 (-2,92-2,53)	0,886
VE/VCO ₂	30,91±2,71	31,06±4,03	0,15 (-2,05-2,36)	0,887
PETO ₂ (mmHg)	98,00±3,84	98,40±7,46	0,40 (-3,39-4,19)	0,832
PETCO ₂ (mmHg)	38,15±3,24	38,50±4,68	0,35 (-2,23-22,93)	0,785
MET	5,77±1,24	6,37±1,73	0,60 (-0,36-1,56)	0,215
Tidal volüm (L)	1,79±0,40	1,85±0,46	0,05 (-0,22-0,33)	0,687
Solunum frekansı (soluk/dk)	33,40±6,35	33,76±6,70	0,36 (-3,82-4,54)	0,863
SpO ₂ (%)	99,00 (98,00-99,00)	98,00 (96,50-99,00)	158,00	0,236

RER: Solunum değişim oranı, VO₂: Oksijen tüketimi, VO₂kg: Kilogram başına oksijen tüketimi, VE: Dakika ventilasyonu, HR: Kalp hızı, HRR: Kalp hızı rezervi, VO₂/HR: Oksijen nabızı, VCO₂: Karbondioksit üretimi, VE/VO₂: Ventilasyonun oksijene oranı, VE/VCO₂: Ventilasyonun karbondioksit oranı, PETO₂: Soluk sonu oksijen, PETCO₂: Soluk sonu karbondioksit, MET: Metabolik eşdeğer, %: Yüzde, L: litre, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. Fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının zirve iş yükündeki KPET parametrelerinden RER, VO₂ (ml/dk), VO₂kg (ml/dk/kg), VCO₂ (ml/dk), VE (l/dk), VO₂/HR (ml/atım), HR (atım/dk), HRR (atım/dk), HR toparlama (atım/dk), VE/VO₂, VE/VCO₂, PETO₂ (mmHg), PETCO₂ (mmHg), MET, tidal volüm (L), AE (%), SR (%), oksijen saturasyonu, solunum frekansı, eğitim hızı, sistolik ve diyastolik kan basıncı, dispne, yorgunluk, bacak yorgunluğu algısı ve kan glukoz değeri istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.17). Eğitim grubunun delta kalp hızı toparlaması kontrol grubundan daha düşüktü (p=0,009, Çizelge 4.17). Eğitim öncesi ÜEAE grubunda 17 (%85) hasta maksimal kalp hızına ulaştı, 3 (%15) hasta yorgunluk nedeniyle testi bitirdi. Kontrol grubunda 18 (%90) hasta maksimal kalp hızına ulaştı, 2 (%10) hasta yorgunluk nedeniyle testi bitirdi.

Çizelge 4.17. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının zirve iş yükündeki kardiyopulmoner egzersiz testi sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	X±SS /Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ort. fark %95CI/U	p
RER	1,16 (1,12-1,23)	1,15 (1,11-1,18)	171,00	0,432
VO ₂ (ml/dk)	1802,60±339,17	1928,50±451,01	125,90 (-129,54-381,34)	0,325
VO ₂ (%)	88,95±12,57	87,00±13,90	-1,95 (-10,43-6,53)	0,644
VO _{2kg} (ml/dk/kg)	20,55 (17,90-24,75)	21,60 (19,40-26,60)	151,50	0,189
VO _{2kg} (%)	87,00 (82,00-101,00)	87,50 (74,00-97,00)	186,00	0,705
VCO ₂ (ml/dk)	2057,15±459,33	2174,25±580,91	117,10(-218,12-425,33)	0,484
VE (l/dk)	63,19±13,35	66,53±13,05	3,34 (-5,11-11,79)	0,429
HR (atım/dk)	142,70±15,44	150,95±16,50	8,25 (-1,98-18,48)	0,111
HR (%)	87,15±7,67	89,30±7,98	2,15 (-2,86-7,16)	0,391
HR toparlama (atım/dk)	125,05±13,10	124,50±18,68	-0,55 (-10,88-9,78)	0,915
Δ HR toparlama (atım/dk)	17,65±9,19	26,45±10,92	8,80 (2,33-15,26)	0,009*
HRR (atım/dk)	19,65±12,67	17,45±13,07	-2,2 (-10,42-6,02)	0,591
VO ₂ /HR (ml/atım)	12,90 (11,25-13,50)	12,55 (11,25-14,60)	198,00	0,957
VO ₂ /HR (%)	100,00 (88,50- 117,00)	97,50 (83,00- 111,50)	171,50	0,440
VE/VO ₂	34,59±4,15	33,95±5,52	-0,64 (-3,76-2,48)	0,681
VE/VCO ₂	29,79±2,90	30,34±3,77	0,54 (-1,61-2,70)	0,612
PETO ₂ (mmHg)	98,65±4,70	100,15±6,00	1,50 (-1,95-4,95)	0,385
PETCO ₂ (mmHg)	39,75±3,90	39,30±4,55	-0,45 (-3,16-2,26)	0,739
MET	5,85 (5,20-7,10)	6,20 (5,55-7,65)	150,00	0,176
Tidal volüm (L)	1,88 (1,59-2,34)	1,87 (1,69-2,27)	184,50	0,675
AE (%)	83,81±15,06	82,82±13,95	-0,98 (-10,28-8,31)	0,831
SR (%)	44,42±10,69	46,15±8,16	1,73 (-4,36-7,82)	0,569
Solunum frekansı(soluk/dk)	32,52±5,63	33,14±4,28	0,62 (-2,58-3,82)	0,700
SpO ₂ (%)	98,00 (98,00-99,00)	98,00 (97,00-99,00)	162,50	0,292
Hız (km/s)	8,00 (6,90-9,00)	7,45 (6,00-9,00)	195,00	0,890
Eğim (%)	6,00 (5,00-7,00)	5,50 (4,00-7,00)	193,00	0,847
SKB (mmHg)	151,50±16,63	149,00±24,03	-2,50 (-15,73-10,73)	0,704
DKB (mmHg)	80,00 (20,00-87,50)	80,00 (80,00-95,00)	177,50	0,503
Dispne (M. Borg 0-10 puan)	1,50 (0-3,50)	2,00 (0-3,50)	181,50	0,606
Yorgunluk (M. Borg 0-10 puan)	2,50 (0-4,00)	0,50 (0-2,50)	159,50	0,253
Bacak Yorgunluğu (M. Borg 0-10 puan)	2,00 (0-3,50)	0 (0-4,00)	167,50	0,351
Kan glukozu (mg/dL)	118,50 (104,00-139,50)	139,00 (97,50-175,50)	167,00	0,372

RER: Solunum değişim oranı, VO₂: Oksijen tüketimi, VO_{2kg}: Kilogram başına oksijen tüketimi, VE: Dakika ventilasyonu, HR: Kalp hızı, HRR: Kalp hızı rezervi, VO₂/HR: Oksijen nabızı, VCO₂: Karbondioksit üretimi, VE/VO₂: Ventilasyonun oksijene oranı, VE/VCO₂: Ventilasyonun karbondioksit oranı, PETO₂: Soluk sonu oksijen, PETCO₂: Soluk sonu karbondioksit, MET: Metabolik eşdeğer, AE: Anaerobik eşik, SR: Solunum rezervi, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, %: Yüzde, L: litre, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT sırasındaki 6-PBRT halka sayısı ve beklenenin yüzdesi, istirahat kalp hızı, solunum frekansı, sistolik ve diyastolik kan basıncı, oksijen saturasyonu, dispne, genel yorgunluk, kol yorgunluğu ve kan glukozu gruplarda istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.18). Eğitim grubunun test sonu

kalp hızı, zirve kalp hızı ve zirve kalp hızı yüzde değeri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak yüksekti ($p<0,05$, Çizelge 4.18). ÜEAE eğitim grubu hastaların 7'si (%35) ve kontrol grubu hastalarının 10'u (%50) 6-PBRT halka sayısı beklenenin %80'inden azdı.

Çizelge 4.18. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT parametrelerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	X±SS/Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS/Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ort. fark %95CI/U	p
6-PBRT halka sayısı	362,40±52,92	345,45±97,32	-16,95 (-67,09-33,19)	0,498
%6-PBRT halka sayısı (%)	83,12±11,55	75,07±19,06	-8,05 (-18,14-2,03)	0,114
İstirahat kalp hızı (atım/dk)	82,10±8,96	79,40±10,58	-2,70 (-8,97-3,57)	0,389
Δ Kalp hızı (atım/dk)	9,00 (5,00-10,50)	3,50 (0,00-8,50)	118,50	0,027*
Zirve kalp hızı (atım/dk)	90,45±8,72	84,05±10,67	-6,40 (-12,63-(-0,16))	0,045*
Zirve kalp hızı (%)	55,46±5,16	50,04±5,98	-5,42 (-8,99-(-1,84))	0,004*
İstirahat SKB (mmHg)	120,00 (107,50-130,00)	110,00 (100,00-120,00)	149,00	0,159
Δ SKB (mmHg)	10,00 (10,00-20,00)	10,00 (0,00-20,00)	153,50	0,193
İstirahat DKB (mmHg)	75,00 (70,00-80,00)	70,00 (70,00-80,00)	171,00	0,408
Δ DKB (mmHg)	0,00 (0,00-10,00)	2,50 (0,00-10,00)	179,00	0,543
İstirahat SpO ₂ (%)	97,00 (95,50-98,00)	97,00 (95,50-97,00)	186,00	0,696
Δ SpO ₂ (%)	-0,10±2,04	0,10±1,61	0,20 (-0,98-1,38)	0,734
İstirahat solunum frekansı (soluk/dk)	20,00 (20,00-24,00)	20,00 (20,00-20,00)	127,00	0,225
Δ Solunum frekansı (soluk/dk)	4,00 (4,00-8,00)	4,00 (4,00-8,00)	189,00	0,752
İstirahat dispne (0-10 puan, M. Borg)	0 (0-0)	0 (0-0)	199,50	0,971
Δ Dispne (0-10 puan, M. Borg)	0 (0-0)	0 (0-0)	199,50	0,983
İstirahat genel yorgunluk (0 10 puan, M. Borg)	0 (0-0)	0 (0-0)	181,00	0,324
Δ Genel yorgunluk (0-10 puan, M. Borg)	0 (0-0,75)	0 (0-0,50)	193,00	0,810
İstirahat kol yorgunluğu (0-10 puan, M. Borg)	0 (0-0)	0 (0-0)	170,00	0,076
Δ Kol yorgunluğu (0-10, M. Borg)	3,00 (2,00-5,00)	3,00 (1,00-4,50)	187,500	0,733
Kan glukozu (mg/dL)	124,50 (112,50-163,00)	150,00 (120,50-213,00)	145,50	0,140
Δ Kan glukozu (mg/dL)	-7,00 (-17,00-1,00)	-1,50 (-9,50-3,50)	150,00	0,175

6-PBRT: 6 dakika Peg Board and Ring testi, %6-PBRT: 6-PRT halka sayısının beklenenin yüzdesi, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, SpO₂: Oksijen satürasyonu, Δ: Test bitiş ve başlangıç fark değeri, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının omuz abdükörleri ve quadriceps femoris kas kuvveti ve yüzde değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$). Grupların quadriceps femoris ve omuz abdükörleri kas kuvveti beklenenin %80'inden az olan hastaların oranı da istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının periferik kas kuvvetinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik) / n (%)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik) / n (%)		
Omuz abdükörleri (D) (N)	203,30±55,45	205,00±53,12	1,70 (-33,06-36,46)	0,922
%Omuz abdükörleri (N)	112,49 (92,06-123,91)	107,48 (92,24-118,77)	183,00	0,646
Omuz abdükörleri (<%80) (n/%)	1 (%5)	1 (%5)	-	1,000
Quadriseps femoris (D) (N)	299,50±91,43	299,55±90,35	0,05 (-58,13-58,23)	0,999
%Quadriseps femoris (N)	67,60 (61,66-78,50)	63,45 (56,31-79,68)	166,00	0,358
Quadriseps femoris (<%80) (n/%)	16 (%80)	15 (%75)	-	1,000

D: Dominant taraf, N: Newton, %: Yüzde, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Pearson Ki-kare testi, * $p<0,05$

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahat, 6-PBRT ve toparlanma sırasında ölçülen deltoid kası $SmO_{2istiharat}$, SmO_{2min} , SmO_{2maks} , SmO_{2top} , ΔSmO_2 , $SmO_{2ort-min}$, $SmO_{2ort-maks}$, ΔSmO_{2ort} , $SmO_{2top-ort}$, $THb_{istiharat}$, THb_{min} , THb_{maks} , ΔTHb ve THb_{top} değerleri istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT sırasındaki deltoid kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
$SmO_{2istiharat}$ (%)	54,40±24,53	46,55±15,80	-7,85 (-21,06-5,36)	0,237
SmO_{2min} (%)	34,60±21,02	43,80±18,46	9,20 (-3,46-21,86)	0,150
SmO_{2maks} (%)	60,90±23,94	65,50±19,55	4,60 (-9,39-18,59)	0,510
SmO_{2top} (%)	58,45±22,63	58,25±21,73	-0,20 (-14,40-14,00)	0,977
ΔSmO_2 (%)	18,00 (11,50-30,00)	20,50 (13,00-27,50)	197,50	0,946
$SmO_{2ort-min}$ (%)	36,05±21,75	45,05±18,42	9,00 (-3,90-21,90)	0,166
$SmO_{2ort-maks}$ (%)	59,45±23,71	63,05±18,54	3,60 (-10,02-17,22)	0,596

Çizelge 4.20. (devam) Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT sırasındaki deltoid kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ort. fark %95CI/U	p
$\Delta \text{SmO}_{2\text{ort}}$ (%)	15,00 (9,00-27,50)	17,50 (11,00-22,00)	188,00	0,745
$\text{SmO}_{2\text{top-ort}}$ (%)	58,90±21,67	59,05±20,59	0,15 (-13,38-13,68)	0,982
$\text{THb}_{\text{istirahat}}$ (g/dl)	11,83 (11,57-12,25)	11,61 (11,44-11,89)	152,00	0,194
THb_{min} (g/dl)	11,58 (11,42-11,79)	11,55 (11,38-11,92)	185,50	0,695
Thb_{maks} (g/dl)	11,92 (11,64-12,14)	11,90 (11,61-12,22)	192,00	0,829
ΔTHb (g/dl)	0,23 (0,12-0,41)	0,26 (0,16-0,35)	183,50	0,655
THb_{top} (g/dl)	11,75 (11,50-11,93)	11,61 (11,48-12,12)	198,50	0,968

SmO_2 : Kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{istirahat}}$: İstirahat kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{min}}$: Test sırasında minimum kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{maks}}$: Test sırasında maksimum kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{ort-min}}$: Test sırasında minimum ortalama kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{ort-maks}}$: Test sırasında maksimum ortalama kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{top}}$: Toparlanma kas oksijen satürasyonu, $\text{SmO}_{2\text{top-ort}}$: Toparlanma ortalama kas oksijen satürasyonu, THb : Toplam hemoglobin seviyesi, $\text{THb}_{\text{istirahat}}$: İstirahat toplam hemoglobin seviyesi, THb_{min} : Test sırasında minimum toplam hemoglobin seviyesi, Thb_{maks} : Test sırasında maksimum toplam hemoglobin seviyesi, THb_{top} : Toparlanma toplam hemoglobin seviyesi, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahat, KPET ve toparlanma sırasında ölçülen quadriceps femoris kası $\text{SmO}_{2\text{istirahat}}$, ΔSmO_2 , $\Delta \text{SmO}_{2\text{ort}}$, $\text{THb}_{\text{istirahat}}$, THb_{min} , Thb_{maks} , ΔTHb ve THb_{top} değerleri istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05). Eğitim öncesi eğitim grubunda $\text{SmO}_{2\text{min}}$, $\text{SmO}_{2\text{maks}}$, $\text{SmO}_{2\text{top}}$, $\text{SmO}_{2\text{ort-min}}$, $\text{SmO}_{2\text{ort-max}}$ ve $\text{SmO}_{2\text{top-ort}}$ kontrol grubuna kıyasla istatistiksel anlamlı olarak daha azdı (p<0,05, Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının KPET sırasındaki quadriceps femoris kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ort. fark %95CI/U	p
$\text{SmO}_{2\text{istirahat}}$ (%)	41,85±15,21	50,00±22,81	8,15 (-4,26-20,56)	0,192
$\text{SmO}_{2\text{min}}$ (%)	14,90±11,54	27,75±17,79	12,85 (3,24-22,45)	0,010*
$\text{SmO}_{2\text{maks}}$ (%)	39,90±13,34	56,00±22,16	16,10 (4,38-27,81)	0,008*
$\text{SmO}_{2\text{top}}$ (%)	28,95±12,61	48,70±23,81	19,75 (7,55-31,94)	0,002*
ΔSmO_2 (%)	23,00 (16,50-30,50)	25,50 (18,50-29,50)	180,00	0,588
$\text{SmO}_{2\text{ort-min}}$ (%)	17,00±10,77	30,10±18,03	13,10 (3,59-22,60)	0,008*
$\text{SmO}_{2\text{ort-maks}}$ (%)	39,00±13,24	55,10±22,23	16,10 (4,38-27,81)	0,008*

Çizelge 4. 21. (devam) Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının KPET sırasındaki quadriceps femoris kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS/ Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
Δ SmO _{2ort} (%)	19,00 (13,00-27,00)	21,00 (16,00-26,00)	181,50	0,616
SmO _{2top-ort} (%)	28,50±12,71	48,85±23,89	20,35 (8,09-32,60)	0,002*
THb _{istirahat} (g/dl)	12,31 (11,97-12,68)	12,01 (11,87-12,33)	141,00	0,110
THb _{min} (g/dl)	11,97 (11,78-12,17)	11,91 (11,79-12,07)	181,50	0,617
Thb _{maks} (g/dl)	12,43 (12,19-12,66)	12,26 (12,09-12,74)	167,50	0,379
Δ THb (g/dl)	0,46 (0,36-0,52)	0,34 (0,25-0,50)	144,50	0,133
THb _{top} (g/dl)	12,24±0,26	12,23±0,39	-0,00 (-0,21-0,21)	0,966

SmO₂: Kas oksijen satürasyonu, SmO_{2istirahat}: İstirahat kas oksijen satürasyonu, SmO_{2min}: Test sırasında minimum kas oksijen satürasyonu, SmO_{2maks}: Test sırasında maksimum kas oksijen satürasyonu, SmO_{2ort-min}: Test sırasında minimum ortalama kas oksijen satürasyonu, SmO_{2ort-maks}: Test sırasında maksimum ortalama kas oksijen satürasyonu, SmO_{2top}: Toparlanma kas oksijen satürasyonu, SmO_{2top-ort}: Toparlanma ortalama kas oksijen satürasyonu, THb: Toplam hemoglobin seviyesi, THb_{istirahat}: İstirahat toplam hemoglobin seviyesi, THb_{min}: Test sırasında minimum toplam hemoglobin seviyesi, Thb_{maks}: Test sırasında maksimum toplam hemoglobin seviyesi, THb_{top}: Toparlanma toplam hemoglobin seviyesi, QF: Quadriceps femoris, X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının fiziksel aktivite parametrelerinin karşılaştırılmasında toplam enerji harcaması, aktif enerji harcaması, ortalama MET, fiziksel aktivite süresi, adım sayısı, yatarak geçen süre ve uyku süresi istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının fiziksel aktivite parametrelerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
Toplam enerji harcaması (joule/gün)	10637,00 (9181,50-11634,00)	9658,50 (9168,50-10415,50)	153,00	0,204
Aktif enerji harcaması (joule/gün)	1539,00 (600,00-2066,50)	1184,50 (762,00-1732,00)	190,00	0,787
Ortalama MET (MET/gün)	1,30 (1,10-1,40)	1,20 (1,20-1,40)	182,50	0,630
Fiziksel aktivite süresi (>3MET) (dk/gün)	59,50 (25,50-91,00)	50,50 (33,50-78,60)	196,00	0,914
Adım sayısı (adım/gün)	4692,50 (2635,50-7906,00)	5518,00 (3016,50-7379,00)	192,00	0,829
Yatarak geçen süre (dk/gün)	466,50 (404,00-550,50)	471,00 (442,50-503,70)	191,00	0,808
Uyku süresi (dk/gün)	362,45±107,08	394,82±116,34	32,37 (-39,20-103,95)	0,366

MET: Metabolik eşdeğer, dk: Dakika, X±SS: Ortalama±Standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının ortalama MET ve günlük adım sayısına göre fiziksel aktivite seviyesi sınıfları oranı istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$, Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının ortalama MET ve günlük adım sayısına göre fiziksel aktivite seviyesi sınıflarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)		Kontrol Grubu (n=20)		p
	n	%	n	%	
MET'e göre sınıfı					
• İnaktif (<1,5 MET/gün)	17	85	18	90	0,632
• Az aktif (1,5-2,99 MET/gün)	3	15	2	10	
Adım sayısına göre sınıfı					
• İnaktif (<5000 adım/gün)	11	55	8	40	0,080
• Az aktif (5000-7499 adım/gün)	3	15	8	40	
• Biraz aktif (7500-9999 adım/gün)	6	30	2	10	
• Aktif (10000-12499 adım/gün)	0	0	0	0	
• Çok aktif (>12500)	0	0	2	10	

MET: Metabolik eşdeğer, %: Yüzde, Pearson Ki-kare testi, * $p<0,05$

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının diyabet semptom belirtilerinden psikoloji/bilişsel, hiperglisemi, kardiyoloji, psikoloji/bitkinlik, nöroloji değerleri istatistiksel olarak benzerdi ($p>0,05$). Eğitim grubunun oftalmoloji değeri ve toplam puanı istatistiksel anlamlı olarak daha yüksekti ($p<0,05$, Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının diyabet semptom belirtileri değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
Psikoloji/Bilişsel (5-25 puan)	7,00 (5,00-8,50)	7,5 (2,00-8,50)	185,00	0,682
Hiperglisemi (5-20 puan)	10,75±5,14	7,60±4,98	-3,15 (-6,39-0,09)	0,057
Kardiyoloji (8-40 puan)	4,00 (1,00-7,50)	5,50 (2,00-10,50)	170,00	0,414
Oftalmoloji (4-20 puan)	9,50 (6,00-12,50)	5,00 (2,00-8,00)	122,00	0,034*
Psikoloji/Bitkinlik (6-30 puan)	16,75±9,21	13,20±8,48	-3,55 (-9,21-2,11)	0,213
Nöroloji (6-30 puan)	18,00 (8,00-23,00)	6,50 (4,00-12,00)	155,00	0,222
Toplam (34-165 puan)	63,50 (50,00-79,50)	45,00 (26,50-57,00)	125,50	0,044*

X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, * $p<0,05$

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının mMRC dispne ölçeği puanları istatistiksel olarak benzerdi ($p=0,132$, Çizelge 4.25). Eğitim öncesi ÜEAE grubunda 7 (%35)

hastanın, kontrol grubunda 3 (%15) hastanın mMRC dispne ölçeği puanı 2 puan ve üzerindedir.

Çizelge 4.25. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının mMRC puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	U	p
mMRC dispne ölçeği (0-4 puan)	1 (1-2)	1 (0-1)	148,50	0,132

mMRC: Modified Medical Research Council, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Yorgunluk Şiddet ölçeği puanları istatistiksel olarak benzerdi (p=0,101, Çizelge 4.26). Eğitim öncesi ÜEAE eğitim grubunda 15 (%75) hastanın, kontrol grubunda 11 (%55) hastanın şiddetli yorgunluğu vardı ve oranları istatistiksel olarak benzerdi (p=0,185, Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Yorgunluk Şiddet Ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	Ortanca (%25-75 Çeyreklik) /n (%)	Ortanca (%25-75 Çeyreklik) /n (%)	U	p
Yorgunluk Şiddet Ölçeği (9-63 puan)	43,00 (34,50-49,50)	36,50 (13,70-46,50)	139,50	0,101
Şiddetli yorgun, n (%)	15 (%75)	11 (%55)		0,185

Mann-Whitney U testi, Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının anksiyete ve depresyon puanları istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)		
	X±SS	X±SS	Ort. fark %95CI	p
Anksiyete (0-21 puan)	7,85±4,47	6,30±3,84	-1,55 (-4,21-1,11)	0,247
Depresyon (0-21 puan)	7,65±4,20	7,50±4,43	-0,15 (-2,91-2,61)	0,913

X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Epworth Uykululuk ölçeği puanları istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Epworth Uykululuk ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI	p
	X±SS	X±SS		
Epworth Uykululuk ölçeği (0-24 puan)	8,65±5,33	6,55±3,99	-2,10 (-5,11-0,92)	0,167

X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, *p<0,05

Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği tedaviden memnuniyet, tedavinin psikolojik etkisi, hastalığın geleceği hakkında kaygı ve sosyal ve mesleki kaygı alt ölçek puanları istatistiksel olarak benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Eğitim öncesi ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=20)	Ort. fark %95CI/U	p
	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)	X±SS / Ortanca (%25-75 Çeyreklik)		
Tedaviden memnuniyet (0-100 puan)	64,15 (51,65-70,00)	67,67 (61,67-76,60)	145,00	0,135
Tedavinin psikolojik etkisi (0-100 puan)	57,45 (46,70-66,50)	58,50 (51,32-72,37)	171,00	0,432
Hastalığın geleceği hakkında kaygı (0-100 puan)	76,63±16,13	74,67±18,96	-1,96 (-13,23-9,30)	0,726
Sosyal ve mesleki kaygı (0-100 puan)	100,00 (100,00-100,00)	98,21 (85,36-100)	134,50	0,063

X±SS: Ortalama±standart sapma, Ort. fark: Ortalama fark, CI: Güven aralığı, Bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun visseral yağı kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak azaldı (p=0,045), diğer parametreler değişmedi (p<0,05). Eğitim grubunda grup içi vücut ağırlığı ve visseral yağı istatistiksel olarak anlamlı azalırken (p<0,05), kontrol grubunda değişmedi (p>0,05, Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının vücut kompozisyon analizlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS/ n(%)	X±SS/ n(%)	p	X±SS/ n(%)	X±SS/ n(%)	p	p
Vücut ağırlığı (kg)	86,70±10,67	86,20±10,54	0,044*	81,52±11,98	81,58±12,32	0,773	0,106
Vücut yağı (%)	36,01±9,74	35,67±10,09	0,432	32,71±9,92	32,57±10,17	0,789	0,714
Vücut sıvısı (%)	45,82±6,64	45,62±6,74	0,876	47,69±6,53	47,74±6,74	0,637	0,659
Kas ağırlığı (kg)	52,61±6,31	52,36±7,03	0,454	51,60±7,31	51,89±7,86	0,401	0,264
Visseral yağ (kg)	13,55±2,50	12,60±2,47	0,003*	11,80±4,03	11,80±4,16	0,880	0,045*
Bazal metabolizma hızı (kcal)	1672,10±192,64	1657,55±200,52	0,149	1639,90±217,53	1645,30±228,94	0,571	0,157
Beden kütle indeksi (kg/m ²)	31,91±4,63	31,87±4,57	0,757	29,67±4,55	29,75±4,54	0,553	0,530
Kaşektik (<18,5 kg/m ²)	0 (%0)	0 (%0)	-	0 (%0)	0 (%0)	-	-
Normal kilolu (18,6-24,9 kg/m ²)	1 (%5)	1 (%5)		5 (%25)	5 (%25)		
Fazla kilolu (25,0-29,9 kg/m ²)	6 (%30)	6 (%30)		6 (%30)	6 (%30)		
Obez 1 derece (30,0-34,9 kg/m ²)	8 (%40)	8 (%40)		7 (%35)	7 (%35)		
Obez 2 derece (35,0-39,9 kg/m ²)	5 (%25)	5 (%25)		2 (%10)	2 (%10)		

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

Eğitim sonrası gruplar arasında SCORE sınıflandırması oranları benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Eğitim sonrası ÜEAE ve kontrol gruplarındaki hastalarda SCORE sınıflandırması karşılaştırılması

	Eğitim grubu		Kontrol grubu		p
	n	%	n	%	
Çok yüksek riskli (>%10)	7	35	10	50	0,828
Yüksek riskli (%5-10)	11	55	8	40	
Orta riskli (%1-5)	2	10	2	10	
Düşük riskli (<%1)	0	0	0	0	

Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim etkisiyle açlık glukoz, HbA1c, trigliserid ve LDL değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak azaldı (p<0,05), diğer parametreler ise değişmedi (p>0,05). ÜEAE eğitim grubunda grup içi açlık glukoz, HbA1c, total kolesterol, trigliserid ve LDL değerleri grup içi istatistiksel olarak anlamlı azalırken (p<0,05), kontrol grubunda ise değişmedi (p>0,05, Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının kan biyokimya sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Açlık glukoz (mg/dL)	128,50±27,81	117,60±21,05	0,005*	126,70±20,87	129,05±24,90	0,582	0,016*
HbA1c (%)	7,55±0,98	6,72±0,78	<0,001*	7,38±0,96	7,33±0,83	0,496	<0,001*
Kreatin (mg/dL)	0,81±0,24	0,83±0,25	0,191	0,82±0,12	0,84±0,17	0,237	0,927
Total kolesterol (mg/dL)	250,95±45,99	195,65±42,33	0,009*	200,19±52,76	200,65±49,09	0,982	0,057
Trigliserid (mg/dL)	201,55±135,64	140,90±56,36	<0,001*	173,30±177,88	175,15±177,38	0,899	0,003*
HDL (mg/dL)	49,20±11,14	48,30±9,75	0,362	49,46±17,03	48,56±14,47	0,389	0,970
LDL (mg/dL)	120,52±40,84	115,60±35,63	0,046*	123,95±29,90	126,40±29,60	0,289	0,033*
ALT (U/L)	23,90±14,42	23,93±15,48	0,967	26,42±12,04	25,70±10,44	0,492	0,648
AST (U/L)	21,95±7,14	22,74±11,20	0,590	24,73±9,02	22,78±8,39	0,190	0,193
TSH (uIU/ml)	2,10±1,07	2,46±1,30	0,028*	1,82±0,98	1,88±0,90	0,815	0,150
eGFR (>90 mL/dk/1.73 m ²) (n,%)	-	13 (%65)	-	-	16 (%80)	-	0,288

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun FEV₁ (%), FVC (%) ve FEF_{%25-75} (%) kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak arttı (p<0,05), FEV₁ (L), FVC (L), FEV₁/FVC, PEF (L/dk), PEF (%) ve FEF_{%25-75} (L) değişmedi (p>0,05). ÜEAE eğitim grubunun FEV₁ (L), FEV₁ (%), FVC (L), FVC (%), PEF (L/dk), PEF (%) ve FEF_{%25-75} (%) grup içi istatistiksel anlamlı olarak arttı (p<0,05), kontrol grubunda değişmedi (p>0,05, Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum fonksiyon testi sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
FEV ₁ (L)	2,78±0,80	3,01±0,62	0,001*	2,90±0,75	2,98±0,75	0,134	0,180
FEV ₁ (%)	95,9±18,76	106,38±20,55	<0,001*	92,38±16,11	95,10±13,05	0,375	0,021*
FVC (L)	3,46±0,87	3,73±0,79	0,006*	3,87±1,07	3,85±0,90	0,784	0,740
FVC (%)	94,69±17,70	103,85±19,77	<0,001*	97,94±16,24	97,85±11,25	0,886	0,011*
FEV ₁ /FVC	79,70±4,75	80,81±5,41	0,104	76,45±8,22	78,57±6,90	0,122	0,953
PEF (L/dk)	373,35±134,93	429,10±156,50	0,002*	370,35±107,13	397,40±109,62	0,113	0,227
PEF (%)	91,02±23,57	106,42±27,57	<0,001*	84,13±15,83	90,35±15,62	0,186	0,053
FEF _{%25-75} (L)	2,88±1,03	3,05±0,94	0,061	2,51±0,80	2,60±0,79	0,691	0,290
FEF _{%25-75} (%)	102,33±40,42	119,67	<0,001*	86,05±25,24	89,08±21,29	0,848	0,006*

FVC: Zorlu vital kapasite, FEV₁: Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim, FEV₁/FVC: Birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar hacmin zorlu vital kapasiteye oranı, PEF: Tepe ekspiratuar akım hızı, FEF_{%25-75}: Zorlu ekspirasyon ortası akım hızı, L: Litre, %: Yüzde, dk: Dakika, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

ÜEAE eğitim grubunun MIP, MIP (%), MEP ve MEP (%) eğitim sonrası kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı arttı (p<0,05). ÜEAE grubunda MIP, MIP (%), MEP ve MEP

(%) grup içi istatistiksel olarak anlamlı arttı ($p<0,001$), kontrol grubunda ise değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.34). ÜEAE eğitim grubunun MIP değerindeki artış (Δ : 14,1 cmH₂O) klinik olarak anlamlıydı.

Çizelge 4.34. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının MIP ve MEP değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
MIP (cmH ₂ O)	93,15±22,27	107,25±25,95	<0,001*	94,80±26,94	95,75±24,60	0,692	0,001*
MIP (%)	77,25±16,36	88,86±18,54	<0,001*	78,03±19,17	78,79±19,16	0,697	0,001*
MEP (cmH ₂ O)	142,70±48,16	163,55±44,07	<0,001*	135,90±32,22	141,35±41,85	0,253	0,017*
MEP (%)	77,23±21,96	89,06±20,23	<0,001*	73,23±15,07	75,49±16,85	0,374	0,002*

MIP: Maksimal inspiratuar basınç, MEP: Maksimal ekspiratuar basınç, cmH₂O: Santimetre su basıncı, %: Yüzde, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, * $p<0,05$

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun solunum kas endüransı MIP değeri, endürans süresi ve endürans sonuç değeri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı arttı ($p<0,05$), oksijen satürasyonu ve dispne algısı ise değişmedi ($p>0,05$). Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun solunum kas endüransı MIP, endürans süresi ve endürans sonucu grup içi istatistiksel olarak anlamlı arttı ($p<0,05$), kontrol grubunda ise değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının solunum kas endüransı değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Solunum kas endüransı MIP (cmH ₂ O)	51,97±32,87	81,61±33,54	<0001*	63,28±31,92	62,25±33,97	0,968	<0001*
Solunum kas endüransı süresi(sn)	323,8±161,8 3	450,80±143,44	<0001*	414,95±199,40	395,65±210,76	0,793	0,004*
Solunum kas endüransı (cmH ₂ Oxsn)	21497,84±23013,61	39991,51±22882,38	<0001*	31455,31±23295,37	30533,84±24900,22	0,995	0,001*
SpO ₂ (istirahat) (%)	96,70±1,45	96,85±1,26	0,141	96,50±0,94	96,15±1,18	0,110	0,090
ΔSpO ₂ (%)	-0,85±2,43	-0,55±2,11	0,813	0,00±2,53	-0,25±2,49	0,903	0,802
Dispne (istirahat) (M. Borg) (0-10puan)	0	0	-	0	0	-	-
Δ Dispne (M. Borg) (0-10puan)	2,05±2,45	0,95±1,90	0,061	0,75±1,45	0,87±1,94	0,643	0,320

MIP: Maksimal inspiratuar basınç, M. Borg ölçeği: Modifiye Borg ölçeği, SpO₂: Oksijen satürasyonu, cmH₂O: Santimetre su basıncı, dk: dakika, sn: saniye, %: Yüzde, Δ: Test bitiş ve başlangıç fark değeri, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun 6-PBRT halka sayısı ve beklenenin yüzdesi kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak arttı, istirahatteki diyastolik kan basıncı ve test sonu kol yorgunluğu kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05), diğer parametreler ise değişmedi (p>0,05). ÜEAE eğitim grubunun 6-PBRT halka sayısı ve beklenenin yüzdesi grup içi istatistiksel olarak anlamlı arttı (p<0,05), kontrol grubunda ise değişmedi (p>0,05). ÜEAE eğitim grubunun test sonu sistolik kan basıncı, oksijen satürasyonu ve kol yorgunluğu grup içi istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05), kontrol grubunda ise test sonu sistolik kan basıncı grup içi istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05, Çizelge 4.36). Eğitim sonrası eğitim grubunda 6-PBRT halka sayısı ortalama 43 adet artarken, kontrol grubunda ise 10,25 adet arttı. Altı-PBRT halka sayısına göre hesaplanan güç ise 1-β: %84,7 idi.

Çizelge 4.36. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
6-PBRT halka sayısı	362,40±52,92	405,40±57,29	<0001*	345,45±97,32	355,70±81,46	0,336	0,004*
%6-PBRT halka sayısı (%)	83,12±11,55	92,88±11,55	<0001*	75,07±19,06	77,52±15,18	0,549	0,001*
İstirahat kalp hızı (atım/dk)	82,10±8,96	80,15±8,97	0,263	79,40±10,58	80,95±9,87	0,401	0,171
Zirve kalp hızı (atım/dk)	90,45±8,72	86,80±10,20	0,062	84,05±10,67	85,75±10,17	0,508	0,0820
Δ Kalp hızı (atım/dk)	8,35±4,63	6,62±5,25	0,172	4,65±6,56	4,80±5,87	0,691	0,498
% Zirve kalp hızı (%)	55,46±5,16	53,21±5,94	0,685	50,04±5,98	51,06±5,80	0,103	0,171
İstirahat SKB (mmHg)	117,25±15,00	111,75±14,07	0,516	111,50±13,87	94,35±38,13	0,006	0,122
ΔSKB (mmHg)	15,75±13,50	7,50±9,52	<0001*	10,50±10,87	3,35±6,20	0,001*	0,225
İstirahat DKB (mmHg)	74,75±10,06	69,60±9,46	0,147	72,75±7,52	78,60±16,07	0,094	0,030*
ΔDKB (mmHg)	4,75±11,29	4,40±8,19	0,765	5,25±5,95	4,80±8,78	0,908	0,897
İstirahat SpO ₂ (%)	96,65±1,50	96,75±1,29	0,627	96,60±1,18	96,40±1,18	0,359	0,322
ΔSpO ₂ (%)	-0,10±2,04	0,70±1,49	0,045*	0,10±1,62	0,30±1,71	0,437	0,368
İstirahat solunum frekansı (soluk/dk)	21,80±2,42	20,10±2,79	0,482	19,40±3,38	28,70±20,53	0,061	0,065
ΔSolunum frekansı (soluk/dk)	5,80±3,72	6,10±3,00	0,283	5,70±4,78	6,75±4,88	0,706	0,619

Çizelge 4.36. (devam) Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının 6-PBRT değerlerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
İstirahat dispne (0-10 puan, M. Borg)	0,02±0,11	0±0	0,202	00,10±0,44	00,10±0,30	0,430	0,147
Δ Dispne (0-10 puan, M. Borg)	0,13±0,48	0,00±0,56	0,066	0,15±0,48	0,00±0,00	0,089	0,918
İstirahat genel yorgunluk (0-10 puan, M. Borg)	0,18±0,50	0	-	0,10±0,44	0	-	-
Δ Genel yorgunluk (0-10 puan, M. Borg)	0,55±1,03	0,20±0,69	0,500	0,70±1,68	0,85±1,92	0,156	0,141
İstirahat Kol yorgunluk (0-10 puan, M. Borg)	0,15±0,47	0	-	0	0	-	-
Δ Kol yorgunluk (0-10, M. Borg)	3,73±2,61	2,26±1,79	0,001*	3,25±2,55	3,50±2,62	0,672	0,006*
Kan glukozu (mg/dL)	138,95±37,70	141,00±48,86	0,732	167,40±60,32	163,05±58,38	0,905	0,749
Δ Kan glukozu (mg/dL)	-7,75±10,14	-7,85±13,18	0,624	-5,30±16,95	-6,80±15,55	0,996	0,732

6-PBRT: 6 dakika Peg Board and Ring testi, %6-PBRT: 6-PBRT halka sayısının beklenenin yüzdesi, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, SpO₂: Oksijen saturasyonu, Δ: Test bitiş ve başlangıç fark değeri, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun istirahatteki KPET parametrelerinden VE/VCO₂ kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05), diğer parametreler ise değişmedi (p>0,05). Eğitim grubunda VE/VO₂, VE/VCO₂, solunum frekansı, sistolik kan basıncı ve bacak yorgunluğu algısı grup içi istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05). Kontrol grubunda ise sistolik kan basıncı grup içi istatistiksel anlamlı olarak azaldı (p<0,05, Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahatte KPET sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
RER	0,89±0,45	0,87±0,44	0,078	0,89±0,04	0,88±0,52	0,382	0,512
VO ₂ (ml/dk)	422,55±82,38	427,95±93,78	0,712	430,75±90,75	437,55±89,96	0,562	0,881
VO ₂ kg (ml/dk/kg)	4,89±0,73	4,99±1,01	0,585	5,18±0,72	5,27±0,69	0,409	0,844
VCO ₂ (ml/dk)	377,40±70,29	378,75±82,28	0,864	370,10±72,07	372,55±72,91	0,873	0,994
VE (l/dk)	14,58±2,56	14,39±3,52	0,604	15,55±3,44	15,59±3,28	0,838	0,612
HR (atım/dk)	84,40±7,77	84,40±9,94	0,941	83,15±12,19	83,70±10,66	0,721	0,842

Çizelge 4.37. (devam) Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının istirahatte KPET sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
HRR (atım/dk)	79,00±8,95	78,9±10,42	0,799	85,25±12,60	84,70±12,69	0,818	0,986
VO ₂ /HR (ml/atım)	4,99±0,97	5,12±1,14	0,422	5,22±1,17	5,24±1,06	0,790	0,704
VE/VO ₂	31,65±3,49	30,80±2,90	0,016*	32,96±3,90	32,55±3,00	0,721	0,136
VE/VCO ₂	35,35±3,10	34,37±3,27	0,020*	36,73±4,47	36,94±3,43	0,379	0,025*
PETO ₂ (mmHg)	98,05±3,70	94,65±14,00	0,111	101,30±6,01	100,95±6,03	0,959	0,253
PETCO ₂ (mmHg)	32,45±2,66	33,10±2,91	0,048	30,65±2,81	30,65±2,81	0,743	0,111
MET	1,40±0,20	1,42±0,29	0,749	1,48±0,20	1,50±0,20	0,535	0,834
Tidal volüm (L)	0,82±0,25	0,85±0,24	0,245	0,76±0,24	0,77±0,22	0,924	0,449
Solunum frekansı (soluk/dk)	18,47±4,15	17,58±4,54	0,043*	19,45±2,57	19,27±2,27	0,804	0,202
SpO ₂ (%)	99,10±0,85	99,10±0,78	0,766	99,35±0,67	99,15±0,81	0,273	0,572
SKB (mmHg)	122,00±13,21	111,25±9,98	0,004*	111,75±11,84	108,65±11,26	0,007*	0,889
DKB (mmHg)	75,25±8,80	73,00±9,23	0,134	73,50±4,61	74,20±6,37	0,714	0,189
Dispne (M. Borg 0-10 puan)	0	0	-	0,50±0,22	0	-	-
Yorgunluk (M. Borg 0-10 puan)	0	0	-	0,50±0,22	0	-	-
Bacak Yorgunluğu (M. Borg 0-10 puan)	0,05±0,22	0±0	0,031*	0,10±0,30	0,05±0,22	0,273	0,431
Kan glukozu (mg/dL)	138,75±41,78	136,85±45,20	0,689	153,60±48,16	157,85±59,50	0,514	0,460

RER: Solunum değişim oranı, VO₂: Oksijen tüketimi, VO₂kg: Kilogram başına oksijen tüketimi, VE: Dakika ventilasyonu, HR: Kalp hızı, HRR: Kalp hızı rezervi, VO₂/HR: Oksijen nabızı, VCO₂: Karbondioksit üretimi, VE/VO₂: Ventilasyonun oksijene oranı, VE/VCO₂: Ventilasyonun karbondioksit oranı, PETO₂: Soluk sonu oksijen, PETCO₂: Soluk sonu karbondioksit, MET: Metabolik eşdeğer, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, %: Yüzde, L: litre, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası her iki grupta da anaerobik eşikteki KPET parametreleri değişmedi (p>0,05). ÜEAE eğitim grubunun oksijen satürasyonu grup içi istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05), kontrol grubunda ise değişmedi (p>0,05, Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının anaerobik eşikte KPET sonuçlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			Eğitim etkisi
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	
RER	1,07±0,67	1,05±0,81	0,502	1,05±0,10	1,04±0,95	0,579	0,934
VO ₂ (ml/dk)	1735,65±378,81	1769,45±337,24	0,583	1836,55±495,27	1845,85±473,96	0,683	0,921
VO _{2kg} (ml/dk/kg)	20,16±4,37	20,83±4,65	0,293	22,30±6,06	22,46±5,97	0,644	0,677
VCO ₂ (ml/dk)	1869,85±463,75	1872,95±412,89	0,912	1950,35±579,04	1948,25±557,10	0,900	0,867
VE (l/dk)	59,93±13,90	59,46±12,81	0,785	61,60±15,46	59,19±17,77	0,424	0,708
HR (atım/dk)	135,75±18,04	136,85±14,16	0,972	142,20±18,99	143,30±19,49	0,420	0,588
HRR (atım/dk)	30,00±18,85	26,95±13,77	0,250	27,65±17,67	25,10±17,44	0,329	0,090
VO ₂ /HR (ml/atım)	12,73±2,12	12,98±2,32	0,308	12,82±2,55	12,79±2,32	0,916	0,425
VE/VO ₂	33,09±3,33	32,46±3,62	0,746	32,89±5,03	32,71±4,73	0,363	0,677
VE/VCO ₂	30,91±2,71	30,89±2,63	0,948	31,06±4,03	31,04±4,36	0,983	0,975
PETO ₂ (mmHg)	98,00±3,83	96,90±3,53	0,149	98,40±7,46	98,15±7,46	0,788	0,401
PETCO ₂ (mmHg)	38,15±3,24	36,30±7,59	0,121	38,50±4,68	38,50±4,91	0,992	0,266
MET	5,77±1,23	5,95±1,32	0,357	6,37±1,72	6,49±1,68	0,343	0,985
Tidal volüm (L)	1,79±0,40	1,80±0,38	0,916	1,85±0,45	1,82±0,43	0,694	0,724
Solunum frekansı (soluk/dk)	33,40±6,34	33,02±6,91	0,614	33,76±6,70	33,44±6,48	0,709	0,926
SpO ₂ (%)	98,55±0,99	97,50±2,11	0,022*	97,45±2,54	97,25±2,53	0,455	0,262

RER: Solunum değişim oranı, VO₂: Oksijen tüketimi, VO_{2kg}: Kilogram başına oksijen tüketimi, VE: Dakika ventilasyonu, HR: Kalp hızı, HRR: Kalp hızı rezervi, VO₂/HR: Oksijen nabızı, VCO₂: Karbondioksit üretimi, VE/VO₂: Ventilasyonun oksijene oranı, VE/VCO₂: Ventilasyonun karbondioksit oranı, PETO₂: Soluk sonu oksijen, PETCO₂: Soluk sonu karbondioksit, MET: Metabolik eşdeğer, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, %: Yüzde, L: litre, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun zirve iş yükünde KPET sonuçlarından VO₂ (ml/dk), VO₂ (%), VO_{2kg} (ml/dk/kg), VO_{2kg} (%), VO₂/HR (%) ve MET değeri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artarken (p<0,05) SpO₂ (%) istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05), kontrol grubunda ise HR (atım/dk) istatistiksel olarak anlamlı azaldı (p<0,05). ÜEAE eğitim grubunda VO₂ (ml/dk), VO₂ (%), VO_{2kg} (ml/dk/kg), VO_{2kg} (%), VCO₂ (ml/dk), HR (atım/dk), HR (%), VO₂/HR (ml/atım), VO₂/HR (%), MET, tidal volüm (L), anaerobik eşik (%) ve sistolik kan basıncı grup içi istatistiksel olarak artarken, HRR (atım/dk) ve SpO₂ (%) azaldı (p<0,05). Kontrol grubunda ise HR toparlama (atım/dk) grup içi istatistiksel olarak anlamlı azalırken, dispne ve yorgunluk algısı arttı (p<0,05, Çizelge 4.39). Zirve iş yükünde

VO_{2kg} ÜEAE eğitim grubunda 1,7 ml/dk/kg artarken kontrol grubunda 0,2 ml/dk/kg azaldı. Çalışmamızın gücü zirve VO₂ değerine göre 1-β: %82,3'tür.

Çizelge 4.39. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının zirve iş yükünde KPET parametrelerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
RER	1,16±0,08	1,17±0,07	0,296	1,15±0,09	1,14±0,09	0,487	0,221
VO ₂ (ml/dk)	1802,60±339,17	1937,35±340,87	<0,001*	1928,50±451,01	1950±70±432,56	0,278	0,003*
VO ₂ (%)	88,95±12,57	95,25±12,03	<0,001*	87,00±13,90	88,15±14,08	0,330	0,001*
VO _{2kg} (ml/dk/kg)	21,01±3,93	22,71±4,72	0,001*	23,42±5,45	23,22±6,27	0,552	0,005*
VO _{2kg} (%)	88,95±12,57	95,25±12,03	<0,001*	87,00±13,90	88,15±14,08	0,330	0,001*
VCO ₂ (ml/dk)	2057,15±459,33	2199,05±491,48	0,010*	2174,25±580,91	2180,30±546,46	0,812	0,091
VE (l/dk)	63,19±13,35	66,59±14,55	0,057	66,53±13,05	67,26±13,46	0,594	0,322
HR (atım/dk)	142,70±15,44	148,65±13,11	<0,001*	150,95±16,50	151,85±14,52	0,185	0,086
HR (%)	87,15±7,67	90,85±6,98	<0,001*	89,30±7,98	90,00±7,37	0,297	0,058
HR toparlama (atım/dk)	125,05±13,10	128,45±12,97	0,101	124,50±18,69	120,05±19,66	0,034*	0,009*
Δ HR toparlama (atım/dk)	17,65±9,19	20,20±11,007	0,145	26,45±10,91	31,80±15,08	0,060	0,405
HRR (atım/dk)	19,65±12,67	14,80±11,26	0,007*	17,45±13,00	16,55±12,29	0,461	0,144
VO ₂ /HR (ml/atım)	12,54±1,97	13,03±2,14	0,003*	12,77±2,34	12,83±2,27	0,679	0,057
VO ₂ /HR (%)	101,90±17,38	105,35±16,09	0,001*	97,75±14,54	98,05±13,92	0,938	0,020*
VE/VO ₂	34,59±4,15	34,63±4,11	0,899	33,95±5,52	34,05±5,96	0,935	0,974
VE/VCO ₂	29,79±2,90	29,82±3,34	0,994	30,34±3,77	30,54±4,10	0,636	0,742
PETCO ₂ (mmHg)	98,65±4,70	98,40±3,31	0,482	100,15±6,00	99,95±6,16	0,940	0,658
PETCO ₂ (mmHg)	39,75±3,90	39,55±3,59	0,782	39,30±4,55	39,10±4,81	0,670	0,916
MET	6,01±1,10	6,47±1,35	<0,001*	6,72±1,53	6,80±1,53	0,469	0,003*
Tidal volüm (L)	1,94±0,39	2,03±0,42	0,042*	2,04±0,49	2,01±0,44	0,600	0,071
AE (%)	83,81±15,06	87,50±12,00	0,041*	82,82±13,95	84,07±15,74	0,526	0,304
SR (%)	44,42±10,69	42,51±9,72	0,130	46,15±8,16	44,58±9,84	0,295	0,734
Solunum frekansı (soluk/dk)	32,52±5,63	33,03±5,91	0,512	33,14±4,28	33,93±5,26	0,266	0,743
Hız (km/s)	7,72±1,26	7,71±1,14	0,887	8,06±2,31	8,31±2,4	0,194	0,308
Eğim (%)	5,75±1,25	5,75±1,11	0,929	6,05±2,16	6,30±2,27	0,192	0,324
SpO ₂ (%)	98,25±1,20	96,65±3,46	0,001*	97,55±2,08	97,40±2,06	0,864	0,019*
SKB (mmHg)	140,25±16,66	155,75±17,41	0,009*	146,00±23,48	144,00±26,83	0,991	0,060
DKB (mmHg)	80,25±10,57	85,25±11,41	0,109	85,50±10,50	86,50±10,89	0,315	0,667
Dispne (M. Borg 0-10 puan)	0,77±1,50	1,60±2,43	0,166	1,10±1,37	2,40±2,43	0,013*	0,403
Yorgunluk (M. Borg 0-10 puan)	0,77±1,19	1,45±2,01	0,179	0,95±1,50	1,95±3,01	0,050*	0,645
Bacak Yorgunluğu (M. Borg 0-10 puan)	0,60±1,03	0,40±0,88	0,323	0,75±1,20	0,75±1,44	0,884	0,423
Kan glukozu (mg/dL)	127,65±43,73	116,60±35,95	0,116	137,30±40,44	140,30±52,99	0,573	0,133

RER: Solunum değişim oranı, VO₂: Oksijen tüketimi, VO_{2kg}: Kilogram başına oksijen tüketimi, VE: Dakika ventilasyonu, HR: Kalp hızı, HRR: Kalp hızı rezervi, VO₂/HR: Oksijen nabızı, VCO₂: Karbondioksit üretimi, VE/VO₂: Ventilasyonun oksijene oranı, VE/VCO₂: Ventilasyonun karbondioksit oranı, PETO₂: Soluk sonu oksijen, PETCO₂: Soluk sonu karbondioksit, MET: Metabolik eşdeğer, AE: Anaerobik eşik, SR: Solunum rezervi, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, %: Yüzde, L: litre, M. Borg: Modifiye Borg ölçeği, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p≤0,050

Eğitim sonrası ÜEAE eğitimi grubunun omuz abdükörleri ve quadriceps kas kuvveti ve beklenen değerleri kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı arttı (p<0,05). ÜEAE

eğitimi grubunun omuz abdükörleri ve quadriceps kas kuvveti ve beklenen değerleri grup içi istatistiksel olarak anlamlı arttı ($p<0,05$), kontrol grubunda ise değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının periferik kas kuvvetinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			Eğitim etkisi
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	
	X±SS/ n (%)	X±SS/ n (%)	p	X±SS/ n (%)	X±SS/ n (%)	p	
Omuz abdükörleri (D) (N)	203,30±5,45	230,45±67,44	<0,001 *	205,00±53,12	214,35±66,60	0,143	0,046*
%Omuz abdükörleri (D) (N)	112,95±2,69	127,96±30,8	<0,001 *	110,65±29,21	115,00±32,33	0,214	0,021*
Quadriceps femoris (D) (N)	299,50±9,43	340,05±90,46	<0,001 *	299,55±90,35	299,70±75,48	0,986	0,002*
%Quadriceps femoris (D) (N)	71,24±15,76	81,42±15,82	<0,001 *	69,49±18,19	70,16±17,72	0,833	0,004*

D: Dominant taraf, N: Newton, %: Yüzde, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, * $p<0,05$

Eğitim sonrası 6-PBRT sırasındaki deltoid kas oksijen satürasyonu, toplam hemoglobin seviyesi ve fark değerleri gruplar arasında ve grup içinde istatistiksel olarak değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Eğitim sonrası ÜEAE ve kontrol gruplarının 6-PBRT sırasındaki deltoid kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
SmO ₂ istirahat (%)	54,40±24,53	50,80±2,70	0,589	46,55±15,80	53,75±23,99	0,180	0,188
SmO ₂ min (%)	34,60±21,01	36,40±18,33	0,894	43,80±18,46	43,55±19,12	0,580	0,632
SmO ₂ maks (%)	60,90±23,93	62,50±22,43	0,988	65,50±19,55	66,60±19,52	0,560	0,689
SmO ₂ top (%)	58,45±22,63	53,45±27,26	0,207	58,25±21,73	53,35±19,27	0,212	0,993
Δ SmO ₂ (%)	26,30±25,10	26,10±20,32	0,781	21,70±18,69	23,05±23,67	0,972	0,825
SmO ₂ ort-min (%)	36,05±21,75	37,45±17,81	0,818	45,05±18,42	45,15±17,79	0,497	0,526
SmO ₂ ort-maks (%)	59,45±23,71	61,35±22,64	0,847	63,05±18,54	63,70±17,43	0,679	0,876
ΔSmO ₂ ort (%)	23,40±24,74	23,90±20,42	0,294	18,00±16,89	18,55±19,62	0,088	0,559
SmO ₂ top-ort (%)	58,90±21,67	52,35±24,68	0,107	59,05±20,59	54,50±18,65	0,263	0,717
THb _{istirahat} (g/dl)	11,90±0,41	11,91±0,31	0,558	11,74±0,39	11,93±0,47	0,071	0,380
THb _{min} (g/dl)	11,53±0,53	11,59±0,27	0,991	11,73±0,49	11,80±0,45	0,087	0,230
THb _{maks} (g/dl)	11,88±0,33	11,88±0,30	0,728	12,11±0,88	12,15±0,86	0,430	0,425
ΔTHb (g/dl)	0,35±0,36	0,29±0,18	0,295	0,37±0,52	0,35±0,2	0,774	0,588
THb _{top} (g/dl)	11,72±0,38	11,68±0,32	0,374	11,83±0,51	11,86±0,46	0,446	0,247

SmO₂: Kas oksijen satürasyonu, SmO₂istirahat: İstirahat kas oksijen satürasyonu, SmO₂min: Test sırasında minimum kas oksijen satürasyonu, SmO₂maks: Test sırasında maksimum kas oksijen satürasyonu, SmO₂ort-min: Test sırasında minimum ortalama kas oksijen satürasyonu, SmO₂ort-maks: Test sırasında maksimum ortalama kas oksijen satürasyonu, SmO₂top: Toparlanma kas oksijen satürasyonu, SmO₂top-ort: Toparlanma ortalama kas oksijen satürasyonu, THb: Toplam hemoglobin seviyesi, THb_{istirahat}: İstirahat toplam hemoglobin seviyesi, THb_{min}: Test sırasında minimum toplam hemoglobin seviyesi, THb_{maks}: Test sırasında maksimum toplam hemoglobin seviyesi, THb_{top}: Toparlanma toplam hemoglobin seviyesi, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunda KPET sırasındaki quadriceps femoris kas oksijenazyon değerlerinden SmO₂istirahat (%) kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak azaldı (p=0,005), diğer parametreler ise değişmedi (p>0,05). Eğitim grubunda SmO₂istirahat (%) grup içi istatistiksel anlamlı azalırken THb_{istirahat} (g/dl) arttı (p<0,05). Kontrol grubunda ise THb_{istirahat} (g/dl) grup içi istatistiksel olarak anlamlı arttı (p=0,024, Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının KPET sırasındaki quadriceps femoris kas oksijenizasyonunun karşılaştırılması

	Eğitim Grubu(n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			Eğitim etkisi
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	
SmO ₂ istirahat (%)	41,85±15,21	35,10±17,02	0,011*	48,75±22,63	52,15±18,27	0,126	0,005*
SmO ₂ min (%)	14,90±11,54	14,45±13,17	0,317	27,75±17,79	30,60±16,79	0,071	0,069
SmO ₂ maks (%)	39,90±13,34	42,45±17,69	0,984	56,00±22,16	57,10±21,53	0,326	0,514
SmO ₂ top (%)	28,95±12,61	32,00±14,95	0,744	48,70±23,81	50,85±20,08	0,073	0,319
Δ SmO ₂ (%)	25,00±13,56	28,00±19,52	0,582	28,52±18,06	26,50±15,42	0,829	0,589
SmO ₂ ort-min (%)	17,00±10,77	16,90±13,11	0,063	30,10±18,03	33,10±16,80	0,421	0,073
SmO ₂ ort-maks (%)	39,00±13,24	41,55±17,89	0,852	55,10±22,23	54,00±20,29	0,786	0,954
ΔSmO ₂ ort (%)	22,00±12,99	24,65±20,63	0,255	25,00±18,10	20,90±11,52	0,884	0,322
SmO ₂ top-ort (%)	28,50±12,71	31,65±14,98	0,775	48,85±23,89	50,85±20,27	0,084	0,329
THb _{istirahat} (g/dl)	11,79±2,46	12,18±0,38	0,004*	12,06±0,42	12,13±0,36	0,024*	0,599
THb _{min} (g/dl)	11,98±0,27	11,95±0,27	0,986	11,88±0,53	11,91±0,31	0,993	0,995
Thb _{maks} (g/dl)	12,44±0,30	12,47±0,32	0,596	12,43±0,71	12,42±0,66	0,885	0,633
ΔTHb (g/dl)	0,46±0,15	0,52±0,22	0,291	0,54±0,64	0,50±0,60	0,570	0,253
THb _{top} (g/dl)	12,24±0,26	12,17±0,36	0,231	12,23±0,39	12,27±0,32	0,459	0,173

SmO₂: Kas oksijen satürasyonu, SmO₂istirahat: İstirahat kas oksijen satürasyonu, SmO₂min: Test sırasında minimum kas oksijen satürasyonu, SmO₂maks: Test sırasında maksimum kas oksijen satürasyonu, SmO₂ort-min: Test sırasında minimum ortalama kas oksijen satürasyonu, SmO₂ort-maks: Test sırasında maksimum ortalama kas oksijen satürasyonu, SmO₂top: Toparlanma kas oksijen satürasyonu, SmO₂top-ort: Toparlanma ortalama kas oksijen satürasyonu, THb: Toplam hemoglobin seviyesi, THb_{istirahat}: İstirahat toplam hemoglobin seviyesi, THb_{min}: Test sırasında minimum toplam hemoglobin seviyesi, Thb_{maks}: Test sırasında maksimum toplam hemoglobin seviyesi, THb_{top}: Toparlanma toplam hemoglobin seviyesi, X±SS: Ortalama±standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunun fiziksel aktivite parametrelerinden adım sayısı kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak arttı (p=0,034), diğer parametreler ise değişmedi (p>0,05). Eğitim grubunda ortalama MET ve adım sayısı grup içi istatistiksel anlamlı olarak arttı (p<0,05), kontrol grubunda ise değişmedi (p>0,05, Çizelge 4.43). Eğitim sonrası adım sayısı klinik olarak anlamlı arttı (928,9 adım/gün). Adım sayısına göre hesaplanan güç 1-β: %57,4 iken MET'e göre 1-β: %24,7 idi.

Çizelge 4.43. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının fiziksel aktivite parametrelerinin karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			Eğitim etkisi
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	
Toplam enerji harcaması (joule/gün)	10580,20±1605,98	10814,10±1701,18	0,183	9547,60±2690,90	9297,60±2634,92	0,160	0,059
Aktif enerji harcaması (joule/gün)	1645,90±1322,63	1676,80±977,17	0,859	1660,40±1781,86	1690,60±1834,40	0,850	0,993
Ortalama MET (MET/gün)	1,28±0,19	1,32±0,18	0,033*	1,40±0,45	1,40±0,46	0,723	0,199
Fiziksel aktivite süresi (>3MET) (dk/gün)	73,20±63,79	78,60±41,31	0,601	78,17±90,67	69,28±86,81	0,363	0,313
Adım sayısı (adım/gün)	5406,95±2821,43	6335,85±2380,22	0,015*	6027,0±3724,47	5772,0±3654,86	0,567	0,034*
Yatarak geçen süre(dk/gün)	468,85±104,98	460,55±130,55	0,517	474,81±100,77	458,66±150,80	0,724	0,834
Uyku süresi(dk/gün)	362,45±107,07	368,65±114,59	0,910	394,82±116,34	384,63±103,57	0,723	0,742

MET: Metabolik eşdeğer, dk: Dakika, X±SS: Ortalama±Standart sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE grubunda kontrol grubuna göre MET'e ve adım sayısına göre fiziksel aktivite sınıfları benzerdi (p>0,05, Çizelge 4.44). Eğitim sonrası ÜEAE grubunda MET'e göre 16 (%80), adım sayısına göre 8 (%40) hasta inaktif iken kontrol grubunda MET'e göre 16 (%80), adım sayısına göre 9 (%45) hasta inaktifti.

Çizelge 4.44. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının ortalama MET ve günlük adım sayısına göre fiziksel aktivite sınıflarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)		Kontrol Grubu (n=20)		p
	n	%	n	%	
MET'e göre sınıfı					
İnaktif (<1,5 MET/gün)	16	80	16	80	1,000
Az aktif (1,5-2,99 MET/gün)	4	20	4	20	
Adım sayısına göre sınıfı					
İnaktif (<5000 adım/gün)	8	40	9	45	0,341
Az aktif (5000-7499 adım/gün)	6	30	8	40	
Biraz aktif (7500-9999 adım/gün)	5	25	1	5	
Aktif (10000-12499 adım/gün)	0	0	0	0	
Çok aktif (>12500)	1	5	2	10	

MET: Metabolik eşdeğer, %: Yüzde, Pearson Ki-kare testi, *p<0,05

Eğitim sonrası her iki grupta Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi puanlarından psikoloji/bilişsel, hiperglisemi, kardiyoloji, oftalmoloji, psikoloji/bitkinlik, nöroloji ve toplam puanları istatistiksel anlamlı olarak azaldı (p<0,05). Eğitim grubunda tüm alt semptom parametreleri grup içi istatistiksel olarak anlamlı azalırken (p<0,05), kontrol

grubunda ise psikoloji/bilişsel, hiperglisemi, psikoloji/bitkinlik, nöroloji ve toplam puan değerleri azaldı ($p<0,05$, Çizelge 4.45).

Çizelge 4.45. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Psikoloji/Bilişsel (0-25 puan)	7,00±3,07	2,80±1,60	<0,001 *	6,75±5,23	5,30±5,57	0,015 *	0,002*
Hiperglisemi (0- 20 puan)	10,75±5,14	4,35±2,62	<0,001 *	7,60±4,98	6,25±5,50	0,009 *	0,001*
Kardiyoloji (0-40 puan)	5,00±4,43	1,20±1,79	<0,001 *	6,65±6,02	5,20±6,37	0,081	0,005*
Oftalmoloji (0-20 puan)	9,55±5,41	3,80±3,70	<0,001 *	6,25±6,02	5,90±6,52	0,300	<0,001 *
Psikoloji/Bitkinli k (0-30 puan)	16,75±9,21	4,90±3,91	<0,001 *	13,20±8,48	11,05±9,87	0,019 *	<0,001 *
Nöroloji (0-30 puan)	16,15±9,43	5,55±5,09	<0,001 *	9,65±9,75	8,10±10,29	0,029 *	<0,001 *
Toplam (0-165 puan)	66,65±30,5	22,60±13,6	<0,001 *	52,65±36,2	44,20±41,7	0,017 *	<0,001 *
	5	6	*	7	6	*	*

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, * $p<0,05$

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunda mMRC puanı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı azaldı ($p<0,001$). ÜEAE eğitim grubunda mMRC puanı grup içi istatistiksel olarak anlamlı azalırken ($p<0,001$), kontrol grubunda ise değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.46). Eğitim sonrası eğitim grubunda mMRC dispne ölçeği puanı ≥ 2 olan hasta yoktu, kontrol grubunda 3 (%15) hastanın puanı 2 ve üzerindiydi.

Çizelge 4.46. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının mMRC puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
mMRC (0-4 puan)	1,15±0,75	0,15±0,36	<0,001*	0,80±0,69	0,75±0,71	0,183	<0,001*

mMRC: Modified Medical Research Council, X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunda Yorgunluk Şiddet ölçeği puanı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı azaldı ($p<0,001$). ÜEAE eğitim grubunda Yorgunluk Şiddet ölçek puanı grup içi istatistiksel olarak anlamlı azaldı ($p<0,001$), kontrol grubunda ise değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.47). Eğitim sonrası eğitim grubunda şiddetli yorgun olan hasta yoktu, kontrol grubunda 9 (%45) hasta şiddetli yorgundu.

Çizelge 4.47. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Yorgunluk Şiddet ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Yorgunluk Şiddet ölçeği (9-63 puan)	41,45±12,43	18,55±7,45	<0,001*	31,93±17,67	30,13±15,89	0,074	<0,001*

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunda anksiyete ve depresyon alt ölçek puanı kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak azaldı ($p<0,001$). Eğitim grubunda anksiyete ve depresyon alt ölçek puanı grup içi istatistiksel anlamlı olarak azalırken ($p<0,001$), kontrol grubunda değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Hastane Anksiyete ve Depresyon ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Anksiyete (0-21 puan)	7,85±4,47	4,15±2,77	<0,001*	6,30±3,84	7,70±4,82	0,101	<0,001*
Depresyon (0-21 puan)	7,65±4,20	3,30±3,06	<0,001*	7,50±4,43	8,80±4,46	0,054	<0,001*

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, *p<0,05

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunda Epworth Uykululuk ölçeği puanı kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak azaldı ($p<0,001$). Eğitim grubunda Epworth Uykululuk ölçek puanı grup içi istatistiksel olarak azalırken ($p<0,001$), kontrol grubunda değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Epworth Uykululuk ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Epworth Uykululuk Ölçeği (0-24 puan)	8,65±5,33	3,20±2,62	<0,001*	6,55±3,99	6,60±4,23	0,443	<0,001*

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, * $p<0,05$

Eğitim sonrası ÜEAE eğitim grubunda Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği alt parametrelerinden tedaviden memnuniyet, tedavinin psikolojik etkisi ve hastalığın geleceği hakkında kaygı puanları kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı arttı ($p<0,001$), sosyal ve mesleki kaygı puanları ise değişmedi ($p>0,05$). ÜEAE eğitim grubunda Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği alt parametrelerinden tedaviden memnuniyet, tedavinin psikolojik etkisi ve hastalığın geleceği hakkında kaygı puanları grup içi istatistiksel olarak anlamlı artarken ($p<0,001$), kontrol grubunda değişmedi ($p>0,05$, Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50. Eğitim sonrası ÜEAE eğitim ve kontrol gruplarının Diyabet Yaşam Kalitesi ölçeği puanlarının karşılaştırılması

	Eğitim Grubu (n=20)			Kontrol Grubu (n=20)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	Grup İçi	Eğitim etkisi
	X±SS	X±SS	p	X±SS	X±SS	p	p
Tedaviden memnuniyet (0-100 puan)	61,09±12,39	87,13±12,09	<0,001*	66,84±14,70	64,62±16,49	0,462	<0,001*
Tedavinin psikolojik etkisi (0-100 puan)	56,71±14,27	81,39±14,53	0,001*	59,97±18,30	61,45±19,55	0,457	0,001*
Hastalığın geleceği hakkında kaygı (0-100 puan)	76,63±16,13	91,91±12,43	<0,001*	74,67±18,96	74,36±18,03	0,784	<0,001*
Sosyal ve mesleki kaygı (0-100 puan)	95,40±15,58	96,22±11,94	0,465	91,20±15,61	92,47±15,35	0,798	0,737

X±SS: Ortalama±standart Sapma, ANCOVA testi, * $p<0,05$

5. TARTIŞMA

T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonu, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini literatürde ilk kez araştıran çalışmamızın en önemli sonuçları;

T2DM hastalarında altı hafta uygulanan devamlı üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası oksijen tüketimi (2,09 ml/kg/dk), solunum fonksiyonları (%FEV₁, %FVC ve %FEF_{%25-75}) inspiratuar (13,01 cmH₂O) ve ekspiratuar kas kuvveti (15,92 cmH₂O), solunum kas enduransı (17531,35 cmH₂Oxsn), üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi (36,77 halka), üst ve alt ekstremitte kas kuvveti, adım sayısı (1068 adım) ve yaşam kalitesi arttı, diyabet belirtileri, günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki nefes darlığı algısı, yorgunluk şiddeti, anksiyete, depresyon ve gündüz uykululuk düzeyi azaldı. Hastalar daha yüksek iş yüklerinde aynı seviyede oksijen kullandılar, kas oksijenasyonu iyileşti.

5.1. Solunum Fonksiyonları

Akciğer T2DM hastalarında geç komplikasyonlar için hedef organdır [121]. Bu hastalarda solunum fonksiyonlarının etkilenimi hakkında literatürdeki çalışmalar çelişkilidir [120, 122]. Bir meta-analizde T2DM hastalarında solunum fonksiyon anormalliğinin cinsiyet, sigara maruziyeti, fazla kilo ve coğrafyadan bağımsız olarak meydana geldiği bildirilmiştir [44]. Çalışmalarda bu hastalarda alveolar kılcal damarlar ve pulmoner arteriollerde mikroanjiyopati, kronik inflamasyon, solunum kaslarındaki otonomik nöropati, akciğer parankiminde kollajen glikozilasyonuna bağlı elastik geri çekilme kaybının solunum fonksiyonundaki bozulma ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [4]. Başka bir meta-analizde T2DM hastalarında FEV₁/FVC oranı hariç tüm solunum fonksiyon testi parametrelerinin azaldığı raporlanmıştır [44]. T2DM hastalarında restriktif tip solunum fonksiyon anormalliği yaygındır ve dispne görülme oranı bu hastalarda artmıştır. Yeni tanılanmış T2DM hastalarının %20'sinde, uzun süreli T2DM hastalarının ise %27'sinde restriktif tip solunum fonksiyon anormalliği vardır. Restriktif tip solunum fonksiyon anormalliği glukoz metabolizmasında bozukluk ve albüminüri varlığında daha sık karşılaşılmaktadır. T2DM hastalarında fibrotik interstisyel akciğer hastalığı da yaygındır [193]. T2DM hastalarında

restriktif tip solunum fonksiyon anormalliği riski 1,837 kat artmıştır [194]. T2DM hastalığının aynı zamanda obstrüktif tip solunum fonksiyon anormalliği riskini artırdığı da bilinmektedir [195]. Çalışmamızda T2DM hastalarının egzersiz eğitimi öncesi FEV₁, FVC, PEF ve FEF_{%25-75} değerleri normal sınırlarda idi fakat FEV₁/FVC oranı azalmıştı. Hastaların %45'inde obstrüktif tip, %2,5'inde restriktif tip ve %17,5'inde karma tip solunum fonksiyon anormalliği vardı. Ayrıca hastaların %30'unda küçük hava yollarında obstrüksiyon mevcuttu.

T2DM hastalığında zayıf glisemik kontrol akciğer fonksiyonlarındaki kötüleşmenin nedenlerinden biridir [122]. Hava akımındaki kısıtlama hastalığın kronik komplikasyonu olarak gelişmektedir ve şiddetli glisemik maruziyetle bu durum şiddetlenmektedir [196]. T2DM hastalarının herhangi bir kardiyopulmoner hastalığı olmasa bile %FEV₁ değerindeki hafif bir azalma egzersiz kapasitesinde önemli derecede azalmaya neden olmaktadır [8]. T2DM hastalarda planlı aerobik egzersiz eğitimi solunum fonksiyonlarını iyileştirebilir [5]. Fakat literatürde egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları üzerindeki etkileri çelişkilidir. Bir meta-analiz kronik solunum yolu hastalığı olan bireylerde aerobik egzersiz eğitimi sonrasında FEV₁'de herhangi bir iyileşme bildirmezken, PEF'de iyileşme ve FVC'de ise çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Çelişkili sonuçların nedeninin egzersiz eğitimlerinin egzersiz süresi ve şiddetlerinin çeşitli olmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir [197]. T2DM hastalarında yapılan başka bir çalışmada aerobik ve dirençli egzersiz eğitimi sonrası FEV₁ ve FVC artmıştır [5]. T2DM erkek hastalarda haftada 3 gün, 8 hafta, 45-60 dakika submaksimal koşu aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları üzerine etkileri araştırılmıştır ve FEV₁ ve FVC'de anlamlı artış bildirilmiştir [198]. Ayrıca aerobik egzersiz eğitiminin inflamasyon mediatörlerini (CRP ve IL-6) ve HbA1c azalttığı bulunmuştur [198]. T2DM hastalarında yapılan 8 hafta dirençli egzersiz eğitimi ise FEV₁ ve FVC'yi değiştirmemiştir [45]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitiminin etkisiyle FEV₁, FVC ve FEF_{%25-75} yüzde değerlerinde iyileşti. Aynı zamanda eğitim grubunda dinamik akciğer hacimlerinden FEV₁, FVC, PEF değerleri ve yüzde değerleri ile FEF_{%25-75} yüzde değeri iyileşti.

Solunum fonksiyon testi parametrelerinden FVC solunum kaslarının kuvvetini yansıtmaktadır ve pulmoner elastikiyet veya dirençten etkilenmektedir. FEV₁ ise azalan fiziksel uygunluk ve diyabet gibi sebepler nedeniyle azalır. T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitimi ile diyafragma ve karın kasları gibi solunum kaslarının kuvveti ve

enduransının artması, solunum hava yollarının direncinin azalması, akciğer dokusunun esnekliğinin ve geri çekilimin artması [199], kan glukoz kontrolü ve sistemik inflamasyondaki azalma solunum fonksiyonlarındaki iyileşmeye neden olmuş olabilir [4, 43-45]. Bu hastalarda sürekli hiperglisemi oksidatif strese artışa neden olur. Bu da glikozilasyonu artırarak pulmoner fibroza neden olabilir. Aerobik egzersiz eğitimi sayesinde bu döngü kırılabilir [4, 43, 44]. Çalışmamızın sonucunda T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi ile solunum fonksiyonlarındaki iyileşme bahsedilen mekanizma ile açıklanabilir. T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi ile hastalık komplikasyonları yönetilebilir ve solunum fonksiyonlarının kötüleşmesi engellenebilir. Çalışma sonuçlarımız üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin kısa süreli etkilerini içermektedir. T2DM hastalığının kronik bir hastalık olması nedeniyle üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları üzerine uzun süreli etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

5.2. Solunum Kas Kuvveti

Kronik hiperglisemi iskelet kas kütlesi ve işlevinde kayba neden olmaktadır. Bunlardan biri de solunum kas kuvvetindeki azalmadır [7]. Glisemik kontrolün azalması solunum kas kuvvetinde kayba neden olmaktadır [122]. Kas kuvveti için hızlı kasılan kas liflerinin yoğunluğu ve verimliliği önemlidir. Hızlı kasılan kas lifleri düşük veya orta kapiller dansiteye ve enerji depolaması olarak glikojen ve fosfokreatine sahiptir [124]. Bu nedenle glukoz metabolizmasındaki bozulma hızlı kasılan lifleri dolayısıyla kas kuvvetini etkilemektedir [6].

Daha önce yapılmış bir çalışmada T2DM hastalarında sağlıklılara göre inspiratuar kas kuvvetinin azaldığı (T2DM ve sağlıklı sırasıyla MIP 87,4 cmH₂O ve 99,3 cmH₂O), ekspiratuar kas kuvvetinin ise benzer olduğu (T2DM ve sağlıklı sırasıyla MEP 126,2 cmH₂O ve 132,5 cmH₂O) bildirilmiştir [122]. Kadın T2DM hastalarda erkeklere kıyasla solunum kas kuvvetindeki zayıflık daha fazladır. Kadın hastalarda erkek hastalara kıyasla inspiratuar kas kuvveti (MIP kadın 87,5 cmH₂O ve erkek 96,9 cmH₂O) ve ekspiratuar kas kuvveti (MEP kadın 120,1 cmH₂O ve erkek 134 cmH₂O) azalmıştır [122]. Fuso ve arkadaşları çalışmalarında T2DM hastalarında sağlıklılara kıyasla inspiratuar kas kuvveti azalmışken ekspiratuar kas kuvvetinin değişmediği gösterilmiştir [6]. Literatürde inspiratuar kas zayıflığını belirlemek için kullanılan kesme noktaları kadınlarda MIP<62 cmH₂O,

erkeklerde MIP<83 cmH₂O; ekspiratuar kas zayıflığı için ise kadınlarda MEP<81 cmH₂O, erkeklerde MEP<109 cmH₂O olarak güncellenmiştir [166]. Çalışmamızda tüm T2DM hastalarının eğitim öncesi %22,5'inin inspiratuar, %7,5'inin ekspiratuar kas zayıflığı vardı [166].

T2DM hastalarında görülen diyabetik miyopatinin bir sonucu olan solunum kas zayıflığı egzersiz intoleransına neden olması sebebiyle önemlidir [7]. Aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrol sağlanarak solunum kasları kuvvetlendirilebilir [7]. Literatürde T2DM hastalarında bisiklet ergometresinde yapılan iki farklı yüksek yoğunluklu aralıklı aerobik egzersiz eğitiminin solunum kas kuvveti üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tüm hastaların inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvveti artmıştır [200]. Çeşitli kronik hastalık gruplarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum kasları üzerinde etkileri araştırılmıştır [14-16]. Pulmoner arter hipertansiyonu olan hastalarda yapılmış bir çalışmanın ön raporunda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvvetini artırdığı ve dispne algısını azalttığı bildirilmiştir [14]. Hematopoetik kök hücre nakli alıcılarında devamlı üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonunda inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvvetinin arttığı kanıtlanmıştır [15]. Hematopoetik kök hücre nakli alıcılarında nakil sürecinde yapılan üst ekstremitte aerobik, dirençli ve inspiratuar kas kuvvet eğitimlerini içeren pulmoner rehabilitasyon programı sonucunda hastaların inspiratuar kas kuvveti artmıştır [16]. T2DM hastalarında yapılan inspiratuar kas eğitimi ile hem solunum kas kuvveti hem de egzersiz kapasitesinin arttığı gösterilmiştir [13]. Bu hastalarda üst ekstremitte dirençli egzersiz eğitiminin de solunum kas kuvveti ve egzersiz kapasitesini arttırdığı raporlanmıştır [201].

Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte orta şiddetli sürekli aerobik egzersiz eğitimi sonrası inspiratuar kas kuvveti 13,01 cmH₂O ve ekspiratuar kas kuvveti 15,92 cmH₂O artmıştır. Eğitim sonrası eğitim grubunda MIP 14,10±10,97 cmH₂O, %MIP 11,61±8,68, MEP 20,90±14,66 cmH₂O ve %MEP 11,83±8,64 arttı.

Egzersiz şiddeti ve durasyonu arttıkça aktif kaslara kan akımı arttığı için oksijen talebi de artmaktadır. Egzersiz şiddeti arttıkça aynı zamanda pasif olan ekspirasyon da aktif hale gelmektedir. Normalde ağır egzersizde solunum kaslarında vazokonstriksiyon meydana gelir ve bu durum kaslarda metabolomiklerin birikmesiyle sonuçlanır. Metaborefleksin uyarılmasıyla kan akımı yeniden düzenlenir ve vazodilatasyon meydana gelir. Böylelikle

diyafragma kan akımı artar ve diyafragma yorgunluğu azalır [202, 203]. Ayrıca üst ekstremitte kasları kullanılarak yapılan egzersizler diyafragma yorgunluğuna neden olmadığı için dispne algısında artış olmadan egzersiz seansının daha verimli gerçekleşmesini sağlar [46]. Üst ekstremitte kaslarının hareketi ile göğüs kafesi kasları yani solunum kasları solunum, postüral ve stabilizasyon gibi birden çok hareket için aktifleşir [47]. Ayrıca üst ekstremitte kaslarının hareketi ile yapılan egzersizlerde inspirasyon özellikle diyafragma kasının aktivasyonu ile gerçekleştiği için literatürde pulmoner rehabilitasyonda tavsiye edilmektedir [47]. Çalışmamızda da üst ekstremitte kaslarının hareketini içeren üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarında solunum kas kuvvetinde iyileşme meydana geldi. Literatürdeki çalışmalar T2DM hastalarında alt ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum kas kuvveti üzerine etkilerini araştırmıştır [7, 200]. Çalışmamız T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin de solunum kas kuvvetini artırdığını kanıtlamıştır. Gelecekteki çalışmalarda T2DM hastalarında üst ve alt ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum kas kuvveti üzerine etkisi karşılaştırılmalıdır. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucunda solunum kas kuvvetindeki artış ile egzersiz sırasında nefes darlığı azalabilir böylece hastaların egzersiz sırasında ve günlük yaşam aktivitelerinde nefes darlığı ve yorgunluk algısı azalabilir.

5.3. Solunum Kas Enduransı

Literatürde T2DM hastalarında kas enduransında azalma bildirilmiştir [12]. Endurans yavaş kasılan kas liflerinin yoğunluğu ve verimliliğine bağlıdır. Yavaş kasılan kas liflerinin kapiller dansitesi fazla, motor nöronları küçüktür [124]. T2DM hastalarında mikrovasküler komplikasyonlar esas olarak yavaş kasılan kas liflerini etkilemektedir. Bu sebeplerle T2DM hastalarında solunum kas enduransı azalmaktadır [6]. Diyabetik komplikasyonların tabloya eşlik ettiği hastalarda solunum kas enduransının daha fazla olumsuz etkilendiğinin saptanması bunu destekler nitelikte bir bulgudur [6]. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitim grubundaki hastaların solunum kas endurans süresi 291,00 (203,00-402,00) sn, kontrol grubunun ise 528,50 (193,00-600,00) sn idi. Ayrıca T2DM hastalarının solunum kas endurans basıncı eğitim ve kontrol grubu için sırasıyla MIP'in %55,79 ve %66,75'inde idi. Sonuçlar T2DM hastalarında solunum kas enduransının azaldığını göstermektedir.

Çalışmamız T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum kas enduransı üzerine etkilerini araştıran ilk çalışmadır ve eğitim sonrası solunum kas enduransı

artmıştır. T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin etkisi sonucunda 17531,35 cmH₂Osn solunum kas enduransı arttı. Eğitim sonrası eğitim grubunda solunum kas endurans süresi 127,00±142,99 sn arttı ve solunum kas endurans ulaşılan MIP 29,64±23,82 cmH₂O arttı.

Solunum kaslarının birincil ve ikincil kasları kostalara bağlandığı için solunum kaslarında üst vücut hareketleri ile solunum görevi dışında postürü sürdürmek için de reaktif kasılmalar gerçekleştirmektedir [204]. KOAH'lı bireylerde yapılan bir çalışmada üst ekstremité ile yapılan egzersiz esnasında solunum eforu artarken eğitim sonrasında solunum eforunda azalma bildirilmiştir [205]. Üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile kronik olarak solunum eforundaki artış solunum kaslarının enduransında adaptif değişiklikler oluşturmuş olabilir. T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitimi ile insülin duyarlılığı gelişmektedir, mikrovasküler vazodilatasyon ve iskelet kasındaki kapillarizasyon iyileşmektedir. Bunun sonucunda T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitimi ile mikrovasküler fonksiyonlarda iyileşme sağlanabilir [48]. Çalışmamızda da üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarında mikrovasküler fonksiyonlar iyileşmiş ve iskelet kaslarından olan solunum kaslarının fonksiyonlarında da iyileşme sağlanmış olabilir. Literatürde daha önce yapılan bir çalışmada T2DM hastalarında inspiratuar kas eğitimi ile solunum kas kuvvet ve enduransı, glisemik kontrol ve egzersiz kapasitesi artmıştır [12]. T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile inspiratuar kas eğitiminin kombine uygulanması solunum kas kuvvet ve enduransını daha çok arttırabilir, araştırılmalıdır.

5.4. Maksimal Egzersiz Kapasitesi

T2DM hastalarındaki mikro ve makro komplikasyonlar kardiyovasküler hastalık riskini artırmaktadır [3]. Pik iş yükü ve VO₂zirve tüketimindeki azalma egzersiz kapasitesinde azalma olarak ifade edilir ve kalp rahatsızlıklarının ayırt edici özelliğidir [125]. T2DM hastalık komplikasyonları olan hatta, herhangi bir kardiyopulmoner hastalığı olmayan T2DM hastalarında dahi oksijen tüketiminin azaldığı ispatlanmıştır [8]. KPET elektrokardiyografi, ventilasyon ve gaz değişimi ölçümleri ile pulmoner, kardiyovasküler ve iskelet kas fonksiyonunun değerlendirmelerini yapan maksimal bir testtir [126]. Literatürde T2DM hastalarında alt ekstremité KPET ile oksijen tüketiminin azaldığı daha önce birçok çalışmada bildirilmiştir [8, 9, 43, 120, 127-131, 206]. Fakat üst ekstremité KPET ile oksijen tüketimi değerlendirilmemiştir. Çalışmamızda T2DM hastaları maksimal egzersiz

kapasitesinin değerlendirmesinde altın standart bir yöntem olan KPET ile değerlendirilmiştir ve üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi sonucunda oksijen tüketimindeki değişim ilk kez belirlenmiştir. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının maksimal egzersiz cevapları incelendiğinde tüm hastaların %25'inin $VO_{2\text{zirve}}$ 'si beklenen değerin %80'inden azdı ve %7,5'inin oksijen nabızı azalmıştı. Hastaların %37,5'inde ventilatuar yetersizlik (anaerobik eşikte $VE/VCO_2 > 34$) vardı. Hastaların tamamında solunum rezervi %15'in üzerindeydi, korunmuştu. Hastaların %87,5'i KPET sırasında maksimal kalp hızına ulaştı, %12,5 hasta maksimal kalp hızına ulaşamadan yorgunluk nedeniyle test sonlandırıldı. Hastaların %20'sinin 1. dakikadaki kalp hızı toparlaması < 12 atım/dk idi. Test sırasında herhangi bir hastada baş dönmesi, aritmi, göğüs ağrısı, senkop ve ST segment değişikliği görölmedi.

Yapılan çok sayıda çalışmada T2DM hastalarında $VO_{2\text{zirve}}$ 'nin azaldığı ve kronotropik yetersizlik bildirilmiştir [8, 9, 43, 120, 127-131, 206]. T2DM hastalarında oksijen tüketimi hem anaerobik eşikte hem de zirve egzersizde azalmıştır [127] ve bu azalma birçok sebepten kaynaklanabilmektedir. T2DM hastalarında maksimal arteriovenöz O_2 farkındaki azalmanın olası nedenlerden biri olabileceği düşünölmektedir [129]. Ayrıca $VO_{2\text{zirve}}$ 'nin %FEV₁, T2DM hastalık süresi, düzenli egzersiz alışkanlığı, sistolik ve diyastolik kan basınçları ve sigara öyküsünden etkilendiği bilinmektedir [8, 127]. Bir çalışmada 5 yıldan az hastalık süresine olan, klinik komplikasyon ve eşlik eden hastalığı bulunmayan T2DM hastalarında $VO_{2\text{zirve}}$ değerinde azalma olmadığı bildirilmiştir [132]. Bu çalışma hastalık süresinin, komplikasyonların ve komorbiditelerin önemini açık bir şekilde öne çıkarmıştır. Yerleşmiş T2DM hastalığı (> 5 yıllık süre) olan hastaların ise $VO_{2\text{zirve}}$ değerinde %20-30 azalma raporlanmıştır [132, 133].

Egzersiz testi sırasında metabolik talepteki artışla orantılı olarak kalp hızının yükselememesi olarak ifade edilen kronotropik yetersizlik T2DM hastalarında yaygın görölmektedir [206]. Kronotropik yetersizlik egzersiz intoleransı, kardiyovasküler hastalık ve erken mortaliteyi etkilemesi nedeniyle önemlidir. Egzersiz sırasında değişen kan katekolamin veya potasyum seviyeleri, mitokondriyal anormallikler, ventriküler veya arteriyal sertlik, bozulmuş baroreflaks duyarlılığı ve kardiyovasküler otonomik nöropati gibi T2DM ile ilişkili komorbiditeler ve fizyolojik anormallikler kronotropik yetersizliğin gelişimine neden olmaktadır [206]. Çalışmamızda da literatürle uyumlu şekilde T2DM hastalarının eğitim öncesi $VO_{2\text{zirve}}$ ve kalp hızı yanıtı azalmıştı.

Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitiminin zirve oksijen tüketimi üzerine etkilerini ilk defa araştıran çalışmamızda eğitim sonrası hastaların zirve oksijen tüketimi 2,09 ml/dk/kg arttı. Çalışmamızda üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi grubu hastalarının $VO_{2\text{zirve}}$ 'sini 1,7 ml/dk/kg, $VO_{2\text{zirve}}$ (%) değerini %6,3 artırdı. Ayrıca üst ekstremitelerde aerobik egzersiz grubunda zirve kalp hızı arttı ve kalp hızı rezervi azaldı. Zirve kalp hızı yüzdesi %87,15'ten %90,85'e yükseldi. Eğitim sonrası kontrol grubunda ise kalp hızı toparlaması azalmıştı. Literatürde T2DM hastalarında yapılan aerobik egzersiz eğitiminin kardiyopulmoner parametreler üzerinde etkisini araştıran çalışmalar çoğunlukla alt ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitim şiddetlerini karşılaştırmaktadır ve genellikle 8 ile 48 hafta egzersiz eğitim vermiştir [207]. Bu meta-analizde orta şiddetli sürekli aerobik egzersiz eğitimi ile kontrol (müdahale yok) grubuna kıyasla $VO_{2\text{zirve}}$ 1,91 ml/kg/dk artmıştır [207]. Çalışmamızda orta şiddetli sürekli üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi ile $VO_{2\text{zirve}}$ 2,09 ml/dk/kg arttı. Meta-analiz sonuçlarına göre çalışmamızdaki artış daha fazladır. Bu meta-analizde yüksek şiddetli aralıklı aerobik egzersiz eğitimi ile kontrol grubuna kıyasla $VO_{2\text{zirve}}$ 12.20 ml/kg/dk artmıştır [207]. Yüksek şiddetli aralıklı aerobik egzersiz eğitimi ile oksijen tüketimindeki artış dikkat çekicidir. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitelerde yüksek şiddetli aralıklı aerobik egzersiz eğitiminin oksijen tüketimi üzerine etkileri bilinmemektedir. Gelecekte T2DM hastalarında orta şiddetli ve yüksek şiddetli üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimlerinin karşılaştırılması ile hangisinin oksijen tüketimini daha çok artırdığı araştırılmalıdır.

Literatürde bir çalışmada T2DM hastalarında 14 dakika, orta şiddetli sürekli aerobik egzersiz eğitimi ($VO_{2\text{zirve}}$ %70'inde), 2 dakikalık uzun aralıklı ($VO_{2\text{zirve}}$ %100) ve 30 saniyelik kısa aralıklı ($VO_{2\text{zirve}}$ %100) yüksek şiddetli yürüme/koşu aerobik egzersiz eğitimi olarak 3 farklı gruba 8 hafta boyunca haftada 2 kez eğitim verilmiştir [208]. Eğitimlerin karşılaştırılmasında uzun ve kısa aralıklı yüksek şiddetli aerobik egzersiz eğitim gruplarında orta şiddetli sürekli aerobik egzersiz eğitim grubuna kıyasla $VO_{2\text{zirve}}$ (sırasıyla $VO_{2\text{zirve}}$ 3,2 ml/kg/dk ve 3,4 ml/kg/dk) anlamlı olarak artmıştır. Orta şiddetli aerobik egzersiz eğitim grubunda $VO_{2\text{zirve}}$ 0,86 ml/kg/dk artmıştır. Bahsedilen çalışmada orta şiddetli aerobik egzersiz eğitim süresinin kısa olması (14 dakika) dikkat çekmiştir [208]. Çalışmamızda 30-45 dakika eğitim verilmişti. Bahsedilen çalışmada eğitim süresinin kısa olması çalışmamıza göre daha az $VO_{2\text{zirve}}$ artışında etkili olmuş olabilir. Başka bir çalışmada eşit enerji harcamasına sahip yüksek şiddetli aralıklı aerobik egzersiz eğitimi ile orta şiddetli sürekli aerobik egzersiz eğitiminin benzer $VO_{2\text{zirve}}$ artışı ve HbA1c iyileşmesi sağladığı bildirilmiştir [24]. Bu

çalışma egzersiz şiddetinden ziyade egzersizde harcanan enerji harcamasının önemini vurgulamıştır. Periferik arter hastalarında 12 haftalık kol ergometresi ve standart koşu bandı egzersiz eğitim protokolü ile hastaların VO_{2zirve} , ventilasyon verimi (VE/VCO_2) ve yürüme mesafesi karşılaştırılmıştır. Eğitim etkisiyle VO_{2zirve} değişiminde gruplar arası fark yokken üst ekstremitate aerobik egzersiz grubunda grup içi anlamlı olarak VO_{2zirve} artmıştır. Ventilasyon verimi (VE/VCO_2) üst ekstremitate aerobik egzersiz grubunda daha çok iyileşirken yürüme mesafesi alt ekstremitate aerobik egzersiz eğitim grubunda daha çok artmıştır [135]. Bahsedilen çalışmada VO_{2zirve} için üst ekstremitate aerobik egzersiz eğitimi alt ekstremitate aerobik egzersiz eğitiminden daha etkili değildir [135]. Literatürdeki çalışmalarda T2DM’de alt ekstremitate aerobik egzersiz eğitiminin oksijen tüketimi üzerine etkileri araştırılmıştır [24, 207-209]. T2DM hastalarında üst ve alt ekstremitate aerobik egzersiz eğitimlerinin hangisinin oksijen tüketimi üzerine daha etkili olduğu bilinmemektedir, araştırılmalıdır. Çalışmamızda ile T2DM hastalarında üst ekstremitate aerobik egzersiz eğitiminin oksijen tüketimi arttı. T2DM hastalarında mikro ve makro komplikasyonlar sonucu diyabetik ayak, periferik nöropati veya denge problemleri bulunan hastalarda alt ekstremitate aerobik egzersiz eğitimi kısıtlılığı nedeniyle üst ekstremitate aerobik egzersiz eğitimi alternatif tedavi seçeneği olabilir.

T2DM’de her hasta için bireysel egzersiz reçetesi ile 12 haftalık egzersiz eğitiminin kronotropik yanıt ve VO_{2zirve} üzerine etkileri inceleyen başka bir çalışmada eğitim sonrası kronotropik yanıt, HRR gecikmesi iyileşmiş ve VO_{2zirve} değeri artmıştır. Normalde vagus sinirinin aktivitesi hareketin hemen sonunda baskın görülmektedir. T2DM hastalarında otonom sinirlerin düzenlemesinin bozulması ile HRR yavaşlamaktadır. Bahsedilen çalışmada egzersiz ile kardiyak otonom sinirlerin işlevinin düzenlenerek kardiyovasküler sistemin egzersiz stresine uyumu kanıtlanmıştır [209]. T2DM hastalarında MET önemli bir diğer parametredir. Literatürde T2DM hastalarda egzersiz testi sırasındaki MET azaldığı gösterilmiştir [8, 9, 43, 120, 127-131]. Bu azalma birçok sebepten olabilmektedir [134]. Çalışmamızda egzersiz eğitimi öncesi tüm hastaların ortalama MET değeri $6,37 \pm 1,37$ idi. Üst ekstremitate aerobik egzersiz eğitim sonrası eğitim grubunun gruplar arası ve grup içi MET’i ($6,01 \pm 1,10$ ’den $6,47 \pm 1,35$) artmıştı. T2DM hastalarında komplikasyonlar nedeniyle kardiyovasküler hastalık riski fazladır ve MET’in 5’ten az olması kardiyovasküler olay nedeniyle mortalite olasılığını %70 artırır [3, 134]. Çalışmamızda üst ekstremitate aerobik egzersiz eğitimi sonucunda oksijen tüketimindeki artış ve kardiyak parametrelerde iyileşme kardiyovasküler sistemin egzersize uyumunu göstermektedir. Eğitim sonunda T2DM

hastalarında eğitim grubunda SCORE sınıflamasına göre 10 yıllık kardiyovasküler hastalık nedeniyle mortalite riski çok yüksek riskli olan hasta sayısı oranı %65'ten %35'e azaldı. T2DM hastalarında kardiyovasküler hastalık nedeniyle mortalite riski yüksek olduğu için mortaliteyi önlemede üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi tercih edilebilir.

T2DM hastalarında zayıf glisemik kontrol ve plazma lipitlerindeki artış oksijen tüketimindeki azalma ile ilişkilidir. Zayıf glisemik kontrol varlığında hücresel tutulum daha erken meydana gelmektedir [9]. Açlık kan glukozu yükseldikçe oksijen tüketimi azalır [127]. Aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrol gelişmekte ve mitokondriyal oksidatif kapasite artmaktadır [51]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası açlık kan glukozu, HbA1c, LDL ve trigliserid azalmıştı. Glisemik kontrol ve lipid profilindeki bu iyileşme oksijen tüketimini dolayısıyla egzersiz kapasitesini artırmış olabilir. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi T2DM hastalarının medikal tedaviler ile birlikte etkin bir tedavi yaklaşımıdır.

Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi etkisi ile KPET testinde kan glukoz düzeyleri değişmemişti. Fakat eğitim grubunda test sonu kan glukoz değişimi anlamlı artmıştı ($11,10 \pm 16,27$ mg/dL- $20,25 \pm 20,09$ mg/dL). Hastalar egzersiz eğitimi sonrasında benzer iş yükünde daha fazla glukoz atılımı sağlamıştır. Bu durum T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucunda glukoz metabolizmasındaki iyileşmeyi kanıtlayabilir.

T2DM hastalarında maksimal iş yükü, anaerobik kapasiteleri ve maksimal arteriovenöz O₂ farkı da azalmıştır [128, 129]. Solunum değişim oranı ve ventilasyonda değişim bildirilmemiştir [129, 130]. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası eğitim grubunda anaerobik eşik (%) $83,81 \pm 15,06$ 'dan $87,50 \pm 12,00$ 'e artmıştı, tidal volüm ise $1,94 \pm 0,39$ 'dan $2,03 \pm 0,42$ 'e artmıştı. KOAH'ta yapılan bir çalışmada üst ekstremitte egzersizinde omuz elevasyonunun kardiyopulmoner adaptasyonlar üzerinde etkisine bakılmış ve omuz elevasyonu arttıkça üst ekstremitte kaslarına binen iş yükü arttığı bildirilmiştir. Omuz elevasyonundaki artış dinamik hiperinflasyonu kötüleştirmeden metabolik, ventilasyon ve kardiyak yanıtları iyileştirmektedir [210]. Bu sebeple üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin kronik etkisi sonucunda ventilasyon ve kardiyak yanıtlarda iyileşme sağlanmış olabilir.

Literatürde aerobik egzersiz eğitiminin sistolik kan basıncını iyileştirdiği bildirilmiştir. T2DM hastalarında ise özellikle yüksek şiddetli aralıklı aerobik egzersiz eğitimi ve orta şiddetli aerobik egzersiz eğitimi ile sistolik ve diyastolik kan basınçlarında iyileşme sağlanmaktadır [207].

Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile maksimal egzersiz testi sırasındaki dispne ve yorgunluk algısı değişmemiştir fakat kontrol grubunda eğitim sonrası grup içi dispne ve yorgunluk algısı artmıştır. Bu sonuç T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile egzersiz testi esnasında semptom algısı korunurken herhangi bir egzersiz yapmayan bireylerin semptom algısında artış olduğunu göstermiştir.

T2DM hastalarının mitokondrileri morfolojik olarak küçük, niceliksel olarak da azdır ve düşük oksidatif kapasiteye sahiptirler. Egzersiz ile mitokondrinin içeriği ve işlevselliği iyileştiği için egzersiz kapasitesinde gelişme sağlanabilmektedir [49, 50]. Aerobik egzersiz ile kaslardaki mitokondri ve glukoz taşıyıcısı olan GLUT-4 izoformu artar. Egzersizden 18 saat sonra değişim başlamaktadır. Yani kaslar egzersiz ile oluşan yeni metabolik taleplere hem akut hem de kronik olarak yanıt vermektedir [50]. Aerobik eğitim ile mitokondride nitel ve nicel olarak iyileşme, insülin ve iskelet kası mitokondriyal proteinine karşı duyarlılıkta artış ile egzersiz kapasitesinde de artış açıklanabilmektedir [211].

Literatüre göre [207] nispeten kısa takipli bir eğitim protokolü olan çalışmamızda aerobik kapasitedeki artış dikkat çekicidir. Daha önce sedanter bireylerde yapılan bir çalışmada akut aerobik egzersiz takiben kardiyorespiratuar kapasitedeki hızlı iyileşmenin nedeni olarak kardiyak atım hacmindeki artış gösterilmiştir [212]. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin uzun durasyonlu etkileri bilinmemektedir. T2DM hastalarında daha uzun durasyonlu üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile hastaların oksijen tüketimi daha fazla artabilir. Gelecekte daha uzun durasyonlu üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin maksimal egzersiz kapasitesi üzerine etkileri araştırılmalıdır.

5.5. Üst Ekstremitte Fonksiyonel Egzersiz Kapasitesi

T2DM'e bağlı gelişen kardiyak hastalıklar fonksiyonel egzersiz kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır. Literatürde T2DM hastalarının fonksiyonel egzersiz kapasitesi genellikle yürüme ve merdiven testleri ile değerlendirilmiştir [10, 11]. Ancak günlük yapılan dış

fırçalama, yemek yeme, bulaşık yıkama, yazı yazma gibi birçok aktivite üst ekstremitenin fonksiyonel kullanılmasıyla gerçekleşmektedir ve submaksimal düzeydedir [47, 213, 214]. Diyabet hastalarında üst ekstremita fonksiyon kaybı yaygındır ve bu durum zamanla kas kuvvetinde de etkilenime neden olabilmektedir [136, 213]. T2DM hastalarında üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesini değerlendiren bir çalışma mevcuttur. Bu çalışmada T2DM hastalarının üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi desteksiz üst ekstremita egzersiz testi ile değerlendirilmiş ve hastaların egzersiz kapasitesi azalmıştır [215]. Çalışmamızda ise üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi 6-PBRT ile değerlendirildi. Literatürde üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesini değerlendirmek için kullanılan 6-PBRT'nin, birçok hastalık grubu ve sağlıklı bireylerde geçerli ve güvenilir bir test olduğu bildirilmiştir [214, 216, 217]. Çalışmamızda hastaların 6-PBRT halka sayısı $353,92 \pm 77,80$ ve %6-PBRT halka sayısı ise $79,10 \pm 16,09$ idi. Eğitim öncesi tüm hastaların 17 (%42,5)'inin 6-PBRT halka sayısı beklenenin %80'inden azdı.

Sağlıklı bireylerde üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi fiziksel performans ve egzersiz kapasitesini arttırmaktadır [218]. T2DM hastalarında yakın zamanda yayınlanan meta-analiz raporuna göre dirençli ve aerobik egzersiz eğitimi üst ekstremita fonksiyonelliğini artırmıştır [136]. Literatürde T2DM hastalarında ve diğer hastalık gruplarında üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi üzerine etkilerini araştıran çalışma yoktur. Fakat bu konuyu iki hastalık grubunda araştıran çalışmalar vardır [26, 123]. Bu çalışmaların ilkinde Akkurt ve arkadaşları spinal kord yaralanmalı hastalarda haftada üç gün, 1,5 saat/hafta, zirveVO₂'nin %50-70 iş yükünde 12 hafta boyunca üst ekstremita aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz kapasitesi üzerinde etkilerini incelemişlerdir ve fonksiyonel egzersiz kapasitesinde artış bildirmişlerdir [123]. Diğer çalışmada ise pulmoner arteriyel hipertansiyonu olan hastalarda haftada 3 gün, 15-45 dk, 6 hafta boyunca maksimum kalp hızının %50-80'inde üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi ile hastaların 6 dakika yürüme testi ile değerlendirilen fonksiyonel egzersiz kapasitesi arttığı gösterilmiştir [26]. Çalışmamızda ise T2DM hastalarında eğitimin etkisiyle fonksiyonel egzersiz kapasitesi arttı (36,77 halka). Eğitim sonrası eğitim grubunda grup içi 6-PBRT halka sayısı 43 adet (%11,86) artmıştır. Üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi sonrası eğitim grubu hastalarının 6-PBRT halka sayısı 362,40 adetten 405,40 adete, %6-PBRT %83,12'den %92,88'e arttı, kontrol grubunun ise değişmedi. Çalışmamızın sonucunda T2DM hastalarında üst ekstremita aerobik egzersiz eğitimi sonrası üst ekstremita fonksiyonel egzersiz kapasitesi artmıştır.

Çalışmamızda üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi sonrası eğitim grubunun 6-PBRT sırasındaki vital ve semptomlarından istirahat diyastolik kan basıncı ve test sonu kol yorgunluğu azaldı. İki grubunda grup içi test sonu sistolik basıncı azaldı. HbA1c'nin oksijene yüksek afinitesi bu hastalarda hücrenin enerji metabolizmasını etkileyerek yorgunluk sebebiyle egzersiz kapasitesinde de azalmaya neden olmaktadır [9]. Çalışmamızda üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi ile HbA1c azalmıştır, bu sayede yorgunluk semptomu azalmış ve üst ekstremité fonksiyonel egzersiz kapasitesi artış olabilir. Egzersiz ile iskelet kan akışı artar, insülin duyarlılığı artar, hücre dışı matris fibrozu azalır ve bu sayede glukoz ve insülinin iskelet kasına geçmesine izin verilerek kas içi glukoz metabolizması artar [119]. İnsülin, endotel nitrik oksit sentazını uyararak endoteli uyarır ve vazodilatasyon yanıtı oluşturarak iskelet kasının perfüzyonunu artırır [115]. Aerobik egzersiz hem insülin duyarlılığında hem de endotel hasarında iyileşme sağlar [219]. Çalışma sonuçlarımıza göre T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi üst ekstremité fonksiyonel egzersiz kapasitesini artırdı böylece hastaların yaşam kaliteleri arttı. Klinikte T2DM hastalarının rehabilitasyon programlarına üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi dahil edilmelidir.

5.6. Periferik Kas Kuvveti

T2DM hastalarında kas kütlesi ve işlevinde kayba neden olan diyabetik miyopati yaygındır. Diyabetik miyopati hastalarda egzersiz yapmakta zorlanmaya ve sonucunda günlük yaşam aktivitelerinde bile zorlanmaya neden olmaktadır [7]. Literatürdeki çalışmalar T2DM hastalığının sadece metabolik bir hastalık değil aynı zamanda kas iskelet fonksiyon kaybına neden olan bir hastalık olduğunu göstermiştir [220]. Bu hastalardaki kronik hiperglisemi, protein yıkımında artışa, mitokondriyal disfonksiyon ve insülin anabolik etkilerinin azalmasına sonucunda da kas kuvvet kaybına neden olmaktadır [221]. Ayrıca kas kuvveti zayıf olan hastaların fiziksel aktivite seviyesinin düşük olması dikkat çekici bir bulgudur. Kas kuvvet kaybı bireylerin fonksiyonel kapasitesinde azalma ve sonucunda fiziksel inaktiviteye neden olabilir. Bu durum kas atrofisinde ilerleme ile kısır bir döngüye dönüşebilmektedir [19]. Literatürde T2DM hastalarında diz ekstansör kas kuvvetinde belirgin bir azalma bildirilmiştir [222]. Ayrıca bu hastalar üst ekstremité kas iskelet sistemi komplikasyonlarına eğilimli olup bu da üst ekstremité kas kuvvetinde kayba neden olabilmektedir [136]. Çalışmamızda literatürle benzer şekilde eğitim öncesi hastaların periferik kas kuvveti zayıftı [136, 222]. Çalışmamızda tüm T2DM hastalarının %77,5'inde

alt ekstremite zayıflığı %5'inde ise üst ekstremite zayıflığı vardı. Literatürde artan yaş ve periferik kas kuvvet kaybı ilişkilendirilmiştir. Yaşlanma ile beraber sarkopeni prevalansı arttığı için periferik kas kuvvetindeki kayıp daha belirgindir [139]. Çalışmamızda hastaların yaş ortalaması 55,38, orta yaşlı idi.

Aerobik egzersiz eğitimi kardiyovasküler uygunluk ile periferik kas kuvvetinde iyileşme sağlayabilmektedir. Düşük ve orta şiddette yapılan sürekli aerobik egzersiz eğitimi kasın oksijenazyonunu artırarak kasın kuvvetinde artış meydana getirmektedir [152]. T2DM hastalarında uzun süre takipli (4 yıl takipli) bir çalışmada haftada 4 saat orta şiddetli aerobik egzersiz eğitimin diyabetik periferik nöropatiyi önlediği bildirilmiştir. Bu sayede sedanter yaşam biçimi, fonksiyonel kapasitede azalma ve kas atrofi kısır döngüsünün kırıldığı vurgulanmıştır [19]. T2DM hastalarında direnç ve aerobik egzersiz eğitimi ile periferik kas kuvveti artmaktadır [136]. T2DM'de yapılan bir çalışmada 12 haftalık kombine aerobik ve direnç egzersiz eğitiminin kas kuvvetini geliştirdiği ve glisemik kontrolü artırdığı bildirilmiştir [146]. Aerobik egzersiz eğitiminin inflamasyonu azaltarak kas yıkımını önler dolayısıyla kas protein sentezini desteklemektedir [153]. T2DM hastalarında basit ev egzersiz programları bile periferik kas kuvveti ve glisemik kontrolde iyileşme sağlamaktadır [138].

T2DM hastalarında daha önce üst ekstremite aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas kuvveti üzerine etkileri araştırılmamıştır fakat literatürde başka hastalık grubunda üst ekstremite aerobik egzersiz eğitiminin periferik kas kuvveti üzerine etkilerini araştıran bir çalışma vardır [20]. Bu çalışmada Duchenne kas distrofi hastalarda 8 haftalık üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi ile yürüme puanları, üst ekstremite fonksiyonları ve proksimal kas kuvvetinde iyileşme raporlanmıştır [20]. Bu çalışma ile benzer şekilde çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi ile alt ve üst ekstremite kas kuvveti arttı [20]. Eğitim sonrası hastaların quadriceps femoris kas kuvveti 40,55 N ve omuz abdükör kas kuvveti 27,15 N arttı. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitiminin etkisiyle hastaların adım sayıları arttı böylece kas atrofi azalarak periferik kas kuvvetinde artış meydana gelmiş olabilir [19]. Aerobik egzersiz ile glisemik kontrol ve insülin duyarlılığı artmaktadır. İnsülin bu sayede kas hücrelerinin etkisini artırarak daha fazla glukozu enerjiye dönüştürür ve kaslar daha verimli çalışarak kas kuvveti artabilir [223]. Çalışmamızın sonucunda glisemik kontrol artmıştı. Bu sayede periferik kas kuvveti artmış olabilir. Literatürde periferik kas kuvvetini artırmak için sadece aerobik egzersizin yetersiz

olduğu bu nedenle programa dirençli egzersizin eklenerek kombine yapılması önerilmektedir [111]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile dirençli egzersizin kombine uygulanmasının sonuçları nasıl etkilediği bilinmemektedir, araştırılması önerilir.

5.7. Kas Oksijenizasyonu

T2DM hastalarında subklinik inflamasyon kas oksijenazasyonunu olumsuz etkilemektedir [38]. T2DM hastalarında egzersiz ile beraber mikrovasküler kan akışı anormal yavaştır. Bozulmuş vazodilatasyon yanıtı bu durumun nedenidir [22]. T2DM hastalarındaki oksijen kinetiğindeki azalma daha büyük bir oksijen açığı nihayetinde de bireylerin aktiviteyi sürdürme yeteneğinde azalmaya ve egzersiz kapasitesinde azalmaya neden olabilmektedir [22]. İnsülin direncinin neden olduğu endotelde hasar, yetersiz vazodilatasyon ve azalmış perfüzyon aerobik egzersiz eğitimi ile hastalarda iyileşmektedir [23, 119]. Literatürde ilk defa T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin kas oksijenizasyonu üzerine etkilerini araştıran çalışmamız ile üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucu deltoid kasının oksijen saturasyonu değişmedi fakat submaksimal iş yükü arttı. Hastalar daha yüksek iş yüklerinde aynı seviyede oksijen kullanmışlardır. Bu durum oksidatif metabolizmasının iyileştiğini yansıtabilir.

Literatürde sağlıklı kadınlarda üst ekstremitte aerobik egzersizin triceps kas oksijenizasyonu üzerindeki etkisini araştıran çalışmada bulgular kaslardaki oksidatif kapasitenin fizyolojik sınıra ulaştığını göstermiştir Bu durum triceps kasının oksijen kullanım kapasitesinin sınırlı olduğu için meydana gelmiş olarak yorumlanmıştır [224]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucunda deltoid kasının submaksimal egzersiz testinde kas oksijenazyonu değerlendirilmiş ve iş yükü artmasına rağmen kullanılan oksijen seviyesi aynı kalmıştır. Çalışmamızda da literatürle benzer şekilde deltoid kası submaksimal egzersiz testi sırasında fizyolojik sınıra ulaştığı için sabit bir oksijenlenme profiline sahip olmuş olabilir [224].

Literatürde T2DM hastalarında veya başka bir hastalık grubunda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin quadriceps femoris kas oksijenizasyonu üzerine etkileri ile ilgili bilgi yoktur. Fakat periferik arter hastalığında 60 dakika, haftada 3 seans, 3 aylık süpervizör eşliğinde hastaların kladikasyon durumlarına göre yaptırılan aerobik egzersiz programının

gastrocnemius kasına kan akışı ve oksijen ekstraksiyonunda artış ve kas oksidatif metabolizmasında artış bildirilmiştir [225]. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası hastaların maksimal egzersiz testi sırasında quadriceps femoris kasının kas oksijen satürasyon değişimi azalmış, total hemoglobin artmış ve maksimal egzersiz iş yükü de değişmemiştir. Üst ekstremitte kasları kullanılarak yapılan aerobik egzersiz eğitimi sempatik aktivasyonda ve kardiyak debide artış ile alt ekstremitte kaslarının perfüzyonu artmış olabilir. Aynı zamanda aerobik egzersiz eğitiminin endotel fonksiyonları iyileştirdiği bilinmektedir [23]. Böylece vazodilatasyon yanıtı iyileşmekte ve kapiller kan hacmi artarak kapillerdeki kırmızı kan hücre yoğunluğu artmaktadır [23, 225]. Ayrıca egzersiz eğitimi ile kasların oksijen kullanma kapasitesi artmaktadır [24]. T2DM hastalarında egzersiz ile özellikle mitokondriyal hacim ve enzim içeriği artarak mitokondriyal fonksiyonların gelişmesi sağlanmaktadır [118]. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi mitokondriyal oksidatif kapasiteyi artırarak kasların istirahatte bile daha fazla oksijen tüketmesine neden olmuş olabilir [51]. Kasların daha verimli oksijen kullanma kapasitesi sonucunda da oksijen satürasyonunda azalma meydana gelmiş olabilir. Bu sonuçlar üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin periferik adaptasyonlarını ve kasların daha verimli oksijen kullanma kapasitesini yansıtmaları açısından önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamız T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin sadece lokal değil, sistemik dolaşım ve vasküler fonksiyonları iyileştirebileceğini desteklemektedir. Çalışmamızın sonuçları itibarıyla egzersiz programlamasında yalnızca hedef bölgede değil sistemik düzeyde de etkiler görülebileceği gösterilmiştir.

5.8. Fiziksel Aktivite Seviyesi

T2DM salgını genellikle çevresel ve yaşam tarzı değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu hastalarda fiziksel inaktivite hem hastalığın gelişiminde hem de prognozunda önemlidir. Fiziksel inaktivite T2DM risk faktörleri içerisinde en başta gelenidir [143]. Azalmış fiziksel aktivite seviyesi diyabet riskini %40 artırdığı bildirilmiştir [143]. Fagour ve arkadaşları T2DM hastalarında fiziksel aktivite seviyesinin adım sayısına göre 7400 adım/gün olarak kontrol grubuna göre azaldığını bildirmişlerdir [226]. Başka bir çalışmada 160 T2DM hastasının fiziksel aktivite seviyesi adım sayısına göre 6662 ± 3077 adım/gün olarak bildirilmiştir [227]. T2DM hastalarında çok sensörlü metabolik holter ile değerlendirilen fiziksel

aktivite toplam enerji harcaması 2684 ± 509 kcal/gün, aktif enerji harcaması 694 ± 605 kcal/gün, fiziksel aktivite süresi 116 ± 99 dk/gün ve adım sayısı 7400 ± 3387 adım/gün olarak raporlanmış ve kontrol grubuna göre azaldığı bildirilmiştir [226]. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının ortalama adım sayısı 5717 adım/gün ve ortalama MET 1,34 MET/gün idi. Çalışmamızda literatürle benzer şekilde eğitim öncesi T2DM hastalarının fiziksel aktivite seviyesi ortalaması az aktif (5000-7499 adım/gün) kategorisindeydi [228]. Hastaların MET'e göre %80'i, günlük adım sayısına göre ise %42,5'i inaktifti.

T2DM'in önlenmesi ve korunmasında orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersizler önerilmektedir [143]. Aerobik egzersiz eğitimi ile bireylerde fiziksel aktivite seviyesi artar [229]. Çoklu kronik hastalığı olan bireyler 12 hafta kişiye özel aerobik egzersiz programına alınmış ve Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketine (IPAQ) göre hastaların toplam fiziksel aktivitesi artmıştır [229]. T2DM hastalarında 30 dakika, haftada 3 seans, 12 ay boyunca orta şiddetli egzersiz eğitimi sonucunda ($VO_{2\text{zirve}}$ 'nin %50'si) fiziksel aktivite olarak aktif bireylerin sayısında artış bildirilmiştir [230]. T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin fiziksel aktivite seviyesi üzerine etkileri hakkında literatürde bilgi yoktur. Fakat ofis çalışanlarında yapılan bir çalışmada kısa süreli üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin toplam adım sayısı, şiddetli ve orta yoğunluklu fiziksel aktivite seviyesi, toplam fiziksel aktivite seviyesi, yaşam kalitesini geliştirdiği ve anksiyete depresyonu azalttığı bildirilmiştir [33]. Periferik arter hastalarında ise haftada 2 gün, 24 hafta olarak planlanmış yüksek şiddetli aralıklı üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi sonrası 6. hafta ve 24. hafta sonuçlarında fiziksel aktivite seviyesinin arttığı bildirilmiştir [21]. Çalışmamızda ise T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi sonrası günlük adım sayısı arttı. Pulmoner rehabilitasyon sonrası adım sayısında >600 adım/gün artış klinik olarak anlamlı sayılmaktadır [231]. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin fiziksel aktivite seviyesi üzerine etkisini ilk kez araştıran çalışmamızın sonucunda eğitim etkisiyle hastaların adım sayısı (1068 adım) arttı ve bu artış klinik olarak anlamlıydı.

Fiziksel aktivite kılavuzunda sağlığın korunması ve mortalite riskini azaltmak için günlük adım sayısının 10000 adım olması gerektiğinin altı çizilmektedir. Aynı zamanda adım sayısındaki artış ve kardiyovasküler olay riskinde azalma da ilişkilendirilmiştir [232]. Literatürde bir çalışmada T2DM hastalarında 10 bin adım ve fazla olan bireyin %17,1 olduğu bildirilmiştir [226]. Çalışmamızda ise eğitim öncesi hastaların sadece %5'i aktif ($10000 > \text{adım/gün}$) idi [228]. Eğitim sonrası hastaların ortalama adım sayısı artmıştı fakat bu

değer (6335,85±2380,22) hala 10000 adımın altındaydı. KOAH hastalarında fiziksel aktivite danışmanlığı ile fiziksel aktivite seviyesinde etkili artış sağlanabileceği bildirilmiştir [233]. T2DM hastalarında düzenli egzersiz için transteorik modelin egzersizi teşvik etmede etkili olduğu kanıtlanmıştır [234]. Bu hastalarda fiziksel aktivitenin önemi vurgulanmalı ve fiziksel aktivite danışmanlığının pulmoner rehabilitasyona eklenmesi tavsiye edilmektedir. Transteorik model ile fiziksel aktivite danışmanlığı T2DM hastalarında fiziksel aktivite seviyesi artışı için etkili sonuçlar verebilir. T2DM hastalarında yapılacak yeni çalışmalarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimine ek olarak fiziksel aktivite danışmanlığının fiziksel aktivite seviyesi üzerine etkisi araştırılmalıdır.

5.9. Diyabet Semptomları

T2DM hastalarında öz-yönetim algı düzeyinde azalma ile diyabet belirtileri artmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmada T2DM hastalarında öz-yönetim algısı geliştikçe hastaların Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi puanlarında azalma bildirilmiştir. Bahsedilen çalışmada fiziksel aktivite yapanların öz-yönetim puanları daha yüksek dolayısıyla diyabet belirtileri daha az bulunmuştur. Bu çalışma ile T2DM hastalarına diyabet belirtilerini teşhis edebilmelerini sağlayacak eğitimlerin verilmesi ve bu eğitimlerde egzersizin öneminin dikkat çekilmesi vurgulanmıştır [235]. T2DM hastalarında uyguladığımız üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucunda eğitim grubunda Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi puanlarında azalma bulunmuştur. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarında hastalık belirtileri azalmıştır. Hastaların üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası semptom algılarındaki bu iyileşmenin birçok sebebi olabilir fakat bir konu dikkat çekicidir. T2DM hastalarında yapılan daha önceki bir çalışma bu hastalarda uyku bozukluğu ile diyabet belirtilerinde artış arasında yakından ilişki bulmuş ve uyku bozukluklarının giderilmesinin diyabet belirtilerini azaltacağı dikkat çekmiştir [236]. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarının gündüz uykululuk düzeyi azalmıştı. Çalışmamızda hastaların uyku kalitesindeki iyileşme diyabet belirtilerini azaltmış olabilir.

5.10. Günlük Yaşam Aktiviteleri Sırasındaki Nefes Darlığı

T2DM'in akciğerler üzerindeki zararlı etkisi düzenli olarak taranmazsa uzun süre teşhis edilemeyen fonksiyon bozukluklarına yol açabilir [237]. T2DM hastalarındaki solunum

fonksiyonlarındaki bozulma ile dispne algısı artar. Dispne algısındaki bu artış günlük yaşam aktiviteleri sırasında ortaya çıkmaktadır [121]. Literatürde T2DM hastalarında dispne algısını araştıran çalışmalar kısıtlıdır [121]. 353 T2DM hastası ve 239 sağlıklı bireyde yapılan bir çalışmanın sonucunda mMRC $\geq$ 2 olan bireyler T2DM’de daha yaygın olarak bulunmuştur. Sadece T2DM hastalarına bakıldığında mMRC $\geq$ 2 olanların çoğunlukla kadın, yaşlı ve kilolu olan bireylerdir. T2DM süresi 10 yıldan az olanlarda mMRC $\geq$ 2 prevalansı %14,1 iken 10 yıldan uzun hastalık süresine sahip bireylerde bu prevalans %25,5’e yükselmektedir [121]. Kopf ve arkadaşlarının çalışmasında mMRC puanında prediyabetli hastalardan yeni tanı konmuş T2DM hastaları ve uzun süreli T2DM’li hastalara doğru ilerleyici artmaktadır [238]. Çalışmamızda T2DM hastalarının eğitim öncesi %5’inde istirahat, %67,5’inde aktivite sırasında nefes darlığı mevcuttu. Günlük yaşam aktivitelerindeki nefes darlığı literatürle benzer şekilde [121] eğitim öncesi tüm hastaların mMRC puan ortancası 1’di. Ayrıca hastaların %25’inde günlük yaşam aktiviteleri sırasında orta veya daha şiddetli nefes darlığı (mMRC $\geq$ 2) saptandı.

Literatürde T2DM hastalarında haftada 3 gün, 25 hafta boyunca yapılandırılmış aerobik egzersiz eğitiminin maksimum oksijen tüketiminin arttığı dispne algısı ve VKİ’nin azaldığı bildirilmektedir [239]. Literatürde pulmoner arteriyel hipertansiyon hastalarında haftada 3 gün, 15-45 dakika, 6 haftalık üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin günlük yaşam aktivitelerindeki dispne algısını iyileştirdiği raporlanmıştır [26]. Üst ekstremité kas disfonksiyonu kas zayıflığı, dispne algısında artış ve egzersiz intoleransı ile ilişkilidir [240]. KOAH hastalarında desteksiz üst ekstremité egzersizinin günlük yaşam aktiviteleri arasındaki dispne algısını azalttığı kanıtlanmıştır [25]. Üst ekstremité egzersiz eğitimlerinin dispne algısını azaltmak için pulmoner rehabilitasyona dahil edilmesi daha önceki çalışmalarda vurgulanmıştır [25, 240]. Çalışmamızda üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi etkisiyle mMRC puan 0,91 azaldı. Eğitim sonrası hastaların grup içi mMRC puan ortalaması 1 puan azaldı, kontrol grubu ise değişmedi. Üst ekstremité aerobik egzersiz eğitim grubu hastaların %75’inde günlük yaşam aktivitelerinde nefes darlığını klinik anlamlı (mMRC klinik anlamlılık 1 puan) olarak azalttı [241].

Egzersiz sırasında diyafragma ve diğer solunum kasları iş yükünü tolere edemediğinde dispne algısı artar. Üst vücut kasları kullanılarak yapılan egzersizler diyafragma yorgunluğuna neden olmadığı için dispne algısında artış olmadan egzersiz seansı daha verimli gerçekleştirilmektedir [46]. Aynı zamanda üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi

solunum kas kuvvetini artırarak dispne algısında azaltmaktadır [14]. Çalışmamızda da eğitim sonrası hastaların solunum kas kuvveti arttı bu durum günlük yaşamda algılanan nefes darlığını azaltmış olabilir. T2DM hastalarının günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki nefes darlığı için üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi etkili bir yöntemdir.

5.11. Yorgunluk Şiddeti

T2DM hastalarında yorgunluk sık karşılaşılan bir semptomdur ve bireylerin günlük yaşamlarını etkilemektedir [27]. Yaşam kalitesini etkilemesi nedeniyle yorgunluk önemli bir semptomdur [39]. Hastaların uyku kalitesindeki azalma, VKİ ve ağrıdaki artış yorgunluğun meydana gelmesinde rol oynamaktadır [39]. Yapılan çalışmalarda glisemik indeks artışı yorgunluk algısını etkilememektedir [39, 145]. Fakat T2DM’de glukoz gün içerisinde dalgalı seyretmektedir. Glukoz dalgalanmaları ile yorgunluk eş zamanlı ölçüldüğünde yorgunluk algısının arttığı bildirilmiştir [145]. Ülkemizde yapılan bir çalışmada T2DM hastalarının %78,7’sinin kronik yorgun olduğu bulunmuştur. Depresyon şiddeti, T2DM başlangıç yaşı, hastalık süresi, hemogloblin ve D vitamini düzeyinin yorgunluğu etkilediği bildirilmiştir [242]. Uzun süreli T2DM hastalığı ve zayıf glisemik kontrolü olan 60 yaş üstü kadınlarda yorgunluk şiddetinin arttığı vurgulanmaktadır [242]. Yorgunluk, egzersiz kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır [243]. Çalışmamızda literatürle benzer şekilde T2DM hastalarının yorgunluk algıları artmıştı. Eğitim öncesi tüm hastaların %65’inde şiddetli yorgunluk vardı. Çalışmamızda üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi T2DM hastalarının yorgunluk şiddetini azalttı. Eğitim sonrası üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi grubunun yorgunluk şiddeti YŞÖ’ye göre 22,9 puan, kontrol grubunun ise 1,8 puan azaldı.

T2DM hastalarında çeşitli aerobik egzersiz müdahaleleri yorgunluk algısını azaltmaktadır. Bu çalışmaların birinde T2DM’de kombine aerobik ve dirençli egzersiz eğitiminin yorgunluğu azalttığı aynı zamanda kas kuvveti, glisemik kontrol ve yaşam kalitesini iyileştirdiği gösterilmiştir [146]. Kronik yorgunluğu olan gençlerde 6 hafta, 18 seans, orta yoğunluklu aerobik egzersiz eğitiminin enerjik hissetmeyi artırdığı ve yorgunluk algısında önemli iyileşme sağladığı bulunmuştur. Ayrıca yorgunluk algısındaki azalma kardiyorespiratuar uygunluktaki iyileşmeler bağımsızdır [28]. Multiple skleroz hastalarında yapılan bir çalışmada 20 seans üst ekstremiteler aerobik ve görev odaklı egzersiz eğitimlerinin yorgunluğun azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiştir [29]. Çalışmamızda benzer şekilde

üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi T2DM hastalarında yorgunluk şiddetini azalttı. Eğitim grubunda eğitim sonrası şiddetli yorgun hasta kalmadı, kontrol grubunda ise şiddetli yorgun olan hasta %55'ten %45'e azaldı.

Yüksek HbA1c kronik yorgunluğa neden olmaktadır [9]. HbA1c'nin oksijene yüksek afinitesi vardır. Bu durum hücrenin enerji metabolizmasını etkiler ve kronik yorgunluğa neden olmaktadır. Egzersiz ile glukoz kontrolü iyileştiği için üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası yorgunluk algısında azalma olmuş olabilir [43]. Ayrıca T2DM hastalarında egzersiz eğitimi mitokondriyal oksidatif kapasiteyi artırır, laktat birikiminde ve reaktif oksijen türlerinin üretiminde azalış sağlar [51]. Egzersiz eğitimi laktat birikimini azaltır ve diğer kardiyopulmoner kapasitedeki artış sayesinde T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile yorgunluk algıları azalmış olabilir. Yorgunluk algısındaki azalma bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız olması ile yaşam kalitesini artırabilir.

5.12. Anksiyete ve Depresyon

T2DM hastalığı psikolojik rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Depresyon ve anksiyete bu hastaları etkileyen yaygın psikiyatrik komplikasyonlardır [147]. T2DM hastalarının %32'sinde anksiyete ve yaklaşık %22'sinde depresyon bildirilmektedir. T2DM komplikasyonlarının varlığı, sigara maruziyeti ve zayıf glisemik kontrol hastalarda anksiyete ve depresyon riskinde artışla sonuçlanmaktadır. Kadın cinsiyet de anksiyete şiddetinin artışı ile ilişkilendirilmiştir. Sosyoekonomik durumun iyi olması ve ileri yaş depresyon ve anksiyete için koruyucu faktörler olarak ön plana çıkmaktadır [147]. Yakın zamanda yayınlanan retrospektif bir çalışmada T2DM hastalarının %23'ünde anksiyete, %32'sinde depresyon varlığı rapor edilmiştir. Bu hastalarda kan glukoz seviyesindeki sürekli dalgalanmalar anksiyete ve depresyon gelişimini tetiklemektedir [150]. Depresyon varlığı anksiyete gelişmesi olasılığını 10-12 kat, anksiyete varlığı ise depresyon gelişme olasılığını 20 kat artırmaktadır [148]. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının depresyon puanı ortalaması $7,58 \pm 4,57$ iken anksiyete puanı ortalaması $7,08 \pm 4,19$ idi. Hastaların eğitim öncesi hafif düzeyde depresyon ve anksiyetesi vardı.

T2DM'de aerobik egzersizin psikolojik sonuçlar üzerine etkileri çelişkilidir [31]. Bir derlemede aerobik egzersiz, dirençli egzersiz ve diğer farklı egzersiz türlerinin T2DM

hastalarında ruh sağlığını ve bilişsel işlevi iyileştirmek için etkili olduğu bildirilmiştir [30]. T2DM hastalarında egzersiz eğitiminin anksiyete ve depresyon üzerinde etkisini inceleyen başka bir derlemede ise dört çalışmada depresyon değerlendirilmiş ve sadece bir çalışmada depresyon ve anksiyete belirtilerinde azalma bildirilmiştir [31]. Bu çalışmaların önemli bir kısmında örneklem büyüklüğü nispeten az olarak yorumlanmıştır [31]. Başka bir çalışmada T2DM hastalarında haftada 3 gün, 12 hafta, 45-60 dakikalık submaksimal aerobik egzersiz eğitimi ile genel sağlık anketinin alt parametresi olan anksiyete iyileşmiş, depresyonda anlamlı iyileşme olmamış fakat hastaların ruhsal sağlıkları iyileşmiştir [32]. Başka bir çalışmada T2DM hastalarında haftada 3 gün, 8 hafta, 45-60 dakika bisiklet ergometresi ile orta şiddetli aerobik egzersiz eğitimi (HRR %60-70'inde) ile eğitim grubunda anksiyete ve uykusuzluk semptomları iyileşirken egzersiz eğitiminin depresyon semptomu üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir [36]. Literatürde yeterince çalışma olmaması ve yapılan çalışmalarda egzersiz tipi, şiddeti ve sürelerinin çeşitliliği sonuçlardaki tutarsızlığı açıklayabilir [31, 32]. Literatürde ofis çalışanlarında haftada 5-7 gün, 1 hafta, 20-40 dakika üst ekstremiteler egzersiz eğitimi ile anksiyete ve depresyon semptomlarında azalma bildirilmiştir [33]. Çalışmamızda da benzer şekilde T2DM hastalarında üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi etkisiyle hastaların anksiyete ve depresyon puanları normaldi.

İrisin egzersize yanıt olarak üretilen bir miyokindir. T2DM hastalarında egzersiz eğitiminin kardiyovasküler ve ruh sağlığı üzerindeki faydasında irisinin etkili rol oynaması bu miyokini önemli kılmaktadır [30]. T2DM hastalarında irisin seviyeleri azalmıştır [91]. Aerobik ve direnç egzersizleri T2DM hastalarında irisin seviyesinde artış sağlayarak depresyon ve anksiyete seviyesini azaltmaktadır [30]. Ayrıca T2DM hastalarındaki zayıf glisemik kontrol anksiyete ve depresyon gelişimini tetiklediği için aerobik egzersiz eğitimi ile glisemik kontrolün gelişmesi sonucu psikolojik semptomlarda iyileşme sağlanabilir [149, 150]. Çalışmamızda da üst ekstremiteler aerobik egzersiz eğitimi sonucunda irisin miyokininde artış ile anksiyete ve depresyon azalmış olabilir. Gelecekte T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin anksiyete ve depresyon üzerindeki etkisini araştıran kanıt düzeyi yüksek çalışmalar ile literatürdeki bu çelişki giderilmelidir.

5.13. Gündüz Uykululuk Düzeyi

Uyku kalitesi ve süresi T2DM hastalarında önemlidir. Gece uykusundaki kısıtlanma insülin toleransında azalmaya ve glukoz metabolizmasını etkilemektedir. Bu hastalarda gece

kalitesiz uyku, gündüz uykululuk düzeyinde artışa neden olabilmektedir [143]. Gündüz uykululuk hali ise üretkenliği, bilişsel fonksiyonları ve yaşam kalitesini azaltmaktadır [244]. T2DM varlığı ve yüksek açlık glukozu gündüz uykululuğun bağımsız risk faktörüdür [34]. T2DM hastalarında sağlıklılara göre gündüz uykululuk düzeyi artmıştır. Bu hastaların yaklaşık %24'ünde gündüz uykululukta (Epworth Uykululuk Ölçeği >10 puan) artış bildirilmiştir [34]. Başka bir çalışmada T2DM hastalarının %27,1'inde aşırı gündüz uykululuğu bildirilmiştir. Yaş, sık horlama, obezite, zayıf glisemik kontrol ve T2DM ile ilişkili komplikasyonlar bu hastalarda aşırı gündüz uykululuğu ile ilişkilidir [245]. Çalışmamızda ise tüm T2DM hastalarının Epworth Uykululuk Ölçeği ortalaması $7,60 \pm 4,77$ idi ve hastaların %32,5'inde gündüz uykululuğu (Epworth Uykululuk Ölçeği >10 puan) mevcuttu.

Düzenli egzersiz gece uyku kalitesini artırırken gündüz uykululuğunu azaltır. Egzersizin türü, yoğunluğu ve süresi gündüz uykululuğunun iyileşme derecesini etkiler [244]. Egzersiz sonucunda uyku kalitesindeki iyileşme sirkadiyen ritmin düzenlenmesi, nörotransmitter salınımı, stresin azalması, enerji seviyesinde artış ve kilo kaybı gerçekleşerek sağlanır ve bu sayede gündüz uykululuk düzeyinde de azalma gerçekleşmektedir [244]. HbA1c değeri uyku kalitesinde önemli bir etken olup egzersiz ile glisemik kontrol artmaktadır ve uyku kalitesinde artış sağlanmaktadır [12, 246]. Orta şiddette aerobik egzersiz eğitimi ile bireylerin uyku kalitesinde artış ve gündüz uykululuk düzeyinde azalma görülmektedir. Aerobik egzersiz uyku süresini artırır ve uykuya dalmayı kısaltır bu sayede gündüz uykululuk düzeyi azalır. Bu durum egzersizin kardiyopulmoner, metabolik ve bilişsel sağlığı iyileştirmesi ile açıklanmaktadır [35]. T2DM hastalarında haftada 3 gün, 12 hafta, 45-60 dakikalık submaksimal aerobik egzersiz eğitiminin uykusuzluğu iyileştirdiği bildirilmiştir [32]. Başka bir çalışmada ise T2DM hastalarında haftada 3 gün, 8 hafta, 45-60 dakika bisiklet ergometresi ile yapılan orta şiddetli aerobik egzersiz eğitiminin (HRR %60-70'inde) uykusuzluk semptomlarında iyileşme sağladığı bildirilmiştir [36]. Çalışmamızda haftada 3 gün, 6 hafta, 30-45 dakika orta şiddetli üst ekstremité aerobik egzersiz eğitimi sonrası T2DM hastalarının Epworth Uykululuk Ölçeği $8,65 \pm 5,33$ puandan $3,20 \pm 2,62$ puan azaldı. Hastaların gündüz uykululukları azaldı. Eğitim öncesi tüm hastaların 13'ünün (32,5'inde) gündüz uykululuk düzeyi artmıştı. Eğitim sonrası eğitim grubunda gündüz uykuluk düzeyi normaldi, kontrol grubunda ise hastaların gündüz uykululuğu değişmedi. Sonuçlarımız T2DM hastalarında üst ekstremité aerobik egzersiz eğitiminin gündüz uykululuğu azalttığını göstermektedir. Daha önce bildirilen aerobik egzersizin kardiyopulmoner, metabolik ve

bilişsel sağlığı iyileştirmesi ve üst ekstremité aerobik egzersiz eğitim sonrası hastalarda glisemik kontrolün gelişmesiyle gündüz uykululukları azalmış olabilir [35]. Çalışmamızda hastaların diyabet semptomları azalmıştı böylece hastaların daha kaliteli uykuları sonucu gündüz uykululuk düzeyleri azalmış olabilir. Gelecekte T2DM hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin fizyolojik sistemler üzerindeki hangi etkisi sonucunda gündüz uykululuk düzeyinin iyileştiği kanıt düzeyi yüksek çalışmalar ile araştırılmalıdır.

5.14. Yaşam Kalitesi

T2DM hastalığının erken teşhis ve tedavisinin birincil hedefi yaşam kalitesidir [37]. T2DM hastalarında meydana gelen fiziksel ve psikolojik zorluklar yaşam kalitesini kötüleştirir [40]. Hastalığa eşlik eden komplikasyonlar ve komorbiditeler meydana geldiğinde yaşam kalitesi kötüleşmektedir [37]. T2DM hastalarındaki subklinik inflamasyon [38], yorgunluk [39], uyku sorunları [40] ve psikolojik semptomların varlığı [41] yaşam kalitesinde azalmanın diğer nedenlerindendir. T2DM hastalarında Diyabet Yaşam Kalitesi Anketi ile yaşam kalitesinin araştırıldığı çalışmada alt ölçeklerinden tedaviden memnuniyet, tedavinin psikolojik etkisi, T2DM hastalığının gelecekteki seyri etkileri hakkında duyulan kaygı/endişe ve sosyal ve mesleki kaygı/endişe kötüleşmişti [38]. Çalışmamızda da T2DM hastalarının yaşam kalitesi Diyabet Yaşam Kalitesi Anketi ile değerlendirilmiş olup tüm hastaların eğitim öncesi tüm alt ölçek puanları azalmıştı, yaşam kalitesi kötüleşmişti.

T2DM hastalarında kötü egzersiz kapasitesine sahip bireyler hastalığın seyri ve etkisi konusunda daha çok endişeli ve yaşam kaliteleri kötüdür [38]. Bu hastalarda egzersiz eğitimi ile yaşam kalitesi ve genel sağlık durumları iyileşebilir [12]. Literatürde T2DM hastalarında 12 hafta boyunca uygulanan kombine aerobik ve direnç egzersizi müdahalesi periferik kas kuvvetini artırmış, yorgunluk algısı ve HbA1c'yi azaltmış ve bunların sonucunda yaşam kalitesinde iyileşme gösterdiği kanıtlanmıştır [146]. Bu çalışmanın aksine 9 T2DM hastasında haftada 3 kez, 8 hafta, 30 dakika orta dirençli aerobik egzersiz eğitimi yapılan bir çalışmada yaşam kalitesi, HbA1c, HDL, LDL ve açlık kan glukozu değerleri değişmemiştir [247]. Bu çalışmada örneklem büyüklüğünün az olması sonuçları etkilemiş olabilir. Bir meta-analiz raporunda ise düzenli aerobik egzersiz eğitiminin T2DM hastalarında yaşam kalitesini iyileştirdiği bildirilmektedir [248]. Bu iyileşme yaşam kalitesinin fiziksel bileşenlerindeki iyileşmeler ve kan glukozunun kontrolündeki artış ile meydana gelmiştir. Bu meta-analizde T2DM'de yaşam kalitesinin iyileşmesi için aerobik egzersize öncelik

verilmesi gerektiği vurgulanmıştır [248]. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesi üzerindeki etkisi hakkında bilgi bulunmamaktadır. Fakat pulmoner arter hipertansiyon hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesini artırdığı gösterilmiştir [26]. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesi üzerine etkisini ilk kez araştıran bu çalışmamızın sonucunda eğitim grubunda tedaviden memnuniyet, tedavinin psikolojik etkisi, T2DM hastalığının gelecekteki seyri etkileri hakkında duyulan kaygı/endişe parametrelerinde iyileşmeler gösterilmiştir. Literatürle benzer şekilde üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarında periferik kas kuvveti, egzersiz kapasitesi, glisemik kontroldeki iyileşme ve semptom algısındaki azalma yaşam kalitesinde iyileşme sağlamış olabilir [146, 248]. Kronik hastalıkların tedavi stratejilerinde yaşam kalitesinin artırılması önde gelen hedeflerden olup çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile hastaların yaşam kalitesi iyileşti. Bu yönüyle üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi hastaların tedavi stratejilerinde alternatif tedavi olacaktır.

5.15. Glisemik Parametreler

Aerobik egzersiz eğitimi ile insülin reseptör duyarlılığı artmakta, lipid metabolizması iyileşmekte, kan glukozu ve HbA1c azalmaktadır [208, 209]. Literatürde T2DM hastalarında aerobik egzersizin glisemik kontrol üzerine etkilerini araştıran çalışmalar yaygındır. Bir çalışmada yüksek yoğunluklu aerobik egzersiz eğitimi sonrası HbA1c ve trigliserid düzeyi azalmıştır [208]. T2DM hastalarında egzersizin glisemik kontrol ve kilo üzerindeki etkilerine dair kontrollü klinik çalışmaların bir meta-analizi, ≥ 8 haftalık aerobik egzersizden sonra glikozlanmış hemoglobinde (HbA1c) %0,66'lık önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir [149]. Başka bir çalışmada orta şiddetli aerobik egzersiz eğitimi ile HbA1c %6,9 azalmıştır [208]. Literatürde T2DM hastalarında aralarında bir üstünlük olmadan hem orta yoğunluklu sürekli egzersiz hem de yüksek yoğunluklu aralıklı aerobik egzersizler önerilmektedir [249]. Çalışmamızda da benzer şekilde T2DM hastalarında egzersiz eğitimi sonucunda glisemik kontrol iyileşmişti.

5.16. Lipid Profili

Yüksek LDL kolesterol kanda fazla lipid olduğunu gösterir ve bu da kardiyovasküler komplikasyon riskini artırır. HDL kolesterol ise lipidleri geri dönüşüm ve atılma için

karaciğere geri taşır. Yani yüksek HDL kolesterol seviyeleri sağlıklı bir kardiyovasküler sistemi göstermektedir [250]. Plazmadaki trigliseridler yiyeceklerde yenen yağlardan veya diğer enerji kaynaklarından elde edilir. Plazmada artmış trigliserid kardiyovasküler hastalık riskinde artış ile ilişkilidir [251]. Düzenli aktivite kolesterol seviyelerini iyileştirerek fiziksel zindeliği artırır. Aerobik, dirençli ve kombine egzersiz çalışmalarının lipit profili ve kolesterol üzerindeki etkisini inceleyen bir derlemede egzersizin iskelet kaslarının glikojen yerine lipitleri kullanma yeteneğini artırdığı ve böylece plazma lipit seviyelerini düşürdüğü bildirilmiştir. Bu derlemede LDL kolesterolü ve trigliseridleri azaltarak HDL kolesterolü artırmak için haftada 5 kez 30 dakika ve üzeri orta yoğunluklu aerobik egzersizin etkili olacağı ve daha sonra programa direnç egzersizinin dahil edilmesi ile lipit profilinin daha iyi gelişeceği raporlanmıştır [252]. Fakat bu çalışmada HDL kolesterolün egzersiz dozundan etkilendiği vurgulanmıştır. HDL kolesterolde artışlar ortaya çıkarmak için 1100 kcal enerji harcanması gerektiği bildirilmiştir [253]. 12 hafta ve üzeri aerobik egzersiz eğitimi içeren 51 çalışmanın dahil edildiği bir meta-analizde aerobik egzersiz sonunda ortalama olarak HDL kolesterolün %4,6 arttığı, trigliserid seviyesinin %3,7 ve LDL kolesterolün %5 azaldığı bulunmuştur [254]. Çalışmamızda literatürle benzer şekilde üst ekstremitelerde aerobik egzersiz eğitimi sonrası eğitimin etkisiyle trigliserid ve LDL kolesterol azaldı. Eğitim grubunda grup içi toplam kolesterol, trigliserid, LDL kolesterol azaldı. HDL seviyesi değişmedi. Daha önceki çalışmada 12 haftalık aerobik egzersiz eğitimi sonrası HDL kolesterolde artış bildirilmiştir [254]. Çalışmamızda 6 hafta aerobik egzersiz eğitimi verildi, HDL kolesterolü artırmak için eğitim süresi yeterli gelmemiş olabilir.

5.17. Vücut Kompozisyon Analizi

Visseral yağdaki artış insülin direnciyle pozitif ilişkilidir. Bu nedenle egzersiz ile vücut yağ kütlelerini azaltmak T2DM hastalığını hafifletmeye yardımcı olabilir. Bir meta-analizde T2DM hastalarında düzenli egzersize bağlı HbA1c 'deki azalmanın T2DM hastalarında vücut yağ kütleindeki azalmaya bağlı olduğu öne sürülmüştür. Bu çalışma sonucunda göre vücut yağ kütleindeki her 1 kg'lık azalma HbA1c'de (%) yaklaşık %0,2 azalma sağladığı tahmin edilmiştir [255]. Aşırı kilolu T2DM kadınlarda 12 hafta orta şiddetli aerobik egzersiz eğitimi ile visseral yağ ve toplam yağ alanında kontrol grubuna göre azalma bildirilmiştir. Bu çalışmada visseral yağdaki azalma %14,7'dir [256]. Düzenli orta şiddetli aerobik egzersiz kilo kaybına neden olmadan visseral yağı azaltmada etkilidir. T2DM hastalarında 12 haftalık aerobik egzersiz eğitimi sonrası kilo kaybı görülmeden visseral yağda %17

azalma bildirilmiştir [257]. Çalışmamızda 6 haftalık üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası kilo kaybı ve visseral yağda %7 azalma sağlandı. Literatürdeki diğer çalışmalarda 12 haftalık aerobik egzersiz eğitimi ile %14,7 ve %17 visseral yağ azalmıştır [256, 257]. Çalışmamızda 6 haftalık aerobik egzersiz eğitimi ile visseral yağdaki azalma (%7) literatürdeki çalışmaların yarısından daha azdı. Çalışmamızda aerobik egzersiz eğitiminin kısa olması bu sonuçta etkili olmuş olabilir. Gelecekteki çalışmalarda T2DM hastalarında daha uzun durasyonlu üst ekstremitte aerobik eğitimi ile visseral yağ oranındaki değişimin araştırılması önerilir.

Çalışmamızın üstünlükleri; T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştıran literatürdeki ilk çalışmadır. Çalışmamızda hastaların maksimal egzersiz kapasitesi altın standart olan KPET ile değerlendirildi. Çalışmamız araştırma planı itibarıyla bilimsel araştırmalar kanıt piramidinde yüksek kanıt düzeyine sahip olan rastgelelenmiş, üç kör, ileriye dönük olarak planlandı ve tamamlandı. Çalışmada hastalara üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi haftada üç gün fizyoterapi ünitesinde, uzman fizyoterapist gözetiminde uygulandı. Hastaların vital bulgularının takibi uzman fizyoterapist tarafından takip edildi ve kayıt altına alındı. İş yükü yüklemesi 2,5-5 watt/hafta olarak artırıldı. Seansların uzman fizyoterapist tarafından uygulanması hastaların eğitime katılma motivasyonlarını ve uyumlarını artırdı. Çalışmamızın gücü ($1-\beta$: %82,3) yüksektir ve hipotezimi destekledi. Değerlendirme parametrelerinde toplanamayan kayıp verilerden kaynaklı yanlılığı en aza indirmek için ‘*Intention to treat*’ analizi yapıldı. Çalışma yürütücüsü tarafından çalışma öncesi ve çalışma esnasında üst ekstremitte egzersiz eğitiminin ve değerlendirme yöntemlerinin doğru uygulama kontrolü gerçekleştirildi. Ayrıca yürütücü gerek duyduğunda değerlendirme ve eğitimi yapan araştırmacılara teorik ve pratik eğitimler ile çalışma metodolojide meydana gelecek hatanın önüne geçilmesini sağladı. Laboratuvar testi olan KPET sistemi ile değerlendirme yapılacağı günlerde test öncesi gerekli kalibrasyonlar yapıldı daha sonra teste geçildi. Cihazların kalibrasyonları belirli aralıklarla yapılarak ölçümlerin standart ve güvenilir olmasına dikkat edildi.

Çalışmamızın kısıtlılıkları

Çalışmamızda adipoz dokunun kalınlığı değerlendirilmedi. Kas oksijenizasyon ölçüm sonuçları adipoz doku kalınlığından etkilemiş olabilir. Kas oksijenizasyonunu ölçen cihaz kasın üstündeki deri ve yağ dokusundan etkilenmektedir. Adipoz dokunun ölçülerek yapılan yorumlama daha doğru olacaktır. İlerleyen çalışmalarda bu durumun dikkate alınması önerilir. Çalışmamızda hastaların sigara maruziyetleri (> 10 paketxyl) fazlaydı. Bu durum hastalardaki obstrüktif tip solunum anormalliğin fazla olmasını açıklayabilir. Çalışmamızda hastaların dahil edilme kriterlerinde medikal tedavi şekli ile ilgili (oral antidiyabetik, insülin ve her ikisi de) bir kriter yoktu. Gelecekte yapılacak çalışmalarda buna uygun çalışma planı ile bu durumun sonuçları değiştirip değiştirmeyeceği merak edilmektedir. Fiziksel aktivite parametrelerinden adım sayısı klinik ve istatistiksel anlamlı arttı. Ortalama MET tedavi sonucunda değişmedi ancak tedavi grubunda grup içi anlamlı arttı. Adım sayısı ve ortalama MET'e göre güç sırasıyla 1- β : %57,4 ve %24,7 olarak hesaplandı. Bu sonuçlar ortalama MET ve adım sayısında anlamlı değişim belirlenmesi için örneklem büyüklüğünün yetersiz olduğunu göstermektedir. Çalışmamızın planlamasında hastalardan rutin tetkikleri dışında herhangi bir tetkik istenmemiştir. HbA1c 8-12 haftalık ortalama plazma glukoz değerini yansıtmaktadır ve rutin takipte 3 aylık süre ile ölçülebilmektedir. Çalışmamızda egzersiz planlaması 6 haftalık bir programdı. Egzersiz eğitiminin bitişini takiben tüm değerlendirmeler ve tetkikler yinelendi. HbA1c son 3 aylık plazma glukozu hakkında bilgi vermektedir. İlerideki çalışmaların buna dikkat ederek planlanması ve sonuçların paylaşılması literatür için önemli olacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uyku bozukluğu düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştırmayı amaçladığımız çalışmamızda;

1. T2DM hastalarında altı hafta uygulanan üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi etkisiyle oksijen tüketimi (2,09 ml/kg/dk), solunum fonksiyonları (%FEV₁, %FVC ve %FEF_{%25-75}) inspiratuar (MIP 13,01 cmH₂O) ve ekspiratuar kas kuvveti (MEP 15,92 cmH₂O), solunum kas enduransı (17531,35 cmH₂Oxsn), üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi (36,77 halka), üst ve alt ekstremitte kas kuvveti, adım sayısı (1068 adım) ve yaşam kalitesi arttı, diyabet belirtileri, günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki nefes darlığı algısı, yorgunluk şiddeti, anksiyete, depresyon ve gündüz uyku bozukluğu düzeyi azaldı. Hastalar daha yüksek iş yüklerinde aynı seviyede oksijen kullandılar, kas oksijenasyonu iyileşti.
2. Üst ekstremitte aerobik egzersiz grubundaki hastalara maksimum kalp hızının %60-80'ine karşılık gelen iş yükünde, dispne şiddeti M. Borg Ölçeği göre 3-4 puan, yorgunluk şiddeti 4-6 puan ve kol ergometresi 45-50 devir/dakika olacak şekilde eğitim verildi. Eğitim iş yükü artışları eğitim kalp hızına uygun olacak şekilde 2,5-5 watt/hafta olarak artırıldı. Hastaların her egzersiz seansı öncesinde, egzersiz sırasında ve sonrasında vital ve subjektif bulguları takip edilerek sürekli monitörize edildi. Hastaların değerlendirme ve tedavi seanslarında herhangi bir komplikasyon meydana gelmedi.
3. Çalışmaya katılan 40 T2DM hastasının yaşları ortalaması 54,37±8,54 yılı ve hastaların 22'si (%55) kadın ve 18'i (%45) erkekti. Çalışmamızda eğitim öncesi üst ekstremitte aerobik egzersiz ve kontrol grubu yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve cinsiyet açısından homojen bir dağılım gösterdi.
4. Çalışmamızda T2DM hastalarının eğitim öncesi FEV₁, FVC, PEF, FEF_{%25-75} değerleri normal aralıktaydı. Eğitim öncesi hastaların 18'inde (%45) obstrüktif tip, 1'inde (%2,5) restriktif tip ve 7'sinde (%17,5) karma tip solunum fonksiyon anormalliği vardı. Hastaların 12'sinde (%30) küçük hava yolları obstrüksiyonu vardı. Eğitimin etkisiyle %FEV₁, %FVC ve %FEF_{%25-75} değerleri iyileşti. Aynı zamanda eğitim sonrası eğitim

grubunda dinamik akciğer hacimlerinden FEV₁, FVC, PEF değerleri ve yüzde değerleri ile FEF_{%25-75} yüzde değeri iyileşti. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları üzerine uzun süreli etkileri bilinmemektedir, araştırması önerilmektedir.

5. Çalışmamızda eğitim öncesi hastaların %22,5'inin inspiratuar %7,5'inin ekspiratuvar kas zayıflığı vardı. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin etkisi ile inspiratuar kas kuvveti 13,01 cmH₂O ve ekspiratuvar kas kuvveti 15,92 cmH₂O arttı. Eğitim sonrası eğitim grubunda MIP 14,10±10,97 cmH₂O, %MIP 11,61±8,68, MEP 20,90±14,66 cmH₂O ve %MEP 11,83±8,64 anlamlı arttı. Solunum kas kuvvetindeki artış egzersiz sırasında dispne algısının azalmasında dolayısıyla egzersizin sürdürülmesinde önemlidir. Bu sayede üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucu solunum kas kuvveti artışı hastaların egzersiz intoleranslarını azaltabilir.
6. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin etkisi sonucunda 17531,35 cmH₂Osn solunum kas enduransı arttı. Eğitim sonrası eğitim grubunda solunum kas endurans süresi 127,00±142,99 sn arttı ve solunum kas endurans ulaşılan MIP 29,64±23,82 cmH₂O arttı. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum kas enduransı üzerindeki uzun süreli etkileri bilinmemektedir. İleriki çalışmalarda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin uzun süreli etkileri araştırılmalıdır.
7. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının maksimal egzersiz cevapları incelendiğinde tüm hastaların %25'inin VO_{2zirve}'si beklenen değerin %80'inden azdı ve %7,5'inin oksijen nabızı azalmıştı. Hastaların %37,5'inde ventilatuar yetersizlik (anaerobik eşikte VE/VCO₂>34) mevcuttu. Hastaların tamamında solunum rezervi %15'in üzerindeydi, korunmuştu. Hastaların %87,5'i KPET sırasında maksimal kalp hızına ulaşırken %12,5 hasta maksimal kalp hızına ulaşmadan yorgunluk semptomu nedeniyle testi sonlandırıldı. Hastaların %20'sinin kalp hızı toparlaması <12 atım/dk idi, kötüleşmişti. Test sırasında hastalarda baş dönmesi, aritmi, göğüs ağrısı, senkop ve ST segment değişikliği görülmedi.
8. Literatürde T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin zirve oksijen tüketimi üzerine etkilerini ilk defa araştıran çalışmamızda eğitim etkisiyle hastaların zirve oksijen tüketimi 2,09 ml/dk/kg arttı. Eğitim grubu hastalarının VO_{2zirve}'si 1,7 ml/dk/kg, VO_{2zirve} (%) değeri %6,3 arttı. Ayrıca üst ekstremitte aerobik egzersiz grubunda zirve kalp hızı arttı ve kalp hızı rezervi azaldı. Zirve kalp hızı yüzdesi ise %87,15'ten %90,85'e yükseldi. T2DM hastalarında mikro ve makro komplikasyonlar

sonucu diyabetik ayak, periferik nöropati veya denge problemleri bulunan hastalarda alt ekstremite aerobik egzersiz eğitimi kısıtlılığı nedeniyle üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi alternatif tedavi seçeneği olabilir.

9. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi etkisi ile KPET testinde kan glukoz düzeyleri değişmedi. Ancak eğitim grubunda test sonu kan glukoz değişimi anlamlı arttı ($11,10 \pm 16,27$ mg/dL- $20,25 \pm 20,09$ mg/dL). Hastalarda egzersiz eğitimi sonrasında benzer iş yükünde daha fazla glukoz atılımı gerçekleşti. Bu durum T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi sonucunda glukoz metabolizmasındaki iyileşmeyi kanıtlayabilir. Çalışmamızda 6 haftalık bir egzersiz programı uygulandı. T2DM hastalarında daha uzun durasyonlu üst ekstremite aerobik egzersiz programı ile glukoz atılımı daha belirgin olabilir fakat literatürde daha önce araştırılmamıştır.
10. Çalışmamızda üst ekstremite aerobik egzersiz eğitim sonrası KPET sırasında dispne ve yorgunluk algısında değişim gerçekleşmedi fakat kontrol grubunda eğitim sonrası grup içi dispne ve yorgunluk algısı arttı. Bu sonuç T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi ile egzersiz testi esnasında semptom algısı korunurken herhangi bir egzersiz yapmayan bireylerin semptom algısında artış olduğunu göstermiştir. Hastaların semptom algılarının kontrolü için rehabilitasyon programında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi tercih edilebilir.
11. Çalışmamızda hastaların tümünün 6-PBRT halka sayısı $353,92 \pm 77,80$ ve %6-PBRT halka sayısı ise $79,10 \pm 16,09$ idi. Eğitim öncesi tüm hastaların 17'sinin (%42,5) 6-PBRT halka sayısı yüzde değeri ortalaması beklenenin %80'inden azdı. Egzersiz eğitimin etkisiyle üst ekstremite fonksiyonel egzersiz kapasitesi (36,77 halka) artmıştır. Çalışmamızda eğitim grubunda eğitim sonrası 6-PBRT halka sayısı 43 adet (%11,86) artmıştır. Eğitim sonrası eğitim grubu hastalarının 6-PBRT halka sayısı 362,40 adetten 405,40 adete, %6-PBRT %83,12'den %92,88'e arttı. Ayrıca eğitim grubunun istirahat diyastolik kan basıncı ve test sonu kol yorgunluğu azaldı. İki grupta grup içi test sonu sistolik basıncı azaldı. Vital bulgular ve semptom algısındaki iyileşmeler T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitiminin klinik önemini göstermektedir. Çalışma sonuçlarımıza göre T2DM hastalarında üst ekstremite aerobik egzersiz eğitimi üst ekstremite fonksiyonel egzersiz kapasitesini artırmıştır, rehabilitasyon programlarına dahil edilmesini öneriyoruz.
12. Çalışmamızda tüm T2DM hastalarının %77,5'inde alt ekstremite kas zayıflığı %5'inde ise üst ekstremite kas zayıflığı vardı. Çalışmamızda üst ekstremite aerobik egzersiz

eğitimi T2DM hastalarında alt ve üst ekstremitte kas kuvvetini artırdı. Eğitim sonrası hastaların quadriceps femoris kas kuvveti 40,55 N ve omuz abdükör kas kuvveti 27,15 N arttı. Çalışmamızda hastaların adım sayısına göre fiziksel aktivite seviyesinde meydana gelen artış periferik kas kuvvetinde artış sağlamış olabilir.

13. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonucunda deltoid kasının submaksimal egzersiz testinde kas oksijenasyonu değerlendirildi ve iş yükü artmasına rağmen kullanılan oksijen seviyesi aynı kalmıştır. Deltoid kası submaksimal egzersiz sırasında sabit bir oksijenlenme profiline ulaşmış olabilir. Gelecekteki çalışmalarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin maksimal egzersiz testi sırasında deltoid kas oksijenasyonu üzerine etkileri incelenmelidir.
14. Çalışmamızda egzersiz eğitimi sonrası hastaların quadriceps femoris kasının kas oksijen saturasyon değişimi azaldı, total hemoglobin arttı ve maksimal egzersiz iş yükü de değişmedi. Aerobik egzersiz eğitimi sempatik aktivasyonda ve kardiyak debide artış ile alt ekstremitte kaslarının dolaşımını artırmış olabilir. Kaslar daha verimli oksijen kullanması ile oksijen saturasyonu azalmış olabilir. Bu sonuçlar üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin periferik adaptasyonlarını ve kasların daha verimli oksijen kullanma kapasitesini yansıtmaları açısından önemli olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamız T2DM hastalarında üst ekstremitte yönelik egzersiz eğitiminin sadece lokal değil, sistemik dolaşım ve vasküler fonksiyonları iyileştirebileceğini desteklemektedir. Çalışmamızın sonuçları itibarıyla egzersiz reçetelendirilmesinde yalnızca hedef bölgede değil sistemik düzeyde de etkiler meydana gelebileceği gösterilmiştir. Çalışma sonuçlarımız literatüre önemli katkı sağlamıştır.
15. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının ortalama adım sayısı 5717 adım/gün ve ortalama MET 1,34 MET/gün idi. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının fiziksel aktivite seviyesi ortalaması az aktif (5000-7499 adım/gün) kategorisindeydi. Hastaların MET'e göre %80'i, günlük adım sayısına göre ise %42,5'i inaktif. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası günlük adım sayısı arttı. Eğitim etkisiyle hastaların adım sayısındaki artış (1068 adım) klinik olarak anlamlıydı. Transteorik model ile fiziksel aktivite danışmanlığı T2DM hastalarında fiziksel aktivite seviyesini daha çok artırabilir. T2DM hastalarında transteorik modele fiziksel aktivite danışmanlığının fiziksel aktivite seviyesi üzerine etkileri araştırılmalıdır.
16. Çalışmamızda eğitim grubunda diyabet belirtileri azaldı. Çalışmamız sonucunda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi T2DM hastalarında hastalığa özgü belirtileri

azaltmıştır. Diyabet belirtileri artmış hastalarda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitim programının rehabilitasyon programına dahil edilmesi tavsiye ediyoruz.

17. Çalışmamızda T2DM hastalarının eğitim öncesi %5'inde istirahat, %67,5'inde aktivite sırasında nefes darlığı mevcuttu. Günlük yaşam aktivitelerindeki nefes darlığı eğitim öncesi tüm hastaların mMRC puan ortalaması 0,98'di. Ayrıca hastaların %25'inde günlük yaşam aktiviteleri sırasında orta veya daha şiddetli nefes darlığı ($mMRC \geq 2$) saptandı. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası hastaların mMRC puan ortalaması 1 puan azaldı. Eğitim grubu hastalarının %75'inde günlük yaşam aktivitelerinde nefes darlığını klinik anlamlı (mMRC klinik anlamlılık 1 puan) olarak azaldı. T2DM hastalarının günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki nefes darlığını azaltmada üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi etkili bir yöntemdir.
18. Eğitim öncesi tüm hastaların %65'inde şiddetli yorgunluk vardı. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi T2DM hastalarının yorgunluk şiddetini azalttı. Eğitim sonrası üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi grubunun yorgunluk şiddeti YŞÖ'ye göre 22,9 puan azaldı. Eğitim grubunda eğitim sonrası şiddetli yorgun hasta kalmadı. Sonuçlarımız üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin T2DM hastalarında yorgunluk şiddetini azalttığını göstermiştir. T2DM hastalarında yorgunluk şiddetinin azaltılmasında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin bir eğitim seçeneği olarak uygulanabileceğini bildirmekteyiz.
19. Çalışmamızda eğitim öncesi T2DM hastalarının depresyon puanı ortalaması $7,58 \pm 4,57$ iken anksiyete puanı ortalaması $7,08 \pm 4,19$ idi. Hastaların eğitim öncesi hafif düzeyde depresyon ve anksiyetesi vardı. Çalışmamızda T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası hafif olan anksiyete ve depresyon iyileşmiştir. Sonuçlarımız T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi anksiyete ve depresyonu iyileştirmiştir.
20. Çalışmamızda eğitim öncesi tüm T2DM hastalarının Epworth Uykululuk Ölçeği ortalaması $7,60 \pm 4,77$ idi ve hastaların %32,5'inde gündüz uykululuğu (Epworth Uykululuk Ölçeği >10 puan) mevcuttu. Egzersiz eğitimi sonrası Epworth Uykululuk Ölçeği $8,65 \pm 5,33$ puandan $3,20 \pm 2,62$ puana değişmişti. Hastaların gündüz uykululukları azalmıştı. Eğitim öncesi üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitim grubunun gündüz uykululuğu artmış hasta sayısı 9 (%45) iken egzersiz eğitimi sonrası hastaların hepsinin gündüz uykululuk düzeyi normaldi. Bu hastalarda günlük yaşamda görülen gündüz uykululuk düzeyindeki azalma bireylerin günlük yaşam aktivitelerini sürdürmelerinde dolayısıyla da fiziksel aktivite seviye artışında etkili olabilir.

21. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin yaşam kalitesi üzerine etkisini araştıran bu çalışmamızın sonucunda eğitim grubunda DQOL-A, DQOL-B ve DQOL-C parametrelerinde iyileşmeler gösterilmiştir. Üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarında periferik kas kuvveti, egzersiz kapasitesi, fiziksel aktivite seviyesi, glisemik kontroldeki iyileşme ve semptom algısındaki azalma yaşam kalitesinde iyileşme sağlamış olabilir. T2DM hastalarında yaşam kalitesinin iyileştirilmesinde üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi alternatif bir yöntem olabilir.
22. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi etkisiyle eğitim grubunda trigliserid ve LDL kolesterol azaldı. Eğitim grubunda eğitim öncesine göre toplam kolesterol, trigliserid, LDL kolesterol azaldı. HDL seviyesi değişmedi. Çalışmamızda üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitim grubunda eğitim sonrası TSH seviyesi artmıştı. Bu artış orta şiddetli sürekli aerobik egzersiz eğitiminin TSH üzerindeki kümülatif etkisi ile meydana gelmiş olabilir. Çalışmamızda egzersiz süresi ve durasyonu HDL kolesterolü artırmak için yeterli gelmemiş olabilir. Çalışmamızda 6 haftalık üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi sonrası glisemik kontrol iyileşti, kilo kaybı ve visseral yağ %7 azaldı. Gelecekte daha uzun durasyonlu uygulanan üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin biyokimya sonuçları ve vücut kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmalıdır.

Çalışmamız T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, maksimal egzersiz kapasitesi, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, kas oksijenizasyonu, fiziksel aktivite seviyesi, diyabet belirtileri, dispne, yorgunluk, anksiyete, depresyon, gündüz uykululuk düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini araştıran literatürdeki ilk çalışmadır. Çalışmamızda maksimum kalp hızının %60-80'ine karşılık gelen iş yükünde, dispne şiddeti M. Borg Ölçeği göre 3-4 puan, yorgunluk şiddeti 4-6 puan ve kol ergometresi 45-50 devir/dakika fizyoterapist gözetiminde 30-45 dakika, haftada 3 gün, 6 hafta boyunca toplam 18 seans uygulanan üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitimi ile T2DM hastalarında solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve enduransı, oksijen tüketimi, fonksiyonel egzersiz kapasitesi, periferik kas kuvveti, fiziksel aktivite seviyesini artırdı. Dispne, yorgunluk, diyabet belirtileri, anksiyete depresyon, gündüz uykululuk düzeyini azalttı ve yaşam kalitesini iyileştirdi. Daha yüksek iş yüklerinde aynı seviyede oksijen kullanımı sonucu kas oksijenizasyonunu iyileştirdi. Egzersiz eğitimi ile günlük adım sayısı arttı. Günlük adım sayısındaki artış klinik olarak anlamlıydı. T2DM hastalarında üst ekstremitte aerobik egzersiz

eğitimi semptomları, kardiyorespiratuar fonksiyonları, egzersiz kapasitesi, glisemik kontrol, psikolojik durumlar ve yaşam kalitesini iyileştirmede güvenilir, etkili ve uygulanabilir bir egzersizdir. T2DM hastalarının ayrıntılı olarak değerlendirilerek kardiyopulmoner rehabilitasyona yönlendirilmesi ve eğitim programlarına üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin eklenmesi önemlidir.





KAYNAKLAR

1. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. Diabetes Mellitus Çalışma ve Eğitim Grubu. (2024) Ankara. *diabetes mellitus ve komplikasyonlarının tanı, tedavi ve izlem Klavuzu* (16. Baskı). Ankara: Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, 55.
2. Satman, I., Omer, B., Tutuncu, Y., Kalaca, S., Gedik, S., Dinccag, N., Karsidag, K., Genç, S., Telci, A., Canbaz, B., Turker, F., Yilmaz, F., Cakir, B., and Tuomilehto, J. (2013). Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *European Journal of Epidemiology*, 28(2), 169-180.
3. Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., and Martín, C. (2020). Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International journal of Molecular Sciences*, 21(17), 6275.
4. Klein, O. L., Krishnan, J. A., Glick, S., and Smith, L. J. (2010). Systematic review of the association between lung function and Type 2 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 27(9), 977-987.
5. Osho, O., Akinbo, S., Osinubi, A., and Olawale, O. (2012). Effect of progressive aerobic and resistance exercises on the pulmonary functions of individuals with type 2 diabetes in Nigeria. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(1), 411-417.
6. Fuso, L., Pitocco, D., Longobardi, A., Zaccardi, F., Contu, C., Pozzuto, C., Basso, S., Varone, F., Ghirlanda, G., and Antonelli Incalzi, R. (2012). Reduced respiratory muscle strength and endurance in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 28(4), 370–375.
7. Bassi-Dibai, D., Santos-de-Araújo, A. D., Dibai-Filho, A. V., de Azevedo, L. F. S., Goulart, C. D. L., Luz, G. C. P., Burke, P. R., Garcia-Araújo, A. S., and Borghi-Silva, A. (2022). Rehabilitation of individuals with diabetes mellitus: focus on diabetic myopathy. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 869921.
8. Kitahara, Y., Hattori, N., Yokoyama, A., Yamane, K., Sekikawa, K., Inamizu, T., and Kohno, N. (2010). The influence of lung function on exercise capacity in patients with type 2 diabetes. *Hiroshima Journal of Medical Sciences*, 59(1), 7–13.
9. Demir, I., Ermiş, C., Altunbaş, H., & Balci, M. K. (2001). Serum HbA1c levels and exercise capacity in diabetic patients. *Japanese Heart Journal*, 42(5), 607–616.
10. Kuziemski, K., Słomiński, W., and Jassem, E. (2019). Impact of diabetes mellitus on functional exercise capacity and pulmonary functions in patients with diabetes and healthy persons. *BMC Endocrine Disorders*, 19(1), 2.
11. Corut, H., Savci, S., Ozcan Kahraman, B., Tanriverdi, A., Adıyaman, S. C., Acar, S., and Bayraktar, F. (2023). Which field test should be used to compare the functional exercise capacities of patients with type 2 diabetes mellitus with and without diabetic peripheral neuropathy? Cross-sectional study. *Endocrinologia, Diabetes y Nutricion*, 70(4), 277–285.

12. Breuil-Marsal, Z., Godek, C., Lotti, A., Feiereisen, P., Marçal, I. R., Rehder-Santos, P., Milan-Mattos, J. C., and de Abreu, R. M. (2024). Acute and chronic effects of inspiratory muscle training in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review of randomized controlled trials. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1423308.
13. Albarrati, A., Taher, M., and Nazer, R. (2021). Effect of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength and functional capacity in patients with type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial. *Journal of Diabetes*, 13(4), 292–298.
14. Camcioğlu, B., Boşnak Güçlü, M., Keleş, M. N., Aydoğdu Taçoş, G., and Çengel, A. (2017). Effects of upper extremity aerobic exercise training on functional exercise capacity, respiratory muscle strength and dyspnea in patients with pulmonary arterial hypertension: A preliminary report. *European Respiratory Society Abstracts*.
15. Barğı, G. (2017). *Hematopoetik Kök Hücre Nakli Alıcılarında Üst Ekstremitte Aerobik Egzersiz Eğitiminin Egzersiz Kapasitesi Ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 51-78.
16. Bayram, S., Barğı, G., Çelik, Z., and Boşnak Güçlü, M. (2023). Effects of pulmonary rehabilitation in hematopoietic stem cell transplantation recipients: a randomized controlled study. *Supportive Care in Cancer*, 32(1), 72.
17. Bawadi, H., Alkhatib, D., Abu-Hijleh, H., Alalwani, J., Majed, L., and Shi, Z. (2020). Muscle strength and glycaemic control among patients with type 2 diabetes. *Nutrients*, 12(3), 771.
18. Tarp, J., Støle, A. P., Blond, K., and Grøntved, A. (2019). Cardiorespiratory fitness, muscular strength and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*, 62(7), 1129–1142.
19. Balducci, S., Iacobellis, G., Parisi, L., Di Biase, N., Calandriello, E., Leonetti, F., and Fallucca, F. (2006). Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *Journal of Diabetes and its Complications*, 20(4), 216–223.
20. Alemdaroğlu, I., Karaduman, A., Yilmaz, Ö. T., and Topaloğlu, H. (2015). Different types of upper extremity exercise training in Duchenne muscular dystrophy: effects on functional performance, strength, endurance, and ambulation. *Muscle & Nerve*, 51(5), 697–705.
21. Zwierska, I., Walker, R. D., Choksy, S. A., Male, J. S., Pockley, A. G., and Saxton, J. M. (2005). Upper- vs lower-limb aerobic exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral arterial disease: a randomized controlled trial. *Journal of Vascular Surgery*, 42(6), 1122–1130.
22. Bauer, T. A., Reusch, J. E., Levi, M., and Regensteiner, J. G. (2007). Skeletal muscle deoxygenation after the onset of moderate exercise suggests slowed microvascular blood flow kinetics in type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 30(11), 2880–2885.

23. Qiu, S., Cai, X., Yin, H., Sun, Z., Zügel, M., Steinacker, J. M., and Schumann, U. (2018). Exercise training and endothelial function in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology*, 17(1), 64.
24. Findikoglu, G., Altinkapak, A., and Yaylali, G. F. (2023). Is isoenergetic high-intensity interval exercise superior to moderate-intensity continuous exercise for cardiometabolic risk factors in individuals with type 2 diabetes mellitus? A single-blinded randomized controlled study. *European Journal of Sport Science*, 23(10), 2086–2097.
25. Pan, L., Guo, Y. Z., Yan, J. H., Zhang, W. X., Sun, J., and Li, B. W. (2012). Does upper extremity exercise improve dyspnea in patients with COPD? A meta-analysis. *Respiratory Medicine*, 106(11), 1517–1525.
26. Yılmaz, B. C., Güçlü, M. B., Keleş, M. N., Taçoy, G. A., and Çengel, A. (2020). Effects of upper extremity aerobic exercise training on oxygen consumption, exercise capacity, dyspnea and quality of life in patients with pulmonary arterial hypertension. *Heart & Lung : the Journal of Critical Care*, 49(5), 564–571.
27. Fritschi, C., and Quinn, L. (2010). Fatigue in patients with diabetes: a review. *Journal of Psychosomatic Research*, 69(1), 33–41.
28. Puetz, T. W., Flowers, S. S., and O'Connor, P. J. (2008). A randomized controlled trial of the effect of aerobic exercise training on feelings of energy and fatigue in sedentary young adults with persistent fatigue. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 77(3), 167–174.
29. Gervasoni, E., Cattaneo, D., Bertoni, R., Grosso, C., Bisio, A., Rovaris, M., and Bove, M. (2019). Effect of arm cycling and task-oriented exercises on fatigue and upper limb performance in multiple sclerosis: a randomized crossover study. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift für Rehabilitationsforschung. Revue Internationale de Recherches de Readaptation*, 42(4), 300–308.
30. Sousa, R. A. L., Improta-Caria, A. C., and Souza, B. S. F. (2021). Exercise-linked irisin: consequences on mental and cardiovascular health in type 2 diabetes. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 2199.
31. van der Heijden, M. M., van Dooren, F. E., Pop, V. J., and Pouwer, F. (2013). Effects of exercise training on quality of life, symptoms of depression, symptoms of anxiety and emotional well-being in type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetologia*, 56(6), 1210–1225.
32. Gilani, S. R. M., and Feizabad, A. K. (2019). The effects of aerobic exercise training on mental health and self-esteem of type 2 diabetes mellitus patients. *Health Psychology Research*, 7(1), 6576.
33. Barğı, G., and Suner-Keklik, S. (2024). Effects of short-term upper extremity exercise training in office workers during COVID-19 restrictions: A randomized controlled trial. *Work (Reading, Mass.)*, 78(4), 1187–1199.
34. Lecube, A., Sánchez, E., Gómez-Peralta, F., Abreu, C., Valls, J., Mestre, O., Romero, O., Martínez, M. D., Sampol, G., Ciudin, A., Hernández, C., and Simó, R. (2016). Global assessment of the impact of type 2 diabetes on sleep through specific questionnaires. a case-control study. *PloS one*, 11(6), e0157579.

35. Reid, K. J., Baron, K. G., Lu, B., Naylor, E., Wolfe, L., and Zee, P. C. (2010). Aerobic exercise improves self-reported sleep and quality of life in older adults with insomnia. *Sleep Medicine*, 11(9), 934–940.
36. Sardar, M. A., Boghrabadi, V., Sohrabi, M., Aminzadeh, R., and Jalalian, M. (2014). The effects of aerobic exercise training on psychosocial aspects of men with type 2 diabetes mellitus. *Global Journal of Health Science*, 6(2), 196–202.
37. Trikkalinou, A., Papazafiropoulou, A. K., and Melidonis, A. (2017). Type 2 diabetes and quality of life. *World Journal of Diabetes*, 8(4), 120–129.
38. Bozdemir-Ozel, C., Arikan, H., Calik-Kutukcu, E., Karadüz, B. N., Inal-Ince, D., Kabakci, G., Sumer, E., and Dagdelen, S. (2020). Subclinical inflammation is associated with reductions in muscle oxygenation, exercise capacity and quality of life in adults with type 2 diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 44(5), 422–427.
39. Singh, R., Teel, C., Sabus, C., McGinnis, P., and Kluding, P. (2016). Fatigue in type 2 diabetes: impact on quality of life and predictors. *PloS one*, 11(11), e0165652.
40. Laverty, B., Puthethath Jayanandan, S., and Smyth, S. (2023). Understanding the relationship between sleep and quality of life in type 2 diabetes: A systematic review of the literature. *Journal of Health Psychology*, 28(8), 693–710.
41. Li, H., Ji, M., Scott, P., and Dunbar-Jacob, J. M. (2019). The effect of symptom clusters on quality of life among patients with type 2 diabetes. *The Diabetes Educator*, 45(3), 287–294.
42. Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., and Zierath, J. R. (2022). Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the american college of sports medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(2), 353–368.
43. Schneider, S. H., Amorosa, L. F., Khachadurian, A. K., and Ruderman, N. B. (1984). Studies on the mechanism of improved glucose control during regular exercise in type 2 (non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetologia*, 26(5), 355–360.
44. Díez-Manglano, J., and Asin Samper, U. (2021). Pulmonary function tests in type 2 diabetes: a meta-analysis. *European Respiratory Society Open Research*, 7(1), 00371-2020.
45. Ghalavand, A., Shakeriyan, S., Monazamnezhad, A., and Delaramnasab, M. (2014). The effect of resistance training on cardio-metabolic factors in males with type 2 diabetes. *Jundishapur Journal of Chronic Disease Care*, 3(4), e23346.
46. Tiller, N. B., Campbell, I. G., and Romer, L. M. (2017). Influence of upper-body exercise on the fatigability of human respiratory muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(7), 1461–1472.
47. Costa, D., Cancelliero, K. M., Ike, D., Laranjeira, T. L., Pantoni, C. B., and Borghi-Silva, A. (2011). Strategy for respiratory exercise pattern associated with upper limb movements in COPD patients. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 66(2), 299–305.

48. Olver, T. D., and Laughlin, M. H. (2016). Endurance, interval sprint, and resistance exercise training: impact on microvascular dysfunction in type 2 diabetes. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 310(3), H337–H350.
49. Menshikova, E. V., Ritov, V. B., Fairfull, L., Ferrell, R. E., Kelley, D. E., and Goodpaster, B. H. (2006). Effects of exercise on mitochondrial content and function in aging human skeletal muscle. *The journals of gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(6), 534–540.
50. Baar, K., Wende, A. R., Jones, T. E., Marison, M., Nolte, L. A., Chen, M., Kelly, D. P., and Holloszy, J. O. (2002). Adaptations of skeletal muscle to exercise: rapid increase in the transcriptional coactivator PGC-1. *FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 16(14), 1879–1886.
51. Tian, J., Fan, J., and Zhang, T. (2023). Mitochondria as a target for exercise-mitigated type 2 diabetes. *Journal of Molecular Histology*, 54(6), 543–557.
52. Uluslararası Diyabet Federasyonu. (2021). *Diyabet atlası* (10. Baskı). Brussels: International Diabetes Federation, 5.
53. American Diabetes Association Professional Practice Committee (2024). 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care*, 47(Suppl 1), S20–S42.
54. Lascar, N., Brown, J., Pattison, H., Barnett, A. H., Bailey, C. J., and Bellary, S. (2018). Type 2 diabetes in adolescents and young adults. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 6(1), 69–80.
55. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) (2016). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19·2 million participants. *Lancet (London, England)*, 387(10026), 1377–1396.
56. Kautzky-Willer, A., Harreiter, J., and Pacini, G. (2016). Sex and gender differences in risk, pathophysiology and complications of type 2 diabetes mellitus. *Endocrine Reviews*, 37(3), 278–316.
57. Lascar, N., Altaf, Q. A., Raymond, N. T., E P Brown, J., Pattison, H., Barnett, A., Bailey, C. J., and Bellary, S. (2019). Phenotypic characteristics and risk factors in a multi-ethnic cohort of young adults with type 2 diabetes. *Current Medical Research and Opinion*, 35(11), 1893–1900.
58. Pettitt, D. J., Lawrence, J. M., Beyer, J., Hillier, T. A., Liese, A. D., Mayer-Davis, B., Loots, B., Imperatore, G., Liu, L., Dolan, L. M., Linder, B., and Dabelea, D. (2008). Association between maternal diabetes in utero and age at offspring's diagnosis of type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 31(11), 2126–2130.
59. Magliano, D. J., Sacre, J. W., Harding, J. L., Gregg, E. W., Zimmet, P. Z., and Shaw, J. E. (2020). Young-onset type 2 diabetes mellitus - implications for morbidity and mortality. *Nature Reviews. Endocrinology*, 16(6), 321–331.

60. Wu, Y., Ding, Y., Tanaka, Y., and Zhang, W. (2014). Risk factors contributing to type 2 diabetes and recent advances in the treatment and prevention. *International Journal of Medical Sciences*, 11(11), 1185–1200.
61. Pittas, A. G., Sun, Q., Manson, J. E., Dawson-Hughes, B., and Hu, F. B. (2010). Plasma 25-hydroxyvitamin D concentration and risk of incident type 2 diabetes in women. *Diabetes Care*, 33(9), 2021–2023.
62. Strati, M., Moustaki, M., Psaltopoulou, T., Vryonidou, A., and Paschou, S. A. (2024). Early onset type 2 diabetes mellitus: an update. *Endocrine*, 85(3), 965–978.
63. Weisman, A., Fazli, G. S., Johns, A., and Booth, G. L. (2018). Evolving trends in the epidemiology, risk factors, and prevention of type 2 diabetes: a review. *The Canadian Journal of Cardiology*, 34(5), 552–564.
64. Zimmet, P., Alberti, K. G., and Shaw, J. (2001). Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature*, 414(6865), 782–787.
65. Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., and Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *The New England Journal of Medicine*, 345(11), 790–797.
66. Manson, J. E., Ajani, U. A., Liu, S., Nathan, D. M., and Hennekens, C. H. (2000). A prospective study of cigarette smoking and the incidence of diabetes mellitus among US male physicians. *The American Journal of Medicine*, 109(7), 538–542.
67. Cullmann, M., Hilding, A., and Östenson, C. G. (2012). Alcohol consumption and risk of pre-diabetes and type 2 diabetes development in a Swedish population. *Diabetic Medicine : A Journal of the British Diabetic Association*, 29(4), 441–452.
68. Nadeau, K. J., Zeitler, P. S., Bauer, T. A., Brown, M. S., Dorosz, J. L., Draznin, B., Reusch, J. E., and Regensteiner, J. G. (2009). Insulin resistance in adolescents with type 2 diabetes is associated with impaired exercise capacity. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 94(10), 3687–3695.
69. Weinstein, A. R., Sesso, H. D., Lee, I. M., Cook, N. R., Manson, J. E., Buring, J. E., and Gaziano, J. M. (2004). Relationship of physical activity vs body mass index with type 2 diabetes in women. *JAMA*, 292(10), 1188–1194.
70. Lynch, J., Helmrich, S. P., Lakka, T. A., Kaplan, G. A., Cohen, R. D., Salonen, R., and Salonen, J. T. (1996). Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Archives of Internal Medicine*, 156(12), 1307–1314.
71. Lear, S. A., Hu, W., Rangarajan, S., Gasevic, D., Leong, D., Iqbal, R., Casanova, A., Swaminathan, S., Anjana, R. M., Kumar, R., Rosengren, A., Wei, L., Yang, W., Chuangshi, W., Huaxing, L., Nair, S., Diaz, R., Swidon, H., Gupta, R., Mohammadifard, N., and Yusuf, S. (2017). The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet (London, England)*, 390(10113), 2643–2654.

72. Sluik, D., Buijsse, B., Muckelbauer, R., Kaaks, R., Teucher, B., Johnsen, N. F., Tjønneland, A., Overvad, K., Ostergaard, J. N., Amiano, P., Ardanaz, E., Bendinelli, B., Pala, V., Tumino, R., Ricceri, F., Mattiello, A., Spijkerman, A. M., Monninkhof, E. M., May, A. M., Franks, P. W., and Nöthlings, U. (2012). Physical Activity and Mortality in Individuals With Diabetes Mellitus: A Prospective Study and Meta-analysis. *Archives of Internal Medicine*, 172(17), 1285–1295.
73. Stumvoll, M., Goldstein, B. J., and van Haeften, T. W. (2005). Type 2 diabetes: principles of pathogenesis and therapy. *Lancet (London, England)*, 365(9467), 1333–1346.
74. Cerf M. E. (2013). Beta cell dysfunction and insulin resistance. *Frontiers in Endocrinology*, 4, 37.
75. Zheng, Y., Ley, S. H., and Hu, F. B. (2018). Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature Reviews. Endocrinology*, 14(2), 88–98.
76. Boland, B. B., Rhodes, C. J., and Grimsby, J. S. (2017). The dynamic plasticity of insulin production in β -cells. *Molecular Metabolism*, 6(9), 958–973.
77. Christensen, A. A., and Gannon, M. (2019). The Beta Cell in Type 2 Diabetes. *Current Diabetes Reports*, 19(9), 81.
78. Dali-Youcef, N., Mecili, M., Ricci, R., and Andrès, E. (2013). Metabolic inflammation: connecting obesity and insulin resistance. *Annals of Medicine*, 45(3), 242–253.
79. Hummasti, S., and Hotamisligil, G. S. (2010). Endoplasmic reticulum stress and inflammation in obesity and diabetes. *Circulation Research*, 107(5), 579–591.
80. Roca-Rivada, A., Castelao, C., Senin, L. L., Landrove, M. O., Baltar, J., Belén Crujeiras, A., Seoane, L. M., Casanueva, F. F., and Pardo, M. (2013). FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. *PloS One*, 8(4), e60563.
81. Giacco, F., and Brownlee, M. (2010). Oxidative stress and diabetic complications. *Circulation Research*, 107(9), 1058–1070.
82. Graciano, M. F., Valle, M. M., Kowluru, A., Curi, R., and Carpinelli, A. R. (2011). Regulation of insulin secretion and reactive oxygen species production by free fatty acids in pancreatic islets. *Islets*, 3(5), 213–223.
83. Esser, N., Legrand-Poels, S., Piette, J., Scheen, A. J., and Paquot, N. (2014). Inflammation as a link between obesity, metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 105(2), 141–150.
84. Pradhan, A. D., Manson, J. E., Rifai, N., Buring, J. E., and Ridker, P. M. (2001). C-reactive protein, interleukin 6, and risk of developing type 2 diabetes mellitus. *JAMA*, 286(3), 327–334.
85. Shamsuzzaman, A. S., Winnicki, M., Wolk, R., Svatikova, A., Phillips, B. G., Davison, D. E., Berger, P. B., and Somers, V. K. (2004). Independent association between plasma leptin and C-reactive protein in healthy humans. *Circulation*, 109(18), 2181–2185.

86. Leeuwenburgh, C., Fiebig, R., Chandwaney, R., and Ji, L. L. (1994). Aging and exercise training in skeletal muscle: responses of glutathione and antioxidant enzyme systems. *The American Journal of Physiology*, 267(2 Pt 2), R439–R445.
87. Venkatasamy, V. V., Pericherla, S., Manthuruthil, S., Mishra, S., and Hanno, R. (2013). Effect of Physical activity on Insulin Resistance, Inflammation and Oxidative Stress in Diabetes Mellitus. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 7(8), 1764–1766.
88. Handschin, C., and Spiegelman, B. M. (2008). The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*, 454(7203), 463–469.
89. Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M. P., Korde, A., Ye, L., Lo, J. C., Rasbach, K. A., Boström, E. A., Choi, J. H., Long, J. Z., Kajimura, S., Zingaretti, M. C., Vind, B. F., Tu, H., Cinti, S., Højlund, K., Gygi, S. P., and Spiegelman, B. M. (2012). A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*, 481(7382), 463–468.
90. Polak, K., Czyzyk, A., Simoncini, T., and Meczekalski, B. (2017). New markers of insulin resistance in polycystic ovary syndrome. *Journal of Endocrinological Investigation*, 40(1), 1–8.
91. El-Lebedy, D. H., Ibrahim, A. A., and Ashmawy, I. O. (2018). Novel adipokines vaspin and irisin as risk biomarkers for cardiovascular diseases in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes & Metabolic Syndrome*, 12(5), 643–648.
92. Sircana, A., Framarin, L., Leone, N., Berrutti, M., Castellino, F., Parente, R., De Michieli, F., Paschetta, E., and Musso, G. (2018). Altered Gut Microbiota in Type 2 Diabetes: Just a Coincidence?. *Current Diabetes Reports*, 18(10), 98.
93. Turner, R. C., Cull, C. A., Frighi, V., and Holman, R. R. (1999). Glycemic control with diet, sulfonylurea, metformin, or insulin in patients with type 2 diabetes mellitus: progressive requirement for multiple therapies (UKPDS 49). UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. *Journal of the American Medical Association*, 281(21), 2005–2012.
94. Nishikawa, T., Edelstein, D., Du, X. L., Yamagishi, S., Matsumura, T., Kaneda, Y., Yorek, M. A., Beebe, D., Oates, P. J., Hammes, H. P., Giardino, I., and Brownlee, M. (2000). Normalizing mitochondrial superoxide production blocks three pathways of hyperglycaemic damage. *Nature*, 404(6779), 787–790.
95. Kowluru, R. A., Kanwar, M., and Kennedy, A. (2007). Metabolic memory phenomenon and accumulation of peroxynitrite in retinal capillaries. *Experimental Diabetes Research*, 2007, 21976.
96. Kowluru, R. A., Abbas, S. N., and Odenbach, S. (2004). Reversal of hyperglycemia and diabetic nephropathy: effect of reinstitution of good metabolic control on oxidative stress in the kidney of diabetic rats. *Journal of Diabetes and its Complications*, 18(5), 282–288.
97. Reddy, M. A., Zhang, E., and Natarajan, R. (2015). Epigenetic mechanisms in diabetic complications and metabolic memory. *Diabetologia*, 58(3), 443–455.

98. Kim, J. A., Wei, Y., and Sowers, J. R. (2008). Role of mitochondrial dysfunction in insulin resistance. *Circulation Research*, 102(4), 401–414.
99. Stump, C. S., Short, K. R., Bigelow, M. L., Schimke, J. M., and Nair, K. S. (2003). Effect of insulin on human skeletal muscle mitochondrial ATP production, protein synthesis, and mRNA transcripts. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(13), 7996–8001.
100. Petersen, K. F., Befroy, D., Dufour, S., Dziura, J., Ariyan, C., Rothman, D. L., DiPietro, L., Cline, G. W., and Shulman, G. I. (2003). Mitochondrial dysfunction in the elderly: possible role in insulin resistance. *Science (New York, N.Y.)*, 300(5622), 1140–1142.
101. Czech M. P. (2017). Insulin action and resistance in obesity and type 2 diabetes. *Nature Medicine*, 23(7), 804–814.
102. Petersen, K. F., and Shulman, G. I. (2002). Cellular mechanism of insulin resistance in skeletal muscle. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 95 Suppl 42(Suppl 42), 8–13.
103. Gastaldelli, A., Gaggini, M., and DeFronzo, R. A. (2017). Role of Adipose Tissue Insulin Resistance in the Natural History of Type 2 Diabetes: Results From the San Antonio Metabolism Study. *Diabetes*, 66(4), 815–822.
104. Alexandru, N., Badila, E., Weiss, E., Cochior, D., Stępień, E., and Georgescu, A. (2016). Vascular complications in diabetes: Microparticles and microparticle associated microRNAs as active players. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 472(1), 1–10.
105. Poudel, A., Zhou, J. Y., Story, D., and Li, L. (2018). Diabetes and Associated Cardiovascular Complications in American Indians/Alaskan Natives: A Review of Risks and Prevention Strategies. *Journal of Diabetes Research*, 2018, 2742565.
106. Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert Committee, Berard, L. D., Siemens, R., and Woo, V. (2018). Monitoring Glycemic Control. *Canadian Journal of Diabetes*, 42 Suppl 1, S47–S53.
107. Bergman, M., Manco, M., Satman, I., Chan, J., Schmidt, M. I., Sesti, G., Vanessa Fiorentino, T., Abdul-Ghani, M., Jagannathan, R., Kumar Thyparambil Aravindakshan, P., Gabriel, R., Mohan, V., Buysschaert, M., Bennakhi, A., Pascal Kengne, A., Dorcely, B., Nilsson, P. M., Tuomi, T., Battelino, T., Hussain, A., and Tuomilehto, J. (2024). International Diabetes Federation Position Statement on the 1-hour post-load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 209, 111589.
108. International Expert Committee (2009). International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*, 32(7), 1327–1334.
109. Schwingshackl, L., Missbach, B., Dias, S., König, J., and Hoffmann, G. (2014). Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. *Diabetologia*, 57(9), 1789–1797.

110. Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., De Courten, M., Shaw, J., and Zimmet, P. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729–1736.
111. Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boulé, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., Reid, R. D., Tulloch, H., Coyle, D., Phillips, P., Jennings, A., and Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 147(6), 357–369.
112. Grace, A., Chan, E., Giallauria, F., Graham, P. L., and Smart, N. A. (2017). Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology*, 16(1), 37.
113. Internet: World Health Organization (2019). *Classification of diabetes mellitus 2019*. Web: <https://www.who.int/publications/i/item/classification-of-diabetes-mellitus>. adresinden 8 Eylül 2025'te alınmıştır.
114. DeFronzo, R. A., Ferrannini, E., Zimmet, P., and Alberti, G. (Editors) (2015). *International textbook of diabetes mellitus* (Fourth edition). London: John Wiley & Sons, 12.
115. Evans, P. L., McMillin, S. L., Weyrauch, L. A., and Witczak, C. A. (2019). Regulation of Skeletal Muscle Glucose Transport and Glucose Metabolism by Exercise Training. *Nutrients*, 11(10), 2432.
116. Brownlee M. (2001). Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature*, 414(6865), 813–820.
117. Kennedy, J. W., Hirshman, M. F., Gervino, E. V., Ocel, J. V., Forse, R. A., Hoenig, S. J., Aronson, D., Goodyear, L. J., and Horton, E. S. (1999). Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. *Diabetes*, 48(5), 1192–1197.
118. Pinti, M. V., Fink, G. K., Hathaway, Q. A., Durr, A. J., Kunovac, A., and Hollander, J. M. (2019). Mitochondrial dysfunction in type 2 diabetes mellitus: an organ-based analysis. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 316(2), E268–E285.
119. Hulett, N. A., Scalzo, R. L., and Reusch, J. E. B. (2022). Glucose Uptake by Skeletal Muscle within the Contexts of Type 2 Diabetes and Exercise: An Integrated Approach. *Nutrients*, 14(3), 647.
120. Benbassat, C. A., Stern, E., Kramer, M., Lebzelter, J., Blum, I., and Fink, G. (2001). Pulmonary function in patients with diabetes mellitus. *The American Journal of the Medical Sciences*, 322(3), 127–132.
121. Mizab, C., Sánchez, E., Gutiérrez-Carrasquilla, L., Balsells, N., Arqué, A., Ruano, R., Mateu, M., Zorzano-Martínez, M., Pomés, A., García-Aguilera, E., Martí, R., Manzanares, J. M., Hernández, C., Simó, R., and Lecube, A. (2023). Assessment of dyspneic sensation in patients with type 2 diabetes. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1208020.

122. Al-Khlaiwi, T., Alsabih, A. O., Khan, A., Habib, S. H., Sultan, M., and Habib, S. S. (2021). Reduced pulmonary functions and respiratory muscle strength in Type 2 diabetes mellitus and its association with glycemic control. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 25(23), 7363–7368.
123. Akkurt, H., Karapolat, H. U., Kirazli, Y., and Kose, T. (2017). The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: a randomized controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(2), 219–227.
124. Polla, B., D'Antona, G., Bottinelli, R., and Reggiani, C. (2004). Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax*, 59(9), 808–817.
125. Mancini, D. M., Eisen, H., Kussmaul, W., Mull, R., Edmunds, L. H., Jr, and Wilson, J. R. (1991). Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation*, 83(3), 778–786.
126. Guazzi, M., Bandera, F., Ozemek, C., Systrom, D., and Arena, R. (2017). Cardiopulmonary Exercise Testing: What Is its Value?. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(13), 1618–1636.
127. Vanninen, E., Uusitupa, M., Remes, J., Siitonen, O., Laitinen, J., Länsimies, E., and Pyörälä, K. (1992). Relationship between hyperglycaemia and aerobic power in men with newly diagnosed type 2 (non insulin-dependent) diabetes. *Clinical Physiology (Oxford, England)*, 12(6), 667–677.
128. Francisco, C. O., Catai, A. M., Moura-Tonello, S. C., Lopes, S. L., Benze, B. G., Del Vale, A. M., and Leal, A. M. (2014). Cardiorespiratory fitness, pulmonary function and C-reactive protein levels in nonsmoking individuals with diabetes. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira de Pesquisas Medicas e Biologicas*, 47(5), 426–431.
129. Baldi, J. C., Aoina, J. L., Oxenham, H. C., Bagg, W., and Doughty, R. N. (2003). Reduced exercise arteriovenous O₂ difference in Type 2 diabetes. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 94(3), 1033–1038.
130. Kremser, C. B., Levitt, N. S., Borow, K. M., Jaspan, J. B., Lindbloom, C., Polonsky, K. S., and Leff, A. R. (1988). Oxygen uptake kinetics during exercise in diabetic neuropathy. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 65(6), 2665–2671.
131. Mac Ananey, O., Malone, J., Warmington, S., O'Shea, D., Green, S., and Egaña, M. (2011). Cardiac output is not related to the slowed O₂ uptake kinetics in type 2 diabetes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(6), 935–942.
132. Caron, J., duManoir, G. R., Labrecque, L., Chouinard, A., Ferland, A., Poirier, P., Legault, S., and Brassard, P. (2017). Impact of type 2 diabetes on cardiorespiratory function and exercise performance. *Physiological Reports*, 5(4), e13145.
133. Nesti, L., Pugliese, N. R., Sciuto, P., and Natali, A. (2020). Type 2 diabetes and reduced exercise tolerance: a review of the literature through an integrated physiology approach. *Cardiovascular Diabetology*, 19(1), 134.

134. McAuley, P. A., Myers, J. N., Abella, J. P., Tan, S. Y., and Froelicher, V. F. (2007). Exercise capacity and body mass as predictors of mortality among male veterans with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 30(6), 1539–1543.
135. Magalhães, S., Santos, M., Viamonte, S., Ribeiro, F., Martins, J., Schmidt, C., Martinho-Dias, D., and Cyne-Carvalho, H. (2024). Effect of Arm-Ergometry Versus Treadmill Supervised Exercise on Cardiorespiratory Fitness and Walking Distances in Patients With Peripheral Artery Disease: The ARMEX Randomized Clinical Trial. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 44(5), 353–360.
136. Boora, M., Malik, M., and Kaur, J. (2024). A systematic review and meta-analysis on effect of different exercise training on grip strength and upper extremity muscle strength in patients with type 2 diabetes mellitus. *Physiotherapy Research International : The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 29(4), e2130.
137. Ozcan Kahraman, B., Tanriverdi, A., Savci, S., Odaman, H., Akdeniz, B., Sevinc, C., Ozsoy, I., Acar, S., Balci, A., Baran, A., and Ozpelit, E. (2023). Effects of Inspiratory Muscle Training in Patients With Pulmonary Hypertension. *The American journal of Cardiology*, 203, 406–413.
138. Chien, Y. H., Tsai, C. J., Wang, D. C., Chuang, P. H., and Lin, H. T. (2022). Effects of 12-Week Progressive Sandbag Exercise Training on Glycemic Control and Muscle Strength in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus Combined with Possible Sarcopenia. *International journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15009.
139. Yuenyongchaiwat, K., and Boonsinsukh, R. (2021). Type 2 Diabetes Mellitus Related to Decreased Peripheral and Respiratory Muscle Strength in Sarcopenic Thai Elderly. *Current Aging Science*, 14(3), 235–241.
140. Hall, C. N., Klein-Flügge, M. C., Howarth, C., and Attwell, D. (2012). Oxidative phosphorylation, not glycolysis, powers presynaptic and postsynaptic mechanisms underlying brain information processing. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 32(26), 8940–8951.
141. He, J., Watkins, S., and Kelley, D. E. (2001). Skeletal muscle lipid content and oxidative enzyme activity in relation to muscle fiber type in type 2 diabetes and obesity. *Diabetes*, 50(4), 817–823.
142. Williamson, J. R., and Kilo, C. (1983). Capillary basement membranes in diabetes. *Diabetes*, 32 Suppl 2, 96–100.
143. Kolb, H., and Martin, S. (2017). Environmental/lifestyle factors in the pathogenesis and prevention of type 2 diabetes. *BMC Medicine*, 15(1), 131.
144. Duvivier, B. M., Schaper, N. C., Hesselink, M. K., van Kan, L., Stienen, N., Winkens, B., Koster, A., and Savelberg, H. H. (2017). Breaking sitting with light activities vs structured exercise: a randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetologia*, 60(3), 490–498.

145. Fritschi, C., Park, C., Quinn, L., and Collins, E. G. (2020). Real-Time Associations Between Glucose Levels and Fatigue in Type 2 Diabetes: Sex and Time Effects. *Biological Research for Nursing*, 22(2), 197–204.
146. Tomas-Carus, P., Ortega-Alonso, A., Pietilainen, K. H., Santos, V., Goncalves, H., Ramos, J., and Raimundo, A. (2016). A randomized controlled trial on the effects of combined aerobic-resistance exercise on muscle strength and fatigue, glycemic control and health-related quality of life of type 2 diabetes patients. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(5), 572–578.
147. Collins, M. M., Corcoran, P., and Perry, I. J. (2009). Anxiety and depression symptoms in patients with diabetes. *Diabetic Medicine : A Journal of the British Diabetic Association*, 26(2), 153–161.
148. Woon, L. S., Sidi, H. B., Ravindran, A., Gosse, P. J., Mainland, R. L., Kaunismaa, E. S., Hatta, N. H., Arnawati, P., Zulkifli, A. Y., Mustafa, N., and Leong Bin Abdullah, M. F. I. (2020). Depression, anxiety, and associated factors in patients with diabetes: evidence from the anxiety, depression, and personality traits in diabetes mellitus (ADAPT-DM) study. *BMC Psychiatry*, 20(1), 227.
149. Boulé, N. G., Haddad, E., Kenny, G. P., Wells, G. A., and Sigal, R. J. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *The Journal of the American Medical Association*, 286(10), 1218–1227.
150. Shi, Q., Ding, J., Su, H., Du, Y., Pan, T., and Zhong, X. (2023). Association of Long-Term HbA1c Variability with Anxiety and Depression in Patients with Type 2 Diabetes: A Cross-Sectional Retrospective Study. *Psychology Research and Behavior Management*, 16, 5053–5068.
151. Lecube, A., Sampol, G., Lloberes, P., Romero, O., Mesa, J., Hernández, C., and Simó, R. (2009). Diabetes is an independent risk factor for severe nocturnal hypoxemia in obese patients. A case-control study. *PloS One*, 4(3), e4692.
152. Holloszy J. O. (2005). Exercise-induced increase in muscle insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 99(1), 338–343.
153. Petersen, A. M., and Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 98(4), 1154–1162.
154. Sacks, D. B., Arnold, M., Bakris, G. L., Bruns, D. E., Horvath, A. R., Lernmark, Å., Metzger, B. E., Nathan, D. M., and Kirkman, M. S. (2023). Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 46(10), e151–e199.
155. Thompson, P. D., Arena, R., Riebe, D., Pescatello, L. S., and American College of Sports Medicine (2013). ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition. *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), 215–217.

156. Schulz, K. F., Altman, D. G., Moher, D., and CONSORT Group (2010). CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*, 8, 18.
157. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. (2000). *World Health Organization Technical Report Series*, 894, i–253.
158. Sullivan, W., Hosick, P. A., Gardin, F. A., and Leigh, S. (2022). The kinematic, abdominal and hip flexor muscle electromyographic characteristics of four different trunk flexion exercises. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 181(3), 115-124.
159. Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M., Pichard, C., and Composition of the ESPEN Working Group (2004). Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(5), 1226–1243.
160. Talma, H., Chinapaw, M. J., Bakker, B., HiraSing, R. A., Terwee, C. B., and Altenburg, T. M. (2013). Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in children and adolescents: a systematic review and evidence appraisal of validity, responsiveness, reliability and measurement error. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 14(11), 895–905.
161. Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology, European Association of Echocardiography, European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions, European Heart Rhythm Association, Heart Failure Association, European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, European Atherosclerosis Society, International Society of Behavioural Medicine, European Stroke Organisation, European Society of Hypertension, European Association for the Study of Diabetes, European Society of General Practice/Family Medicine, International Diabetes Federation Europe, & European Heart Network (2012). European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012): the Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *European Journal of Preventive Cardiology*, 19(4), 585–667.
162. Conroy, R. M., Pyörälä, K., Fitzgerald, A. P., Sans, S., Menotti, A., De Backer, G., De Bacquer, P., Ducimetiere, P., Jousilahti, P., Keil, U., Njolstad, I., Oganov, R. G., Thomsen, T., Tunstall-Pedoe, H., Tverdal, A., Wedel, H., Whincup, P., Wilhelmsen, L., Graham, I. M., and SCORE project group. (2003). Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *European Heart Journal*, 24(11), 987–1003.
163. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. (1991). *The American Review of Respiratory Disease*, 144(5), 1202–1218.
164. Pellegrino, R., Viegi, G., Brusasco, V., Crapo, R. O., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., van der Grinten, C. P., Gustafsson, P., Hankinson, J., Jensen, R., Johnson, D. C., MacIntyre, N., McKay, R., Miller, M. R., Navajas, D., Pedersen, O. F., and Wanger,

- J. (2005). Interpretative strategies for lung function tests. *The European Respiratory Journal*, 26(5), 948–968.
165. American Thoracic Society/European Respiratory Society (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(4), 518–624.
 166. Lista-Paz, A., Langer, D., Barral-Fernández, M., Quintela-Del-Río, A., Gimeno-Santos, E., Arbillaga-Etxarri, A., Torres-Castro, R., Vilaró Casamitjana, J., Varas de la Fuente, A. B., Serrano Veguillas, C., Bravo Cortés, P., Martín Cortijo, C., García Delgado, E., Herrero-Cortina, B., Valera, J. L., Fregonezi, G. A. F., González Montañez, C., Martín-Valero, R., Francín-Gallego, M., Sanesteban Hermida, Y., ... González-Doniz, L. (2023). Maximal Respiratory Pressure Reference Equations in Healthy Adults and Cut-off Points for Defining Respiratory Muscle Weakness. *Archivos de Bronconeumología*, 59(12), 813–820.
 167. Laveneziana, P., Albuquerque, A., Aliverti, A., Babb, T., Barreiro, E., Dres, M., Dubé, B. P., Fauroux, B., Gea, J., Guenette, J. A., Hudson, A. L., Kabitz, H. J., Laghi, F., Langer, D., Luo, Y. M., Neder, J. A., O'Donnell, D., Polkey, M. I., Rabinovich, R. A., Rossi, A., ... Verges, S. (2019). ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *The European Respiratory Journal*, 53(6), 1801214.
 168. Keteyian, S. J., Kitzman, D., Zannad, F., Landzberg, J., Arnold, J. M., Brubaker, P., Brawner, C. A., Bensimhon, D., Hellkamp, A. S., and Ewald, G. (2012). Predicting maximal HR in heart failure patients on β -blockade therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(3), 371–376.
 169. American Thoracic Society, and American College of Chest Physicians (2003). ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 167(2), 211–277.
 170. Celli, B. R., Rassulo, J., and Make, B. J. (1986). Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. *The New England Journal of Medicine*, 314(23), 1485–1490.
 171. Zhan, S., Cerny, F. J., Gibbons, W. J., Mador, M. J., and Wu, Y. W. (2006). Development of an unsupported arm exercise test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 26(3), 180–190.
 172. Wilson, R. C., and Jones, P. W. (1989). A comparison of the visual analogue scale and modified Borg scale for the measurement of dyspnoea during exercise. *Clinical Science (London, England : 1979)*, 76(3), 277–282.
 173. Lima, V. P., Almeida, F. D., Janaudis-Ferreira, T., Carmona, B., Ribeiro-Samora, G. A., and Velloso, M. (2018). Reference values for the six-minute pegboard and ring test in healthy adults in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia : Publicacao Oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, 44(3), 190–194.
 174. Bohannon R. W. (1997). Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(1), 26–32.

175. Crum, E. M., O'Connor, W. J., Van Loo, L., Valckx, M., and Stannard, S. R. (2017). Validity and reliability of the Moxy oxygen monitor during incremental cycling exercise. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 1037–1043.
176. Feldmann, A., Schmitz, R., and Erlacher, D. (2019). Near-infrared spectroscopy-derived muscle oxygen saturation on a 0% to 100% scale: reliability and validity of the Moxy Monitor. *Journal of Biomedical Optics*, 24(11), 1–11.
177. Lopez, G. A., Brønd, J. C., Andersen, L. B., Dencker, M., and Arvidsson, D. (2018). Validation of SenseWear Armband in children, adolescents, and adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(2), 487–495.
178. Watz, H., Waschki, B., Meyer, T., and Magnussen, H. (2009). Physical activity in patients with COPD. *The European Respiratory Journal*, 33(2), 262–272.
179. Patel, S. A., Benzo, R. P., Slivka, W. A., and Sciruba, F. C. (2007). Activity monitoring and energy expenditure in COPD patients: a validation study. *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 4(2), 107–112.
180. Demeyer, H., Burtin, C., Van Remoortel, H., Hornikx, M., Langer, D., Decramer, M., Gosselink, R., Janssens, W., and Troosters, T. (2014). Standardizing the analysis of physical activity in patients with COPD following a pulmonary rehabilitation program. *Chest*, 146(2), 318–327.
181. Tudor-Locke, C., and Bassett, D. R., Jr (2004). How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(1), 1–8.
182. Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr, Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., and Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(8), 1575–1581.
183. Mahler, D. A., and Wells, C. K. (1988). Evaluation of clinical methods for rating dyspnea. *Chest*, 93(3), 580–586.
184. Stenton C. (2008). The MRC breathlessness scale. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 58(3), 226–227.
185. Grootenhuys, P. A., Snoek, F. J., Heine, R. J., and Bouter, L. M. (1994). Development of a type 2 diabetes symptom checklist: a measure of symptom severity. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 11(3), 253–261.
186. Terkes, N., and Bektas, H. (2016). Psychometric evaluation of the Diabetes Symptom Checklist-Revised in patients with type 2 diabetes in Turkey. *Japan Journal of Nursing Science*, 13(2), 273–283.
187. Armutlu, K., Korkmaz, N. C., Keser, I., Sumbuloglu, V., Akbiyik, D. I., Guney, Z., and Karabudak, R. (2007). The validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Turkish multiple sclerosis patients. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale de Recherches de Readaptation*, 30(1), 81–85.

188. Aydemir, O. J. T. P. D. (1997). Hastane anksiyete ve depresyon ölçeği Türkçe formunun geçerlilik ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 8, 187-280.
189. Zigmond, A. S., and Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361–370.
190. Ağargün, M. Y., Çilli, A. S., Kara, H., Bilici, M., Telcioğlu, M., Semiz, Ü. B., and Başoğlu, C. (1999). Epworth Uykululuk Ölçeği'nin geçerliği ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 10(4), 261-267.
191. Johns, M. W. (1992). Reliability and factor analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, 15(4), 376-381.
192. Yildirim, A., Akinci, F., Gozu, H., Sargin, H., Orbay, E., and Sargin, M. (2007). Translation, cultural adaptation, cross-validation of the Turkish diabetes quality-of-life (DQOL) measure. *Quality Of Life Research : An International Journal Of Quality Of Life Aspects Of Treatment, Care And Rehabilitation*, 16(5), 873–879.
193. Kopf, S., Groener, J. B., Kender, Z., Fleming, T., Brune, M., Riedinger, C., Volk, N., Herpel, E., Pesta, D., Szendrödi, J., Wielpütz, M. O., Kauczor, H. U., Katus, H. A., Kreuter, M., and Nawroth, P. P. (2018). Breathlessness and Restrictive Lung Disease: An Important Diabetes-Related Feature in Patients with Type 2 Diabetes. *Respiration; International Review of Thoracic Diseases*, 96(1), 29–40.
194. Lee, D. Y., and Nam, S. M. (2020). The Association Between Lung Function and Type 2 Diabetes in Koreans. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 11(1), 27–33.
195. Mirrakhimov A. E. (2012). Chronic obstructive pulmonary disease and glucose metabolism: a bitter sweet symphony. *Cardiovascular Diabetology*, 11, 132.
196. Davis, W. A., Knuiman, M., Kendall, P., Grange, V., Davis, T. M., and Fremantle Diabetes Study (2004). Glycemic exposure is associated with reduced pulmonary function in type 2 diabetes: the Fremantle Diabetes Study. *Diabetes Care*, 27(3), 752–757.
197. Feng, Z., Wang, J., Xie, Y., and Li, J. (2021). Effects of exercise-based pulmonary rehabilitation on adults with asthma: a systematic review and meta-analysis. *Respiratory Research*, 22(1), 33.
198. Saki, H., Shahrokhian, S., Taeid, V., Amani, M., Talebifard, H., and Delaramnasab, M. (2017). Comparison of the effects of aerobic exercise on pulmonary function and levels of inflammatory mediators in men with type 2 diabetes. *International Journal of Basic Sciences in Medicine*, 2(2), 95-100.
199. Afshonpour, M. T., Ghalavand, A., Rezaee, R., and Habibi, A. (2015). The effect of exercise training on pulmonary function in type 2 diabetic men. *Alborz University Medical Journal*, 4(4), 255-265.

200. Ozel, C. B., Arikan, H., Kutukcu, E. C., Karaduz, B. N., Ince, D. I., Kabakci, G., and Dagdelen, S. (2021). Responses to two different high-intensity interval exercise training protocols on pulmonary function and respiratory muscle strength in diabetes mellitus. *European Respiratory Society Abstracts*, 58(1), PA1825.
201. Silva, E., Gomes Neto, M., Saquetto, M. B., Conceição, C. S. D., and Souza-Machado, A. (2018). Effects of upper limb resistance exercise on aerobic capacity, muscle strength, and quality of life in COPD patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 32(12), 1636–1644.
202. Dempsey, J. A., Romer, L., Rodman, J., Miller, J., and Smith, C. (2006). Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 151(2-3), 242–250.
203. Babcock, M. A., Pegelow, D. F., Harms, C. A., and Dempsey, J. A. (2002). Effects of respiratory muscle unloading on exercise-induced diaphragm fatigue. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 93(1), 201–206.
204. Tiller, N. B., Campbell, I. G., and Romer, L. M. (2017). Influence of Upper-Body Exercise on the Fatigability of Human Respiratory Muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(7), 1461–1472.
205. Romagnoli, I., Scano, G., Binazzi, B., Coli, C., Bruni, G. I., Stendardi, L., and Gigliotti, F. (2013). Effects of unsupported arm training on arm exercise-related perception in COPD patients. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 186(1), 95–102.
206. Keytsman, C., Dendale, P., and Hansen, D. (2015). Chronotropic Incompetence During Exercise in Type 2 Diabetes: Aetiology, Assessment Methodology, Prognostic Impact and Therapy. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(7), 985–995.
207. Lora-Pozo, I., Lucena-Anton, D., Salazar, A., Galán-Mercant, A., and Moral-Munoz, J. A. (2019). Anthropometric, Cardiopulmonary and Metabolic Benefits of the High-Intensity Interval Training Versus Moderate, Low-Intensity or Control for Type 2 Diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4524.
208. Gentil, P., Silva, L. R. B. E., Antunes, D. E., Carneiro, L. B., de Lira, C. A. B., Batista, G., de Oliveira, J. C. M., Cardoso, J. S., Souza, D. C., and Rebelo, A. C. S. (2023). The effects of three different low-volume aerobic training protocols on cardiometabolic parameters of type 2 diabetes patients: A randomized clinical trial. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 985404.
209. Jin, L., Min, G., Wei, C., Min, H., and Jie, Z. (2017). Exercise training on chronotropic response and exercise capacity in patients with type 2 diabetes mellitus. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 13(3), 899–904.
210. Paneroni, M., Simonelli, C., Laveneziana, P., Gobbo, M., Saleri, M., Bianchi, L., and Vitacca, M. (2018). The degree of arm elevation impacts the endurance and cardiopulmonary adaptations of COPD patients performing upper-limb exercise: a cross-over study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(5), 690–697.

211. Phielix, E., Meex, R., Moonen-Kornips, E., Hesselink, M. K., and Schrauwen, P. (2010). Exercise training increases mitochondrial content and ex vivo mitochondrial function similarly in patients with type 2 diabetes and in control individuals. *Diabetologia*, 53(8), 1714–1721.
212. Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J. H., Johnson, R. L., Jr, Wildenthal, K., and Chapman, C. B. (1968). Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*, 38(5 Suppl), VII1–VII78.
213. Gutefeldt, K., Hedman, C. A., Thyberg, I. S. M., Bachrach-Lindström, M., Arnqvist, H. J., and Spångéus, A. (2019). Upper extremity impairments in type 1 diabetes with long duration; common problems with great impact on daily life. *Disability and Rehabilitation*, 41(6), 633–640.
214. Lima, V. P., Velloso, M., Almeida, F. D., Carmona, B., Ribeiro-Samora, G. A., and Janaudis-Ferreira, T. (2018). Test-retest reliability of the unsupported upper-limb exercise test (UULEX) and 6-min peg board ring test (6PBRT) in healthy adult individuals. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(10), 806–812.
215. Yerlikaya, T., Çalık, B. B., Cavlak, U., and Sirkeci, Ö. (2021). Upper Extremity Functioning in Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus: A Comparative Study. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 11(2), 330–335.
216. Calik-Kutukcu, E., Tekerlek, H., Bozdemir-Ozel, C., Karaduz, B. N., Cakmak, A., Inal-Ince, D., Saglam, M., Vardar-Yagli, N., Sonbahar-Ulu, H., Firat, M., Arikan, H., Kaya, S. B., and Karakaya, G. (2022). Validity and reliability of 6-minute pegboard and ring test in patients with asthma. *The Journal of asthma: official journal of the Association for the Care of Asthma*, 59(7), 1387–1395.
217. Takeda, K., Kawasaki, Y., Yoshida, K., Nishida, Y., Harada, T., Yamaguchi, K., Ito, S., Hashimoto, K., Matsumoto, S., Yamasaki, A., Igishi, T., and Shimizu, E. (2013). The 6-minute pegboard and ring test is correlated with upper extremity activity of daily living in chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 8, 347–351.
218. Marterer, N., Mugele, H., Schäfer, S. K., and Faulhaber, M. (2023). Effects of Upper Body Exercise Training on Aerobic Fitness and Performance in Healthy People: A Systematic Review. *Biology*, 12(3), 355.
219. Dela, F., Prats, C., and Helge, J. W. (2014). Exercise interventions to prevent and manage type 2 diabetes: physiological mechanisms. *Medicine and Sport Science*, 60, 36–47.
220. Andersen, H., Nielsen, S., Mogensen, C. E., and Jakobsen, J. (2004). Muscle strength in type 2 diabetes. *Diabetes*, 53(6), 1543–1548.
221. Kalyani, R. R., Corriere, M., and Ferrucci, L. (2014). Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The lancet. Diabetes and Endocrinology*, 2(10), 819–829.

222. Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., de Rekeneire, N., Harris, T. B., Schwartz, A. V., Tylavsky, F. A., and Newman, A. B. (2006). Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes*, 55(6), 1813–1818.
223. Holloszy, J. O., and Coyle, E. F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 56(4), 831–838.
224. Muraki, S., Tsunawake, N., and Yamasaki, M. (2004). Limitation of muscle deoxygenation in the triceps during incremental arm cranking in women. *European Journal of Applied Physiology*, 91(2-3), 246–252.
225. Baker, W. B., Li, Z., Schenkel, S. S., Chandra, M., Busch, D. R., Englund, E. K., Schmitz, K. H., Yodh, A. G., Floyd, T. F., and Mohler, E. R., 3rd (2017). Effects of exercise training on calf muscle oxygen extraction and blood flow in patients with peripheral artery disease. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 123(6), 1599–1609.
226. Fagour, C., Gonzalez, C., Pezzino, S., Florenty, S., Rosette-Narece, M., Gin, H., and Rigalleau, V. (2013). Low physical activity in patients with type 2 diabetes: the role of obesity. *Diabetes and Metabolism*, 39(1), 85–87.
227. Tudor-Locke, C. E., Bell, R. C., Myers, A. M., Harris, S. B., Lauzon, N., and Rodger, N. W. (2002). Pedometer-determined ambulatory activity in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 55(3), 191–199.
228. Tudor-Locke, C., and Bassett, D. R., Jr (2004). How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(1), 1–8.
229. Lo, Y. P., Chiang, S. L., Lin, C. H., Liu, H. C., and Chiang, L. C. (2020). Effects of individualized aerobic exercise training on physical activity and health-related physical fitness among middle-aged and older adults with multimorbidity: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 101.
230. Nojima, H., Watanabe, H., Yamane, K., Kitahara, Y., Sekikawa, K., Yamamoto, H., Yokoyama, A., Inamizu, T., Asahara, T., Kohno, N., and Hiroshima University Health Promotion Study Group (2008). Effect of aerobic exercise training on oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 57(2), 170–176.
231. Demeyer, H., Burtin, C., Hornikx, M., Camillo, C. A., Van Remoortel, H., Langer, D., Janssens, W., and Troosters, T. (2016). The Minimal Important Difference in Physical Activity in Patients with COPD. *PloS One*, 11(4), e0154587.
232. Kraus, W. E., Janz, K. F., Powell, K. E., Campbell, W. W., Jakicic, J. M., Troiano, R. P., Sprow, K., Torres, A., Piercy, K. L., and 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee (2019). Daily step counts for measuring physical activity exposure and its relation to health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1206–1212.

233. Lahham, A., McDonald, C. F., and Holland, A. E. (2016). Exercise training alone or with the addition of activity counseling improves physical activity levels in COPD: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 11, 3121–3136.
234. Arafat, Y., Mohamed Ibrahim, M. I., and Awaisu, A. (2016). Using the transtheoretical model to enhance self-management activities in patients with type 2 diabetes: A systematic review. *Journal of Pharmaceutical Health Services Research*, 7(3), 149–156.
235. Alanyalı, Z., And Arslan, S. (2020). Diabetes symptoms and self-management perceptions of individuals with type 2 diabetes. *Archives of Health Science and Research*, 7(3), 238–243.
236. Zhu, B., Quinn, L., and Fritschi, C. (2018). Relationship and variation of diabetes related symptoms, sleep disturbance and sleep-related impairment in adults with type 2 diabetes. *Journal of Advanced Nursing*, 74(3), 689–697.
237. Lecube, A., Simó, R., Pallayova, M., Punjabi, N. M., López-Cano, C., Turino, C., Hernández, C., and Barbé, F. (2017). Pulmonary function and sleep breathing: two new targets for type 2 diabetes care. *Endocrine Reviews*, 38(6), 550–573.
238. Kopf, S., Groener, J. B., Kender, Z., Fleming, T., Brune, M., Riedinger, C., Volk, N., Herpel, E., Pesta, D., Szendrői, J., Wielpütz, M. O., Kauczor, H. U., Katus, H. A., Kreuter, M., and Nawroth, P. P. (2018). Breathlessness and restrictive lung disease: an important diabetes-related feature in patients with type 2 diabetes. *Respiration; International Review of Thoracic Diseases*, 96(1), 29–40.
239. Ur Rehman, S. S., Karimi, H., Gillani, S. A., and Ahmad, S. (2017). Effects of supervised structured aerobic exercise training programme on level of Exertion, dyspnoea, VO2 max and Body Mass Index in patients with type 2 diabetes mellitus. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 67(11), 1670–1673.
240. Karagiannis, C., Savva, C., Korakakis, V., Ploutarchou, G., Adamide, T., Georgiou, A., and Xanthos, T. (2023). The effects of upper limb exercise training on upper limb muscle strength in people with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, 17, 17534666231170813.
241. de Torres, J. P., Pinto-Plata, V., Ingenito, E., Bagley, P., Gray, A., Berger, R., and Celli, B. (2002). Power of outcome measurements to detect clinically significant changes in pulmonary rehabilitation of patients with COPD. *Chest*, 121(4), 1092–1098.
242. Esen, I., Akturk Esen, S., and Demirci, H. (2022). Fatigue and depression in elderly patients with poorly controlled diabetes. *Medicine*, 101(45), e31713.
243. De Becker, P., Roeykens, J., Reynders, M., McGregor, N., and De Meirleir, K. (2000). Exercise capacity in chronic fatigue syndrome. *Archives of Internal Medicine*, 160(21), 3270–3277.

244. Patel, A., and Cheung, J. (2024). The effect of exercise on daytime sleepiness in healthy individuals. *Sleep Medicine*, 120, 10–14.
245. Wondie, A., Taderegew, M. M., Girma, B., Getawey, A., Tessema, Z., Emrie, A. A., and Terefe, T. F. (2024). Excessive daytime sleepiness and its predictors among type 2 diabetes mellitus patients at central ethiopia. *Scientific Reports*, 14(1), 31693.
246. Andy Rias, Y., Apriliyasari, R. W., Gautama, M. S. N., Hasan, F., Teli, M., Chiu, H. Y., and Thato, R. (2025). Effects of Physical and Mind-body Exercise on Sleep Quality in Individuals With Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Preventive Medicine and Public Health = Yebang Uihakhoe Chi*, 58(1), 1–10.
247. Bello, A. I., Owusu-Boakye, E., Adegoke, B. O., and Adjei, D. N. (2011). Effects of aerobic exercise on selected physiological parameters and quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus. *International Journal of General Medicine*, 4, 723–727.
248. Sabag, A., Chang, C. R., Francois, M. E., Keating, S. E., Coombes, J. S., Johnson, N. A., Pastor-Valero, M., and Rey Lopez, J. P. (2023). The Effect of Exercise on Quality of Life in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(8), 1353–1365.
249. Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., and Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079.
250. Carroll, M. D., Kit, B. K., and Lacher, D. A. (2012). Total and high-density lipoprotein cholesterol in adults: National Health and Nutrition Examination Survey, 2009–2010. *NCHS Data Brief*, (92), 1–8.
251. da Luz, P. L., Favarato, D., Faria-Neto, J. R., Jr, Lemos, P., and Chagas, A. C. (2008). High ratio of triglycerides to HDL-cholesterol predicts extensive coronary disease. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 63(4), 427–432.
252. Mann, S., Beedie, C., and Jimenez, A. (2014). Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(2), 211–221.
253. Ferguson, M. A., Alderson, N. L., Trost, S. G., Essig, D. A., Burke, J. R., and Durstine, J. L. (1998). Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md., 1985)*, 85(3), 1169–1174.
254. Leon, A. S., and Sanchez, O. A. (2001). Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 Suppl), S502–S529.

255. Igarashi, Y., Akazawa, N., and Maeda, S. (2023). Effects of changes in body fat mass as a result of regular exercise on hemoglobin a1c in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 33(4), 209–221.
256. Jung, J. Y., Han, K. A., Ahn, H. J., Kwon, H. R., Lee, J. H., Park, K. S., and Min, K. W. (2012). Effects of aerobic exercise intensity on abdominal and thigh adipose tissue and skeletal muscle attenuation in overweight women with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes and Metabolism Journal*, 36(3), 211–221.
257. Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., and Janssen, I. (2000). Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine*, 133(2), 92–103.







EKLER

EK-1. Etik Komisyon İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 05.10.2023-E.764606



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-764606
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

05.10.2023

Dağıtım Yerlerine

Araştırmacı grubu Meral BOŞNAK GÜÇLÜ, Fidan YILMAZ, Ayşenur SARISAKALOĞLU ve Serpil GÜLKAN'dan oluşan, Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı Doktora Öğrencisi Fidan YILMAZ'ın, Prof. Dr. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ'nün danışmanlığında yürüttüğü *"Tip 2 Diyabet Hastalarında Üst Ekstremitte Aerobik Egzersiz Eğitiminin Egzersiz Kapasitesi, Kas Oksijeni ve Fiziksel Aktivite Seviyesi Üzerine Etkileri"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 03.10.2023 tarih ve 17 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2023 - 1164

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Prof. Dr. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu :BSFF9LHYMZ

Ba belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>
Kep Adresi: gaziuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için :Ayfer Çekmez
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 38 81



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-1. (devam) Etik Komisyon Onay Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 05.10.2023-E.764606GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 03.10.2023	TOPLANTI SAYISI : 17
ADI – SOYADI	İMZA
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN	
Prof. Dr. Zehra GÖÇMEN BAYKARA BAŞKAN YRD.	
Prof. Dr. C. Haluk BODUR	
Prof. Dr. Seçil ÖZKAN	
Prof. Dr. Cevriye TEMEL GENCER	
Prof. Dr. İlkay ULUTAŞ	
Prof. Dr. Kemalettin DENİZ	
Prof. Dr. Makbule GEZMEN KARADAĞ	
Prof. Dr. İlyas OKUR	
Prof. Dr. Nihan KAFA	
Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN	
Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU	
Doç. Dr. Elvan İNCE AKA	

EK-2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndantarih /sayı ile izin alınan* ve Meral BOŞNAK GÜÇLÜ ve Uzm. Fzt. Fidan YILMAZ tarafından yürütülen

başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izni alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Diyabet hastalarına uygulanan üst ekstremitte aerobik egzersiz eğitiminin egzersiz kapasitesi, kas oksijenasyonu ve fiziksel aktivite seviyesi, ikili görev performansı, üst ekstremitte fonksiyonel egzersiz kapasitesi, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvvet ve endüransı, periferik kas kuvveti, nefes darlığı, yorgunluk, depresyon, anksiyete, uyku ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.
Araştırmanın Yöntemi	- Bu çalışma kapsamında size herhangi girişimsel bir uygulama yapılmayacaktır. Araştırmaya özel ek bir tahlil istenmeyecektir. - Tıbbi muayene, tüm medikal tedaviler, radyolojik görüntüleme Pursaklar Devlet Hastanesi Dahiliye Polikliniği hekimi tarafından yapılacaktır. - Çalışmaya katılmanız durumunda kardiyopulmoner rehabilitasyon kapsamında altı hafta boyunca haftanın 3 günü üst ekstremitte devamlı aerobik egzersiz eğitimi veya solunum egzersizleri verilecektir. - Demografik ve fiziksel özellikleriniz (ad, soyad, yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu, meslek, hastalık ögeçmişi, aile öyküsü, sigara kullanımı, boy, kilo, vücut kitle indeksi, kullanılan ilaçlar) hasta değerlendirme formuna kaydedilecektir. - Tüm hastalar; eğitim öncesi ve sonrası olmak üzere iki defa değerlendirilecektir. - Fizyoterapi eğitimi öncesi ve sonrası tüm değerlendirmeleriniz fizyoterapistler tarafından yapılacaktır. Değerlendirmeler iki seansta ve iki farklı günde tamamlanacaktır. - Çalışmada, oksijen tüketiminiz kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET); fonksiyonel egzersiz kapasiteniz 6 dakika pegboard ve ring testi; kas oksijenizasyonunuz kas oksijen monitörü; fiziksel aktivite seviyeniz çok sensörlü aktivite monitörü; solunum sistemi fonksiyonunuz solunum fonksiyon testi; solunum, bacak ve kol kas kuvvetiniz kas kuvvet ölçüm cihazları; solunum kaslarınızın dayanıklılığı solunum kas eğitim cihazı; ikili görev performansı yürüyüş sırasında bilişsel fonksiyon testi ile değerlendirilecektir. - Fiziksel aktivite seviyenizi değerlendirmek için kullanılan aktivite monitörü sağ kolunuza kesintisiz üç gün takılacak ve sadece banyo yaparken çıkarılacaktır. Üç günün sonunda monitör sizden teslim alınacaktır. - Fonksiyonel durumunuz, depresyon ve anksiyete varlığı, günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki nefes darlığı algılamanız, yorgunluk, uyku ve yaşam kalitenizin değerlendirilmesi özel Türkçe anket ve ölçekler ile yapılacaktır. - Çalışma sırasında kan basıncı, kalp hızı, solunum sayısı, oksijen doygunluğu gibi yaşamsal bulgularınız kaydedilecektir.

EK-2. (devam) Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022

Araştırmanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi Başvurudaki Başlangıç ve Bitiş Tarihi ile Uyumlu Olmalıdır.)	Araştırmanın başlangıç tarihi: 01.01.2024 Araştırmanın bitiş tarihi: 01.01.2026
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	Çalışmaya Pursaklar Devlet Hastanesi Dahiliye Polikliniği'nde takip edilen Diyabet teşhisli en az 40 hastanın katılması planlanmaktadır.
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Ünitesi Pursaklar Devlet Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesi Pursaklar Devlet Hastanesi Dahiliye Polikliniği
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☐ Hayır ☒

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü (Tez çalışmalarında Danışman tarafından imzalanacaktır.)

Adı ve Soyadı	Prof. Dr. Meral BOŞNAK GÜÇLÜ	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Emek mah. Bışkek Cad. 6. Cadde (eski 81. sokak) No:2 06490 Çankaya/ANKARA 0312 216 26 47-0505 383 80 86	
Katılımcı		
Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		
Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vasi		
Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

EK-3. Ölçek İzinleri

Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi Ölçeği (DSC-R) Kullanım İzni

2 ileti

Fidan YILMAZ

27 Temmuz 2023 14:40

Alıcı:

Sayın Hocam,
Ben Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü doktora programı öğrencisiyim. Şu an doktora tez aşamasındayım. Doktora tezimin konusu Tip 2 Diyabet hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin etkilerinin araştırılması üzerinedir. Bu kapsamda hastaların diyabet belirtilerini değerlendirmek için Türkçe uyarlamasını yaptığınız Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi Ölçeği'ni kullanmak istiyoruz. Ölçeği çalışmamızda kullanabilmek adına izninizi talep etmekteyiz.

Saygılarımla
Uzm. Fzt. Fidan YILMAZ

Hicran Bektas

28 Temmuz 2023 15:52

Alıcı: Fidan YILMAZ

Sevgili Fidan YILMAZ,

Türkçe geçerlik güvenirlik çalışmasını yapmış olduğumuz Diyabet Belirtileri Kontrol Listesi Ölçeği'ni tezinizde kullanabilirsiniz.

Çalışmanızda başarılar diliyorum.

Prof.Dr. Hicran BEKTAŞ
Akdeniz Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi
İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı Başkanı

Diyabet Yaşam Kalitesi Ölçeği'nin (DQOL) Kullanım İzni

2 ileti

Fidan YILMAZ

3 Ağustos 2023 19:05

Alıcı:

Sayın Hocam,
Ben Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü doktora programı öğrencisiyim. Şu an doktora tez aşamasındayım. Doktora tezimin konusu Tip 2 Diyabet hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin etkilerinin araştırılması üzerinedir. Bu kapsamda hastaların yaşam kalitelerini ölçmek için Türkçe uyarlamasını yaptığınız *Diyabet Yaşam Kalitesi Ölçeği'ni (DQOL)* kullanmak istiyoruz. Ölçeği çalışmamızda kullanabilmek adına izninizi talep etmekteyiz.

Saygılarımla
Uzm. Fzt. Fidan YILMAZ

Ayşegül KAPTANOĞLU

3 Ağustos 2023 19:28

Alıcı: Fidan YILMAZ

Sayın Yılmaz,
Bizden ölçeği ve her türlü bilgi ve belgeleri talep etmeden yayınlarımızı takip edip ölçeği atıf vererek kullanabilirsiniz

[iOS için Outlook uygulamasını edinin](#)

Gönderen: Fidan YILMAZ <

Gönderildi:

Kime: a

Konu: Diyabet Yaşam Kalitesi Ölçeği'nin (DQOL) kullanım izni

EK-3. (devam) Ölçek İzinleri

Epworth Uykululuk Ölçeği Kullanım İzni

Mehmet Yücel AĞARGÜN
Alıcı: Fidan Yılmaz

29 Temmuz 2023 11:04

Merhaba,

Ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz.

Selamlar

From: Fidan Yılmaz
Sent: Thursday, July 27, 2023 3:21 PM
To: Mehmet Yücel AĞARGÜN
Subject: Epworth Uykululuk Ölçeği Kullanım İzni

Sayın Hocam,

Ben Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü doktora programı öğrencisiyim. Şu an doktora tez aşamasındayım. Doktora tezimin konusu Tip 2 Diyabet hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin etkilerinin araştırılması üzerinedir. Bu kapsamda hastaların uykululuk düzeyini değerlendirmek için Türkçe uyarlamasını yaptığınız *Epworth Uykululuk Ölçeği*'ni kullanmak istiyoruz. Ölçeği çalışmamızda kullanabilmek adına izninizi talep etmekteyiz.

Saygılarımla

Uzm. Fzt. Fidan YILMAZ

Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADS) Kullanım İzni

2 ileti

Fidan YILMAZ
Alıcı:

27 Temmuz 2023 15:14

Sayın Hocam,
Ben Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü doktora programı öğrencisiyim. Şu an doktora tez aşamasındayım. Doktora tezimin konusu Tip 2 Diyabet hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin etkilerinin araştırılması üzerinedir. Bu kapsamda hastaların anksiyete ve depresyon varlığını ve düzeyini değerlendirmek için Türkçe uyarlamasını yaptığınız Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADS)'ni kullanmak istiyoruz. Ölçeği çalışmamızda kullanabilmek adına izninizi talep etmekteyiz.

Saygılarımla
Uzm. Fzt. Fidan YILMAZ

Omer Avdemir
Alıcı:

28 Temmuz 2023 08:39

Sayın Uzm. Fzt. Fidan Yılmaz,
Araştırmanızda Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeğini kullanmanızdan memnuniyet duyuyorum.
Çalışmanızda kolaylıklar diliyorum.

EK-3. (devam) Ölçek İzinleri

Yorgunluk Şiddet Ölçeği Kullanım İzni

2 ileti

Fidan YILMAZ

8 Eylül 2023 10:46

Alıcı:

Sayın Hocam,
Ben Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü doktora programı öğrencisiyim. Şu an doktora tez aşamasındayım. Doktora tezimin konusu Tip 2 Diyabet hastalarında aerobik egzersiz eğitiminin etkilerinin araştırılması üzerinedir. Bu kapsamda hastaların yorgunluk şiddetini değerlendirmek için Türkçe uyarlamasını yaptığınız Yorgunluk Şiddet Ölçeği'ni kullanmak istiyoruz. Ölçeği çalışmamızda kullanabilmek adına izninizi talep etmekteyiz.

Saygılarımla
Uzm. Fzt. Fidan YILMAZ

Virüs yok.www.avast.com

Nilüfer ÇETİŞLİ KORKMAZ <

8 Eylül 2023 13:13

Alıcı: Fidan YILMAZ

Sayın Fidan YILMAZ,

Türkçe geçerlik ve güvenirliğini yapmış olduğumuz "Yorgunluk Şiddet Ölçeği (Fatigue Severity Scale)"ni tezinizde ve akademik çalışmalarınızda kullanabilirsiniz. Kaynakça gösterimine özen gösterilmesini rica ederiz.

Çalışmalarınızda başarılar dilerim.

Prof.Dr. Nilüfer ÇETİŞLİ-KORKMAZ

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILMAZ, Fidan
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : -
 Medeni hali : -
 Telefon : -
 e-mail : -

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Devam ediyor
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	2021
Lisans	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2018
Lise	Aydınlıkevler Anadolu Lisesi	2014

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2022-devam ediyor	Sağlık Bakanlığı	Fizyoterapist
2019-2022	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Araştırma Gör.
2018	Özel Yunus Bulbul Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizyoterapist

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Yılmaz, F., Babayeva, A., Yetkin, İ., and Boşnak-Güçlü, M. (2024). Comparison of exercise capacity and physical activity in patients with hyperthyroidism and controls. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 40, 1752-1760.

2. Ozsoy, I., Ozsoy, G., Kararti, C., Buyukturan, B., Yılmaz, F., Buyukturan, O., and Erturk, A. (2021). Cognitive and motor performances in dual task in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a comparative study. *Irish Journal of Medical Science* (1971-), 190(2), 723-730.
3. Yılmaz, F., Boşnak, Güçlü, M., Babayeva, A., ve Yetkin, İ. (2021, 8-9 Mayıs) *Yeni tanıli hipertiroidi hastalarının egzersiz kapasitesi solunum kas kuvveti yorgunluk ve dispne algılarının sağlıklı bireylerle karşılaştırılması*. 8. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi (Online).
4. Yılmaz, F., Büyükturan, B., ve Büyükturan, Ö. (2021, 8-9 Mayıs) *Nöropatik ağrısı olan medulla spinalis yaralanmasında kinezyo-bantlamanın etkileri: Olgu sunumu*. 8. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi (Online).





GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..