EREN TİMURTAŞ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2019

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TİP 2 DİYABETLİ HASTALARDA GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİ, MOBİL UYGULAMA DESTEKLİ VE GÖZETİMLİ EGZERSİZ EĞİTİMİNİN ETKİLERİ

EREN TİMURTAŞ

DOKTORA TEZİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. M. GÜLDEN POLAT

İSTANBUL-2019

REPUBLIC OF TURKEY
MARMARA UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

EFFECTS OF WEARABLE TECHNOLOGY AND SMART MOBILE PHONE APPLICATIONS BASED EXERCISE TRAINING AND SUPERVISED EXERCISE TRAINING IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES

EREN TİMURTAŞ

DOCTORAL THESIS

DEPARTMENT OF PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION

SUPERVISOR
Prof. Dr. M. GÜLDEN POLAT

ISTANBUL-2019

TEZ ONAY FORMU

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Program türü : Doktora

Anabilim Dalı : Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Tez Sahibi : Eren TİMURTAŞ

Sınav Tarihi ve Saati : 21.10.2019 10.00

Tez Başlığı : Tip 2 Diyabetli Hastalarda Giyilebilir Teknoloji, Mobil Uygulama Destekli ve Gözetimli Egzersiz Eğitiminin Etkileri

Bu çalışma, içerik ve kalite bakımından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvan, Adı-Soyadı (Kurum adı)	İmza
Danışman	Prof. Dr. M. Gülden POLAT	
Üye	Doç. Dr. Zübeyir SARI	
Üye	Doç. Dr. İlkşan DEMİRBÜKEN	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Devrim TARAKÇI	
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Hülya ŞİŞLİ	

ONAY

Bu tez, yukarıda isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından "Marmara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .....30 Ekim 2019.....tarih ve .....71.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.
Prof. Dr.
Ayşen GARGILI KELEŞ

BEYAN

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Eren TİMURTAŞ

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince beni bilgi ve engin deneyimleriyle yönlendiren, destekleyen, birlikte çalışmaktan onur duyduğum tez danışmanım Marmara Üniversitesi Dekanı Sayın Prof. Dr. M. Gülden Polat'a, doktora süresince bilgisini, birikimini ve ilgisini esirgemeyen Marmara Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyeleri Doç. Dr. İlkşan Demirbüken'e, Doç. Dr. Aysel Yıldız'a ve tüm hocalarıma, çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi arz ederim.

Doktora eğitimi süresince beni hep destekleyen, Kanada'da -40°'de yüklerimi paylaşan kıymetli eşim Meral Timurtaş'a tüm sabrı ve güzel yoldaşlığı için çok teşekkür ederim. Henüz Türkçe konuşmaya başlamadan İngilizce ve Fransızca öğrenmek zorunda kalıp kendine özgü bir dille her gün enerjimi yükselten oğlum Ali Eren'e yürek dolusu sevgilerimi sunuyorum.

Kanada ve McGill Üniversitesi adaptasyonumda mentörlüğü ve dostluğuyla hep yanımda olan M. Tahsin İnceer'e,

Tezimin tamamlanmasında büyük bir özveriyle bana yol gösteren Prof. Nancy Mayo ve McGill Üniversitesi Centre for Outcomes Research and Evaluation laboratuvarındaki arkadaşlarıma,

Tez sürecinde değerli emeklerinden ve desteklerinden dolayı kardeşlerim Esra'ya, Fatih'e,

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince destek ve katkısını esirgemeyen ailem ve arkadaşlarıma,

Teşekkürlerimle…

Tezmin gerçekleşmesinde TÜBİTAK BİDEB 2214-A Yurt Dışı Araştırma Burs Programı'na teşekkür ederim.

Eren TİMURTAŞ

İÇİNDEKİLER

BEYAN I
TEŞEKKÜR II
İÇİNDEKİLER III
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ VII
ŞEKİLLER LİSTESİ IX
TABLOLAR LİSTESİ X
1. ÖZET 1
2. SUMMARY 2
3. GİRİŞ VE AMAÇ 3
4. GENEL BİLGİLER 5
4.1 DIABETES MELLITUS 5
4.1.1 T2DM Tanımı 5
4.1.2 T2DM Epidemiyolojisi 6
4.1.3 T2DM Maliyeti 6
4.1.4 T2DM Etyolojisi 7
4.1.5 T2DM Patofizyolojisi 8
4.1.6 T2DM Tanı ve İzlem 9
4.2 T2DM Tedavisi 10
4.2.1 Erken Teşhis 11
4.2.2 Önleme 11
4.2.3 Erken Kontrol 11
4.2.4 Doğru Müdahalelere Erken Erişim 11
4.3 T2DM ve Egzersiz Tedavisi 12
4.3.1 Egzersiz Tedavi Planı 12
4.3.2 Egzersizin Tipi 14
4.3.3 Egzersiz Tedavisinin Mekanizması 14
4.3.4 Mobil Sağlık 14
4.3.4.1 Akıllı Telefon Mobil Sağlık Aplikasyonları ve Rehabilitasyon 15

4.3.4.2 Giyilebilir Teknoloji ve Rehabilitasyon....16
5. GEREÇ VE YÖNTEM....21
5.1 ÇALIŞMA PLANI....21
5.2 Delphi Yöntemiyle Egzersiz Platformunun İçeriği ve Özelliklerinin Belirlenmesi....22
5.2.1 Egzersiz platformunun içeriğinin geliştirilmesi....22
5.2.1.1 Katılımcılar....23
5.2.1.2 Delphi Metodu....23
5.2.2 Egzersiz platformunun özelliklerinin belirlenmesi....24
5.2.2.1 Katılımcılar....25
5.2.2.2 Delphi Metodu....25
5.3.Egzersiz Platformunun Akıllı Telefon Mobil Uygulamasının ve Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklikler Akıllı Bileklik Yazılım Tasarımlarının Yazılıma Dönüştürülmesi....26
5.3.1 Mobil Uygulamalar....28
5.3.1.1 Android Uygulaması....28
5.3.1.2 iOS Uygulaması....29
5.3.1.3 Akıllı Bileklik Ugulaması....30
5.3.1.4 İnternet uygulaması....30
5.4 DIABETEX Egzersiz Platfromunun Akıllı Telefon Mobil Uygulamasının ve Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bilekliklerde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması....32
5.4.1 Katılımcılar....32
5.4.2 Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği....32
5.4.3 Prosedür....33
5.5.Klinik Araştırma Aşaması....34
5.5.1 Değerlendirme....35
5.5.1.1 Glisemik Kontrol....36
5.5.1.2 Altı Dakika Yürüme Testi (6 DYT)....36
5.5.1.3 Egzersiz Davranışı....37
5.5.1.4 Kas Fonksiyonu....38
5.5.1.5 Fiziksel Fonksiyon Değerlendirmesi....40
5.5.2. Egzersiz Takip Protokolü....41

5.5.2.1 Aeorobik Egzersiz Programı 41
5.5.2.2 Kuvvetlendirme Egzersiz Programı 41
5.5.2.3 Denge Egzersiz Programı 42
5.5.2.4 Germe Egzersiz Programı 42
5.5.3 Gruplar 42
5.5.3.1 Gözetimli Egzersiz Eğitim Grubu 42
5.5.3.2 Akıllı Telefon Mobil Uygulama Destekli Egzersiz Eğitim Grubu 43
5.5.3.3 Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklik Destekli Egzersiz Eğitim Grubu 44
5.6 Maliyet Analizi Aşaması 46
5.6.1 Maliyet Boyutu 46
5.6.2 Etkililik Boyutu 47
5.6.2.1 EuroQol (EQ-5D-5L) Ölçeği 47
5.6.3 Maliyet Etkililik Boyutu 47
5.6.4 Bütçe Etkisi Boyutu 48
5.7 İSTATIKSEL ANALIZ 48
6. BULGULAR 51
6.1 Egzersiz Platformunun İçeriğinin ve Özelliğinin Belirlenmesi 51
6.1.1 Egzersiz Platformunun İçeriğinin Belirlenmesi 51
6.1.2 Egzersiz Platformunun Özelliğinin Belirlenmesi 52
6.2 Egzersiz Platformunun Kullanılabilirliklerinin Belirlenmesi 55
6.3 Klinik Araştırma Aşaması 58
6.4 Tip 2 Diyabette Geliştirilen Mobil Sağlık Uygulamasının Maliyet Analizi Aşaması 64
6.4.1 Maliyet Boyutu 64
6.4.2 Etkililik Boyutu 65
6.4.3 Maliyet Etkilik Boyutu 66
6.4.4 Bütçe Etkisi Boyutu 66
7. TARTIŞMA VE SONUÇ 67
7.1 İçeriklerin Geliştirilmesi 67
7.2 Kullanılabilirlik Analizi 70
7.3 Klinik Araştırma Aşaması 73

7.4 Maliyet Analizi 85
8. SONUÇ VE ÖNERİLER 86
9. KAYNAKLAR 89
10. EKLER 107
AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU 107
10.1.1 Fizyoterapistin Açıklaması 107
KURUM İZİN YAZISI 110
ETİK KURUL ONAYI 111
10.1.2. DEĞERLENDİRME FORMU 112
ÖZGEÇMİŞ 124

SEMBOLLER / KISALTMALAR LISTESI

T2DM : Tip 2 Diyabet Mellitus

DSÖ : Dünya Sağlık Örgütü

GDM : Gestasyonel Diyabetes Mellitus

TURDEP : Türkiye Diyabet Epidemiyolojisi

IRS : İnsülin Reseptör Stimülatörü

APG : Açlık Plazma Glukozu

OGTT : Oral Glukoz Toleras Testi

BKİ : Beden Kitle İndeksi

HbA1c : Hemoglobin A1c

TÜSİAD : Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

ICF : International Classification of Functioning, Disability and Health

MVVM : Model-View-View Controller

UI : Kullanıcı Arayüzü

SKÖ : Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

HDL : Yüksek Dansiteli Lipoprotein

LDL : Düşük Dansiteli Lipoprotein

6 DYT : Altı Dakika Yürüme Testi

UAFA : Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

AETD : Amerikan El Terapistleri Derneği

BIA : Biyoelektriksel İmpedans Analizi

SFT : Solunum Fonksiyon Testi

FVC	: Zorlu Vital Kapasite
FEV1	: 1. Saniyedeki Zorlu Vital Kapasite
ACSM	: American College of Sports Medicine
ADA	: American Diabetes Association
1 MT	: Bir Maksimum Tekrar
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
SUT	: Sağlık Uygulama Tebliği
QALY	: Quality Adjusted Life Years
IMEO	: Incremental Cost Effectiveness Ratio
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GEE	: Generalized Estimating Equations
OO	: Odds Oranı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UDF	: Uluslararası Diyabet Federasyonu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Diyabet Harcamalarının Tüm Sağlık Harcamalarına Oranları 7
Şekil 2: Mobil Sağlık Sistemi.....15
Şekil 3: Akıllı Telefon Mobil Sağlık Aplikasyonları Sistemi 16
Şekil 4: Giyilebilir Teknoloji ve Rehabilitasyon Sistemi 18
Şekil 5: Çevik (Agile) Yöntemler Modeli.....27
Şekil 6: Yazılımın Tüm Kullanıcılara Sunulmadan Önceki Test Aşamaları 27
Şekil 7: DIABETEX Akıllı Telefon Mobil Uygulaması Google Play Android Market Görünümü.....29
Şekil 8: DIABETEX Giyilebilir Teknoloji Google Play Market Görünümü.....30
Şekil 9: DIABETEX Uzman Arayüzü Görünümü 31
Şekil 10: Çalışmamızın Akış Diyagramı 35
Şekil 11: Çalışmamızın Kavramsal Teorik Modeli 36
Şekil 12: Alt Ekstremite İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirmesi.....38
Şekil 13: Kavrma Kuvvetinin Değerlendirilmesi 39
Şekil 14: Denge Değerlendirmesi 40
Şekil 15: Gözetimli Grup Egzersiz Programı Aerobik Programı 43
Şekil 16: Akılı Telefon ve Akıllı Bileklik Ekran Görüntüleri Örneği 45
Şekil 17: Grupların Karşılaştırılma Basamakları.....50
Şekil 18: SKÖ Ölçeği Sonuçları.....57
Şekil 19: Gruplarda Davranış Sonuçlarının Poztitif ve Negatif Değişimleri 63

TABLOLAR LISTESI

Tablo 1: Çalışmamızın İş Zaman Tablosu 22
Tablo 2: Grup I Katılımcılarının Demografik Özellikleri.....51
Tablo 3: Grup II Katılımcılarının Demografik Özellikleri 52
Tablo 4: Delphi I Sürecinde Elde Edilen Öneriler.....53
Tablo 5: Delphi II Sürecinde Elde Edilen Öneriler 54
Tablo 6: Kullanılabilirlik Analizi Katılımcılarının Demografik Özellikleri.....55
Tablo 7: SKÖ Sonuçları.....56
Tablo 8: Katılımcıların Demografik Özellikleri.....59
Tablo 9: HbA1c Değerlerinin Gruplarda Karşılaştırılması.....60
Tablo 10: 6DYT Sonuçlarının Gruplarda Karşılaştırılması 61
Tablo 11: Gruplarda Kas ve Fiziksel Fonksiyonların Karşılaştırılması.....62
Tablo 12: Klinik Araştırma Aşamasında Yapılan Değerlendirmelerin Bireysel Maliyetleri Tablosu.....64
Tablo 13: Gruplarda Tedavi Öncesi ve Sonrası QALY Skoru.....65
Tablo 14: Gruplarda Tedavi Öncesi ve Sonrası EuroQol (EQ-5D-5L) Ortanca Skorlari.....65
Tablo 15: Bütçe Etkisi Boyutu Bulguları.....66

Tip 2 Diyabetli Hastalarda Giyilebilir Teknoloji, Mobil Uygulama Destekli Ve Gözetimli Egzersiz Eğitiminin Etkileri

Öğrencinin Adı: Eren Timurtaş

Danışmanı: Prof. Dr. M. Gülden Polat

Anabilim Dalı: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

1. ÖZET

Amaç: Geliştirilen online egzersiz platformunun, akıllı telefon mobil uygulaması ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik aracılığıyla Tip 2 Diabetes Mellitus (T2DM) olan bireylerde etkinliğinin araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Klinik araştırma aşamasında, çalışmamıza 84 T2DM'li birey dahil edildi ve randomize 3 gruba ayrıldı. Tüm gruplara haftada 3, 12 hafta boyunca dirençli, aeorobik, denge ve germe egzersizleri uygulandı. Grup 1 gözetimli egzersiz grubu fizyoterapist gözetiminde takip edilirken, Grup 2, akıllı telefon mobil uygulma ile, Grup 3, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik aracılığıyla takip edildi. Katılımcılar demografik verilerinin alınmasının ardından, tedavi öncesi ve sonrası HbA1c değerleri, kas ve fiziksel fonksiyonu, davranış anketleri ile değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmamızda HbA1c değişimleri yüzdelik değişimler üzerinden yapılan lineer regresyon analizi sonucu gözetimli egzersiz grubu ile teknoloji grubu karşılaştırmasında fark saptanmamıştır.

Sonuçlar: Tedavi sonrası tüm gruplarda glisemik kontrol, egzersiz davranışı, kas ve fiziksel fonksiyonu açısından pozitif yönde gelişme elde edildi. Grupların karşılaştırılmasında glisemik kontrol, egzersiz davranışı, kas ve fiziksel fonksiyonu açısından fark olmadığı belirlendi.

Çalışmamız TÜBİTAK 2214-A Yurt Dışı Araştırma Burs Programı tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tip 2 Diyabetes Mellitus, egzersiz, mobil sağlık, giyilebilir teknoloji

The Effects of Wearable Technology, Mobile Application Supported and Supervised Exercise Training in Patients with Type 2 Diabetes

Student's Name: Eren Timurtaş

Advisor: Prof. Dr. M. Gülden Polat

Department: Physiotherapy and Rehabilitation

2. SUMMARY

Aim: The aim of this study is to investigate the effectiveness of the developed online exercise platform in individuals with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) via smart phone mobile application and wearable technology smart wristband.

Materials and Methods: In the clinical trial stage, 84 individuals with T2DM were included in the study and divided into three randomized groups. Resistant, aerobic, balance and stretching exercises were applied to all groups for 3-12 weeks. Group 1 supervised exercise group was followed by physiotherapist, Group 2 was followed by smartphone mobile application, and Group 3 was followed by wearable technology smart wristband. After the demographic data of the participants, pre and post treatment HbA1c values, muscle and physical function, and behavioral questionnaires were evaluated. After treatment, all groups were positive for glycemic control, exercise behavior, muscle and physical function. There was no difference between groups in terms of glycemic control, exercise behavior, muscle and physical function.

Findings: HbA1c changes did not differ between supervised exercise group and technology group as a result of linear regression analysis based on percentage changes.

Results: After treatment, all groups showed positive improvement in glycemic control, exercise behavior, muscle and physical function. There was no difference between groups in terms of glycemic control, exercise behavior, muscle and physical function.Our study was supported by TUBITAK 2214-A International Research Scholarship Program.

Key Words: Type 2 Diabetes Mellitus, exercise, mobile health, wearable technology

3. GIRIŞ VE AMAÇ

T2DM, diabetes mellitus olarak adlandırılan metabolik bozuklukların en baskın formu olup tüm diyabet vakalarının %90-95'ini oluşturur (González ve ark., 2009). T2DM, dünya genelinde %8,8'in üzerinde prevalansı olan (Ogurtsova ve ark., 2017), 21. yüzyılın en önemli halk sağlığı sorunlarından biridir (Collaboration, 2016). Günümüzde, yaklaşık 415 milyon insan T2DM tanısına sahiptir. Küresel ölçekte, 2040 yılına kadar T2DM tanılı birey sayısının 642 milyona ulaşarak, dünya nüfusunun %10,4'üne ulaşacağı öngörülmektedir (Ogurtsova ve ark., 2017). Günümüzde bir kişi, yaşamı boyunca 1/11 oranında T2DM riskiyle karşı karşıyadır (Atlas, 2015). Bu yüksek oranlara rağmen, varsayılan T2DM'li bireylerin üçte biri teşhisi almamıştır (Wang ve ark., 2013).

Diyabet, aynı zamanda dünya çapında ekonomik maliyeti oldukça yüksek bir hastalıktır. Küresel sağlık harcamalarının yaklaşık %12'si, T2DM'e ait olup, 670 milyar ABD dolarını aşmaktadır. Bu maliyetlerin 2040 yılına kadar %20 artarak 800 milyar doların üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir (Ogurtsova ve ark., 2017).

Küresel olarak diyabet oranlarındaki hızlı artışlar, öncelikle, yüksek kalorili diyetlerin, yaşam tarzlarının ve düşük fiziksel aktivite düzeyinin yaygın olmasıyla ilişkilendirilir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde aşırı kilo ve obezite prevalansında eşzamanlı artışla birlikte (Ozougwu ve ark., 2013), sigara kullanımı, genetik faktörler, fiziksel inaktivite ve yanlış diyet gibi yaşam tarzı davranışları da dahil olmak üzere çok çeşitli risk faktörlerini içermektedir (Chen ve ark., 2012).

T2DM tedavisinde, amaç glisemik kontrolün sağlanmasıdır. Bu amaçla ilaç tedavisinin yanısıra, beslenme ve fiziksel aktivitenin düzenlenmesini içeren, yaşam tarzı müdahaleleri uygulanmaktadır (Conditions, 2008). Güncel kılavuzlar T2DM'li bireylerin haftalık en az 150 dk. orta ve yüksek düzeyde, aeorobik ve dirençli egzersiz yapması gerektiğini belirtmektedir (Colberg ve ark., 2016). T2DM tedavisinde, egzersiz etkinliğinin incelendiği araştırmalar literatürde oldukça yaygındır (Vadstrup ve ark., 2009, Yamaoka ve Tango, 2005). Klinik çalışmalar,

kombine aerobik ve direnç egzersiz eğitiminin glisemik kontrolün sağlanmasında oldukça yararlı bir yöntem olduğunu göstermiştir (Albalawi ve ark., 2017, Boulé ve ark., 2003).

T2DM gibi kronik bir hastalığın tedavisinde, egzersiz devamlılığının sağlanmasında, mobil sağlık teknolojileri önemli bir potansiyele sahiptir (Dennison ve ark., 2013). T2DM için mobil uygulamaların sayısı artarken, uygulamalar kişisel olarak uyarlanmış egzersiz programları, hatırlatıcılar, gerçek zamanlı izleme ve egzersiz faaliyetlerinin adaptasyonu ve performans geri bildirimi gibi tedaviye uyumu arttırdığı bilinen özellikleri içermektedir. Literatür, inovatif tasarımların kronik hastalıkların yönetiminde, klinik kanıtlara ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Bert ve ark., 2014).

Hastaların ihtiyaç duydukları sağlık hizmetlerinin karşılanabileceği ve etkinliği kanıtlanmış teknoloji odaklı yeni çözümlere ihtiyaç vardır. Literatürde T2DM'e yönelik akıllı telefonlarda ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik egzersiz platformunun gözetimli egzersiz yöntemiyle karşılaştırıldığı çalışma bulunamamıştır. Öte yandan T2DM'e yönelik akıllı telefonlarda ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklere entegre egzersiz platformuna rastlanılmamıştır. Bu hedefle çalışmamızın ilk aşamasında egzersiz platformunun içeriği ve özelliklerinin belirlenmesi, ikinci aşamasında geliştirilen egzersiz platformunun, akıllı telefon mobil uygulaması ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik kullanımına uygun yazılıma dönüştürülmesi amaçlandı. Üçüncü aşamasında T2DM'li bireylere ve fizyoterapistlere yönelik kullanılabilirlik analizinin yapılması; dördüncü aşamasında randomize kontrollü klinik araştırma kapsamında, giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler ve mobil uygulama destekli egzersiz eğitimleri ile gözetimli egzersiz eğitim yöntemlerinin karşılaştırılması hedeflendi. Araştırmamızın son aşmasında geliştirilen akıllı telefon mobil uygulamasının ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler aracılığıyla gerçekleştirilen egzersiz etkinliği araştırmasının maliyet analizlerinin yapılması amaçlandı.

4. GENEL BILGILER

4.1 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus (DM) 21. yüzyılda dünya çapında önemli bir halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından kronik hiperglisemi sonucunda insülin sekresyonu, insülin etkisi veya her ikisinde eksiklikler sonucu oluşan karbonhidrat, yağ ve protein metabolizması bozuklukları ile karakterize bir endokrin hastalığı olarak tanımlamıştır (Chowdhury, 2014).

İnsülin, insan vücudundaki kan şekeri seviyesini kas ve organlar tarafından glikoz alımını uyararak düzenler. Normal fizyolojik koşullar altında, kan şekeri düzeyleri yüksek olduğunda pankreastan salınan bir hormondur. Bununla birlikte, diyabetik hastalarda, pankreastan yetersiz insülin salgılanması veya kusurlu insülin kullanımı, yüksek kan glukoz seviyelerinin gelişmesine yol açar (Olson ve Norris, 2004).

Amerikan Diyabet Derneği (ADD), diyabetik sendromu temsil eden bozukluklar grubundaki dört sınıfı listeler. Bunlar:

1. Tip 1 Diyabet (otoimmün b hücreli yıkım nedeniyle, genellikle mutlak insülin eksikliğine neden olur)
2. Tip 2 Diyabet (insülin direncinin arka planında sıklıkla ilerleyen b-hücresi insülin sekresyonu kaybına neden olur.)
3. Gestasyonel Diyabetes Mellitus (GDM) (gebeliğin ikinci veya üçüncü trimesterinde teşhis edilen diyabet, gebelikten önce açıkça belirgin olmayan diyabet)
4. Diğer nedenlerden kaynaklanan spesifik diyabet türleri, örneğin, monogenik diyabet sendromları (yenidoğan diyabeti ve olgunluğun başlangıcındaki diyabeti gibi), ekzokrin pankreas hastalıkları (örneğin kistik fibroz ve pankreatit gibi) veya kimyasal kaynaklı diyabet (HIV/AIDS tedavisinde veya organ nakli sonrası glukokortikoid kullanımı gibi) (Care, 2019).

4.1.1 T2DM Tanımı

Tip 2 diyabet veya insülin olmayan diyabet, teşhis edilen diyabetlerin % 90-95'ini oluşturur. Kronik insülin direnci sonrası ilerleyici beta hücre yetmezliği

sonucunda gelişir. Santral obezite, hipertansiyon, dislipidemi, hiperinsülinemi, plazminojen aktivatör inhibitör faktör 1 (PA-1) artışı, vasküler hastalıkların eşlik ettiği endokrin hastalıklardır. Hastalığın gelişim sürecinde genetik faktörler rol alırken yaşam tarzına bağlı olarak giderek artan insülin direnci ve zamanla azalan insülin salınımı söz konusudur. Tip 2 diyabet genellikle yaş, obezite ve fiziksel inaktivite ile birlikte görülme sıklığı artar (Conditions, 2008).

4.1.2 T2DM Epidemiyolojisi

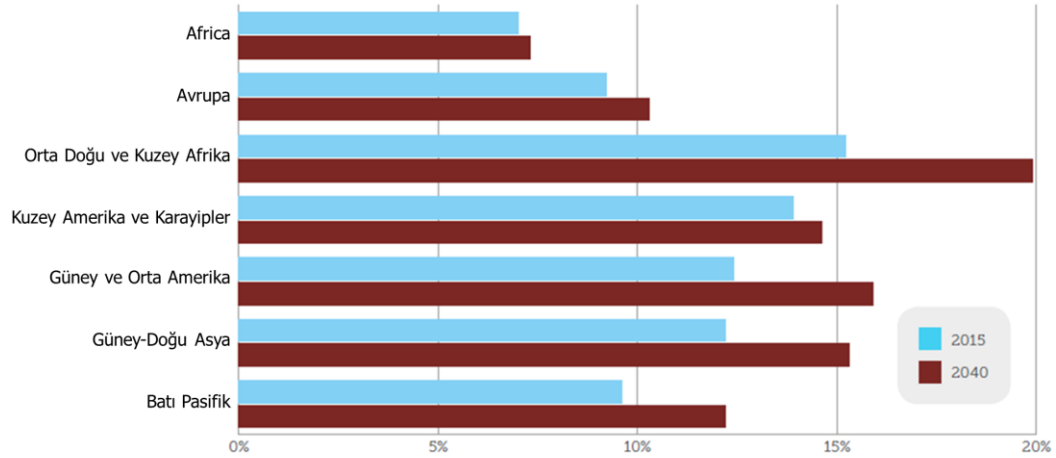
Tip 2 diyabetli birey sayısı yaklaşık 415 milyon olup prevelansı %8,8'inin üzerindedir. 2040 yılına kadar 642 milyona ulaşarak dünya nüfusunun %10,4'üne çıkacağı öngörülmektedir (Ogurtsova ve ark., 2017). Türkiye'de ise Türkiye Diyabet Epidemiyolojisi (TURDEP-2) 2010 yılında gerçekleştirdiği araştırma 1998 yılından 2010 yılına kadar geçen sürede diyabet prevalansının %7.2'den %13.7'ye ulaşarak epidemik düzeye ulaştığını göstermiştir. Mevcut diyabetli birey sayısının 6.5 milyon olduğu ve yarısının farkında olmadığı belirlenirken, 14.5 milyon prediyabetli bireyin olduğu belirtilmiştir (Satman ve ark., 2013).

4.1.3 T2DM Maliyeti

T2DM prevelansı tüm dünyada hızla artarken hastalık ve hastalığın neden olduğu tedaviye bağlı ekonomik maliyetde oldukça yüksektir. Mortalite ve engelliliğin neden olduğu iş gücüde katıldığında ekonomik boyutu oldukça büyük önem kazanmaktadır (Seuring ve ark., 2015).

Diyabet nedeniyle toplam küresel sağlık harcamalarının 2015 için 673 milyar ABD doları, 2040 için 802 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir. Diyabete yönelik harcamaların miktarının, toplam sağlık harcaması ile karşılaştırılması diyabetin ekonomik boyutunu gözler önüne sermektedir. Küresel sağlık harcamalarının yaklaşık %12'sinin diyabete haracandığı ve diyabetli kişi başına ortalama sağlık harcamasının 1917 ABD doları olduğu düşünülmektedir (Ogurtsova ve ark., 2017). Diyabet için harcanan sağlık harcamalarının en yüksek oranı orta gelirli ülkelerde (%12.5), en düşük oranı ise düşük gelirli ülkelerde (%5.9) gerçekleşmiştir. Yüksek gelirli ülkelerde diyabet için harcanan sağlık harcaması oranı %11,4'tür. Ortadoğu ve Kuzey Afrika'da %15; Kuzey Amerika ve Karayipler Bölgesi'nde %14; Afrika Bölgesinin tümünde %7 son olarak Avrupa Bölgesinde %9

oranındadır (Ogurtsova ve ark., 2017). Ülkemizde ise diyabet ve komplikasyonlarının maliyeti toplam sağlık harcamalarının yaklaşık %23'ünü oluşturmaktadır (Nangır ve Balçık).



Şekil 1: Diyabet Harcamalarının Tüm Sağlık Harcamalarına Oranları

4.1.4 T2DM Etyolojisi

T2DM'nin uygun şekilde tedavisi, hastalığın patofizyolojisi, hipergliseminin altında yatan mekanizmalar ve çeşitli oral ajanların ve insülinlerin açlık veya postprandial hiperglisemiyi iyileştirmedeki etkinliğine dair bilgiye bağlıdır. T2DM, açıkça multigenik etyolojileri içeren heterojen, kompleks, birbiriyle ilişkili bir hastalıktır. İnsülin direnci ve ilerleyen beta hücre bozulmasının bir araya gelmesi ile karakterize olup, insülin sekresyonu ve salınımının bozulmasına, glikojenoliz ve glikoneogenezin artmasına neden olarak artan hepatik glukoz üretimine neden olur. Hastalık, baskın olarak insülin eksikliğine dirençli baskın olarak insülinden geniş bir farklılık göstermektedir (Tuomi ve ark., 1999).

T2DM'li bireylerin büyük çoğunluğunda, bu sürecin etyolojisini açıklamak için tek bir genetik kusur açıklanmamıştır, ancak multijenik heterojen ve karmaşık ve ilişkili nedenlerin birleşik etkilerinden kaynaklanmaktadır. T2DM, monogenik nedenleri olan bireylerin çok küçük bir yüzdesinde, iki mutant genin hem ebeveynlerden kalıtılması hem de otozomal kalıtım sorumludur.

Bu monogenik nedenler şunları etkileyebilir:

1. Beta hücre işlevi, altı farklı etkilenen genin mevcut olduğu, gençliğin olgunluk başlangıçlı diyabetinde olduğu gibi işlev görür. Glikolizi etkileyen glukokinaz geni dışındaki tüm bu genler, beta hücre seviyesinde gelişimi veya gen ekspresyonunu etkileyen transkripsiyon faktörleri
2. Hedef dokularda azalmış fonksiyona sahip aşırı proinsülin ve kusurlu insülin moleküllerini gösteren insülin geni mutasyonları
3. Leprikonunizm, Rabson-Mendenhall sendromu ve Tip A ciddi insülin direnci sendromu dahil olmak üzere hem üretimi hem de fonksiyonu içeren, 50'den büyük olan insülin reseptörü mutasyonları
4. LMNA geni ve seipin proteinindeki mutasyonlarla lipodistrofi (Groop, 1999).

Bu genetik heterojenliğe rağmen, hastalık durumu geliştiğinde tutarlı bir fenotip ortaya çıkar ve aşağıdakilerle karakterize edilir:

1. Bozulmuş insülin sekresyonu
2. İnsülin direnci
3. Hem artan glikojenoliz hem de glukoneogenez nedeniyle artan karaciğer glukoz üretimi
4. Bozulmuş inkretin salınımı (Codario, 2010)

4.1.5 T2DM Patofizyolojisi

T2DM'li bireyler, insülin aktivitesinde çoklu hücre içi eksiklikleri göstermektedir. En belirgin olanı, insülin alıcısının tirozin fosforilasyonunu uyararak insülin alıcısının aktivasyonunu bozmasıdır.

Diğerleri şunları içerir:

1. PI-3 kinazın P85 alt birimi ile IRS-1 (İnsülin Reseptör Stimülatörü) uyarılma ve fosforilasyonu ilişkisinin bozulması
2. PI-3 kinazın bozulmuş fosforilasyonu
3. GLUT-4 translokasyonunun PI-3 kinaz tarafından bozulmuş indüksiyonu. (Atkinson ve Maclaren, 1994).

Böylece, endojen insülinin doku glikoz alımını arttırma (öncelikle kasta) ve plazma glikozundaki postprandiyal yükselmeye bağlı hepatik glukoz çıktısını baskılamasını engelleme kabiliyeti azalmaktadır. Artan lipoliz nedeniyle adipoz hücrelerinden salınan serbest yağ asitleri, glikoz taşınmasını ve fosforilasyonu inhibe

eder. Glikoz oksidasyonu ve glikojen sentezi oranlarını düşürmenin yanı sıra apolipoprotein B salgılanmasını ve artan hepatik lipaz aktivitesini azaltarak insülin direncine katkıda bulunabilir.

Kronik olarak yükseltilmiş serbest yağ asidi seviyeleri, beta hücresinden insülin sekresyonunu inhibe eder ve kasta ve karaciğerde insülin duyarlılığını azaltır (Budzikowski, 2003).

Hem insülin direnci hem de bozulmuş insülin sekresyonu, postprandiyal hipergliseminin ve ardından tip 2 diyabetik fenotipin gelişmesinden önce gelse de, insülin direnci diyabet öncesi durumda daha belirgindir ve makrovasküler hastalığın patogenezinde önemli bir rol oynar. İnsülin direnci tipik olarak diyabetik aralıktaki (200 mg/dl) postprandiyal glikoz seviyelerinden 5 ile 10 yıl önce ortaya çıkan T2DM gelişiminde en erken belirtisidir. Beta hücresi artan insülin üretimi ile telafi edebildiği sürece normal glukoz toleransı korunur. Bu nedenle insülin direncine sahip tüm hastalarda diyabet gelişmeyecektir (Narayan ve ark., 2002).

İnsülin direnci, genetik faktörler, yüksek serbest yağ asitleri, hiperglisemi, gebelik, obezite, hareketsiz yaşam tarzı, yaşlanma ve çeşitli ilaçlar (steroidler, cis-retinoik asit, östrojenler, nikotinik asit, oral kontraseptifler, fenotiyazinler ve antipsikotik ajanlar gibi) ve bu hormonun glikoz, lipid ve protein metabolizması üzerindeki fizyolojik etkilerinin yanı sıra vasküler endotel fonksiyonunu da olumsuz yönde etkilemesi ile karakterize edilir. Salgılanan endojen insülin, hepatik glukoneogenezi baskılayabilir veya kasta ve yağda glikoz kullanımını teşvik edebilir (Young ve ark., 2002).

4.1.6 T2DM Tanı ve İzlem

Klinikte diyabet tanısı için aşağıdaki kriterlerden birinin bulunması yeterlidir.

- Açlık Plazma Glukozu (APG) 126 mg/dl'ye (7.0 mmol/L) eşit veya daha büyük olması
- 75 g Oral Glukoz Toleras Testi (OGTT) uygulanmasından 2 saat sonra glukoz konsantrasyonu 200 g/dl (11.1 mmol/L) 'ye eşit veya daha büyük olması
- 200 mg / dl'ye eşit veya daha büyük olan Rastlantısal Plazma Glukozu
- % 6.5'e eşit veya daha büyük Hemoglobin A1-C

Diyabet bulgularının görülmediği durumlarda, tanının bir sonraki gün doğrulanması gerekir. Diyabette kullanılan tanı testleri aynı zamanda tarama testleri olarak da kullanılmaktadır.

ADD tarafından belirlenen diyabet risk grupları;

- Beden Kitle İndeksi (BKİ)>25 kg/m² ile 45 yaşından büyük
- Önerilen BKI>25 kg olan ve aşağıdaki risk faktörlerinden biri olan 45 yaşın altındaki kişiler: Ailede diyabet öyküsü (ebeveynler veya diyabetli kardeş)
- Fiziksel inaktivite
- Risk altındaki etnik gruba mensup olmak (Afrikalı Amerikalılar, İspanyol Amerikalılar, Amerikan Amerikalılar, Asyalı Amerikalılar ve Pasifik Adalılar)
- IFT ve/veya IGT Gebelik diyabetinin veya yüksek doğum ağırlıklı bebeğin doğumunun (>9 pound)
- Polikistik over sendromu
- Arteriosklerotik vasküler hastalık
- Hipertansiyon
- HDL < 35 mg / dl
- Trigliseritler > 150 mg / dl

olarak tanımlanmıştır (Association, 2018).

4.2 T2DM Tedavisi

UDF tarafından T2DM'in tedavisinde **Erken teşhis, Önleme, Erken kontrol**, **Doğru müdahalelere erken erişim** olmak üzere 4 tema belirlemiştir (Davies ve ark., 2018).

4.2.1 Erken Teşhis

T2DM gelişme riski yüksek olan bireylerin tespit edilmesi için yapılan taramalarla, erken tespitinin sağlanması oldukça önemlidir. T2DM'nin 7 yıldan daha uzun teşhis edilemediği durumlar, asemptomatik bir dönem olarak nitelendirmekte ve bu dönemde hastaların tespiti ancak taramalarla sağlanabilmektedir. Berlin Deklarasyonuna göre, birinci basamak hekimlerinin uzman profesyonellerden alacakları eğitimlerle diyabetin erken teşhisinde önemli rol oynayabilecekleri belirtilmiştir. Böylelikle sevk edilen hastalara daha az karmaşık bir tedavi protokolü uygulanacaktır. Diğer yandan kaynak kullanımının azalması ile maliyet etkin bir yöntem olacağı vurgulanmıştır (Davies ve ark., 2018).

4.2.2 Önleme

T2DM gelişme riski yüksek olan hastaların tespit edilmesinin ardından, en büyük etkiye sahip olan yaşam tarzı müdahaleleri ve çeşitli düşük ve orta yoğunluklu programlara mümkün olduğunca erken başlatılması sağlanmalıdır [31].

Çok sayıda çalışma, yaşam tarzı müdahalelerinin yüksek riskli bireylerde T2DM gelişme riskini etkin bir şekilde azaltabileceğini göstermiştir. Diyabetin tedavisi ve önlenmesi için diyet ve egzersiz bileşenleri ile birlikte yaşam tarzı müdahaleleri literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır [32-36]. Literatürde meta analiz çalışmasında 6 ay ile 2 yıl arasında süren yaşam tarzı müdahaleleri diyabet geliştirme riskini %31,3 ile 6 yıl arasında süren çalışmaların ise %37 azalttığı gösterilmiştir [20].

4.2.3 Erken Kontrol

T2DM'ye bağlı komplikasyonların gelişmesini önlemek amacıyla erken ve düzenli glisemik kontrolün yararlılığını destekleyen güçlü bilimsel kanıtlar vardır [38-44]. Bu amaçla T2DM'li bireylerin özyönetim eğitiminin sağlanması, ailelere ve bakıcılar için de erişilebilir olması önemlidir [46]. Tedavi yaklaşımları belirlenirken, uzun vadeli uygulanabilirliğini sağlamak, farklı tedavi stratejileri izlemek ve bu yöntemlerin maliyet etkin olması göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.4 Doğru Müdahalelere Erken Erişim

Uluslararası Diyabet Federasyonu (UDF) tarafından T2DM'ye yönelik kişiselleştirilmiş, yaşam tarzı değişikliği programları içeren ve tedavilere adil ve

erken erişimin sağlanması her ülkenin 2020 yılına kadar kapsamlı bir ulusal diyabet planına sahip olması önerilmektedir. Bu planın, optimal tedaviyi sağlamak için düzenli olarak gözden geçirilmeli ve güncellenmesi ve en güncel klinik kanıtlara dayanan stratejiler içermesi önerilmektedir (Davies ve ark., 2018).

4.3 T2DM ve Egzersiz Tedavisi

Düşük kardiyorespiratuar kondisyon ve fiziksel inaktivite, T2DM'li bireylerde artmış mortaliteye neden olmaktadır (Church ve ark., 2004, Zafrir ve ark., 2015). Sedanter yaşam tarzı hem diyabetin gelişmesine hem de diyabetli bireyler için kardiyovasküler sorunlara yol açarken (Regensteiner ve ark., 2015), fiziksel inaktiviteye bağlı "sedanter ölüm sendromu" olarak adlandırılan durum giderek yaygınlaşmaktadır (Lees ve Booth, 2004).

T2DM'li bireyler için egzersizden elde edilen pozitif kazanımlar çok iyi belgelenmiştir ve diyabet tedavisinde fiziksel egzersizin diyet ve ilaç ile birlikte temel taşlarından biri olduğu konusunda uluslararası fikir birliği vardır (Albright ve ark., 2000, Association, 2002, Joslin ve ark., 1959). Çeşitli sistematik derleme (Sigal ve ark., 2004, Zanuso ve ark., 2010) ve meta-analizler (Boulé ve ark., 2003, Snowling ve Hopkins, 2006, Thomas ve ark., 2006, Umpierre ve ark., 2011), fiziksel egzersizin glukoz kontrolünde önemli bir gelişme sağladığını ve hemoglobin A1c'de (HbA1c) iyileşmenin ortalama %0.4-0.6 arasında olduğunu göstermiştir.

4.3.1 Egzersiz Tedavi Planı

T2DM tedavisinde, egzersize bağlı komplikasyonların önüne geçmek, optimal faydanın elde edilmesini sağlamak amacıyla egzersiz tipi, yoğunluğu, şiddeti ve hızının belirlenmesi çok önemlidir (Balducci ve ark., 2014). Bununla ilgili ACSM ve ADD tarafından hazırlanan rehber Tablo 1'de gösterilmiştir (Colberg ve ark., 2010a, Colberg ve ark., 2016).

Tablo 1 . ACSM and the ADD Tip 2 Diyabette Egzersiz Eğitim Önerileri

	Aerobik	**Dirençli**	**Esneklik ve Denge**
Egzersizin Tipi	Büyük kas gruplarını kullanarak uzun süreli, ritmik aktiviteler (yürüyüş, bisiklet ve yüzme) Sürekli ya da yüksek yoğunluklu aralıklı olarak	Cihaz, serbest ağırlık ya da dirençli bantlar ya da vücut ağırlığının direnç olarak kullanıldığı	Germe; Statik, dinamik diğer germe; yoga Denge; Tek ayak üzerinde, denge ekipmanları ile, alt ekstremite ve kor kasları kuvvetlendirme, tai chi
Yoğunluğu	Orta youğunluktan yüksek yoğunluğa (Subjektif)	Orta yoğunluk (15 tekrar), yüksek yoğunluk (6-8 tekrar)	Zorluk veya hafif bir rahatsızlık noktasına kadar esneklik Hafif ile orta yoğunlukta denge.
Süresi	En az 150 dk/hafta orta yoğunluktan yüksek yoğunluğa	En az 8-10 tekrar 1-3 set	Germe 10-30 sn 2-4 tekrar Denge için herhangi bir süre kısıtı bulunmuyor
Sıklığı	3-7 gün/hafta (Egzersiz yapılmadan geçen 2 ardışık günden fazla olmaması	Ardışık olmayan 2gün/hafta, tercihen 3/hafta	Esneklik ≥ 2-3 gün/hafta Denge ≥ 2-3 gün/hafta
Progresyonu	Devamlı ya da yüksek yoğunluklu aralıklı	Başlangıç set sayısı 8-10 10-15 tekrarlı olarak arttırılır. Set sayısının tamamlanmasının ardından ardından direnç arttırılır.	Esneklik ve denge progresyonu zamanla giderek arttırılır

4.3.2 Egzersizin Tipi

Literatür aerobik ve dirençli egzersizin diyabet için etkili olduğunu göstermekle birlikte, iki egzersiz eğitimin birlikte uygulandığı formun T2DM olan bireyler için en uygun egzersiz şekli olduğunu göstermektedir (Church ve ark., 2010).

4.3.3 Egzersiz Tedavisinin Mekanizması

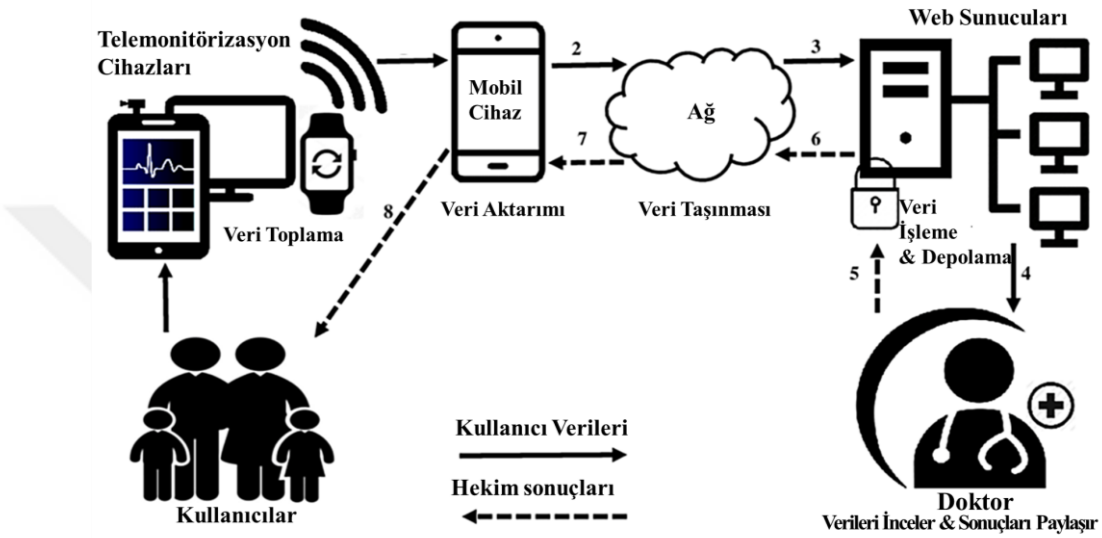
Egzersiz, kaslardaki insülin duyarlılığını ve kasta kasılmaya bağlı glukoz alımını artırır. Kasların aktivitesine bağlı olarak kas kapillerindeki bağlantı ve kan akımı sayesinde artmış postreseptör insülin sinyalleri, artmış glikoz taşıyıcı (GLUT4), mRNA ve proteinin, artmış glikoz sentezi aktivitesi ve hekzokinaz, serbest yağ asitlerinin düşük salınımı ve daha yüksek oksidasyonu sağlanır (Pedersen ve Saltin, 2015). Dirençli egzersiz eğitimi, T2DM'li bireylerde iskelet kaslarında insülin aracılı glukoz alımını, GLUT4 içeriğini ve insülin sinyalini arttırdığı bulunmuştur (Holten ve ark., 2004).

Fiziksel aktivite, kan akışını arttırır ve damar duvarında dik stres olarak adlandırılır. Endotel azot oksit için bir uyarıcı etki ile düz kas hücresi gevşemesini ve vazodilatasyonunu sağlar (Pedersen ve Saltin, 2015). Anti-hipertansif etkinin, daha az sempatik uyarı kaynaklı vazokontriksüyonu sağladığı düşünülmektedir (Alam ve ark., 2004).

4.3.4 Mobil Sağlık

Yaşam tarzı, sağlığı iyileştirmek ve erken ölümü azaltmak için en önemli faktördür (Schroeder, 2007). Egzersiz, diyet, ilaçlar, stres farklı sağlık sorunlarında yaşam tarzı değişiminin sağlanması gerekliliği konusunda dijital çözümler verilerinin izlenmesi büyük avantaj sağlamıştır. Mobil sağlık, DSÖ tarafından "sağlık telefonları, hasta izleme cihazları, kişisel dijital asistanlar ve diğer kablosuz cihazlar gibi mobil cihazların desteklediği tıbbi ve halk sağlığı uygulamaları" olarak tanımlanmıştır (Organization, 2011). Mobil cihazlar, dünya pazarlarına tanıtılması ile birlikte rehabilitasyon bakımının şeklini etkileyen muazzam potansiyel bir araç haline gelmektedir. 2022'de kişi başına düşen mobil cihaz sayısı 1.5'a ulaşması beklenmektedir (https://www.statista.com/ Erişim tarihi 8 Haziran 2019). Ülkemizde mobil kullanıcı sayısı hızla artarken 2019 yılı itibariyle mobil cihaz sayısı 76.3

milyondur (https://www.statista.com/ Erişim tarihi 8 Haziran 2019). Mobil cihazların yaygınlaşması ile birlikte hasta verilerine ulaşılmasının yanı sıra klinisyen ve hasta arasındaki iletişimin erişimin hızlı ve kolay olması, acil müdahale gerektiren durumlarda çok büyük avantaj sağlamaktadır. Öte yandan hasta kayıtlarının oluşturduğu büyük veriler ve elde edilen algoritmalar teşhis ve tedavide önemli bir potansiyel oluştıumaktadır (Tezcan, 2016).



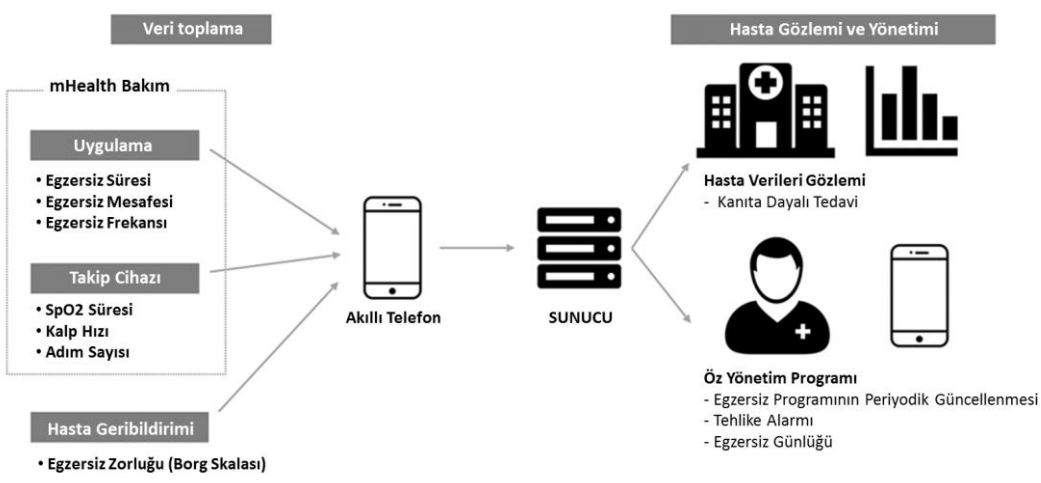
Şekil 2: Mobil Sağlık Sistemi

4.3.4.1 Akıllı Telefon Mobil Sağlık Aplikasyonları ve Rehabilitasyon

Akıllı telefonlar, mobil cihazlar içerisinde en popüleridir (Lee ve ark., 2014). Ülkemizde ise cep telefonu kullanma oranı %98'i iken, bunların %77'si akıllı telefondur (https://www.statista.com/ Erişim tarihi 8 Haziran 2019). Dünya genelinde 2018 yılı itibariyle 2,7 milyar akıllı telefon kullanıldığı, toplamda 5 milyon uygulamanın bulunduğu (2,2 milyon Apple Store, 2,8 milyon Google Play) geçtiğimiz yılda indirme sayısının 200 milyardan fazla olduğu belirtilirken, akıllı telefon sahiplerinin %52'si telefonlarında en az 1 sağlık uygulaması bulundurmaktadır [15]. Bhuyan ve arkadaşlarının 2016 yılında Sağlık Bilgi Ulusal Trendler Anketi verilerinden elde ettikleri verilerin sonuçlarına göre mobil cihazında sağlık aplikasyonuna sahip yetişkinlerin %60'ı mobil sağlık uygulamalarının sağlık davranışı hedeflerine ulaşmadaki yararını, %35'i tıbbi bakım karar vermede yardımcı olduklarını, %38'i ise doktorlarına yeni sorular sorma ya da ikinci bir görüş sormadaki yararlarını bildirmiştir (Bhuyan ve ark., 2016).

Bir çok sağlık örgütü, kronik hastalıkların izlenmesini, teşhisini ve tedavisini kolaylaştıran potansiyel yararının anlaşılmasıyla, Mobil Sağlık uygulamalarını desteklemektedir (Barendse ve ark., 2013, Martínez-Pérez ve ark., 2013). Amerikan Fizyoterapi Derneği ve Amerikan İş Uğraşı Terapi Derneği aplikasyonların klinikte telerehabilitasyona entegre edilmesi gerekliliğini savunmuşlardır (Baker ve Jacobs, 2013, Telehealth, 2013).

Çok sayıda akıllı telefon mobil sağlık uygulamasının bulunmasına rağmen, mobil sağlığın benimsenmesi nispeten düşük kalmaktadır. Özellikle diyabette özyönetimin sağlanmasında diyabet uygulamalarının çoğunluğu, hastaların asgari gereksinimlerini karşılamamaktadır (Brzan ve ark., 2016). Çok sayıda diyabet uygulaması göz önüne alındığında, hastalar ve klinisyenler için diyabet tedavisinde mobil uygulamaların yetersiz bulunduğu belirtilmiştir (Hood ve ark., 2016). Bu nedenle mobil sağlık uygulamalarında içeriklerinin belirlenmesi, tasarım ve uygulanması süreçlerinde tüm paydaşların katıldığı, multidisipliner ve bütünsel bir yaklaşımın izlenmesi gerektiği vurgulanmıştır (van Gemert-Pijnen ve ark., 2011).

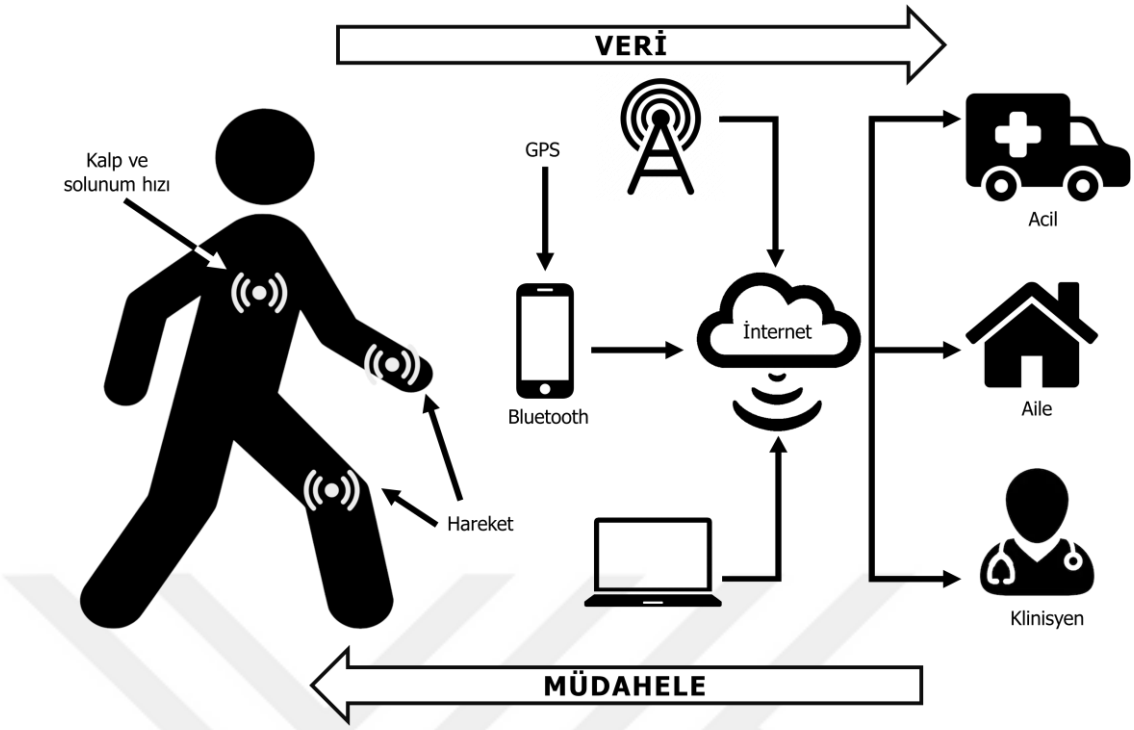


Şekil 3: Akıllı Telefon Mobil Sağlık Aplikasyonları Sistemi

4.3.4.2 Giyilebilir Teknoloji ve Rehabilitasyon

Giyilebilir teknolojinin gelişmesi ile birlikte akıllı bileklikler insan yaşamında büyük bir etki uyandırmaya başlamıştır. 2018 yılı itibari ile tüm dünyada 600 milyon olan giyilebilir cihaz sayısının, 2021 yılı itibariyle 1 milyarı aşması beklenmektedir. Akıllı bileklikler ise tüm giyilebilir teknolojiler içerisindeki oranı 2014'te %14 iken, 2018 yılı itibariyle %53'e ulaşmıştır (Morone ve ark., 2018).

Giyilebilir cihazların sağlıkta izlem amaçlı kullanımı önemli bir potansiyele sahiptir ve etkinliği geniş çapta araştırılmaktadır (Brakenridge ve ark., 2018, Chen ve Lum, 2018, Koydemir ve Ozcan, 2018, Liu ve ark., 2018, Shen ve Naeim, 2017). Çok popüler bir araç olarak, giyilebilir cihazların medikal ve fitness uygulamalarında kullanımı hızla artmaktadır. Bu cihazlar, hareket (Chen ve Lum, 2018), beslenme durumu (Bell ve ark., 2017) ve kalp hızı (Lee ve ark., 2018b) gibi hayati belirtileri, ayrıca diyabetik hastanın glikoz değeri (Lee ve ark., 2018a), kardiyak hastalıkların takibi, uyku sırasındaki apne ve diğer birçok sağlık parametrelerinin izlenmesini sağlamaktadırlar (Lee ve ark., 2018c). Literatürde giyilebilir cihazların geliştirilmesinin tıbbi tedavi modellerinde yeniliği tetikleyebileceği konusu vurgulanmaktadır (Luo ve Fan, 2016). Giyilebilir teknolojinin tedavide etkinliğinin yanı sıra, maliyetini azaltacağı ve kişiselleştirilmiş tıbbi tedavinin gelecekteki eğilimlerini önemli ölçüde etkileyebileceği, tıbbi maliyetleri de düşüreceği öngörülmektedir (Pitt ve ark., 2017). Akıllı bileklik ve giyilebilir cihazlar, tıbbi ve sağlık hizmeti sağlayıcıları için, çeşitli kronik hastalıkları daha ekonomik bir şekilde önlemek, teşhis etmek ve tedavi etmek için gereken doğru, gerçek zamanlı verileri elde etmek için eşi görülmemiş fırsatlar yaratabilir (Phillips ve ark., 2018). Ancak literatürdeki son çalışmalar, giyilebilir cihazların uzun süreli etkinliği, hedef belirleme, geri bildirim ve davranış gibi konularında kanıta dayalı çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmektedir (Sullivan ve Lachman, 2017).



Şekil 4: Giyilebilir Teknoloji ve Rehabilitasyon Sistemi

AMAÇ

Akıllı telefon ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerin kullanımlarının hızla büyümesine ve kullanım desteğinin artmasına rağmen, rehabilitasyon alanında, tüm uygulamaların yarısından fazlası, sınırlı işlevselliğe sahiptir ve öncelikle hastaya veya tüketiciye bilgi sağlamaya hizmet eder. Tüm uygulamaların yaklaşık onda biri bir cihazla veya sensörle bağlantı kurabilir, teorik olarak doğruluğu artırabilen, ancak çoğu için validasyon çalışmaları eksiktir (Aitken ve Lyle, 2015). Bilgi yetersizliği ve doğruluğu, sponsorluğun tam olarak açıklanmaması ve uygulamanın güncel tıbbi bilgiler sağlayamaması yer alan başlıca sorunlardır (Zhang ve ark., 2016). Endüstriyel perspektifle konuyu ele aldığımızda ise internet çağında, sağlık endüstrisi 1.0'dan 4.0 kuşağa geçmiştir. Nesnelerin interneti olarak da tanımlanan bu dönem, interneti kullanarak dünyadaki milyarlarca nesne birbirleriyle ve insanlarla etkileşim halindedir. Sağlık sistemi, endüstrisi 3.0 hastane merkezli iken uzun süreli hasta hastaları rutin kontrolleri için yapılan çok sayıda hastane ziyareti nedeniyle

maliyet yükü çok fazlaydı. Bu durum hastaların tedavisini uzatmış ve hastaların tedavisi için gerekli harcamaların artmasına neden olmuştur (Kumari ve ark., 2018). Sağlık Endüstri 4.0 ile birlikte, gerçek zamanlı veri toplama, işleme ve aktarma yöntemleri ile mevcut sistemdeki sorunların çözümüne odaklanılmaktadır. Bu uygulamalardan tıbbi cihazlar, giyilebilir biyo-sensörler, kişisel tıbbi cihazlar, algılanan verileri ileten vericiler ve internet üzerinden çeşitli sağlık hizmetleri sunan bulut tabanlı sağlık hizmeti örnek olarak verilebilir (Farahani ve ark., 2018). Sağlık alanında en çok yararlanılan sistemlerin başında gelen mobil sağlık sistemleri, mobil cihazlar aracılığıyla sağlıkla ilgili bilgilere erişim ve uzmanla etkileşim olanağı sağlaması, tanı, takip süreçlerini oldukça hızlandırmıştır (Fox ve Duggan, 2010). Mobil sağlık sistemleri sağlık alanında büyük bir potansiyel olarak görülürken, bu konuda çeşitli problemler mevcuttur (Fletcher ve ark., 2010, Kreps ve Neuhauser, 2010, Kumari ve ark., 2018). Doktor Cenk Tezcan Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD) adına yazdığı "Sağlıkta Yenilikçi Bir Bakış Açısı Mobil Sağlık" adlı kitabında mobil sağlığın sağlık sektöründeki sorunlarını şu şekilde sıralamışıtr;

- Anlamlı etki/fayda analizlerinin eksikliği
- Yeterli sayıda ve derinlikte pilot proje çalışmaların yapılmaması
- Klinisyenlerde ve hastalarda önemli bir davranış değişikliği gerektirmesi
- Standartların olmaması
- Veri güvenliği ve mahremiyeti
- Maliyet analizlerinin eksikliği (Tezcan, 2016)

Literatürde de T2DM'e yönelik akıllı telefonlarda ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik egzersiz platformunun gözetimli egzersiz yöntemiyle karşılaştırıldığı çalışma bulunamamıştır. Öte yandan akıllı telefonlarda ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklere entegre T2DM'e yönelik egzersiz platformuna rastlanılmamıştır. Bu hedefle çalışmamızın amaçları:

1. T2DM'e yönelik egzersiz platformunun içeriği ve egzersiz platformunun özelliklerinin belirlenmesi,

2. Akıllı telefon mobil uygulamasının ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik yazılım tasarımlarının yazılıma dönüştürülmesi,
3. Yazılımları geçekleştirilien platformların T2DM'li bireylere ve fizyoterapistlere yönelik kullanılabilirlik analizinin yapılması,
4. Randomize kontrollü klinik araştırma ile giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler ve mobil uygulama destekli egzersiz eğitimleri ile gözetimli egzersiz eğitim yöntemleri karşılaştırılması,
5. Araştırmamızın son aşmasında geliştirilen mobil uygulamasının ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerin maliyet analizleri yapılması olarak belirlendi.

5 GEREÇ VE YÖNTEM

5.1 ÇALIŞMA PLANI

Çalışma, NCT03766802 çalışma numarası ile "clinicaltrials.gov" adresine kaydedildi. Çalışmamızın etik kurul izni, Marmara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı.

Araştırmamız kapsamında çalışmamız 5 aşamadan oluştu;

Birinci aşamasında odak gruplar oluşturularak Delphi modeliyle içeriği ve egzersiz platformunun özellikleri belirlendi.

İkinci aşamada akıllı telefon mobil uygulamasının ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik yazılım tasarımlarının yazılıma dönüştürülmesi aşaması gerçekleştirildi.

Üçüncü aşamasında Tip 2 Diyabete sahip bireylere ve fizyoterapistlere yönelik kullanılabilirlik araşırmalarının analizi yapıldı.

Dördüncü aşamada randomize kontrollü klinik araştırma ile giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler ve mobil uygulama destekli egzersiz eğitimleri ile gözetimli egzersiz eğitim yöntemleri karşılaştırıldı.

Araştırmamızın son aşmasında klinik araştırma aşamasında, gözetimli, akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler aracılığıyla yapılan egzersiz takibinin maliyet analizleri yapıldı.

Tablo 1: Çalışmamızın İş Zaman Tablosu

AŞAMA		AYLAR												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1 3
1	Delphi modeliyle içeriği ve egzersiz platformunun özellikleri	x	x	x										
2	Akıllı telefon mobil uygulamasının ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik yazılım tasarımlarının yazılıma dönüştürülmesi			x	x	x	x							
3	T2DM'li bireylere ve fizyoterapistlere yönelik kullanılabilirlik araştırmalarının analizi							x	x					
4	Randomize kontrollü klinik araştırma ile giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler ve mobil uygulama destekli egzersiz eğitimleri ile gözetimli egzersiz eğitim yöntemleri karşılaştırılması							x	x	x	x	x	x	
5	Klinik araştırma aşamasında, gözetimli, akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklikler aracılığıyla yapılan egzersiz takibinin maliyet analizleri													x

5.2 Delphi Yöntemiyle Egzersiz Platformunun İçeriği ve Özelliklerinin Belirlenmesi

Delphi yöntemi, yapılandırılmış bir şekilde uzman görüşü elde etmek için kullanılan bir tekniktir (Dalkey ve Helmer, 1963). Grupta fikir birliğine varmayı amaçlayan yinelemeli çok aşamalı bir süreçten oluşur. Birden fazla form ile esnek bir yaklaşımdır. Araştırmamızda, modifiye Delphi yöntemini kullanıldı.

Araştırmamızın bu aşaması 2 basamaktan oluşturuldu. İlk basamakta, mobil uygulamanın egzersizle ilgili içeriğini, uzmanlar arasında fikir birliği sağlayarak, modifiye Delphi metodu ile belirlendi. İkinci basamakta, heterojen katılımdan oluşan gruba (örneğin T2DM'ye sahip bireyler, klinisyenler) Delphi metodu ile egzersiz platformuna ilişkin özellikleri belirlendi.

5.2.1 Egzersiz platformunun içeriğinin geliştirilmesi

Bu aşamada, hedef konunun çekirdek alanlarının panele verilmeden önce seçildiği Delphi sürecinin modifiye versiyonu uygulandı (Avella, 2016). Temel alanları tanımlamak için biçimlendirici bir tur, sonuç yapıları düzenlemek için bir tur ve konsensüs için iki tur olmak üzere dört turdan oluşuyordu. Her tur için her

katılımcı ile bire bir toplantı yapıldı. Toplantılar Ekim 2017-Kasım 2017 arasında gerçekleştirildi.

5.2.1.1 Katılımcılar

Çalışmanın amacı ve katılımcıların rolü hakkında kısa bilgiler içeren bir davet mektubu e-posta, aşağıdaki kriterleri karşılayan 30 uzmana gönderildi:

1) Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında yüksek lisans derecesi

2) En az 5 olan diyabet alanında hem klinisyen hem de araştırmacı olarak deneyim,

Literatür taraması: T2DM'li bireylerde düzenli egzersizde fiziksel aktivite unsurlarını tanımlamak için bir literatür taraması yapıldı. Araştırma veritabanları arasında Medline, PubMed, CINAHL, PEDro ve SCOPUS yayınları 2000 ile 2018 arasında sınırlandırılmıştır. Anahtar kelimeler "bariyer" ve "egzersiz" ve "diyabet" terimlerini içerdi.

5.2.1.2 Delphi Metodu

•Formatif Süreç

Fiziksel aktivite ve diyabetle ilgili alanları sınıflandırmak için, literatürde tanımlanan her madde DSÖ'nün International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) ile bağlantılıydı. ICF, sağlık ve sağlıkla ilgili durumları tanımlamak için ortak bir dil sağlamak üzere farklı alanları sistematik olarak gruplayan bir çerçeveye sahiptir. 3 bileşen altında toplam 30 alan içerir:

1) Vücut işlevi ve yapısı,

2) Faaliyetler ve katılım,

3) Çevresel faktör.

Maddeler, ICF çerçevesinin etki alanlarıyla ilişkilendirdi (Örneğin, literatür taramasında yer alan "denge" maddesi, nöromüsküler iskelet sistemi ve hareketle ilgili fonksiyonlar ve yapılarla ilişkilendirildi).

• **Delphi Panel 1:** Geleneksel bir Delphi panel turu, hedeflenen konsepti çevreleyen fikirleri toplamak için açık bir soru ile başlar. Araştırmamızda, Delphi yöntemi uyarlamayla, katılımcılardan önceki biçimlendirici turda belirlenen alanların

etrafındaki egzersiz içeriği ile ilgili fikirler üretmeleri istendi. Katılımcılar ayrıca, biçimlendirici tura dahil edilemeyecek ilave alanlar önerme konusunda teşvik edildi.

Haritalama:

Bu adımda, oluşturulan tüm fikirler haritalandırıldı ve bir sonraki adıma geçmek için bunları bazı kategoriler altında toplandı. Ardından, önceki turda oluşturulan fikirlere karşılık gelen ifadelerin bir listesi hazırlandı (Örneğin, bu mobil uygulama X içermelidir).

• **Delphi Panel 2:** İkinci turda, açıklama listesini içeren bir dosya (Bu mobil uygulama X içermelidir) uzmanlara sunuldu. Uzmanlardan daha sonra 4 noktalı Likert ölçeği (kesinlikle katılmıyorum, katılmıyorum, katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum) ifadelerini puanlamaları ve gerektiğinde bazı açıklamalar yapmaları istendi (Dalkey ve Helmer, 1963). Değiştirilen Delphi sürecinde ek fikir ortaya çıktığında, bir sonraki tura dahil edildi.

• **Turlar arası (Analiz):** İkinci turdaki sonuçlar frekans dağılımı kullanılarak özetlendi. Bu çalışmanın eşik düzeyi olarak %80 konsensüs belirlendi. Yani, fikir birliğine varılıp kabul edilmesi için, katılımcıların en az %80'inin hemfikir olması, (katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum) gerekliydi.

Delphi Panel 3: Bu panelde, 2. Panelde %80'den az fikir birliği olunan ifadeler katılımcılara geri bildirim ile sunuldu. Katılımcılardan daha sonra verilen geri bildirime dayanarak ifadeleri tekrar derecelendirmeleri istendi.

• **Son Panel (Analiz):** Üçüncü turdaki sonuçlar özetlendi ve %80 fikir birliğine varılan ifadeler belirlendi. Mutabakata varılamayan ifadeler, içeriğe dahil edilmedi.

5.2.2 Egzersiz platformunun özelliklerinin belirlenmesi

Egzersiz platformuna ait özelliklerin belirlenmesi ile ilgili ikinci bir modifiye Delphi işlemi gerçekleştirildi. Bu basamakta, sonuç yapıları düzenlemek için bir panel ve konsensüs için iki panel olmak üzere üç panel yer aldı. Her panel için her katılımcı ile bire bir toplantı yapıldı. Paneller Kasım 2017 ile Aralık 2017 arasında gerçekleştirildi.

5.2.2.1 Katılımcılar

Bu aşamada, T2DM'li bireylerden, fizyoterapist, endokrin uzmanı, aile hekimi, halk sağlığı uzmanı, hemşire, diyetisyen ve bilgi teknolojisi uzmanlarından oluşan katılımcı grubundan toplam 10 katılımcı dahil edildi. Bu aşamaya katılan tüm katılımcılara yapılan telefon görüşmesiyle davet edildi. Katılımcılara çalışmanın amacı ve katılımlarının önemi hakkında kısaca bilgi verildi.

5.2.2.2 Delphi Metodu

• **Delphi Panel 1:** Bu turda, katılımcılara egzersiz platformu ve çalışma hakkında kısa bir sunum yapıldı. Uygulamanın uyumu ve kullanılabilirliğini geliştirmek için uygulamaların özellikleriyle ilgili fikir üretmeleri istendi. Katılımcılara, "T2DM için kullanıcının kullanımının iyileştirilmesi için tasarlanmış bir mobil egzersiz platformunda ne gibi özelliklere sahip olmasını istersiniz?" sorusu için cevaplar üretmeleri istendi.

• **Haritalama**: Bu adımda, uygulama özellikleriyle ilgili oluşturulan tüm fikirleri listelendi ve her bir fikre karşılık gelen bir ifade hazırlandı (Bu mobil uygulama X içermelidir).

• **Delphi Panel 2:** Tüm katılımcılara, haritalama sonrası hazırlanan form sunuldu ve 4 puanlık Likert ölçeği (kesinlikle katılmıyorum, katılmıyorum, katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum) ile ifadeleri derecelendirmeleri istendi. 2. turda yeni fikirler eklemek isterlerse katılımcılar için boş bir yorum alanı sağlandı.

• **Turlar arası (Analiz):** İkinci turdaki sonuçlar özetlendi ve frekans dağılımı hazırlandı. Yeterli bir fikir birliğine (%80) varılamayan maddeler, frekans dağılımlarıyla analiz edilerek belirlendi ve bir sonraki tur için hazırlandı.

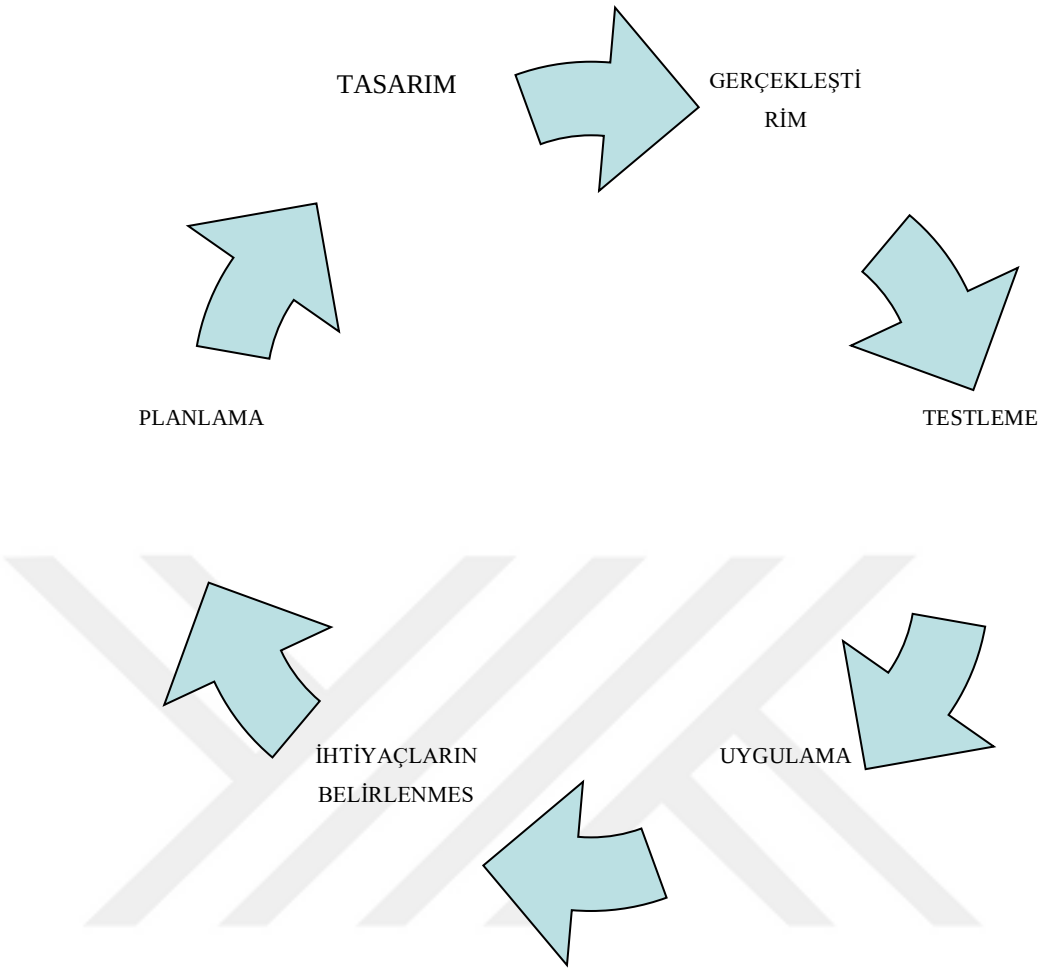
• **Delphi Panel 3:** Üçüncü turda katılımcılardan, fikir birliğine varılamayan ifadeleri tekrar değerlendirmeleri istendi.

• **Son Panel (Analiz):** Kalan ifadelerin frekans dağılımı sunuldu. %80 fikir birliğine sahip ifadeler, egzersiz platformu özelliğinde yer alırken, dışında kalan ifadeler dahil edilmedi.

5.3 Egzersiz Platformunun Akıllı Telefon Mobil Uygulamasının ve Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklikler Akıllı Bileklik Yazılım Tasarımlarının Yazılıma Dönüştürülmesi

Egzersiz platformunun akıllı telefon ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik yazılımına dönüştürülmesi Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü bünyesinde, Aralık 2017-Mart 2018 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Araştırmamızın bu aşamasında, oluşturulan içeriklerin yazılıma dönüştürülmesi ve cihazların testlenmesi gerçekleştirildi. Modelleme, gerçekleştirimi testleme ve değerlendirme adımlarından oluştu. Yazılım gerçekleştirimi "Çevik (Agile) Yöntemler Modeli" ile gerçekleştirildi. Çevik yazılım geliştirme modeli paydaşların birlikte interaktif bir anlayışla değişen ihtiyaçları nitelikli çözümler sunabilen güncel yaklaşımdır (Gencer ve Kayacan, 2017).

Bu yaklaşımda sürekli entegrasyon (Continous Integration) yöntemi kullanılarak, yazılım geliştirilme sürecinin kalitesi artırılmaya çalışıldı. Sürekli entegrasyon, yazılım geliştirme sürecinin küçük bölümlere ayrılarak, sürekli bir geliştirmenin sağlanmasıdır. Sürekli entegrasyon sürecinde yazılım geliştiriciler yazdıkları kodları genelde günlük olarak asıl kod ile birleştirirler. Her bir entegrasyon otomatikleştirilmiş testleri ile onaylanarak entegrasyon hatalarının olabildiğince hızlı bulunması sağlanır. Başarılı bir şekilde otomatikleştirilmiş testleri geçen kod sırasıyla alpha ve beta kullanıcılarına dağıtıldı. Alpha kullanıcılar genelde takımın içindeki kişilerden oluşurken, beta kullanıcıları ise uygulamanın genel kullanıcılarından oluşmaktadır. Uygulamada herhangi bir hata olmadığını onaylayan alpha kullanıcılarından sonra uygulama beta kullanıcılarına yayınlandı. Eğer beta kullanıcılarından sonra da herhangi bir hata bulunmazsa, uygulama tüm kullanıcılara yayınlandı. Alpha ya da beta kullanıcılarının testlemesinde bulunan olası hatalar hemen düzeltildi ve sürekli entegrasyon süreci tekrarlandı (Stolberg, 2009).



Şekil 5: Çevik (Agile) Yöntemler Modeli



Şekil 6: Yazılımın Tüm Kullanıcılara Sunulmadan Önceki Test Aşamaları

Bu aşamada yazılımlar Endokrinoloji uzmanı, Halk sağlığı uzmanı, Tip 2 diyabette deneyimli fizyoterapist mobil sağlık uygulamalarında deneyimli yazılım mühendisi ve Tip 2 diyabete sahip 2 kadın ve 2 erkek hastadan oluşturuldu. Odak gruptan alınan geribildirimlerle güncellenen yazılımlar SWOT analizi ile

raporlanarak tekrar güncellendi. Platform isminin "DIABETEX" olmasına karar verildi.

Yazılım geliştirme süreci 2 aşamadan oluştu;

İlk aşamada, diyabet için egzersiz videoları hazırlandı. Videolar, yeşil bir arka planın önündeki Canon EOS400D kullanılarak kaydedildi. Videolar kaydettikten sonra iMovie kullanılarak düzenlendi. Mavi bir arka plan oluşturmak için herkese yeşil ekran efekti uygulandı. Videoları dışa aktarırken, 540 dp çözünürlük, yüksek kalite, hızlı sıkıştırma, MP4 formatı kullanıldı. İndirme süresini azaltmak için dosyaların boyutu 5 mb'yi geçmeyecek şekilde ayarlandı. Tüm dosyaların tamamlanmasının ardından veri sunucularına yüklendi.

İkinci aşamada telefon, bileklik ve web uygulamaları geliştirildi. Firebase Real-Time Database mobil, izle ve web uygulaması arasındaki veri akışını kontrol etmek için kullanıldı (https://firebase.google.com/docs/database/).

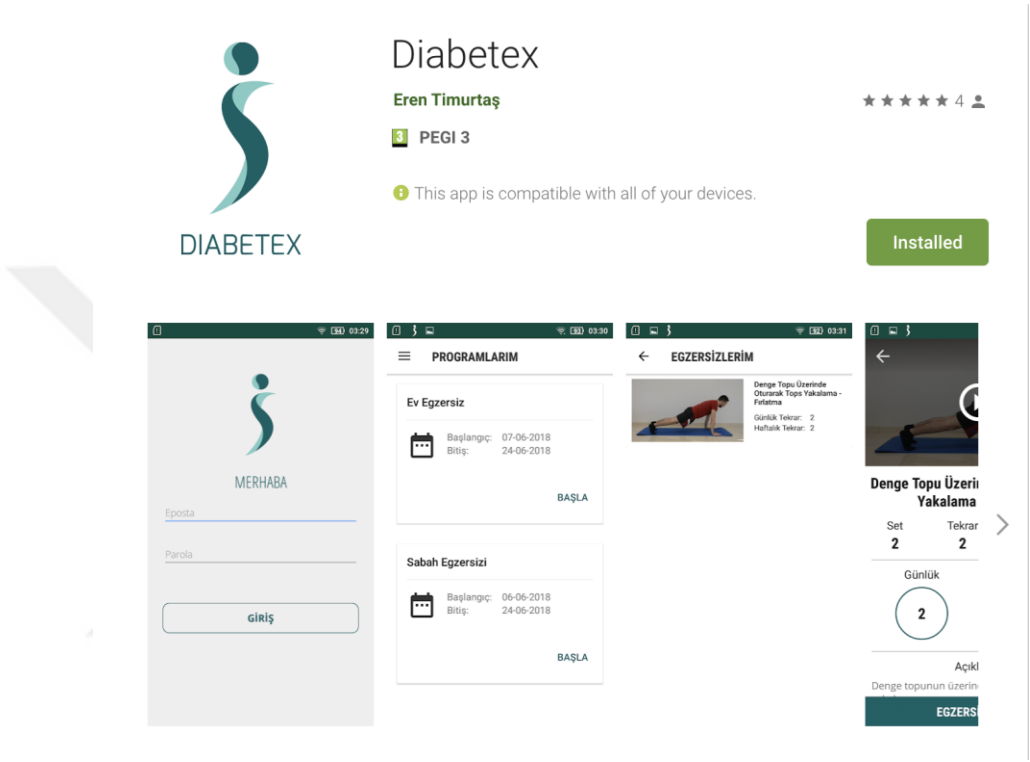
5.3.1 Mobil Uygulamalar

DIABETEX mobil uygulaması Android ve iOS platformlarının her ikisi için geliştirildi. Her iki platformda yetkilendirme için OAuth 2.0 protokolü kullanıldı. Bu protokol, data güvenliği nedeniyle oturum açma amacıyla kullanıcı kimlik bilgilerini uzak sunucuya güvenli bir şekilde gönderilmesi bakımından önemli bir aşama oluşturmaktadır. Platforma özel kütüphaneler ve çerçeveler aşağıda açıklandı.

5.3.1.1 Android Uygulaması

Android Studio geliştirme amaçlı kullanıldı. Android için DIABETEX uygulaması Java programlama dili kullanılarak geliştirildi. Model-View-View-Controller (MVVM) mimarisi, Google'ın Android uygulamaları önerisine göre kullanıldı (https://developer.android.com/jetpack/docs/guide#recommended-app-arch). Bu mimari modelde, kullanıcı arayüzü (UI) iş yapısından görünüm modelleri ile ayrıldı. Bu uygulama yapılandırma değişikliklerinin hayatta kalması için bir şans vermektedir. Retrofit açık kaynak kütüphanesi ile ağ görüşmeleri yapıldı (https://square.github.io/retrofit/). Yerel verileri saklamak için Oda Kalıcılık Kütüphanesi kullanıldı. Bu çerçeve daha verimli veritabanı erişimine izin vermek için SQLite üzerinden bir soyutlama katmanıdır

(https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/room). Görüntü yükleme ve önbellekleme için kayma çerçevesi kullanıldı (https://github.com/bumptech/glide). DIABETEX için desteklenen minimum API seviyesi 21'dir.



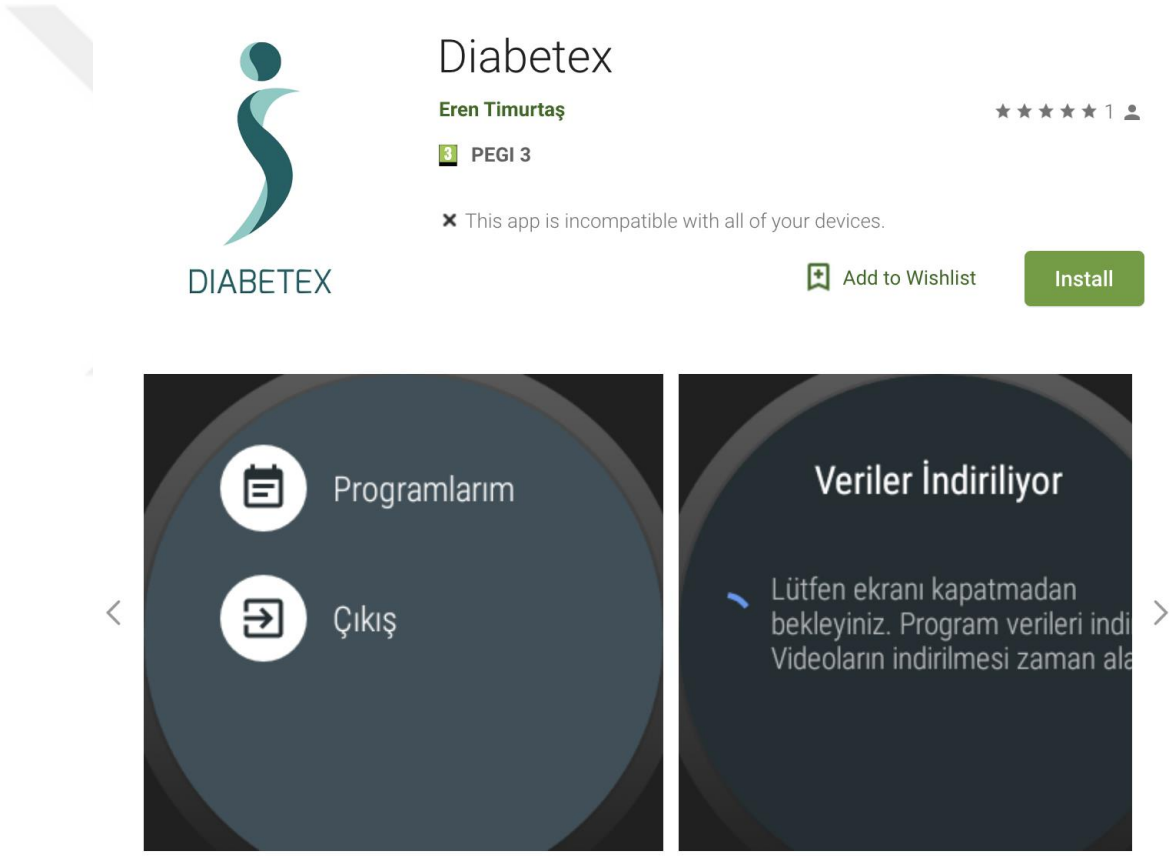
Şekil 7: DIABETEX Akıllı Telefon Mobil Uygulaması Google Play Android Market Görünümü

5.3.1.2 iOS Uygulaması

Geliştirme amacıyla Xcode kullanıldı. İOS için DIABETEX uygulaması Swift programlama dili kullanılarak geliştirildi. Model-View-Controller (MVC) mimarisi kullanıldı. Ağ aramaları Alamofire açık kaynak kütüphanesi ile yapıldı (Https://github.com/Alamofire/Alamofire). Yerel verilerin depolanması için Sqlite.swift kütüphanesi kullanıldı (Https://github.com/stephencelis/SQLite.swift). AlamofireImage çerçevesi, görüntü yükleme ve önbellekleme için kullanıldı (https://github.com/Alamofire/AlamofireImage). DIABETEX için desteklenen minimum SDK seviyesi 10.0'dır.

5.3.1.3 Akıllı Bileklik Ugulaması

Mevcutta WearOS, Tizen, Apple Watch vb. Gibi birkaç bileklik işletim sistemi bulunmaktadır. WearOS işletim sistemi geliştirme için seçilmiştir, çünkü bu platform için geliştirilen uygulamalar telefona ihtiyaç duymadan kullanılabilir. Başka bir deyişle, WearOS olan bir bileklike kurulan uygulamalar, ayrı bir uygulama veya telefon uygulamasının bir uzantısı olarak kullanılabilir. Android Studio geliştirme amaçlı kullanılmıştır. WearOS için DIABETEX uygulaması Java programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Hem geliştirme hem de test için kullanılmak üzere Ticwatch E seçildi. Kullanıcı eylemlerini hesaplamak için hepsinin kullanıldığı adım sayar, GPS ve kalp atış hızı sensörü vardır.

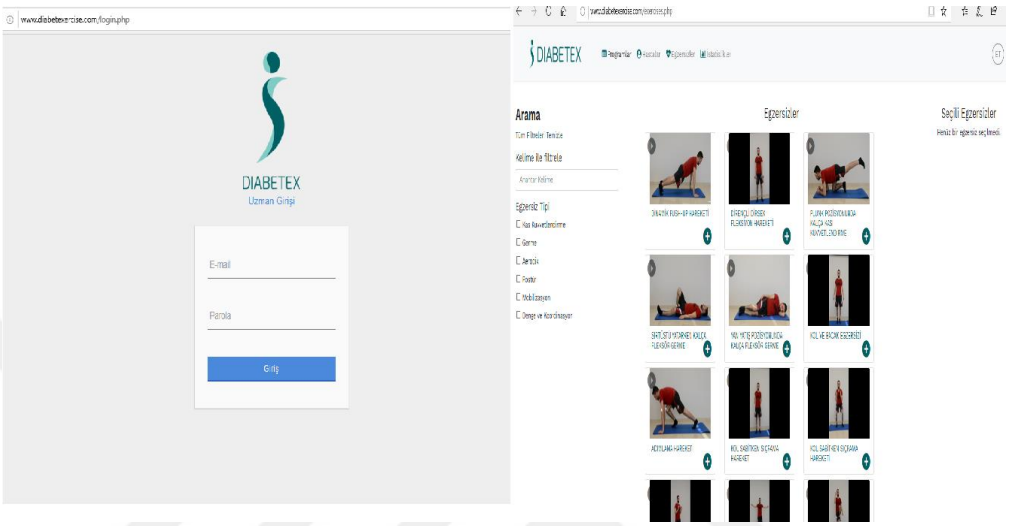


Şekil 8: DIABETEX Giyilebilir Teknoloji Google Play Market Görünümü

5.3.1.4 İnternet uygulaması

Web arayüzünün en önemli özelliği Firebase üzerinden hem mobil hem de seyretme uygulaması ile gerçek zamanlı olarak bağlanmasıdır. DIABETEX web uygulaması iki kısımdan oluşur: Frontend ve Backend. Frontend, fizyoterapistin

hasta egzersizlerini kolayca yaratması için tasarlanmış bir web arayüzüdür. DIABETEX app Frontend Twitter tarafından Bootstrap çerçevesi kullanılarak geliştirilmiştir (https://getbootstrap.com/). Arka uç, tüm veri akışının gerçekleştirildiği bir veri erişim katmanıdır. PHP programlama kullanarak. DIABETEX app Backend geliştirilen PHP kullanılarak geliştirilmiştir.



Şekil 9: DIABETEX Uzman Arayüzü Görünümü

5.4 DIABETEX Egzersiz Platfromunun Akıllı Telefon Mobil Uygulamasının ve Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bilekliklerde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması

5.4.1 Katılımcılar

DIABETEX egzersiz platformunun tamamlanmasının ardından, klinik araştırma öncesinde DIABETEX egzersiz platformunun akıllı telefon ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik cihazlarında kullanılabilirliğini tespit edilmesi amaçlandı. Çalışmamızın bu aşaması İstanbul, Fatih Sultan Mehmet Hastanesi Diyabet ve Obezite Merkezinde Nisan- Mayıs 2018 tarihleri arasında gerçekleştirildi. 30-65 yaş grubunda T2DM teşhisi alan ve akıllı telefona sahip tüm bireyler araştırmaya dahil edildi. Dahil edilen bireylere cihazlar vasıtasıyla online olarak 1 haftalık kullanımlarının ardınan 10 sorudan oluşan "Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği" uygulandı. Aynı zamanda bu anket fizyoterapistlerden oluşan en az 3 yıllık klinik deneyime sahip fizyoterapistlere uygulandı.

5.4.2 Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (SKÖ) 1996'da John Brooke tarafından geliştirilmiştir (Brooke, 1996). Yazılım ve donanım ürünlerinin kullanılabilirliğini ölçmek için 10 maddeden oluşan anketidir. Her madde 5 puanlık Likert ölçeğinde 1 (kesinlikle katılmıyorum) ile 5 (kesinlikle katılıyorum) arasında puanlanır. 1, 3, 5, 7 ve 9 numaralı olumlu ifadelerden oluşurken; 2, 4, 6, 8 ve 10 numaralı maddeler olumsuz ifadelerden oluşmaktadır. SKÖ Türkçe dilinde (Demirkol ve Şeneler) adapte edilmiş olup, kullanıcıların (Brooke, 1996) ve uzmanların (Kortum ve Bangor, 2013) bakış açılarını anlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tek sayılı maddelerin hesaplanmasında, puanlardan 1 çıkarılırken, çift maddelerin skorları 5'ten çıkarılır. SKÖ için genel bir puan almak için, her maddeden yapılan katkıların toplamı 2.5 ile çarpılır. 0'dan 100'e kadar puan aralığı elde edilir ve 100 daha yüksek kullanılabilirliği temsil eder. Ölçek klinik aşama sırasında çalışmaya dahil edilen olgulara 1. haftanın ardından uygulandı.

5.4.3 Prosedür

DIABETEX egzersiz platformu kullanılabilirlik analizi Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı bünyesinde gerçekleştirildi. Cihazlar bireysel olarak tasarlanmış bir egzersiz planı sunmakta ve geri bildirim sağlamanın yanı sıra izleyebilme kapasitesine sahiptir Klinisyenlerin performanslarına göre hastalara anında bildirim gönderme ve egzersizleri güncelleme imkanı vardır.

Uygulama öncesi katılımcılara başlangıçta, yaklaşık 45 dakika boyunca eğitim seansı verildi. Bu oturum, birey için öngörülen tam bir egzersiz seansını içerdi. Katılımcılar, platformun tüm özelliklerini test etmek ve kullanmak için cihazları bir hafta boyunca evde kullandılar. Bu dönemde en az 3 egzersiz seansı tamamlamaları istendi. Bir hafta sonra tüm katılımcılar SKÖ çevrimiçi olarak tamamladılar.

5.5 Klinik Araştırma Aşaması

Araştırmamız tabakalı, randomize, değerlendirici-kör, kontrollü, pragmatik (Loudon ve ark., 2015), üç paralel grupla yapıldı.

Katılımcılar

Çalışmamıza T2DM teşhisi konan, 30-65 yaş arası, akıllı telefon sahibi bireyler dahil edildi. Çalışmamızdan dışlanma kriterleri ise;

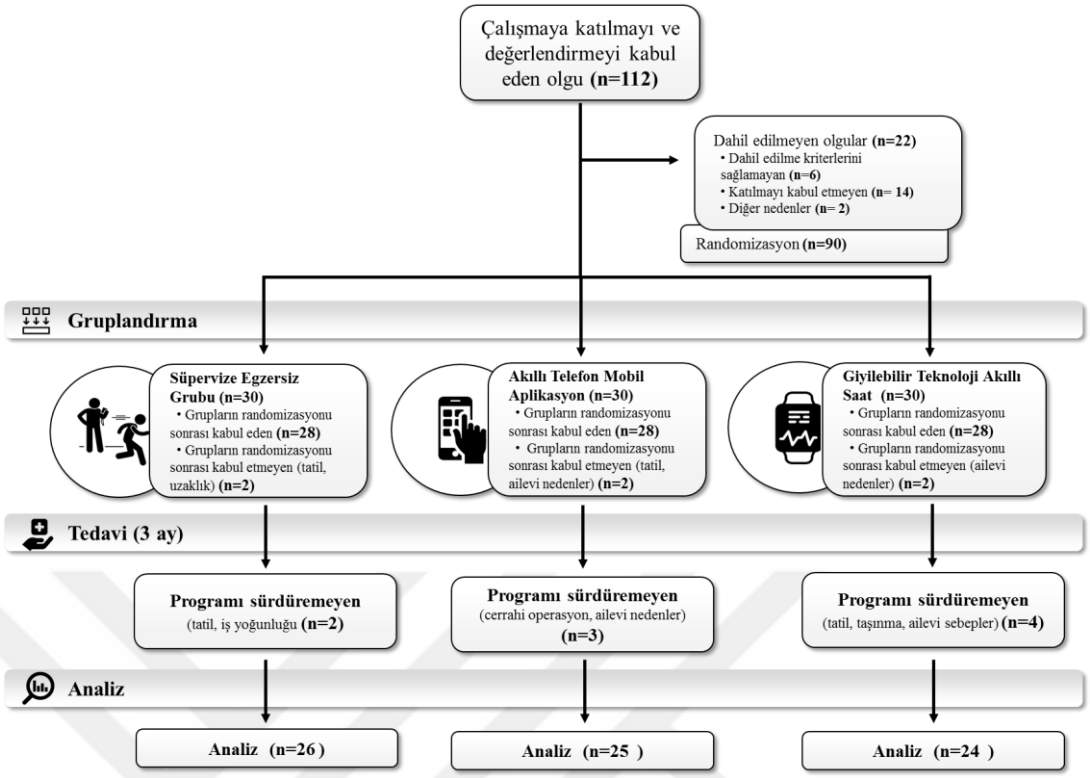
(İ) Daha önce bir egzersiz programına katılanlar,

(ii) Akıllı telefonu veya akıllı bilekliki bağımsız olarak kullanamayanlar,

(iii) Düzensiz glikoz metabolizmasıyla ilişkili DM dışında bir sağlık durumu,

(iv) Bilişsel, nörolojik veya ortopedik tanı varlığı.

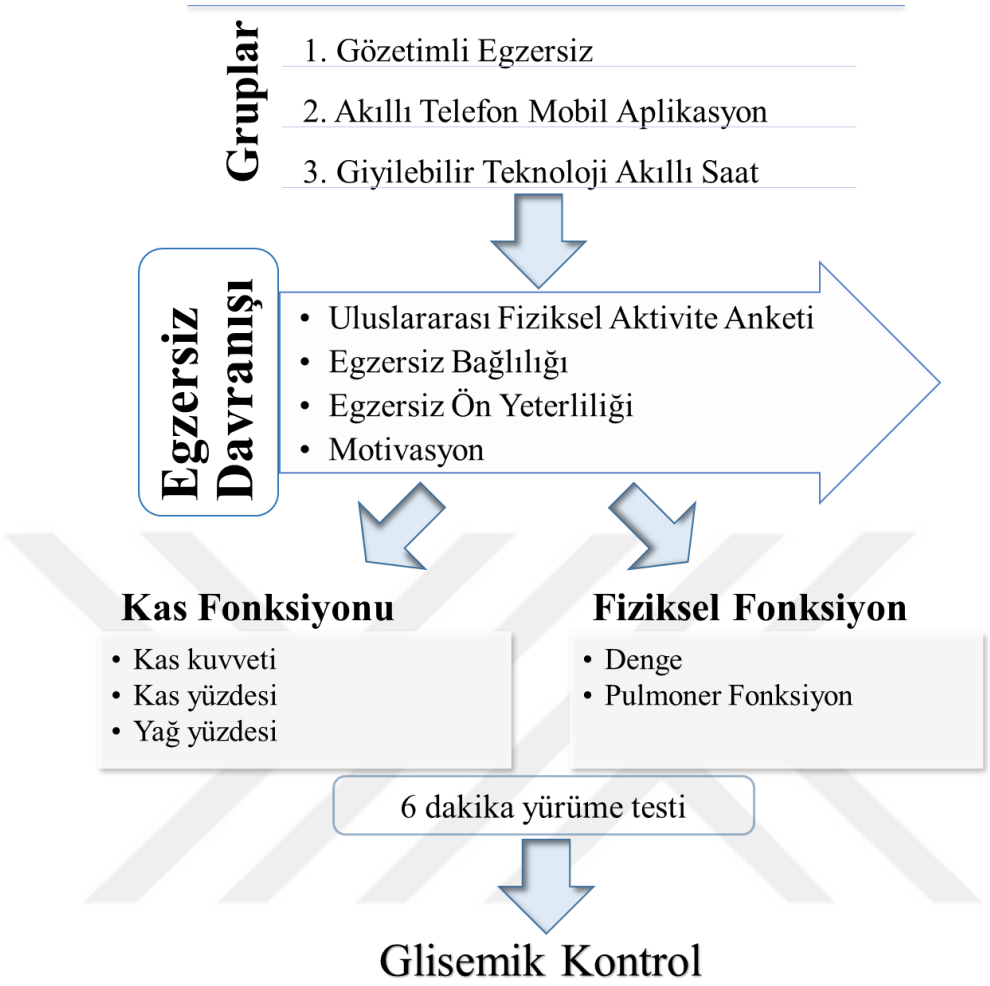
Tüm katılımcılar ilk değerlendirmeden önce yazılı onay verdi. Çalışmamız İstanbul, Fatih Sultan Mehmet Hastanesi Diyabet ve Obezite Merkezinde Nisan-Eylül 2018 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Değerlendirmeler, randomizasyondan önce ve 12 haftalık müdahale sonrasında yapıldı. Çalışmamızın akış diagramı Şekil 10'da verilmiştir. Yaş (3 kategori) ve cinsiyet değerlerine göre bloklandırılarak 6 tabaka oluşturdu ve gruplara atamak için 6'lı bloklardaki randomizasyon kullanıldı (Suresh, 2011). Araştırmamıza 90 katılımcı dahil edildi, ancak 6 katılımcı çeşitli nedenlerle randomizasyonun ardından çalışmaya katılmamaya karar verdiler.



Şekil 10: Çalışmamızın Akış Diyagramı

5.5.1 Değerlendirme

Sonuç ölçüm stratejisini yapılandırmak için Şekil 11'de gösterilen kavramsal model kullanıldı. Her olgu değişkenine yönelik olarak, başlangıçta ve 12 haftalık müdahaleden sonra iki defa değerlendirildi.



Şekil 11: Çalışmamızın Kavramsal Teorik Modeli

5.5.1.1 Glisemik Kontrol

Teorik modelimizde, glisemik kontrol altında birincil sonuç ölçüsü HbA1c, ilişkili olan: Trigliseritler, Kolesterol, yüksek dansiteli lipoprotein (HDL), düşük dansiteli lipoprotein (LDL) değerleri kaydedildi.

5.5.1.2 Altı Dakika Yürüme Testi (6 DYT)

İkinci açıklayıcı değişken kapsamında Altı Dakika Yürüme Testi (6 DYT), ile ölçülen fonksiyonel submaksimal kapasitesinin değerlendirilmesi modelimize göre ikincil sonuçtur. 6DYT, Avrupa ve Amerikan Toraks Derneklerinin yayımlamış olduğu protokole uygun olarak gerçekleştirildi [48]. Olguların test öncesi ve sonarası sistolik ve diyastolik kan basınçları (Custo-med custo screen 300 sfingomanometre), nabız, oksijen satürasyonu (Hingmed WBP-02A pulse oksimetre)

(http://www.dableducational.org/sphygmomanometers.html), Borg skalasına göre, dispne ve yorgunluk değerlendirmeleri kaydedildi.

5.5.1.3 Egzersiz Davranışı

İlk açıklayıcı değişkenler kümesi, aşağıdakilerden elde edilen alt ölçekler için tek maddeli göstergeler kullanılarak ölçülen egzersiz davranışlarını yansıtanlardır.

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (UAFA)

UAFA, yetişkinlerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla geçerli ve güvenilir bir yöntem olarak kullanılmaktadır [22].

Egzersiz Bağlılığı Ölçeği

Egzersiz Bağlılığı ölçeği egzersiz bağlılığının tanımlanması kronik hastalığa sahip bireylerde ev egzersiz programına bağlılığının saptanması için amacıyla uygulanmaktadır. Onyedi sorudan oluşan ölçek Naomi A. ve arkadaşları (2017) tarafından geliştirilmiş olup, katılımcının kendi kendini değerlendirdiği bir ölçektir [23].

Egzersiz Öz Yeterlilik Ölçeği

Egzersiz Öz Yeterlilik Ölçeği bireylerin egzersiz davranış tutumlarının değerlendirildiği %0-%100'lük maksimum güce kadar derecelendirilen toplam 18 maddeden oluşmaktadır [24].

Fiziksel Aktivite ve Boş Zaman Motivasyon Ölçeği

Fiziksel Aktivite ve Boş Zaman Motivasyon Ölçeği 8 alt boyut (ustalık, fiziksel durum, sosyal ilişki, psikolojik durum, görünüş, diğerlerinden beklenti, rekabet) kapsayan toplam 34 maddeden oluşmaktadır [25].

Şekil 11'deki model daha iyi glisemik kontrolün egzersiz davranışları yoluyla kas fonksiyonu üzerindeki müdahale etkileri ile sağlandığını varsaymaktadır.

5.5.1.4 Kas Fonksiyonu

Alt Ekstremite İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirmesi

İzokinetik sistemler, izole olarak kas kuvvetini değerlendirmede kullanılan objektif klinik bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Callaghan ve ark., 2000). Alt ekstreminin kas kuvvetini değerlendirmek amacıyla diz ekleminin fleksör ve ekstansör kaslarının maksimum kuvvetleri Biodex Sistem Pro 4 İzokinetik Dinamometre (Biodex Medical Systems, Inc, Shirley, NY. USA) cihazıyla izometrik olarak 3 tekrarlı ölçümleri alınarak ortalamaları kaydedildi.



Şekil 12: Alt Ekstremite İzokinetik Kas Kuvveti Değerlendirmesi

Kavrama Kuvveti Değerlendirilmesi

Her 2 üst ekstremite el kavrama kuvveti Amerikan El Terapistleri Derneği (AETD) tarafından önerilen ve literatürde geçerlilik ve güvenirliği kabul edilen Jamar el dinamometresi 3 tekrarlı ölçümleri alınarak ortalamaları kaydedildi. (Shechtman ve ark., 2005).



Şekil 13: Kavrma Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Kas Yoğunluğunun Belirlenmesi

Biyoelektriksel İmpedans Analizi (BIA), klinikte, uygulama kolaylığı ve hızı, tekrar edilebilir olması, girişimsel olmaması nedeniyle vücut bileşiminin değerlendirilmesinde kullanılan etkin yöntemlerden biridir (Janssen ve ark., 2000). Çalışmamız kapsamında BIA (Bodystat 1500) ile hastaların vücut yağı ve kası oranları belirlendi.

Kas Esnekliğinin Değerlendirilmesi

Otur uzan testi literatürde önerilen, alt ekstremite ve bel kasları ile ilgili genel bir esneklik değerlendirmesi amacıyla klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır (Hui ve Yuen, 2000). Olgular bacakları uzun düz pozisyonda otururken, ayaklar sabit bir objeye dayanarak pozisyonda el parmakları ile ayağının dayandığı obje arasındaki mesafe ölçülerek kaydedildi.

Şekil 11'deki modelimiz göre daha iyi fonksiyonel kapasitenin sağlanması için egzersiz davranışları yoluyla fiziksel kapasite ve aktivite üzerindeki müdahale etkileri ile sağlandığını varsaymaktadır.

5.5.1.5 Fiziksel Fonksiyon Değerlendirmesi

Denge Değerlendirmesi

Olguların denge değerlendirmeleri kapsamında Balance Master (NeuroCom System Version 8.1.0, B 100718, 1989-2004 NeuroCom® International Inc. USA) denge ve performans test cihazı ile, Dengenin Kliniğine Uyarlanmış Duyusal Etkileşim Testi (modified Clinical Test of Sensory Interaction Balance- mCTSIB) testi uygulandı [29]. Gözler açık ve kapalı durumda, sert ve köpüklü yüzeylerde olmak üzere dört pozisyonun her birinde 3 deneme gerçekleştirildi. Her denemenin 10 saniye olduğu test sırasında ağırlık merkezinin gravite merkezinden salınımı derece cinsinden skorları kaydedildi. Değerlendirmede Denge ile skor arasındaki ters orantıya dikkat edildi.



Şekil 14: Denge Değerlendirmesi

Solunum Fonksiyon Testi

Solunum fonksiyon testi (SFT) solunum sisteminin ventilasyon, difüzyon ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan klinik, objektif bir fizyolojik testtir (Miller ve ark., 2005). Mobil spirometre (Cosmed Pony FX) cihazı ile güncel kılavuzlara uygun olarak olguların zorlu vital kapasite (FVC), 1. saniyedeki zorlu vital kapasite (FEV1) değerleri ölçüldü.

5.5.2 Egzersiz Takip Protokolü

Egzersiz müdahalesinin teorik temeli, mevcut literatürde bulunan ACSM and ADD tarafından hazırlanan kılavuzlar referans alınarak oluşturuldu (Colberg ve ark., 2016, Thompson ve ark., 2013). Egzersiz içerikleri kişisel olarak belirlenirken, her seans ortalama 60-80 dakika arasında planlandı. Her bir egzersiz seansı programı aerobik, kuvvetlendirme, denge ve germe egzersizlerinden oluşturuldu. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara haftada 3 gün olmak üzere 12 hafta boyunca egzersiz programı belirlendi. Ardışık 2 seans arasında en az 24 bilekliklik bir dinlenme aralığı belirlendi. On iki haftalık egzersiz programı başlangıç periyodu 4 hafta, ilerleme periyodu 4 hafta ve sürdürme periyodu 4 hafta olmak üzere 3 periyottan oluştu.

5.5.2.1 Aeorobik Egzersiz Programı

Aeorobik egzersiz için şiddet karvonen yönteminde istirahat kalp hızı ölçülerek belirlenen hedef kalp hızı ile belirlendi (Karvonen, 1957). Aeorobik egzersize ilk 4 hafta olan başlangıç periyodunda %40-50 şiddet aralığında başlandı. İlerleme periyodunda haftalık hedef kalp hızının %5-10'u kadar artışlarla kademeli olarak arttırılarak %50-85 şiddet aralığında ilerlenerek egzersizlere devam edildi. Aeorobik egzersizin sürdürme periyodunda ise ilerleme periyodunda artışlarla elde edilen hedef kalp hızında (%50-85 şiddeti aralığında) egzersiz programı devam ettirildi (Bellavere ve ark., 2018, Colberg ve ark., 2016).

5.5.2.2 Kuvvetlendirme Egzersiz Programı

Kuvvetlendirme egzersiz programı, biseps, triseps, pektoralis grubu, kor kasları, kuadriseps, hamstring, trapezius, latissimus dorsi ve gluteal kas gruplarını, üst ve alt gövde kaslarını kapsayacak şekilde planlandı. Kuvvetlendirme egzersiz programı belirlenirken izokinetik sistem ile hastaların bir maksimum tekrar (1 MT) değerleri kaydedildi (Fernandez, 2001). Her bir hastanın 1 MT'nin %50-80'i arasında direnç

belirlenerek 8-10 tekrarlı setler oluşturuldu (Colberg ve ark., 2010b, Ranasinghe ve ark., 2018). Egzersizin yoğunluğu 1 tekrar 8 setten 3 sete kadar (1×8-3×8) arasında ve bireysel kapasiteye göre artacak biçimde düzenlendi. Set sayısının tamamlanmasının ardından ardından direnç arttırıldı. Vücut direnci, serbest ağırlıklar ve terebantlar direnç için kullanıldı (Ishiguro ve ark., 2016, Ranasinghe ve ark., 2018).

5.5.2.3 Denge Egzersiz Programı

Denge egzersiz programı tandem yürüyüşü, tek ayak üzerinde durma, sandalye üzerinde desteksiz kalkma, pilates topu üzerinde alt ve üst ekstremite kalistenik egzersizler, yıldız çizme, yana-ileri-geri adım alma gibi egzersizlerden oluştu (Kruse ve ark., 2010). Egzersizler gözler açık-kapalı, sert-yumuşak zeminlerde uygulanarak çeşitlendirildi.

5.5.2.4 Germe Egzersiz Programı

Germe egzersizleri alt, üst eksteremite ve gövde kas gruplarını içeren statik aktif germe programından oluşturuldu. Her germe pozisyonunda, kas 10-30 saniye aralığında değişen sürelerde 2-4 tekrarlı olarak belirlendi. Tekrarlar 15 saniyelik gevşeme süreleri ile ayrıldı (Colberg ve ark., 2016, Nelson ve ark., 2011).

5.5.3 Gruplar

5.5.3.1 Gözetimli Egzersiz Eğitim Grubu

Gözetimli egzersiz eğitim grubunda bulunan katılımcılar, İstanbul, Üsküdar Fatih Sultan Mehmet Hastanesi Diyabet ve Obezite Merkezinde haftada 3 toplam 12 hafta boyunca fizyoterapist gözetiminde grup egzersiz programıyla takip edildi. Katılımcıların her egzersiz seansından önce ve sonra rutin olarak kan basıncı, nabız ve glikoz ölçümleri alındı. Egzersiz seanslarının öncesi ısınma ve sonrasında soğuma egzersizleri uygulandı.

Aerobik egzersiz programı koşu bandı veya kondisyon bisikleti ile uygulandı. Bireylere karvonen metoduna göre belirlenen hedef nabızlarına ulaşmaları öğretildikten sonra cihazlara entegre nabız sensörleri ile takip etmeleri istendi. Kuvvetlendirme egzersiz programı terebant ve ağırlıklarla uygulandı. Denge egzersiz

programı egzersiz mati ve düz zemin üzerinde gözler açık ve kapalı pozisyonlarda uygulandı. Germe egzersizleri majör kas gruplarına yönelik ve ihtiyaçlarına yönelik germe programı olarak uygulandı.



Şekil 15: Gözetimli Grup Egzersiz Programı Aerobik Programı

5.5.3.2 Akıllı Telefon Mobil Uygulama Destekli Egzersiz Eğitim Grubu

Mobil uygulama destekli egzersiz eğitim grubunda bulunan her bir katılımcıya www.diabetexercise.com adresinden hesap açıldı. Katılımcıların akıllı telefonlarına uygun işletim sistemine yönelik Google play veya Apple Store'dan mobil aplikasyonlar indirildi. Bireylerin telefonlarına bireysel egzersiz programları tanımlandı. Aeorobik, kuvvetlendirme, denge ve germe egzersizlerinden oluşan eğitimin tek seanslık fizyoterapist tarafından bireysel uygulamalı eğitim şeklinde öğretildi. Yeni program bir kez indirildikten sonra internet bağlantısı gerektirmeden kullanılabildi. Katılımcılara akıllı telefonları aracılığıyla haftada 3 gün, 12 haftalık aerobik, kuvvetlendirme ve germe egzersiz eğitim programı belirlendi. Bileklik ile egzersiz katılımını değerlendirilebilmek amacıyla nabız ve hareket sensörleri referans aralıkları her hastaya özgü olarak ilk eğitim sırasında tanımlandı. Her katılımcıya 30-60 dakika sürecek şekilde egzersiz programları video yoluyla tanımlandı. Egzersiz süresince egzersizlerin doğru nabızda yapılabilirliğini sağlamak amacıyla gerektiğinde titreşim ve sesli uyaran yoluyla geribildirim verilmesi

sağlandı. Egzersiz programı süresince egzersizlerin doğru yapılabilmesi ve ihtiyaç halinde modifiye edilebilmesi için fizyoterapist tarafından akıllı telefon yoluyla hasta iletişimi sağlandı.

5.5.3.3 Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklik Destekli Egzersiz Eğitim Grubu

Giyilebilir teknoloji akıllı bileklik destekli egzersiz eğitim grubunda bulunan her bir katılımcıya www.diabetexercise.com adresinden hesap açıldı. Bu gruba bireysel egzersiz eğitim grubunun aldığı Aeorobik, Kuvvetlendirme ve Germe egzersizleri iki seanslık bireysel uygulamalı eğitim şeklinde öğretildi. Program kapsamında bu egzersizlere ek olarak giyilebilir teknoloji desteği ile planlanacak egzersizleri yapmaları istendi. Bu grupta kullanılacak akıllı bileklik Android Wear işletim sistemine sahip olup mobil cihazlardan bağımsız olarak çalışabilmektedir. 24 bileklik nabız kayıt, uyarı ve titreşim özelliklerine sahip bu cihaz ile hastaların sürekli kontrolü sağlandı ve hastalar ile olan etkileşim gerçek zamanlı devam ettirildi.

Hastanın giyilebilir teknoloji (akıllı bileklik) aracılığıyla haftada 3 gün, 12 haftalık aerobik, kuvvetlendirme ve germe egzersiz eğitim programına katılımları sağlandı. Bileklik ile egzersiz katılımını değerlendirmek amacıyla nabız ve hareket sensörleri referans aralıkları her hastaya özgü olarak ilk eğitim sırasında tanımlandı. Akıllı telefon ile aynı platformdan egzersizlerin seçimi sonrasında 30-60 dakika sürecek şekilde egzersiz programları video yoluyla her katılımcıya özel tanımlandı. Nabız verileri ve hareket sensörleri aracılığıyla hastanın egzersiz katılımları bilekliklerin data havuzlarında depolandı. Egzersiz süresince egzersizlerin doğru nabızda yapılabilirliğini sağlamak amacıyla gerektiğinde titreşim ve sesli uyaran yoluyla geribildirim verilmesi sağlandı. Egzersiz programı süresince egzersizlerin doğru yapılabilmesi ve ihtiyaç halinde modifiye edilebilmesi için fizyoterapist tarafından bileklik yoluyla hasta iletişimi sağlandı.

Akıllı Telefon	Akıllı Bileklik



Şekil 16: Akılı Telefon ve Akıllı Bileklik Ekran Görüntüleri Örneği

5.6 Maliyet Analizi Aşaması

Sağlık alanında, yeni uygulanan teknolojik ürünlerin sonuçlarının maliyet ve etkililik açısından değerlendirilmesi amacıyla birçok farklı metod uygulanmaktadır. Bu yöntemler

- Maliyet Minimizasyon Analizi
- Maliyet Fayda Analizi
- Maliyet Etkililik Analizi
- Maliyet Yararlanım Analizi (Višnjić ve ark., 2011).

Sağlık harcamalarına ayrılan bütçenin kısıtlı olduğu koşullarda elde edilen faydanın maksimum düzeyde tutulmasının hedeflenmesine, sağlıkta mobil uygulamalar gibi yeni kullanılan teknolojilerin karşılaştırılmasına olanak sağlaması sebebiyle çalışmamızda maliyet etkililik analizi kullanılmasına karar verilmiştir (Menon ve Stafinski, 2009).

Araştırmamızın son aşamasında maliyet analizi 2 boyutta incelenmiştir.

1-Maliyet Boyutu

2- Etkililik Boyutu

3- Maliyet Etkililik Boyutu

4- Bütçe Etkisi Boyutu

5.6.1 Maliyet Boyutu

Çalışmamızda bulunan 3 grubumuz için egzersiz tedavisi öncesi, sırası ve sonrası tüm uygulamaların maliyetlerinin analizinde Sosyal Güvenlik Kurumu Sağlık Uygulama Tebliği referans alınmıştır. Bu kapsamda çalışmamızda klinik aşamasında her katılımcıya muayene ücretleri, laboratuvar kan testleri, fizyoterapi seans ücretleri listelendi. Bu maliyetler belirlenirken, 2019 Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sosyal Güvenlik Uygulamaları Tebliği referans alınmıştır (https://khgmfinansalanalizdb.saglik.gov.tr/ Erişim tarihi: 10 Temmuz 2019) Elde edilen ücretlerin toplamı çalışmamıza dahil edilen her bir katılımcı için harcanan maliyet olarak belirlendi.

5.6.2 Etkililik Boyutu

Araştırmamızın etkililik boyutunu değerlendirmek amacıyla Kaliteye Ayarlanmış Yaşam Yılları (Quality Adjusted Life Years QALY) kullanıldı (Višnjić ve ark., 2011). QALY araştırmamızda bulunan 3 gruba ait bireylere uygulanan tedavi yöntemlerinin katılımcıların hayat kalitesine etkisini ölçmek amacıyla kullanıldı. Yaşam süresi ile hayat kalitesini birlikte sunan QALY sağlık ekonomisinde önemli bir göstergedir. QALY sonuçlarının yorumlanmasında "0" ölümü, "1" mükemmel sağlığı temsil etmektedir (Glick ve ark., 2014). QALY sonuçlarını elde etmek amacıyla çalışmamızda EuroQol 5D 3Y Sağlık Anketi kullanıldı.

5.6.2.1 EuroQol (EQ-5D-5L) Ölçeği

Ölçek, QALY değerlendirmesinde en sık kullanılan araçlardan biri olup 2 bölümden oluşmaktadır. Ölçeğin birinci bölümünde yer alan hareket, öz-bakım, olağan aktiviteler, ağrı / rahatsızlık, anksiyete/depresyon alt boyutları yer almaktadır. Ölçeğin ikinci bölümünde sağlık durumunun tespiti amaçlanmaktadır. Bu bölümde 0 ile 100 arasında değişen görsel analog skala bulunmaktadır. "0" en kötü sağlık durumunu temsil ederken "100" en iyi sağlık durumunu temsil etmektedir (Rabin ve Charro, 2001).

5.6.3 Maliyet Etkililik Boyutu

Araştırmamızda, yeni teknolojilerin tedavide maliyet etkililik boyutunu incelenmesi amacıyla tüm tedavi grupları için Incremental Cost Effectiveness Ratio (IMEO) hesaplandı (Burnham ve ark., 2017). Klinik araştırma aşamasında grupların egzersiz takipleri sonucunda QALY birim değişiminin maliyetlerinin ortalamasının belirlenmesidir (Gafni ve Birch, 2006). Maliyet etkililiğin gruplar arasında karşılaştırılmasında ise, teknoloji gruplarının maliyetinden gözetimli grup maliyetinin çıkarılması sonucu elde edilen tutarın QALY skorları arasındaki farka bölünmesiyle elde edildi. Ayrıca, tedavi seçeneklerinin maliyet etkililik oranları, kişi başına Türkiye Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) eşik değer olarak belirlendi. Elde edilen maliyet etkililik oranı; GSYH kişi başı değerinden düşük olması tedavi yöntemi maliyet etkililiği yüksek olarak yorumlandı. GSYH kişi başı değerinin 1-3 katı ise tedavi yöntemi maliyet etkili olarak yorumlanırken, GSYH kişi başı

değerinin 3 katından fazla ise maliyet etkili bir tedavi yöntemi olmadı olarak yorumlandı (Bülüç, 2018).

5.6.4 Bütçe Etkisi Boyutu

Bütçe etkisi boyutu analiz edilirken, tedavi seçeneklerinin maliyetlerinin Türkiye genelinde maliyet yükünün hesaplanması yöntemidir. UDF verileri doğrultusunda mevcut T2DM'li bireylerin sayısı belirlendi. Tüm gruplarda kişi başı maliyetlerle çarpılarak tedavi yöntemlerinin ülke genelinde ekonomik maliyetleri hesaplandı.

5.7 İSTATIKSEL ANALIZ

İçeriklerin belirlenmesi, kullanılabilirlik ve maliyet analizleri aşamalarında sonuçlar frekans analiziyle gerçekleştirildi. Analizler, IBM SPSS Statistics, sürüm 22.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, ABD) programında gerçekleştirildi.

Kullanılabilirlik ve EuroQol (EQ-5D-5L) ölçekleri analizinde her madde, Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak normallik dağılımları açısından test edildi. Gruplarda akıllı bileklik ve akıllı telefon kullanım sonuçlarının karşılaştırılmasında Student t testi kullanıldı. İstatistiksel olarak anlamlı olan kritik eşik değeri $p \leq 0.05$ olarak belirlendi.

Klinik araştırma sonuçlarının istatiksel analizinde, SAS 9.4 programı kullanıldı. Her 3 grup için, ölçüm ölçeği ile gösterilen ortalama ve standart sapmalar veya oranlar kullanılarak tüm çalışma değişkenleri bazında tanımlandı.

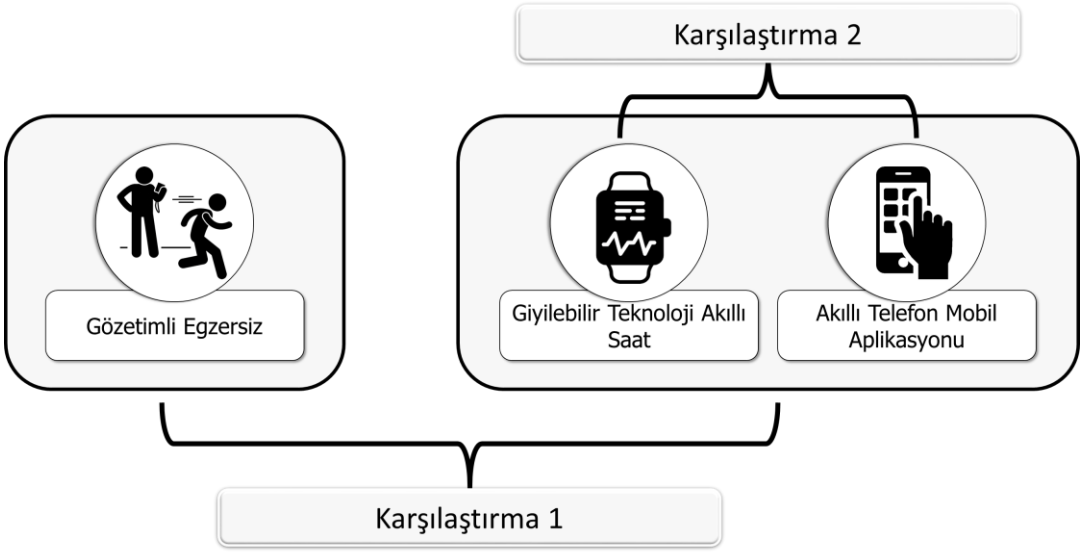
Birincil sonuç olan HbA1c sürekli data yapısına sahip olması nedeniyle grupların etkiniğinin incelenmesinde lineer regresyon ugulandı. Üç grupun karşılaştırılması iki aşamalı olarak gerçekleştirildi. Gözetimli egzersiz ile iki teknoloji grubu arasında; ve iki teknoloji grubu arasında gerçekleştirildi (Şekil 17).

Başlangıç ve müdahale sonrası değişim Eduardo ve arkadaşları tarafından önerilen (Estrada ve ark., 2018) bireysel değişiklik yöntemine göre değişimin bazal değerlere bölünmesiyle elde edildi. Regresyon parametreleri, değişikliği %95 güven aralığında uygulandı. Kayıp datalar iki şekilde ele alındı, "Hot Deck" ve "Last Carry Value İmputation" yöntemleri uygulandı (Allison, 2014).

HbA1c'de Minimal Klinik Değişimin %0.5 veya daha fazla bir azalmanın olduğu kabul edildiğinden (Lenters-Westra ve ark., 2014), ikili sonuç oluşturuldu ve gruplar eksik veriler hariç lojistik regresyon kullanılarak karşılaştırmalar yapıldı. Aynı analizler ikincil sonuç olan 6 DKYT için de yapılırken bu test için Minimal Klinik Değişim 25 metre olarak belirlendi (Gibbons ve ark., 2001).

Davranış anketlerinin analizinde anketlerin sonuçlarının ham puan olarak verildiği durumlarda aritmetik işlemler uygulanamadığından, bunlar gerçek ölçümler olamaması, sonuçların tutarlılığı gibi nedenlerle madde cevap teorisi altında yer alan yöntemlerden birisi olan "Rasch Analizi" modeli uygulandı. Her bir anketten elde edilen maddelerin analizinde grupların davranış üzerine etkilerinin analiz edilmesi amacıyla Generalized Estimating Equations (GEE) analizi uygulandı. Modelde güven aralığı (% 95 CI) olarak belirlendi (Bailar ve Hoaglin, 2012).

Grupların kas fonksiyonu ve fiziksel fonksiyonu üzerinde etkinliğinin değerlendirilmesinde lineer regresyon ve GEE analizleri kullanılmıştır. Kas fonksiyonu diz fleksiyonu ve ekstansiyon kuvveti, kavrama kuvveti, esneklik, kas kütlesi ve vücut yağ yüzdesi ile temsil edildi ve fiziksel fonksiyon denge ve solunum fonksiyonuyla (FEV1 ve FVC) temsil edildi. GEE analizinde minumum klinik değişim miktarı olarak bazal değerlendirmede standart sapmanın yarısı belirlendi.



Şekil 17: Grupların Karşılaştırılma Basamakları

6. BULGULAR

6.1 Egzersiz Platformunun İçeriğinin ve Özelliğinin Belirlenmesi

6.1.1 Egzersiz Platformunun İçeriğinin Belirlenmesi

Modifiye Delphi sürecinde literatür taraması ve biçimlendirme basamağında fiziksel aktivite seviyesi ve diyabet ile ilgili literatür taraması ile ortaya çıkan faktörler tanımlandı ve tanımlanmış her bir unsur ICF çerçevesindeki alanlarda sınıflandırıldı. Vücut işlevi ve yapı bileşeninde 7, faaliyet ve katılım bileşeninde 9, çevresel faktör bileşeninde 4 olmak üzere toplam 20 alan, diyabet ve egzersiz ile ilişkili olarak belirlendi. İlk panelde diyabet ve fiziksel aktivite alanında uzman olan toplam 11 fizyoterapist (Grup I) yer aldı. Fizyoterapistlere ait bilgiler Tablo 2'de gösterildi ICF'nin 20 alanında yaklaşık on bir katılımcı tarafından platformun içeriğine yönelik için toplam 63 fikir üretildi. Üretilen fikirler üç kategoride toplandı:

1) Egzersiz tipi ve tasarımı (23 fikir)

2) Eğitim (35 fikir)

3) Yardımcı içerik (5 fikir).

Delphi'nin ikinci panelinde, egzersiz türü ve tasarım kümesinde 11 fikir, eğitimde 28 fikir yardımcı içerik kümesinde 2 fikir için fikir birliğine varıldı. Son üçüncü panelde, uzmanlar platform içeriği için egzersiz türü ve tasarım kümesinde 1, eğitimde 3 ve yardımcı içerik kümesinde 1 fikirde daha anlaştılar. Tablo 2'de, katılımcıların ürettiği tüm fikirleri gösterildi.

Tablo 2: Grup I Katılımcılarının Demografik Özellikleri

Katılımcılar (n=11)	**N / %**
Yaş Ort (SS) (yıl)	35,7 (6,1)
Çalışma Tecrübesi (SS) (yıl)	12,7 (6,7)
Cinsiyet	
Kadın	7 (63,6)
Erkek	4 (36,4)
Eğitim	
Doktora	6 (54,5)
Yüksek Lisans	5 (45,5)

6.1.2 Egzersiz Platformunun Özelliğinin Belirlenmesi

Bu panelde, 10 katılımcıya (Grup 2) ait bilgiler Tablo 3'de gösterildi. T2DM'li hasta için uygulamanın kullanılabilirliğini geliştirmek amacıyla uygulama özelliği için 25 fikir üretti. İkinci turda 6 fikir için fikir birliği vardı. Son turda, 4 fikir için fikir birliğine vardık. Toplamda, bu aşamada 10 maddeye ilişkin fikir birliği vardı. Üretilen tüm fikirler Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 3: Grup II Katılımcılarının Demografik Özellikleri

Katılımcılar (n=10)	**N / %**
Yaş (yıl) Ort (SS) / N	42,4 (9,7)
Meslek	
Fizyoterapist	2 (20)
T2DM	2 (20)
Endokrinolojist	1 (10)
Halk Sağlığı Uzmanı	1 (10)
Aile hekimi	1 (10)
Diyetisyen	1 (10)
Hemşire	1 (10)
Yazılım Uzmanı	1 (10)

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Tablo 4: Delphi I Sürecinde Elde Edilen Öneriler

Egzersiz türü ve tasarım			Eğitim			Yardımcı içerik		
Panel 1	anel 2	anel 3	Panel 1	anel 2	anel 3	Panel 1	anel 2	anel 3
1. Kuvvetlendirme	100		1. Ayak ve yumuşak doku bakımı	100		1. Kişisel kayıt formu	100	
2. Koordinasyon	100		2. Egzersiz hedefi	100		2. Her egzersiz için MET hesabı	72,7	100
3. Nöral adaptasyon eğitimi	36,4	36,4	3. İlaç kullanımı ile birlikte egzersiz	81,8		3. Nabız monitörizasyonu	81,8	
4. Sinir mobilizasyonu	54,5	45,5	4. T2DM ve egzersiz	100		4. Oksijen saturasyonu	54,5	54,5
5. Yumuşak doku egzersizleri	54,5	54,5	5. Egzersiz zamanlaması	100		5. Motion capture sistemle egzersizin uygunluğunun tesbiti	36,4	27,3
6 Germe	100		6. Egzersizin planlanması	100				
7. Denge	100		7. Güvenli günlük yaşam aktivite eğitimi	54,5	72,7			
8. Koordinasyon	100		8. Beslenme	54,5	54,5			
9. Solunum egzersizleri	54,5	54,5	9. Görsel eğitim	36,4	36,4			
10. Kegel egzersizleri	54,5	63,7	10. Motor planlama	36,4	27,3			
11. Eklem hareket açıklığı egzersizleri	63,7	63,7	11. Egzersiz ilaç etkileşimi	90,9				
12. Aerobik egzersizleri	100		12. İzlem eğitimi	54,5	81,8			
13. Yürüme	100		13. Pedometre	72,7	90,9			
14. Desensitizasyon	36,4	36,4	14. Treadmill eğitimi	54,5	54,5			
15. Mobilizasyon	100		15. Ortez eğitimi	81,8				
16. Günlük yaşam aktiviteleri egzersizleri	63,6	72,7	17. Ayak bakımı	100				
17. Fonksiyonel eğitim egzersizleri	72,7	72,7	18. Cilt bakımı	81,8				
18. Postür egzersizleri	81,8		19. Ayakkabı seçimi ve özellikleri	100				
19. Propriosepsiyon	72,7	90,9	20. T2DM'e yönelik yayınlar	100				
20. Yürüme eğitimi	100		21. Egzersizin özellikleri	100				
21. Nordik yürüyüşü	100		22. Egzersizin bölümleri	100				
22. Skar doku mobilizasyonu	63,6	63,6	23. Egzersiz takip çizelgesi	100				
23. Motivasyonel stratejiler	54,5	54,5	24. Klinisyen hasta iletişimi	72,7	81,8			
			25. İş uğraşı terapist bilgilendirmesi	81,8				
			26. Aktivite düzeyi arttırma örnekleri	90,9				
			27. Fiziksel aktivite düzeyi günlük raporu	90,9				
			28. Ev içi fiziksel aktivite arttırmaya yönelik eğitim	90,9				
			29. Sosyal etkileşim	100				
			30. Fiziksel aktiviteye yönelik hobi ve rutinler	100				
			31. T2DM yararlı linkler	100				
			32. İçeriğin güncellenmesi	100				
			32. Bakım verenlere yönelik eğitim	100				
			33. Aile eğitimi	100				
			33. Sağlık sistemi eğitimi	100				
			34. Diyabete yönelik sivil toplum kuruluşları ile ilgili bilgilendirme	90,9				
			35. Egzersiz öncesi data girişi	90,9				

Tablo 5: Delphi II Sürecinde Elde Edilen Öneriler

Panel 1	Panel 2	Panel 3
1. Egzersizler yalnızca video olarak sunulsun	%60	%60
2. Egzersizler yalnızca sesli video olarak sunulsun	%70	%70
3. Egzersizler yalnızca video ve açıklamaları ile birlikte sunulsun	%90	√
4. Egzersizler yalnızca ses olarak sunulsun	%10	%10
5. Egzersizler yalnızca resim ve açıklama olarak sunulsun	%30	%30
6. Egzersizler yalnızca metin olarak sunulsun	%10	%10
7. Egzersizler yalnızca kısa video olarak sunulsun	%30	%30
8. Egzersiz performansları grafik olarak sunulsun	%100	√
9. Egzersizler yalnızca GIF video olarak sunulsun	%40	%40
10. Egzersizlerin zamanları bildirim yoluyla iletilsin	%100	√
11. Egzersiz platformu kullanıcılar arasında iletişime izin versin	%10	%20
12. Girilen değerler hasta için uygun olmaması durumunda egzersizlerin başlamak için uygun olmadığı bildirimi sunulsun	%100	√
13. Egzersizler kişisel sunulsun	%100	√
14. Bazı egzersiz programları, belirli koşullar için ayarlanmalı	%40	%30
15. Klinisyen ekstra bildirim iletebilsin	%70	%100
16. Hastalar bildirimlerin zamanlamasını düzenleyebilsin	%80	%100
17. Hastalar diğer katılımcıların egzersiz performansına ulaşabilmeli	%10	%10
18. Sadece hastalar klinisyene mesaj atabilmeli	%50	%30
19. Sadece klinisyenler hastalara mesaj atabilmeli	%30	%40
20. Klinisyenler ve hastalar birbirlerine mesaj atabilmeli	%70	%100
21. Katılımcılar birbirlerine mesaj atabilmeli	%20	%40
22. Katılımcılar birbirlerinin datalarını görebilmeli	%10	%10
23. Egzersizler, tüm tekrarları içeren bir videoda sunulmalı	%60	%60
24. Klinisyen tarafından tanımlanan programın parametreleri video altında görülmeli	%100	√
25. Pedometre ile elde edilen veriler görselleştirilmeli	%70	%100

2. Panelde > %80 uyum
3. Panelde > %80 uyum
< %80 uyum

* 2. panelde %80 ve üzeri uyum sağlanan fikirler 3. panelde sunulmamıştır.

6.2 Egzersiz Platformunun Kullanılabilirliklerinin Belirlenmesi

Katılımcıların ve uzmanların özellikleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Yalnızca katılımcılar için yaş, eğitim ve tanı değişkenleri ortalama ve SS olarak gösterilmiştir. Cevap kategorilerinin sıralı ölçek özelliğine sahip olduğu için kişi puanlarının ortalaması gerçek bir değer ifade etmemesi nedeniyle, SKÖ'taki 10 maddeden her birinin ortanca değerleri Tablo 6'da gösterilmektedir. DIABETEX egzersiz platformu akıllı telefonda kullanımı sonuçları SKÖ toplam puan (SS), T2DM grubu için 88,75 (9,34), ve fizyoterapistlerden oluşan grupta 86,75 (8,68) olarak belirlendi. Akıllı bileklikte kullanımlarında ise T2DM için ortalama toplam (SS) puanı 87,87 (7,56), fizyoterapistlerden oluşan grupta ise 82,35 (6,59) idi. Şekil 18, tüm katılımcılar için her bir maddenin ortalama puanlarının grafiksel gösterimini göstermektedir.

Akıllı telefon ve akıllı bileklik kullanımlarının karşılaştırılmasında ise T2DM grubunda üç madde için istatistiksel olarak anlamlıyken, fizyoterapistler için anlamlılık testi yalnızca bir maddede görülmüştür. Katılımcılar için 3 ve 4 istatistiksel olarak farklı iken, 10 numaralı madde hem katılımcı hem de uzman grupları için istatiksel olarak farklı bulunmuştur.

Tablo 6: Kullanılabilirlik Analizi Katılımcılarının Demografik Özellikleri

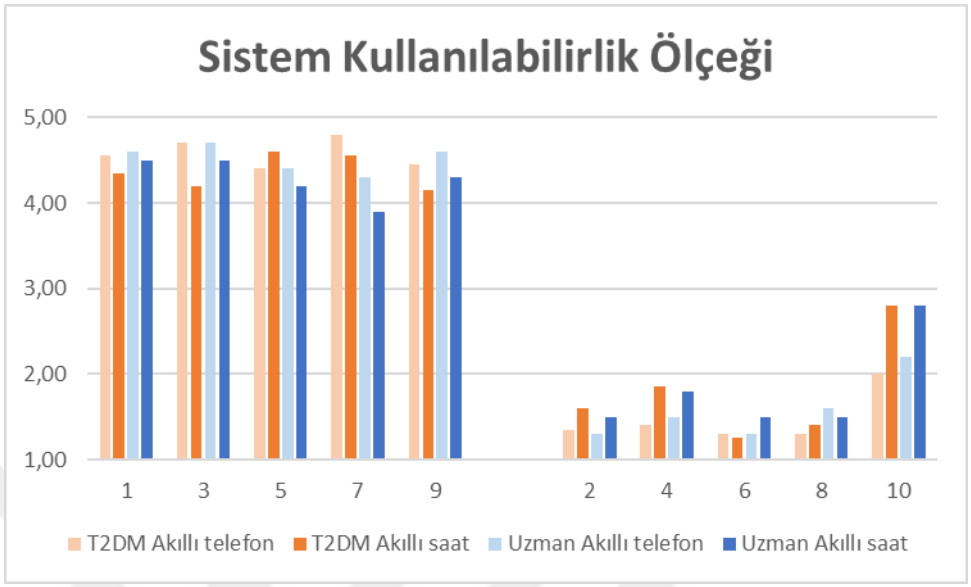
T2DM Katılımcılar	**Akıllı Telefon Ort (SS) / N**	**Akıllı Bileklik Ort (SS) / N**
Yaş (yıl)	46,1 (8,9)	46,1 (8,8)
Tanı (yıl)	9,5 (3,1)	9,9 (2,8)
Eğitim		
Lisansüstü	2	2
Lisans	7	8
Ortaöğretim	6	5
İlköğretim	5	5
Mobil cihaz (İşletim istem)		
Android	12	20
IOS	8	-
Uzman Katılımcılar		
Yaş (yıl)	37,3 (12,3)	38,9 (12,1)
Eğitim		
Doktora	6	6

Yüksek Lisans	4	4
Mobil cihaz (İşletim istem)		
Android	7	10
iOS	3	-

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Tablo 7: SKÖ Sonuçları

Grup / SKÖ anketi Sonuçları	T2DM			Uzman		
	Akıllı Telefon (Ortanca)	Akıllı Bileklik (Ortanca)	p *	Akıllı Telefon (Ortanca)	Akıllı Bileklik (Ortanca)	p *
SKÖ Maddeleri (Yüksek skor yüksek kullanabilirliği temsil eder)						
Bu app sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum (MADDE 1)	5	5	0,31	5	5	0,36
App kolay kullanıldığını düşündüm. (MADDE 3)	5	4	0,01*	5	5	0,56
App çeşitli fonksiyonları iyi entegre olmuş biçimde buldum. (MADDE 5)	5	5	0,08	4	4	0,2
Birçok insanın bu app hızlı bir şekilde kullanabileceğini düşünüyorum. (MADDE. 7)	5	5	0,10	4	4	0,57
App kullanırken kendimden emindim. (MADDE 9)	5	4	0,19	5	4	0,07
SKÖ Maddeleri (Düşük skor yüksek kullanabilirliği temsil eder)						
App gereksiz bir şekilde karmaşık buldum. (MADDE. 2)	1	1	0,06	1	1	0,29
Bu app kullanabilmek için teknik bir kişinin desteğine ihtiyacım olabileceğini düşünüyorum (MADDE. 4)	1	2	0,01*	1	1	0,71
App fazla tutarsızlık olduğunu düşündüm. (MADDE. 6)	1	1	0,44	1	1	0,56
App kullanımı çok hantal buldum. (MADDE. 8)	1	1	0,18	1	1	0,63
App giriş yapmadan önce birçok şey öğrenmem gerekti. (MADDE. 10)	2	3	0,01*	2	3	0,03*
Toplam skor (ortalama)	**88,75**	**87,87**	**0,21**	**86,75**	**82,35**	**0,27**



Şekil 18: SKÖ Ölçeği Sonuçları

6.3 Klinik Araştırma Aşaması

Çalışmamıza dahil edilen katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 8'de sunuldu. Tablo 9, yüzde değişim puanlarını, her grupta klinik olarak anlamlı bir fark elde edenlerin oranını, gözetimli ve teknoloji grupları karşılaştırması; akıllı telefon mobil uygulama grupları ile giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerde birincil sonuçlar olan, Hba1c ve 6DYT'nin tahmin analizlerini göstermektedir. Hba1c için, gözetimli grupta (-0.9) ve teknoloji grubunda (-0.5) gözlenen değişiklik klinik olarak anlamlıydı (≥%0.5). Gözetimli (% 46) ve teknoloji grupları (%43). arasında klinik olarak anlamlı fark elde eden bireylerin oranı benzerdi HbA1c'de denetimli ve teknoloji grupları arasında fark yoktu (OR = 0,87 95% CI:0,34-2,28). Gözetimli grup, gözetimli ve teknoloji gruplarının karşıtlaştırılmasında referans gruptur. Giyilebilir teknoloji akıllı bileklik ve akıllı bileklik mobil uygulama grupları arasındaki değişim aynıydı (-0,5). Klinik olarak anlamlı bir giyilebilir giyilebilir teknoloji (%48) akıllı grubuna ulaşan kişilerin oranı, akıllı telefon mobil uygulama grubundan (%38) daha yüksekti. Bununla birlikte, bu iki grup arasında klinik olarak anlamlı bir farkın elde edilme tahmininde bir fark yoktu (OR = 0.65 %95 CI:0.21-2.03). Akıllı telefon-Akıllı bileklik karşılaştırılmasında akıllı telefon referans gruptur.

6DYT ortalama değişim için, gözetimli grupta (58.9m) ve teknoloji grubunda (50.2m) gözlenen değişiklik klinik olarak anlamlıydı (>27,37m). Gözetimli (%46) ve teknoloji (% 43) grupları arasında klinik olarak anlamlı bir fark elde edenlerin oranı benzerdi. 6DYT'de gözetimli ve teknoloji grupları arasında fark yoktu (OR=1,02% 95 CI: 0,38-2,70).

Giyilebilir teknoloji akıllı bileklik ve akıllı telefon mobil uygulama grupları arasındaki değişim aynıydı (>27,37m). Klinik açıdan anlamlı mobil uygulama (%48) elde edenlerin oranı akıllı bileklik grubundan (%38) daha yüksekti. Ancak, bu iki grup arasında klinik olarak anlamlı bir farkın elde edilme tahmininde bir fark yoktu (OR = 1.35 % 95 CI: 0.43-4.24).

Tablo 8: Katılımcıların Demografik Özellikleri

	Gözetimli	Akıllı Telefon	Akıllı Bileklik
	Ort (SS)	Ort (SS)	Ort (SS)
Karakteristik			
Yaş (yıl)	51,8 (8,0)	51,6 (7,8)	51,4 (8,1)
Ağırlık (kg)	91,6 (17,0)	89,5 (19,1)	90,4 (18,9)
Boy (cm)	164,1 (9,6)	164,6 (8,8)	165,4 (9,1)
BKİ (kg/m²)	33,2 (6,9)	33 (6,2)	32,1 (6,3)
Kolestrol (mg/dl)	216,9 (39,2)	214,6 (40,1)	229,6 (43,6)
LDL (mg/dl)	173,9 (98,4)	143,7 (61,5)	159,4 (77,6)
HDL (mg/dl)	44,8 (12,1)	43,9 (11,1)	47,2
Diz fleksiyon kuvveti sağ (Nm)	47,7 (20,1)	47,1 (24,8)	46,1 (22,2)
Diz fleksiyon kuvveti sol (Nm)	46,3 (19,2)	43,1 (20,3)	43,7 (19,9)
Diz ekstansiyon kuvveti sağ (Nm)	110,5 (44,3)	107,7 (45,4)	104,9 (43,7)
Diz ekstansiyon kuvveti sol (Nm)	118,1 (51,8)	118,9 (47,9)	111,4 (49,1)
Kavrama kuvveti sağ (kg)	55,9 (24,2)	55,5 (23,7)	54,3 (23,1)
Kavrama kuvveti sol(kg)	54,2 (26,6)	53,4 (21,9)	52,9 (21,2)
Esneklik (cm)	-7,96	-2,98	-2,21
Kas dokusu (%)	56,6 (10,1)	56,2 (10,9)	54,1 (10,5)
Yağ dokusu (%)	34,3 (11,6)	31,1 (14,8)	29,5 (14,1)
Denge (deg/s)	0,67 (0,16)	0,69 (0,14)	0,72 (0,16)
FVC (L)	3,12 (0,8)	3,16 (0,8)	3,2 (0,8)
FEV1(L)	2,6 (0,7)	2,7 (0,7)	2,7 (0,7)
6DYT (m)	421,9 (75,4)	448,0 (76,1)	436,1 (74,7)
Doğrulayıcı Sonuç			
Hba1c (%)	7,4 (1,7)	7,6 (1,6)	7,6 (1,9)

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Tablo 9: HbA1c Değerlerinin Gruplarda Karşılaştırılması

Gözetimli-Teknoloji	**Gözetimli [n=28]**	**Teknoloji [n=56]**	**Tahmin Analizi**
Hba1c (%)	Ort (SS)	Ort (SS)	(CI)
1. değerlendirme	7.4 (1.7)	7.6 (1.7)	
Takip (12 hafta)	6.5 (0.7) [26]	7.1 (1.5) [49]	
Ortalama değişim	-0.9 (0.9)	-0.5 (1.4)	
%Değişim	-0.08 (0.08) [26]	-0.05 (0.13) [49]	0.02 (-0.03 ile 0.08)
%Değişim (LVCF/B)	-0.07 (0.08) [28]	-0.05 (0.13) [56]	0.03 (-0.03 ile -0.08)
% Değişim (HD)	-0.09 (0.13) [28]	-0.06 (0.13) [56]	0.03 (-0.02 ile -0.09)
Değişim≥0.5% (n/%)	12 (46%) [26]	21 (43%) [49]	*0.87 (0.34 ile 2.28)
Telefon ve Bileklik	**Akıllı Telefon [n=28]**	**Akıllı Bileklik [n=28]**	**Tahmin Analizi**
Hba1c (%)	Ort (SS)	Ort (SS)	(CI)
1. değerlendirme	7.6 (1.6)	7.6 (1.9)	
Takip (12 hafta)	7.0 (1.0) [25]	7.1 (1.9) [24]	
Ortalama değişim	-0.5 (0.08)	-0.5 (0.08)	
% Değişim	0.06 (0.08) [25]	0.05 (0.17) [24]	0.01 (-0.07 ile 0.09)
%Değişim (LVCF/B)	0.05 (0.07) [28]	0.03 (0.16) [28]	0.01 (-0.06 ile 0.07)
%Değişim (HD)	0.06 (0.09) [28]	0.05 (0.17) [28]	0.02 (-0.05 ile 0.09)
Değişim≥0.5% (n/%)	12 (48%) [26]	9 (38%) [49]	*0.65 (0.21 ile 2.03)

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma *:OO

Tablo 10: 6DYT Sonuçlarının Gruplarda Karşılaştırılması

Gözetimli-Teknoloji	**Gözetimli [n=28]**	**Teknoloji [n=56]**	**Tahmin Analizi**
6DYT (m)	Ort (SS)	Ort (SS)	(CI)
1. değerlendirme	421.9m (75.4)	442.0m (65.9)	
Takip (12 hafta)	475.7m (78.3) [28]	487.3m (63.4) [49]	
Ortalama değişim	58.9m (50.4)	50.2m (63.4)	
% Değişim	0.15 (0.14) [26]	0.12 (0.13) [49]	-0.03 (-0.10 ile 0.05)
% Değişim (LVCF/B)	0.15 (0.14) [28]	0.11 (0.16) [56]	-0.03 (-0.10 ile 0.04)
% Değişim (HD)	0.14 (0.14) [28]	0.11 (0.16) [56]	-0.03 (-0.10 ile 0.04)
Değişim ≥ 27,37m	12 (46%) [26]	21 (43%) [49]	*1.02 (0.38 ile 2.70)
Telefon ve Bileklik	**Akıllı Telefon [n=28]**	**Akıllı Bileklik [n=28]**	**Tahmin Analizi**
6 DYT (m)	Ort (SS)	Ort (SS)	**(**CI**)**
1. değerlendirme	448.0m (76.1)	436.1m (74.7)	
Takip (12 hafta)	492.2m (91.8) [25]	482.8m (74.4) [24]	
Ortalama değişim	50.0m (75.2)	50.4m (51.8)	
% Değişim	0.12 (0.19) [25]	0.12 (0.13) [24]	0.02 (-0.07 ile 0.11)
% Değişim (LVCF/B)	0.11 (0.18) [28]	0.12 (0.13) [28]	0.02 (-0.03 ile 0.08)
% Değişim (HD)	0.11 (0.19) [28]	0.12 (0.13) [28]	0.03 (-0.03 ile 0.10
Değişim ≥ 27,37m	12 (48%) [26]	9 (38%) [49]	*1.35 (0.43 ile 4.24)

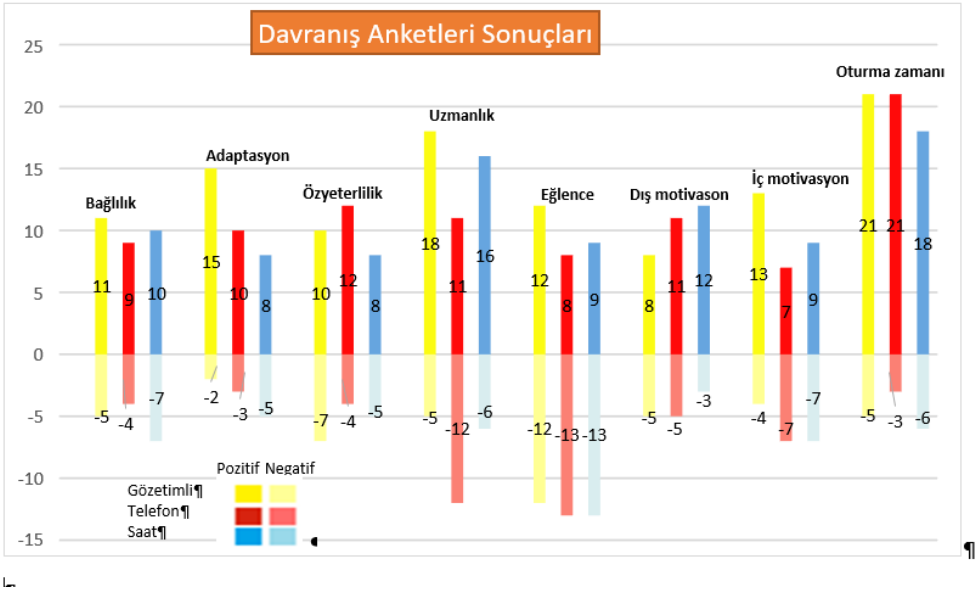
Ort: Ortalama SS: Standart Sapma *:OO

Tablo 11: Gruplarda Kas ve Fiziksel Fonksiyonların Karşılaştırılması

	Net değişim [n= (>1/2 SS)]		
Gözetimli ve Teknoloji	**Gözetimli [n=28]**	**Teknoloji [n=56]**	**GEE Tahmin Analizi (CI)**
Kas Fonksiyonu			
Diz fleksiyon kuvveti sağ (Nm)	8.8 [16]	9.4 [26]	
Diz fleksiyon kuvveti sol (Nm)	6.9 [14]	7.8 [26]	
Diz ekstansiyon kuvveti sağ (Nm)	23.8 [14]	29.8 [29]	
Diz ekstansiyon kuvveti sol (Nm)	22.9 [10]	20.1 [13]	0.79 (0.56 ile 1.12)
Kavrama kuvveti sağ (kg)	13.5 [23]	12.9 [41]	
Kavrama kuvveti sol(kg)	14.9 [24]	11.9 [39]	
Esneklik (cm)	6.0 [12]	2.5 [18]	
Kas dokusu (%)	2.1 [8]	1.6 [10]	
Yağ dokusu (%)	-0.8 [6]	-0.4 [2]	
Fiziksel Fonksiyon			
Denge (deg/s)	-0.2 [16]	-0.3 [39]	
FEV1 (L)	0.3 [10]	0.2 [11]	1.31 (0.37 ile 4.66)
FVC (L)	0.1 [4]	0.1 [10]	
Telefon ve Bileklik	**Akıllı Telefon [n=28]**	**Akıllı Bileklik [n=28]**	**GEE Tahmin Analizi (CI)**
Kas Fonksiyonu			
Diz fleksiyon kuvveti sağ (Nm)	10.9 [15]	8.1 [11]	
Diz fleksiyon kuvveti sol (Nm)	7.3 [9]	9.3 [13]	
Diz ekstansiyon kuvveti sağ (Nm)	26.9 [20]	30.1 [19]	
Diz ekstansiyon kuvveti sol (Nm)	13.0 [12]	20.4 [16]	0.83 (0.55 ile 1.24)
Kavrama kuvveti sağ (kg)	11.7 [20]	14.5 [21]	
Kavrama kuvveti sol(kg)	10.8 [19]	12.8 [20]	
Esneklik (cm)	4.0 [10]	1.2 [7]	
Kas dokusu (%)	1.1 [4]	2.9 [6]	
Yağ dokusu (%)	-0.6 [11]	-0.2 [10]	
Fiziksel Fonksiyon			
Denge (deg/s)	-0.2 [17]	-0.3 [22]	
FEV1 (L)	0.1 [4]	0.3 [9]	1.50 (0.37 ile 6.10)
FVC (L)	0.1 [1]	0.2 [1]	

Davranış anketlerinin teknoloji grubundaki genel olumlu davranış değişikliğini gözetimli grupla karşılaştırılmasında Odds Oranı (OO) 0.65 (0.40-1.04) idi. Ek olarak, teknoloji gruplarndaki OO, akıllı telefonu uygulaması lehine 1.06 (-0.05-0.58) idi. Davranış sonuçlarındaki değişiklikler, Şekil 19'da gösterilmektedir.

Tablo 11, kas fonksiyonu ve fiziksel fonksiyon için kullanılan değişkenlerin listesini, ortalama değişimi, >1/2 SD anlamlılık düzeyi ve üzerinde olan kişilerin sayısını ve grup karşılaştırmalarını göstermektedir. Gözetimli grup kas fonksiyonunda daha iyi iyileşme gösterdi (OR: 0.79 %95 CI: 0.56 ile 1.12). Diğer taraftan, teknoloji grubu fiziksel işlev için üstün sonuçlar göstermiştir (OO:1.31% 95 CI:0.37 ile 4.66). Teknoloji gruplarının karşılaştırılmasında kas fonksiyonu akıllı telefon grubunda akıllı bileklik grubundan daha iyi gelişti (OO: 0,83% 95 CI: 0,55 ile 1,24). Bununla birlikte, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubu akıllı telefon grubundan daha yüksek fiziksel fonksiyon gösterdi (OO: 1,50% 95 CI: 0,37 ile 6,10).



Şekil 19: Gruplarda Davranış Sonuçlarının Poztitif ve Negatif Değişimleri

6.4 Tip 2 Diyabette Geliştirilen Mobil Sağlık Uygulamasının Maliyet Analizi Aşaması

6.4.1 Maliyet Boyutu

Araştırmamızda bulunan 3 grubumuzda bulunan her bir katılımcı için hesaplanan maliyetler ve toplamlar Tablo 12'de gösterildi. Standart gözetimli grubun kişi başı maliyeti 2066 TL tutarındayken, akıllı telefon mobil uygulama grubu 1142 TL, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubu 1248 TL olarak hesaplandı.

Tablo 12: Klinik Araştırma Aşamasında Yapılan Değerlendirmelerin Bireysel Maliyetleri Tablosu

	Brim Maliyetler	Standart Gözetimli Grup	Akıllı Telefon Mobil Uygulama Grubu	Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklik Grubu
Glikolize hemoglobin (Hb A1C), HPLC yöntemi ile	24	48	48	48
HDL kolesterol	2	4	4	4
LDL kolesterol	4	8	8	8
Trigliserid	2	4	4	4
Egzersiz testi (6 dakika)	33	66	66	66
Eforlu solunum testi	35	70	70	70
Nöromusküler testler yapma (Balans Master)	50	100	100	100
Vücut Kompozisyonu Analizi yapma (bioemepedans yöntemi veya skinfold ile)	50	100	100	100
Eklem hareket açıklığı ve esneklik ölçümü yapma	40	80	80	80
İzotonik/izometrik kuvvet ölçümü yapma (izokinetik kas testi)	50	100	100	100
Obezite, diyabet, HT, koroner arter hastalığı, dislipidemi, depresyon gibi kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için egzersiz programı düzenleme ve gösterme	100	300	300	300
Ev programı/aile eğitimi	13	0	156	156
Kas güçlendirme egzersizleri uygulama	35	35	35	70
Yürüme egzersizleri	20	20	20	40
Gevşeme egzersizleri	22	22	22	44
Denge/koordinasyon eğitimi	22	22	22	44
Germe egzersizi	7	7	7	14
Kronik Hastalıklarda egzersiz tedavisi uygulama	30	1.080	0	0
Toplam Maliyet		**2066**	**1142**	**1248**

Tüm maliyetleri TL olarak hesaplandı.

6.4.2 Etkililik Boyutu

Çalışmamızın maliyet analizinde etkilik boyutunu ölçmek amacıyla QALY kullanıldı. QALY değerini elde etmek amacıyla kullanılan EuroQol (EQ-5D-5L) ölçeğinden elde edilen skorlar kullanıldı. QALY skorlarını elde etmek amacıyla Türkiye'ye ait hayat kalitesi normal referans değerleri olmadığı için Almanya'ya ait referans değerleri kullanıldı (Bülüç, 2018). QALY değerleri, gözetimli egzersiz grubunda 0,7590 tedavi sonrası 0,8688; akıllı telefon mobil uygulama grubunda tedavi öncesi 0,7497 tedavi sonrası 0,8666, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda tedavi öncesi 0,7569 tedavi sonrasında 0,8672 olarak hesaplandı. Gruplarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası elde edilen QALY değerleri Tablo 13'de gösterildi. EuroQol (EQ-5D-5L) ölçeğinde 1. bölümde yer alan sorulardan elde edilen ortanca değerler ve 2. bölüme ait sağlık durumu ortalaması Tablo 14'de gösterildi.

Tablo 13: Gruplarda Tedavi Öncesi ve Sonrası QALY Skoru

		TEDAVİ ÖNCESİ		TEDAVİ SONRASI	
GRUPLAR	N	ORT	SS	ORT	SS
Gözetimli Egzersiz	28	0,7590	0,2331	0,8688	0,1034
Akıllı Telefon Mobil Uygulama	28	0,7497	0,2246	0,8660	0,1276
Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklik	28	0,7569	0,2176	0,8672	0,1324
Toplam	84	0,7552	0,2225	0,8676	0,1203

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

Tablo 14: Gruplarda Tedavi Öncesi ve Sonrası EuroQol (EQ-5D-5L) Ortanca Skorlari

	TEDAVİ ÖNCESİ						TEDAVİ SONRASI				
GRUP	**Hareket**	**Öz Bakım1**	**Olağan Aktiviteler**	**Ağrı Rahatsızlık**	**Anksiyete Depresyon**	**Sağlık Durumu (Ortalama)**	**Hareket**	**Olağan Aktiviteler**	**Ağrı Rahatsızlık**	**Anksiyete Depresyon**	**Sağlık Durumu (Ortalama)**
Gözetimli	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	51,03	1,00	2,00	2,00	1,00	66,16
Akıllı Telefon	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	57,28	1,00	1,00	2,00	1,00	69,44
Akıllı bileklik	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	53,97	2,00	2,00	2,00	1,00	67,72

6.4.3 Maliyet Etkilik Boyutu

QALY değerleri değişimleri, gözetimli egzersiz grubunda .0,1098, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 0,1169, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 0,1103 olarak hesaplandı. Maliyet etkilik boyutunda gözetimli egzersiz grubunda QALY başına 18.816,03 TL; mobil uygulama grubunda 10.355.58 TL, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 11.314,60 TL olarak hesaplandı. 2018 yılı TÜİK verisine göre GSYH 45.463 TL olarak belirlendi. Bu durumda 3 tedavi yöntemi de yüksek maliyet etkili olarak saptandı. Grupların karşılaştırılmasında akıllı telefon mobil uygulama grubu maliyet ekililik oranı en yüksek egzersiz tedavisi seçeneği olarak belirlenirken gözetimli egzersiz tedavi seçeneği maliyet etkilik oranı gruplar içinde en düşük grup olarak belirlendi.

6.4.4 Bütçe Etkisi Boyutu

UDF verilerine göre mevcut T2DM'li birey sayısı Türkiye'de 6.694.400 olarak verilmiştir (https://www.idf.org/ Erişim tarihi: 10 Temmuz 2019). Türkiye 2019 yılında bütçesinden sağlığa 156.900.000 TL kaynak ayrıldığı belirtilmiştir (https://khgmfinansalanalizdb.saglik.gov.tr/ Erişim tarihi: 10 Temmuz 2019). Bu kapsamda gözetimli egzersiz tedavisinin toplam sağlık bütçesindeki oranı, %8,15, akıllı telefon mobil uygulama destekli egzersiz tedavisi oranı %4,87, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik destekli egzersiz tedavisi oranı %5,32 olarak saptandı.

Tablo 15: Bütçe Etkisi Boyutu Bulguları

	Standart Gözetimli Grup	**Akıllı Telefon Mobil Uygulama Grubu**	**Giyilebilir Teknoloji Akıllı Bileklik Grubu**
Maliyet (TL)	2.066	1.142,00	1.248,00
Toplam Maliyet (TL)	13.830.630,40	7.645.004,80	8.354.611,20
Toplam Sağlık Harcamalarındaki Pay (%)	8,15	4,87	5,32

7 TARTIŞMA VE SONUÇ

6.2 İçeriklerin Geliştirilmesi

DIABETEX mobil egzersiz platformu, sadece T2DM'li bireylerin fiziksel aktivite seviyesini arttırmak için yatırım yapılan bir uygulama platformunda tasarlanan ilk uygulamadır. Bu platfromun geliştirilmesinde teorik çerçeve ICF temelinde belirlenmiştir. ICF çekirdek maddelerinin öncelikle hastalığa yönelik tanımlanması önerilmektedir (Mayo ve ark., 2004). Bir mobil sağlık uygulaması içeriği geliştirmenin ilk ve önemli adımı, sadece vücut yapısı ve fonksiyonunu geliştirmeyi değil, aynı zamanda mevcut model veya çerçevenin yardımı ile çevresel kısıtlamaları göz önünde bulunduran kullanıcıların bağlılığını da geliştirecek içeriğe sahip olmasıdır. Bununla birlikte, diyabette sağlık uygulamasını çevreleyen literatür, uygulamaların içerik gelişimi sırasında ortak çerçevenin kullanılmasından yoksundur (Brzan ve ark., 2016, Cook ve ark., 2009). Çalışmalardaki bu limitasyon, katılım, motivasyon ve özyönetim içeriğinde bazı sınırlamalara yol açtı. Bu amaçla, geliştirme sürecinde ICF temelli çerçeve belirledik.

Araştırmamızın içerik geliştirme aşamasında, T2DM'li bireylerde fiziksel aktivite seviyesini geliştirmek amacıyla ICF tabanlı mobil egzersiz platformu geliştirildi. İlk adımda Modifiye Delphi sürecinin ilk paneli sonrası uzmanlardan alınan fikirler, egzersiz türü ve parametreleri; egzersiz sağlık eğitimi ve yardımcı içerik (örn. Kişisel bilgi kaydı) başlıklarında birleştirildi. Bu fikirler 2. ve 3. panelde uzmanların görüşüne sunuldu. Egzersiz platformunda belirlediğimiz ilk boyut egzersiz türü ve parametreleri olarak belirlendi. Bu başlık içerisinde uzmanlardan tarafından görüş birliğine varılan aerobik, güçlendirme, denge ve germe egzersizleri ACSM ve ADD tarafından önerilen egzersizler ile uyumluydu (Colberg ve ark., 2010a). Ayrıca, ICF modelinde vücut fonksiyonuna ve çerçevesinin yapısına ait ağrı ve sinir sistemi fonksiyonunu geliştirilmesi amacıyla uzmanların hemfikir olduğu propriyosepsiyon ve koordinasyon egzersizleri de içeriğe dahil edildi. Yaygın bir T2DM semptomu olan nöropatinin neden olduğu propriyosepsiyon (Ettinger ve ark., 2018) ve koordinasyon (Timar ve ark., 2016) kaybına yol açmakta ve bu egzersizler bu ihtiyacı karşılayabileceği düşünülmektedir. Bununla birlekite yürüme (Gram ve ark., 2010) ve denge eğitimi (Salsabili ve ark., 2011), uzun zamandır T2DM

kliniklerinde rehabilitasyon programının bir parçası olmuştur . Ancak, T2DM için mevcut uygulamaların, egzersiz içeriği ve çeşitliliği bakımından yetersiz olduğu bildirilmektedir (Rossi ve Bigi, 2017).

Delphi sürecinde uzmanların hemfikir olduğu diğer boyut ise T2DM'li bireylerin özyönetimini sağlamak amacıyla egzersiz eğitimi oldu. Hasta eğitimi T2DM için rehabilitasyon programlarının kritik parçasıdır. ADD'ye göre, T2DM hastaları, diyabette özyönetimin sağlanmasında yardımcı olmak için altı kilit alan konusunda eğitilmesi gerektiğini vurgulamışlardır (Powers ve ark., 2017). Bunlar; sağlıklı beslenme, aktif olmak, glukoz düzeyini izlemek, ilaçla uyum, kardiyovasküler risk azaltma, stresle baş etmedir. Eğitim boyutunda ve yardımcı içerik boyutlarında elde edilen fikirler, bu altı alanı içeren ancak bunlarla sınırlı olmayan bazı eğitim ve yardımcı içeriklerin, hastalara egzersiz sırasında farkındalık, ayak bakımı, egzersiz-ilaç etkileşimi, beslenme-egzersiz etkileşimi, hedef belirleme, gibi bazı tedavi stratejilerini eğitimi ve monitörizasyon gibi içeriklerinin eklenmesi konusunda uzmanlar görüş birliğine varmışlardır

Araştırmamızın içerik geliştirme aşamasının ikinci Delphi sürecinde, T2DM için çevrimiçi egzersiz platformu için kullanılabilirliği artıran 10 özellik üzerinde görüş birliğine varıldı. Dijital platformlar için özellikler iyi sistem kullanılabilirliği ve kullanıcı kabulü için önemlidir (Årsand ve ark., 2012). T2DM için geliştirilen platformların kullanımı ülkeler arasında değişmektedir. Yeni Zelanda'da %19,6 (Boyle ve ark., 2017), Avustralya'da %8 (Trawley ve ark., 2017), Çin'de %10,8 (Zhang ve ark., 2019) olarak belirlenmiştir. T2DM'li bireylerde platformların kullanım oranını etkileyen en önemli parametrelerinden biri uygulama özellikleridir. T2DM'li bireylerin halihazırda kullandıkları dijital platformlarda olmasından en çok memnuniyet duydukları özellikler; parola koruması, performansların grafiklerle görüntülenmesi, eğitim, veri-e-posta yedekleme, fizyolojik paramatrelerin monitörizasyonu olarak bildirilmiştir. Araştırmamızda Delphi sürecinden elde edilen fikirlerin T2DM'li bireylerin tercihlerini araştıran literatürle uyumlu olduğunu düşünmekteyiz (Boyle ve ark., 2017, Conway ve ark., 2016). Öte yandan, sosyal medya özelliği çalışmamızda görüş birliğine varılmayan fikirler arasındaydı. Literatürde de benzer şekilde T2DM'li bireylerde varlığından memnuniyet duyulan en düşük puana sahip özellik sosyal medya entegrasyonu idi (Conway ve ark., 2016).

Egzersiz platformlarının kullanım oranlarını etkileyen diğer bir parametre de klinisyenlerin dijital platformlar konusundaki tutumlarıdır. Güncel literatür, mobil aplikasyonların diyabet tedavisinde faydalı bir araç olduğunu gösterse de, klinisyenlerin sadece %40,5'i tedavi takibi yaptıkları T2DM'li bireylere mobil aplikasyonları önermektedir. Ayrıca diyabette çalışan klinisyenler, diyabet için bir uygulamanın en önemli özelliklerinin diyabet günlükleri ve hasta ile uzmanlar arasındaki iletişim olduğuna inanıyordu (Zhang ve ark., 2019). Araştırmamızda ikinci Delphi sürecinden edinilen fikirlerin, klinisyenlerin dijital ortamlardan beklentilerini karşılayabileceğini düşünmekteyiz. Platformun bir başka avantajı da egzersiz videolarının görsel-işitsel olması, özellikle yaşlı diyabet hastalarının sıklıkla retinopati görülmesi açısından önemliydi. Egzersiz platformu için elde edilen diğer fikirler, klinisyenlerin egzersiz programını değiştirebilmesi, takip edebilmesi ve ekstra bildirim gibi özellikler, sürdürülebilirlik ve kullanıcı kabulü için önemli olduğunu düşünmekteyiz.

T2DM için tasarlanmış platformlar genellikle diyet, ilaç tedavisi, kan basıncı, kilo kontrolü ve egzersiz gibi fonksiyonları içermekteydi. Fakat bu platformlarda var olan fonksiyonların sayısı arttıkça kullanımın azaldığı belirtilmiştir (Arnhold ve ark., 2014). Bu nedenle geliştirdiğimiz platformda yalnızca egzersize yönelik bir içerik belirlendi. Araştırmamızın içerik geliştirme aşamasının ardından mobil sağlık uygulamalarında tecrübeli yazılım ve tasarım uzmanlarıyla birlikte yazılımların gerçekleştirim aşaması tamamlandı.

6.3 Kullanılabilirlik Analizi

Mobil sağlık uygulamalarında "Kullanılabilirlik" kullanıcıların belirli bir hedefe ulaşmak için teknolojik bir eseri kullanabilecekleri olanaklar olarak tanımlanmıştır [68]. Dijital uygulamaların geliştirilmesinde iyi uygulamaların temel bir bileşeni olarak kabül edilmektedir [69]. Mobil sağlık uygulamalarının geliştirilmesi ve ilerlemesinde rehberlik etmesi gerektiği [70] ve sağlık alanındaki dijital uygulamaların değerlendirilmesinde kullanılabilirlik önemli bir kriter olarak tanımlamıştır [71]. Sağlık teknolojilerinin, klinik çalışmalarda kullanılmadan önce son kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun şekilde tasarlanmasını ve hedeflenmesini sağlama ihtiyacı vardır [72]. Uluslararası Standardizasyon Örgütü, kullanılabilirliği "bir ürünün belirli bir kullanım bağlamında etkinlik, verimlilik ve memnuniyetle belirlenen hedeflere ulaşmak için belirli kullanıcılar tarafından ne ölçüde kullanılabileceği" olarak tanımlamıştır [73].

Özellikle literatürde mobil uygulamaların klinik etkinliğin yanı sıra kullanılabilirliğinin değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç olduğu vardır [74]. Bugüne kadar, mobil sağlık uygulamalarının kullanılabilirliği ile ilgili araştırma oldukça kısıtlı ve uygulamaların yaklaşık %95'inde kullanılabilirlik araştırması yapılmadığı belirtilmiştir [75].

Mobil sağlık uygulamalarının kullanılabilirliğin değerlendirilmesi, uygulamaların kullanımının zorlaşmasının önlenmesi [76] ve hedeflerin başarılmasını belirleyen faktörlerden biri olarak tanımlanmıştır [77]. Giyilebilir teknoloji ve mobil uygulamalar fiziksel aktivitenin düzeyinin artırılmasında gittikçe yaygınlaşırken kullanılabilirliğinin incelenmesine ihtiyaç vardır [78].

Araştırmamızın bu aşamasında amacımız Diyabete yönelik egzersiz eğitimi olarak geliştirilen "DIABETEX" egzersiz platformunun akıllı telefon ve giyilebilir akıllı bileklik teknolojilerinde kullanılabilirliğini araştırdık. Araştırmamız, diyabet tanılı bireylerin ve klinik tecrübeye sahip fizyoterapistlerin akıllı telefon ve akıllı bileklik cihazları kullanarak testledikleri DIABETEX egzersiz platformunun mükemmel bir kullanılabilirliğe (SKÖ Skoru >80,8) sahip olduğunu gösterdi (Bangor ve ark., 2009).

Platformun kullanımı için iki cihazın karşılaştırılmasında ise, akıllı telefonun T2DM'e sahip bireyler ve uzmanlardan oluşan her iki grupta da akıllı bileklikten

daha iyi kullanılabilirliğe sahip olduğunu gösterdi. Maddelerin analizine geçildiğinde ise, diyabet grubunda, bu farklılıkların 1) akıllı bilekliki kullanırken akıllı telefondan daha fazla teknik desteğe ihtiyaç duyduğunu; 2) akıllı bileklikte uygulamayı kullanırken akıllı telefondan daha fazla yardıma ihtiyaç duyduğunu göstermiştir. "Kullanmaya başlamadan önce. çok şey öğrenmem gerektiği" maddesi için de uzmanlar ve hastaların oluşturduğu her 2 grup da, akıllı telefonları giyilebilir teknoloji akıllı bileklikten daha kolay bulduklarını ifade ettiler.

Rehabilitasyon için kullanılan giyilebilir teknoloji akıllı bileklikleri değerlendiren başka bir çalışmada batarya teknolojisinin yanı sıra kültürel engellerin de teknik sorunları vurgulanmaktadır (Patel ve ark., 2012). Meme kanserli kadınlar için giyilebilir teknolojinin değerlendirilmesini içeren başka bir kalitatif çalışmada, fiziksel aktivite için olumsuz yorumda bulundukları gösterilmiştir (Nguyen ve ark., 2017). Kullanılabilirlik sorunları mobil sağlığın başarısızlığa yol açabileceği ve klinisyenlerin gelişim sürecine dahil edilmelerinde önemli bir özellik olarak değerlendirilmiştir (Zahra ve ark., 2016). Uygulamamızın geliştirme sürecinde araştırma ekibimiz yazılım mühendisleri, klinisyenler ve hastalardan oluşması uygulamanın kullanımını kolaylaştırdığı düşünüldü.

Araştırmalara göre, mobil cihaz kullanıcılarının yarısından fazlası bir veya daha fazla mobil sağlık uygulaması indirmiştir ancak bu kullanıcıların yaklaşık yarısı uygulamaları kullanmamaktadır (Krebs ve Duncan, 2015). Bu diyabete yönelik geliştirilen akıllı telefon mobil uygulamalarının kullanılabilirliğinin kullanıcı dostu olmadığını göstermektedir. T2DM için geliştirilen mobil uygulamalar ile ilgili kullanılabilirlikleri ile ilgili sınırlı veri olduğu belirtilmiştir (El-Gayar ve ark., 2013). Mobil egzersiz sağlığı uygulaması ile ilgili başka bir derleme, teknik sorunlar ve uygulamaların yanlış olduğu, çoğu uygulamanın profesyoneller tarafından henüz gözden geçirilmediğini belirtmiştir (Higgins, 2016). Şimdiye kadar, akıllı telefon (Garcia-Zapirain ve ark., 2016) veya giyilebilir teknolojisi (Ridgers ve ark., 2018) gibi mobil teknolojiler kullanarak sağlık hizmetlerinin sunumunda kullanılabilirliğe odaklanan az sayıda çalışma vardır. Çalışmamızın bu aşması, bu cihazların T2DM'e sahip bireylerin ve aynı zamanda uzmanların perspektifinden DIABETEX egzersiz platformunun kullanılabilirliğine ve akıllı telefonlarda ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerde farkına odaklanmıştır.

Çalışmamız, DIABETEX egzersiz platformunun hastalar ve uzmanlar tarafından mükemmel kullanılabilirliğe sahip olduğunu gösterdi. Ayrıca, DIABETEX egzersiz platformunun akıllı telefonlarda giyilebilir teknoloji akıllı bileklike göre daha fazla kullanılabilirliğe sahip olduğunu gösterdi. T2DM ve uzman kişilerde egzersiz uygulaması için kullanılabilirlik sonuçları klinikte bu uygulamaların kullanımı ve mobil uygulama geliştiricilere ışık tutacaktır. Bu uygulamaların daha büyük katılımlı gruplarda kullanılabilirliklerinin sorgulandığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

6.4 Klinik Araştırma Aşaması

Araştırmamızın klinik araştırma aşamasında katılımcılara 12 haftalık egzersiz programı uygulandı. 12 haftalık egzersiz programı sonrası gözetimli egzersiz grubunda Hba1c değerleri için, %0.9, akıllı telefon ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik gruplarında %0.5 azalma olduğu görüldü. Yapılan lojistik regresyon analizi sonrası gruplar arasında fark olmadığı saptandı. Klinik olarak Hba1c için %0.5 en küçük klinik önemli değişim olarak kabül edilmektedir [94].

Çalışmamızda HbA1c değişimleri yüzdelik değişimler üzerinden yapılan lineer regresyon analizi sonucu gözetimli egzersiz grubu ile teknoloji grubu karşılaştırmasında fark saptanmamıştır (ß=0.02, CI:-0.03 - 0.08). Akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grupları kaşılaştırılmasında da fark olmadığı belirlenmiştir (ß=0.01, CI:-0.07 - 0.09).

Klinik olarak Hba1c için ±0.5 en küçük klinik önemli değişim olarak kabül edilmektedir [94]. Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan gözetimli egzersiz grubunda 12 (%46), akıllı telefon mobil uygulama grubunda 12 (%48) giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 9 (%38) katılımcının klinik olarak anlamlı değişim gösterdiği saptandı (>0.5). Klinik olarak değişim gösteren bireyler üzerinden yapılan lojistik regresyon analizi uygulandığında gözetimli egzersiz ve teknoloji karşılaştırılmasında klinik olarak anlamlı bir farkın elde edilme tahmininde bir fark yoktu (ß=0.87, CI:0.34-2.28). Akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grupları kaşılaştırılmasında anlamlı bir farkın elde edilme tahmininde bir fark yoktu (ß=0.65, CI:0.21-2.03). Kayıp datalara “Last Carried Forward” ve “Hotdeck” yöntemi uygulandı. Bu yöntemlerin uygulanmasının ardından istatiksel olarak sonucun değişmediği görüldü. 2006 yılında Thomas ve arkadaşları aerobik ve/veya kuvvetlendirme egzersizlerinden oluşan gözetimli olarak uyguladıkları programların sürelerin 8-10 ay arasında değişen kontrol gruplarının egzersiz müdahalesinin içermediği, egzersiz seanslarının haftalık 2-3 olarak değiştiği 14 randomize kontrollü klinik çalışmayı incelemişlerdir. Çalışma gruplarında glisemik kontrolün arttığı HbA1c değerlerinde ortalama %0.6 (%95, CI:0.9-0.3; P<0.05) azalma olduğu belirlenmiştir [34]. 2011 yılında yayınlanan 23 randomize kontrollü çalışmaların yer aldığı bir başka meta analizde ise HbA1c değerlerinde ortalama 0.67%; (95% CI -0.84% to -0.49%) olarak belirlenmmiştir [35]. Gözetimli egzersiz

grubundan elde edilen sonuçlar HbA1c sonuçları açısından litetürde yapılan çalışmalarla uyumluydu. Akıllı telefon mobil uygulamalarla ilgili sonuçları tartışırken literatürde akıllı telefon mobil uygulamaları ile ilgili çalışmaların incelediğimizde, çalışmalarda kullanılan mobil uygulamalar çoğunlukla egzersiz içeriğinin yanı sıra medikasyon, beslenme ve kilo kontrolü gibi birden çok içeriği barındırıyordu. 2016 yılında yapılan Can Hou ve arkadaşlarının yayınladığı meta analizde T2DM ile ilgili 7 yüksek kaliteli metedolojiye sahip, 3 düşük kalitede metedolojiye sahip toplam 10 randomize kontrollü çalışma dahil edilmiştir. Yapilan meta analiz sonucunda HbA1c değerindeki ortalama düşüş %0.49 olarak belirlendi (95% Cl 0.30-0.68; P<0.01). Bu çalışmalarda dahil edilen katılımcı sayıları 6 ile 55 arasında değişirken, takip süreleri 6 aydan az olan çalışmalarla 6 aydan uzun olan çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında fark tespit edilmemiştir [106]. 2018 yılında yayınlanan bir diğer meta analizde 17 randomize kontrollü çalışma dahil edilmiştir. Çalışmalarda takip süresi 3 ay ile 24 ay arasında değişmekteydi. Birincil sonuçlarının HbA1c olduğu bu çalışmalarda ortalama azalmanın %51 (95% CI -0.71--0.30; p<0.001) olarak saptanmıştır. Bu meta anlizlerde yer alan çalışmalarda kullanılan akıllı telefonların içerikleri incelendiğinde hasta eğitim, sağlık profesyonelleriyle iletişim, geri bildirim, ilaç takibi, egzersiz, diet, fizyolojik paramtre takibi, monitorizasyon gibi özelliklere sahip uygulamaları içermekteydi [107]. Akıllı telefon mobil uygulama grubunda yer alan katılımcıların sonuçları göz önünde bulundurulduğunda literatürle uyumlu olduğunu düşündük. Literatürü incelediğimizde T2DM bireylerine yönelik yalnızca fiziksel aktivite içeriğine sahip çalışma sayısı oldukça azdır.

Stephanie E. Bonn ve arkadaşlarının İsveç'te başlattıkları randomize kontrollü çalışmaya dahil edilen katılımcıların ilk değerlendirmleri Haziran 2018 de gerçekleştirilmiş olup sonuçları henüz yayınlanmamıştır [108]. Ronald C. Plotnikoff ve arkadaşlarının Avustralya'da başlattıkları çalışmada ise ilk 10 haftalık grup egzersiz ve davranış rehabilitasyonu ile takip ettikleri ve ardından 10 haftalık mobil uygulama ile takip ettikleri randomize kontrollü çalışmaya rastlanıldı. İlk 10 haftalık gözetimli dönemde aeorbik kapasite, alt ve üst ekstremite kas kuvveti, fiziksel aktivite düzeyi, artarken diyastolik kan basıncı, BKİ değerlerinde istatiksel olarak değişiklik saptanmamıştır. Mobil aplikasyon aracılığıyla takip ettikleri ikinci 10

haftalık dönemde ise aerobic kapasite, fiziksel aktivite düzeyi, BKİ ve diyastolik kan basıncı değişmezken, alt ekstremite ve üst ekstremite kuvvet değerleri istatiksel olarak anlamlı artış olduğu belirtilmiştir [109].

Giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerin uygulandığı randomize kontrollü çalışmalar literatürde oldukça yenidir. Amerika'da Leah Yingling ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınladığı makalede 21 T2DM katılımcısının bir haftalık fiziksel aktivite amaçlı giyilebilir teknloji kullanımı sonrası fiziksel aktivite ve davranışlarını pozitif yönde etkilediğini bildirmişlerdir. İngiltere'de 2016 yılında yayınlana fizibilite araştırmasında 9 T2DM'ye sahip katılımcının dahil edildiği çalışmayı 16 haftanın sonunda 3 katılımcı tamamlamış kilo kontrolü ve HbA1c değerlerinde olumlu etki gösterdiği ifade edilmiştir [110]. Japonya'da yapılan bir başka çalışmanın protokolü 2018 yılında yayınlanmış fakat henüz sonuçları yayımlanmamıştır [111].

Klinik Araştırma asşamasında gözetimli egzersiz grubunda 3 aylık egzersiz programının katılımcıların HbA1c değerlerinde elde edilen kazanım klinik açıdan oldukça önemlidir. Teknoloji grubunda elde edilen kazanımın HbA1c değerleri ortalamaları göz önünde bulundurulduğunda nispeten düşük ama klinik olarak ortalama 0.5 kazanım elde edilmesi akıllı telefon ve akıllı bilekliklerin T2DM egzersiz takibinin sağlanması açısından referans olarak görülebilir. Mevcut literatürde ilaç takibi, diyet, eğitim, fiziksel aktivite gibi özelliklere sahip akıllı telefon mobil uygulamaların etkinliğini gösteren çalışmalar mevcutken, bu uygulamaların klinikte kullanımı ile ilgili sorunlar vardır. Bu sorunlardan biri de kullanıcıların mobil aplikasyonda bulunan fonksiyonların (ilaç takibi, beslenme, fiziksel akitivite) sayıları artıkça kullanılabilirlik azalmaktadır (Arnhold ve ark., 2014). Bu durum kullanıcılar için yalnızca egzersiz içeriğine sahip mobil cihazlar ile elde edilen klinik fayda daha fazla T2DM'e sahip kullanıcıya ulaşacağı ve klinikte de yaygın olarak kullanılacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda gözetimli egzersiz grubunda 6DYT için ortalama 58.9 metre artarken, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 50 metre, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama artış 50.2 metre olarak belirlendi. 6MYT kronik hastalıklarda fiziksel kapasite değerlendirmesi için en sık kullanılan testlerden biridir [112]. 6DYT, T2DM bireyler için en küçük klinik önemli değişim olarak

±27.37 metre olarak belirlenmiştir [113]. Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan gözetimli egzersiz grubunda 12 (%46), akıllı telefon mobil uygulama grubunda 12 (%48) giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 9 (%38) katılımcının klinik olarak anlamlı değişim saptandı (>27,37) [113]. Yapılan lojistik regresyon analizi sonrası gruplar arasında fark olmadığı saptandı. Çalışmamızda ilk değerlendirmelerde ortalama 6DYT değerleri gözetimli egzersiz grubunda 6DYT için ortalama 421.9 m., akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 448 m., giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 436.1 m. olarak belirlendi. Ciro Casanova Macario ve arkadaşlarının 7 farklı ülke 10 farklı merkezde yaş ortalamaları 58 olan 444 sağlıklı bireyden 6DYT ile elde ettikleri ortalama değer 571 m olarak sunulmuştur (Casanova ve ark., 2011). Ying Wang ve arkadaşlarının Avustralya 2016 yılında yaymlanan prospektif çalışmada ejeksiyon fraksiyonu olan 274 asemptomatik T2DM'e sahip yaş ortalaması (71±4 yıl, % 55 erkek) 65 yaş üstü bireylerde ortalama 471±97 olarak gösterilmiştir. 6DYT T2DM'li yetişkinlerde egzersiz kapasitesini tahmin etmek için kullanılabildiği göz önünde bulundurulduğunda (Nolen-Doerr ve ark., 2018, Wang ve ark., 2016) bu durum popülasyonun egzersiz kapasitesinin oldukça düşük olduğunun göstergesidir. Gözetimli egzersiz grubundan elde edilen kazanımlar, akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknloji akıllı bileklik gruplarında da elde edilmiştir.

Çalışmamızda fiziksel kapasitelerini değerlendirmek amacıyla denge ve solunum fonksiyon testi uygulandı. Sonuçları analiz edilirken literatürde diyabete sahip bireyler için denge değerlendirmesinde kullanılan balans master cihazı statik testine ait en küçük klinik önemli değişim değerleri bulunamamasından dolayı standart sapma skorları ortalama değerlerinin yarısı eşik değer olarak belirlendi.

T2DM'li bireylerde görülen komplikasyonlardan biri de düşme olarak tanımlanmış olup, ilerleyen yaşlarda yetişkinlerin genel sağlık ve yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olarak kabul edilmektedir (Dunning ve ark., 2014). Literatür toplumda her üç yaşlıdan yaklaşık biri her yıl düştüğünü belirtmektedir (Moyer, 2012). 65 yaş üstü bireylerde T2DM'li düşme riskini % 67 artırırken (Pijpers ve ark., 2011) ve T2DM yetişkinlerde sağlıklılara göre düşme riskiyle iki kattır (de Mettelinge ve ark., 2013). Bir birey için düşme, güven kaybı ve düşük aktivite seviyesiyle sonuçlanabilir ve potansiyel olarak alt ekstremite kas ve kemik kuvveti kaybına (Karinkanta ve ark., 2010) ve düşme korkusuna (Zijlstra ve ark., 2007)

neden olabilir. Halk sağlığı sistemi için, düşmelere bağlı yatışlarla ilgili artan maliyetler vardır (Hartholt ve ark., 2012). Düşmeler için en yaygın risk faktörlerinden biri, motor, duyu ve merkezi sinir sistemi bileşenlerinin bir veya daha fazlasında olası bozulmalarla birlikte, postüral kontrol veya denge bozulmasıdır (Ganz ve ark., 2007, Panel on Prevention of Falls in Older Persons ve Society, 2011). T2DM'li bireylerde ilgili düşmelerde en sık görülen neden bu nedenle ayağın ve ayak bileğinin motor ve/veya duyusal bileşenlerinde değişiklikler potansiyel olarak denge eksikliklerine neden olan periferik nöropatidir (Palma ve ark., 2013). Bununla birlikte, mevcut araştırmalar aynı zamanda T2DM'li bireler için kasların metabolik fonksiyonunda, görsel ve vestibüler sistemlerde dengenin duyusal bileşenlerinde ve nöromüsküler işlemden sorumlu merkezi sinir sisteminin yürütücü işlevlerinde ince değişikliklerin düşmeye neden olabileceğini göstermektedir (Hewston ve Deshpande, 2016). T2DM'li bireyler için dengenin geliştirilmesi ve ilerleyen yaşlarda düşme riskini azaltmak için en etkili stratejilerden dirençli ve denge egzersizlerini içeren egzersiz müdahalelerinin etkinliği kanıtlanmıştır (Chapman ve ark., 2017). Bu kanıtlara ragmen seyahat, çeşitlilik eksikliği, egzersiz erişimin maliyeti gibi nedenler gözetimli egzersiz yapılamasının önünde engel oluşturmaktadır (Korkiakangas ve ark., 2009). Bu amaçla çeşitli ev egzersiz programlarında oyun konsolları gibi çeşitli yöntemler ugulanmaktadır (Morrison ve ark., 2018). Çalışmamızda denge değerlendirmesi ortalama performans değişimi ve en küçük klinik önemli değişim gösteren birey sayıları gözetimli egzersiz grubunda -0.2 (16) akıllı telefon mobil uygulama grubunda -0.2 (17) giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda -0.3 (22) olarak belirlendi. Düşmenin önlenmesi ve dengenin geliştirlmesinde mobil sağlık önemli sistemleri klinikte klinisyenlerin kullanabilceği önemli bir araç olarak görülebilir.

Çalışmamızda fiziksel fonksiyon değişimini değerlendirmek amacıyla yaptığımız solunum fonsiyon testi sonunda ilk değerlendirmelerde ortalama FEV1-FVC değerleri gözetimli egzersiz grubunda 2,6-3,1 L, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 2,7-3,2 L, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 2,7-3.2 L, olarak belirlendi. Ciro Casanova Macario ve arkadaşlarının sağlıklı bireylerden elde ettikleri bir diğer FEV1 ortalama değer 2,8 L olarak sunulmuştur (Casanova ve ark., 2011). Tedavi sonrası FEV1-FVC değerlerinde ortalama artışlar

gözetimli egzersiz grubunda 0,3-0,1 L, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 0,1-0,1 L, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 0,3-0,2 L olarak belirlendi. FVC değerlerinde artış tüm gruplarda benzer ve sınırlıyken, FEV1 değerlerinde gözetimli grupta ve giyilebilir teknoloji grubunda benzerlik gösterdi ve akıllı telefon mobil uygulma grubuna göre ortalama artış daha yüksekti. Shyam Chand Chaudhary ve arkadaşlarının 2018 yılında var olan metabolik sendrom komponentleri ile FEV1 ve FVC değerleri arasında lineer bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Chaudhary ve ark., 2018). Akciğer disfonksiyonu, hava akımı sınırlamasının basit bir yansımasından ziyade erken mortalite için bir gösterge olabilir (Young ve ark., 2007). Literatürde, akciğer fonksiyonlarındaki değişiklikler arasında, solunum fonksiyonundaki bozulmaların hipertansiyon, T2DM, düşük yoğunluklu lipoprotein, kolesterol, genel obezite, abdominal obezite ve insülin direnci ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Lin ve ark., 2006). Gözetimli ve teknoloji destekli egzersiz programı tüm gruplardaki katılımcıların akciğer solunum fonksiyonlarını geliştirmiştir.

Çalışmamızda kas kapasitelerini değerlendirmek amacıyla kas kuvveti değerlendirmesi, kas ve yağ yüzdesi değerlendirmesi yapıldı. Kas kuvveti değerlendirmesinde alt ekstremitede diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti, üst ekstremite için kavrama kuvveti değerlendirmesi yapıldı. Literatürde birçok kesitsel çalışma, T2DM varlığının iskelet kası kütlesi (Heshka ve ark., 2008, Moon, 2013) ve kuvvetini (Mainous III ve ark., 2015, Park ve ark., 2006) olumsuz etkilediğini, insilün drencinin gelişmesine bağlı olarak kas kuvveti giderek azaldığını göstermiştir (Grøntved ve ark., 2013). Ayrıca T2DM sarkopeni riskini arttırmakta (Hida ve ark., 2016), yaşla birlikte osteoporoza bağlı fraktürlerin artması ve düşme prevelansını da yükseltmektedir (Sarodnik ve ark., 2018). Dirençli ve aeorbik egzersiz T2DM'li bireylerde kas kalitesini arttışı sağladığı, beraberinde kardiyorespüratuar kapasitenin arttışında korelasyon olduğu belirtilmiştir (Sénéchal ve ark., 2015). Çalışmamızda sağ ve sol diz fleksiyon ekstansiyon ortalama kuvvetleri ilk değerlendirmede gözetimli egzersiz grubunda 47,7/46,3/110,5/118,1 N, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 47,1/43,1/107,7/118,9 N, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 46,1/43,7/104,9/111,4 N olarak belirlendi. Bu sonuçlar 2016 yılında yayımlanan T2DM'e sahip benzer yaş gruplarındaki bireylerden elde edilen

kas kuvveti değerleriyle benzerlik gösterdi (Guerrero ve ark., 2016). Çalışmamızda tedavi sonrasında sağ ve sol diz fleksiyon ekstansiyon kuvvetlerindeki ortalama artış gözetimli egzersiz grubunda 8,8/6,9/23,8/22,9 N, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 10,9/7,3/26,9/13 N, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 8,1/9,3/30,1/20,4 N olarak belirlendi. Tomas-Carus ve arkadaşlarının 2016 yılında Portekiz'de yayımladıkları araştırmada haftada 3 kez 12 hafta boyunca 60 dakikalık gözetimli egzersiz uyguladıkları T2DM bireylerin diz fleksör ve ekstansör kuvvetlerinde %15 ile %30 arasında gelişim elde ettiklerini belirtmişlerdir (Tomas-Carus ve ark., 2016). Çalışmamızda da benzer sonuçlar görülmüş katılımcıların alt ekstremite kas kuvvetlerinde yaklaşık olarak %11 ile %28 arasında gelişim göstermiştir.

Kavrama kuvveti sağ ve sol kavrama kuvvetleri değerlendirmede gözetimli egzersiz grubunda 55,9/54,2 N, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 55,5/53,4 N giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 54,3/52,9 olarak belirlendi. T2DM vücudun birçok bölümünü etkiler; en sık görülen komplikasyonlar diyabetik kardiyovasküler problemler, retinopati, nefropati ve periferik nöropatidir (Soumya ve Srilatha, 2011). Diyabet kökenli periferik nöropati alt ekstremitenin yanı sıra üst ekstremiteyi de etkiler. Literatürde, T2DM ile ayak komplikasyonlarının periferik nöropatisi daha fazla önem verilmiş ve elin periferik nöropatisi hakkında daha az şey bilinmektedir (Marchettini ve ark., 2006). T2DM'de, ileri glikosilasyon son ürünlerinin birikmesi nedeniyle kollajen liflerinin anormal çapraz bağlanması, deride kalınlaşmaya, nodül ve kontraktür oluşumuna yol açar (Singh ve ark., 2014). T2DM ile sık görülen el komplikasyonları, diyabetik elde cheiro artropati sendromu, dupuytren kontraktürü, fleksör tenosinovit ve karpal tünel sendromu olarak da bilinen sınırlı eklem mobilite sendromudur (Pandey ve ark., 2013). T2DM'li bireylerde el komplikasyonları günlük yaşam aktivitelerini etkileyebilir ve öz bakım aktivitelerinde sakatlıklara neden olabilir. Bunlar, sosyal etkileşimlerin azalması, bağımsızlık kaybı, finansal yük ve genel olarak azalan yaşam kalitesi ile sonuçlanır (Gorniak ve ark., 2014, Gundmi ve ark., 2018). Kavrama kuvvetindeki ortalama artış değerleri gözetimli egzersiz grubunda 13,5/14,9 N, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 11,7/10,8 N giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 14,5/12,8 olarak saptandı. Olof Geirsdottir ve arkadaşlarının İzlanda'da yaptıkları

çalışmada 12 hafta boyunca gözetimli egzersiz takibi yaptıkları ortalama yaşları 75 olan T2DM'li katılımcılarda kavrama kuvvetinin başlangıç değeri ortalama 27,04 kg iken çalışma sonunda 32,16 kg olarak saptanmıştır (Geirsdottir ve ark., 2012). Alfonso-Rosa ve arkadaşlarının 2014 yılında yayımladıkları İspanya'da yapılan çalışmada T2DM'de kavrama kuvveti için en küçük klinik önemli değişim olarak 4.0 kg olarak belirtmişlerdir (Alfonso-Rosa ve ark., 2014). Çalışmamız sonunda sağ ve sol el kavrama kuvvetlerinde en küçük klinik önemli değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 23/24, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 20/19, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 21/20, olarak saptandı.

Otur uzan testi sonunda elde edilen esneklik değeri ortalamaları gözetimli egzersiz grubunda -8 cm, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama -3 cm, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama -2,2 olarak belirlendi. Esneklik değişimi ortalama değerleri gözetimli egzersiz grubunda 6 cm, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 4 cm, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 1,2 cm olarak belirlendi. Esneklik egzersizleri sağladığı geniş eklem hareket açıkığı (EHA) sayesinde T2DM'li bireylerde yaralanma önleme potansiyeline sahip olup mobiliteyi kolaylaştırır. Azalan hamstring esnekliği ile birlikte dengesiz kalça kas yapısı bel ağrısına neden olabilirken (Waryasz ve McDermott, 2010) kalça, diz ve ayak bileği eklem EHA'sının azalması düşme riskini artırır ve yaşa bağlı yürüyüş değişikliklerine neden olabilmektedir (JudgeRoy ve ark., 1996). Literatürde T2DM'li bireylerde yalnızca germe egzersizlerinden oluşan egzersiz programı uygulanan çalışmaya rastlanmazken, egzersiz programı içerisinde dinamik ve statik germe içeren çalışmalar bulunmaktadır (Botton ve ark., 2018, Vinetti ve ark., 2015). Özellikle, yoga (Bock ve ark., 2019, Schmid ve ark., 2018)ve tai chi (Chao ve ark., 2018) gibi egzersizlerin T2DM bireylerde olumlu etkilerini gösteren çalışmalar yer almaktadır.

Kas dokusu yüzdelik oranı gözetimli egzersiz grubunda %56,6 akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama %56,2 giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama %54,1 olarak belirlendi. Artış miktarı yüzdelik ortalama değerleri gözetimli egzersiz grubunda %2,1, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama %1,1, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama %2,9 olarak belirlendi. T2DM'li benzer yaş grubunda farklı egzersiz dozlarının yağ yüzdelik değişimi

üzerine etkisini araştıran çalışmada yağsız vücut kitlesi, 6 ay boyunca 2 seanstan 1'nin gözetimli olduğu dirençli egzersiz sonrası ortalama 56,57 kg'dan 56,72 kg'a yükselmiştir (Yang ve ark., 2017). Andreas Egger ve arkadaşlarının Avusturya'da yaptıkları araştırmada 8 haftalık aerobik egzersiz ile birlikte bir gruba hipertrofik dirençlik egzersiz (HTE) uygulanırken, diğer gruba endurans dirençli egzersiz (EDE) ile takip etmişlerdir. 8 haftanın sonunda HTE grubunda üst ekstremite kas yoğunluğu 4,8 kg dan 5,1 kg'a, alt ekstremitede 25 kg'dan 25,4 kg'a ulaşmışlardır. EDE grubunda üst ekstremite kas yoğunluğu 5,3 kg dan 5,5 kg'a, alt ekstremitede 26,4 kg'dan 27 kg'a ulaşmışlardır (Egger ve ark., 2013).

Yağ dokusu yüzdelik oranı gözetimli egzersiz grubunda %34,3 akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama %31,1 giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama %29,5 olarak belirlendi. Azalma miktarı yüzdelik ortalama değerleri gözetimli egzersiz grubunda %0,8, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama %0,6, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama %0,2 olarak belirlendi. Pearl Yang ve arkadaşlarının 2017 yılında Toronto'da T2DM'li benzer yaş grubunda yayımladıkları farklı egzersiz dozlarının yağ yüzdelik değişimi üzerine etkisini araştırdılar. Bu çalışmada %32.30 olan ortalama yağ yüzdesi, haftada 2 kez 6 ay boyunca dirençli egzersiz sonrası ortalama %31.29'a düşmüş ve değişen egzersiz yoğunluğuna sahip gruplar arasında fark görülmemiştir (Yang ve ark., 2017). Yapılan çalışmalar T2DM'de artan yağ yüzdesi ve kas kalitesindeki azalma kardiyovasküler komorbidite riskini arttırmaktadır (Murai ve ark., 2018). Egzersiz eğitiminin metabolik kontrol üzerindeki belirgin etkisine rağmen, vücut ağırlığı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Bunun nedeni muhtemelen egzersiz grubunun yağ kitlesini azalttığı, ancak kas kütlesinin artmış olmasıdır. Lüteratürde egzersiz yapmaya başlayan ve fiziksel olarak aktif olmayan kişilerin yağsız kütlelerini arttırdıklarını destekleyen yayınlar bulunmaktadır. Meta-analizdeki çalışmalar, çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DXA) taraması ile ölçülen yağsız kütlede artış (6.3 kg % 95 CI: 0.0-12.6) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) taraması ile ölçülen visceral yağ hacminde azalma (45.5 cm^2, %95, CI: 63.8-27.3) olduğunu göstermiştir (Thomas ve ark., 2006). Literatürde fizyoloji kitapları kısa sürede egzersizle enerji kaybeden hastaların tolere edebilmek için daha fazla yedikleri bu nedenle de yağsız

kütle hacminin arttırdığı belirtilmiştir (Brooks ve ark., 1996, Foss ve Keteyian, 1998).

Literatürde egzersiz davranışı üzerine yapılan çalışmalarda düzenli egzersiz yapmanın önünde intrinsik ve ekstrinsik faktörler olmak üzere iki çeşit engel olduğu belirtilmektedir intrinsik engeller, bireysel alınan kararlarla etkilenebilecek örneğin zaman yetersizliği, fiziksel yorgunluk, utanma, stres ve korku gibi nedenleri içermektedir (Korkiakangas ve ark., 2009).

Ekstrinsik engeller ise bireyin aldığı kararlardan bağımsız olan faktörleri içermektedir. Örneğin hava koşulları (Lawton ve ark., 2005), kültürel bariyerler (Serour ve ark., 2007) sosyal destek (Dutton ve ark., 2005) yetersizliği gibi nedeneri kapsamaktadır

Son yıllarda teknolojinin ilerlemesi ile birlikte mobil cihaz aplikasyonları. hedef belirleme, geri bildirim, ödüllendirme ve sosyal destek gibi özelliklerle birlikte egzersiz davranışlarını değiştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Sullivan ve Lachman, 2017). Stefano Balducci ve arkadaşlarının İtalya'da 300 T2DM'li katılımcılarının 12 ay takiple egzersiz davranışlarını geliştirmek amaçlı yaptıkları araştırmada egzersiz programı içeriklerinin özelliklerini sunmuşlardır. Bu içerikte motivasyon, egzersiz özyönetimi, uzmanlık, eğlence, destek (dış motivasyon), iç motivasyon, günlük (bağlılık) teorik çerçeve belirlemişlerdir (Balducci ve ark., 2015). Çalışmamızda 12 haftalık egzersiz grubunda egzersiz davranışlarını ölçmek amacıyla belirlediğimiz davranış parametrelerini incelediğimizde egzersiz bağlılığında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 11/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 9/4, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 10/7 olarak belirlendi. Adaptasyon davranışında pozitif ve negative değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 15/2, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 10/3, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 8/5 olarak belirlendi. Özyeterlilik davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 10/7, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 12/4, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 8/5 olarak belirlendi. Uzmanlık davranışında pozitif ve negative değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 18/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 11/12, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 16/6 olarak belirlendi. Eğlence davranışında pozitif

ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 12/12, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 8/13, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 9/13 olarak belirlendi. Dış motivasyon davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 8/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 11/5, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 12/3 olarak belirlendi. İç motivasyon davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 13/4, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 7/7, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 9/7 olarak belirlendi. Oturma süresi davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 21/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 21/3, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 18/6 olarak belirlendi. Literatürde T2DM davranış değişimi ve özyönetim odaklı çalışmalar daha çok bireylerin beslenme, ilaç ve egzersiz davranışlarının tümünü birlikte değiştirmeye yönelikti. Bu çalışmalardan 2017 yılında yayımlanan Hollanda'da beslenme ve fiziksel aktivite davranış değişimi ile kilo kontrolü ilişkisini incelemişlerdir. 10 aylık dönemde sonuç elde edemezken, 18 ayın sonunda grup egzersizi ve bireysel diyet programı içeren SLIMMER adlı program sonucunda egzersiz davranışının mediator olarak tanımlanabileceğini ve motivasyonun %51, özyönetimin %35 adaptasyonun %35 katkısı olacağını belirtmişlerdir (den Braver ve ark., 2017). Çalışmamızda gözetimli egzersiz grubunda davranış değişimleri incelendiğinde adaptasyon, uzmanlık oturma zamanı gibi davranış parametrelerinde daha güçlü kazanımlar elde edebildiğimiz düşünülebilir. Akıllı telefon mobil uygulama gruunda özyeterlilik ve oturma zamanında, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ise uzmanlık ve oturma zamanında daha fazla pozitif davranış kazanımları elde ettiğimizi düşünmekteyiz. Literatürde davranış kazanımlarının uzun dönemde elde edilebileceği belirtilirken sonuçlarımız da bunu desteklediğini söyleyebiliriz. Grupların davranış üzerine etkinliğini analiz etmek amacıyla GEE analiziyle toplam skor üzerinden karşılaştırılmasında gruplar arasında fark olmadığı saptandı. Davranış değişimlerinin teknoloji destekli egzersiz takibi sonrası incelendiği çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Çalişmamizin klinik araştırma aşamasında HbA1c değerlerinde gözetimli egzersiz grubunda elde edilen ortalama teknoloji destekli egzersiz gruplarından

yüksek iken, en küçük klinik önemli değişim gösteren katılımcıların sayıları üzerinden yapıan regresyon analizi sonucunda fark yoktu. Fiziksel ve kas fonksiyonları sonuçların analizi sonrası elde edilen ortalama değişim ve en küçük klinik önemli değişim gösteren katılımcı sayıları da benzerlik gösterdi. Çalışmamızın sonuçları fizyoterapist kontrolünde akıllı telefon ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerin T2DM'de egzersiz takibinde kullanılabilecek bir araç olabilceğini göstermektedir. Literatürde de rehabilitasyona yönelik akıllı telefon mobil uygulamaların kullanıldığı ve benzer sonuçların olduğu çalışmalar incelendiğinde kanser (Ormel ve ark., 2018), total diz artroplastisi cerrahi sonrası (Hardt ve ark., 2018) sağlıklı bireylerde (Murawski ve ark., 2018), obezlerde (Matthews ve ark., 2017), multiple skleroz hastalarında (Ehling ve ark., 2017) ayak bileği bağ yaralanmalarında (Van Reijen ve ark., 2018) kullanılan çalışmalara rastlanıldı. Giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerin kullanıldığı cerrahi sonrası giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerle takibin yapıldığı çalışmada cerrahi sonrası adım sayılarını arttırdığı gösterildi (Daskivich ve ark., 2019). Lancet dergisinde yayımlanan Singapur'da yapılan araştırma yapılandırılmış bir içeriğe sahip olamamakla birlikte aktivite takibi amaçlı kullanılan akıllı bilekliklerlerin fiziksel aktivite düzeylerini arttırdığı raporlanmıştır (Finkelstein ve ark., 2016). Gelecekte daha büyük sayıda T2DM katılımcılarının yer aldığı ve daha uzun süreyle takiplerin yapıldığı çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

6.5 Maliyet Analizi

Diyabete yönelik mobil aplikasyonları tüm dünyada ilgi artmaktayken ve ülkemizde olduka sınırlıdır. Çalışmamızın randomize kontrollü klinik aşamasında T2DM'li bireylerin glisemik kontrolü, kas, fiziksel fonksiyonu ve egzersiz davranışları incelendi. Çalışmamızın sonucunda elde edilen veriler her 3 grupta olan katılımcıların 12 haftalık egzersiz eğitimi sonrası klinik kazanımlar elde ettiğini saptadık. Çalışma gruplarında kişi başına düşen maliyet boyutuyla ele aldığımızda gözetimli egzersiz grubu en yüksek maliyete sahipken, akıllı telefon mobil uygulama müdahalesi en düşük maliyete sahiptir. Etkilik boyutu ile incelediğimizde QALY analizi sonuçlarına göre her 3 grup egzersiz müdahalesinin net sağlık yararlarına ve maliyetine katkıda bulunacağını belirledik. Gruplarin maliyet etkililik karşılaştırmasında akıllı telefon mobil uygulama grubu maliyet ekililik oranı en yüksek egzersiz tedavisi seçeneği olarak belirlenirken gözetimli egzersiz tedavi seçeneği maliyet etkilik oranı gruplar içinde en düşük grup olarak belirlendi. Egzersiz tedavisinin tüm ülke genelinde getireceği ekonomik maliyet hesaplandığında, gözetimli egzersiz tedavisinin toplam sağlık bütçesindeki oranı, %8,15, akıllı telefon mobil uygulama destekli egzersiz tedavisinin oranı %4,87, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik destekli egzersiz tedavisi oranı %5,32 olarak saptandı. Küresel sağlık harcamalarının yaklaşık %12'si diyabet için .kullanılmaktadır (Ogurtsova ve ark., 2017). Ülkemizde ise bu oran %23'tür (Nangır ve Balçık). Ülkemizde ve küresel boyutta diyabet harcamaları göz önünde bulundurulduğunda teknolojik destekli egzersiz takibinin maliyet etkin bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

7. SONUÇ VE ÖNERILER

DIABETEX mobil uygulaması, T2DM'li bireylere yönelik akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklere uyumlu yalnızca egzersiz içeriğine sahip ilk egzersiz platformudur.

DIABETEX egzersiz platformu, T2DM'li bireyler ve fizyoterapistler tarafından akıllı telefon mobil uygulama ve giyilebilir teknoloji akıllı bilekliklerde mükemmel kullanılabilirlikte özelliğe sahip bulundu.

Klinik araştırma aşamasında 12 haftalık egzersiz programı sonrası gözetimli egzersiz grubunda ortalama Hba1c değerleri değişimleri, %0.9, akıllı telefon ve giyilebilir teknoloji akıllı bileklik gruplarında %0.5 azalma olduğu görüldü.

Çalışmamızda gözetimli egzersiz grubunda 6DYT için ortalama 58.9 metre artarken, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 50 metre, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama artış 50.2 metre olarak saptandı.

Tedavi sonrası FEV1-FVC değerlerinde ortalama artışlar gözetimli egzersiz grubunda 0.3-0.1 L, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 0.1-0.1 L, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 0.3-0.2 L olarak belirlendi.

Çalışmamızda tedavi sonrasında sağ ve sol diz fleksiyon ekstansiyon kuvvetlerindeki ortalama artış gözetimli egzersiz grubunda 8,8/6,9/23,8/22,9 N, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 10,9/7,3/26,9/13 N, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 8,1/9,3/30,1/20,4 N olarak bulundu.

Kavrama kuvvetindeki ortalama artış değerleri gözetimli egzersiz grubunda 13,5/14,9 N, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 11,7/10,8 N giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 14,5/12,8 olarak saptandı.

Esneklik değişimi ortalama değerleri gözetimli egzersiz grubunda 6 cm, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama 4 cm, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda ortalama 1,2 cm olarak belirlendi.

Vücut kompozisyonu kas dokusu artış miktarı yüzdelik ortalama değşim değerleri gözetimli egzersiz grubunda %2,1, akıllı telefon mobil uygulama grubunda %1,1 giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda %2,9 olarak görüldü.

Vücut kompozisyonu kas dokusu azalma miktarı yüzdelik ortalama değişim değerleri gözetimli egzersiz grubunda %0,8, akıllı telefon mobil uygulama grubunda ortalama %0,6, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda %0,2 olarak saptandı.

Çalışmamızda 12 haftalık egzersiz grubunda egzersiz davranışlarını ölçmek amacıyla belirlediğimiz davranış parametrelerini incelediğimizde egzersiz bağlılığında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 11/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 9/4, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 10/7 olarak belirlendi.

Adaptasyon davranışında pozitif ve negative değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 15/2, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 10/3, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 8/5 olarak bulundu.

Özyeterlilik davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 10/7, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 12/4, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 8/5 olarak görüldü.

Uzmanlık davranışında pozitif ve negative değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 18/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 11/12, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 16/6 olarak saptandı.

Eğlence davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 12/12, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 8/13, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 9/13 olarak belirlendi.

Dış motivasyon davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 8/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 11/5, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 12/3 olarak bulundu.

İç motivasyon davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 13/4, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 7/7, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 9/7 olarak görüldü.

Oturma süresi davranışında pozitif ve negatif değişim gösteren katılımcı sayıları gözetimli egzersiz grubunda 21/5, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 21/3, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 18/6 olarak belirlendi.

Çalışmamızın maliyet analizi değerlendirmesinde QALY değerleri değişimleri, gözetimli egzersiz grubunda 0.1098, akıllı telefon mobil uygulama grubunda 0.1169, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 0.1103 olarak hesaplandı.

Maliyet etkilik boyutunda gözetimli egzersiz grubunda QALY başına 18.816,03 TL; mobil uygulama grubunda 10.355,58 TL, giyilebilir teknoloji akıllı bileklik grubunda 11.314,60 TL olarak saptandı.

Grupların karşılaştırılmasında akıllı telefon mobil uygulama grubu maliyet ekililik oranı en yüksek egzersiz tedavisi seçeneği olarak belirlenirken gözetimli egzersiz tedavi seçeneği maliyet etkilik oranı gruplar içinde en düşük grup olarak belirlendi.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, rutin klinik uygulamaya uygulanmadan önce hem klinik hem de ekonomik faydaları doğrulamak için daha uzun, ileriye dönük çok merkezli klinik çalışmayla desteklemesi gerektiğini düşünmekteyiz. Gelecekteki araştırmaların aynı zamanda alternatif teknolojilerin uygulandığı çalışmaların da gerçekleştirilmesini önermekteyiz

8. KAYNAKLAR

1. Aitken M, Lyle J. Patient adoption of mHealth: use, evidence and remaining barriers to mainstream acceptance. Parsippany, NJ: IMS Institute for Healthcare Informatics. 2015; s:329-338

2. Alam S, Stolinski M, Pentecost C, Boroujerdi MA, Jones RH, Sonksen PH, et al. The effect of a six-month exercise program on very low-density lipoprotein apolipoprotein B secretion in type 2 diabetes. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2004;89 (2): 688-694

3. Albalawi H, Coulter E, Ghouri N, Paul L. The effectiveness of structured exercise in the south Asian population with type 2 diabetes: a systematic review. The Physician and sportsmedicine. 2017;45 (4): 408-417

4. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. Medicine and science in sports and exercise. 2000;32 (7): 1345-1360

5. Alfonso-Rosa RM, del Pozo-Cruz B, del Pozo-Cruz J, Sañudo B, Rogers ME. Test–Retest Reliability and Minimal Detectable Change Scores for Fitness Assessment in Older Adults with Type 2 Diabetes. Rehabilitation Nursing. 2014;39 (5): 260-268

6. Allison PD. Event history and survival analysis: Regression for longitudinal event data: SAGE publications; 2014 s:67-72

7. Arnhold M, Quade M, Kirch W. Mobile applications for diabetics: a systematic review and expert-based usability evaluation considering the special requirements of diabetes patients age 50 years or older. Journal of medical Internet research. 2014;16 (4): e104

8. Årsand E, Frøisland DH, Skrøvseth SO, Chomutare T, Tatara N, Hartvigsen G, et al. Mobile health applications to assist patients with diabetes: lessons learned and design implications. Journal of diabetes science and technology. 2012;6 (5): 1197-1206

9. Association AD. 2. Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes—2018. Diabetes care. 2018;41 (Supplement 1): S13-S27

10. Association AD. Standards of medical care for patients with diabetes mellitus. Diabetes care. 2002;25 (suppl 1): s33-s49

11. Atkinson MA, Maclaren NK. The pathogenesis of insulin-dependent diabetes mellitus. New England journal of medicine. 1994;331 (21): 1428-1436

12. Atlas D. International diabetes federation. IDF Diabetes Atlas, 7th edn Brussels, Belgium: International Diabetes Federation. 2015 s:74-78

13. Avella JR. Delphi panels: Research design, procedures, advantages, and challenges. International Journal of Doctoral Studies. 2016;11 (1): 305-321

14. Bailar JC, Hoaglin DC. Medical uses of statistics: John Wiley & Sons; 2012 s:34-70

15. Baker NA, Jacobs K. Tele-ergonomics. Telerehabilitation: Springer; 2013. p. 163-174

16. Balducci S, Sacchetti M, Haxhi J, Orlando G, D'errico V, Fallucca S, et al. Physical exercise as therapy for type 2 diabetes mellitus. Diabetes/metabolism research and reviews. 2014;30 (S1): 13-23

17. Balducci S, Sacchetti M, Haxhi J, Orlando G, Zanuso S, Cardelli P, et al. The Italian Diabetes and Exercise Study 2 (IDES-2): a long-term behavioral intervention for adoption and maintenance of a physically active lifestyle. Trials. 2015;16 (1): 569

18. Bangor A, Kortum P, Miller J. Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. Journal of usability studies. 2009;4 (3): 114-123

19. Barendse RJ, van Dam TB, Nelwan SP, editors. Portable platform independent patient monitoring. Computing in Cardiology 2013; IEE 983-986

20. Bell W, Colaiezzi BA, Prata CS, Coates JC. Scaling up dietary data for decision-making in low-income countries: new technological frontiers. Advances in Nutrition. 2017;8 (6): 916-932

21. Bellavere F, Cacciatori V, Bacchi E, Gemma M, Raimondo D, Negri C, et al. Effects of aerobic or resistance exercise training on cardiovascular autonomic function of subjects with type 2 diabetes: a pilot study. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2018;28 (3): 226-233

22. Bert F, Giacometti M, Gualano MR, Siliquini R. Smartphones and health promotion: a review of the evidence. Journal of medical systems. 2014;38 (1): 9995

23. Bhuyan SS, Lu N, Chandak A, Kim H, Wyant D, Bhatt J, et al. Use of mobile health applications for health-seeking behavior among US adults. Journal of medical systems. 2016;40 (6): 153

24. Bock B, Thind H, Fava J, Dunsiger S, Guthrie K, Stroud L, et al. Feasibility of yoga as a complementary therapy for patients with type 2 diabetes: The Healthy Active and in Control (HA1C) study. Complementary therapies in medicine. 2019;42: 125-131

25. Botton CE, Umpierre D, Rech A, Pfeifer LO, Machado CL, Teodoro JL, et al. Effects of resistance training on neuromuscular parameters in elderly with type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial. Experimental gerontology. 2018;113: 141-149

26. Boulé N, Kenny G, Haddad E, Wells G, Sigal R. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. Diabetologia. 2003;46 (8): 1071-1081

27. Boyle L, Grainger R, Hall RM, Krebs JD. Use of and beliefs about mobile phone apps for diabetes self-management: surveys of people in a hospital diabetes clinic and diabetes health professionals in New Zealand. JMIR mHealth and uHealth. 2017;5 (6): e85

28. Brakenridge CL, Healy GN, Winkler EA, Fjeldsoe BS. Usage, acceptability, and effectiveness of an activity tracker in a randomized trial of a workplace sitting intervention: mixed-methods evaluation. Interactive journal of medical research. 2018;7 (1): e5

29. Brooke J. SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry. 1996;189 (194): 4-7

30. Brooks GA, Fahey TD, White TP. Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications: Mayfield publishing company; 1996

31. Brzan PP, Rotman E, Pajnkihar M, Klanjsek P. Mobile applications for control and self management of diabetes: a systematic review. Journal of medical systems. 2016;40 (9): 210

32. Budzikowski A. Obesity, diabetes, and hypertension: a growing epidemic. Cardiol Rev. 2003;20 (9): 9-10

33. Burnham JM, Meta F, Lizzio V, Makhni EC, Bozic KJ. Technology assessment and cost-effectiveness in orthopedics: how to measure outcomes and deliver value in a constantly changing healthcare environment. Current reviews in musculoskeletal medicine. 2017;10 (2): 233-239

34. Bülüç F. Koroner Arter Hastalığı Tedavisinde Kullanılan Stentlerin Maliyet Etkililik Analizi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2018, Ankara , İstanbul (Danışman: Prof. Dr. İ Ağırbaş).

35. Callaghan MJ, McCarthy CJ, Al-Omar A, Oldham JA. The reproducibility of multi-joint isokinetic and isometric assessments in a healthy and patient population. Clinical Biomechanics. 2000;15 (9): 678-683

36. Care D. Standards of Medical Care in Diabetes 2019. Diabetes Care. 2019;42: S81

37. Casanova C, Celli B, Barria P, Casas A, Cote C, De Torres J, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. European Respiratory Journal. 2011;37 (1): 150-156

38. Chao M, Wang C, Dong X, Ding M. The effects of Tai Chi on type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis. Journal of diabetes research. 2018;(1) 1-9

39. Chapman A, Meyer C, Renehan E, Hill KD, Browning CJ. Exercise interventions for the improvement of falls-related outcomes among older adults with diabetes mellitus: A systematic review and meta-analyses. Journal of diabetes and its complications. 2017;31 (3): 631-645

40. Chaudhary SC, Kumari T, Usman K, Sawlani KK, Himanshu D, Gupta KK, et al. Study of Pulmonary Function Test Abnormalities in Metabolic Syndrome. Journal of The Association of Physicians of India. 2018;66: 27

41. Chen J, Lum PS. Pilot testing of the spring operated wearable enhancer for arm rehabilitation (SpringWear). Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2018;15 (1): 13

42. Chen L, Magliano DJ, Zimmet PZ. The worldwide epidemiology of type 2 diabetes mellitus—present and future perspectives. Nature reviews endocrinology. 2012;8 (4): 228

43. Chowdhury TA. Diabetes management in clinical practice: Springer; 2014

44. Church TS, Blair SN, Cocreham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. Jama. 2010;304 (20): 2253-2262

45. Church TS, Cheng YJ, Earnest CP, Barlow CE, Gibbons LW, Priest EL, et al. Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. Diabetes care. 2004;27 (1): 83-88

46. Codario RA. Type 2 diabetes, pre-diabetes, and the metabolic syndrome: Springer Science & Business Media; 2010 s:33-38

47. Colberg SR, Albright AL, Blissmer BJ, Braun B, Chasan-Taber L, Fernhall B, et al. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. Medicine and science in sports and exercise. 2010a;42 (12): 2282-2303

48. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Diabetes care. 2010b;33 (12): e147-e167

49. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes care. 2016;39 (11): 2065-2079

50. Collaboration NRF. Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4· 4 million participants. The Lancet. 2016;387 (10027): 1513-1530

51. Conditions NCCfC. Type 2 diabetes: national clinical guideline for management in primary and secondary care (update): Royal College of Physicians (UK); 2008 s:27

52. Conway N, Campbell I, Forbes P, Cunningham S, Wake D. mHealth applications for diabetes: user preference and implications for app development. Health informatics journal. 2016;22 (4): 1111-1120

53. Cook CB, Wilson RD, Hovan MJ, Hull BP, Gray RJ, Apsey HA. Development of computer-based training to enhance resident physician management of inpatient diabetes. Journal of diabetes science and technology. 2009;3 (6): 1377-1387

54. Dalkey N, Helmer O. An experimental application of the Delphi method to the use of experts. Management science. 1963;9 (3): 458-467

55. Daskivich TJ, Houman J, Lopez M, Luu M, Fleshner P, Zaghiyan K, et al. Association of Wearable Activity Monitors With Assessment of Daily Ambulation and Length of Stay Among Patients Undergoing Major Surgery. JAMA network open. 2019;2 (2): e187673-e187673

56. Davies MJ, D'Alessio DA, Fradkin J, Kernan WN, Mathieu C, Mingrone G, et al. Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes, 2018. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Diabetologia. 2018;61 (12): 2461-2498

57. de Mettelinge TR, Cambier D, Calders P, Van Den Noortgate N, Delbaere K. Understanding the relationship between type 2 diabetes mellitus and falls in older adults: a prospective cohort study. PloS one. 2013;8 (6): e67055

58. Demirkol D, Şeneler Ç. A Turkish Translation Of The System Usability Scale: The Sus-Tr. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.11 (3): 237-253

59. den Braver N, de Vet E, Duijzer G, Ter Beek J, Jansen S, Hiddink G, et al. Determinants of lifestyle behavior change to prevent type 2 diabetes in high-risk individuals. International journal of behavioral nutrition and physical activity. 2017;14 (1): 78

60. Dennison L, Morrison L, Conway G, Yardley L. Opportunities and challenges for smartphone applications in supporting health behavior change: qualitative study. Journal of medical Internet research. 2013;15 (4): e86

61. Dunning T, Sinclair A, Colagiuri S. New IDF Guideline for managing type 2 diabetes in older people. Diabetes research and clinical practice. 2014;103 (3): 538-540

62. Dutton GR, Johnson J, Whitehead D, Bodenlos JS, Brantley PJ. Barriers to physical activity among predominantly low-income African-American patients with type 2 diabetes. Diabetes care. 2005;28 (5): 1209-1210

63. Egger A, Niederseer D, Diem G, Finkenzeller T, Ledl-Kurkowski E, Forstner R, et al. Different types of resistance training in type 2 diabetes mellitus: effects on glycaemic control, muscle mass and strength. European journal of preventive cardiology. 2013;20 (6): 1051-1060

64. Ehling R, Edlinger M, Hermann K, Dröge K, Seidinger Y, Miller U, et al. Successful long-term management of spasticity in patients with multiple sclerosis using a software application (APP): A pilot study. Multiple sclerosis and related disorders. 2017;17: 15-21

65. El-Gayar O, Timsina P, Nawar N, Eid W. A systematic review of IT for diabetes self-management: are we there yet? International journal of medical informatics. 2013;82 (8): 637-652

66. Estrada E, Ferrer E, Pardo A. Statistics for evaluating pre-post change: Relation between change in the distribution center and change in the individual scores. Frontiers in psychology. 2018;9

67. Ettinger LR, Boucher A, Simonovich E. Patients with type 2 diabetes demonstrate proprioceptive deficit in the knee. World journal of diabetes. 2018;9 (3): 59

68. Farahani B, Firouzi F, Chang V, Badaroglu M, Constant N, Mankodiya K. Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare. Future Generation Computer Systems. 2018;78: 659-676

69. Fernandez R. One repetition maximum clarified. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2001;31 (5): 264

70. Finkelstein EA, Haaland BA, Bilger M, Sahasranaman A, Sloan RA, Nang EEK, et al. Effectiveness of activity trackers with and without incentives to increase physical activity (TRIPPA): a randomised controlled trial. The lancet Diabetes & endocrinology. 2016;4 (12): 983-995

71. Fletcher RR, Ming-Zher Poh R, Eydgahi H. Wearable sensors: opportunities and challenges for low-cost health care. 2010 1763-1766.

72. Foss ML, Keteyian SJ. Fox's physiological basis for exercise and sport: William C. Brown; 1998 107(3), 933-945.

73. Fox S, Duggan M. Mobile health 2010: Pew Internet & American Life Project Washington, DC; 2010 5 (2010): 3-8.

74. Gafni A, Birch S. Incremental cost-effectiveness ratios (ICERs): the silence of the lambda. Social science & medicine. 2006;62 (9): 2091-2100

75. Ganz DA, Bao Y, Shekelle PG, Rubenstein LZ. Will my patient fall? Jama. 2007;297 (1): 77-86

76. Garcia-Zapirain B, de la Torre Diez I, Sainz de Abajo B, López-Coronado M. Development, technical, and user evaluation of a web mobile application for self-control of diabetes. Telemedicine and e-Health. 2016;22 (9): 778-785

77. Geirsdottir O, Arnarson A, Briem K, Ramel A, Jonsson P, Thorsdottir I. Effect of 12-week resistance exercise program on body composition, muscle strength, physical function, and glucose metabolism in healthy, insulin-resistant, and diabetic elderly Icelanders. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2012;67 (11): 1259-1265

78. Gencer C, Kayacan A. Yazılım Proje Yönetimi: Şelale Modeli ve Çevik Yöntemlerin Karşılaştırılması. Bilişim Teknolojileri Dergisi. 2017;10 (3): 335-352

79. Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2001;21 (2): 87-93

80. Glick HA, Doshi JA, Sonnad SS, Polsky D. Economic evaluation in clinical trials: OUP Oxford; 2014;1 (4): 1-4

81. González EM, Johansson S, Wallander M-A, Rodríguez LG. Trends in the prevalence and incidence of diabetes in the UK: 1996–2005. Journal of Epidemiology & Community Health. 2009;63 (4): 332-336

82. Gorniak SL, Khan A, Ochoa N, Sharma MD, Phan CL. Detecting subtle fingertip sensory and motor dysfunction in adults with type II diabetes. Experimental brain research. 2014;232 (4): 1283-1291

83. Gram B, Christensen R, Christiansen C, Gram J. Effects of nordic walking and exercise in type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. Clinical Journal of Sport Medicine. 2010;20 (5): 355-361

84. Grøntved A, Ried-Larsen M, Ekelund U, Froberg K, Brage S, Andersen LB. Independent and combined association of muscle strength and cardiorespiratory fitness in youth with insulin resistance and β-cell function in young adulthood: the European Youth Heart Study. Diabetes Care. 2013;36 (9): 2575-2581

85. Groop LC. Pathogenesis of insulin resistance in type 2 diabetes. Drugs. 1999;58 (1): 11-12

86. Guerrero N, Bunout D, Hirsch S, Barrera G, Leiva L, Henríquez S, et al. Premature loss of muscle mass and function in type 2 diabetes. Diabetes research and clinical practice. 2016;117: 32-38

87. Gundmi S, Maiya AG, Bhat AK, Ravishankar N, Hande MH, Rajagopal K. Hand dysfunction in type 2 diabetes mellitus: systematic review with meta-analysis. Annals of physical and rehabilitation medicine. 2018;61 (2): 99-104

88. Hardt S, Schulz MR, Pfitzner T, Wassilew G, Horstmann H, Liodakis E, et al. Improved early outcome after TKA through an app-based active muscle training programme—a randomized-controlled trial. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2018;26 (11): 3429-3437

89. Hartholt KA, Polinder S, Van der Cammen TJ, Panneman MJ, Van der Velde N, Van Lieshout EM, et al. Costs of falls in an ageing population: a nationwide study from the Netherlands (2007–2009). Injury. 2012;43 (7): 1199-1203

90. Heshka S, Ruggiero A, Bray GA, Foreyt J, Kahn SE, Lewis CE, et al. Altered body composition in type 2 diabetes mellitus. International journal of obesity. 2008;32 (5): 780

91. Hewston P, Deshpande N. Falls and balance impairments in older adults with type 2 diabetes: thinking beyond diabetic peripheral neuropathy. Canadian journal of diabetes. 2016;40 (1): 6-9

92. Hida T, Shimokata H, Sakai Y, Ito S, Matsui Y, Takemura M, et al. Sarcopenia and sarcopenic leg as potential risk factors for acute osteoporotic vertebral fracture among older women. European Spine Journal. 2016;25 (11): 3424-3431

93. Higgins JP. Smartphone applications for patients' health and fitness. The American journal of medicine. 2016;129 (1): 11-19

94. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. Diabetes. 2004;53 (2): 294-305

95. Hood M, Wilson R, Corsica J, Bradley L, Chirinos D, Vivo A. What do we know about mobile applications for diabetes self-management? A review of reviews. Journal of behavioral medicine. 2016;39 (6): 981-994

96. Hui SS-c, Yuen PY. Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2000;32 (9): 1655-1659

97. Ishiguro H, Kodama S, Horikawa C, Fujihara K, Hirose AS, Hirasawa R, et al. In search of the ideal resistance training program to improve glycemic control and its indication for patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. Sports medicine. 2016;46 (1): 67-77

98. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. Journal of applied physiology. 2000;89 (2): 465-471

99. Joslin EP, Root H, White P, Marble A, Bailey C. The Treatment of Diabetes Mellitus-Lea and Febiger. Inc, Philadelphia, Pa. 1959;14

100. JudgeRoy JO, Davis III B, Õunpuu S. Step length reductions in advanced age: the role of ankle and hip kinetics. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 1996;51 (6): M303-M312

101. Karinkanta S, Piirtola M, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Kannus P. Physical therapy approaches to reduce fall and fracture risk among older adults. Nature Reviews Endocrinology. 2010;6 (7): 396

102. Karvonen MJ. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. Ann Med Exp Biol Fenn. 1957;35: 307-315

103. Korkiakangas EE, Alahuhta MA, Laitinen JH. Barriers to regular exercise among adults at high risk or diagnosed with type 2 diabetes: a systematic review. Health promotion international. 2009;24 (4): 416-427

104. Kortum PT, Bangor A. Usability ratings for everyday products measured with the System Usability Scale. International Journal of Human-Computer Interaction. 2013;29 (2): 67-76

105. Koydemir HC, Ozcan A. Wearable and implantable sensors for biomedical applications. Annual Review of Analytical Chemistry. 2018;11: 127-146

106. Krebs P, Duncan DT. Health app use among US mobile phone owners: a national survey. JMIR mHealth and uHealth. 2015;3 (4): e101

107. Kreps GL, Neuhauser L. New directions in eHealth communication: opportunities and challenges. Patient education and counseling. 2010;78 (3): 329-336

108. Kruse RL, LeMaster JW, Madsen RW. Fall and balance outcomes after an intervention to promote leg strength, balance, and walking in people with diabetic peripheral neuropathy:“feet first” randomized controlled trial. Physical therapy. 2010;90 (11): 1568-1579

109. Kumari A, Tanwar S, Tyagi S, Kumar N. Fog computing for Healthcare 4.0 environment: Opportunities and challenges. Computers & Electrical Engineering. 2018;72: 1-13

110. Lawton J, Ahmad N, Hanna L, Douglas M, Hallowell N. ‘I can't do any serious exercise’: barriers to physical activity amongst people of Pakistani and Indian origin with Type 2 diabetes. Health education research. 2005;21 (1): 43-54

111. Lee H, Ahn H, Choi S, Choi W. The SAMS: Smartphone addiction management system and verification. Journal of medical systems. 2014;38 (1): 1

112. Lee H, Hong YJ, Baik S, Hyeon T, Kim DH. Enzyme-based glucose sensor: from invasive to wearable device. Advanced healthcare materials. 2018a;7 (8)

113. Lee H, Lee H, Whang M. An enhanced method to estimate heart rate from seismocardiography via ensemble averaging of body movements at six degrees of freedom. Sensors. 2018b;18 (1): 238

114. Lee J-E, Lee DH, Oh TJ, Kim KM, Choi SH, Lim S, et al. Clinical feasibility of continuously monitored data for heart rate, physical activity, and sleeping by wearable activity trackers in patients with thyrotoxicosis:

protocol for a prospective longitudinal observational study. JMIR research protocols. 2018c;7 (2): e49

115. Lees SJ, Booth FW. Sedentary death syndrome. Canadian Journal of Applied Physiology. 2004;29 (4): 447-460

116. Lenters-Westra E, Schindhelm R, Bilo H, Groenier K, Slingerland R. Differences in interpretation of haemoglobin A1c values among diabetes care professionals. Neth J Med. 2014;72 (9): 462-466

117. Lin WY, Yao CA, Wang HC, Huang KC. Impaired lung function is associated with obesity and metabolic syndrome in adults. Obesity. 2006;14 (9): 1654-1661

118. Liu Y, Wang H, Zhao W, Zhang M, Qin H, Xie Y. Flexible, stretchable sensors for wearable health monitoring: sensing mechanisms, materials, fabrication strategies and features. Sensors. 2018;18 (2): 645

119. Loudon K, Treweek S, Sullivan F, Donnan P, Thorpe KE, Zwarenstein M. The PRECIS-2 tool: designing trials that are fit for purpose. bmj. 2015;350: h2147

120. Luo X, Fan W. Medical wearable devices and the healthcare model innovation. Chinese Journal of Health Management. 2016 (1): 70-75

121. Mainous III AG, Tanner RJ, Anton SD, Jo A. Grip strength as a marker of hypertension and diabetes in healthy weight adults. American journal of preventive medicine. 2015;49 (6): 850-858

122. Marchettini P, Lacerenza M, Mauri E, Marangoni C. Painful peripheral neuropathies. Current neuropharmacology. 2006;4 (3): 175-181

123. Martínez-Pérez B, De La Torre-Díez I, López-Coronado M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis. Journal of medical Internet research. 2013;15 (6): e120

124. Matthews L, Pugmire J, Moore L, Kelson M, McConnachie A, McIntosh E, et al. Study protocol for the 'HelpMeDoIt!'randomised controlled feasibility trial: an app, web and social support-based weight loss intervention for adults with obesity. BMJ open. 2017;7 (10): e017159

125. Mayo NE, Poissant L, Ahmed S, Finch L, Higgins J, Salbach NM, et al. Incorporating the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) into an electronic health record to create indicators of function: proof of concept using the SF-12. Journal of the American Medical Informatics Association. 2004;11 (6): 514-522

126. Menon D, Stafinski T. Health technology assessment in Canada: 20 years strong? Value in Health. 2009;12: S14-S19

127. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. European Respiratory Journal. 2005;26 (1): 153-161

128. Moon S-S. Low skeletal muscle mass is associated with insulin resistance, diabetes, and metabolic syndrome in the Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2009-2010. Endocrine journal. 2013: EJ13-0244

129. Morone G, Girardi S, Ghooshchy SG, Iosa M, Paolucci S, editors. Wearable Devices and Virtual Reality for Neurorehabilitation: An Opportunity for Home Rehabilitation. International Conference on NeuroRehabilitation; 2018: Springer

130. Morrison S, Simmons R, Colberg SR, Parson HK, Vinik AI. Supervised Balance Training and Wii Fit–Based Exercises Lower Falls Risk in Older Adults With Type 2 Diabetes. Journal of the American Medical Directors Association. 2018;19 (2): 185. e187-185. e113

131. Moyer VA. Prevention of falls in community-dwelling older adults: US Preventive Services Task Force recommendation statement. Annals of internal medicine. 2012;157 (3): 197-204

132. Murai J, Nishizawa H, Otsuka A, Fukuda S, Tanaka Y, Nagao H, et al. Low muscle quality in Japanese type 2 diabetic patients with visceral fat accumulation. Cardiovascular diabetology. 2018;17 (1): 112

133. Murawski B, Plotnikoff RC, Rayward AT, Vandelanotte C, Brown WJ, Duncan MJ. Randomised controlled trial using a theory-based m-health intervention to improve physical activity and sleep health in adults: the Synergy Study protocol. BMJ open. 2018;8 (2): e018997

134. Balçık, P. Y. ve Nangır, Ö. F., (2016). Avrupa ve Türkiye'de sağlık insan gücü ve sağlık teknolojileri, Ankara Med J, 16 (1): 90-97

135. Narayan KV, Imperatore G, Benjamin SM, Engelgau MM. Targeting people with pre-diabetes: lifestyle interventions should also be aimed at people with pre-diabetes. British Medical Journal Publishing Group; 2002: 403-404

136. Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA. Twenty minutes of passive stretching lowers glucose levels in an at-risk population: an experimental study. Journal of physiotherapy. 2011;57 (3): 173-178

137. Nguyen NH, Hadgraft NT, Moore MM, Rosenberg DE, Lynch C, Reeves MM, et al. A qualitative evaluation of breast cancer survivors' acceptance of

and preferences for consumer wearable technology activity trackers. Supportive Care in Cancer. 2017;25 (11): 3375-3384

138. Nolen-Doerr E, Crick K, Saha C, de Groot M, Pillay Y, Shubrook JH, et al. Six-Minute Walk Test as a Predictive Measure of Exercise Capacity in Adults With Type 2 Diabetes. Cardiopulmonary Physical Therapy Journal. 2018;29 (3): 124-129

139. Ogurtsova K, da Rocha Fernandes J, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho NH, et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. Diabetes research and clinical practice. 2017;128: 40-50

140. Olson DE, Norris SL. Diabetes in older adults. Overview of AGS guidelines for the treatment of diabetes mellitus in geriatric populations. Geriatrics (Basel, Switzerland). 2004;59 (4): 18-24; quiz 25

141. Organization WH. mHealth: new horizons for health through mobile technologies. mHealth: new horizons for health through mobile technologies. 64(7), 66-71

142. Ormel HL, van der Schoot GG, Westerink N-DL, Sluiter WJ, Gietema JA, Walenkamp AM. Self-monitoring physical activity with a smartphone application in cancer patients: a randomized feasibility study (SMART-trial). Supportive Care in Cancer. 2018;26 (11): 3915-3923

143. Ozougwu J, Obimba K, Belonwu C, Unakalamba C. The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. Journal of Physiology and Pathophysiology. 2013;4 (4): 46-57

144. Palma FH, Antigual DU, Martínez SF, Monrroy MA, Gajardo RE. Static balance in patients presenting diabetes mellitus type 2 with and without diabetic polyneuropathy. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. 2013;57 (9): 722-726

145. Pandey A, Usman K, Reddy H, Gutch M, Jain N, Qidwai S. Prevalence of hand disorders in type 2 diabetes mellitus and its correlation with microvascular complications. Annals of medical and health sciences research. 2013;3 (3): 349-354

146. Panel on Prevention of Falls in Older Persons AGS, Society BG. Summary of the updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. Journal of the American Geriatrics Society. 2011;59 (1): 148-157

147. Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, De Rekeneire N, Harris TB, Schwartz AV, et al. Decreased muscle strength and quality in older adults

with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. Diabetes. 2006;55 (6): 1813-1818

148. Patel S, Park H, Bonato P, Chan L, Rodgers M. A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. Journal of neuroengineering and rehabilitation. 2012;9 (1): 21

149. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine–evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2015;25: 1-72

150. Phillips SM, Cadmus-Bertram L, Rosenberg D, Buman MP, Lynch BM. Wearable technology and physical activity in chronic disease: opportunities and challenges. American journal of preventive medicine. 2018;54 (1): 144-150

151. Pijpers E, Ferreira I, de Jongh RT, Deeg DJ, Lips P, Stehouwer CD, et al. Older individuals with diabetes have an increased risk of recurrent falls: analysis of potential mediating factors: the Longitudinal Ageing Study Amsterdam. Age and ageing. 2011;41 (3): 358-365

152. Pitt L, Kietzmann J, Robson K, Plangger K, Treen E, Paschen J, et al. Understanding the opportunities and challenges of wearable technology. Creating marketing magic and innovative future marketing trends: Springer; 2017. p. 139-141

153. Powers MA, Bardsley J, Cypress M, Duker P, Funnell MM, Fischl AH, et al. Diabetes self-management education and support in type 2 diabetes: a joint position statement of the American Diabetes Association, the American Association of Diabetes Educators, and the Academy of Nutrition and Dietetics. The Diabetes Educator. 2017;43 (1): 40-53

154. Rabin R, Charro Fd. EQ-SD: a measure of health status from the EuroQol Group. Annals of medicine. 2001;33 (5): 337-343

155. Ranasinghe C, Hills A, Constantine G, Finlayson G, Katulanda P, King N. Study protocol: a randomised controlled trial of supervised resistance training versus aerobic training in Sri Lankan adults with type 2 diabetes mellitus: SL-DART study. BMC public health. 2018;18 (1): 176

156. Regensteiner JG, Golden S, Huebschmann AG, Barrett-Connor E, Chang AY, Chyun D, et al. Sex differences in the cardiovascular consequences of diabetes mellitus: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2015;132 (25): 2424-2447

157. Ridgers ND, Timperio A, Brown H, Ball K, Macfarlane S, Lai SK, et al. Wearable activity tracker use among Australian adolescents: usability and acceptability study. JMIR mHealth and uHealth. 2018;6 (4): e86

158. Rossi MG, Bigi S. mHealth for diabetes support: a systematic review of apps available on the Italian market. Mhealth. 2017;3

159. Salsabili H, Bahrpeyma F, Forogh B, Rajabali S. Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. Journal of rehabilitation research & development. 2011;48 (7)

160. Sarodnik C, Bours S, Schaper N, van den Bergh J, van Geel T. The risks of sarcopenia, falls and fractures in patients with type 2 diabetes mellitus. Maturitas. 2018;109: 70-77

161. Satman I, Omer B, Tutuncu Y, Kalaca S, Gedik S, Dinccag N, et al. Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. European journal of epidemiology. 2013;28 (2): 169-180

162. Schmid AA, Atler KE, Malcolm MP, Grimm LA, Klinedinst TC, Marchant DR, et al. Yoga improves quality of life and fall risk-factors in a sample of people with chronic pain and Type 2 Diabetes. Complementary therapies in clinical practice. 2018;31: 369-373

163. Schroeder SA. We can do better—improving the health of the American people. New England Journal of Medicine. 2007;357 (12): 1221-1228

164. Sénéchal M, Johannsen NM, Swift DL, Earnest CP, Lavie CJ, Blair SN, et al. Association between changes in muscle quality with exercise training and changes in cardiorespiratory fitness measures in individuals with type 2 diabetes mellitus: results from the HART-D study. PloS one. 2015;10 (8): e0135057

165. Serour M, Alqhenaei H, Al-Saqabi S, Mustafa A-R, Ben-Nakhi A. Cultural factors and patients' adherence to lifestyle measures. Br J Gen Pract. 2007;57 (537): 291-295

166. Seuring T, Archangelidi O, Suhrcke M. The economic costs of type 2 diabetes: a global systematic review. PharmacoEconomics. 2015;33 (8): 811-831

167. Shechtman O, Gestewitz L, Kimble C. Reliability and validity of the DynEx dynamometer. Journal of Hand Therapy. 2005;18 (3): 339-347

168. Shen J, Naeim A. Telehealth in older adults with cancer in the United States: The emerging use of wearable sensors. Journal of geriatric oncology. 2017;8 (6): 437-442

169. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. Diabetes care. 2004;27 (10): 2518-2539

170. Singh VP, Bali A, Singh N, Jaggi AS. Advanced glycation end products and diabetic complications. The Korean Journal of Physiology & Pharmacology. 2014;18 (1): 1-14

171. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. Diabetes care. 2006;29 (11): 2518-2527

172. Soumya D, Srilatha B. Late stage complications of diabetes and insulin resistance. J Diabetes Metab. 2011;2 (9): 1000167

173. Stolberg S, editor Enabling agile testing through continuous integration. 2009 Agile Conference; 2009: IEEE

174. Sullivan AN, Lachman ME. Behavior change with fitness technology in sedentary adults: a review of the evidence for increasing physical activity. Frontiers in public health. 2017;4: 289

175. Suresh K. An overview of randomization techniques: an unbiased assessment of outcome in clinical research. Journal of human reproductive sciences. 2011;4 (1): 8

176. Tezcan C. Sağlığa Yenilikçi Bir Bakış Açısı: Mobil Sağlık. TÜSİAD Yayınları, Yayın No: TÜSİAD. 2016: 2016-2003

177. Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. Cochrane database of systematic reviews. 2006 (3)

178. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Current sports medicine reports. 2013;12 (4): 215-217

179. Timar B, Timar R, Gaiță L, Oancea C, Levai C, Lungeanu D. The impact of diabetic neuropathy on balance and on the risk of falls in patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study. PloS one. 2016;11 (4): e0154654

180. Tomas-Carus P, Ortega-Alonso A, Pietilainen KH, Santos V, Goncalves H, Ramos J, et al. 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. 2016;56 (5): 572-578

181. Trawley S, Baptista S, Browne JL, Pouwer F, Speight J. The use of mobile applications among adults with type 1 and type 2 diabetes: results from the second MILES—Australia (MILES-2) study. Diabetes technology & therapeutics. 2017;19 (12): 730-738

182. Tuomi T, Carlsson A, Li H, Isomaa B, Miettinen A, Nilsson A, et al. Clinical and genetic characteristics of type 2 diabetes with and without GAD antibodies. Diabetes. 1999;48 (1): 150-157

183. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Jama. 2011;305 (17): 1790-1799

184. Vadstrup ES, Frølich A, Perrild H, Borg E, Røder M. Lifestyle intervention for type 2 diabetes patients–trial protocol of The Copenhagen Type 2 Diabetes Rehabilitation Project. BMC Public Health. 2009;9 (1): 166

185. van Gemert-Pijnen JE, Nijland N, van Limburg M, Ossebaard HC, Kelders SM, Eysenbach G, et al. A holistic framework to improve the uptake and impact of eHealth technologies. Journal of medical Internet research. 2011;13 (4): e111

186. Van Reijen M, Vriend I, Van Mechelen W, Verhagen E. Preventing recurrent ankle sprains: Is the use of an App more cost-effective than a printed Booklet? Results of a RCT. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2018;28 (2): 641-648

187. Vinetti G, Mozzini C, Desenzani P, Boni E, Bulla L, Lorenzetti I, et al. Supervised exercise training reduces oxidative stress and cardiometabolic risk in adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. Scientific reports. 2015;5: 9238

188. Višnjić A, Veličković V, Šelmić Milosavljević N. Qaly-measure of Cost-Benefit analysis of health interventions. Acta Fac Med Naiss. 2011;28: 195-199

189. Wang X, Bao W, Liu J, OuYang Y-Y, Wang D, Rong S, et al. Inflammatory markers and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Diabetes care. 2013;36 (1): 166-175

190. Wang Y, Yang H, Nolan M, Negishi K, Burgess J, Marwick TH. Association of waist circumference with impaired six-minute walk in type 2 diabetes mellitus is independent of cardiac function. Journal of diabetes and its complications. 2016;30 (3): 542-544

191. Waryasz GR, McDermott AY. Exercise prescription and the patient with type 2 diabetes: a clinical approach to optimizing patient outcomes. Journal of the American academy of Nurse Practitioners. 2010;22 (4): 217-227

192. Yamaoka K, Tango T. Efficacy of lifestyle education to prevent type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. Diabetes care. 2005;28 (11): 2780-2786

193. Yang P, Swardfager W, Fernandes D, Laredo S, Tomlinson G, Oh PI, et al. Finding the optimal volume and intensity of resistance training exercise for type 2 diabetes: the FORTE study, a randomized trial. diabetes research and clinical practice. 2017;130: 98-107

194. Young R, Hopkins R, Eaton T. Forced expiratory volume in one second: not just a lung function test but a marker of premature death from all causes. European Respiratory Journal. 2007;30 (4): 616-622

195. Young TK, Martens PJ, Taback SP, Sellers EA, Dean HJ, Cheang M, et al. Type 2 diabetes mellitus in children: prenatal and early infancy risk factors among native Canadians. Archives of pediatrics & adolescent medicine. 2002;156 (7): 651-655

196. Zafrir B, Azaiza M, Gaspar T, Dobrecky-Mery I, Azencot M, Lewis BS, et al. Low cardiorespiratory fitness and coronary artery calcification: Complementary cardiovascular risk predictors in asymptomatic type 2 diabetics. Atherosclerosis. 2015;241 (2): 634-640

197. Zahra F, Hussain A, Mohd H, editors. Usability factors of mobile health application for chronic diseases. AIP Conference Proceedings; 2016: AIP Publishing; 1761, (1): 020108

198. Zanuso S, Jimenez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. Acta diabetologica. 2010;47 (1): 15-22

199. Zhang MW, Ho RC, Hawa R, Sockalingam S. Analysis of the information quality of bariatric surgery smartphone applications using the silberg scale. Obesity surgery. 2016;26 (1): 163-168

200. Zhang Y, Li X, Luo S, Liu C, Xie Y, Guo J, et al. Use, Perspectives, and Attitudes Regarding Diabetes Management Mobile Apps Among Diabetes Patients and Diabetologists in China: National Web-Based Survey. JMIR mHealth and uHealth. 2019;7 (2): e12658

201. Zijlstra GR, Van Haastregt JC, Van Rossum E, Van Eijk JTM, Yardley L, Kempen GI. Interventions to reduce fear of falling in community-living older people: a systematic review. Journal of the American Geriatrics Society. 2007;55 (4): 603-615

9. EKLER

AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Fizyoterapistin Açıklaması

Çalışmamızın amacı, Tip 2 diyabetli hastalarda giyilebilir teknoloji, mobil uygulama destekli ve gözetimli egzersiz eğitiminin etkileri; glisemik kontrol, fiziksel uygunluk, fonksiyonel kapasite, fiziksel aktivite düzeyi ve yaşam kalitesi açısından, karşılaştırılmasıdır.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz ancak bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım, gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Eğer çalışmaya katılmayı kabül ederseniz Uzm. Fzt. Eren TİMURTAŞ tarafından öncelikle demografik özellikleriniz kaydedilecek, sonrasında tanımlayıcı anketler uygulanacaktır. Sizden bu değerlendirmeler sırasında objektif cevaplar vermeniz istenecektir. Ayrıca akselerometre cihazıyla fiziksel aktivite düzeyiniz belirlenecektir. Egzersiz eğitimleriyle takibiniz sürdürülecektir. Değerlendirmelerimiz 12. haftada tekrarlanacaktır. Değerlendirme kayıtlarınız kimliğiniz belirtilmeden sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde veya bilimsel nitelikte yayınlarda kullanılabilir. Bunun dışında bu kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katılmanız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz. Çalışmaya dahil olduğunuz taktirde araştırma ile ilgili danışmak ya da soru sormak istediğinizde '05356670080' telefon numarasından Eren TİMURTAŞ'a ulaşabilirsiniz.

Değerlendirme ve uygulamalar sırasında oluşabilecek riskler: çalışma kapsamında yapılacak olan değerlendirme ve uygulamalar herhangi bir risk içermemektedir.

Katılımcının Beyanı

Sayın Uzm. Fzt. Eren TİMURTAŞ tarafından Sağlık Bilimleri Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi amacıyla araştırmacı tarafından araştırmadan çıkartılabileceğimi de biliyorum. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğimi biliyorum.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir bileklikte, Uzm. Fzt. Eren TİMURTAŞ'ı '05356670080' telefon numarasından ve Marmara Üniversitesi Sağlık Kampüsü Sağlık Bilimleri Fakültesi Başıbüyük-Maltepe/ İstanbul adresinden arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalamış bulunduğum bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Görüşme tanığı:

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen fizyoterapist:

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel.

İmza

KURUM İZİN YAZISI

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 15342631-302.08.01-E.1800172171 25.06.2018
Konu : Eren TİMURTAŞ'ın Araştırma İzni Hakkında

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : 16867222/604.01.01

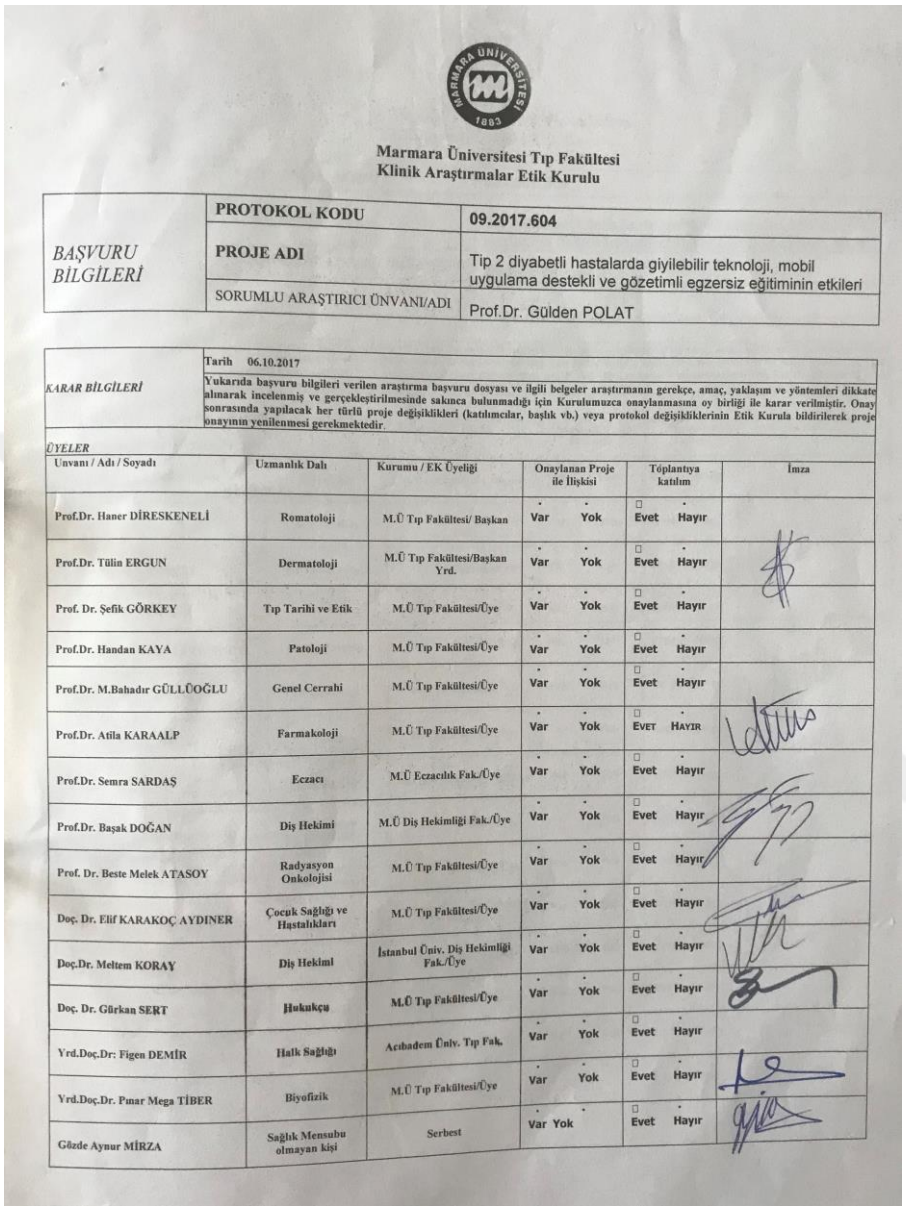
Enstitümüz Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Eren TİMURTAŞ' ın; "Tip 2 Diyabetli Hastalarda Giyilebilir Teknoloji, Mobil Uygulama Destekli ve Gözetimli Egzersiz Eğitiminin Etkileri" başlıklı tez çalışmasını İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü' ne bağlı Fatih Sultan Mehmet Hastanesi Üsküdar Diyabet Merkezi' nde yapabilmesi uygun bulunmuş olup, öğrencinin konu hakkında bilgilendirilmesi hususunda;
Gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Göksel ŞENER
Müdür

EK: Yazı Sureti

Marmara Üniversitesi Başıbüyük Sağlık Yerleşkesi, Başıbüyük Yolu 9/3 34854 Başıbüyük Maltepe / İSTANBUL
Telefon: 0216 414 44 23 Belgegeçer No: 418 00 69
saglikogrenci@marmara.edu.tr http://saglik.marmara.edu.tr
Kep Adresi: marmarauniversitesi@hs01.kep.tr
Ayrıntılı bilgi için: Süleyman TÜRKMENOĞLU Bilgisayar İşletmeni

ETİK KURUL ONAYI



Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	09.2017.604
	PROJE ADI	Tip 2 diyabetli hastalarda giyilebilir teknoloji, mobil uygulama destekli ve gözetimli egzersiz eğitiminin etkileri
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI	Prof.Dr. Gülden POLAT

KARAR BİLGİLERİ	Tarih 06.10.2017 Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek proje onayının yenilenmesi gerekmektedir.

ÜYELER

Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeliği	Onaylanan Proje ile İlişkisi	Toplantıya katılım	İmza
Prof.Dr. Haner DİRESKENELİ	Romatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/ Başkan	Var Yok	Evet Hayır	
Prof.Dr. Tülin ERGUN	Dermatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.	Var Yok	Evet Hayır	
Prof. Dr. Şefik GÖRKEY	Tıp Tarihi ve Etik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Prof.Dr. Handan KAYA	Patoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Prof.Dr. M.Bahadır GÜLLÜOĞLU	Genel Cerrahi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Prof.Dr. Atila KARAALP	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	EVET HAYIR	
Prof.Dr. Semra SARDAŞ	Eczacı	M.Ü Eczacılık Fak./Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Prof.Dr. Başak DOĞAN	Diş Hekimi	M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Prof. Dr. Beste Melek ATASOY	Radyasyon Onkolojisi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Doç. Dr. Elif KARAKOÇ AYDINER	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Doç.Dr. Meltem KORAY	Diş Hekimi	İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Doç. Dr. Gürkan SERT	Hukukçu	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Yrd.Doç.Dr: Figen DEMİR	Halk Sağlığı	Acıbadem Üniv. Tıp Fak.	Var Yok	Evet Hayır	
Yrd.Doç.Dr. Pınar Mega TİBER	Biyofizik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var Yok	Evet Hayır	
Gözde Aynur MİRZA	Sağlık Mensubu olmayan kişi	Serbest	Var Yok	Evet Hayır	

DEĞERLENDİRME FORMU

Adı ve Soyadı:

Kullandığınız ilaçlar

2-) Yas:

3-) Ağırlık(kg):

4-) Boy(cm):

5-) Bel çevresi(cm):

6-) Vücut bileşimi:

a) Vücut yağı (%):……

b) Yağ dokusu (kg):…….

c) Yağsız doku (kg):…….

d) Vücut suyu (kg):……..

EĞİTİM DURUMU:

a) Okur-yazar

b) İlkokul

c) Ortaokul

d) Lise

e) Üniversite

f) Yüksek lisans

g) Doktora

Doktor tarafından tanısı konulmuş bir başka hastalığınız/hastalıklarınız var mı?

Sigara içiyor musunuz? Cevabınız evet ise ne kadar süredir içiyorsunuz?

a) Evet(süresi:…….)

b) Hayır

Cevabınız 'EVET' ise günde kaç tane içiyorsunuz?

Her gün ..... adet

14-) Alkol tüketiyor musunuz?

a) Evet

b) Hayır

Son 6 ay içerisinde özel bir egzersiz uyguladınız mı?

a) Evet

b) Hayır

	1. ÖLÇÜM	1. ÖLÇÜM	2.ÖLÇÜM	2. ÖLÇÜM	3.ÖLÇÜM	3.ÖLÇÜM
HbA1C:						
Açlık plazma glukozu:						
HDL						
Kolesterol :						
LDL kolesterol:						
Trigliserit:						
6 dk yürüme testi						
Sistolik/Diyastolik kan basıncı:						
Alt ekstremite kas kuvveti (Quadriseps)						
Alt ekstremite kas kuvveti (Hamstring)						
Üst ekstremite kas kuvveti (Biseps)						
Üst ekstremite kas kuvveti (Trsieps)						
El kavrama kuvveti:						
Balans master						

ULUSLARARASI FİZİKSEL AKTİVİTE ANKETİ-KISA FORM

Bu bölümdeki sorular son 7 gün içerisinde fiziksel aktivitede harcanan zamanla ilgilidir. Lütfen son 7 günde yaptığınız **şiddetli fiziksel aktiviteleri** düşünün. (işte, evde, bir yerden bir yere giderken, boş zamanlarınızda yaptığınız spor, egzersiz veya eğlence vb.)

Şiddetli fiziksel aktiviteler yoğun fiziksel efor gerektiren ve nefes alıp verme temposunun normalden çok daha fazla olduğu aktivitelerdir. Sadece herhangi bir zamanda **en az 10 dakika** süre ile yaptığınız aktiviteleri düşünün.

1. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol, veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?

Haftada____gün

□ Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. → (3.soruya gidin.)

2. Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde____saat

Günde____dakika

Geçen 7 günde yaptığınız **orta dereceli fiziksel aktiviteleri** düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığınız fiziksel aktiviteleri düşünün.

3.Geçen 7 gün içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi orta dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız?Yürüme hariç.

Haftada____gün

□ Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. → (5.soruya gidin.)

4. Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde____saat

Günde____dakika

Geçen 7 günde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bi yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığını yürüyüş olabilir.

5.Geçen 7 gün, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?

Haftada____gün

□ Yürümedim. → (7.soruya gidin.)

6. Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?

Günde____saat

Günde____dakika

Son soru, **geçen 7 günde** hafta içinde **oturarak** geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dâhildir. Bu masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde otururak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7. Geçen 7 gün içerisinde, günde otururak ne kadar zaman harcadınız?

Günde____saat

Günde____dakika

EK 1: Egzersiz davranışı değişim basamakları anketi.

Her soru için Evet veya Hayır seçeneğini işaretleyiniz. Lütfen soruları dikkatlice okuyunuz.

Orta düzeyde fiziksel aktiviteler nefes alımında ve kalp atımında biraz artış gözlenen aktivitelerdir. Ritimli yürüyüş, dans, bahçe işleri, düşük şiddette yüzme veya arazide bisiklet sürme gibi aktiviteler orta düzeyde aktivite olarak değerlendirilir.

1) Şu anda orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılmaktayım. HAYIR EVET
2) Gelecek 6 ayda orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılımımı arttırmak niyetindeyim. HAYIR EVET

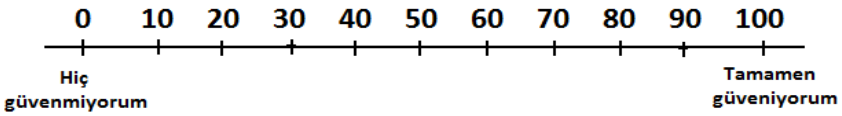
Orta düzeyde fiziksel aktivitenin düzenli sayılabilmesi için, aktivitenin haftada 5 veya daha fazla günde 30 dakika veya daha fazla olması gerekir. Örneğin, 30 dakika süreyle yürüyüş yapabilir veya 10 dakikalık 3 farklı aktivite ile 30 dakikayı doldurabilirsiniz.

3) Şu anda düzenli olarak orta düzeyde fiziksel aktivite yapmaktayım. HAYIR EVET
4) Son 6 aydır düzenli olarak orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılmaktayım. HAYIR EVET

Puanlama İşlemseli:
Eğilim Öncesi: 1. soru=Hayır; 2. soru=Hayır
Eğilim: 1. soru=Hayır; 2. soru=Evet
Hazırlık: 1. soru=Evet; 3. soru=Hayır
Hareket: 1. soru=Evet; 3. soru=Evet; 4. soru=Hayır
Devamlılık: 1. soru=Evet; 3. soru=Evet; 4. soru=Evet

EGZERSİZ ÖZ YETERLİLİK ÖLÇEĞİ

Aşağıda egzersiz yapmanızı etkileyebilecek durumlar belirtilmiştir. Lütfen her madde için aşağıdaki skalayı göz önünde bulundurarak yanıt veriniz.



Egzersiz yapma konusunda kendinize ne kadar güveniyorsunuz?

	Özgüven derecesi (0-100)
1. Çalışma programınıza rağmen	-----------
2. Fiziksel olarak yorgun olduğunuz zaman	----------
3. Egzersiz yapmak sıkıcı geldiği zaman	----------
4. Küçük (önemsiz) sakatlanmalarınız/ yaralanmalarınız olduğunda	----------
5. Diğer zaman alıcı şeylere rağmen	----------
6. Ailenize karşı sorumluluklarınıza rağmen	----------

EGZERSİZDE DAVRANIŞSAL DÜZENLEMELER ÖLÇEĞİ

		Kesinlikle doğru değil		Bazen doğru		Kesinlikle doğru
1	Başkaları egzersiz yapmam gerektiğini söyledikleri için egzersiz yaparım	0	1	2	3	4
2	Egzersiz yapmadığımda kendimi suçlu hissederim.	0	1	2	3	4
3	Egzersiz yapmanın yararlarına önem veririm.	0	1	2	3	4
4	Eğlenceli olduğu için egzersiz yaparım.	0	1	2	3	4
5	Neden egzersiz yapmam gerektiğini anlamıyorum	0	1	2	3	4
6	Arkadaşlarım/ ailem/eşim egzersiz yapmam gerektiğini söylediği için egzersiz yapıyorum.	0	1	2	3	4
7	Bir egzersiz seansını kaçırdığımda utanç duyuyorum.	0	1	2	3	4
8	Düzenli egzersiz yapmak benim için önemlidir.	0	1	2	3	4
9	Neden egzersiz yapma zahmetine gireyim anlamıyorum.	0	1	2	3	4
10	Egzersiz yapmaktan zevk alıyorum.	0	1	2	3	4
11	Egzersiz yapıyorum çünkü yapmazsam çevremdekiler benden hoşlanmayacaktır.	0	1	2	3	4
12	Egzersiz yapmanın gerekliliğini anlamış değilim.	0	1	2	3	4
13	Bir süre egzersiz yapmayınca kendimi başarısız hissediyorum	0	1	2	3	4
14	Düzenli egzersiz için çaba sarfetmenin önemli olduğunu düşünüyorum.	0	1	2	3	4
15	Egzersizin keyifli bir etkinlik olduğunu düşünüyorum.	0	1	2	3	4
16	Egzersiz yapma konusunda arkadaşlarımın/ailemin baskısını hissediyorum.	0	1	2	3	4
17	Düzenli egzersiz yapmazsam kendimi huzursuz hissediyorum.	0	1	2	3	4
18	Egzersiz yapmaktan haz ve doyum alıyorum.	0	1	2	3	4
19	Egzersiz yapmanın zaman kaybı olduğunu düşünüyorum.	0	1	2	3	4

EGZERSİZ MOTİVASYON ANKETİ

Aşağıda verilen ifadelere cevap verirken, sizi egzersiz yapmaya yönlendiren nedenleri düşünün. Cevaplar üzerinde çok düşünerek fazla vakit harcamayın Burada doğru ve yanlış cevaplar yoktur. Sizi egzersiz yapmaya yönlendiren nedenlerin derecelendirmesini her ifadenin yanında bulunan size uygun numarayı daire içine alarak yapın.

Egzersizi ..... yapıyorum	**Kesinlikle Katılmıyorum 1**	**Katılmıyorum 2**	**Kararsızım 3**	**Katılıyorum 4**	**Kesinlikle Katılıyorum 5**
1.Yapabileceğimin en iyisini yapmak için	1	2	3	4	5
2.Arkadaşlarımla ortak noktam olduğu için	1	2	3	4	5
3.Stresle daha iyi başetmek istediğim için	1	2	3	4	5
4.Sağlıklı bir vücuda sahip olmamı sağladığı için	1	2	3	4	5
5.Daha iyi görünmek için	1	2	3	4	5
6.Kaslarımın daha iyi görünmesi için	1	2	3	4	5
7.Yeni beceriler kazanmak ve yeni aktiviteleri denemek için	1	2	3	4	5
8.Sağlıklı kalmamı sağladığı için	1	2	3	4	5
9.Fiziksel sağlığımı koruduğu için	1	2	3	4	5
10.Stresi azalttığı için	1	2	3	4	5
11.Vücut şeklimi geliştirmek için	1	2	3	4	5
12.Gereksiz şeyleri düşünmemi engellediği için	1	2	3	4	5
13.Fiziksel olarak formda kalmak için	1	2	3	4	5

14.Rahatlamama yardımcı olduğu için	1	2	3	4	5
15.Egzersiz sırasında arkadaşlarla konuşma olanağı bulduğum için	1	2	3	4	5
16.Başkaları ile birlikte aktivite yapmak için	1	2	3	4	5
17.Varolan becerilerimi geliştirmek için	1	2	3	4	5
18.Etrafımdakilerle yarışmak içim	1	2	3	4	5
19.Eğlenceli olduğu için	1	2	3	4	5
20.Hayatımı kazanmak için	1	2	3	4	5
21.Egzersiz yapmaktan hoşlandığım için	1	2	3	4	5
22.Grubun en iyisi olmak için	1	2	3	4	5
23.Egzersiz sırasında başkalarından daha fazla çalışmak için	1	2	3	4	5
Egzersizi ..... yapıyorum	**Kesinlikle Katılmıyorum 1**	**Katılmıyorum 2**	**Kararsızım 3**	**Katılıyorum 4**	**Kesinlikle Katılıyorum 5**
24.Muntazam ve güçlü bir fiziğe sahip olmakta yardımcı olduğu için	1	2	3	4	5
25.İlginç olduğu için	1	2	3	4	5
26.İyi vakit geçirdiğim için	1	2	3	4	5
27.Arkadaşlarımla beraber olduğum için	1	2	3	4	5
28.Beni mutlu ettiği için	1	2	3	4	5
29.Karşılığında para aldığım için	1	2	3	4	5
30.Diğerlerinden daha zinde olmak için	1	2	3	4	5
31.İnsanlar bana egzersiz yapmam gerektiğini söylediği için	1	2	3	4	5

32.Başkalarıyla egzersiz yaparak vakit geçirmekten hoşlandığım için	1	2	3	4	5
33. Aktivitede daha iyi olmak için	1	2	3	4	5
34.Diğerlerinden daha iyi performans göstermek için	1	2	3	4	5

Alt boyutlar:

Ustalık: 17,1,7,33

Fiziksel durum:8,4,9,13

Sosyal ilişki: 27,16,32,15,2

Psikolojik durum:10,3,12,14

Görünüş:5,11,6,24

Diğerlerinin beklenti:20,29,31

Zevk:26,19,21,25,28

Rekabet:34,30,23,22,18

EuroQol (EQ-5D-5L) Ölçeği

Her başlık altında BUGÜNKÜ sağlık durumunuzu en iyi ifade eden bir kutuyu işaretleyiniz.

HAREKET EDEBİLME

Yürüyerek dolaşırken bir güçlük yaşamıyorum ❑
Yürüyerek dolaşırken çok az güçlük yaşıyorum ❑
Yürüyerek dolaşırken orta derecede güçlük yaşıyorum ❑
Yürüyerek dolaşırken şiddetli güçlük yaşıyorum ❑
Yürüyerek dolaşamıyorum ❑

KENDİ KENDİNE BAKABİLME

Kendi kendime yıkanırken veya giyinirken bir güçlük yaşamıyorum ❑
Kendi kendime yıkanırken veya giyinirken çok az güçlüğüm oluyor ❑
Kendi kendime yıkanırken veya giyinirken orta derecede güçlüklerim oluyor ❑
Kendi kendime yıkanırken veya giyinirken şiddetli güçlüklerim oluyor ❑
Kendi kendime yıkanacak veya giyinebilecek durumda değilim ❑

OLAĞAN İŞLER *(örneğin; iş, ders çalışma, ev işleri, aile içi veya boş zaman faaliyetleri)*

Olağan işlerimi yaparken herhangi bir güçlük çekmiyorum ❑
Olağan işlerimi yaparken çok az güçlüğüm oluyor ❑
Olağan işlerimi yaparken orta derecede güçlüklerim oluyor ❑
Olağan işlerimi yaparken şiddetli güçlüklerim oluyor ❑
Olağan işlerimi yapabilecek durumda değilim ❑

AĞRI / RAHATSIZLIK

Ağrı veya rahatsızlığım yok ❑
Hafif ağrı veya rahatsızlığım var ❑
Orta derecede ağrı veya rahatsızlığım var ❑
Şiddetli ağrı veya rahatsızlığım var ❑
Aşırı derecede ağrı veya rahatsızlığım var ❑

ENDİŞE / MORAL BOZUKLUĞU

Endişeli veya moral bozukluğu içinde değilim ❑
Hafif derecede endişeliyim veya moralim bozuk ❑
Orta derecede endişeliyim veya moralim bozuk ❑
Şiddetli derecede endişeliyim veya moralim bozuk ❑
Aşırı derecede endişeliyim veya moralim çok bozuk ❑

Sağlığınızın BUGÜN ne kadar iyi veya kötü olduğunu bilmek istiyoruz.

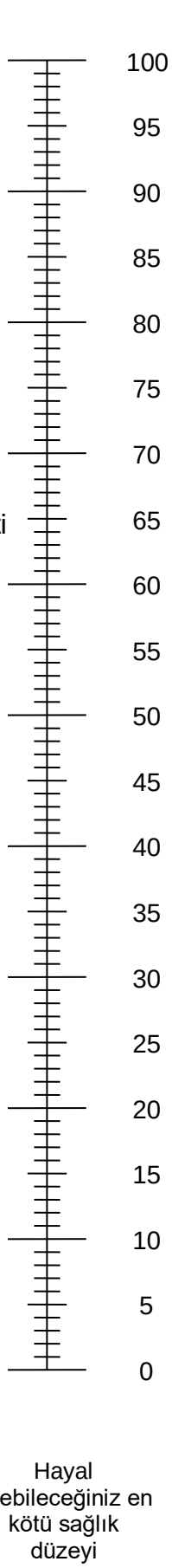
Bu ölçek 0'dan 100'e kadar numaralandırılmıştır.

100 hayal edebileceğiniz <u>en iyi</u> sağlık düzeyini göstermektedir.
0 ise hayal edebileceğiniz <u>en kötü</u> sağlık düzeyini göstermektedir.

BUGÜNKÜ sağlığınızın nasıl olduğunu göstermek için ölçeğe bir X işareti koyun.

Şimdi de lütfen ölçekte işaretlediğiniz sayıyı aşağıdaki kutuya yazın.

BUGÜNKÜ SAĞLIK DURUMUNUZ = ☐



ÖZGEÇMIŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Eren	**Soyadı**	Timurtaş
Doğ.Yeri	Malatya	**Doğ.Tar.**	25.11.1986
Uyruğu	T.C.	**TC Kim No**	
Email	erentimurtas@hotmail.com	**Tel**	05468537566

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	**Mez. Yılı**
Doktora	Marmara Üniversitesi	
Yük.Lis.	Marmara Üniversitesi	2013
Lisans	İstanbul Üniversitesi	2010
Lise	Malatya Fen Lisesi	2004

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	**Kurum**	**Süre (Yıl - Yıl)**
1.	Araştırma Görevlisi	Marmara Üniversitesi	2011-
2.	Fizyoterapist	Formed FTR	2010-2011
3.			-

Yabancı Dilleri	**Okuduğunu Anlama***	**Konuşma***	**Yazma***	**KPDS/ÜDS Puanı**	**(Diğer) Puanı**
İngilizce	iyi	iyi	iyi	95	

***Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	**Eşit Ağırlık**	**Sözel**
ALES Puanı	89.969	86.655	83.440
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	**Kullanma becerisi**
Microsoft Office Programları	iyi
MATLAB	iyi
SAS	iyi

Yayınları/Tebligleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):