

Geliş Tarihi/Received: 19.11.2024
Kabul Tarihi/Accepted: 16.12.2024

DOI:

TİP 2 DİYABETLİ BİREYLERDE FİZİKSEL AKTİVİTEYİ ARTIRMADA TEKNOLOJİ KULLANIMININ ETKİNLİĞİ

THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGY USE IN PROMOTING PHYSICAL ACTIVITY IN INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES

Nilgün ÇIRAK ¹

Özet

Amaç: Bu derleme çalışmasının amacı tip 2 diyabetli bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmak ve sürdürülebilir egzersiz alışkanlığı kazandırmak için kullanılan teknolojik müdahalelerin etkinliğini güncel literatür ışığında incelemektir.

Gereç ve Yöntemler: Bu derleme çalışmasında, 2014-2024 yılları arasında yayınlanan, tip 2 diyabetli bireylerde teknoloji destekli fiziksel aktivite müdahalelerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar, sistematik derlemeler ve meta-analizler değerlendirilmiştir.

Bulgular: İncelenen çalışmalar, mobil uygulamalar, giyilebilir teknolojiler ve interaktif egzersiz programlarının fiziksel aktivite düzeylerini artırmada etkili olduğunu göstermiştir. Özellikle sağlık profesyoneli desteği ile yürütülen ve kişiselleştirilmiş içerik sunan teknolojik müdahaleler, program uyumunu ve metabolik parametreleri olumlu yönde etkilemiştir. Ancak uzun dönem takip çalışmalarında program sürdürülebilirliği konusunda sınırlılıklar gözlenmiştir.

Sonuç: Teknolojik müdahaleler, tip 2 diyabetli bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmada umut verici araçlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu müdahalelerin etkinliği için güvenli, sürdürülebilir ve bireysel ihtiyaçlara duyarlı programların geliştirilmesi ve bunların geleneksel sağlık hizmetleriyle entegre edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes mellitus, egzersiz, fiziksel aktivite, mobil uygulama, teknoloji

¹ İstanbul Esenyurt Üniversitesi-İstanbul/ ORCID IDs: 0009-0005-2196-9069

Address for Correspondence / Yazışma Adresi: Nilgün ÇIRAK

E-posta/E-mail: nilguncirak@esenyurt.edu.tr / Tel: 4449123/1235

Telif Hakkı 2024 İstanbul Esenyurt Üniversitesi. Makale metnine <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2024 by İstanbul Esenyurt University - Available on-line at web site <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr>

Abstract

Objective: This review aims to evaluate the efficacy of technological interventions implemented to enhance physical activity levels and establish sustainable exercise habits among individuals with type 2 diabetes through a comprehensive analysis of current literature.

Material and Methods: This review analyzed randomized controlled trials, systematic reviews, and meta-analyses published between 2014-2024 that investigated technology-based physical activity interventions among individuals with type 2 diabetes.

Results: The analyzed studies demonstrated that mobile applications, wearable technologies, and interactive exercise programs effectively increased physical activity levels. Technological interventions incorporating healthcare professional supervision and personalized content notably improved program adherence and metabolic parameters. However, long-term follow-up studies revealed limitations regarding program sustainability.

Conclusion: While technological interventions demonstrate promising potential for enhancing physical activity among individuals with type 2 diabetes, their optimal effectiveness necessitates the development of secure, sustainable, and individually tailored programs integrated within conventional healthcare systems.

Keywords: Diabetes mellitus, exercise, physical activity, mobile application, technology

1. GİRİŞ

1.1 TİP 2 DİYABETES MELLİTUS: TANIMI, EPİDEMİYOLOJİSİ VE PATOFİZYOLOJİSİ

Diyabetes mellitus (DM), glikoz homeostazını bozan ve kan glikoz seviyelerinin sürekli yükselmesiyle karakterize metabolik bir bozukluktur. Hastalığın en yaygın formu olan Tip 2 diyabetes mellitus (T2DM), insülin direnci ve progresif β -hücre disfonksiyonu ile karakterizedir. Dünya genelinde yaklaşık dört yüz on beş milyon insanı etkileyen T2DM'nin 2040 yılına kadar altı yüz kırk iki milyona ulaşması beklenmektedir. Tüm diyabetlilerin yaklaşık olarak %90'ı tip 2 diyabet tanılı olup bu hastalık uzun yıllar asemptomatik olarak ilerleyebilmektedir (Ogurtsova et al., 2017). T2DM, makrovasküler ve mikrovasküler düzeyde ciddi komplikasyonlara yol açar. Bozulmuş glikoz homeostazı özellikle kardiyovasküler hastalık (KVH), inme ve nöropati riskini artırır. Bu komplikasyonlar hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yüksek morbidite ve mortalite oranlarıyla ilişkilidir, bu da T2DM'yi önemli bir global halk sağlığı sorunu haline getirmektedir (Gothwal et al., 2014).

T2DM'nin patofizyolojisi temelde iskelet kası, karaciğer ve yağ dokusunda gelişen insülin direncinin tetiklenmesine dayanmaktadır (DeFronzo, 2009). Bu metabolik bozukluğun ortaya çıkışında genetik yatkınlık temel oluştururken, sedanter yaşam ve beslenme alışkanlıkları gibi çevresel faktörler de süreci hızlandırmaktadır. Hastalığın patogenezinde etnik köken, aile öyküsü ve ileri yaş gibi değiştirilemez faktörlerin yanı sıra, obezite, fiziksel inaktivite ve beslenme alışkanlıkları gibi modifiye edilebilen yaşam tarzı faktörleri önemli rol oynamaktadır (Ardissone Korat et al., 2014).

1.2 İSKELET KASI VE FİZİKSEL AKTİVİTENİN DİYABET YÖNETİMİNDEKİ ROLÜ

İskelet kası, kütle olarak vücuttaki en büyük organdır. Glikoz homeostazının düzenleyicisidir ve yemek sonrası dolaşımdan glikoz alımının %80'inden sorumludur. İnsülin uyarımlı glikoz alımının ana bölgesi olan iskelet kası, tüm vücut insülin direncinin temel belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. İnsülin direnci, pankreasın salgıladığı insüline karşı kasın duyarsızlaşması sonucu ortaya çıkar ve kan glikoz seviyelerinin yükselmesine neden olur. İskelet kasındaki bu direnç, hem kas içine glikoz alım miktarını hem de bu alımın zamanlamasını bozarak hiperglisemiye katkıda bulunmaktadır (Merz & Thurmond, 2020).

İskelet kası, endokrin bir organ gibi davranarak protein yapılı myokin adı verilen molekülleri salgılar. Bu myokinler, glukoz ve yağ metabolizmasını etkileyerek obezite, inflamasyon ve insülin direnci üzerinde düzenleyici rol oynar. Fiziksel aktivite sırasında kaslar tarafından üretilen myokinler, kronik inflamasyonu azaltarak sarkopeninin ilerlemesini önler. Ayrıca, egzersizle birlikte koordineli salınan bu myokinler, sistemik metabolik homeostazın düzenlenmesine ve kas sağlığının korunmasına katkıda bulunur (Gomasca et al., 2020).

Fiziksel aktivite, iskelet kaslarının kasılması sonucu enerji harcanımını artıran bedensel hareketler olarak tanımlanır. Aktif iskelet kaslarına glikoz alımı, herhangi bir fiziksel aktivite sırasında insülinin bağımsız yollarla artmaktadır (Kanaley et al., 2022a). Egzersiz ise sağlık ve zindeliği korumak veya geliştirmek amacıyla belirli bir tempoda yapılan planlanmış fiziksel aktivitelerdir.

Egzersiz metabolik hastalıklar üzerindeki yararlı etkileri çok sayıda çalışmada bildirilmiştir. Kan akışını artırarak glikoz alımını stimüle etmesi nedeniyle glikoz metabolizmasının önemli bir düzenleyicisi olan egzersiz, tip 2 diyabet için bir tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Hem aerobik hem de dirençli egzersizlerin Tip 2 diyabet riskini azalttığı bildirilmiştir (Saltin, 1985). Klinik kılavuzlara göre, tip 2 diyabetli bireyler için önerilen egzersiz protokolü genel popülasyona benzerdir: Haftada 3-5 gün orta ila şiddetli yoğunlukta aerobik aktivite, minimum 150 dakikalık toplam egzersiz süresi ve haftada 2-3 seans kuvvet antrenmanı ("5. Facilitating Behavior Change and Well-Being to Improve Health Outcomes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022," 2022).

Egzersiz koruyucu etkileri bazı epidemiyolojik çalışmalarla net olarak ortaya konmuştur. Diyabetli hastalarda yapılan 8 yıllık bir takip çalışmasında, haftada yalnızca 2 saatlik düzenli yürüyüşün kardiyovasküler mortaliteyi %41 oranında azalttığı gösterilmiştir (Gregg et al., 2003). Orta yaşlı Finlandiyalı erkeklerde yapılan bir çalışmada ise, haftada en az 40 dakikalık orta şiddette fiziksel aktivitenin tip 2 diyabet riskini %56 oranında azalttığı bulunmuştur (Lynch et al., 1996). Düzenli fiziksel aktivite β -hücre fonksiyonunu, insülin duyarlılığını ve vasküler fonksiyonu iyileştirir. Kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere birçok kronik hastalığın önlenmesi için, yaş, ırk, etnik köken ve cinsiyet farkı gözetmeksizin tüm bireylerde kardiorespiratuar uygunluk düzeylerinin geliştirilmesi önemlidir. Bu nedenle fiziksel aktivite ve egzersiz eğitiminin teşvik edilmesi gerekmektedir (Lavie et al., 2019a). Bu yaklaşım, hem diyabet yönetiminin iyileştirilmesine hem de hastalık riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilir (Kanaley et al., 2022b).

1.3 MODERN YAŞAM VE SEDANter DAVRANIŞ

Yirminci yüzyılın ortalarından bu yana insanlar zamanlarının giderek daha büyük bir kısmını hareketsiz geçirmektedir. Bu hareketsiz yaşam tarzının yaygınlaşmasının temelinde hem içsel/kişisel hem de dışsal engeller bulunmaktadır. İçsel engeller arasında zaman ve motivasyon eksikliği yer alırken, dışsal engeller arasında işe gidip gelme koşulları ve fiziksel aktivitelerin maliyeti sayılabilir. Özellikle tip 2 diyabet hastalarının fiziksel aktivite programlarını bırakmalarının başlıca nedenleri arasında motivasyon eksikliği, sosyal destek yetersizliği ve hastalığa bağlı yorgunluk veya ağrı gibi faktörler yer almaktadır (Qiu et al., 2012).

Sedanter davranışlar, kişinin oturur, yaslanır veya yatar pozisyonda olduğu ve düşük düzeyde enerji harcadığı herhangi bir uyanık zaman aktivitesi olarak tanımlanmaktadır (Tremblay et al., 2017). Modern sedanter yaşam tarzı, T2DM ve KVH için önemli bir değiştirilebilir risk faktörüdür. Yapılan çalışmalarda T2DM'li kişilerde uzun süreli hareketsizlik, hiperglisemi, insülin direnci ve düşük yüksek yoğunluklu

lipoprotein kolesterol gibi kardiyovasküler hastalık risk belirteçlerinin daha yüksek seviyeleriyle ilişkili bulunmuştur (Cooper et al., 2012).

Modern yaşamın getirdiği sedanter davranışların artması ve fiziksel aktivite düzeylerinin azalması, tip 2 diyabet yönetiminde yeni yaklaşımları gerekli kılmıştır. Bu bağlamda mobil sağlık teknolojileri, fiziksel aktiviteyi teşvik etmek ve sürdürülebilir kılmak için umut verici bir araç olarak görülmektedir. Bu derlemenin amacı, tip 2 diyabetli bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmak ve sürdürülebilir egzersiz alışkanlığı kazandırmak için kullanılan teknolojik müdahalelerin etkinliğini güncel literatür ışığında incelemektir.

2. TEKNOLOJİK MÜDAHALELER VE DİYABET YÖNETİMİ

Mobil sağlık (mSağlık) veya dijital sağlık, modern sağlık hizmetlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü Küresel eSağlık Gözlemevi'nin tanımına göre mobil sağlık; cep telefonları, hasta izleme cihazları, kişisel dijital asistanlar ve diğer kablosuz cihazlar gibi mobil teknolojiler tarafından desteklenen tıbbi ve halk sağlığı uygulamalarını kapsamaktadır. Bu müdahaleler, sağlıkla ilgili verileri toplamak ve analiz etmek ve buna bağlı olarak sağlıklı amaçlar için olumlu davranış değişikliklerini kolaylaştırmaya yardımcı olabilecek müdahaleler tasarlamak için geniş çapta kullanılmaktadır (Elenko et al., 2015).

Tip 2 diyabetli hastalar genellikle birincil bakım tarafından bakılır ve sağlığı iyileştirmek için en etkili stratejilerden biri kliniklere düzenli ziyaretlerdir. Ancak, büyük ve artan hasta sayısı göz önüne alındığında uygulanabilir bir strateji değildir. Bu bağlamda, eSağlık ve mSağlık uygulamaları, hasta bakımının kalitesini artırmak ve daha geniş hasta popülasyonlarına ulaşmak için alternatif ve tamamlayıcı bir strateji olarak önem kazanmaktadır.

Mobil sağlık teknolojisi giyilebilir fiziksel aktivite monitörleri ve insanların kendi sağlıklarını ve refahlarını yönetmelerine yardımcı olmak için tasarlanmış akıllı telefon uygulamalarını içermektedir. Yaşam tarzı ile ilişkili hastalıkların artmasıyla birlikte, fiziksel aktiviteyi desteklemek için teknolojik müdahaleler giderek önem kazanmaktadır. Özellikle Tip 2 diyabet gibi yaşam tarzı değişikliği gerektiren durumlarda, yapılandırılmış yaşam tarzı desteği temel tedavi yaklaşımı olmasına rağmen, pratik ve finansal engeller nedeniyle hastaların çok azına ulaşabilmektedir (Horigan et al., 2017). Bu noktada mobil sağlık uygulamaları ve teknolojik müdahaleler, kişiselleştirilmiş içerik ve zamanlama esnekliği sunarak önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu uygulamalar, etkileşimli teknolojiler (örn. aktivite hatırlatıcıları ve ekran desteği) sunarak kullanıcıların müdahalelere bağlılığını artırmakta ve fiziksel hareketsizliğe karşı uzun süreli müdahale imkânı sağlamaktadır.

Mobil sağlık teknolojileriyle oluşturulan yeni egzersiz uygulama yöntemleri, yüz yüze aktivitelere katılamayan kişilerin de faydalanmasına olanak sağlamaktadır. Bu uygulamalar aracılığıyla sunulan fiziksel aktivite müdahaleleri, geleneksel programlara kıyasla daha geniş kitlelere ulaşabilmekte ve sağlık sistemi üzerindeki yükü azaltabilmektedir. Otomatik elektronik uyum sorgulamaları ve düzenli geri bildirimler de fiziksel aktivite hedeflerine ulaşmada destekleyici faktörler olarak öne çıkmaktadır (Schoeppe et al., 2016).

3. TEKNOLOJİK MÜDAHALE TÜRLERİ

3.1 MOBİL UYGULAMALAR VE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER

Günümüzde mobil uygulamalar sadece eğlence amaçlı değil, aynı zamanda sağlık ve yaşam kalitesini artırmak için de kullanılmaktadır. Toplumun genel sağlık durumunun iyileşmesi ve sağlık hizmetlerine erişimin artması gibi hedeflerin gerçekleşmesi için mobil sağlık teknolojileri yaygınlaşmıştır. Birçok akıllı telefon, adım sayısı, koşu mesafesi, kalori yakımı gibi verileri takip eden uygulamalara sahiptir. Bu uygulamalar sayesinde kişiler günlük fiziksel aktivitelerini takip edebilir ve ilerleme kaydedebilirler.

Akıllı telefonlara yüklenen uygulamalar aracılığıyla çeşitli egzersiz programlarına erişim sağlanabilir. Bu programlar, kullanıcılara antrenman planları sunarak onları yönlendirebilir ve hatırlatıcı bildirimler göndererek düzenli egzersiz yapmalarını sağlayabilir. Ayrıca bireylere hedefler koyarak egzersizin devam ettirilmesi konusunda motivasyon oluşturabilir. Ödüllendirme ve sosyal medya paylaşımları yapma olanakları da bireyleri motive eden unsurlardandır.

Akıllı telefonlara yüklenen egzersiz uygulamalarının kişiye özgü program oluşturma konusundaki sınırlılıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Genel bir şekilde hazırlanan egzersiz uygulamaları kişinin bireysel ihtiyaçlarını tam olarak karşılamayabilir ve sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle bir egzersiz uzmanı veya fizyoterapist tarafından kişinin mevcut fiziksel durumu, sağlık geçmişi, hedefleri ve kısıtlamaları dikkate alınarak hazırlanan programların kullanılması önerilmektedir.

Timurtaş ve arkadaşlarının tip 2 diyabetli bireylerle yaptığı çalışmada, teknoloji destekli egzersiz programlarının etkinliği araştırılmıştır. Gözetimli egzersiz, akıllı telefon uygulaması ve akıllı saat kullanımının karşılaştırıldığı çalışmada, maliyet etkinliği açısından akıllı telefon uygulamasının en avantajlı yöntem olduğu görülmüştür. Çalışmada akıllı telefon uygulaması kullanan grubun egzersiz programı bir fizyoterapist tarafından oluşturulmuş ve haftada bir kez yapılan telefon görüşmeleriyle katılımcıların programları güncellenmiştir. Klinik sonuçlar değerlendirildiğinde, bu profesyonel destek ile birlikte teknoloji destekli gruplar, gözetimli egzersiz kadar etkili bulunmuştur (TİMURTAŞ et al., 2023).

Sedanter davranışın objektif ölçümünde ivmeölçer temelli aktivite monitörleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bailey ve arkadaşlarının geliştirdiği MyHealthAvatar-Diabetes uygulaması, tip 2 diyabetli bireylerin oturma davranışlarını takip eden, hatırlatıcı uyarılar veren ve adım sayılarını ölçen bir uygulamadır. Randomize kontrollü olarak yürütülen 8 haftalık çalışmada, uygulamayı kullanan bireylerde glikoz toleransı, vücut yağ oranı ve genel iyilik halinde iyileşmeler gözlenmiştir. Uygulamanın davranış değişikliğini tetikleme ve başarı hissi oluşturma açısından olumlu bulunmasına rağmen, telefonu sürekli taşıma gerekliliği önemli bir zorluk olarak bildirilmiştir (Bailey et al., 2020).

Valentiner ve arkadaşlarının geliştirdiği InterWalk uygulaması, tip 2 diyabet hastalarında aralıklı yürüyüş eğitimi programı sunan mobil tabanlı bir uygulamadır. 12 haftalık pilot çalışmada yalnızca uygulama kullanan gruba kıyasla, uygulama ile birlikte haftalık SMS mesajları ve hedef belirleme desteği alan grubun daha fazla egzersiz yaptığı ve programa daha iyi uyum sağladığı görülmüştür (Valentiner et al., 2019). Benzer şekilde, Patnaik ve arkadaşlarının çalışmasında hatırlatıcı özellikler içeren Android tabanlı mobil uygulamayı kullanan grupta toplam MET değerleri daha yüksek bulunmuş ve metabolik parametrelerde anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir (Patnaik et al., 2022).

De Oliveira ve arkadaşlarının 1969 hastayı kapsayan meta-analizinde, pedometre ve akselerometre kullanımının HbA1c düzeylerinde %0.22'lik düşüş ve günlük adım sayısında 2,131 adımlık artış sağladığı

gösterilmiştir (de Oliveira et al., 2024). Miyauchi ve arkadaşlarının karşılaştırmalı çalışmasında ise, aktivite monitörü kullanan grupta pedometre grubuna göre daha belirgin HbA1c düşüşü ve daha yüksek program uyumu gözlenmiştir. Özellikle ilaç değişikliği yapılmayan hastalarda, aktivite monitörünün glisemik kontrol üzerindeki olumlu etkisi daha belirgin bulunmuştur. Ancak her iki teknolojiye de uzun süreli bağlılığın düşük olması, ek motivasyon stratejilerine ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Miyauchi et al., 2016).

3.2 İNTERAKTİF EGZERSİZ PROGRAMLARI

Tip 2 diyabette fiziksel aktiviteyi artırmada kullanılan teknolojik yaklaşımlardan biri de egzersiz ve video temelli programlardır. Egzersiz video oyunları (EVO), geleneksel egzersizlere cazip ve sürdürülebilir bir alternatif veya tamamlayıcı seçenek oluşturmaktadır. Araştırmalar, EVO'ların, daha yüksek yoğunlukta egzersiz yaparken ve geleneksel egzersiz yöntemleriyle karşılaştırıldığında bile keyifli ve hoş bir deneyimle sonuçlandığını göstermektedir. Ödüller, olumlu geribildirim ve seviye atlama gibi oyun özellikleri sayesinde kişilerin öz-yeterlilik duygusu ve motivasyonu artmakta, bu da fiziksel aktiviteye bağlılığı güçlendirmektedir (Barry et al., 2016; Glen et al., 2017).

Mevcut EVO'ların çoğu, kullanıcıların bireysel kondisyon seviyelerine göre ayarlanmış kişiselleştirilmiş egzersizler sunmamaktadır. Bu durum özellikle kronik hastalığı olan bireylerde önemli bir sınırlılıktır. Bu sınırlılığı gidermek amacıyla kronik hastalığı olan bireylere özel video temelli programlar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda Hidrus ve arkadaşları, tip 2 diyabetli bireyler için Brain Breaks videolarını geliştirmiştir. Egzersize bağlı astım atakları ve kas-iskelet sistemi yaralanmaları gibi olası sağlık risklerini önlemek amacıyla, bu videolarda özel egzersiz koreografileri hazırlanmıştır. Güvenli bir egzersiz deneyimi için hafif-orta şiddette, ağırlıksız egzersizler tercih edilmiş ve düzenli molalar planlanmıştır. Araştırma sonuçları, bu özel tasarlanmış Brain Breaks videolarının T2DM hastalarının fiziksel aktivite motivasyonunu ve miktarını artırmada etkili olduğunu göstermiştir (Hidrus et al., 2022).

Bu doğrultuda geliştirilen uygulamalardan biri de MOBIGAME adlı akıllı telefon tabanlı oyun uygulamasıdır. Uygulama, egzersiz testleri aracılığıyla kullanıcıların fiziksel uygunluk düzeylerini değerlendirerek kişiye özel egzersiz programları sunmaktadır. MOBIGAME, 130'dan fazla farklı egzersiz çeşidi içermekte ve telefonlarının sensörleri aracılığıyla egzersizlerin doğru şekilde yapılıp yapılmadığını takip edebilmektedir. Oyunun hikayesi, bahçe restorasyonu teması üzerine kurulmuş olup, bu tema oyuncunun kendi vücudunun düzenli fiziksel aktivite ile restorasyonunu sembolize etmektedir. Oyuncular her fiziksel aktivite sonrası bahçeyi restore etmek için ödüller kazanmakta ve oyunda ilerleme kaydedebilmektedir. Bu tema özellikle orta yaşlı bireylerin ilgisini çekmek için seçilmiştir.

MOBIGAME'in diyabet yönetimindeki önemi, sunduğu çok yönlü sağlık faydalarından kaynaklanmaktadır. Düzenli fiziksel aktiviteyi teşvik ederek kan şekeri kontrolünü iyileştirirken, kas kuvvetini artırıcı ve denge egzersizleriyle diyabetik nöropati ve düşme riskini azaltmaktadır. Ayrıca kardiyovasküler fonksiyonları iyileştirerek kalp-damar hastalıkları riskini de minimize etmektedir. 24 haftalık müdahale sonucunda, MOBIGAME grubunda günlük fiziksel aktivite ortalama 3,998 adım artarken, kontrol grubunda 939 adım artış görülmüştür. Müdahale grubunda ayrıca aerobik kapasite iyileşmiş ve vücut yağ kütlelerinde azalma gözlenmiştir (Höchsmann et al., 2017).

3.3 ÇOK BİLEŞENLİ MÜDAHALELER

Kronik hastalık yönetiminde, özellikle diyabetin birinci basamak tedavisinde yaşam tarzı müdahaleleri kritik öneme sahiptir. Bu müdahaleler egzersiz, diyet, stres yönetimi ve sosyal destek gibi farklı bileşenleri içermektedir. Sağlık sistemleri, kronik bakım modelleri ve hastalık yönetimi programları gibi çeşitli yaklaşımları desteklemelerine rağmen, hastaların yaşam kalitelerini artıracak yapılandırılmış programlara yeterince önem verilmemektedir. Diyetisyen, diyabet eğitimcisi ve eczacıları kapsayan ekip yaklaşımı yerine, genellikle aile hekimi veya endokrinolog odaklı öz bakım yönetimi tercih edilmektedir (Clement et al., 2013).

Diyabet öz-yönetiminde fiziksel aktivitenin çok önemli ve değiştirilebilir bir risk faktörü olduğu bilinmesine rağmen, hastalar çeşitli nedenlerle düzenli egzersiz alışkanlığı edinmekte zorlanmaktadır. Bu zorlukların başlıca nedenleri, diyet ve ilaç tedavisinin daha önemli görülmesi ile yaşam tarzı değişikliğinin gerektirdiği çaba ve motivasyon eksikliğidir. Bu sorunları aşmak için geliştirilen stratejiler, öz yönetim teorisine dayanmaktadır. Bu teoriye göre, katılımcılar kendi hedeflerini belirleyerek ve çabalarının sonuçlarını görerek içsel motivasyonlarını artırabilmektedir (Cartagena et al., 2021; Celli et al., 2022).

Giyilebilir teknoloji tabanlı fiziksel aktivite müdahaleleri, davranış değişikliği tekniklerine ve özyönetim teorisine dayanarak fiziksel aktivite, glisemik düzeyler ve diğer sağlık sonuçlarını iyileştirebilir. Bu sayede diyabetli bireyler, uzun vadede minimal gözetimle ya da hiç gözetim olmadan durumlarını daha iyi izleyebilecek ve yönetebileceklerdir. Giyilebilir cihazlar, anında geri bildirim sağlayarak kullanıcıları yaşam tarzı değişikliklerini sürdürmeye motive eden etkili bir öz yönetim aracı olarak öne çıkmaktadır (Diedrich et al., 2010; Ryan & Deci, 1985).

Literatürde çok bileşenli teknolojik müdahalelerin etkinliğini inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Alonso-Domínguez ve arkadaşları, tip 2 diyabetli hastalarda EMID (Effectiveness of a multifactorial intervention, Çok faktörlü bir müdahalenin etkinliği) çalışması kapsamında EVIDENT II adlı bir akıllı telefon uygulaması geliştirmişlerdir. Bu uygulama, bireylerin beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıklarını hızlı bir şekilde değerlendirip kişiselleştirilmiş öneriler sunmaktadır. Program ayrıca, beş hafta boyunca hemşire gözetiminde haftalık 4 km'lik yürüyüşler ve beslenme eğitimi atölyeleri içermektedir (Alonso-Domínguez et al., 2017).

Bonn ve arkadaşları ise DiaCert adlı bütünleşmiş bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem, hastalar için akıllı telefon uygulaması ve sağlık personeli için dijital platform olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Sistemde fiziksel aktivite verileri hasta ve sağlık personeli arasında çift yönlü olarak paylaşılmakta, hastaların adım sayıları sağlık personelinin takip platformuna aktarılırken, HbA1c değerleri de sağlık sisteminden hastaların akıllı telefonlarına iletilmektedir. Uygulama ayrıca günlük adım takibi, kişiselleştirilmiş hedef belirleme, görsel geri bildirim ve motivasyonel mesajlar gibi çoklu özellikler içermektedir (Bonn et al., 2018).

Daha yakın tarihli bir araştırmada, Salunkhe ve arkadaşları İsveç'te 331 tip 2 diyabet hastasında dijital yaşam tarzı müdahalesinin uzun dönem etkilerini incelemişlerdir. Ortalama 3 yıllık takip süresince dijital müdahaleye maruz kalan hastalarda kontrol grubuna kıyasla HbA1c değerlerinde anlamlı bir iyileşme gözlenmiştir. Geliştirilen web ve uygulama tabanlı dijital araç, diyet ve egzersizin yanı sıra stres yönetimi ve diyabetin duygusal yükü gibi konuları kapsayan 80 farklı tema içermektedir. Çalışmada katılımcıların fiziksel aktivite düzeylerinde başlangıç değerlerine göre haftada ortalama 663 metabolik dakikalık (yaklaşık 973 kcal/hafta) bir artış kaydedilmiştir (Salunkhe et al., 2023).

Hou ve arkadaşlarının 2024 yılında yaptığı güncel bir çalışmada, yaşlı Tip 2 diyabet hastalarında 6 aylık bir SMS destekli diyabet öz-yönetim programı uygulanmıştır. Program kapsamında hastalara fiziksel aktivite, beslenme ve öz-yönetim konularında aylık eğitimler verilmiş ve düzenli SMS desteği sağlanmıştır. Katılımcılar yürüyüş, Tai Chi, bisiklet, masa tenisi, badminton gibi günlük fiziksel aktivitelerini kaydetmişlerdir. Çalışma sonucunda müdahale grubunda haftalık fiziksel aktivite sıklığı kontrol grubuna göre anlamlı şekilde artmış, ancak günlük ortalama fiziksel aktivite yoğunluğunda ve hareketsiz yaşam süresinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Hou et al., 2024).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatürdeki çalışmalar, teknolojik müdahalelerin tip 2 diyabetli bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmada etkin bir araç olduğunu göstermektedir. Mobil uygulamalar, giyilebilir teknolojiler ve interaktif egzersiz programları aracılığıyla sunulan kişiselleştirilmiş içerikler, kullanıcıların bireysel ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmekte ve program uyumunu artırmaktadır. Bu teknolojik araçların en önemli avantajları; anlık geri bildirim sağlanması, ilerleme takibini kolaylaştırması ve zaman-mekân kısıtlaması olmaksızın geniş kitlelere ulaşabilmesidir. Ayrıca, geleneksel gözetimli programlara kıyasla daha düşük maliyetli olmaları, sağlık sistemi üzerindeki yükü azaltmaktadır.

Bununla birlikte, araştırma bulguları teknolojik müdahalelerde bazı önemli sınırlılıklara işaret etmektedir. Öncelikle, kullanıcıların zaman içinde programa bağlılığının azalabildiği gözlenmiştir. Özellikle kronik hastalığı olan bireylerde egzersiz programlarının güvenliği ve uygunluğunun sağlanması kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, teknolojik müdahalelerin sağlık profesyonellerinin gözetimi ve desteğiyle birlikte yürütülmesi önerilmektedir. Literatürde en etkili sonuçlar, teknolojik araçların diğer müdahale bileşenleriyle (eğitim, beslenme desteği, sağlık profesyoneli takibi vb.) bütünlük olarak kullanıldığı programlarda elde edilmiştir.

Gelecekteki araştırmalar için önemli bazı alanlar öne çıkmaktadır. Öncelikle teknolojik müdahalelerin uzun dönemli etkilerinin ve sürdürülebilirliğinin değerlendirildiği takip çalışmalarına ihtiyaç vardır. Farklı hasta alt gruplarında (yaş, komorbidite, teknoloji okuryazarlığı vb.) müdahalelerin etkinliğinin karşılaştırılması, kişiselleştirilmiş yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş egzersiz önerilerinin geliştirilmesi, hastaların bireysel ihtiyaçlarına daha iyi yanıt verebilecek sistemlerin oluşturulmasını sağlayacaktır. Ayrıca, bu müdahalelerin maliyet-etkinlik analizlerinin yapılması ve optimal müdahale bileşenlerinin belirlenmesi, programların sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Son olarak, sağlık sistemlerine entegrasyon modellerinin oluşturulması, bu teknolojik müdahalelerin yaygın ve etkili kullanımı için kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, teknolojik müdahaleler tip 2 diyabetli bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmada etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu müdahalelerin başarısı için güvenli, sürdürülebilir ve bireysel ihtiyaçlara duyarlı programların geliştirilmesi, ayrıca bunların geleneksel sağlık hizmetleriyle entegre edilmesi gerekmektedir. Özellikle yapay zekâ ve giyilebilir teknolojilerdeki ilerlemeler, yakın gelecekte diyabet yönetiminde daha yenilikçi ve etkili çözümlerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu alanda yapılacak araştırmalar, kanıta dayalı uygulamaların geliştirilmesine ve diyabet bakım kalitesinin artırılmasına katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

5. Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. (2022). *Diabetes Care*, 45, S60–S82. <https://doi.org/10.2337/dc22-S005>
- Alonso-Domínguez, R., Gómez-Marcos, M. A., Patino-Alonso, M. C., Sánchez-Aguadero, N., Agudo-Conde, C., Castaño-Sánchez, C., García-Ortiz, L., & Recio-Rodríguez, J. I. (2017). Effectiveness of a multifactorial intervention based on an application for smartphones, heart-healthy walks and a nutritional workshop in patients with type 2 diabetes mellitus in primary care (EMID): Study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 7(9). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016191>
- Arambepola, C., Ricci-Cabello, I., Manikavasagam, P., Roberts, N., French, D. P., & Farmer, A. (2016). The impact of automated brief messages promoting lifestyle changes delivered via mobile devices to people with type 2 diabetes: A systematic literature review and meta-Analysis of controlled trials. In *Journal of Medical Internet Research* (Vol. 18, Issue 4). JMIR Publications Inc. <https://doi.org/10.2196/jmir.5425>
- Ardisson Korat, A. V., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2014). Diet, Lifestyle, and Genetic Risk Factors for Type 2 Diabetes: A Review from the Nurses' Health Study, Nurses' Health Study 2, and Health Professionals' Follow-Up Study. In *Current Nutrition Reports* (Vol. 3, Issue 4, pp. 345–354). Current Science Inc. <https://doi.org/10.1007/s13668-014-0103-5>
- Aryana, I. G. P. S., Hapsari, A. A. A. R., & Kuswardhani, R. A. T. (2018). Myokine Regulation as Marker of Sarcopenia in Elderly. *Molecular and Cellular Biomedical Sciences*, 2(2), 38. <https://doi.org/10.21705/mcbs.v2i2.32>
- Bailey, D. P., Mugridge, L. H., Dong, F., Zhang, X., & Chater, A. M. (2020). Randomised controlled feasibility study of the myhealthavatar-diabetes smartphone app for reducing prolonged sitting time in type 2 diabetes mellitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124414>
- Barry, G., van Schaik, P., MacSween, A., Dixon, J., & Martin, D. (2016). Exergaming (XBOX Kinect™) versus traditional gym-based exercise for postural control, flow and technology acceptance in healthy adults: A randomised controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-016-0050-0>
- Bonn, S. E., Alexandrou, C., Hjörleifsdóttir Steiner, K., Wiklander, K., Östenson, C. G., Löf, M., & Trolle Lagerros, Y. (2018). App-technology to increase physical activity among patients with diabetes type 2 - The DiaCert-study, a randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5026-4>
- Cartagena, M. V., Tort-Nasarre, G., & Arnaldo, E. R. (2021). Barriers and facilitators for physical activity in adults with type 2 diabetes mellitus: A scoping review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105359>
- Celli, A., Barnouin, Y., Jiang, B., Blevins, D., Colleluori, G., Mediwala, S., Armamento-Villareal, R., Qualls, C., & Villareal, D. T. (2022). Lifestyle Intervention Strategy to Treat Diabetes in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care*, 45(9), 1943–1952. <https://doi.org/10.2337/dc22-0338>
- Clement, M., Harvey, B., Rabi, D. M., Roscoe, R. S., & Sherifali, D. (2013). Organization of Diabetes Care. *Canadian Journal of Diabetes*, 37(SUPPL.1). <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2013.01.014>
- Cooper, A. R., Sebire, S., Montgomery, A. A., Peters, T. J., Sharp, D. J., Jackson, N., Fitzsimons, K., Dayan, C. M., & Andrews, R. C. (2012). Sedentary time, breaks in sedentary time and metabolic variables in people with newly diagnosed type 2 diabetes. *Diabetologia*, 55(3), 589–599. <https://doi.org/10.1007/s00125-011-2408-x>
- de Oliveira, V. L. P., de Paula, T. P., & Viana, L. V. (2024). Pedometer- and accelerometer- based physical activity interventions in Type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 34(3), 548–558. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2023.11.017>
- DeFronzo, R. A. (2009). From the triumvirate to the ominous octet: A new paradigm for the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Diabetes*, 58(4), 773–795. <https://doi.org/10.2337/db09-9028>

- Diedrich, A., Munroe, D. J., & Romano, M. (2010). Promoting physical activity for persons with diabetes. *Diabetes Educator*, 36(1), 132–140. <https://doi.org/10.1177/0145721709352382>
- Elenko, E., Speier, A., & Zohar, D. (2015). A regulatory framework emerges for digital medicine. In *Nature Biotechnology* (Vol. 33, Issue 7, pp. 697–702). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nbt.3284>
- Glen, K., Eston, R., Loetscher, T., & Parfitt, G. (2017). Exergaming: Feels good despite working harder. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186526>
- Gomasasca, M., Banfi, G., & Lombardi, G. (2020). Myokines: The endocrine coupling of skeletal muscle and bone. In *Advances in Clinical Chemistry* (Vol. 94, pp. 155–218). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2019.07.010>
- Gothwal, S. K., Resident, S., & Registrar, S. (2014). Prevalence of micro and macrovascular complications and their risk factors in type-2 diabetes mellitus. In *Article in Journal of the Association of Physicians of India* (Vol. 62). <https://www.researchgate.net/publication/274724916>
- Gregg, E. W., Gerzoff, R. B., Caspersen, C. J., Williamson, D. F., & Narayan, ; K M Venkat. (2003). Relationship of Walking to Mortality Among US Adults With Diabetes. <http://archinte.jamanetwork.com/>
- Hidrus, A., Kueh, Y. C., Norsa'adah, B., Chang, Y. K., & Kuan, G. (2022). Effects of technology-supported brain breaks videos on exercise self-efficacy among type 2 diabetes mellitus Malaysians. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15142-5>
- Höschmann, C., Walz, S. P., Schäfer, J., Holopainen, J., Hanssen, H., & Schmidt-Trucksäss, A. (2017). Mobile Exergaming for Health-Effects of a serious game application for smartphones on physical activity and exercise adherence in type 2 diabetes mellitus-study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-017-1853-3>
- Horigan, G., Davies, M., Findlay-White, F., Chaney, D., & Coates, V. (2017). Reasons why patients referred to diabetes education programmes choose not to attend: a systematic review. *Diabetic Medicine*, 34(1), 14–26. <https://doi.org/10.1111/dme.13120>
- Hou, M., Qiu, W. N., Qi, H. L., Shao, H. X., Yu, J. M., & Bian, H. Y. (2024). Effects of a diabetes education program integrated with text-message support for lifestyle change among older individuals with type 2 diabetes in communities: a randomised controlled trial. *Public Health*, 235, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.06.032>
- Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., & Zierath, J. R. (2022a). Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(2), 353–368. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002800>
- Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., & Zierath, J. R. (2022b). Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(2), 353–368. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002800>
- Lavie, C. J., Ozemek, C., Carbone, S., Katzmarzyk, P. T., & Blair, S. N. (2019). Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. In *Circulation Research* (Vol. 124, Issue 5, pp. 799–815). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312669>
- Lynch, J., Helmrich, S. P., Lakka, T. A., Kaplan, G. A., Cohen, R. D., Salonen, R., & Salonen, J. T. (1996). Moderately Intense Physical Activities and High Levels of Cardiorespiratory Fitness Reduce the Risk of Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus in Middle-aged Men. <http://archinte.jamanetwork.com/>
- Merz, K. E., & Thurmond, D. C. (2020). Role of skeletal muscle in insulin resistance and glucose uptake. *Comprehensive Physiology*, 10(3), 785–809. <https://doi.org/10.1002/cphy.c190029>
- Miyauchi, M., Toyoda, M., Kaneyama, N., Miyatake, H., Tanaka, E., Kimura, M., Umezono, T., & Fukagawa, M. (2016). Exercise Therapy for Management of Type 2 Diabetes Mellitus: Superior Efficacy of Activity Monitors over Pedometers. *Journal of Diabetes Research*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/5043964>
- Murphy, R. A., Reinders, I., Garcia, M. E., Eiriksdottir, G., Launer, L. J., Benediktsson, R., Gudnason, V.,

- Jonsson, P. V., & Harris, T. B. (2014). Adipose tissue, muscle, and function: Potential mediators of associations between body weight and mortality in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 37(12), 3213–3219. <https://doi.org/10.2337/dc14-0293>
- Ogurtsova, K., da Rocha Fernandes, J. D., Huang, Y., Linnenkamp, U., Guariguata, L., Cho, N. H., Cavan, D., Shaw, J. E., & Makaroff, L. E. (2017). IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.03.024>
- Patnaik, L., Panigrahi, S. K., Sahoo, A. K., Mishra, D., Muduli, A. K., & Beura, S. (2022). Effectiveness of mobile application for promotion of physical activity among newly diagnosed patients of type II diabetes -A randomized controlled trial. *International Journal of Preventive Medicine*, 13(1), 54. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_92_20
- Purnamasari, D., Tetraswi, E. N., Kartiko, G. J., Astrella, C., Husam, K., & Laksmi, P. W. (2022). Sarcopenia and Chronic Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. In *Review of Diabetic Studies* (Vol. 18, Issue 3, pp. 157–165). Lab and Life Press. <https://doi.org/10.1900/RDS.2022.18.157>
- Qiu, S. H., Sun, Z. L., Cai, X., Liu, L., & Yang, B. (2012). Improving patients' adherence to physical activity in diabetes mellitus: A review. In *Diabetes and Metabolism Journal* (Vol. 36, Issue 1, pp. 1–5). <https://doi.org/10.4093/dmj.2012.36.1.1>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (1985). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being Self-Determination Theory. Ryan.
- Saltin, B. (1985). With 11 text-figure8 MAXIMAL PERFUSION OF SKELETAL MUSCLE IN MAN. In *J. Physiol* (Vol. 366).
- Salunkhe, V. A., Sinha, N., Ahlqvist, E., Prasad, R. B., Johansson, S., Abrahamsson, B., & Rosengren, A. H. (2023). Digital lifestyle treatment improves long-term metabolic control in type 2 diabetes with different effects in pathophysiological and genetic subgroups. *Npj Digital Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00946-0>
- Schoeppe, S., Alley, S., Van Lippevelde, W., Bray, N. A., Williams, S. L., Duncan, M. J., & Vandelanotte, C. (2016). Efficacy of interventions that use apps to improve diet, physical activity and sedentary behaviour: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0454-y>
- TİMURTAŞ, E., MATE, K. K. V., KARTAL, G., DEMİRBÜKEN, İ., ÇELİK, Y., POLAT, M. G., & TARIM, M. (2023). COST ANALYSIS OF MOBILE TECHNOLOGY AND SUPERVISED EXERCISE TRAINING IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 34(3), 274–283. <https://doi.org/10.21653/tjpr.1163067>
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., Aminian, S., Arundell, L., Hinkley, T., Hnatiuk, J., Atkin, A. J., Belanger, K., Chaput, J. P., Gunnell, K., Larouche, R., Manyanga, T., ... Wondergem, R. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
- Valentiner, L. S., Thorsen, I. K., Kongstad, M. B., Brinkløv, C. F., Larsen, R. T., Karstoft, K., Nielsen, J. S., Pedersen, B. K., Langberg, H., & Ried-Larsen, M. (2019). Effect of ecological momentary assessment, goal-setting and personalized phone-calls on adherence to interval walking training using the InterWalk application among patients with type 2 diabetes—A pilot randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 14(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208181>