

## Diyabet Yönetiminde Teknoloji Kullanımı

### Usage of Technology in the Management of Diabetes

<sup>ID</sup> Dilek BÜYÜKKAYA BESEN<sup>a</sup>, <sup>ID</sup> Merve DERVİŞOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği ABD, İzmir, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği ABD, İzmir, TÜRKİYE

**ÖZET** Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeler, kronik hastalıkların yönetimini ve kontrolünü kolaylaştırırken, bireylerin hastalık yönetiminde güçlenmesine olanak sağlamaktadır. Diyabetli bireylerin öz yönetimlerini artırmak ve güçlendirmek için bilişim teknolojileriyle desteklenmeleri önemlidir. Son yıllarda diyabet teknolojisi hızla gelişmiş ve yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Bu geliştirilen teknolojiler; diyabetin etkin yönetimine, bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasına ve hastalığın neden olduğu fiziksel, psikolojik, sosyal yüklerin azalmasına katkı sağlamıştır. Diyabetteki teknolojik ilerlemelerin temeli, sürekli deri altı insülin infüzyonu (CSII veya insülin pompası) ve sürekli glikoz izleme [continuous glucose monitoring (CGM)] sistemlerinin geliştirilmesi üzerinedir. CGM cihazları, implante edilebilir subkütan CGM sistemi, insülin pompası, insülin portu, hipoglisemi uyarı bilekliği, nazal glukagon gibi ürünler, diyabet teknolojisi içinde yer almaktadır. Bu cihazlara ek olarak, noninvaziv glikoz ölçümü sağlayabileceği düşünülen mikroinvaziv yama, hidrojel dövme, terden (gözlük ve bileklik) glikoz ölçümü, tükürükten glikoz ölçümü yapan biyosensörler, diş aksesuarları ve akıllı kontak lens ile glikoz ölçüm yöntemleri üzerine çalışmalar hâlâ devam etmektedir. Diyabet yönetiminde kullanılan ve üzerinde çalışmaların devam ettiği bu teknolojik gelişmeler, bireyin hastalığı üzerindeki kontrolünü, yaşam kalitesini ve konforunu artırmayı hedeflemektedir. Sağlık profesyonellerinin, teknolojik gelişmeler konusunda bilgi ve fikir sahibi olması, eğitim, danışmanlık rollerini yerine getirmesinde önemlidir. Ayrıca bu konudaki okumalar, çözümler için yeni fikirlere, kullanılan teknolojik ürünlerin özelliklerinin geliştirilmesine ya da farklı ürünlerin ortaya çıkarılmasına altyapı sağlayabilir.

**ABSTRACT** Progresses in science and technology facilitate the management and control of chronic diseases, while enabling individuals to become stronger in disease management. It is important that individuals with diabetes are supported with information technologies to improve and strengthen their self-management. In recent years, diabetes technology improved rapidly, and new technologies were developed. These recently developed technologies have contributed to the effective management of diabetes, improving the quality of life of individuals and reducing physical, psychological and social burdens caused by the disease. Technological advances in diabetes are based on the development of continuous subcutaneous insulin infusion (CSII or insulin pump) and continuous glucose monitoring (CGM) systems. Diabetes technology includes products such as CGM devices, implantable subcutaneous CGM system, insulin pump, insulin port, hypoglycemia stimulation wristband and nasal glucagon. In addition to these devices, studies are still ongoing on microinvasive patch, hydrogel tattoo, glucose measurement from sweat (glasses and wristband), biosensors measuring glucose from saliva, dental accessories and glucose measurement methods by smart contact lens, which are thought to allow for noninvasive glucose measurement. These technological advancements used in management of diabetes, which involve ongoing studies, aim to increase individuals control over the disease, their quality of life and comfort. It is important for health professionals to have knowledge and insight about technological advancements in fulfilling their training and consultancy roles. In addition, readings on this subject can provide infrastructure for new ideas for solutions, improvements of the features of the technological products used or discovery of different products.

**Anahtar Kelimeler:** Diyabet; diyabet yönetimi; teknoloji

**Keywords:** Diabetes; diabetes management; technology

Kronik hastalıklar; yaşam boyu süren, öz yönetim gerektiren, bireyleri ve ailelerini olumsuz yönde etkileyen önemli sağlık sorunlarıdır.<sup>1-4</sup> Dünyadaki tüm ölümlerin %71'inden sorumlu olan kronik hastalıklar, sağlık hizmetleri için büyüyen bir sorun hâ-

line gelmektedir.<sup>1,5</sup> Küresel olarak artan prevalans, sağlık hizmetlerinin yeterli bakım sağlayabilme kapasitesine önemli bir zorluk getirmektedir.<sup>6</sup> Kronik hastalıklar, bireylerde mortalite ve morbidite riskini artırırken, yaşam kalitesini de önemli ölçüde azalt-

**Correspondence:** Merve DERVİŞOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği Doktora Programı, İzmir, TÜRKİYE/TURKEY

**E-mail:** merve.dervisoglu95@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medicine.

**Received:** 22 Jun 2020

**Received in revised form:** 4 Sep 2020

**Accepted:** 4 Sep 2020

**Available online:** 22 Jan 2021

2458-8733 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

maktadır.<sup>7-9</sup> Bu hastalıkların neden olduğu komplikasyonlar; bireylerin yaşam kalitelerini etkilerken, tedavi ve komplikasyonların maliyeti, iş kayıpları; bireylerin ve ülkelerin ekonomik yükünün artmasına neden olmaktadır.<sup>10,11</sup> Kronik hastalıklar içerisinde en fazla ölüme, engelliliğe neden olan hastalıklardan biri olan diyabet, toplumda çok sık görülen, ciddi akut ve kronik komplikasyonları bulunan sürekli tıbbi bakım gerektiren bir hastalıktır.<sup>12-15</sup> İyi glisemik kontrol sağlayamayan diyabetli bireylerde gelişen komplikasyonlar nedeniyle organ kayıpları yaşanmakta, bireylerin yaşam kalitesi ve süresi azalmakta, iş gücü kayıpları nedeniyle de ekonomik problemler ortaya çıkabilmektedir.<sup>16</sup>

Kronik hastalığa sahip bireylerin öz yeterliliklerinin, öz yönetimlerinin desteklenmesi ve akut değişikliklerin erken fark edilmesini sağlayan müdahaleler ile hastaneye yatışlar önlenebilir, tedavi maliyetleri azaltılabilir, hastalığın daha iyi yönetimi ve yaşam kalitesinin yükselmesi sağlanarak, var olan fiziksel, psikolojik, sosyal ve ekonomik yükler azaltılabilir.<sup>4,17-19</sup> Bilim ve teknolojideki ilerlemeler, kronik hastalıkların yönetimi ve kontrolünü kolaylaştırırken, bireylerin hastalık yönetiminde güçlenmesine de olanak sağlamaktadır.<sup>5,20,21</sup> Kronik hastalıklara yönelik birçok protokol, eylem planı, kalkınma hedefleri ve stratejiler geliştirilmektedir.<sup>1,5,22</sup> Bütün bu uygulamalarla birlikte istenilen düzeyde hedeflere ulaşılabilir için bilişim temelli uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır.<sup>5</sup> Bu bağlamda, diyabetli bireylerin de özyönetimlerini artırmak ve güçlendirmek için bilişim teknolojileriyle desteklenmeleri gerekmektedir.<sup>23</sup> Son yıllarda diyabet teknolojisi hızla gelişmiş ve yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Bu geliştirilen teknolojiler, diyabetin yönetimine ve bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasına katkı sağlamıştır.<sup>24</sup>

Diyabetteki teknolojik ilerlemelerin başlıca alanları, **“Sürekli deri altı insülin infüzyonunun (CSII veya insülin pompası) ve sürekli glikoz izleme (CGM) sistemlerinin”** geliştirilmesi üzerinedir.<sup>25-27</sup> Diyabetli bireylerin kan glikoz düzeylerini izlemek için kullanılan ve parmak ucu kılcalarından kan glikozunu belirleyen cihazların bilinen sınırlılıkları (sadece belirli bir andaki glikoz değerini yansıtmaması, hasta katılımının gerektirmesi, sınırlı bilgi penceresi

ve ayrıntılı eğilim bilgilerinin seyri konusunda bilgilerin eksikliği vb.) nedeniyle CGM cihazları geliştirilmiştir.

CGM cihazları, hasta için kullanılabilir bilgi miktarını artırarak, hipoglisemik veya hiperglisemik durumlar meydana gelmeden önce öngörücü uyarılar kullanarak, hastaları ideal kan glikoz değerleri dışına çıktığında uyarır. CGM cihazları, glikozu otomatik olarak ve her 5 dk’da bir ölçer, günde 288 ölçüm yapar, glikoz değerindeki değişimi grafik hâlinde sunar ve glikozdaki yükseliş ve düşüşleri eğilim okları sayesinde daha net olarak saptayabilme imkânı sunar. CGM cihazı sürekli kullanan diyabetli bireylerde, glisemik değişkenliğin ve hipoglisemi sıklığının azaltılmasında, hedeflenen glikoz değerlerine ve HbA1c düzeylerine ulaşmada katkı sağlamaktadır.<sup>28-31</sup> CGM sistemlerinin, glisemik yararlarına rağmen cihazın benimsenmesi düşüktür. Cihaz alımının ve kullanımının az olmasının nedenlerine yönelik literatürde en sık; glikoz değerlerini yorumlamada yapılan yanlışlıklar, yüksek maliyet, günlük yaşama ara verilmesine neden olan alarmlar, cihazın yerleştirmesinde ortaya çıkan iğne ağrısı ve vücut imajı ile ilgili sorunlar ifade edilmektedir.<sup>32-37</sup>

**“İmplant edilebilir subkütan CGM sistemi (Eversense CGM sistemi; Senseonics, Inc., Germantown, MD, ABD)”** ise mevcut CGM sistemlerinin kullanımındaki bazı sınırlamaları ele almak üzere tasarlanmıştır. “Eversense sensörü”, haftalık sensör girişlerinin rahatsızlığını azaltmak amacıyla 90 gün boyunca çalışmak üzere tasarlanmıştır. Cihaz, üst kolun subkütan dokusuna yerleştirilir. Mobil bir cihaza hipoglisemik, hiperglisemik uyarıları ve bildirimleri iletir, ayrıca mobil cihaz yakınlarda olmasa bile vericiden vücuda titreşim uyarıları sağlanmaktadır.<sup>38,39</sup>

**“İnsülin pompa tedavisi”**, HbA1c düzeylerini düşürmek ve hipoglisemi riskini azaltmak için kullanılacak bir araçtır.<sup>40</sup> Diyabet yönetiminde önemli katkıları nedeniyle pompa teknolojisi kullanan hasta sayısının artması beklenmektedir.<sup>28,40-43</sup> Ayrıca bu cihazlara, CGM cihazları ile entegre olma özelliğinin eklenmesiyle diyabet yönetimi için oldukça önemli bir adım atılmıştır. Otomatik insülin iletimi cihazı olan, **“670G Hybrid Close Loop (HCL) sistemi**

[*Medtronic MiniMed 670G Hybrid Closed-Loop (670G HCL) System, Medtronic Diabetes, USA*], MiniMed 670G insülin pompası ve Guardian Sensor 3 CGM bölümlerinden oluşur. Sistem 2 farklı modda (“otomatik mod” ve “manuel mod”) çalışır. Otomatik moddayken, sistem her 5 dk’da bir insülin pompasına iletilen CGM okumalarına yanıt olarak, bazal insülin iletimini otomatik olarak ayarlayabilen bir algoritma kullanır. Manuel moddayken, insülin iletimi otomatik değildir ve gün boyunca önceden programlanmış bazal hızlar verilir. Bolus ihtiyacı için giriş ve onaya ihtiyaç duyulmaktadır. Otomatik insülin iletimi, hastanın kendi kendini yönetme yükünü azaltırken glikemik kontrole de katkı sağlar. Sistemin kullanımı bireylerin HbA1c düzeyinin iyileştirilmesini de desteklemektedir.<sup>44-47</sup>

“*İnsülin portu (İ-Port Advance, Medtronic Diabetes, USA)*” ise hızlıca, neredeyse ağrısız uygulama sağlayan cilt altına yerleştirilen bir üründür. Sadece kanül adı verilen yumuşak ve esnek bir tüp cildin altında kalmaktadır. Ürün yerleştirildikten sonra insülin cilt yerine porttan enjekte edilmektedir. İ-Port Advance enjeksiyon portu, günde birkaç defadan fazla olarak enjeksiyon uygulayan kişilerin sadece bir iğne ile 3 gün boyunca acı hissetmeden enjeksiyonlarının tümünü bu port üzerinden yapabilmelerine olanak sağlar. Egzersiz, uyku ve yüzme gibi aktivitelerde de uygun şekilde kullanılabilir. İğneden korkan ve kaçınan diyabetli bireylere kullanım için önerilebilmektedir.<sup>48</sup>

Direkt komplikasyona yönelik bir cihaz olan “*Hipoglisemi uyarı bilekliği*” ise sık hipoglisemi yaşayan, gece hipoglisemisi olan, hipoglisemiyi erken fark edemeyen hastalarda kullanılabilir. Cihaz kola takılır ve akıllı telefon ile 10 m’lik yarıçap içinde “bluetooth” teknolojisiyle bağlantı kurulur. Hipoglisemi uyarı bilekliğinin, cilde temas eden sensörleri sayesinde, hipoglisemi sırasında uyarı oluşur. Sistem, bireylerin yakınlarının akıllı telefonlarına da uyarı gönderir ve bu sayede acil durumda bireyin yardım gereksiniminin karşılanmasına olanak sağlayabilir.<sup>49</sup>

Subkütan glukagon uygulaması, hipogliseminin tedavisi için etkili bir yöntemdir. Bununla birlikte acil durum anında ilacı hazırlamanın ve uygulamanın stres yaratan bir durum olduğu belirtilmektedir. Şid-

detli hipoglisemiyi yönetmek için uygulaması oldukça kolay “*nazal glukagon*” formu geliştirilmiştir.<sup>50,51</sup>

Bu cihazlara ek olarak, “*noninvaziv glikoz ölçümü*” sağlayabileceği düşünülen mikroinvaziv yama, hidrojel dövme, terden (gözlük ve bileklik) glikoz ölçümü, tükürükten glikoz ölçümü yapan biyosensörler, diş aksesuarları ve akıllı kontak lens ile glikoz ölçüm yöntemleri üzerine çalışmalar hâlâ devam etmektedir. İleride bu ölçüm yöntemlerinin aktif kullanıldığını görmek mümkün olabilecektir.<sup>52,53</sup>

“*Akıllı mikro iğne yama*” Yu ve ark. tarafından geliştirilen glikoz duyarlı ve glikoz düzeyinin regülasyonunun sağlanmasında görev alan bir bilişim teknoloji ürünüdür. Diyabetli fareler üzerindeki çalışmalarında, yamanın glikoz düzeyindeki değişime yanıt vererek insülin salgıladığı ve glikoz seviyesinde düşüşe neden olduğu ortaya konmuştur. Yamanın en önemli özelliği de normal glikoz seviyelerine ulaştığında, yamanın insülin salınımını durdurması ve hipoglisemi riskini en aza indirmesidir. Gelecek yıllarda diyabet teknolojisi içerisinde mikroinvaziv yöntemler ile insülin uygulamasını aktif kullanıldığını görmek mümkün olabilecektir.<sup>54,55</sup>

Diyabet hastalarının insülin uygulamasını hatırlamasına yardımcı diyabet teknoloji ürünleri, olası uygulama hatalarına bağlı akut komplikasyon gelişme riskini en aza indirmeyi hedeflemektedir. Bu ürünlerden; “*Timesulin*” (*Patients Pending Ltd, UK*) birçok insülin kalemi ile uyumlu bir kapak; kapaktaki zamanlayıcı, son alınan insülin dozunun zamanı ve bir sonraki doz hakkında hatırlatma sağlar. Timesulin, son insülin enjeksiyonunun yapılma durumu ve ne kadar süre önce yapıldığını hatırlayamamanın neden olduğu belirsizliği ortadan kaldırır. Diyabetli bireylerin, son insülin uygulamasının zamanına yönelik sağladığı net bilgi sayesinde kaçırılan veya çift insülin uygulamasının neden olacağı akut komplikasyonların gelişimini önleyebilmektedir.<sup>56</sup> “*Novo-Pen Echo*” (*Novo Nordisk A/S, Danimarka*) insülin kalemi, son insülin uygulamasından bu yana geçen süreyi ve dozu kaydeden bir hafıza fonksiyonu bulunmaktadır. Yarım birimlik doz ayarıyla, hassas doz uygulayabilme imkânı sağlamaktadır.<sup>57</sup> “*InPen*” (*Medtronic Diabetes, USA*) doğru dozun doğru za-

manda alınmasına yardımcı olan akıllı kalem sistemidir. İnsülin tedavisini otomatik olarak izleyen, son insülin dozunu ve aktif insülini rapor eden, insülin dozlarını hesaplamasına yardımcı olan enjektör kalemidir. InPen, yarım birimlik doz uygulamasına imkan verirken, insülin ısısını izler ve bluetooth ile bağlantı sağlar. InPen, CGM cihazları ile de senkronize edilebilmektedir.<sup>58</sup>

**“Teletıp”**, bilişim teknoloji ürünleri vasıtasıyla diyabetli bireyler ve sağlık profesyonelleri arasındaki coğrafi engelleri kaldırarak, sağlık hizmetlerinin toplumdaki her bireye ulaşılabilir olmasına imkân veren; bilgilendirme, eğitim, danışmanlık, rehberlik, takip vb. hizmetlerin sunulmasına olanak sağlayan teknoloji ile entegre bir sağlık hizmetidir.<sup>54,55</sup> Diyabet hastalığının yönetiminde teletıp kullanımı oldukça uygun, giderek artış gösteren sağlık hizmet sunumunun bir parçasıdır. Diyabet hastalığı sürekli izlem ve takip gerektirir, teletıp ise sağlık profesyonellerinin, hastaları daha sık ve yakından takip edebilmesine imkân vermektedir. Teletıp, akut durumların hızlı ve etkin yönetimini destekleyerek, hastaların karar verme süreçlerinde kendilerine yardımcı olunmasına imkân sağlamaktadır.<sup>59-62</sup>

Diyabet hastalarının öz yönetimlerini destekleyen, sağlık hizmetlerinin sunumundaki coğrafi engelleri kaldırarak herkesin aynı hizmetten yararlanmasına olanak veren, hastaları güçlendiren yazılım uygulamaları, yapay zekâ ürünlerinin popüleritesinin ivme kazanması ile birlikte diyabet yönetiminin desteklenmesinde önemli bir konuma sahip olacaktır. Bu uygulamalardan; **“Insulia”** (Voluntis Inc., USA) yazılım uygulaması, Tip 2 diyabetli erişkin hastalar için bazal insülin dozlarının ayarlanmasına yönelik doz önerileri sunarak hedef glikoz değerlerine ulaşmaya yardımcı bir uygulamadır.<sup>63</sup> **“MySugr”** (MySugr mHealth app, mySugar GmbH, Avusturya) yazılım uygulaması ise diyabetli bireyle-

rin öz yönetimlerini desteklemek için tasarlanmıştır, dijital diyabet bakımı alanında en çok kullanılan mobil uygulamalardandır. Birçok ülkede ve 1,5 milyondan fazla diyabetli bireyin kullandığı bu uygulama, kan glikoz değerlerini kullanarak bolus insülin dozunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. MySugr uygulaması, kullanıcılarına HbA1c düzeylerinin tahmini ve glikoz düzeyindeki dalgalanmaların grafiklerini vererek bilgi sağlamaktadır.<sup>64,65</sup>

Sonuç olarak, diyabet yönetiminde kullanılan ve hâlen üzerinde yapılan çalışmaların devam ettiği bu teknolojik gelişmeler, bireyin hastalığı üzerindeki kontrolünü, yaşam kalitesini ve konforunu artırmayı hedeflemektedir. Sağlık profesyonellerinin, teknolojik gelişmeler konusunda bilgi sahibi olması, uygun hasta profiline gereksinimi olan ürünlerin kullanımı hakkında bilgi, eğitim, danışmanlık yapabilmesine ve hastaların yaşadığı sorunların çözümleri için yeni fikirler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

#### **Finansal Kaynak**

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

#### **Çıkar Çatışması**

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

#### **Yazar Katkıları**

**Fikir/Kavram:** Dilek Büyükkaya Besen, Merve Dervişoğlu; **Tasarım:** Dilek Büyükkaya Besen, Merve Dervişoğlu; **Kaynak Taraması:** Merve Dervişoğlu; **Makalenin Yazımı:** Dilek Büyükkaya Besen, Merve Dervişoğlu; **Eleştirel İnceleme:** Dilek Büyükkaya Besen.

## KAYNAKLAR

- World Health Organization. Assessing national capacity for the prevention and control of non-communicable diseases: report of the 2019 global survey. (Erişim Tarihi: 15.07.2020) [\[Link\]](#)
- Bloom DE, Chen S, McGovern ME. The economic burden of noncommunicable diseases and mental health conditions: results for Costa Rica, Jamaica, and Peru. *Rev Panam Salud Publica*. 2018;42:e18. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Taylor CB, Miller NH, Reilly KR, Greenwald G, Cuning D, Deeter A, et al. Evaluation of a nurse-care management system to improve outcomes in patients with complicated diabetes. *Diabetes Care*. 2003;26(4):1058-63. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Özdemir Ü, Taşçı S. [Psychosocial problems and care in chronic diseases]. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 2013;1(1):57-72. [\[Link\]](#)
- Yıldırım JG, Çevirgen A. [Information technologies applications in the management of chronic diseases]. *CBU-SBED*. 2019;6(1):65-73. [\[Link\]](#)
- Beard JR, Officer A, de Carvalho IA, Sadana R, Pot AM, Michel JP, et al. The World report on ageing and health: a policy framework for healthy ageing. *Lancet*. 2016;387(10033):2145-54. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Golics CJ, Basra MK, Salek MS, Finlay AY. The impact of patients' chronic disease on family quality of life: an experience from 26 specialties. *Int J Gen Med*. 2013;6:787-98. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- The World Health Organisation. Global Health Observatory data. NCD Mortality and morbidity report accessed at (Erişim Tarihi: 28.05.2020) [\[Link\]](#)
- Karakoç Kumsar A, Taşkın Yılmaz F. [Overview of quality of life in chronic disease patients]. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 2014;2(2): 62-70. [\[Link\]](#)
- Jeon YH, Essue B, Jan S, Wells R, Whitworth JA. Economic hardship associated with managing chronic illness: a qualitative inquiry. *BMC Health Serv Res*. 2009;9:182. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Morsanutto A, Berto P, Lopatriello S, Gelisio R, Voinovich D, Cippo PP, et al. Major complications have an impact on total annual medical cost of diabetes: results of a database analysis. *J Diabetes Complications*. 2006;20(3):163-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Coşansu G. [Diabetes: a global epidemic disease]. *Okmeydanı Tıp Dergisi*. 2015;31:1-6. [\[Link\]](#)
- American Diabetes Association. 2. classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes-2018. *Diabetes Care*. 2018;41 (Suppl 1):13-27. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;157:107843. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Wagner EH. Chronic disease management: what will it take to improve care for chronic illness? *Eff Clin Pract*. 1998;1(1):2-4. [\[PubMed\]](#)
- Yüksel M, Bektaş H. [Current approaches in the administration of chronic complications related to diabetes]. *Türkiye Klinikleri J Nurs Sci*. 2020;12(1):133-57. [\[Crossref\]](#)
- Jordan RE, Majothi S, Heneghan NR, Blissett DB, Riley RD, Sitch AJ, et al. Supported self-management for patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD): an evidence synthesis and economic analysis. *Health Technol Assess*. 2015;19(36):1-516. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Panagioti M, Richardson G, Small N, Murray E, Rogers A, Kennedy A, et al. Self-management support interventions to reduce health care utilisation without compromising outcomes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Health Serv Res*. 2014;14:356. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Walker RC, Tong A, Howard K, Palmer SC. Patient expectations and experiences of remote monitoring for chronic diseases: Systematic review and thematic synthesis of qualitative studies. *Int J Med Inform*. 2019;124:78-85. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Peters AL, Ahmann AJ, Battelino T, Evert A, Hirsch IB, Murad MH, et al. Diabetes technology-continuous subcutaneous insulin infusion therapy and continuous glucose monitoring in adults: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2016;101(11):3922-37. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Heinemann L. Future of diabetes technology. *J Diabetes Sci Technol*. 2017;11(5):863-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- T.C. Sağlık Bakanlığı. [Turkey NCD multi-stakeholder action plan 2017-2025]. Erişim Tarihi: 28.05.2020. [\[Link\]](#)
- Funnell MM, Anderson RM. Empowerment and self-management of diabetes. *Clinical Diabetes*. 2004;22(3):123-7. [\[Crossref\]](#)
- Umpierrez GE, Klonoff DC. Diabetes Technology update: use of insulin pumps and continuous glucose monitoring in the hospital. *Diabetes Care*. 2018;41(8):1579-89. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Ginsberg BH. Factors affecting blood glucose monitoring: sources of errors in measurement. *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3(4):903-13. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Lansang MC, Modic MB, Sauvey R, Lock P, Ross D, Combs P, et al. Approach to the adult hospitalized patient on an insulin pump. *J Hosp Med*. 2013;8(12):721-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Heinemann L, Fleming GA, Petrie JR, Holl RW, Bergenstal RM, Peters AL. Insulin pump risks and benefits: a clinical appraisal of pump safety standards, adverse event reporting, and research needs: a joint statement of the European Association for the Study of Diabetes and the American Diabetes Association Diabetes Technology Working Group. *Diabetes Care*. 2015;38(4):716-22. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Forlenza GP, Buckingham B, Maahs DM. Progress in diabetes technology: developments in insulin pumps, continuous glucose monitors, and progress towards the artificial pancreas. *J Pediatr*. 2016;169:13-20. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Ajian RA. How can we realize the clinical benefits of continuous glucose monitoring? *Diabetes Technol Ther*. 2017;19(S2):S27-S36. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Klonoff DC, Ahn D, Drincic A. Continuous glucose monitoring: A review of the technology and clinical use. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017;133:178-92. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Vashist SK. Continuous glucose monitoring systems: a review. *Diagnostics (Basel)*. 2013;3(4):385-412. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Hirsch IB, Armstrong D, Bergenstal RM, Buckingham B, Childs BP, Clarke WL, et al. Clinical application of emerging sensor technologies in diabetes management: consensus guidelines for continuous glucose monitoring (CGM). *Diabetes Technol Ther*. 2008;10(4):232-44; quiz 245-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Polonsky WH, Hessler D. What are the quality of life-related benefits and losses associated with real-time continuous glucose monitoring? A survey of current users. *Diabetes Technol Ther*. 2013;15(4):295-301. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Tanenbaum ML, Hanes SJ, Miller KM, Naranjo D, Bensen R, Hood KK. Diabetes device use in adults with type 1 diabetes: barriers to uptake and potential intervention targets. *Diabetes Care*. 2017;40(2):181-7. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Tansey M, Laffel L, Cheng J, Beck R, Coffey J, Huang E, et al. Juvenile Diabetes Research Foundation Continuous Glucose Monitoring Study Group. Satisfaction with continuous glucose monitoring in adults and youths with Type 1 diabetes. *Diabet Med*. 2011;28(9):1118-22. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)

36. Cemeroglu AP, Stone R, Kleis L, Racine MS, Postellon DC, Wood MA. Use of a real-time continuous glucose monitoring system in children and young adults on insulin pump therapy: patients' and caregivers' perception of benefit. *Pediatr Diabetes*. 2010;11(3):182-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Christiansen MP, Klaff LJ, Bailey TS, Brazg R, Carlson G, Tweden KS. A prospective multi-center evaluation of the accuracy and safety of an implanted continuous glucose sensor: The PRECISION study. *Diabetes Technology & Therapeutics*. 2019;21(5):231-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
38. Christiansen MP, Klaff LJ, Brazg R, Chang AR, Levy CJ, Lam D, et al. A prospective multi-center evaluation of the accuracy of a novel implanted continuous glucose sensor: PRECISE II. *Diabetes Technol Ther*. 2018;20(3):197-206. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
39. Dehennis A, Mortellaro MA, Ioacara S. Multi-site study of an implanted continuous glucose sensor over 90 days in patients with diabetes Mellitus. *J Diabetes Sci Technol*. 2015;9(5):951-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
40. Boland EA, Grey M, Oesterle A, Fredrickson L, Tamborlane WV. Continuous subcutaneous insulin infusion. A new way to lower risk of severe hypoglycemia, improve metabolic control, and enhance coping in adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 1999;22(11):1779-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Berthe E, Lireux B, Coffin C, Goulet-Salmon B, Houlbert D, Boutreux S, et al. Effectiveness of intensive insulin therapy by multiple daily injections and continuous subcutaneous infusion: a comparison study in type 2 diabetes with conventional insulin regimen failure. *Horm Metab Res*. 2007;39(3):224-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
42. Ghazanfar H, Rizvi SW, Khurram A, Orooj F, Qaiser I. Impact of insulin pump on quality of life of diabetic patients. *Indian J Endocrinol Metab*. 2016;20(4):506-11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
43. Didangelos T, Iliadis F. Insulin pump therapy in adults. *Diabetes Res Clin Pract*. 2011;93 Suppl 1:S109-13. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
44. Aleppo G, Webb KM. Integrated insulin pump and continuous glucose monitoring technology in diabetes care today: a perspective of real-life experience with the MINIMED™ 670g hybrid closed-loop system. *Endocr Pract*. 2018;24(7):684-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
45. Faulds ER, Zappe J, Dungan KM. Real-world implications of hybrid close loop (hcl) insulin delivery system. *Endocr Pract*. 2019;25(5):477-84. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
46. Knebel T, Neumiller JJ. Medtronic MiniMed 670G hybrid closed-loop system. *Clin Diabetes*. 2019;37(1):94-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
47. Garg SK, Weinzimer SA, Tamborlane WV, Buckingham BA, Bode BW, Bailey TS, et al. Glucose outcomes with the in-home use of a hybrid closed-loop insulin delivery system in adolescents and adults with Type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2017;19(3):155-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
48. Medtronic [Internet]. © 2020 Medtronic [cited 29.5.2020]. İ-Port Advance. Available from: [[Link](#)]
49. Hypoband [Internet]. © 2020, Hypoband [cited 29.5.2020]. Why Hypoband. Available from: (Erişim:29.05.2020) [[Link](#)]
50. Pöhlmann J, Mitchell BD, Bajpai S, Osumili B, Valentine WJ. Nasal glucagon versus injectable glucagon for severe hypoglycemia: a cost-offset and budget impact analysis. *J Diabetes Sci Technol*. 2019;13(5):910-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
51. Kedia N. Treatment of severe diabetic hypoglycemia with glucagon: an underutilized therapeutic approach. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2011;4:337-46. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
52. Bandodkar AJ, Jia W, Yardımcı C, Wang X, Ramirez J, Wang J. Tattoo-based noninvasive glucose monitoring: a proof-of-concept study. *Anal Chem*. 2015;87(1):394-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
53. Bruen D, Delaney C, Florea L, Diamond D. Glucose sensing for diabetes monitoring: recent developments. *Sensors (Basel)*. 2017;17(8):1866. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
54. Yu J, Zhang Y, Ye Y, DiSanto R, Sun W, Ranson D, et al. Microneedle-array patches loaded with hypoxia-sensitive vesicles provide fast glucose-responsive insulin delivery. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2015;112(27):8260-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
55. Veiseh O, Langer R. Diabetes: A smart insulin patch. *Nature*. 2015;524(7563):39-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
56. Patients Pending Limited. Timesulin. Available from: (Erişim Tarihi: 15.07.2020) [[Link](#)]
57. Novolog [Internet]. © 2020 Novo Nordisk. [cited 15.07.2020]. NovoLog® has insulin pens designed to meet your patients' needs. Available from: [[Link](#)]
58. Companion Medical [Internet]. © 2021 Companion Medical. [cited 15.7.2020]. InPen. Available from: [[Link](#)]
59. Zhai YK, Zhu WJ, Cai YL, Sun DX, Zhao J. Clinical-and cost-effectiveness of telemedicine in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2014;93(28):e312. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
60. Craig J, Patterson V. Introduction to the practice of telemedicine. *J Telemed Telecare*. 2005;11(1):3-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
61. Klonoff DC. Telemedicine for diabetes: current and future trends. *J diabetes sci technol*. 2015;10(1):3-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
62. Liang X, Wang Q, Yang X, Cao J, Chen J, Mo X, et al. Effect of mobile phone intervention for diabetes on glycaemic control: a meta-analysis. *Diabet Med*. 2011;28(4):455-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
63. Voluntis [Internet]. ©Voluntis 2020. [cited: 15.7.2020]. Our digital therapeutics: diabetes. Insulia. Available from: [[Link](#)]
64. Debong F, Mayer H, Kober J. Real-World Assessments of mySugr Mobile Health App. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(S2):S235-S240. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
65. mySugr GmbH. mySugr. Available from: (Erişim Tarihi: 15.7.2020) [[Link](#)]