



# Düşük Maliyetli Soğutulabilir İnsülin Kalem Kutusunun Tasarım ve Prototip İmalatı

Mustafa Güneş<sup>1\*</sup>, Abdulhamit Sevgi<sup>2</sup>, Çiğdem Serdengeçti<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> OSTİM Teknik Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Ankara, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-0266-6370), [mustafa.gunes@ostimteknik.edu.tr](mailto:mustafa.gunes@ostimteknik.edu.tr)

<sup>2</sup> OSTİM Teknik Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Ankara, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3567-848X), [abdulhamit.sevgi@ostimteknik.edu.tr](mailto:abdulhamit.sevgi@ostimteknik.edu.tr)

<sup>3</sup> OSTİM Teknik Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Ankara, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-1318-2010), [cigdem.serdengecti@ostimteknik.edu.tr](mailto:cigdem.serdengecti@ostimteknik.edu.tr)

(4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, November 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1201924)

**ATIF/REFERENCE:** Güneş, M. & Sevgi, A., Serdengeçti, Ç. (2022). Düşük Maliyetli Soğutulabilir İnsülin Kalem Kutusunun Tasarım ve Prototip İmalatı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (43), 27-31.

## Öz

Pankreasın insülini hiç üretmediği veya üretilen insülinin vücut tarafından etkin bir şekilde kullanılmadığı durumlarda kan şekerinin yükselmesine bağlı olarak ortaya çıkan ve kronik bir hastalık olan diyabetin Tip 1 türünde hastanın hayatının riske girmemesi için alınması gereken doz, insülin enjektör kalemleri ile sağlanır. Kullanılan bu kalemler, insülinin sıcaklıktan etkilenerek özelliğini yitirmesi sebebiyle soğuk zincirde muhafaza edilmelidir. Aksi takdirde hastaya ciddi zararlar verebilmesi mümkündür. Ev ortamında genellikle bu kalemler buzdolabında muhafaza edilirken, ev dışı ortamlarda korunması problem olmakta, hastalar değişen ortam sıcaklıklarından dolayı insülin kalemlerini yanlarında taşımakta güçlük çekmektedir. Bu problemin giderilmesine yönelik piyasada sınırlı sayıda insülin kalem kutuları mevcut olup, maliyetleri oldukça yüksektir. Yüksek maliyet sebebiyle toplumun her kesimi tarafından ulaşılması zorlaşmaktadır. Bu çalışmada Tip 1 diyabetli bireylerin dış ortamlarda muhafaza edebilecekleri boyutlarda ve ortam şartlarına göre soğutmayı sağlayabilecek elektronik donanıma sahip düşük maliyetli insülin kalem kutusunun tasarım ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Kutunun üretim aşamasında günümüz popüler teknolojisi olan 3 boyutlu baskı teknolojisinden faydalanılmış olup, kutu üzerindeki mikrodenetleyici ve termoelektrik soğutucu sayesinde sıcaklığın kapalı çevrim kontrolü sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 3 Boyutlu Baskı, İnsülin Kalemi, Tip 1 Diyabet, Tip 2 Diyabet.

## Design and Prototype Manufacturing of Low Cost Refrigerated Insulin Pen Box

### Abstract

In cases where the pancreas cannot produce insulin at all or the produced insulin cannot be used effectively by the body, the dose to be taken is provided with insulin injector pens to prevent the patient's life from being at risk in Type 1 diabetes, which is a chronic disease that occurs due to high blood sugar. These used pens should be stored in the cold chain, as insulin loses its properties by being affected by temperature. Otherwise, it is possible to cause serious harm to the patient. While these pens are usually kept in the refrigerator in the home environment, it is a problem to protect them in out-of-home environments, and patients have difficulty carrying their insulin pens with them due to the changing ambient temperatures. There are a limited number of insulin pen boxes available in the market to solve this problem, and their costs are quite high. Due to the high cost, it is difficult to reach by all segments of the society. In this study, the design and prototype production of a low-cost insulin pencil case with electronic equipment that can provide cooling according to environmental conditions and sizes that individuals with Type 1 diabetes can store in the outdoor environment has been carried out. In

\* Sorumlu Yazar: [mustafa.gunes@ostimteknik.edu.tr](mailto:mustafa.gunes@ostimteknik.edu.tr)

the production phase of the box, 3D printing technology, which is today's popular technology, was used, and closed-loop control of the temperature was ensured thanks to the microcontroller and thermoelectric cooler on the box.

**Keywords:** 3D Printing, Insulin Pen, Type 1 Diabetes, Type 2 Diabetes.

## 1. Giriş

Pankreasın insülin hormonunu yeterli miktarda üretememesi veya üretilen insülin hormonunun vücut tarafından etkin olarak kullanılmaması sonucu ortaya çıkan diyabet hastalığı son yıllarda oldukça sık rastlanır hale gelmiştir (McPhee & Papadakis, 2002; Sefil & Sefil, 2013; Vestergaard, 2007). Hastalığın karakteristik özelliği olan insülin yetersizliği sonucu hücreler glikozu kullanamaz ve kandaki şeker oranı yükselerek ölüme sonuçlanabilir. Hayati önem taşıyan bu hastalığın artmasına neden olarak yaşanan nüfus ile birlikte sedanter yaşam tarzı, beslenme alışkanlıkları ve kentleşme gibi çevresel faktörler görülmektedir. Düzenli ve dengeli beslenmeye özen göstererek sporla desteklenmiş hareketli bir yaşam tarzını benimsemek, diyabet hastalığından korunmayı mümkün hale getirebilmektedir (Kaya, 2003).

Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) 2021 verilerine göre dünya üzerinde 537 milyon diyabetli hasta bulunmakta ve bu hastalığa bağlı olarak her beş saniyede bir insan hayatını kaybetmektedir. Diyabet, dünya genelinde dördüncü ölüm nedeni olmakla birlikte gelişmiş toplumlarda travma dışı amputasyonların, körlük ve böbrek yetmezliğinin önemli nedenlerinin başında gelmektedir. Diyabetli hastalarda ölümlerin yarısından fazlasının kalp hastalıkları ve kronik böbrek yetmezliği ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Agarwal, Venkatesh, & Tandon, 2008). Klinik olarak Tip 1, Tip 2, spesifik tipler ve gestasyonel diyabet olmak üzere dört ayrı sınıfta incelenmektedir (Schneider, 2007). Tip 2 diyabet, genetik yatkınlığı olan bireylerde çevresel faktörlerin etkisi başta olmak üzere; glikoz üretimi artışı, insülin direnci ve beta hücresi fonksiyon bozukluğu olmak üzere üç ana metabolik bozukluktan kaynaklanır (Inzucchi, & Sherwin, 2011). Orta ve ileri yaş hastalığı olarak kabul edilmekle birlikte son yıllarda genç kesim ve çocuklarda da görülmeye başlamıştır. Hastalığın tedavi sürecinin ilk aşamasında beslenme alışkanlıklarına yönelik medikal beslenme tedavisi, düzenli şekilde egzersiz programlarının uygulanması ile hasta bireyin yaşam tarzının değiştirilmesi yer alır. Bu sürece uyulmasına rağmen kan şekeri normal sınırlar içinde tutulamıyorsa tedaviye ek olarak kan şekerini düşüren ilaçlar eklenir (Song vd., 2016; Goyal, & Jialal, 2018; Cruz, Vences, & Vences, 2011; Call, Cortés, & Harris, 2021).

Tip 1 diyabet, tüm diyabetli hastaların yaklaşık %10'unu kapsamaktadır. Diyabetin bu türü insüline bağımlı şeker hastalığı olarak da bilinmektedir (Buschur, & Lawrence, 2016). İnsülin, midede sindirilebilir protein yapısına sahip olduğundan oral yolla alınmasında vücut tarafından kullanılması mümkün olmaz. Bu yüzden sadece enjeksiyon tarzında kullanılabilir (Bahreini, Rayzan, & Rezaei, 2022; Laubscher, Regier, & Jensen, 2009). Hastalar kendileri için hayati önem taşıyan insülini 'insülin kalemi' olarak bilinen enjeksiyonlar yardımıyla alırlar. Günlük insülin ihtiyacında yaş, boy, ağırlık, stres, üzüntü gibi kişisel verilerin yanında günlük gıda tüketimi ve aktivite düzeyi gibi değişkenler etkilidir.

Tip 1 Diyabet hastaları için hayati önem taşıyan ve mümkün olduğunca yanlarında bulunması gereken insülin, ısı

farklılıklarına karşı oldukça hassastır. Uzun süreli sıcak veya soğuk ortamlarda kalması durumunda yapısı bozulabilir ve etkisini yitirerek hastanın hayatını riske girmesi söz konusu olabilir (C Bossi vd., 2016). Ev ortamındayken buzdolabında (~+4°C) saklanması uygun olmakla birlikte hastalar her zaman ev ortamında bulunmayacağından dışarıda buldukları sürece ihtiyacı olan insülini yanlarında taşımaları gerekir. Özellikle yaz aylarında hasta bireyin yanında taşınması gereken insülin kalemlerini aşırı sıcak ortamlardan koruması ve sabit bir sıcaklıkta muhafaza etmesi son derece önemlidir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan klasik tip insülin kalemlerinin dış ortamlarda 2°C ile 8°C derece aralığında muhafaza edilmesi gerekmektedir. Bu sıcaklık değerleri dışında kalan insülinde bozulma yaşanabilmekte ve hastanın sağlığını tehdit eden sorunlara neden olabilmektedir (Veronesi vd., 2015; Pearson, 2010).

Tip 1 diyabetli hastaların insülin kalemlerini muhafaza etmelerine olanak tanıyan standart tip kalem kutuları mevcut olmakla birlikte bu kutuların uygun fiyatlı olanları ısı korumalı olmayıp değişken ortam sıcaklıklarında insülin kalemlerinin bozulmasına neden olabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Klasik tip, soğutmasız insülin kalem kutusu (Shanghai, 2022)

Bu gibi durumlarda kullanılmaya yönelik, Şekil 2'de gösterildiği gibi soğutma işlevi sağlayabilen mini buzdolabı şeklinde insülin kalem kutuları Tip 1 diyabet hastalarına dış ortamlarda buldukları sürece kolaylık ve fayda sağlamaktadır.



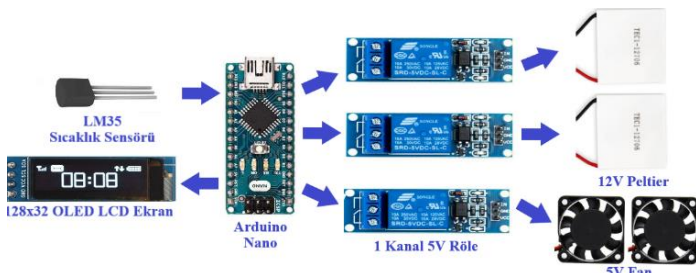
Şekil 2. Soğutma işlevi sağlayabilen insülin kalem kutusu (Alibaba, 2022).

Bu tip insülin kalem kutuları sayesinde hasta birey ev ortamı dışındayken insülin kalemini bozulmadan uygun şekilde taşıyabilmektedir. Tip 1 diyabet hastaları için son derece gerekli olan bu kutular, yurt dışından temin edilmekte ve buna bağlı olarak oldukça yüksek fiyatla satışa sunulmaktadır. Dolayısıyla ekonomik durumu iyi olmayan Tip 1 diyabetli hastaların bu ürünleri tedarik etmeleri ve kullanmaları mümkün değildir.

Bu çalışmayla; maliyeti düşük, dolayısıyla toplumun her kesimi tarafından erişimi mümkün olan ve soğutma özelliği sayesinde Tip 1 diyabet hastalarına ev ortamı dışında uzun süre bulunabilme imkânı tanıyarak yaşam kalitesini artırmaya yardımcı olan insülin kalemi taşıma kutuları üretimi hedeflenmiştir. Üretim yöntemi olarak son yıllarda pek çok alanda kullanımı hızla yaygınlaşan 3 boyutlu baskı teknolojisi kullanılmıştır. İnsülin kalemini taşımak için uygun sıcaklık şartlarını ( $2^{\circ}\text{C}$ - $8^{\circ}\text{C}$ ) sağlayan ve koruyan mekanik ve elektronik donanımın tasarımı, üretilen kutuya entegre edilerek örnek bir prototipi üretilmiştir. Sistem üzerindeki mikrodenetleyici sayesinde sıcaklığın kapalı çevrim kontrolü sağlanırken, üzerindeki dijital ekrandan da sıcaklık değerleri anlık olarak takip edilebilmektedir. Prototipi üretilen insülin kalem kutusunun tasarımında, piyasada satışı gerçekleştirilen standart insülin kalemlerinin boyutları referans alınmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

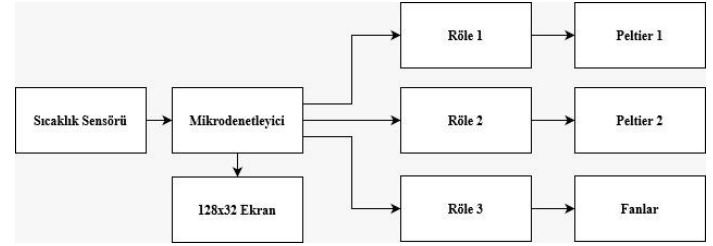
Bu çalışmada düşük maliyetli ve uzun süreli soğutma sağlayabilen insülin kalem kutusunun tasarım ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak soğutma sistemi için gerekli elektronik donanım temin edilip Şekil 3’de olduğu gibi elektriksel bağlantıları yapılarak, ön yazılım üzerinde testi yapılmıştır. Cihaza gerekli enerjiyi sağlamak için USB giriş veya adaptör üzerinden sistemin beslenebilmesi gerçekleştirilmiş ve böylelikle sistemin araçlarda, seyahat esnasında, restoran, okul, iş yeri gibi dış ortamlarda kullanılması sağlanmıştır.



Şekil 3. Sisteme ait elektronik kontrol birimi tasarımı ve kullanılan elektronik donanım.

Sistemin soğutma işlevini gerçekleştirmesi için  $40 \times 40$  mm boyutlarında 12V 5A’lık termoelektrik soğutucu (peltier) kullanılmıştır. Peltier, düşük ağırlığı, karmaşık olmayan yapısı, düşük gürültü ile çalışması, sıcaklık kontrolünün sağlanmasının kolay olması, küçük ebatlarda üretilmesi gibi birçok avantajının olması nedeniyle tercih edilmiştir. Peltierlerin enerjilendirilmesi için anahtarlama elemanı olarak 5V tetiklemeli röle kullanılmıştır. LM35 sıcaklık sensöründen gelen verilere göre mikrodenetleyici olarak kullanılan Arduino Nano’nun dijital pininden rölenin tetiklenmesi sağlanmıştır. Peltierden elde edilen soğuk havanın kutu içerisine dağıtılmasının sağlanması için  $40 \times 40$  mm boyutlarında, 5V 1A değerinde DC motora sahip fan, işlem süresince ısınan kısmının soğutulması için de termojel kullanılmıştır. Anlık sıcaklık değerlerinin kullanıcı tarafından takip edilebilmesi için  $128 \times 32$  piksel I2C haberleşme protokolünü

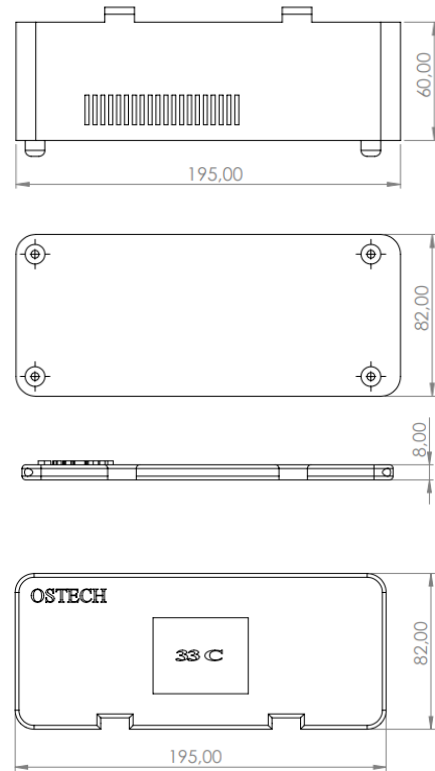
kullanan ekran tercih edilmiştir. Sisteme ait elektronik donanım ve yazılan programın çalışma algoritması Şekil 4’teki diyagramda görülmektedir.



Şekil 4. Elektronik donanıma bağlı olarak geliştirilen blok diyagramı.

Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir: Sıcaklık sensöründen gelen analog sıcaklık verilerine göre kutu içindeki sıcaklık  $8^{\circ}\text{C}$ ’nin üzerine çıkmaya başladığında ilk olarak röle 1 ve röle 2’nin tetiklenmesi ile peltier aktif hale getirilip soğutma işlemi başlatılmaktadır. Soğutmanın başlamasının ardından röle 3 aktive olarak kutu içerisindeki fanların çalışmasını ve soğuk havanın kutu içerisine dağıtılmasını sağlar. Bununla birlikte sistemden gelen sıcaklık verisi gerçek zamanlı olarak  $128 \times 32$  ekran üzerinde görüntülenmektedir. Böylelikle kullanıcının kutu içi sıcaklığı hakkında bilgilendirilmesi sağlanır.

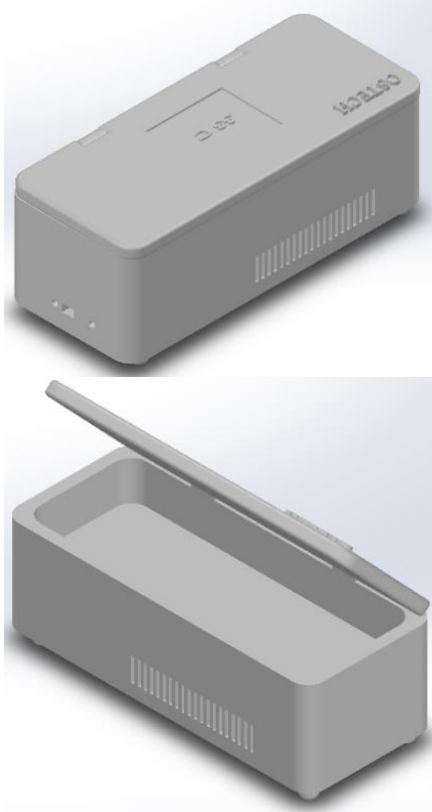
Sistemin genel elektronik donanımın ve yazılımının optimize edilmesinin ardından, kutunun tasarımı aşamasına geçilmiştir. Tasarım aşamasında SOLIDWORKS 2021 yazılımı kullanılarak, iki adet insülin kalemi kapasitesine sahip katı model oluşturulmuştur. İnsülin kalemlerinin ve elektronik donanımın yerleştirileceği alt kısım ile kapağına ait ölçüler farklı bakış açılarından Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. Tasarımı yapılan insülin kalem kutusunun alt ve kapak kısmının genel ölçüleri.

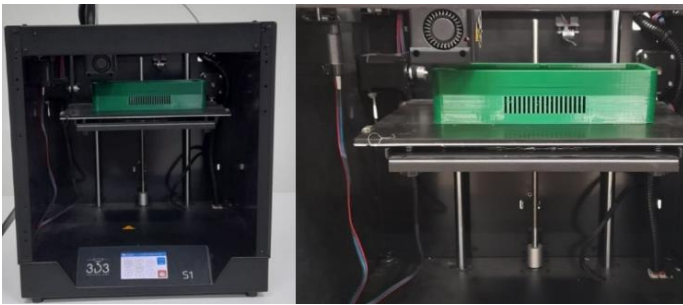


Tasarımı yapılan insülin kalem kutusunun bilgisayar ortamında montajı gerçekleştirilerek prototip imalatına uygun formata dönüştürülmüştür. Farklı açılardan görünümü Şekil 6’te verilmiştir.



Şekil 6. Modellenen insülin kalem kutusunun farklı bakış açılarından görüntüleri.

Prototip üretimi aşamasında birçok geleneksel üretim yöntemlerinin aksine; geniş malzeme yelpazesi ve kişiselleştirilmiş tasarım imkânları ile üretime esneklik getirerek, ürünlerin daha hızlı pazarlanmasını sağlayan, düşük maliyetli ve daha az atık ile çalışan 3 Boyutlu Baskı teknolojisi kullanılmıştır. Katmanlı üretim olarak da bilinen 3 Boyutlu Baskı, genelde plastik formdaki malzemelerin katmanlar halinde üst üste eklenerek 3 boyutlu tasarımların somut nesnelere dönüştürülmesidir. Bu çalışmada açık kaynaklı Kartezyen tip yazıcı kullanılarak tasarımı yapılan kutunun üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. İnsülin kalem kutusunun prototip imalatı ve kullanılan 3 boyutlu yazıcıya ait görüntüler.

Bu çalışmada 3 Boyutlu Baskı yönteminde malzeme olarak PLA (Polilaktik asit) kullanılmıştır. PLA, doğal organik kimyasallardan elde edilen bir termoplastik bir biyopolimerdir. e-ISSN: 2148-2683

Diğer malzemelere göre genişleme katsayısının düşük olması, dayanıklı ve darbelere karşı dirençli olması ve sağlığa zararlı olmamasından dolayı 3 Boyutlu Baskı uygulamalarında sıklıkla tercih edilmekte ve son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında da PLA malzeme kullanılmıştır. Kutu prototip imalatının ardından sistemin montajı yapılmış ve yazılım optimize çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Baskı işlemi için FDM Kartezyen Tip 3 baskı cihazı kullanılmış, literatür doğrultusunda baskı hızı 70 mm/sn, katman yüksekliği 0,2 mm, dolgu yoğunluğu değerleri %50 olarak ayarlanmıştır (Güneş, Güneş, & Sevgi, 2021). Prototip imalatının ardından elde edilen nihai ürüne ait görsel Şekil 8’de verilmektedir.



Şekil 8. Üretim ve montaj işlemi gerçekleştirilmiş nihai ürüne ait görüntü.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, Tip 1 diyabet hastalarının kullanmakta olduğu, hayati önem taşıyan insülin kalemlerinin muhafaza edilmesine yönelik soğutma işlevine sahip, düşük maliyetli kutunun tasarım ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. İlgili uygulama ile okul, kütüphane, kafeterya gibi ortamlarda veya seyahat esnasında insülin kalemlerinin güvenli bir şekilde taşınması, muhafaza edilmesi ve en önemlisi toplumun her kesimi tarafından erişilebilir olması amaçlanmıştır. Prototipi üretilen insülin kalem kutusu, ithal muadillerine göre yaklaşık 10 kat daha uygun fiyata imal edilmiştir. Maliyet farkındaki neden, insülin kutusunun imalatında 3 boyutlu baskı teknolojisinin kullanımı, oluşturulan sisteme ait mikrodenetleyici ve sensörlere ait yazılımın proje kapsamında gerçekleştirilmesidir.

Sonuç olarak, bu çalışmada 3 boyutlu baskı teknolojisi kullanılarak soğutuculu insülin kalem kutularının ithal çözümlerine alternatif olabilen, maliyeti düşük dolayısıyla herkes tarafından erişilebilir, yerli olması özelliğiyle ülkemiz ekonomisine katkıda bulunan insülin kalem kutusu üretilmiştir. Kutunun sağlam yapısı sayesinde insülin kaleminin toz, ışık gibi olumsuz dış etkenlere karşı korunması da sağlanmıştır. Söz konusu ürün, Tip 1 diyabet hastalarının dış ortamlarda daha rahat bulunmasını sağlamakta ve bu hastaların hayat kalitesinin yükselmesine katkıda bulunmaktadır.

## Kaynakça

- Agarwal, S. K., Venkatesh, P., & Tandon, N. (2008). The kidney and the eye in people with diabetes mellitus.
- Alibaba, (2022, Kasım 5) Taşınabilir Seyahat Dondurucu Diyabetik İnsülin Soğutucu Mini Buzdolabı. [Çevrimiçi].<https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1MbZVdk9E3KVjSZFGq6A19XXac.jpg?width=8200&height=800&hash=1600>.
- Bahreini, F., Rayzan, E., & Rezaei, N. (2022). MicroRNAs and Diabetes Mellitus Type 1. *Current Diabetes Reviews*, 18(2), e021421191398-e021421191398.
- Buschur, E. O., & Lawrence, S. (2016). Diabetes Mellitus (Type 1). In *Care of Adults with Chronic Childhood Conditions* (pp. 131-147). Springer, Cham.
- Call, J. T., Cortés, P., & Harris, D. M. (2021). A Practical Review of Diabetes Mellitus Type 2 Treatment in Primary Care. *Romanian Journal of Internal Medicine*.
- C Bossi, A., Veronesi, G., S Poerio, C., Braus, A., Madaschi, S., Destro, M., ... & M Davis, E. (2016). A prospective study for introducing insulin pens and safety needles in a hospital setting. *The SANITHY study. Current diabetes reviews*, 12(4), 460-467.
- Cruz, G. O., Vences, A. R., & Vences, E. A. R. (2011). Diabetes mellitus type 2 treatment. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 54(1), 28-40.
- Goyal, R., & Jialal, I. (2018). Diabetes mellitus type 2.
- Güneş, M., Güneş, S., & Sevgi, A., (2021). 3 boyutlu polimer baskıda katman yüksekliğinin yüzey kalitesi ve mukavemete etkisinin incelenmesi, Uluslararası Çevrimiçi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Konferansı, Gümüşhane:
- Inzucchi, S. E., & Sherwin, R. S. (2011). *Type 2 diabetes mellitus. Cecil Medicine*. 24th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier.
- Kaya, A. (2003). Obezite ve hipertansiyon. *Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2, 13-21.
- Laubscher, T., Regier, L., & Jensen, B. (2009). Taking the stress out of insulin initiation in type 2 diabetes mellitus. *Canadian Family Physician*, 55(6), 608-611.
- McPhee, S. J., & Papadakis, M. A. (2002). *Current medical Diagnosis and Treatment*. International edition.
- Pearson, T. L. (2010). Practical aspects of insulin pen devices. *Journal of diabetes science and technology*, 4(3), 522-531.
- Schneider, M. E. (2007). Type 1, Type 2 Diabetes in Children Hard to Distinguish. *Clinical Endocrinology News*, 2(6), 29-29.
- Sefil, N., & Sefil, F. (2013). Diyet ve Diyabet. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Dergisi*, 4(15), 25-32.
- Shanghai, (2022, Kasım 5). Blue Color Insulin Pen Box Insulin Travel Case for Pens Tinplate. [Çevrimiçi]. <http://www.diabetesinsulinpen.com/sale-9973898-blue-color-insulin-pen-box-insulin-travel-case-for-pens-tinplate-pu-leather-material.html>.

- Song, I. S., Han, K., Park, Y. M., Ji, S., Jun, S. H., Ryu, J. J., & Park, J. B. (2016). Severe periodontitis is associated with insulin resistance in non-abdominal obese adults. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 101(11), 4251-4259.
- Veronesi, G., Poerio, C. S., Braus, A., Destro, M., Gilberti, L., Meroni, G., ... & Bossi, A. C. (2015). Determinants of nurse satisfaction using insulin pen devices with safety needles: an exploratory factor analysis. *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 1(1), 1-6.
- Vestergaard, P. (2007). Discrepancies in bone mineral density and fracture risk in patients with type 1 and type 2 diabetes—a meta-analysis. *Osteoporosis international*, 18(4), 427-444.