

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DİYABET HASTALARININ UZAKTAN TAKİBİ İÇİN BİR  
KLİNİK KARAR DESTEK YÖNTEMİ VE MOBİL  
UYGULAMASI**

**CANAN TANGEL**

**KOCAELİ 2021**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DİYABET HASTALARININ UZAKTAN TAKİBİ İÇİN BİR**  
**KLİNİK KARAR DESTEK YÖNTEMİ VE MOBİL**  
**UYGULAMASI**

**CANAN TANGEL**

**Prof. Dr. Adnan KAVAK**

**Danışman, Kocaeli Üniversitesi**

.....

**Doç. Dr. Ali ÇALHAN**

**Jüri Üyesi, Düzce Üniversitesi**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Alpaslan Burak İNNER**

**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 23.06.2021**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, diyabet hastalarının uzaktan takibi için bir klinik karar destek yöntemi ve mobil uygulaması geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Prof. Dr. Adnan KAVAK' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca görüşleri ile çalışmalarına katkıda bulunan Communication Network Research Group üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Projenin gerçekleştirilmesinde verdikleri katkılardan dolayı lisans bitirme öğrencileri olan çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Klinik alandaki bilgilendirmeleri ve yardımları için Kocaeli Üniversitesi Hastanesi Diyabet Polikliniği'nden Yeliz DEMİRHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez konumu seçmemde bana ilham olan ve ne zaman diyabet hastalığıyla ilgili soru sorsam bıkmadan cevaplayıp yardımcı olmaya çalışan kıymetli halam Seher TANGEL'e minnettarım.

Her konuda beni cesaretlendiren ve yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bana güç veren en büyük destekçim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili eşim Samet Sait TALAYHAN' a teşekkürü bir borç bilirim.

Okul hayatım boyunca koşulsuz destek, anlayış ve sabırlarını esirgemeyen canım annem Cemile TANGEL ve babam Ali TANGEL başta olmak üzere hayattaki en büyük şansım olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Haziran – 2021

Canan TANGEL

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iii
TABLolar DİZİNİ .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
GİRİŞ .....	1
1. DİYABET HASTALIĞINA GENEL BAKIŞ .....	4
1.1. Tip 1 Diyabet .....	4
1.2. Tip 2 Diyabet .....	6
2. KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ .....	7
2.1. Bilgi Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri .....	10
2.2. Bilgi Tabanlı Olmayan Klinik Karar Destek Sistemleri .....	11
3. DİYABET HASTALARINDA İNSÜLİN TEDAVİSİ .....	13
3.1. Pandemi Döneminde İnsülin Dozu Ayarı .....	13
3.2. Şeker Takip Formları ve Manuel Formların Dezavantajları .....	14
4. DİYABET HASTALARI İÇİN MOBİL UYGULAMANIN ÖNEMİ .....	16
5. DİNAMİK İNSÜLİN DOZ AYARINA DAYALI KARAR DESTEK YÖNTEMİ .....	19
5.1. Sistem Mimarisi .....	19
5.2. Bilgi Tabanı .....	20
5.3. Kan Şekerinin İdeal Değerlerden Yüksek Olduğu Zaman İşlenen Karar Destek Algoritması .....	22
5.4. Kan Şekerinin İdeal Değerlerden Düşük Olduğu Zaman İşlenen Karar Destek Algoritması .....	24
6. DİYABET TAKİP MOBİL UYGULAMASI .....	25
6.1. Mobil Uygulama .....	25
6.2. Genel Ekran Kullanımı .....	31
6.2.1. Doz artırma uyarısı .....	29
6.2.2. Doz azaltma uyarısı .....	32
6.2.3. Acil durum uyarıları .....	34
6.2.4. Eksik girilen ölçüm kontrolü .....	35
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	37
KAYNAKLAR .....	38
EKLER .....	41
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER .....	48
ÖZGEÇMİŞ .....	49

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Sağlıklı, Tip 1 ve Tip 2 diyabetli bireylerin pankreaslarının çalışma prensibi .....	5
Şekil 2.1.	Klinik karar destek sistemleri mimarisi .....	7
Şekil 2.2.	Klinik karar destek sistemlerinin çalışma dinamiği .....	12
Şekil 3.1.	Tip 2 diyabet hastasına ait şeker takip çizelgesi .....	14
Şekil 4.1.	2019 ve 2045 yıllarında dünya genelinde ve bölge başına tahmini diyabetli kişi sayısı.....	16
Şekil 4.2.	2018 ve 2022 yılları arasındaki Global Hasta Takip Cihazları Pazarı'nın milyar dolar cinsinden tahmini değerleri .....	17
Şekil 5.1.	Sistem diyagramı.....	19
Şekil 5.2.	Kan şekerinin ideal değerlerden fazla olduğu durumlarda karar destek akış diyagramı.....	23
Şekil 5.3.	Kan şekerinin ideal değerlerden az olduğu durumlarda karar destek akış diyagramı.....	24
Şekil 6.1.	Hastaya ait mobil uygulama ana sayfa ekranı .....	25
Şekil 6.2.	Kullanıcı ölçüm girme ara yüzü .....	26
Şekil 6.3.	Kullanıcı ölçüm geçmişi ara yüzü (sabah tokluk ve öğlen açlık değerleri normal) .....	27
Şekil 6.4.	Kullanıcı grafik ara yüzü (akşam).....	28
Şekil 6.5.	Kullanıcı ölçüm geçmişi ara yüzü (ideal olmayan kan şekeri değerleri) .....	29
Şekil 6.6.	Doktora gelen bilgilendirme e-maili ekran görüntüsü .....	30
Şekil 6.7.	Hastaya gelen doz sabah dozu arttırma uyarısı ekran görüntüsü .....	30
Şekil 6.8.	Hastaya gelen gece dozu arttırma uyarısına ait ekran görüntüsü .....	31
Şekil 6.9.	Hastaya gelen doz azaltma (öğle) uyarısına ait ekran görüntüsü .....	32
Şekil 6.10.	Kullanıcı ölçüm geçmişi ara yüzü (gece 03:00 ve sabah açlık değerlerinin ideal değerlerden az olduğu durum) .....	33
Şekil 6.11.	Hastaya gelen doz azaltma (gece 23:00) uyarısı ekran görüntüsü .....	34
Şekil 6.12.	Kullanıcının öğünlere özel değer girme ara yüzü .....	35
Şekil 6.13.	Sabah değerleri eksik girilmişse ekrana gelen uyarı .....	36

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Klinik karar destek sistemleri kullanılarak yapılan bazı çalışmalar.....	8
Tablo 3.1. İdeal kan şekeri değerleri .....	15
Tablo 5.1. Referans alınan ideal kan şekeri göre insülin doz ayarlama kuralları .....	20



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

BT	:	Bilgi Teknolojileri
COVID-19	:	Yeni Koronavirüs Hastalığı
GDM	:	Gestasyonel Diabetes Mellitus
IDDM	:	Insulin Dependent Diabetes Mellitus
KDS	:	Karar Destek Sistemi
KKDS	:	Klinik Karar Destek Sistemi
REST API	:	Representational State Transfer Application Programming Interface
UHT	:	Uzaktan Hasta Takip

## **DİYABET HASTALARININ UZAKTAN TAKİBİ İÇİN BİR KLİNİK KARAR DESTEK YÖNTEMİ VE MOBİL UYGULAMASI**

### **ÖZET**

Son zamanlarda özellikle COVID-19 ve benzeri salgın hastalıklar nedeniyle diyabet vb. kronik rahatsızlıkları olan hastaların uzaktan takip edilmesi önem kazanmıştır. Evde bakım gerektiren diyabet hastaları için günlük insülin doz ayarlamaları periyodik yapılan kan şekeri ölçüm değerlerine dayalı olarak kendileri veya bakıcıları tarafından yapılmaktadır. Bu durum ise hastalar için ilgili diyabet uzmanı (hemşire, doktor) ile sıklıkla iletişim halinde olunmasını zorunlu kılmaktadır. Hastaların kırsal alanda yaşayıp sağlık alanlarına erişimlerinde zorluk yaşamalarına ek olarak özellikle COVID-19 sonrası gelen kısıtlamalar nedeniyle hastaların insülin dozu takiplerinin uzaktan yapılması daha da önemli hale gelmiştir. Bu tezde, bahsedilen problemlere çözüm olarak diyabet hastalarının dinamik insülin doz ayarlamaları için bir karar destek yöntemi önerilmekte ve aynı zamanda uzaktan takibi için mobil uygulama gerçekleştirilmesi sunulmaktadır. Önerilen karar destek yöntemi, diyabet polikliniğinde mevcut durumda olan hastalara verilen manuel form bilgilerine dayanmaktadır. Geliştirilen uygulama, kan şekeri ölçüm değerlerinin girilmesi, görüntülenmesi, karar destek algoritması sonucu insülin doz ayar bildirimi, randevular, uzman ile direkt mesajlaşma gibi özelliklere sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Covid-19, Diyabet, Hasta Takip, Karar Destek, Tıbbi Nesnelerin İnterneti.



## **A CLINICAL DECISION SUPPORT METHOD AND MOBILE APPLICATION FOR REMOTE MONITORING OF DIABETIC PATIENTS**

### **ABSTRACT**

Recently, due to the COVID-19 pandemic, remote patient care and monitoring systems have become important especially for patients with chronic diseases such as diabetic patients. Daily insulin dosage adjustment of home care diabetic patients is done by themselves or it is based on periodic glucose measurements. This requires home care patients to be frequently in contact with the health expert such as doctor, physician or nurse. In addition to the fact that patients live in rural areas and have difficulties in accessing health care centers, it has become more important to monitor the insulin dose of patients remotely, especially due to the restrictions after COVID-19. In this thesis, we propose a decision support method for dynamic adjustment of daily insulin dosages of diabetic patients, and also present implementation of a mobile application for remote monitoring. The proposed decision support method is based on existing information provided as manual forms to patients in diabet clinics. The developed application has properties such as recording of glucose measurements, monitoring of them, notification of insulin dosage adjustment as a result of decision support algorithm, appointments, and direct messaging with an expert.

**Keywords:** Covid-19, Diabetes, Remote Patient Monitoring, Decision Support, Medical IoT.

## GİRİŞ

Son yıllarda tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 salgını nedeniyle, insanlar virüsün yayılma hızını azaltmak amacıyla evlerinden çıkmamakta ve hastanelere önemli ve acil bir durum olmadan gitmemeyi tercih etmektedirler. Uzun süreli takip ve tedavisi gereken diyabet hastaları da bu durumdan en çok etkilenen insanlardandır.

Ağızdan şeker düşürücü hap veya insülin tedavisi (Bkz. Ek-A) alan Tip 2 diyabetlilerin haftanın belirli günlerinde kan şekerini ölçmeleri son derece önemlidir. Maalesef diyabet hastaları ömür boyu insülin desteğine ihtiyaç duymaktadır ve kullanmaları gereken insülin dozlarının ayarı kritik bir karardır.

Haftanın belirli günlerinde kan şekerinin ölçülmesi, doktora kan şekeri düzeyinin iyi gidip gitmediği hakkında bilgi verir. Ölçümler, diyetisyenin beslenme tedavisini ayarlaması ve hastanın yediği besinlerin kan şekeri üzerindeki etkisi ile ilişkili olarak hastaya bilgi vermesi açısından da önemlidir. Bu ölçümün haftada kaç kez yapılması gerektiği doktor/diyetisyen tarafından belirlenir. Hastalığa ve yaşam şartlarına en uygun kan şekeri ölçüm programının hazırlanmasında sağlık ekibinden yardım alınmalıdır [1].

Gelişen teknolojiyle birlikte uzaktan hasta takip (UHT) sistemleri, gözlem altında tutulması gereken hastaya ait vital parametrelerin, daimî olarak izlenebilmesine imkân sağlamaktadır [2]. Telemedicine, gibi çalışmalar sayesinde hasta, doktoruyla mesajlaşabilmekte ve görüntülü olarak konuşabilmektedir [3].

Georga ve diğerleri, günlük bazda hipoglisemik olayları ve uzun süreli hiperglisemiyi önlemek amacıyla, makine öğrenimine dayanan kısa vadeli glikoz homeostazının tahmini bir modelini sunmuştur. İkinci olarak, veri madenciliği yaklaşımları, uzun vadeli glikoz kontrolünü ve diyabetik komplikasyonları açıklamak ve tahmin etmek için bir araç olarak önerilmektedir [4].

Yıldırım ve diğeri, Mobil Diyabetim mobil uygulamasını önermektedirler. Mobil Diyabetim, hastaların günlük su tüketimi girişi, yaptıkları egzersizler, öğünlerinin kaydı, tansiyon ve kan şekeri ölçümlerini mobil uygulama üzerinden yapmalarını sağlamaktadır. Aynı zamanda kullanıcılar kayıt girmedikleri durumda kullanıcıya hatırlatıcı mesajlar gönderilmektedir. [5]

Kavak ve Inner, çalışmalarında hastaların vital ölçüm değerlerinin gerçek zamanlı olarak hastane bilgi sistemine aktarılması, efektif hasta doktor etkileşiminin sağlanması, kritik durumlarda gerekli bildirimlerin yapılması amacıyla geliştirdikleri uçtan uca uzaktan hasta takip sistemi ALTHIS' den bahsetmektedirler. ALTHIS'i oluşturan 4 ana yapı: Android veya IOS mobil cihazlar üzerinde çalışan Hasta Yardımcı Modülü (HYM) mobil uygulamaları, dokunmatik PC üzerinde çalışan Ölçüm İstasyonu (ÖLÇİS) evrensel Windows platformu uygulama yazılımı ile diğer hastane bilgi sistemleriyle bütünleşik çalışabilen Sunucu ve Gözlem Sistemi (SGS) yazılımı, Bilekten Takılabilir Hasta İzleme Modülü (BTHİM) donanımdır. ALTHIS uygulama çalışması olarak diyabet hastalarının kan şekeri ölçümlerinin takibi üzerinde durmuşlardır. Ölçümlere göre, hastaların insülin kullanımı için doktor merkezli bir karar destek sistemi gerçekleştirilmiştir [6].

COVID-19 vakalarının %20- %50'si aynı zamanda diyabet hastasıdır [3]. Bu istatistikten yola çıkarak, Joshi ve diğeri, COVID-19 sürecinde evden çıkamayan kişilerin uzaktan da kontrollerini yapabilmeleri için bazı mobil uygulamaları incelemişlerdir. Telemedicine, gibi çalışmalar sayesinde hasta, doktoruyla mesajlaşabilmekte ve görüntülü olarak konuşabilmektedir.

Joshi ve diğeri, inceledikleri çalışmalardan en dikkat çekenlerden birisi de iGLU (Intelligent Glucose Meter)'dur. Son olarak iGLU 2.0 versiyonu çıkan iGLU, diyabet hastalarının her gün parmaktan kan örneği alarak bu sürecin hali hazırda zorluğunun yanında bir de acılı olmaması için kullanılan bir uygulamadır. En büyük yeniliği, parmak delmeden near-infrared spektroskopi ve makine öğrenmesi algoritmalarıyla damardaki glukoz moleküllerini algılayıp kan ölçümü yapıyor ve otomatik olarak bunu buluta gönderiyor olmasıdır [7].

iLog ya da SmartLog, hastaya özel diyet programı için, hastanın öğünlerini fotoğraflayarak sisteme yüklemesi sonucunda hastaya yemesi gereken yiyecekleri

önermektedir. Yiyeceklerin kalorisini, sisteme yüklenen fotoğraf sayesinde algılayıp hastaya bildirmektedir [9],[10].

Görüldüğü üzere diyabet hastalarının özellikle COVID-19 sürecinde hayatlarını kolaylaştırmak adına pek çok çalışma ve araştırma yapılmıştır. Bu çalışmamızda, diyabet kliniğinde manuel olarak hastalara sunulan insülin doz formlarına dayalı olarak, diyabet hastalarının uzaktan takibine entegre edilebilecek bir karar destek yöntemi önerilerek mobil uygulama üzerinde gerçekleştirilmesi sunulmaktadır.



## 1. DİYABET HASTALIĞINA GENEL BAKIŞ

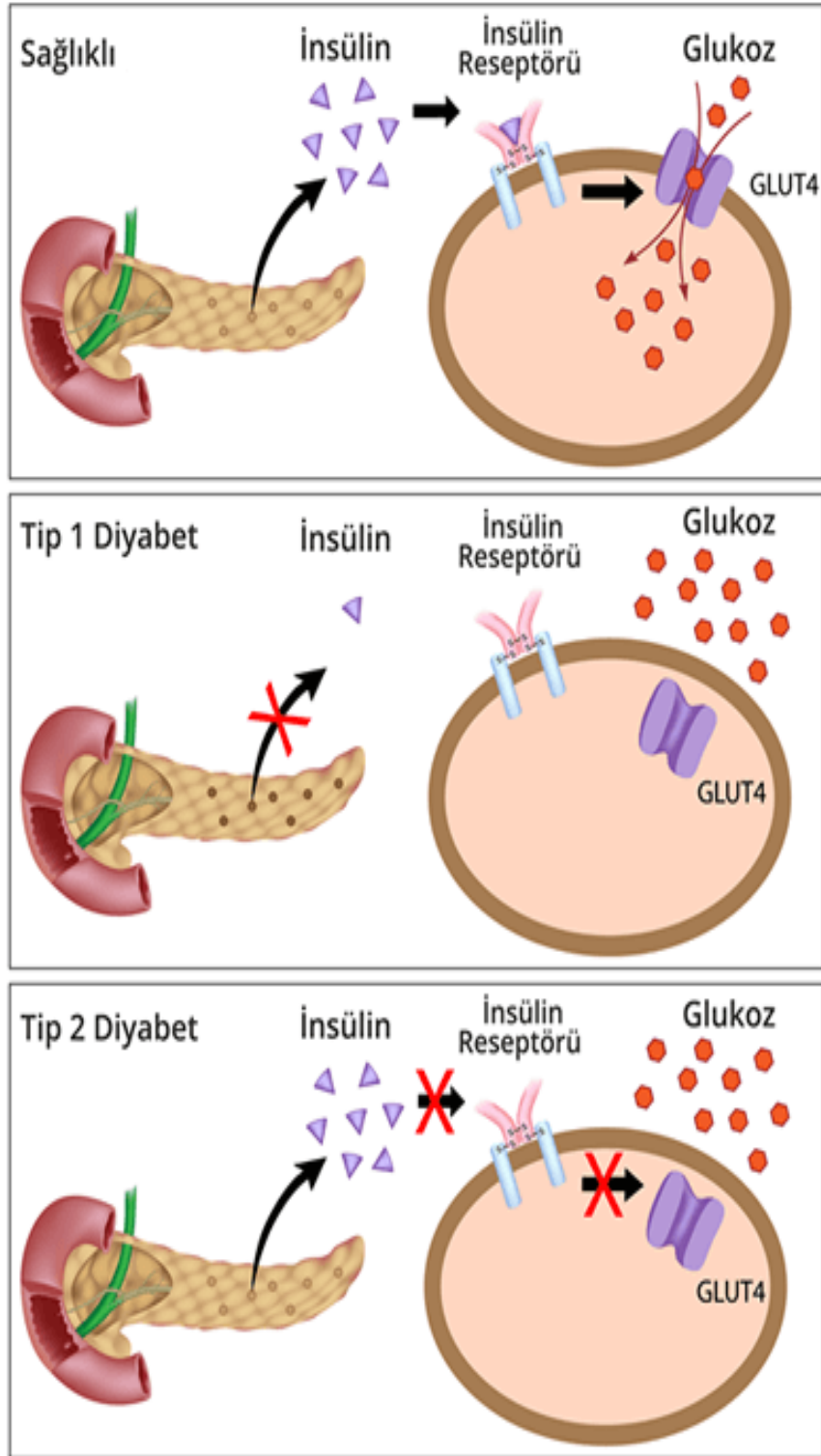
Diyabet (diabetes mellitus), halk arasında şeker hastalığı olarak adlandırılan genellikle kalıtsal ve çevresel etkenlerin birleşimi ile oluşan ve insan vücudunda pankreas adlı salgı bezinin yeterli miktarda insülin hormonu üretmemesi ya da ürettiği insülin hormonunun etkili bir şekilde kullanılamaması durumunda gelişen ve ömür boyu süren bir hastalıktır. Sonuç olarak kişi, yediği besinlerden kana geçen şekeri yani glukozu kullanamaz ve kan şekeri yükselir (hiperglisemi). Aksi durum, yani kan şekerinin düşmesi durumu da hipoglisemi olarak adlandırılır. Tip 1 ve Tip 2 diyabet olmak üzere iki tip diyabet vardır.

### 1.1. Tip 1 Diyabet

Tip 1 diyabet, sıklıkla çocukluk ve gençlik yaşlarında ortaya çıkar. Pankreasta bulunan ve insülin hormonu üreten beta hücrelerinin otoimmün bir süreç sonunda zedelenmesi ile meydana gelmektedir. Sonuç olarak pankreas, insülin hormonu üretemez hale gelir.

Şekil 1.1'deki görselde sağlıklı, Tip 1 diyabetli ve Tip 2 diyabetli bireylerin pankreaslarının çalışma şekli paylaşılmıştır. Görüleceği üzere sağlıklı bir bireyin pankreası hücre için gerekli insülini kendisi üretir ve insülin reseptörleri insülini çekince, hücre de buna uygun şekilde cevap verir, glukoz hücre içerisine alınır.

Hastalar, mutlak veya göreceli bir insülin yetersizliği olduğundan ömür boyu insülin hormonunu dışardan (enjeksiyon yoluyla) almak zorundadırlar. Bu nedenle Tip 1 diyabet, İnsüline Bağımlı Diyabet (IDDM) olarak da isimlendirilmektedir. Genel olarak toplumdaki diyabet vakalarının %10'unu Tip 1 diyabet vakaları oluşturmaktadır.



Şekil 1.1. Sağlıklı, Tip 1 ve Tip 2 diyabetli bireylerin pankreaslarının çalışma prensibi

## 1.2. Tip 2 Diyabet

Tip 2 diyabet, herkeste, her yerde, her yaşıta teşhis edilebilir. Ailesinde diyabetli olanlar, şişman kişiler, 4 kg'dan daha ağır bebek doğuran kadınlar, stres altında yaşayan kişilerde diyabetin görülme riski daha yüksektir. Ayrıca pankreasın kronik iltihabı, pankreas tümörleri ve ameliyatları ile hipertiroidi, akromegali gibi bazı hormon hastalıkları Tip 2 diyabete yol açabilir. Şekil 1.1'de görüleceği üzere Tip-2 diyabetli hastalarda pankreas insülin hormonu üretebilir fakat üretilen insülin hormonu etkili şekilde kullanılamaz.

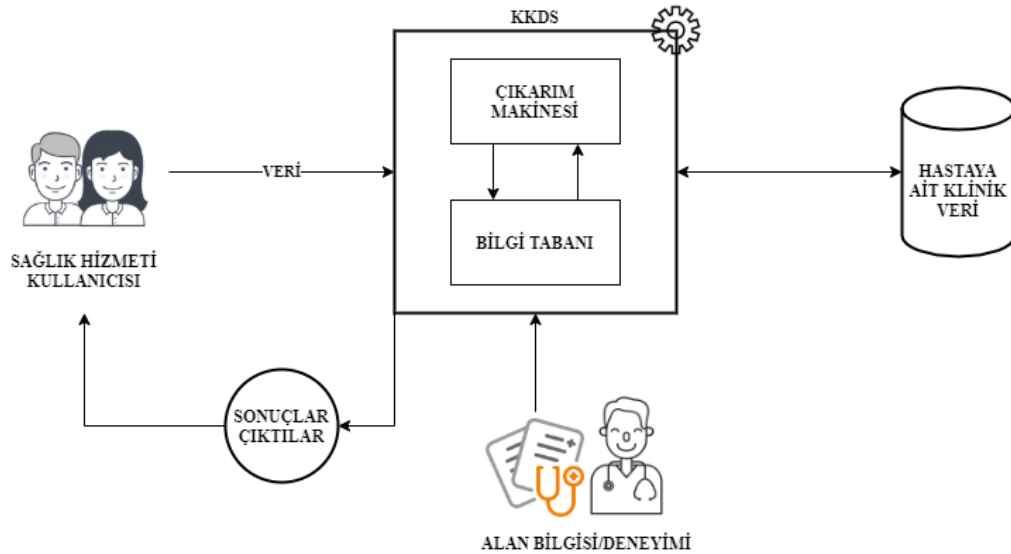
Tip 2 diyabetin birinci basamak tedavi planında medikal beslenme tedavisi yani beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi, yaşam tarzının değiştirilmesi, egzersiz programlarının uygulamaya koyulması yer almaktadır. Eğer, bu tedavi planına uyulmasına rağmen kan şekeri normal sınırlar içinde tutulamazsa ağızdan hap olarak alınan şeker düşürücü ilaçlar tedaviye eklenir. Ancak bazı Tip 2 diyabetliler kan şekeri düzeyini normal sınırlar içinde tutabilmek için insüline ihtiyaç duyabilir. Bu durumlarda uygun dozda yapılan insülin enjeksiyonları ile tedavi desteklenir.

İnsülin kullanan Tip 2 diyabetlilerin kahvaltı, öğlen ve akşam yemeği ile gece öğününden önce olmak üzere günde dört kez veya farklı günlerde farklı öğünlerde öğün öncesi ve öğünden iki saat sonra glukometre (kan şekeri ölçüm cihazı) ile kan şekeri ölçümü yapması gerekir. Yapılan bu ölçümleri sağlık merkezlerinden edindikleri manuel formlara kaydetmeleri gerekir (Bkz. Ek B-1, B-2, B-3).

## 2. KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Bilgi teknolojisi (BT), her türlü elektronik veriyi oluşturmak, işlemek, depolamak, güvenceye almak ve değiş tokuş etmek için herhangi bir bilgisayar, depolama, ağ ve diğer fiziksel cihazlar, altyapı ve süreçlerin kullanılmasıdır. Klinik karar destek sistemleri (KKDS), doktorlara ve diğer sağlık profesyonellerine klinik karar desteği, yani klinik karar verme görevlerinde yardım sağlamak için tasarlanmış bir sağlık bilgi teknolojisi sistemidir [8].

KKDS' leri Şekil 2.1'de görüleceği üzere tipik olarak bir tıbbi bilgi tabanını (sağlık görevlilerinin alan bilgisi ve deneyimi), hastaya ait klinik veriler de olmak üzere anlam ifade eden her tür hasta verilerini ve vakaya özel tavsiye oluşturmak için bir çıkarım motorunu entegre edecek şekilde tasarlanmıştır. Klinik karar destek sistemleri, bilgi tabanlı klinik karar destek sistemleri (knowledge based CDSS) ve bilgi tabanlı olmayan klinik karar destek sistemleri (non-knowledge based CDSS) olmak üzere ikiye ayrılır.



Şekil 2.1. Klinik karar destek sistemleri mimarisi



Tıpta yapay zekanın kullanımına yönelik araştırmalar 1970'lerin başında başladı ve bir dizi deneysel sistem üretti. Tablo 2.1' de bu çalışmalardan bazıları kronolojik sırada paylaşılmıştır.

Tablo 2.1. Klinik karar destek sistemleri kullanılarak yapılan bazı alışmalar [9]

AAPHelp (1972)	Belirsizlik altında otomatik muhakemeyi uygulamaya yönelik erken bir girişimdir. De Dombal'ın Leeds Üniversitesinde geliştirilen sistemi, akut karın ağrısının teşhisini ve analize dayalı olarak ameliyat ihtiyacını desteklemek için tasarlanmıştır. Sistemin karar verme süreci saf Bayesian yaklaşıma dayanıyordu [9].
INTERNIST I (1974)	Pittsburgh Üniversitesi'nde genel dahili tıpta karmaşık tanıların teşhisi için tasarlanmış kural tabanlı bir uzman sistemdir [9].
MYCIN (1976)	Belirli kan enfeksiyonlarının (bakteriyemi veya menenjitli hastalar için antimikrobiyal seçim) teşhis edilmesi ve önerilmesi için tasarlanmış, kurallara dayalı bir uzman sistemdir ve daha sonra diğer bulaşıcı hastalıkları ele alacak şekilde genişletilmiştir [9].
CASNET/Glaucoma	1960'larda geliştirilen CASNET, hastalıkların teşhisi ve tedavisi için uzman sistem oluşturmak için genel bir araçtır [9].
PIP (Present Illness Program)	1970'lerde MIT ve TuftsNew England Tıp Merkezi tarafından böbrek hastalığı olan hastalarda hastalık süreçleri hakkında veri toplayan ve hipotezler üreten bir sistemdir [9].
ABEL (Acid-Base and Electrolyte)	Elektrolit ve asit baz dzensizliklerinin yönetimi için nedensel muhakeme kullanan uzman bir sistemdir. 1980'lerin başında MIT Bilgisayar Bilimleri Laboratuvarı'nda geliştirilmiştir [9].
ONCOCIN	Stanford Üniversitesi'nde geliştirilen onkoloji protokol yönetimi için kural tabanlı bir tıbbi uzman sistemidir. ONCOCIN, kemoterapi alan kanser hastalarının tedavisinde doktorlara yardımcı olmak için tasarlanmıştır [9].

Klinik uygulamada elektronik karar destek sistemlerini kullanmanın olası faydalarının gayri resmi listesi:

- Güncel, en iyi uygulama bilgilerinden elde edilen ilgili, kişiselleştirilmiş uzman tavsiyesi, uzmanlığı ve tavsiyelerinin otomatik olarak sağlanması.
- Bakım kalitesindeki farklılıkları azaltabilir.
- Tıp eğitimi ve öğretimini destekleyebilir.
- Verimsiz veri kodlama sorunlarının üstesinden gelmeye yardımcı olabilir.

- İlk kazanç maliyetleri ile güncelleme ve bakım maliyetlerinden sonra uygun maliyetli olabilir.
- Hastalara anında geri bildirim sağlayabilir.
- Bir denetim izi sağlayabilir ve araştırmayı destekleyebilir.
- Bakım tutarlılığını koruyabilir ve geliştirebilir.
- Klinik bilgileri ihtiyaç duyulan her yerde ve her zaman sağlayabilir.

KKDS'nin klinik uygulamada kabulünü ve kullanımını belirlemeye yardımcı olabilecek faktörler:

- Maliyet
- Hedeflenen kullanıcıların tutumu
- Kurulundan önce ve sonra kullanıcı kabul derecesi
- Kullanım kolaylığı – kullanmayı ve kullanmayı öğrenmek için gereken zaman
- Sağlanacak eğitimin türü, zamanlaması, uzunluğu
- Destek ve bakımın sürdürülebilirliği
- Birlikte çalışabilirlik: eski sistemler (donanım, diğer cihazlar) ve mevcut yazılım programları ile entegrasyon kolaylığı / kapsamı (hasta kaydı ve / veya ilgili klinik terminolojilerle entegrasyon, hasta verilerinin yeniden girilmesi gerekliliğini ortadan kaldıracaktır)
- Yasal ve etik sorunlar
- Kullanıcı ara yüzü: tasarım, yapı, form sayısı
- Hastaların kullanmaya yönelik tutumları
- Tavsiye ve / veya tavsiyeleri doğrulayan kanıtların sağlanması
- Geliřtirme aşamasında yerel kullanıcıların katılımı
- Sistemin kalitesi, güvenilirliđi ve bilgi tabanı
- Son çare olarak, klinik uygulamada klinik karar destek sistemlerinin yaygın kullanımı, rutin hasta bakımı sırasında bunlara zahmetsizce erişilmesini sağlayacak terminoloji ve veri standartları kullanan elektronik hasta kayıt sistemleri olmadan gerçekleşmeyecektir.

## 2.1. Bilgi Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri

Bilgi tabanlı klinik karar destek sistemleri, üç bölümden oluşur: bilgi tabanı, bir çıkarım motoru ve bir iletişim mekanizması [10]. Bilgi tabanı, çoğunlukla IF-THEN kuralları biçiminde olan derlenmiş verilerin kurallarını ve ilişkilerini içerir. Çıkarım motoru, bilgi tabanındaki kuralları hastanın verileriyle birleştirir. İletişim mekanizması, sistemin sonuçları kullanıcıya göstermesine ve sisteme girdi almasına olanak tanır [11]. Bu sistemler, hastalığın tespiti, tedavi seçenekleri, hangi ilacın kullanılması gerektiği gibi konularda nitelikli bilgiye sahiptirler ve güncel bilgileri hastaya ait özel bilgilerle birleştirerek, hekimlerin hastayı en iyi şekilde değerlendirmesi yolunda yardım eder.

Tıpta bilgiye dayalı sistemlerin uygulanması 1970'lerin başında başlamıştır. O zamandan beri bilgi tabanlı karar destek sistemleri, tıbbi koşulların çok çeşitli, hızlı değişen ve bazen öngörülemez olması nedeniyle tıbbın tüm yönlerinde karar vermeyi desteklemek için kapsamlı bir şekilde araştırıldı [12].

Aşağıda, özellikle klinik, tedavi ve takip dahil olmak üzere tıbbi görevleri desteklemek için tıpta karar vermede bilgi tabanlı karar destek sistemlerindeki bazı gelişmeler sıralanmaktadır:

- Koşulların analizinin doğruluğunu ve kanıta dayalı standart müdahale planlarının koşullara uyarlanmasını iyileştirmek için klinik tanı [13], [14], [15], [16], [17], [18].
- Tıbbi faaliyetleri standartlaştıracak ve böylece sağlık hizmeti kalitesini iyileştirecek klinik yollar [19].
- Tıbbi hataların ve hasta güvenliği olaylarının azaltılmasına ve böylece hasta güvenliği olaylarının neden olduğu sağlık hizmeti maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olacak klinik risk değerlendirmesi [20].
- İlaç kullanımını iyileştirmek için ilaç incelemesi, ilaçla ilgili problemlerde azalma ve sağlık sistemi maliyetlerinde potansiyel tasarruf sağlama [21].
- Karmaşık dağıtılmış sağlık sistemlerinin yönetimini desteklemek için evde bakım yardımı [22].
- Toplum sağlığını korumak için zamanında ve kaliteli hizmet sunmak için ruhsal sağlık hizmetleri [23].

## 2.2. Bilgi Tabanlı Olmayan Klinik Karar Destek Sistemleri

Bilgi tabanlı olmayan klinik karar destek sistemleri, makine öğrenmesi yöntemini kullanırlar. Yani bir makinenin, geçmiş deneyimlerden ve uzmanlar tarafından verilen önceki derslerden öğreneceği anlamına gelir. Bu, kural yazma ve uzman girdisi ihtiyacını ortadan kaldırır. Bilgisayar, önceki tıbbi ilerlemedeki her şeyi öğrenecek ve klinik verilerde desen bulacaktır.

Bununla birlikte, makine öğrenimine dayalı sistemler sonuçlarının nedenlerini açıklayamadığı için çoğu sağlık çalışanı bu sonuçları güvenilirlik ve hesap verebilirlik nedenleriyle doğrudan teşhis için kullanmamayı tercih ederler [11].

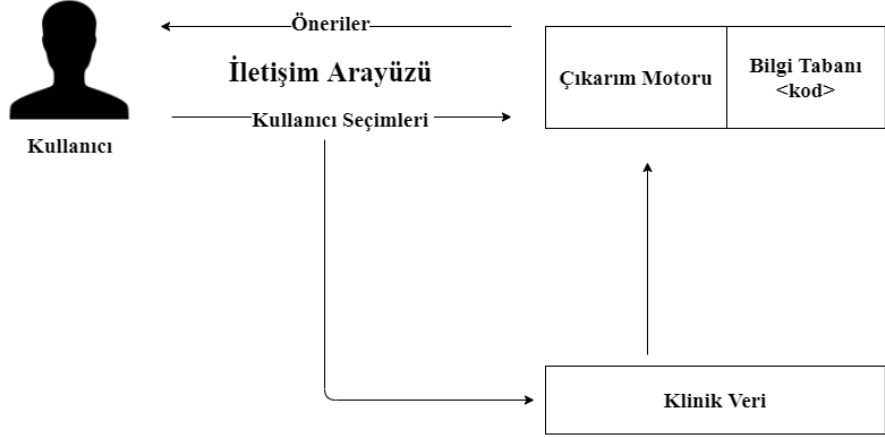
Bilgiye dayalı olmayan klinik karar destek sistemleri, semptomlar ve işaretler (bağımsız değişkenler olarak da adlandırılır) ve hastalıklar (bağımlı değişkenler olarak da adlandırılır) arasındaki ilişkiden eğitilir. Makine öğrenimi, sistem önceki vakalardan eğitildiğinden, her eğitimi devam etmek için vaka tabanlı kullanır.

2 tür bilgi tabanlı olmayan sistem vardır: Yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar. Yapay sinir ağları türü klinik karar destek sistemleri, semptomlar ve tanı arasındaki ilişkileri türetmek için hasta verilerinden öznitelikleri veya kalıpları analiz edebilir. Mevcut bilgileri sağlama şekline bağlı olarak denetimli veya denetimsiz makine öğrenimi gerçekleştirebilir.

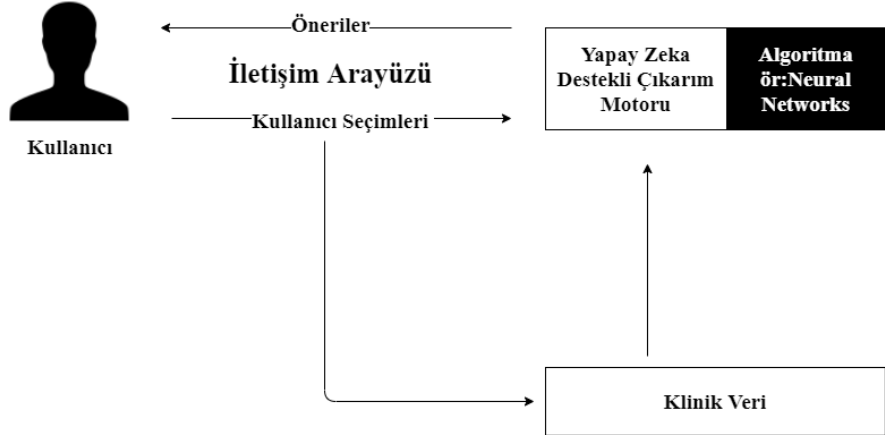
Genetik algoritma, optimal klinik karar destek sistemleri sonucunu elde etmek için güdümlü seçimi kullanarak arama, basitleştirme ve kullanmanın çeşitli süreçlerine dayanmaktadır. Algoritma ilk olarak bir probleme yönelik çözüm kümelerinin özelliklerini belirler.

Üretilen her çözüm yeniden birleştirilir, mutasyona uğrar ve işlemi tekrar eder. Çözüm bulmanın akışı, uygun bir çözüm bulunana kadar durmayacaktır. Çözüm bulmada kullanılan bilgi, hasta verilerinden elde edilir. Genellikle dar bir semptom listesinin neden olduğu hastalıklara odaklanır [24]. Bilgiye dayalı klinik karar destek sistemleri ve bilgiye dayalı olmayan klinik karar destek sistemlerinin kıyaslanması için Şekil 2.2 incelenebilir.

### Bilgi Tabanlı Klinik Karar Destek Sistemleri



### Bilgi Tabanlı Olmayan Klinik Karar Destek Sistemleri



Şekil 2.2. Klinik karar destek sistemlerinin çalışma dinamiği

Şekil 2.2’de görülebileceği gibi temel yapı: sisteme programlanan kurallar (bilgiye dayalı), kararı modellemek için kullanılan algoritma (bilgiye dayalı olmayan) ve ayrıca mevcut verilerdir. Çıkarım motoru: programlanmış veya yapay zekâ tarafından belirlenmiş kuralları ve veri yapılarını alır ve bunları iletişim mekanizması aracılığıyla son kullanıcıya (örneğin hekime) sunulan bir çıktı veya eylem oluşturmak için hastanın klinik verilerine uygular. İletişim mekanizması: web sitesi, uygulama veya son kullanıcının sistemle etkileşimde bulunduğu elektronik sağlık kaydı önyüz arabirimidir. İki klinik karar destek sisteminin arasındaki en büyük fark, çıkarım motorunun yapısı ve bununla birlikte çalışacak olan algoritma ya da bilgi tabanının olup olmamasıdır.

### **3. DİYABET HASTALARINDA İNSÜLİN TEDAVİSİ**

Diyabet hastaları, pankreasın doğru şekilde çalışmaması sonucunda kan şekerini düzenlemek için insülin takviyesi almak zorundadır. Diyabet ölümcül bir hastalık olmamasına rağmen maalesef ki diyabet için kesin sonuç veren bir tedavi bulunmamaktadır. Bu nedenle ömür boyu insülin desteği almak zorundadırlar.

#### **3.1. Pandemi Döneminde İnsülin Dozu Ayarı**

Normal şartlarda insülin dozu, doktorun yaptığı rutin kontroller sonucunda uzun dönemli olarak belirlenmektedir. Hasta, acil durumlarda doktor randevusu alarak insülin dozunu güncelleyebilmektedir. Diyabet hastaları acil durumlar dışında genellikle yılda 4-6 kez doktor muayenesine gitmektedirler.

Son dönemlerde tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 salgını nedeniyle insanlar virüsün yayılma hızını azaltmak ve virüsten korunmak amacıyla evlerinden çıkmamaya özen gösterdiler. Bu durumdan sağlıklı insanlar bile etkilenmiş, maalesef ki sağlık sorunları nedeniyle sürekli takibi yapılması gereken hastalar daha da çok etkilenmiştir. Diyabet hastaları da doktor kontrollerine gitmekte sorun yaşamış ve insülin dozlarını ayarlama konusunda zorlanmışlardır.

Ülkemizde bu süreçte diyabet hastalarının, eczaneler aracılığıyla insülin dozlarından haberdar olup, tedavilerine bu yönde devam ettiklerini biliyoruz. Fakat yalnız yaşayan ya da eczaneden ilaçlarını temin edemeyecek olan ihtiyaç sahibi diyabet hastalarının insülin dozlarını öğrenmeleri çok zor olmaktadır. COVID-19 sürecinde diyabet hastalarının evde takip edilmesi, kan şekeri ölçüm sonuçlarının sağlık profesyonellerine iletilerek ilaç ve insülin dozlarının ayarlanması en ideal takip olacaktır. Fakat pandemi döneminde tüm sağlık çalışanlarının alanları dışında pek çok alanda görev almak zorunda kaldığı düşünülürse bu pek de mümkün olmamaktadır.

### 3.2. Şeker Takip Formları ve Manuel Formların Dezavantajları

Diyabetik hastaların kan şekeri takibi, klinik tarafından sağlanan manuel takip formları ile yapılmaktadır (Bkz. Ek B-1, B-2, B-3). Bu formları düzenli olarak doldurmak hastalığın tedavi süreci için büyük önem arz etmektedir. Doktor, hemşire ya da sağlık görevlileri bu manuel formlar üzerinden hastanın kan şekeri düzeyinin takibini yapar ve uygun insülin dozuna karar verir.

Şeker Takip Çizelgesi		Sabah		Öğle		Akşam		Ölçüm Sonucu	Saat
		Aç	Tok	Aç	Tok	Aç	Tok		
Pazartesi	Şeker	290	124	306	203	193	139	469	
	İnsülin								
Salı	Şeker	240	113	282	128	124	114	505	
	İnsülin								
Çarşamba	Şeker	232	123	221	112	137	107	415	
	İnsülin								
Perşembe	Şeker	212	121	237	173	170	137	460	
	İnsülin								
Cuma	Şeker	230	203	157	121	175	151	425	
	İnsülin								
Cumartesi	Şeker	333	242	124	99	142	124	396	
	İnsülin								
Pazar	Şeker	274	147	204	140	183	138	413	
	İnsülin								

a)

Şeker Takip Çizelgesi		Sabah		Öğle		Akşam		Gece	
		Aç	Tok	Aç	Tok	Aç	Tok	Ölçüm Sonucu	Saat
Pazartesi	Şeker	670	290		275		267	217	
	İnsülin								
Salı	Şeker	520	281		260		236	171	
	İnsülin								
Çarşamba	Şeker	490	273		275		201	350	
	İnsülin								
Perşembe	Şeker	305	271		250		201	212	
	İnsülin								
Cuma	Şeker	276	236		185		216		
	İnsülin								
Cumartesi	Şeker	265	185		163		171		
	İnsülin								
Pazar	Şeker	236							
	İnsülin								

b)

Şekil 3.1. Tip 2 diyabet hastasına ait şeker takip çizelgesi a) Tedavi başlangıcında kullanılan şeker takip formu b) Tedavi başlangıcından bir süre sonra kullanılan şeker takip formu

Günde 3 kez 16 cc + Gece 36 (Lantus)

Şeker Takip Çizelgesi		08 Sabah 16 ml		0:13 Öğle 16		18:00 Akşam 16		11 Gece 36	
		Aç	Tok	Aç	Tok	Aç	Tok	Ölçüm Sonucu	Saat
Pazartesi	Şeker	165		220	96	181	166	267	
	İnsülin								
Salı	Şeker	137	92	251	99	77	146		
	İnsülin								
Çarşamba	Şeker	136							
	İnsülin								
Perşembe	Şeker			200		75		217	
	İnsülin								
Cuma	Şeker	131		248	88	305	114	171	(-70 saat)
	İnsülin					<del>100</del>	<del>50</del>	<del>350</del>	38)
Cumartesi	Şeker	151		201		315	106	350	
	İnsülin	16		96					
Pazar	Şeker	182		265		236	185	212	
	İnsülin								

c)

Şekil 3.1. (Devam) Tip 2 diyabet hastasına ait şeker takip çizelgesi c) Güncel kullanılan şeker takip formu

Şekil 3.1’de sırasıyla tarihsel olarak eskiden yeniye olacak şekilde, özel bir hastanede tedavisini devam ettiren Tip 2 diyabet hastasına ait diyabet takip form örnekleri mevcuttur.

Bu çalışmada, diyabet hastaları mobil uygulama üzerinden internet erişiminin olacağı her yerden doktor gözetimi altında kan şekeri değerlerine bağlı olarak insülin dozları hakkında bilgi alabilmektedirler. Tablo 3.1’de referans alınan ideal kan şekeri değerlerine göre bilgi tabanlı klinik karar destek sistemi anlık kan şekerini kıyaslar ve kullanıcıya bir sonuç döndürür. Bu sonuç, insülin dozunun azaltılması, artırılması ya da sabit tutulması hakkında bilgi içerir.

Tablo 3.1. İdeal kan şekeri değerleri

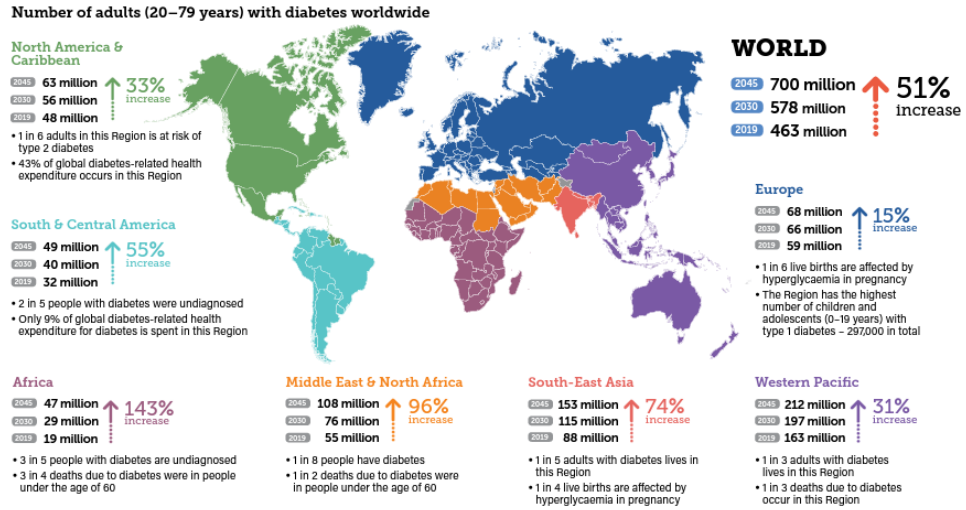
Açlık Kan Şekeri	80-110 mg/dl
Tokluk Kan Şekeri	80-140 mg/dl
Saat 03:00 Kan Şekeri	85-120 mg/dl



#### 4. DİYABET HASTALARI İÇİN MOBİL UYGULAMANIN ÖNEMİ

Son zamanlarda özellikle COVID-19 nedeniyle diyabet gibi kronik rahatsızlıkları olan hastaların uzaktan takip edilmesi önemli hale gelmiştir. Kan şekerinin dalgalanması, kişinin bağışıklığını etkileyerek dengesiz glisemik profile neden olur ve hastanın iyileşme süresinin uzamasına neden olabilir. Yüksek kan şekeri, virüsün insan vücuduna kolayca bulaşmasını sağlar.

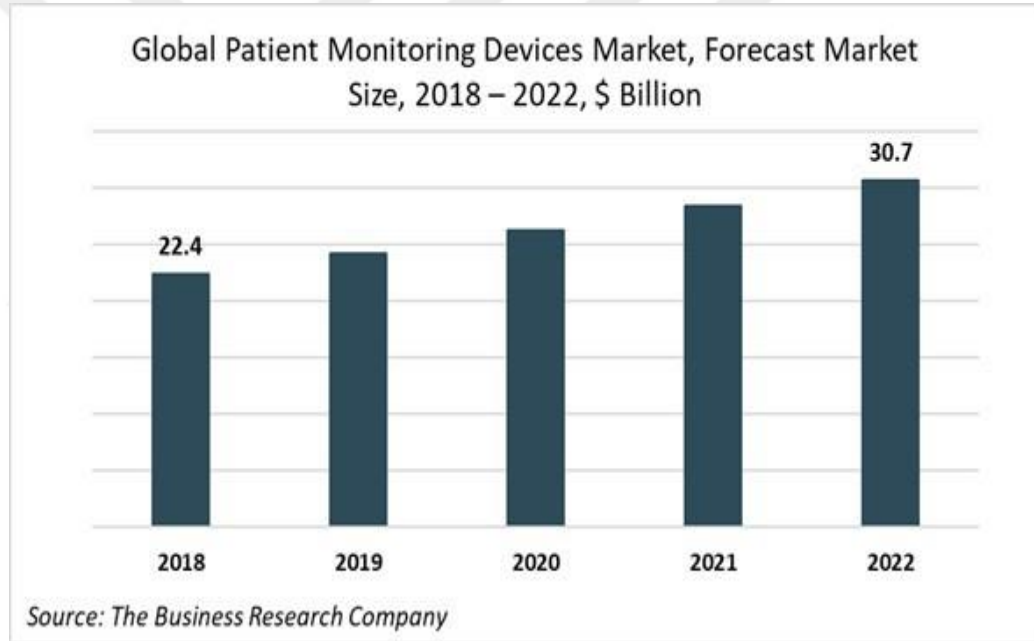
Uzaktan hasta takip sistemleri, teletıp, salgın sırasında bulaşma riskini sınırlamak ve karantina önlemleri sırasında hastaların bakım alması için kritik bir strateji olarak ortaya çıkmıştır. Uzaktan hasta takip sistemlerinin önemini ortaya koymak için birtakım araştırmalar yapılmıştır. Information Handling Services tarafından hazırlanan bir rapora göre, 2020 yılına kadar dört milyondan fazla hasta sağlık durumlarını uzaktan izleyecek. Bu, 2014'ten bu yana teknolojideki birçok gelişme sayesinde uzaktan hasta takibinde %34' lük bir artış anlamına gelmektedir.



Şekil 4.1. 2019 ve 2045 yıllarında dünya genelinde ve bölge başına tahmini diyabetli kişi sayısı [25]

Şekil 4.1’de Uluslararası Diyabet Federasyonu’nun hazırladığı, dünya genelinde ve kıtalara göre 2019 yılındaki mevcut, 2045 yılındaki tahmini diyabet hastası kişilerin sayılarının bulunduğu bir harita mevcuttur. Yine aynı çalışmaya ait haritanın tam hali ve ülkelerin detaylı incelemesi için gerekli dokümanlar ekler bölümünde mevcuttur (Bkz. Ek C-1, C-2). 2019 yılında Avrupa’daki diyabetli hasta sayısı 59 milyon iken bu sayının 2030 yılında 66 milyon, 2045 yılında ise 68 milyon olması tahmin edilmektedir.

Global Hasta Takip Cihazları Pazarı’nın tahmini market büyüklüğünün 2018 ve 2022 yılları arasındaki milyar dolar cinsinden tahmini değerleri Şekil 4.2’deki gibidir.



Şekil 4.2. 2018 ve 2022 yılları arasındaki Global Hasta Takip Cihazları Pazarı’nın milyar dolar cinsinden tahmini değerleri [26]

2018’de 22,4 milyar dolar olan pazar değeri her yıl artmakta olup 2022 yılında 30,7 milyar dolar olması beklenmektedir. Bu da uzaktan hasta takip sistemlerinin ne kadar önemli olduğunun ve öneminin daha da artacağına bir kanıtı niteliğindedir.

GlobalData tarafından yapılan bir analiz için 17 Kasım - 11 Aralık 2020 tarihleri aralığında düzenlenen 10 dakikalık ankete toplam 198 GlobalData Pharma müşterisi ve müşteri adayı katılmıştır. Anket sonucu yapılan analizlerden bazıları şu şekildedir: COVID-19’dan önce teletıp, hiçbir zaman tam potansiyeline ulaşmamıştır ve mobil uygulama indirmelerinde (teletıp platformları için) önemli artışlar göstermiştir.

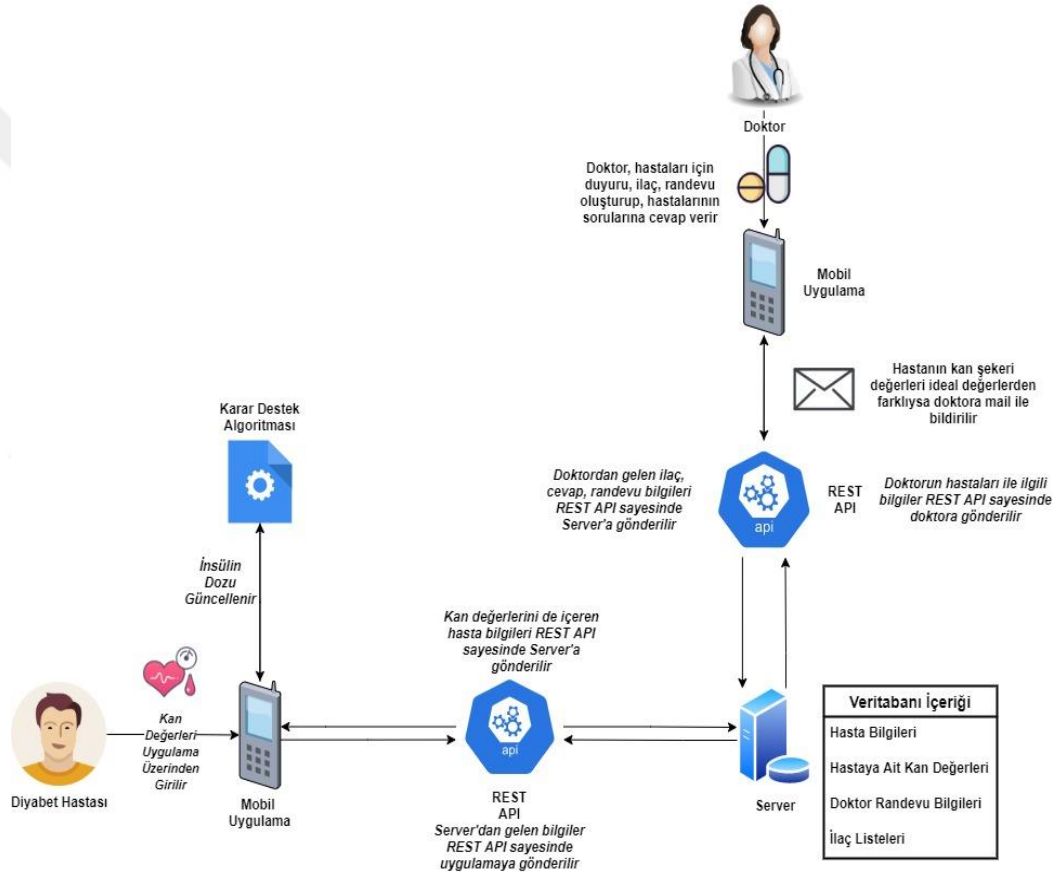
İndirilen mobil uygulamaların birçoğu 2020'nin ikinci çeyreğinde 2019'un tamamından daha fazla indirilmiştir. Geleneksel ve yenilikçi yöntemler arasında bir denge bulmak teletıbbın faydalarını en üst düzeye çıkaracaktır.

Bu çalışmada, bahsedilen problemlerin önemi de göz önüne alındığında, bu problemlere çözüm olarak Tip 2 diyabet hastalarının özellikle pandemi döneminde uzaktan takibi ve insülin dozlarını dinamik olarak ayarlayabilmeleri için bir klinik karar destek yöntemi önerilmektedir ve bu yöntemin entegre edildiği bir mobil uygulama geliştirilmiştir.



## 5. DİNAMİK İNSÜLİN DOZ AYARINA DAYALI KARAR DESTEK YÖNTEMİ

### 5.1. Sistem Mimarisi



Şekil 5.1. Sistem diyagramı

Şekil 5.1'deki gibi kullanıcılar, günlük kan şekeri değerlerini mobil uygulama üzerinden kaydetmektedirler. Kaydedilen bu kayıtlar sonucunda karar destek sisteminin bilgi tabanı, içerisindeki kuralları işleterek kullanıcıya mevcut insülin dozunun artırılması, azaltılması ya da sabit tutulması konusunda yardımcı olur. Karar destek sistemi günlük olarak sabah (t=1), öğle (t=2), akşam (t=3), gece saat 23:00 (t=4) ve sabah saat 03:00 (t=5) vakitleri için son 3 günün kan değerlerini kontrol eder. Bu bölümlerden sabah, öğle ve akşam için açlık ve tokluk olmak üzere 2 ayrı

kan şekeri kaydı tutulmaktadır. Gece 23:00 ve gece 03:00 için tek bir kan şekeri değeri tutulur. Kullanıcı kan değerlerini girdikçe model işlemeye başlar. Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'teki diyagramlardaki akış gibi ardışık 3 gün boyunca kan şekeri değerleri ideal değerlerin üzerindeyse insülin dozunun artırılması, ideal değerlerin altındaysa insülin dozunun azaltılması gerektiği hastaya bildirilir. Bu 3 günün özeti de doktora otomatik olarak e-posta ile gönderilir. Modelin önerdiği tüm doz değerlerine kullanıcının/hastanın doktoru da erişebilmektedir.

## 5.2. Bilgi Tabanı

Kocaeli Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Diyabet Polikliniği'nden edinilen bilgiler ışığında Tablo 5.1'de bulunan bilgi tabanı oluşturulmuştur. Karar destek sistemi bu bilgi tabanını referans alarak insülin dozlarının artırılıp azaltılması konusunda karar vermektedir. Genel olarak ardışık iki öğünün tokluk ve açlık kan şekeri değerleri ikili gruplar şeklinde ele alınır. Tablo 5.1'de belirtilen yüksek ise ve düşük ise ifadeleri Tablo 3.1'deki değerlere göre yapılan kıyaslamaların sonucudur. Tablo 5.1'deki kurallara ek olarak kan şekeri herhangi bir zamanda 70'in altına düşerse ertesi gün insülin dozu azaltılmalıdır. Sabah açlık kan şekeri 200 mg/dl den yüksek ise gece mutlaka 03.00'te kan şekeri bakılmalıdır.

Tablo 5.1. Referans alınan ideal kan şekeri göre insülin doz ayarlama kuralları

Sabah tokluk ve öğlen açlık şekeri	<b>Yüksek ise</b>	Sabah yapılan insülin az gelmiştir. Sabahki insülin <b>2</b> ünite artırılır.
Sabah tokluk ve öğlen açlık şekeri	<b>Düşük ise</b>	Sabah yapılan insülin fazla gelmiştir. Sabahki insülin <b>2</b> ünite azaltılır.
Öğle tokluk ve akşam açlık şekeri	<b>Yüksek ise</b>	Öğlen yapılan insülin az gelmiştir. Öğlenki insülin <b>2</b> ünite artırılır.

Tablo 5.1. (Devam) Referans alınan ideal kan şekerine göre insülin doz ayarlama kuralları

Öğle tokluk ve akşam açlık şekerini	<b>Düşük ise</b>	Öğlen yapılan insülin fazla gelmiştir. Öğlenki insülin <b>2</b> ünite azaltılır.
Akşam tokluk ve gece <b>23:00'de</b> şekerini	<b>Yüksek ise</b>	Akşam yapılan insülin az gelmiştir. Akşamki insülin <b>2</b> ünite arttırılır.
Akşam tokluk ve gece <b>23:00'de</b> şekerini	<b>Düşük ise</b>	Akşam yapılan insülin fazla gelmiştir. Akşamki insülin <b>2</b> ünite azaltılır.
Gece 03:00'te ve sabah açlık şekerini	<b>Yüksek ise</b>	23:00'teki insülini az gelmiştir. <b>2</b> ünite arttırılır.
Gece 03:00'te ve sabah açlık şekerini	<b>Düşük ise</b>	23:00'teki insülini fazla gelmiştir. <b>2</b> ünite azaltılır.
Gece 03:00'te 70'ten düşük ve sabah açlık şekerini	<b>Yüksek ise</b>	Gece insülin fazla gelmiştir. <b>2</b> ünite azaltılır.
Gece 03:00'te 70'ten düşük ve sabah açlık şekerini	<b>Düşük ise</b>	Gece insülini fazla gelmiştir. <b>2</b> ünite azaltılır.

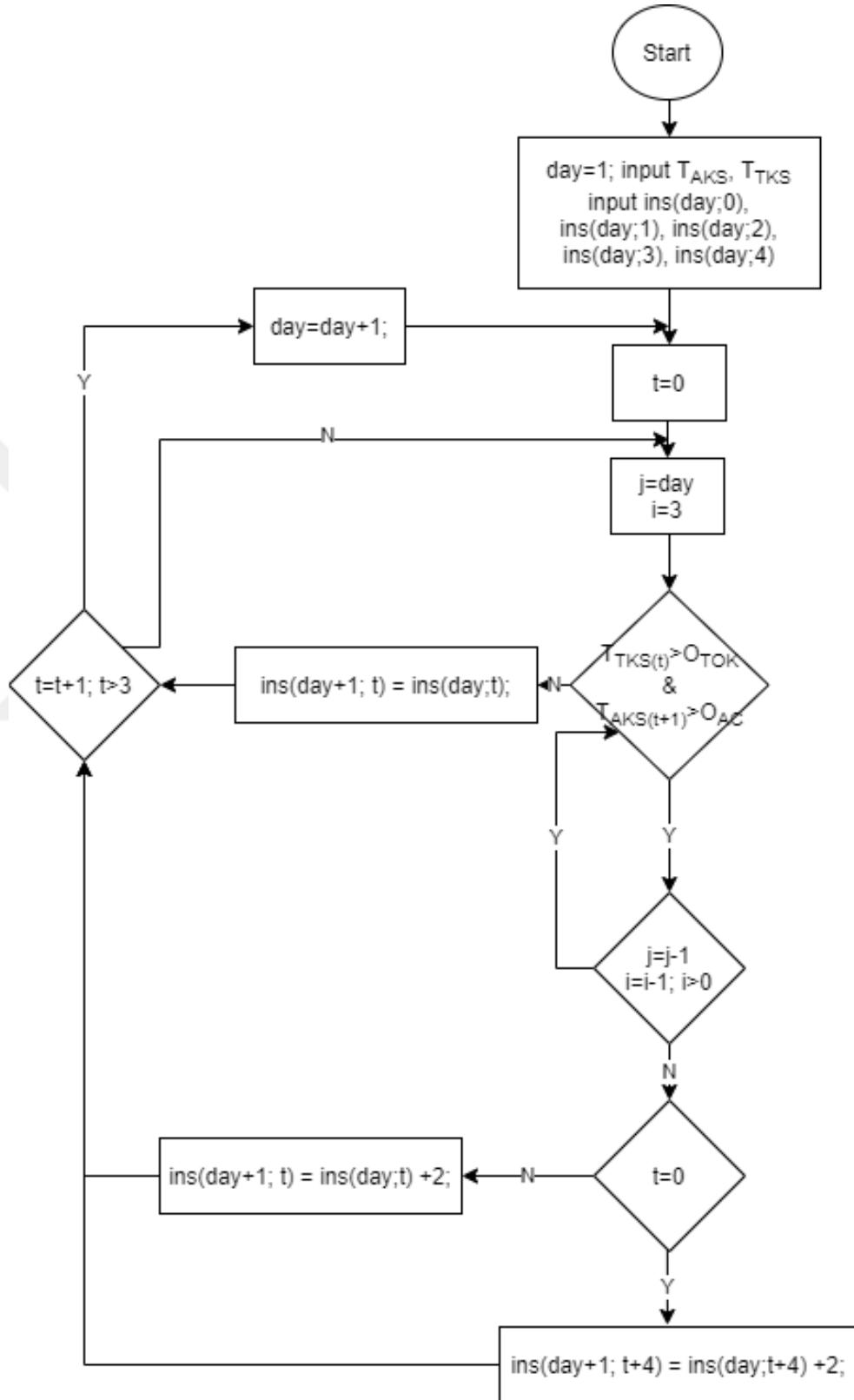
### 5.3. Kan Şekerinin İdeal Değerlerden Yüksek Olduğu Zaman İzlenen Karar Destek Algoritması

Kan şekeri değerleri gün içerisinde tüketilen besinlere, kişinin yaşantısına ve aktivitelerine bağlı olarak normal değerlerden yüksek ya da az olabilir. Tip 2 diyabet hastalarında genellikle kan şekerinin ideal değerlerden yüksek olması yani hiperglisemi durumu gözlenir. Kan şekerinin ideal değerlerden yüksek olduğu zaman izlenen tedavi, düşük olduğu zamanlara göre izlenen yoldan farklıdır. Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de bu iki ayrı senaryoya ait izlenen karar destek akış diyagramları paylaşılmıştır. Aşağıdaki parametreler Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’deki parametrelerin açıklamalarıdır.

- day = gün sayısı
- t = 0 (gece 03:00), 1 (sabah), 2 (öğle), 3 (akşam), 4 (gece 23:00)
- ins (day; t) = ilgili gün ve öğünün insülin dozu
- T<sub>TKS</sub> = anlık tokluk kan şekeri değeri
- T<sub>AKS</sub> = anlık açlık kan şekeri değeri
- O<sub>TOK</sub> = optimum tokluk kan şekeri değeri
- O<sub>AÇ</sub> = optimum açlık kan şekeri değeri

Başlangıç parametreleri alındıktan sonra model, ilk günün t=0 (gece 03:00) anından çalışmaya başlar. Kan şekeri değeri ideal değerlerden fazla değilse insülin dozu t=0 anı için sabit tutulur ve t=1 (sabah) anı için model çalışmaya devam eder. t=4 (gece 23:00) olduktan sonra t=0 olarak güncellenir ve gün sayısı 1 artırılır. Bu bir günün tüm t anları için kontrollerinin yapılmış olduğunu ve bir sonraki güne geçilebileceğinin göstergesidir. Art arda 3 gün içerisinde herhangi bir t anında kan şekeri değeri normal değerlerden fazla çıkarsa ilgili t anının insülin değeri 2 birim artırılır.

Ardışık 3 günün kontrolü ise i ve j değişkenleri ile sağlanır. day değeri j değişkenine atanır. Bu sayede day parametresindeki değer değişmeden geçmiş günlerin kontrolü yapılabilir. i değişkenine başlangıç değeri olarak 3 atanır ve geçmiş 3 günün geriye dönük kontrollerinin yapılmasında gün sayısını tutar. i>0 olduğu sürece geriye dönük kontroller devam eder. i=0 olduğunda son 3 günün kontrolleri tamamlanmış demektir.

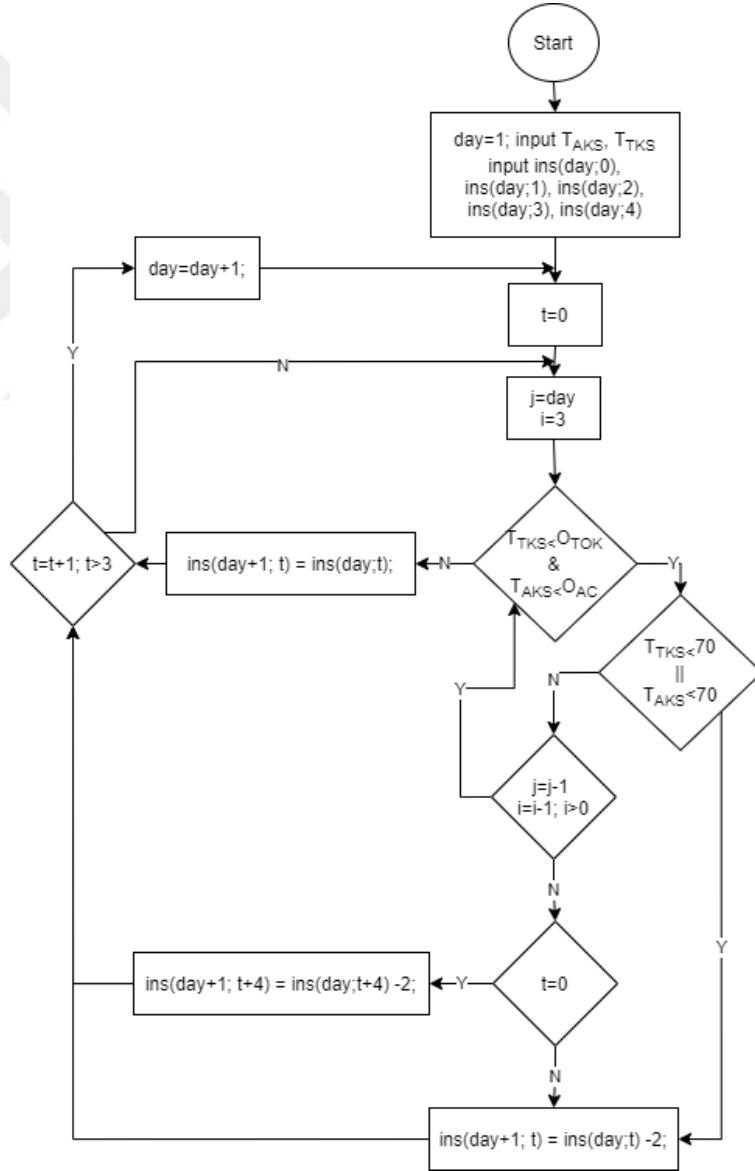


Şekil 5.2. Kan şekerinin ideal değerlerden fazla olduğu durumlarda karar destek akış diyagramı



#### 5.4. Kan Şekerinin İdeal Değerlerden Düşük Olduğu Zaman İşlenen Karar Destek Algoritması

Şekil 4.3'te de Şekil 4.2'deki akışın benzeri mevcuttur. Farklı olarak kan şekeri değerlerinin ideal değerlerden düşük olduğu durumlarda insülin dozu 2 birim azaltılır. Ayrıca kan şekeri değeri herhangi bir gün ya da herhangi bir anda 70'in altına düşerse insülin dozu ilgili t anı için 2 birim azaltılır.



Şekil 5.3. Kan şekerinin ideal değerlerden az olduğu durumlarda karar destek akış diyagramı

## 6. DİYABET TAKİP MOBİL UYGULAMASI

### 6.1. Mobil Uygulama

Bu tezde önerilen karar destek yöntemi Android mobil uygulamaya entegre edildi. Mobil uygulamada, PHP programlama dili kullanılmış olup veri tabanı olarak yerleşik bir desteğe sahip olduğundan MySQL tercih edildi. SQL veri tabanının yönetimi için phpMyAdmin açık kaynak kodlu araç kullanıldı [27].

### 6.2. Genel Ekran Kullanımı

Şekil 6.1-6.8 'de, geliştirilen mobil uygulamaya ait ekran ara yüzleri gösterilmektedir. Kullanıcı, kaydolup giriş yaptıktan sonra ana sayfa gelmektedir. Ana sayfada Şekil 6.1'deki gibi hastaya ait Randevular, İlaçlar, Ölçüm Gir, Ölçüm Geçmiş, Grafik, Soru Sor, Cevaplar ve Duyurular başlıkları yer almaktadır.



Şekil 6.1. Hastaya ait mobil uygulama ana sayfa ekranı

Kullanıcı ölçümlerini Şekil 6.2'deki ekrandan girdiğinde, kullanıcıdan onay istenir. Kullanıcı, girdiği değerlerin doğruluğundan emin olup onaylaması durumunda bu veriler veri tabanına kaydedilmektedir. Kullanıcı onay vermesine rağmen değerleri değiştirmek isterse yeniden ölçüm girişi yapılabilir. Veri tabanında eski değerler yeni değerler ile güncellenir.



Şekil 6.2. Kullanıcı ölçüm girme ara yüzü

Şekil 6.1'deki Ölçüm Geçmişim butonundan kullanıcı kendisine ait kayıtları detaylı olarak Şekil 6.3'teki gibi görüntüleyebilmektedir.



Şekil 6.3. Kullanıcı ölçüm geçmişi ara yüzü (sabah tokluk ve öğlen açlık değerleri normal)

Şekil 6.3’ deki gibi değerler (ör: sabah tok ve öğlen aç) peş peşe 3 gün (18, 19, 20 Haziran 2021) ideal değerler aralığında ise doz değişikliği gerekmemekte ve uygulama herhangi bir uyarıda bulunmamaktadır.



Şekil 6.4. Kullanıcı grafik ara yüzü (akşam)

Kullanıcı, Şekil 6.1’deki grafik butonuna bastığında, en son eklediği 10 güne ait kayıtların geçmişini de Şekil 6.4’teki gibi görüntüleyebilmektedir. Sabah, öğle, akşam ve gece butonlarıyla, kayıtlarının takibini kolayca yapabilmektedir. Ayrıca açlık ve tokluk değerleri ayrı ayrı olmak üzere ideal kan şekeri değer aralıkları yatay çizgiler ile vurgulanmıştır. Açlık kan değerlerine ait ideal kan değerleri ince kırmızı yatay çizgiler, tokluk kan değerlerine ait ideal kan değerleri ise mavi ince çizgiler ile belirtilmiştir. Gece kan değeri hariç diğer öğünlerin ideal minimum kan değeri 80

olduğu için kırmızı ve mavi çizgiler birleşip mor bir çizgi görünümüne neden olmaktadır.

### 6.2.1. Doz artırma uyarısı

Şekil 6.5'teki ardışık 3 güne (21, 22, 23 Haziran 2021) ait sabah tokluk, öğlen açlık değerlerinden sonra karar destek sisteminin verdiği doz artırım uyarısı doktora Şekil 6.6'daki gibi e-posta mesajı olarak, hastaya ise Şekil 6.7'deki gibi mobil uygulama üzerinden bildirim olarak gönderilir.



Şekil 6.5. Kullanıcı ölçüm geçmişi ara yüzü (ideal olmayan kan şekeri değerleri)

## Hasta Doz Uyarısı! Gelen Kutusu



1

1.0 Dün  
Alıcılar: ben v



Merhaba Sn. Doktor, 115 kimlik numaralı MustafaAlin adli hastanızın degerleri 3 gün ard arda yüksek / (düşük) çıkmıştır. Hastanın telefonu:

Şekil 6.6. Doktora gelen bilgilendirme e-maili ekran görüntüsü



Şekil 6.7. Hastaya gelen doz sabah dozu arttırma uyarısı ekran görüntüsü

Şekil 6.5'teki ardışık 3 güne (21, 22, 23 Haziran 2021) ait gece 03:00, sabah açlık değerlerinden sonra karar destek sisteminin verdiği doz artırım uyarısı hastaya Şekil 6.8'deki gibi mobil uygulama üzerinden bildirim olarak gönderilir.



Şekil 6.8. Hastaya gelen gece dozu arttırma uyarısına ait ekran görüntüsü



### 6.2.2. Doz azaltma uyarısı

Şekil 6.5'teki ardışık 3 güne (21, 22, 23 Haziran 2021) ait öğle tokluk, akşam açlık değerlerinden sonra karar destek sisteminin verdiği doz azaltımı uyarısı hastaya Şekil 6.9'daki gibi mobil uygulama üzerinden bildirim olarak gönderilir.



Şekil 6.9. Hastaya gelen doz azaltma (öğle) uyarısına ait ekran görüntüsü



Şekil 6.10. Kullanıcı ölçüm geçmişi ara yüzü (gece 03:00 ve sabah açlık değerlerinin ideal değerlerden az olduğu durum)

Şekil 6.10'daki ardışık 3 güne (21, 22, 23 Haziran 2021) ait gece 03:00, sabah açlık değerlerinden sonra karar destek sisteminin verdiği doz azalımı uyarısı hastaya Şekil 6.11'deki gibi mobil uygulama üzerinden bildirim olarak gönderilir.



Şekil 6.11. Hastaya gelen doz azaltma (gece 23:00) uyarısı ekran görüntüsü

### 6.2.3. Acil durum uyarıları

Şekil 6.5'te gece 23:00 değerleri yakından incelendiğinde, 21 – 22 Haziran'da girilen değerler ideal değerler aralığında iken 23 Haziran'da gece 23:00 ölçümü 60'tır. Bu da herhangi bir anda kan şekeri değeri 70'in altına düşerse kan şekeri son 3 güne bakılmaksızın azaltılmalıdır kuralını tetikler. İlgili öğünün insülin dozunun 2 doz

azaltılması için mobil uygulama acil uyarı verir. Bu uyarı, uygulamadaki diğer doz azaltma uyarıları gibi bildirim halinde ekrana gelir.

#### 6.2.4. Eksik girilen ölçüm kontrolü

Kullanıcı Şekil 6.2'deki ekrandan kan şekeri değerlerini gireceği öğünün butonuna tıklayarak Şekil 6.12'deki gibi bir ekrana gider.

The image shows a mobile application interface for entering blood sugar measurements. The main screen is titled "Ölçüm Girme" (Enter Measurement) and features a list of meals: "Sabah Ölçüm" (Morning Measurement), "Öğlen tok" (Lunch Full), and "Akşam aç" (Dinner Fasting). A modal dialog box is overlaid on the screen, titled "Ölçümlerinizi Giriniz" (Enter Your Measurements), with input fields for "Öğlen tok" and "Akşam aç", and a "GÖNDER" (SEND) button. The bottom navigation bar contains icons for home, phone, and a red "X".

Şekil 6.12. Kullanıcının öğünlere özel değer girme ara yüzü

Eğer ki kullanıcı anlık olarak giriş yaptığı öğünden bir önceki öğün için eksik değer girmişse uygulama kullanıcıya eksik kayıt girdiğine dair uyarı verir. Kullanıcıya gönderilen bu uyarı sayesinde kullanıcı, giriş yapmadığı öğünlerden haberdar olur. Unutulmamalıdır ki diyabet hastaları doğru ve eksiksiz olarak kan şekeri değerlerinin kaydını tutarlarsa, sağlık çalışanları da daha doğru insülin dozu ataması yapar. Aynı durum çalışmamızda bulunan mobil uygulama için geçerlidir.



Şekil 6.13. Sabah değerleri eksik girilmişse ekrana gelen uyarı

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında bilhassa COVID-19 salgını ile önem kazanan uzaktan hasta takibi ile ilgili bir bilimsel çalışma sunulmuştur. Diyabet hastalarının uzaktan takibi için klinikte kullanılan manuel form bilgilerine dayalı olarak bir klinik karar destek sistemi önerilmiştir. Önerilen bu yöntem, ayrıca Android tabanlı mobil uygulama üzerinde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen mobil uygulama hastanın günlük kan şekeri ölçümlerini girebileceği, randevularını düzenleyebileceği ve ayrıca ilgili uzman (doktor, hemşire vb.) ile direkt olarak mesajlaşabileceği bir platform olarak tasarlanmıştır.

Çalışmada geliştirilen klinik karar destek sistemi, kullanıcının mobil uygulama üzerinden girmiş olduğu değerlere bağlı olarak ardışık 3 güne ait kan şekeri değerlerini bilgi tabanında bulunan kurallara göre değerlendirmiştir ve başarılı bir şekilde doz artırımını, azalımı ya da sabit tutulması konusunda mobil uygulama üzerinden geri bildirimde bulunmuştur. Hastanın doktoruna ise e-posta ile bilgilendirme e-maili gönderilmiştir. Kullanıcının değer girmediği günler için mobil uygulama üzerinden kullanıcıya hatırlatma bildirimini gönderilmiştir. Mobil uygulamanın ara yüzü kullanıcı dostu olması adına görsellerle, grafikler ise renklerle zenginleştirilmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda, gebeliğe bağlı şeker hastalığı (GDM) hastaları için bu çalışmanın geliştirilmesi planlanmaktadır. Uzaktan GDM yönetimi için en yeni ve ilgili yaklaşımlar incelenmiştir ancak bunların hiçbiri GDM hastaları için dinamik bir insülin ayarlaması sağlamamaktadır. Bu eksiklik, GDM hastaları için hedefe özel teletıp karar destek sisteminin geliştirilmesi için gelecek çalışmalara yönelik motivasyon kaynağı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] <https://www.turkdiab.org/> (Ziyaret Tarihi: 29 Mayıs 2021).
- [2] Katalenich B., Shi L., Liu S., Shao H., McDuffie R., Carpio G., Thethi T. ve Fonseca V., Evaluation of a Remote Monitoring System For Diabetes Control, *Clinical Therapeutics*, 2015, **37**(6), 1216-1225.
- [3] Joshi A. M., Shukla U. P. ve Mohanty S. P., Smart Healthcare for Diabetes During COVID-19, *Consumer Electronics Magazine*, 2021, **10**(1), 66-71.
- [4] Georga E. I., Protopappas V. C., Mougiakakou S. G. ve Fotiadis D. I., Short-term vs. long-term analysis of diabetes data: Application of machine learning and data mining techniques, *13th IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering*, Chania, 10-13 Kasım 2013.
- [5] Yıldırım P., Bozyiğit F., Özcanhan M. H. ve Utku S., Bulut Tabanlı Mobil Diyabet Kontrol Uygulaması: Mobil Diyabetim, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2017, **10**(2), 153-159.
- [6] Kavak A. ve İner A. B., ALTHIS: Design of An End to End Integrated Remote Patient Monitoring System and a Case Study for Diabetic Patients, *2018 Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO)*, Gazi Magosa, 8-10 Kasım 2018.
- [7] Joshi A. M., Jain P., Mohanty S. P. ve Agrawal N., iGLU 2.0: A New Wearable for Accurate Non-Invasive Continuous Serum Glucose Measurement in IoMT Framework, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, DOI: 10.1109/TCE.2020.3011966.
- [8] <https://en.wikipedia.org>, Clinical Decision Support System (Ziyaret Tarihi: 02 Şubat 2021).
- [9] Saiti K., Clinical Decision Support Systems In Type 2 Diabetes Mellitus, Yüksek Lisans Tezi, National Technical University of Athens, Athens, 2016.
- [10] Soufi M. D., Soltani T. S., Vahdati S. S. ve Hachesu P. R., Decision support sytem for triage management: A hybrid approach using rule-based reasoning and fuzzy logic, *International Journal of Medical Informatics*, DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2018.03.008.
- [11] Berner, Eta S. (Ed.), *Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice*, 3rd, Springer, New York, 2007.

- [12] Liu S., Zaraté P., Knowledge Based Decision Support Systems: A Survey on Technologies and Application Domains, Group Decision and Negotiation. A Process-Oriented View, *Springer International Publishing*, DOI: 10.1007/978-3-319-07179-4\_7.
- [13] Armengol E., Classification Of Melanomas in Situ Using Knowledge Discovery with Explained Case-Based Reasoning, *Artificial Intelligence in Medicine*, 2011, **51**(2), 93–105.
- [14] Minutolo A., Esposito M. ve De Pietro G., A Pattern-Based Knowledge Dieting System For Building Clinical Decision Support Systems, *Knowledge-Based Systems*, 2012, **35**, 120-131.
- [15] Riano D., Real F., Lopez-Vallverd, J.A., Campan F., Ercolani S., Mecocci P., Annicchiarico R., Caltagirone C., An ontology-based personalisation of healthcare knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients, *Journal of Biomedical*, 2012, **45**, 429–446.
- [16] Cesario E., Esposito M., A Knowledge-Based Method for Verifying the Reliability of Clinical DSSs, *In: Proceedings of the 8th International Conference on Signal Image*, Sorrento, 25-29 Kasım 2012.
- [17] Medlock S., Opondo D., Eslami S., Askari M., Wierenga P., de Rooij S.E., AbuHanna A., LERM (Logical Elements Rule Method): A Method for Assessing and Formalizing Clinical Rules for Decision Support, *International Journal of Medical*, 2011, **80**(4), 286–295.
- [18] Schipper J.D., Dankel II D.D., Arroyo A.A., Schauben J.L, A Knowledge-Based Clinical Toxicology Consultant for Diagnosing Single Exposures, *Artificial Intelligence in Medicine*, 2012, **55**(2), 87-95.
- [19] Yang H., Li W., Liu K., Zhang J., Knowledge-Based Clinical Pathway for Medical Quality Improvement, *Information Systems Frontiers*, 2011, **14**(1), 105-107.
- [20] Kong G., Xu D.L., Body R., Yang J.B., Mackway-Jones K., Carley S., A Belief Rule-Based Decision Support Systems for Clinical Risk Assessment, *European Journal of Operational Research*, 2012, **219**, 564–573.
- [21] Bindoff I., Stanfford A., Peterson G., Kang B.H., Tenni P., The potential for intelligent decision support systems to improve the quality and consistency for medication review, *Journal of Pharmacy and Therapeutics*, 2012, **37**(4), 452–458.
- [22] Valls A., Gibert K., Sanchez D., Batet M., Using Ontologies for Structuring Organisational Knowledge in Home Care Assistance, *International Journal of Medical Informatics*, 2010, **79**(5), 370–387.



- [23] Wang W.M., Cheung C.F., A Narrative-Based Reasoning with Applications in Decision Support for Social Service Organizations, *Expert Systems with Applications*, 2011, **38**(4), 3336–3345.
- [24] UKEssays, Types Of Clinical Decision Support System Computer Science Essay, <https://www.ukessays.com/essays/computer-science/types-of-clinical-decision-support-system-computer-science-essay.php> (Ziyaret Tarihi: 01 Haziran 2021).
- [25] IDF Diabetes Atlas 9th edition 2019, <https://diabetesatlas.org/en/> (Ziyaret Tarihi: Haziran 2021).
- [26] Quality Over Cost Behavior Contributes To The Growth Of The Global BPO Services Market, <https://www.thebusinessresearchcompany.com/press-release/bpo-services-market-size> (Ziyaret Tarihi: Haziran 2021).
- [27] Alın M., Çiçek M. ve Özçelik A., Development of Decision Support System for Remote Monitoring of Diabetic Patients, Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Kocaeli, 2021.
- [28] Pais S., Parry D., Petroya K. ve Rowan J., Acceptance of Using an Ecosystem of Mobile Apps for Use in Diabetes Clinic for Self-Management of Gestational Diabetes Mellitus, *Studies in Health Technology and Informatics*, 2017, **245**, 188-192.



## **EKLER**

## EK-A



Şekil A.1. Oral diyabetikler





T.C.  
KOCAELI ÜNİVERSİTESİ  
ARAŞTIRMA VE UYGULAMA HASTANESİ  
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI  
ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA BİLİM DALI  
İNTENSİF İNSÜLİN TEDAVİ TAKİP FORMU (2)

Kullanılan İnsülin : Humalog mix 50

Ad, Soyad :

Yaş :

Diyabet süresi :

TARİH	(AC) 08:00	Haftada 2 Kez			Haftada 2 Kez		
		(AC) 12:30	(TOK) 14:00	(AC) 18:00	(AC) 03:00	(AC) 03:00	(GECE)
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	
/ / 200..	Kan Şekeri İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	

**ÖNEMLİ NOT :**

- İnsülin ; sabah, öğle ve akşam aç olarak yapılacaktır.
- İnsülin yemekten hemen önce yapılacaktır.
- İnsülinleri yapmadan önce aç olarak kan şekeri ölçülecektir. (Hergün)
- Öğle yemeğinin ilk lokmasından 2 saat sonra tok karına kan şekeri ölçülecektir. (Haftada 2 kez)
- Gece 03:00'de kan şekeri ölçülecektir. (Haftada 2 kez)

Diyabet Hemşire Odası : 303 82 34  
Hemşire Yeliz DEMİRHAN

Kan şekerinin Normal sınırları :

AÇLIK = 80 - 110 mg/dl  
TOKLUK = 80 - 140 mg/dl  
SAAT 03:00 = 85 - 120 mg/dl

Şekil B.2. İntensif insülin tedavi takip formu



KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
ARAŞTIRMA VE UYGULAMA HASTANESİ  
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI  
ENDOKRİNOLOJİ VE METABOLİZMA BİLİM DALI  
İNTENSİF İNSÜLİN TEDAVİ TAKİP FORMU

Ad. Soyad :      Yas :      Divabet süresi :

TARİH	Haftada 2 Kez				Haftada 2 Kez				Haftada 2 Kez	
	(AÇ) 08:00	(TOK) 10:00	(AÇ) 12:30	(TOK) 14:00	(AÇ) 18:00	(TOK) 20:00	(AÇ) 23:00	(TOK) 03:00		
/ / 200..	Kan Şekeri								..... Ünite	
	İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite		
/ / 200..	Kan Şekeri								..... Ünite	
	İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite		
/ / 200..	Kan Şekeri								..... Ünite	
	İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite		
/ / 200..	Kan Şekeri								..... Ünite	
	İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite		
/ / 200..	Kan Şekeri								..... Ünite	
	İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite		
/ / 200..	Kan Şekeri								..... Ünite	
	İnsülin Dozu	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite	..... Ünite		

Şekil B.3. İntensif insülin tedavi takip formu 2

# IDF DIABETES ATLAS

9<sup>th</sup> edition 2019



## GLOBAL Fact sheet

### Number of adults (20–79 years) with diabetes worldwide

#### North America & Caribbean

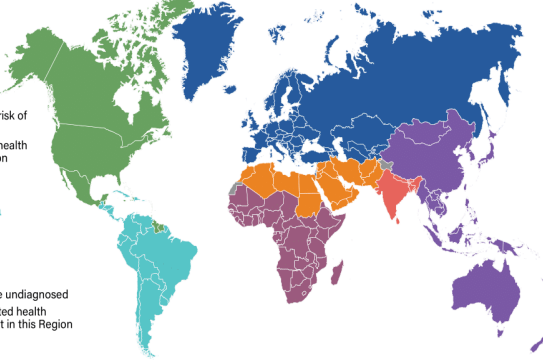
2045 63 million ↑ 33% increase  
 2030 56 million  
 2019 48 million

- 1 in 6 adults in this Region is at risk of type 2 diabetes
- 43% of global diabetes-related health expenditure occurs in this Region

#### South & Central America

2045 49 million ↑ 55% increase  
 2030 40 million  
 2019 32 million

- 2 in 5 people with diabetes were undiagnosed
- Only 9% of global diabetes-related health expenditure for diabetes is spent in this Region



#### WORLD

2045 700 million ↑ 51% increase  
 2030 578 million  
 2019 463 million

#### Europe

2045 68 million ↑ 15% increase  
 2030 66 million  
 2019 59 million

- 1 in 6 live births are affected by hyperglycaemia in pregnancy
- The Region has the highest number of children and adolescents (0–19 years) with type 1 diabetes – 297,000 in total

#### Africa

2045 47 million ↑ 143% increase  
 2030 29 million  
 2019 19 million

- 3 in 5 people with diabetes are undiagnosed
- 3 in 4 deaths due to diabetes were in people under the age of 60

#### Middle East & North Africa

2045 108 million ↑ 96% increase  
 2030 76 million  
 2019 55 million

- 1 in 8 people have diabetes
- 1 in 2 deaths due to diabetes were in people under the age of 60

#### South-East Asia

2045 153 million ↑ 74% increase  
 2030 115 million  
 2019 88 million

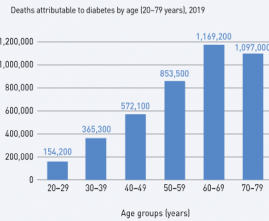
- 1 in 5 adults with diabetes lives in this Region
- 1 in 4 live births are affected by hyperglycaemia in pregnancy

#### Western Pacific

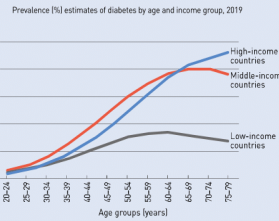
2045 212 million ↑ 31% increase  
 2030 197 million  
 2019 163 million

- 1 in 3 adults with diabetes lives in this Region
- 1 in 3 deaths due to diabetes occur in this Region

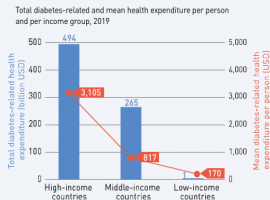
Diabetes affects people of all ages, typically showing higher prevalence with increasing age up to 60–69 years.



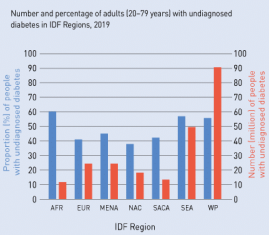
1 in 5 people older than 65 years have diabetes.



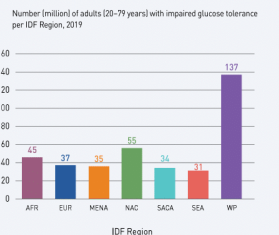
87% of diabetes-related deaths occur in low- and middle-income countries. But, only 35% of diabetes-related health expenditure is spent there.



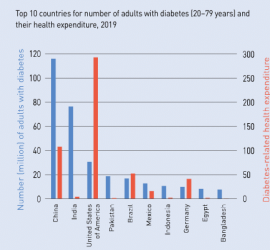
4 out of every 5 adults with undiagnosed diabetes live in low- and middle-income countries.



1 in 3 of adults at risk of developing type 2 diabetes, live in the Western Pacific Region.



67% of adults with diabetes live in top 10 countries and 70% of diabetes-related health expenditure is spent in these countries.



IDF: International Diabetes Federation, AFR: Africa, EUR: Europe, MENA: Middle East and North Africa, NAC: North America and Caribbean, SACA: South and Central America, SEA: South-East Asia, WP: Western Pacific

#### Corporate sponsor

The 9<sup>th</sup> edition has been produced thanks to an educational grant (2018–2019) from:



With the additional support of:



#### Need more information?

[www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)  
 or scan QR code  
 or contact [atlas@idf.org](mailto:atlas@idf.org)



Şekil C.1. IDF diyabet atlası [25]

# Country summary table: estimates 2019

Country or territory	Adult population (20-79 y), 1,000s	Diabetes age-adjusted prevalence (20-79 y), %			Diabetes-related deaths (20-79 y), %	Proportion of undiagnosed diabetes (20-79 y), %	One in X adults (20-79 y) has diabetes	Country or territory	Adult population (20-79 y), 1,000s	Diabetes age-adjusted prevalence (20-79 y), %			Diabetes-related deaths (20-79 y), %	Proportion of undiagnosed diabetes (20-79 y), %	One in X adults (20-79 y) has diabetes
		comparative (20-79 y), %	Cost per person with diabetes (20-79 y), USD	Cost per person with diabetes (20-79 y), USD						comparative (20-79 y), %	Cost per person with diabetes (20-79 y), USD	Cost per person with diabetes (20-79 y), USD			
Afghanistan	1090.8	8.2	3655	16300	73.4	16			412	4.5	334.6	1870	52.4	30	
Albania	2205	5.6	552.9	2448	43.0	9			461	2.4	305.4	754	68.2	49	
Algeria	1594.7	6.7	795.4	12452	65.8	14			461	10.2	-	279	42.3	10	
Andorra	6.9	7.7	4095.5	32	36.3	8			3.4	9.4	-	13	36.3	8	
Angola	532.4	4.5	530.2	6988	52.4	25			143.3	3.8	1225.9	1340	36.3	19	
Antigua and Barbuda	5.3	5.3	742.3	1.98	30.1	8			28.6	5.0	297.8	128	36.3	15	
Argentina	15374	5.9	1054.4	15468	32.5	16			92.9	4.3	-	109	46.7	10	
Armenia	141.2	6.1	890.9	1385	43.0	15			468.8	4.5	99.5	5756	68.2	28	
Aruba	11.6	11.6	-	-	30.1	7			268.7	4.5	100	780.4	68.2	33	
Australia	1286.3	5.6	5090.4	5775	35.4	14			3622.6	16.7	960.4	22449	50.4	6	
Austria	645.5	6.9	5795.3	1031	36.3	10			224.1	9.2	1794.1	1176	53.5	14	
Azerbaijan	421.6	6.1	693.3	4450	43.0	16			1576	2.4	143.2	2669	68.2	52	
Bahamas	26.9	8.8	278.6	231	30.1	11			40.5	6.3	2362.2	85	47.4	8	
Bahrain	202.7	15.6	183.0	538	30.1	6			103.9	30.5	1698.0	164	53.4	3	
Bangladesh	4372.2	9.2	63.9	10587	56.9	12			155.1	10.1	-	109	36.3	15	
Barbados	36.4	13.4	182.8	294	26.2	6			234.9	22.0	506.4	2349	53.1	4	
Belarus	463.3	5.0	945.8	6800	43.0	15			12405.2	13.5	1328.5	8902	38.6	7	
Belgium	561.2	4.6	5094.4	3014	36.3	15			6.2	19.9	99.8	58	53.4	10	
Belize	34.7	10.1	876.9	322	30.1	7			100.9	2.4	2122.9	12	36.3	12	
Benin	44.6	1.0	163.8	693	68.2	123			99.3	4.7	524.7	1230	71.8	20	
Bermuda	6.9	6.7	-	-	30.1	6			10.2	9.0	-	587	43.0	9	
Bhutan	46.0	10.3	95.1	327	53.6	12			1735.5	7.0	470.5	8025	42.8	13	
Bolivia (Plurinational State of)	414.4	5.8	832.0	4468	27.8	16			375.5	5.3	93.8	1455	36.3	41	
Bosnia and Herzegovina	311.4	9.0	901.3	3420	43.0	9			1282.7	3.9	93.4	31288	53.4	27	
Botswana	781	5.8	14716	1675	52.4	18			53.2	4.5	1871.8	1095	52.4	26	
Brazil	16788.8	10.4	1316.7	13519	46.0	9			11.6	12.0	2383.3	15	48.1	4	
British Virgin Islands	31	14.2	-	-	30.1	7			12.1	69.5	-	60.4	67.8	61	
Brunei Darussalam	401	13.3	702.3	281	46.7	8			1093.1	5.4	5379.7	4335	36.3	12	
Bulgaria	442.5	6.0	1758.0	6287	32.5	12			46.6	21.8	-	-	46.7	4	
Burkina Faso	494.2	7.3	1776	9675	68.2	18			259.8	6.2	4032.4	1069	25.7	13	
Burundi	1231	5.1	919	2899	68.2	42			395.8	19.4	561.1	2719	36.3	22	
Cabo Verde	6.9	2.4	685.1	58	52.4	48			183.3	2.4	87	1389	68.2	48	
Cambodia	430.6	6.3	238.7	789	62.3	23			2743.8	3.1	468.6	61958	48.0	33	
Cameroon	695.3	6.0	311.3	13744	52.4	18			175.3	9.3	683.9	1261	43.0	9	
Canada	2795.5	7.8	4394.4	11790	30.1	10			282.4	5.3	5365.4	190	36.3	13	
Cape Verde	5.9	6.8	-	-	30.1	7			0.9	18.1	792.6	966	43.7	10	
Central African Republic	191.2	6.0	72.0	3363	68.2	22			19368.8	19.9	83.3	15879.4	43.8	6	
Chad	245.0	6.0	335.3	5707	68.2	27			2.4	17.9	1872.3	16	46.7	6	
Channel Islands	5.6	3.9	-	-	36.3	9			19.3	9.5	-	194	25.1	15	
Chile	1262.2	6.8	1405.6	724	56.9	10			27.1	26.1	1333.0	1201	32.5	15	
China	16446.9	9.2	936.2	823780	36.3	9			715.9	17.9	154.9	6324	53.4	6	
Colombia	2336.5	7.4	1217.7	16453	38.2	12			372.7	6.6	1068.0	3334	39.2	11	
Comoros	34.0	12.3	1716	257	68.2	13			1380.1	9.6	115.3	160	38.2	15	
Congo	1956.6	6.8	343.2	2438	52.4	17			619.5	31.1	3393.3	38189	66.7	16	
Costa Rica	353.0	9.1	2673.3	1854	39.2	10			2344.6	6.1	521.5	18336	42.2	12	
Côte d'Ivoire	2324	2.4	3270	5207	52.4	50			1090.1	9.8	1890.2	5797	43.6	7	
Croatia	291.1	3.4	1043.9	1369	42.0	15			438.7	13.7	-	17	32.5	6	
Cuba	1134.0	5.8	2396.1	6383	68.2	10			64.8	16.6	1792	844	36.3	11	
Curaçao	39.7	11.6	-	-	30.1	6			3699.4	6.9	1988.8	33308	36.3	11	
Cyprus	98.8	9.0	2207.5	380	36.3	10			103.8	5.7	43.9	2474	43.0	16	
Czechia	886.6	7.0	1537.0	575	36.3	10			1278.3	6.8	1208.3	1520	20.7	11	
Democratic People's Republic of Korea	1282.4	6.3	1234.2	25342	36.3	10			8286.5	4.7	178.2	18130	53.7	13	
Democratic Republic of the Congo	1805.6	6.0	98.9	28383	68.2	21			188.9	5.1	2021	2944	68.2	38	
Denmark	372.0	8.3	5520.1	2444	65.6	11			5.3	13.2	1060.2	63	30.1	7	
Djibouti	35.8	5.1	314.4	468	52.4	16			14.8	11.6	9670	145	36.3	9	
Dominica	71.6	11.6	1144.0	14	68.2	4			14.8	11.6	9670	145	36.3	9	
Dominican Republic	578.8	6.6	1502.2	6860	39.2	11			7.7	9.2	548.8	80	48.0	13	
Ecuador	579.0	5.5	1950.1	1355	38.2	18			2.4	5.9	3472.2	10	36.3	10	
Egypt	8850.4	10.2	2791	76263	54.4	7			1.9	2.4	987.9	19	52.4	51	
El Salvador	3462.2	5.8	1056.6	2388	38.2	16			4275.2	15.8	1072.5	16039	38.2	5	
Equatorial Guinea	39.9	6.0	1305.6	491	52.4	18			2.4	5.9	3472.2	10	36.3	10	
Eritrea	96.9	5.1	147.8	1471	68.2	26			737.7	9.0	1088.4	990	43.0	8	
Estonia	58.7	4.2	1387.4	565	36.3	16			9.5	12.3	605.7	84	46.0	7	
Eswatini	21.2	4.5	886.7	1103	52.4	36			573.3	7.3	24	383.4	1773	68.2	19
Ethiopia	1699.4	4.3	181.3	23287	68.2	31			1404.4	5.5	2095.1	4374	54.0	7	
Faeroe Islands	2.4	4.7	-	-	34	15			3.8	6.8	-	-	30.1	7	
Fiji	870	14.7	456.5	867	53.2	7			3775	6.5	1488.4	3459	24.3	11	
Finland	373.9	5.6	3174.0	2405	60.6	11			1225	5.8	2107.5	89	36.3	10	
France	3480.0	4.8	4894.6	16166	39.2	13			46.9	19.0	261.2	325	53.4	7	
French Polynesia	394	18.5	-	-	46.7	5			270.9	5.1	-	3300	68.2	25	
Gabon	73.9	6.0	1015.2	923	52.4	14			4381.2	10.2	1245.0	8838.4	52.4	8	
Gambia	156.9	1.9	191.3	193	68.2	63			493.7	12.7	207	207	68.2	13	
Georgia	199.0	5.8	874.5	2863	43.0	14			319.1	6.9	269.5	1534	72.9	10	
Germany	8580.5	10.4	4800.7	50296	40.6	7			1232.8	10.7	198.3	15459	35.8	11	
Ghana	281.3	2.5	282.2	5398	52.4	55			3193.3	22.1	362.3	41998	28.4	6	
Greece	693.9	4.7	1699.9	3232	36.3	13			479	12.5	936.4	573	36.3	8	
Greenland	1.3	2.1	-	-	36.3	31			51.2	4.8	640.1	1237	36.3	14	
Grenada	6.8	10.7	1358.1	98	36.3	10			496.9	5.7	1915.6	179	36.3	13	
Guam	223	18.7	-	-	46.7	5			1186.5	13.5	-	10471	58.6	8	
Guatemala	782.2	10.0	856.1	1298	38.2	12			1228.8	6.3	-	428	42.8	15	
Guinea	921.5	2.4	1481	2370	68.2	50			141.1	42.9	61	1461	2413	58.9	21
Guinea-Bissau	18.6	2.4	170.2	364	68.2	51			4284.8	30	560.3	40198	43.6	12	
Guyana	50.4	11.6	466.0	899	36.3	10			32.0	6.7	292.7	326	53.4	19	
Haiti	3656	6.8	147	5448	52.7	17			79.6	2.4	169.0	1286	68.2	58	
Honduras	332.2	7.3	790.5	131	36.3	16			76	15.7	464.7	69	68.2	8	
Hong Kong	723.4	4.5	-	-	64.4	8			121.3	11.0	1983.3	139	30.1	8	
Hungary	684.5	6.9	1253.3	8338	16.7	11			805.6	8.5	579.2	537	75.0	10	
Iceland	68.2	5.8	6403.1	89	36.3	13			6582.4	11.1	1404.4	43503	38.3	8	
India	7705.6	10.4	918	101252	57.0	11			188.3	6.1	1252.8	2476	43.0	19	
Indonesia	10481.4	6.3	365.2	15432	71.7	16			1.6	2.1	1221	13	53.4	4	
Iran (Islamic Republic of)	5387.2	9.6	1441	33337	34.8	11			296.2	2.5	191.0	6288	68.2	64	
Iraq	1560.0	8.8	5555	15688	47.3	13			2482.4	6.1	341.4	3202	43.0	13	
Ireland	146.2	3.2	4309.9	796	36.3	23			1224.4	16.3	1237.3	2393	40.7	6	
Israel	644.3	9.7	3784.3	2497	36.3	8			2286.5	3.9	5265.0	13189	18.5	18	
Italy	3689.4	5.0	2849.3	15656	36.3	12			897.4	5.7	1701	18102	79.8	27	
Jamaica	226.5	11.3	793.5	2200	24.4	9			30387.9	10.8	9305.6	188989	38.1	8</	



## KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

**Talayhan C.**, Kavak A., A Clinical Decision Support Method and Mobile Application for Remote Monitoring of Diabetic Patients, *Artificial Intelligence Theory and Applications*, İzmir, 16-18 Nisan 2021.



## **ÖZGEÇMİŞ**

Canan Tangel, lise öğrenimini Şehit Özcan Kan Fen Lisesi'nde tamamladı. 2013 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden 2018 yılında Bilgisayar Mühendisi olarak mezun oldu. 2018-2021 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Mayıs 2021 tarihinden beri Invent Analytics firmasında Yazılım Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

