



TIPTEKNO'17

TIP TEKNOLOJİLERİ KONGRESİ

12-14 Ekim 2017 / TRABZON

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Prof.Dr. Osman Turan Kongre Merkezi



Biyomedikal ve Klinik
Mühendisliği Derneği



Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Tanı ve Tedavi Sistemleri

13 Ekim 2017 - 11.00-12.30 - Salon B

Mamdani Tip Bulanık Mantık Kümeleri Kullanılarak Metabolik Sendrom Risk Tespit Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi

Development of Decision Support System Using Mamdani Type Fuzzy Logic Clusters for Metabolic Syndrome Risk Assessment

Sibel Birtane¹, Emre Canayaz², Zehra Aysun Altıkardes², Hayriye Korkmaz³

¹Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, İstanbul Arel Üniversitesi, Sefaköy, İstanbul, Türkiye
sibelbirtane@arel.edu.tr

²Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
{emre.canayaz, aaltikardes}@marmara.edu.tr

³Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
hkorkmaz@marmara.edu.tr

Özetçe—Günümüzde sosyoekonomik şartların iyileşmesi ile birlikte toplumda hazır gıdaların tüketimi ve daha hareketsiz durağan yaşam yaygınlaşmıştır. Böylelikle bir dizi metabolik sorunun bir arada görülme sıklığı artmaya başlamıştır. Bu sorunlar bedensel değişimler, glukoz toleransının bozulmasına, yağ metabolizması bozuklukları ve kan basıncındaki yükselme şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu duruma "metabolik sendrom" adı verilmektedir. Metabolik sendrom; kardiyovasküler hastalık ve diyabet gelişimini artıran bazı risk faktörlerinin tek başına değil de bir arada bulunmasının önemini vurgulayan bir tanımdır. Bu çalışmada amaç, Metabolik sendrom tanısı konulması için gerekli demografik ve laboratuvar tetkikleri sonucunda elde edilen veriler üzerinde çalışan doktora yardımcı bir karar destek sistemi geliştirmektir. Geliştirilen arayüz üzerinden kişinin verileri girilerek; analiz sonucunda kişinin risk durumunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada yapılan program, LabVIEW platformunda Mamdani tipi bulanık mantık kümeleri kullanılarak 34 kadın, 22 erkek olmak üzere toplam 56 hastaya ait veriler üzerinde çalışılmış ve metabolik sendrom riski taşıyan hastalar %94.54 doğrulukla tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Bulanık Mantık, Karar Destek Sistemi, Metabolik Sendrom, LabVIEW.

Abstract— Today, with the improvement of socioeconomic conditions, consumption of ready-to-eat foods increased and a more non-mobile lifestyle became widespread. Thus, the incidence

of a number of metabolic problems together has begun to increase. These problems arise in the form of bodily changes, deterioration of glucose tolerance, disorders of fat metabolism and blood pressure elevation. It is called the "metabolic syndrome". The metabolic syndrome is a definition that emphasizes the importance of combining some risk factors that increase the development of cardiovascular disease and diabetes, not alone. The aim of this study is to develop a decision support system that helps the doctor working on the data obtained from the demographic and laboratory tests necessary for the diagnosis of the metabolic syndrome. By entering the data of the person through the developed user-interface; it is aimed to determine the risk factor of the person according to the analysis result. In this study, the program was run on the data of 56 patients including 34 female and 22 male, using Mamdani type fuzzy logic clusters in the LabVIEW platform.

Keywords— Fuzzy Logic, Decision Support System, Metabolic Syndrome, LabVIEW.

I. GİRİŞ

Günümüzde kardiyovasküler hastalık ve diyabet dünyanın her yerinde en önemli sağlık problemlerindedir. Diyabet obezitenin de dünyada hızla artmasına paralel olarak beşinci ölüm nedeni haline gelmiştir. Dünya Diyabet Federasyonu (IDF) ve Uluslararası Obezite Çalışma Birliği'ne (IASO) göre



Tanı ve Tedavi Sistemleri

13 Ekim 2017 - 11.00-12.30 - Salon B

dünyada 1 milyar erişkin fazla kilolu olup bunların 300 milyonu şişmandır ve 1,7 milyar kişi tip 2 diyabet gibi fazla kiloyla ilişkili kronik hastalık riski altındadır. Obezlerde vücut ağırlığındaki her 1 kg. artış diyabet sıklığını % 5 artırmaktadır. Dünya çapında 200 milyon kişi diyabetiktir ve bu sayının önümüzdeki 30 yıl içinde büyük olasılıkla iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Birbirine bağlantılı olan ve kalp damar hastalıklarına yol açan şişmanlık (obezite), şeker hastalığı (diyabet), hipertansiyon ve yüksek kan yağları (tg) düzeyleri, aynı kaynaklı hastalık grubu içinde görüldüklerinden Metabolik Sendrom (MetS) ortak ismiyle değerlendirilmektedir[1].

Dünya Diyabet Federasyonu (IDF)'nin 1. Uluslararası Metabolik Sendrom Kongresinde, dünya çapında bir kılavuz yayınlamıştır. Buna göre santral obezite ve yüksek tg düzeyleri insulün direncini göstermektedir. IDF'nin kriterlerine göre MetS tanısı koyabilmek için Tablo 1'de görülen santral obezite (BELC) mutlaka aranmalı, ek olarak yüksek tg (LDL), düşük iyi huylu kolesterol (HDL), yüksek kan basıncı (Sis/Dias) ve yüksek açlık glukozundan (AKŞ) en az iki tanesi bulunmalıdır [1].

	BELC	LDL	HDL	SİS	DİAS	AKŞ
KADIN	≥80 cm	≥ 150 mg/dl	< 50 mg/dl	≥ 130 mmHg	≥ 85 mmHg	≥ 100 mg/dl
ERKEK	≥ 94 cm	< 40 mg/dl	mmHg	mmHg	mmHg	mg/dl

Tablo 1. IDF-2005 Metabolik Sendrom Tanı Kriterleri

Yapay zekâ yöntemlerinin bir veri kümesi içindeki anlamlı ilişkileri ortaya çıkarabilme yetenekleri pek çok klinik senaryoda doğru tanı ve uygun tedaviyi tahmin etmek için kullanılmaktadır. Tıpta kullanılan çoğu kavram bulanık olduğundan, bu kavramların ve aralarındaki ilişkilerin bulanık mantık yöntemiyle temsil edilmesi uygun olmaktadır. Klinik karar destek sistemi (KKDS) hasta verilerine dayanarak tıbbi uzmanların tavsiyeleri doğrultusunda geliştirilmektedir [2]. Literatürde birçok alanda buna benzer yapay zekâ algoritmaları kullanılarak geliştirilmiş örnekleri bulunmaktadır. Bu özgün KKDS, yapay zekâ yöntemlerinden bulanık mantıkla, MetS risk tespiti yaparak erken uyarı vermek üzere geliştirilmiştir.

F. Bulut (2017), kolektif öğrenme algoritmaları kullanarak çocuklarda obezite riskini hesaplayan ve duruma göre de erken uyarı verebilen bir KKDS geliştirmiştir [3]. A. Altıkardeş ve arkadaşları (2015), veri madenciliği tekniklerinden yararlanarak Tip-2 DM hasta verisinin üzerinde, teşhisteki en önemli nitelikleri hariç tutup dipper/nondipper hasta örüntüsünü öngörmeye çalışmışlardır[4]. J.Manson ve arkadaşları (2015), Kuzey Amerika Menopoz Derneği ile birlikte Menopoz Karar Destek sistemini geliştirmişlerdir. Tasarlanan sistem MenoPro adında iPhone/iPad uygulaması olarak hekimlere hangi hastalarda menopoz belirtilerinin görüldüğü ve hangi farmakolojik tedaviye aday olduğuna karar vermeleri konusunda yardımcı olmak için tasarlanmıştır[5]. R.Amland ve arkadaşları (2016), bulut tabanlı KKDS geliştirerek, erken teşhis

ve tedavi için bu tip çalışmaların önemini vurgulamışlardır[6]. H. Chen ve arkadaşları (2014), metabolik sendrom riskinde olan erişkinleri fiziksel belirtilere göre tanımlamak için regresyon ve yapay sinir ağlarının bir arada çalıştığı bir model geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları metabolik sendrom açısından yüksek riskli bireyleri tanımlamada etkili olmuştur[7]. H.Kakudi ve arkadaşları (2017), Sırbistan'da 455 hasta üzerinde MetS riski taşıyan kişilerin teşhisini yapmak amacıyla parçacık sürü algoritması kullanarak bir sistem geliştirmişlerdir[8].

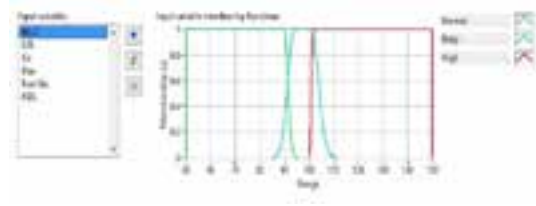
II. METOD

MetS tanısı konulması için gerekli demografik ve laboratuvar tetkikleri sonucunda elde edilen veriler üzerinde çalışan doktora yardımcı bir KKDS geliştirmeyi amaçladığımız bu çalışma, LabVIEW grafiksel geliştirme platformunda, Mamdani tip bulanık mantık kümeleri kullanılarak oluşturulmuştur.

İnsan dünyayı, çevreden farklı yollarla aldığı bilgilerle dayanarak bir sıraya koyar ve öyle algılar. Sivinandam'a göre kesin sınırlar koymadan sözel olarak birbirimize aktardığımız doğal bir dilimiz olduğundan ve bunun en büyük lütf olduğundan bahseder[9]. Örneğin; "Sibel Uzundur" ya da "Emre Gençtir" dediğimiz aklımızda uzunluk ve yaş ile ilgili bazı kavramlar olsa da, iki kişinin aklında oluşan kavramlar farklıdır. Bulanık halde kavramsal olarak zihinde oluşan farklı yaklaşımlar, her ne kadar farklı olsa da iki kişide de aynı durumun algılanmasını sağlar. Bahsedilen sözsel belirsizliği matematiksel modellere dökmeyi başaran Zadeh'e göre [10,11], klasik mantığın açıklamakta zorlandığı konuları bulanık mantık ile açıklamak mümkündür.

Bulanık mantık, kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkili kararlar almak için kullanılır. Yani bulanık mantık kümeleri yukarıda anlatılan belirsizliğin matematik olarak modellenmesini sağlar. Belirsizliği modellemek için Evet/Hayır ya da Doğru/Yanlış gibi değişkenler yerine, düşük, normal ya da yüksek gibi üyelik fonksiyonlarından oluşmuş bulanık mantık kümeleri kullanılır[10].

KKDS tasarlanırken, öncelikle MetS risk tayinin belirlenmesi için önem taşıyan 6 değişken, IDF tarafından klinikte kabul edilen minimum ve maksimum değerler göz önünde bulundurularak bulanıklaştırılmıştır. Şekil 1'de ise örnek olarak verilen bel çevresi (BELC) değişkenine ait Mamdani tipi kümeler ve üyelik fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 1. Bel çevresi kalınlığı için üyelik fonksiyonları

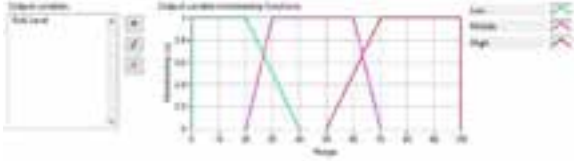


Tanı ve Tedavi Sistemleri

13 Ekim 2017 - 11.00-12.30 - Salon B

Üyelik fonksiyonlarının tasarımı için dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biri, her fonksiyon için seçilmesi gereken şekillerdir. Bu tasarımda daha yumuşak geçiş imkânı sağlayan “Gaussian” tipi üyelik fonksiyonları kullanarak, Mamdani tipi bulanık kümeler oluşturulmuştur.

Sistemin çıkışı için Şekil 2’de görülen bulanık mantık üyelik fonksiyonları oluşturularak bulanık bir çıkış üretilmiştir.



Şekil 2. Çıkış üyelik fonksiyonları

Bir kümeleme işlemi için, elde edilen bulanık haldeki sonucun, berraklaştırılma işlemine tabii tutulması gerekmektedir. Böylelikle berraklaştırma işleminden sonra elimizde hastanın MetS riski olup olmadığı net bir şekilde çıktı olarak sunulabilmektedir.

Ağırlık merkezi berraklaştırma yöntemi en çok kullanılan metod olmasının yanı sıra, en basit berraklaştırma yöntemidir [9]. Bu metodun uygulanması sırasında, çıkış kümesini kütlece iki eşit parçaya ayıran bir doğru çizilmektedir. Berraklaştırma işlemi sonucunda hastanın MetS riski taşıyıp taşımadığı kullanıcıya yansıtılmaktadır. Bu işlemin başarılı bir şekilde yapılabilmesi için giriş ve çıkışlar arasındaki bağlantıyı kuran 41 adet kural, uzman görüşleri ve Tablo 1’de verilen IDF’nin 2005 yılında MetS’e tanısı ile ilgili açıkladığı kriterler göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Bunlardan bazıları Şekil 3’te yer almaktadır.

LabVIEW ortamında geliştirilen KKDS, hem masaüstü hem de web uygulaması olarak kullanılabilir. Web yayınlama uygulaması (Web Publishing Tool) sayesinde yetkilendirilmiş bireyler, kullanıcı ara yüzüne, internet üzerinden veri girişi yapabilmekte ve MetS risklerini öğrenebilmektedirler. Geliştirilen KKDS yazılımına ait blok diyagram, Şekil 4 ‘da görülmektedir. Sadece cinsiyet verisi nominal değerde (Erkek/Kadın) olup, binary (True/False) olarak kullanılmıştır. Çıkış değeri 0 ile 100 arasında bir değer olarak hesaplanır.

```
1. IF BSLC IS Normal AND LDL IS Normal AND Fat/Gli IS Normal THEN Risk Level IS Low
2. IF BSLC IS Normal AND LDL IS Normal AND Gli IS Normal THEN Risk Level IS Low
3. IF BSLC IS Normal AND LDL IS Normal AND Dia IS Normal THEN Risk Level IS Low
4. IF BSLC IS Normal AND LDL IS Normal AND HDL IS Normal THEN Risk Level IS Low
5. IF BSLC IS Normal AND Fat/Gli IS Normal AND Gli IS Normal THEN Risk Level IS Low
6. IF BSLC IS Normal AND Fat/Gli IS Normal AND Dia IS Normal THEN Risk Level IS Low
7. IF BSLC IS Normal AND Fat/Gli IS Normal AND HDL IS Normal THEN Risk Level IS Low
```

Şekil 3. Kullanılan sözel kurallardan seçilen örnekler

Alınan bu değer birey tarafından tam olarak anlaşılabilmesi için, değer aralıkları 0-50 arasında “Düşük Risk”, 51-69 arasında “Orta Risk” ve 70-100 arasında ise “Yüksek Risk” sonucunu verir. Şekil 4’de ki örnekte, bireyin “Düşük Risk” sonucu çıktığı için, ikaz lambalarının hepsi yeşil olarak görülmektedir.

III. SONUÇLAR

Geliştirilen “Metabolik Sendrom Risk Tespit Sistemi”, LabVIEW platformunda Mamdani tipi bulanık mantık kümeleri kullanılarak 34 kadın, 22 erkek toplam 56 hasta verisi üzerinde uygulanmıştır. Sistemimizdeki en büyük kısıtlayıcı faktör elimizdeki veri kümelerinde, teşhis için gerekli olan HDL değerinin bulunmamasıdır. Programda eksik olan HDL değerleri normal sınırlarında kabul edilerek; diğer değerler üzerinden analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Uluslararası Diyabet Federasyonu’nun 2005 yılında yayımladığı standartlara göre, MetS riski taşıyan hastalar %94.54 doğrulukla tespit edilmiştir.

Bunun yanı sıra, geliştirilen sistem normal sınırların altında olan HDL değerleri için de denenmiştir. Ardından elde edilen sonuçlar, HDL değerleri normal olarak kabul edilerek çalıştırılan sonuçlar ile karşılaştırılmış ve istatistiki anlamda bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Normal sınırların altındaki HDL değerlerinde, hem erkek hem de kadın veri gruplarında risk ortalamalarında bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

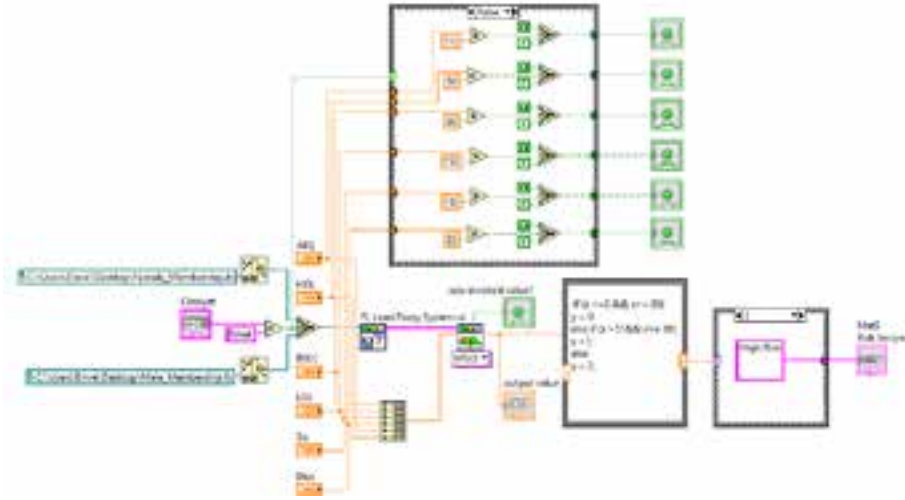
IV. TARTIŞMA

Öncelikle, IDF standartlarına göre tasarlanan sistemin performansının tam olarak denenmesindeki en büyük kısıtlayıcı faktör bazı denekler için HDL değerlerinin eksik olmasıdır.

Tablo 2,de klavyeden girilen veriler üzerinde sistemin ürettiği tahminlerin hata matris değerleri verilmiştir. Tabloda yer alan True Positive (TP) değeri, gerçek durumda metabolik sendromu olan hastalar için yapılan doğru tahmin sayısını, True Negative (TN) gerçek durumda metabolik sendromu olmayan hastalar için yapılan doğru tahmin sayısını, False Positive (FP) gerçek durumda metabolik sendromu olmayan ancak sendromu vardır tahmini yapılan denek sayısını ve False Negative (FN) ise gerçek durumda metabolik sendromu olan ve metabolik sendrom riski taşıyor tahmini yapılan denek sayısını temsil etmektedir. Tablo 2 deki sonuçlara göre sistem, erkeklere ait veriler ile yaptığı tahminlerde %100 doğrulukla, kadınlara ait veriler ile yaptığı tahminlerde ise % 91.17 doğruluk ile; tüm veriler göz önünde bulundurulduğunda da %94.54 doğrulukla çalışmaktadır. Ayrıca sistem sadece kadınlara ait 3 veride, metabolik sendromdan muzdarip olmalarına karşın, sendrom riski taşımadıkları çıkarımını yapmıştır.

Tanı ve Tedavi Sistemleri

13 Ekim 2017 - 11.00-12.30 - Salon B



Şekil 4. LabVIEW platformunda geliştirilen KKDS blok diyagramı

	KADIN	ERKEK	TOPLAM
TP	8	8	16
TN	23	14	37
FP	0	0	0
FN	3	0	3

Tablo 2. Cinsiyetlere ve Toplam Veri Sayısına Göre Sistemin Hata Matrisi Sonuçları

Konu ile ilgili yapılan araştırmalarda MetS risk faktörünün belirlenmesi konusunda bulanık mantık ile program geliştirilmediği belirlenmiştir. H.Chen ve arkadaşlarının (2015) MetS riskinin tespiti için yaptıkları çalışmada giriş olarak vücut kitle endeksi, bel çevresi, kan basıncı, HDL ve LDL seviyelerini kullanarak yapay sinir ağı ve regresyon analizini kapsayan iki basamaklı bir fizyon sistem geliştirmişlerdir. Böylelikle risk tespit başarımlarını arttırmışlardır. H.Chen ve arkadaşlarının yazılarında, gelecek çalışma olarak bulanık mantığa ek olarak bir öğrenme algoritması entegrasyonundan ve bunun risk belirleme performansını artıracığından bahsedilmektedir[7]. İncelenen çalışmalardan yola çıkılarak bir sonraki adımda hastadan elde edilen verilere göre hastanın metabolik sendrom riski taşımasını engelleyecek veya taşıyorsa da riskin azaltılması için kişiye özel öneri sisteminin geliştirilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Tanı, O., & Kılavuzu, T. (2015). Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, 2. Baskı, Pelin Ofset Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara.
- [2] Demirhan, A., Kılıç, Y. A., & İnan, G. (2010). Tıpta yapay zekâ uygulamaları.
- [3] Bulut, F. (2017). Obezite Riski Altındaki Çocukların Örnek Tabanlı Sınıflandırıcı Topluluklarıyla Tespiti. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(1).
- [4] Altıkardes, Z. A., Erdal, H., Baba, A. F., Fak, A. S., & Kokmaz, H. (2015). Performance evaluation of classification algorithms by excluding the most relevant attributes for

dipper/non-dipper pattern estimation in Type-2 DM patients. In Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), 2015 15th International Conference on (pp. 665-672). IEEE.

- [5] Manson, J. E., Ames, J. M., Shapiro, M., Gass, M. L., Shifren, J. L., Stuenkel, C. A., ... & Schnatz, P. F. (2015). Algorithm and mobile app for menopausal symptom management and hormonal/non-hormonal therapy decision making: a clinical decision-support tool from The North American Menopause Society. *Menopause*, 22(3), 247-253.
- [6] Amland, R. C., & Hahn-Cover, K. E. (2016). Clinical decision support for early recognition of sepsis. *American Journal of Medical Quality*, 31(2), 103-110.
- [7] Chen, H., Xiong, S., & Ren, X. (2014, May). Evaluating the risk of metabolic syndrome based on an artificial intelligence model. In *Abstract and Applied Analysis (Vol. 2014)*. Hindawi Publishing Corporation.
- [8] Kakudi, H. A., Loo, C. K., & Pasupa, K. (2017, April). Risk Quantification of Metabolic Syndrome with Quantum Particle Swarm Optimisation. In *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion (pp. 1141-1147)*. International World Wide Web Conferences Steering Committee.
- [9] Sivanandam, S.N., S. Sumathi, and S.N. Deepa, Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. 2006: Springer-Verlag New York, Inc.
- [10] Zadeh, L.A., Fuzzy sets. *Information and Control*, 1965. 8(3): p. 338-353.
- [11] Zadeh, L.A., Fuzzy Logic. *Computer*, 1988. 21(4): p. 8