

Doku Genişlemesinde Komplikasyonları Azaltmaya Yönelik Yapay Bir Zeka Çözümü. An Artificial Intelligence Solution For Reduce Complications at Tissue Expansion

Hv.Tbp.Yzb.Rıfat UĞURLUTAN
HvKK Araştırma Merkezi
Hava ve Uzay Gücü Geliştirme Merkezi
Hava Kuvvetleri Komutanlığı
Ankara / TÜRKİYE
rugurlutan@hvkk.tsk.tr

Prof.Dr.Murat AYAZ
Biyofizik Anabilim Dalı
Selçuk Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Konya / TÜRKİYE
mayaz@selcuk.edu.tr

Özetçe—Bu çalışmada yarım yüzyıldan uzun bir süredir kullanılan balon plasti yönteminin uygulanmasında sıkça görülen komplikasyonları en aza indirmeyi amaçlayan güçlü yapay zekalı bir sistem ve bu sistemle yapılan uygulama anlatılmıştır. Sistem prototip olarak yeni zellanda tavaşanları üzerinde yirmi gün süreyle denenmiş ve 6 deneğin 1 tanesi çalışma literatürde olmayan bir durumdan ötürü çalışma dışı bırakılmış, 5'inde başarılı sonuç alınmıştır. Genel olarak sistemin yapısı çalışma algoritması ve deneklerden alınan veriler özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler — Yapay zeka; doku genişletme cerrahisi; balon plasti; derinin optik özellikleri; derinin elektriksel direnci; derinin optik özellikleri.

Abstract—In this study, a robust artificial intelligence system which aims to minimize the common complications in the application of balloon plasty method which has been used for more than half a century and its application is explained. The system was tested as a prototype on new zealand rabbits for twenty days and 1 of the 6 subjects was excluded from the study due to a lack of literature and 5 of them were successful. In general, the structure of the system, working algorithm and data from the subjects are summarized.

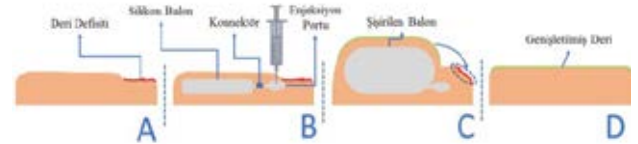
Keywords — Artificial intelligence; tissue expansion surgery; balloon plasty; optical properties of skin; electrical resistance of skin; optical properties of skin.

I. GİRİŞ

A. Doku Genişletme Cerrahisi

Geniş yüzeyel doku defektleri, yapısal ve fonksiyonel olarak kayıplarla gündeme gelen hasta yaşamını ciddi sonuçlarla etkileyen olgulardır. Bu hasarların cerrahi onarımı birçok farklı tedavi protokolü ile gerçekleştirilebilir. Doku genişletme cerrahisi'nin (TE) deri üzerindeki formunu literatüre Nuemann (1957) Burma Paduang kadınlarının boyun germe geleneklerinden esinlenerek lateks bir balonla dış kulağın rekonstrüksiyonun gerçekleştirilerek kazandırmıştır[1]. Doku genişletme cerrahisini kullanımı yüz yılı aşkın bir süre önce ilk

kez literatüre kazandıran Codvilla (1905) şaşırtıcı bir şekilde uygulamasını yumuşak doku yerine kemik dokuda gerçekleştirmiştir [2]. Günümüzde cilt altına yerleştirilen bir balonunun çeşitli peryotlarla şişirilmesi sonucu indüklenen mitozun etkisiyle genişleyen deri alanları oluşturulmakta, bu sayede kaybedilen deri kısmının yerine gelişen deri kısmı transfer edilerek tedavi uygulanmaktadır[3]. (Şekil 1)



Şekil 1. Konvansiyonel Doku Genişletme Cerrahisi Tekniği
(A. Deri defisitli deri kısmı. B. Komşu sağlam doku altına yerleştirilen silikon doku ekspansiyon rezervuar balonu, rutin enjeksiyon uygulaması. C. Lezyonlu deri kısmının çıkarılması ve çıkarılan kısım yerine expande dokunun kaydırılması. D. Tedavi sonrası expande dokunun lezyonlu alanı kapaması)

B. TE'de görülen komplikasyonlar

Elli yılı aşkın süredir klinikte sıkça kullanılan bu cerrahi teknik günümüzde halen, klinisyenin prosedüre subjektif kararlar eklemesine ihtiyaç duymaktadır[3]. Bu değişikliklere gereklilik arz eden ve standartizasyondan uzaklaştıran temel faktörler; onarılacak defisitinin anatomik lokalizasyonu ve kuşkusuz hasta profilidir[4]. Kişiselleştirilme gereksinimi ve ciddi tecrübeye rağmen sıklıkla istenmeyen sonuçlarla ve komplikasyonlarla karşılaşmaktadır[5]. Bu komplikasyonlar; salin enjeksiyonu esnasında gözlemlenen hematoma ve seromalar[6], selülit ve enfeksiyonlar[7], expader ve / veya portun explore olması[8], balonun enjeksiyon esnasında delinerek sönmesi, flap iskemisi ve nekroz, kemik rozorbsiyonu ve deformasyonu[5] olarak özetlenebilir. Yeni geliştirilen sistemin amacı ekspansiyon sürecinde ve sonrasında komplikasyonları azaltmaya yönelik alternatif bir tasarım ortaya koymaktır.

C. Medikal alanda kullanılan uzman sistemlere bakış

Uzman sistemler (ES), sınırlı bir uzmanlık alanındaki uzman problem çözme becerilerini taklit eden iyi organize edilmiş bir bilgi birikimini içeren bir bilgisayar sistemidir. 1986 yılında başlayan bu yolcuğun örnekleri;

McWilliams A. T. [9] (1988) tıp öğrencileri için bir eğitim aracı olarak ESTA uzman sistemini geliştirmiştir. ESTA, zamanın en iyi şekilde kullanılması için geliştirilmiştir bu sayede tıp öğrencilerinin kısıtlı zaman aralığında en iyi gelişmeyi elde etmesi amaçlanmıştır.

Christophe S. Herrmann [10] (1995) teşhis için bir sinir ağı ile bulanık mantığı kullanan hibrit bir uzman sistemi tasarladı. Sistem bulanık mantık yapısıyla veri tabanındaki elektroensefalogram sonuçlarından yaralanarak hastalığın teşhisi ile hybrid bir yapıyla bilişsel tanı görevinin modellenmesinde yeni paradigmlar ortaya koymaktadır.

X.Y. Djam, G.M. Wajiga, Y. H. Kimbi ve N.V. Blamah [11] (2011) Sıtma hastalığının tanı ve tedavisinde kullanılabilir bulanık mantık içeren hibrit bir uzman sistem tasarlamıştır.

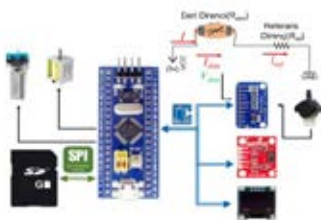
Aytürk Keles [12] (2014) Uzman Doktor Verdis: Teşhis ve tedavi süreçlerini etkin bir şekilde yönetmek ve kontrol etmek için entegre tıbbi uzman sistem tasarlanmıştır.

Literatürden anlaşılacağı üzere uzman sistemler tıp alanında yaygın çözümler üretebilmektedir. Biz de bu nedenle sistemi tasarlarken makine öğrenmesi ve probabilistik yaklaşımı ile hibritlenmiş bir uzman system algoritması üzerinde çalıştık.

II. MATERYAL VE METOD

A. Yapay Zekalı Pnömatik Kontrollü Robotik Doku Genişletme Cihazı

Sistemin anatomisine bakıldığına konvansiyonel doku genişletme biyolojisini kullanırken rutin enjeksiyonların yerini alacak pnömatik redüksiyon yaratmak için pnömatik bir mini pompa, basınç düşürmek için selenoid valf basınç değerini okumak için bir basınç sensörü, derinin elektriksel direnç değişimini takip etmek için bir voltaj bölücü devre ve basınç sensörü ile direnç değerinin oluşturduğu potansiyel fark değerini dijital bilgiye dönüştüren bir Analog dijital çevirici(ADC) , içinde ledler photo dedektör ve optik elemanlar bandıran yüksek hassasiyetli optik sensör ve sabit akım sensörü ve voltaj ve tüm sistemi kontrol eden STM32F103C8T6 ARM® 32-bit Cortex®-M3 CPU Çekirdeği içeren mikrodenetleyici kartı ve voltaj regülatörlerinden oluşmaktadır. Sistemi tasarlamak için Eagle Student Editon (licenced to Rıfat UĞURLUTAN) kullanılmıştır.Sistem blok diyagramı Şekil 2 ile ifade edilmiştir.



Şekil. 2.Yapay zekalı sistemin elektronik blok diyagramı

Basıncı Ünitesi: Enjeksiyonların yerini alan pnömatik davranışın kontrolü için mutlak gereksinim olan sistemin ölçümlerin hassas yapılması gerekmektedir. Bu sebeple medikal seviye hassasiyeti[13] olan basınç sensör mpx5100 sensör kullanılmıştır. Aşağıdaki ifade sensörün çalışma aralığı üzerindeki nominal transfer fonksiyonunu, sıcaklık ve basınç hatasını göstermektedir (1) [14].

$$V_{out} = V_s (P \cdot 0.009 + 0.04) \pm (P_{error} \cdot T_{multi} \cdot 0.009 \cdot V_s) \quad (1)$$

$$P = \text{Pressure (kPa)} \quad V_{out} = \text{Output Voltage} \quad V_s = \text{Supply Voltage}$$

$$P_{error} = \text{Pressure Error} \quad T_{multi} = \text{Temperature error multiplier}$$

Rezistif Ölçüm: Expansiyon esnasında deri üzerine yerleştirilen elektrodlar arasındaki elektriksel direnç değişimini münitörize etmek için voltaj bölücü devresi kullanılmıştır (Şekil 2). Ekspansiyon uygulanan derinin önüne seri olarak bağlanan referans direncin iki ucu arasındaki potansiyel fark değeri ölçülüp ohm yasası kullanılarak voltaj bölücüdeki referans direnç bilindiğinden derinin elektriksel direnci hesaplanmaktadır(5).

$$V_{skin} = \text{derinin uçları arasındaki potansiyel farkı}$$

$$V_{ref} = \text{derinin uçları arasındaki potansiyel farkı,}$$

$$I_{skin} = \text{derinin üzerinden geçen akım,}$$

$$I_{ref} = \text{referans direnç üzerinden geçen akım,}$$

$$R_{skin} = \text{derinin elektriksel direnci,}$$

$$R_{ref} = \text{derinin elektriksel direnci}$$

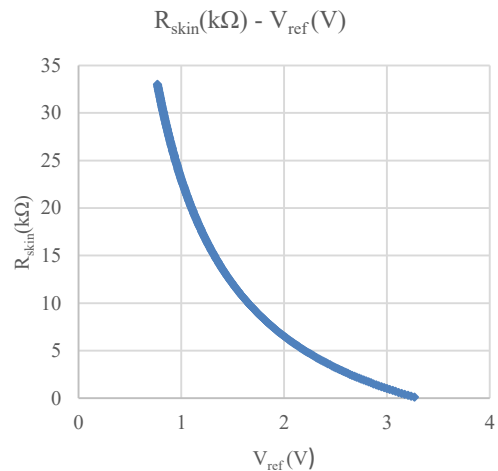
Ifade etmek üzere;

$$V_{cc} = V_{skin} + V_{ref} \quad (2)$$

$$I \cdot (R_{skin} + R_{ref}) = (I_{skin} \cdot R_{skin}) + (I_{ref} \cdot R_{ref}) \quad (3)$$

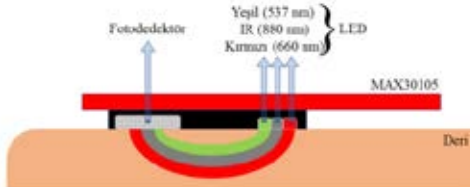
$$\frac{V_{cc}}{(R_{skin} + R_{ref})} = I_{skin} = I_{ref} \quad (4)$$

$$R_{skin} = \frac{V_{cc} R_{ref}}{V_{ref}} - R_{ref} \quad (5)$$



Şekil. 3.Deri direnci - Referans direncin üzerindeki potansiyel fark grafiği

Optik ölçüm: Derinin ekspansiyon esnasındaki optik yanıtlarını gözlemlemek için max30105 entegre parçacık algılama modülü kullanılmıştır. Sensör bünyesinde dahili LED'leri, foto algılayıcıları, optik elemanları içerir ve ortam ışığını reddeden düşük gürültülü elektroniklerini içerir[15].



Şekil. 4. Deri üzerine yerleştirilen Max30105 sensörünün ölçüm yaptığı ışık dağılımı

Subkutan alanda şişen balonun gerilmesiyle derinin yapısal özelliklerinde değişim meydana gelir. Bu derinin birim hacimdeki kompozisyonunu değişiklik meydana gelmesine neden olur. Yapısal değişim ışığın deri içindeki scattering yolu üzerinde değişikliğe yol açmasına sebep olur.

Yapay zeka algoritması: Sistemin yazılımı C programlama dili kullanılarak Stm32CubeMx derleyicisiyle derlenmiştir. Sistem başlangıçta basıncı 45mmHg basınca taşır. Bu değer ± 0.25 mmHg yakını kabul gören değerdir. Üç dalga boyundaki optik değer ve rezistif değer için sensörleri okur ve bunları her bir sensör için basınç bağımsız değişkenine göre veri tabanı oluşturur. Veri tabanını 3mmHg 'ya kadar 1'er mmHg aralıklarla doldurur. Bu verilerin her biri için bir probabilistik normal dağılım değeri yani bir z skoru ve en yüksek z skorunun olduğu değeri her grup için belirler(6).

$$Z_i = \frac{X_i - \mu_i}{\sigma_i} \quad (6)$$

$Z_i = Z \text{ score}$, $X_i = \text{value}$, $\mu_i = \text{mean}$, $\sigma_i = \text{standard deviation}$,

Bu belirlediği değerlerin basınç karşılıklarını toplar ve hedef basıncı belirleyerek balonunun bu basınca ayarlar(7). Tüm veriyi sd karta depolar.

$$P_{target} = (P_{green} + P_{red} + P_{IR} + P_{res})/4 \quad (7)$$

Temel yapay zeka algoritması Şekil 5 ile özetlenmiştir.

B. Cerrahi yöntem

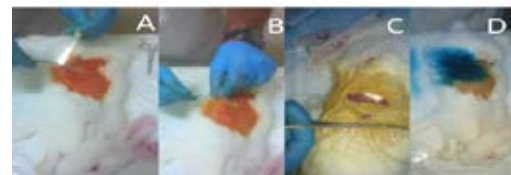
Deney KOBAY deney hayvanları merkezinden alınan 237 sayılı etik kurul izniyle gerçekleştirilmiştir. Deneyde 6 adet beyaz yeni zellanda tavşanı kullanılmıştır. Ancak bir hayvan literatür dışı bir komplikasyon yaşaması sebebiyle deney grubundan çıkarılmıştır.

Denekler ketamin/ksilazin ile anesteziye alınmıştır. sırt bölümlerine (şekil 6). cerrahi işlem uygulanarak balonlar yerleştirilmiştir. Balonlar yerleştirilmeden konvansiyonel ekspansiyon tekniğinde kullanılan portla kesilerek ayrılmıştır. Cerrahi sonrası iletim tüpü bir konnektörle birleştirilerek ucuna bir valf yerleştirilmiştir. Bu valf normalde kapalı konudadır. Ancak Yapay zekalı sistemin bağlantı ucu ile birleştiğinde düz bir iletim hattına dönüşmektedir.

978-1-7281-2420-9/19/\$31.00 ©2019 IEEE



Şekil. 5. Temel Yapay zeka Algoritması Cerrahi uygulama



Şekil. 6. (A: Cilt-ciltaltı insizyonu B: Balonun yerleştirilmesi C: insizyon hattının sütürlü kapatılması D: Panox sprey uygulanarak sonlandırılan cerrahi işlem.)

Hayvanlara gün aşırı sistem bağlanarak ekspansiyon uygulanmıştır (şekil 7).Bu bağlamda 1 adet 300 cc 5 adet 200cc'lik balon kullanılmıştır. Balonların birinin diğerlerinden daha büyük hacimde seçilmesinin sebebi ekspansiyon esnasında aşırı şişirimin takibinin ve sistemin çalışmasının balon hacminden bağımsız olarak gösterilmesini sağlamaktır.



Şekil 7. Gün aşırı yapılan ekspansiyon

III. SONUÇLAR:

Doku genişletme cerrahisinin bir tekniği olan balon plastiği tekniğinde görülen komplikasyonlar literatürde major ve minör olarak tanımlanmaktadır. Bu komplikasyonların sıklıkları Cunha ve arkadaşlarının on yıllık tecrübelerini aktardıkları çalışmada balonun cildi yırtarak explore olma oranı %50 enfeksiyon %24 ve lokasyon değişimi %12,8 olarak ifade edilmiştir [16]. Antonyshyn ve arkadaşlarının 1981 ile 1986 yılları arasında 66 hasta üzerinden yaptıkları balon plastiği cerrahilerinde balonun explore olma oranı %20 iken enfeksiyon 1 hastada karşılaşılmıştır.[17].

Terzioğlu ve arkadaşlarını 1997 ile 2001 yıllarında yaptıkları 45 hastada yapılan cerrahilerde görülen toplam komplikasyon oranı %19.6 olarak tespit edilmiştir. Enfeksiyon gözlenme oranı %3.2 olarak ifade edilmiştir.[18] Menders ve arkadaşları deneyimli cerrahların komplikasyon oranının %10'un altında olması gerektiği önerilmektedir.[19]

Yirmi günde gerçekleştirilen 10 ekspansiyon işlemi neticesinde hayvanlardaki deri genişleme oranları tablo 1 ile gösterilmiştir.

TABLO I. DOKU GENİŞLETME ORANLARI

	DENEK 2	DENEK 3	DENEK 4	DENEK 5	DENEK 6
EXPANSİYON ORANI	%31	%18	%27	%61	%59
BALON HACMİ	200cc	200cc	200cc	300cc	200cc
AĞIRLIK(GR)	1400	1250	1350	1500	1450

Yapılan çalışmada ifade edilen komplikasyonların hiçbiri gözlenmemiş deneklerin ağırlık ve yaşı ile korelasyon gösteren bir genişletme ölçülmüştür.

BİLGİLENDİRME

Bu proje Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. Etik kurul onayı Kobay

Laboratuarları tarafından 05.09.2017 tarihli 237 no'lu etik kurul kararı ile alınmıştır. Bu yayını Dr.Rıfat UĞURLUTAN'ın doktora tez projesinden derlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Neumann CGJP, surgery , The expansion of an area of skin by progressive distention of a subcutaneous balloon: use of the method for securing skin for subtotal reconstruction of the ear. 19, 2, 124-30 , 1957.
- [2] Codivilla A. The classic: On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. 1905. Clin Orthop Relat Res, 466, 12, 2903-9, 1905.
- [3] Nikkha D, Yildirim L, Bulstrode NWJP, Approach RS, Techniques. 1st Edn. eRDF, NW Bulstrode, Cugno S, Tissue expansion. 51-61, 2015
- [4] Kim SW, Kim YH, Kim JTJoCS, Successful treatment of large forehead defect after the failure of tissue expansion: changing plan and strategy. 22, 6, 2129- 31, 2011.
- [5] Wagh MS, Dixit V., Tissue expansion: Concepts, techniques and unfavourable results., *Indian-J.Plast.Surg.*;46(2):333-348. doi:10.4103/0970-0358.118612, 2013.
- [6] Ashall G, Quaba A. A hemorrhagic hazard of tissue expansion., *Plast Reconstr Surg.* 79:627-30, 1987.
- [7] Adler N, Dorafshar AH, Bauer BS, Hoadley S, Tournell M. Tissue expander infections in pediatric patients:, Management and outcomes., *Plast Reconstr Surg*;124:484-9., 2009
- [8] Atabey A, Barutçu A., Some useful techniques for avoiding complications of tissue expansion.,*Plast Reconstr Surg.*;94:897-9.,1994.
- [9] Mc Williams A. T, Introducing Expert Systems to Medical Students using ESTA, *Expert System Teaching Aid, Medical Education*, 22: 99-103
- [10] Christoph S. Herrmann., Hybrid fuzzy – neural expert system for diagnosis., pp.: 494-500.,1995.
- [11] X.Y. Djam, G. M. Wajiga, Y. H. Kimbi and N.V. Blamah „International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology., Vol-5, Issue -2, 88-108 „,2011.
- [12] Ayturk KELES Expert Doctor Verdis: Integrated medical expert system, *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Science* <http://journal.s.tubi.tak.gov.tr/elektrik/Research> ,2014
- [13] Haq M, Wijayanto ajefp., pengolahan sinyal respirasi dengan fir untuk analisa volume dan kapasitas pulmonary EEPIS Final Projec.,t 2010
- [14] <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX5100.pdf> (25.07.2019)
- [15] https://cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/5/7/7/MAX30105_3.pdf (25.07.2019)
- [16] Cunha MS, Nakamoto HA, Herson MR, Faes JC, Gemperli R, Ferreira MC.Tissue expander complications in plastic surgery: a 10-year experience. *Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2002 May-Jun;57(3):93-7.
- [17] Antonyshyn, O.Gruss, J.S.Mackinnon, S.E.Zuker, R. et al.Complications of soft tissue expansion *British Journal of Plastic Surgery*, Volume 41, Issue 3, 239 – 250
- [18] Terzolu, Ahmet et al. “Doku Geniletici Uygulamalarımız ve Komplikasyonları OUR EXPERIENCE AND COMPLICATIONS OF TISSUE EXPANSION.” (2002).
- [19] Manders EK, Oaks Te, Au UK, Wonhg RKM, Furrey JA, Davis TS, et al. Soft tissue expansion in the lower extremities. *Plast Reconstr Surg* 1988; 81: 208.