

Anestezi Derinliği için Kullanılan Parametrelerin Etki Seviyelerinin Belirlenmesi

Hamdi Melih SARAĞLU

Dumlupınar Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 43100, Kütahya
saraoglu@dpu.edu.tr

Özet: Bu çalışma operasyonlarda hastalara ait sistolik basınç, diastolik basınç, nabız ve yaş gibi parametrelerin değerlendirilip bu parametrelerin anestezi seviyesi üzerine etkilerini incelemek için gerçekleştirilmiştir. Farklı parametre kombinasyonlarından hangisinin etki seviyesinin fazla olduğunu belirleyebilmek için geriyapmalı Yapay Sinir Ağı kullanılmıştır. Sonuç olarak; hastalara uygulanacak anestezi oranının belirlenmesinde sistolik basınç, diastolik basınç ve nabız parametrelerinin dikkate alınmasının gerekliliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anestezi Seviyesi, Anestezi Derinliği, Sistolik Basınç, Diastolik Basınç, Nabız, Yapay Sinir Ağı

Effect Level Detection Of Parameters Used For Anesthesia Depth

Abstract: This study is implemented to analyze the effect of anesthesia level using systolic pressure, diastolic pressure, heart pulse and age of patients under anesthesia in operations. Back propagation Artificial Neural Network method is used to determine which parameter is the most efficient through different parameter combinations. As a result it is noticed that systolic pressure, diastolic pressure and heart pulse parameters must be considered during anesthesia in operations.

Keywords: Anesthesia Level, Anesthesia Depth, Systolic Pressure, Diastolic Pressure, Heart Pulse, Artificial Neural Network

1. Giriş

Tam bir bilinç kaybı ve hissizlik olarak bilinen genel anestezi, özellikle cerrahi operasyonlarda, hem hastaya ve hem de müdahaleyi yapan doktora konforlu bir süreç sağladığı için yaygın olarak kullanılmaktadır. Anestezik ajan, hastaya enjeksiyon veya solunum yoluyla verilebilmekle beraber, cerrahi operasyonlarda daha çok solunum yolundan verilmesi tercih edilmektedir [1]. İnhalasyon (solunum) anestezi, maske ya da nefes borusuna takılan bir tüp yardımıyla solunum yolundan anestezi uzmanları tarafından gerçekleştirilmektedir [2].

Anestezi seviyesini tespit etmek için nabız, sistolik basınç, diastolik basınç ve yaş gibi parametreler kullanılmaktadır. Genel olarak operasyonlarda nabız ve sistolik basınç değerlerine bakılarak uygulanacak anestezi seviyesi düzenlenmektedir. Bunun yanında sadece nabız değerlerine bakılarak da anestezi seviyesi ayarlanabilmektedir. Bu nedenle, uygulamalarda nabız parametresinin anestezi seviyesinde başlıca parametre olduğu anlaşılmaktadır. Anestezi seviyesi anestezi uzmanları tarafından tecrübeye dayanarak manuel olarak belirlenmektedir [3].

Uygulanan anestezinin hasta üzerine etkisi, anestezi derinliği olarak bilinmektedir. Anestezi derinliği, anestezik ajan ve hastanın özelliklerine (yaş, kilo vb. gibi) göre değişebilmektedir [1]. Ameliyat esnasında hastanın anestezi derinliği, anestezistin tecrübesiyle belirlenmektedir. Operasyon esnasında hastaya uygulanan anestezi seviyeleri hassas bir şekilde ölçülmelidir. Vaporizatör (buharlaştırıcı) cihazında meydana gelebilecek kalibrasyon bozuklukları, anestezi işlemini tehlikeli boyutlara sürükleyebilir. Bu nedenle, manuel ayarlanarak hastaya verilen anestezi gazı seviyesi sürekli ölçülerek hastaya doğru anestezi seviyesinin uygulanıp uygulandığı kontrol altında tutulmalıdır. Anestezi seviyesini ve derinliğini belirlemek üzere anestezi uygulanan hastanın tansiyon ve nabız parametreleri kullanılarak araştırmalar yapılmıştır [3-11].

Bu çalışmada, insan vücudu ile ilgili olan sistolik basınç, diastolik basınç, nabız ve yaş parametrelerin anestezi seviyesi üzerine etkilerini incelemek için farklı kombinasyonlar oluşturulmuş ve bu kombinasyonlar Yapay Sınır Ağı (YSA) girişlerine uygulanarak elde edilen ağ yapılarına test verileri uygulanarak YSA çıkışları karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla hangi ağın daha az hata ile sonuç verdiği incelenerek anestezi derinliği için kullanılan parametrelerin etki seviyeleri belirlenmiştir.

Bu çalışma ile anestezi uzmanlarına, hastalara uygulayacakları anestezi seviyesini belirlemelerinde bir ön bilgi sistemi tasarımının ilk çalışmaları gerçekteşirilmiştir. Çalışma sonunda en az hata ile sonuç veren YSA'nın anestezi uzmanlarına operasyonlarda yardımcı olabileceği saptanmıştır.

2. Kullanılan Veriler

Çalışmada kullanılan tüm veriler gerçekte anestezi uygulamalarından elde edilmiştir. Alınan veriler hastaya operasyon öncesi ön anestezi

(premedikasyon) uygulanıp uygulanmadığına göre iki sınıfa ayrılarak gruplandırılmıştır. Anestezi seviyesine etkisi araştırılacak parametrelerin daha iyi belirlenebilmesi için ön anestezi uygulanmamış hastalardan alınan veriler tercih edilmiştir. Ön anestezi uygulanan hasta verileri, ön anestezinin etkisi operasyon süresince sürdüğü için kullanılmamıştır. Ameliyat esnasında alınan veriler; yaş, nabız, sistolik basınç, diastolik basınç ve anestezi oranından oluşmaktadır. Bu şekilde toplam 13 adet birbirinden farklı operasyondan veri alınmıştır.

Veriler alınırken her beş dakikalık zaman dilimlerinde hastanın nabız, sistolik ve diastolik basınç değerleri ile hastaya uygulanan anestezi gazı (sevoflurane) seviyesi de kaydedilmiştir. Sevoflurane anestesisinde 1'den 8'e kadar sekiz farklı seviye uygulanabilmektedir.

Tablo 1'de ön anestezi uygulanmamış 30 yaşındaki bir erkek hastadan artroskopisi operasyonu süresince beşer dakika aralarla alınan sevoflurane anestesize ait veriler görülmektedir.

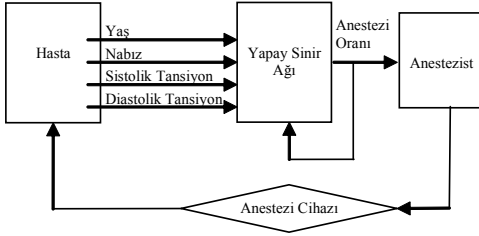
Süre (dakika)	Kan Basıncı (mmHg)		Nabız (p/m)	Anestezi Oranı (%u)
Preop.	123	79	92	
08:35	135	92	106	0,9
08:40	118	81	80	0,9
08:45	107	76	66	1,1
08:50	118	81	80	1,6
08:55	125	94	97	1,5
09:00	102	76	58	0,7
09:05	110	85	66	1,4
09:10	124	103	86	1,3
09:15	120	101	82	1,5
09:20	110	77	64	1,6
09:25	110	80	68	1,2
09:30	131	87	102	1

Tablo 1. Ameliyat öncesi ön anestezi uygulanmamış bir hastadan alınan anestezi verileri

3. Verilerin Yapay Sinir Ağı'na Uygulanması

Oluşturulan veri tablolarının incelenmesi sonucu ön anesteziye tabi tutulan hastalardan alınan verilerde ön anestezi seviyesinin anestezi uzmanı tarafından belirlenmesi ve standart bir değerinin olmaması nedeniyle ön anestezi uygulanan hastalardan alınan veriler kullanılmamıştır. Bu eleme işlemi sonrası ön anestezi yapılmayan hastalara ilişkin 10 adet veri değerlendirilmeye alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan sisteme ait blok diyagram Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu çalışmada, hastaların yaş, nabız, sistolik ve diastolik basınç değerleri farklı kombinasyonlarda incelenmiştir. YSA'ya giriş olarak uygulanan bu parametreler neticesinde elde edilen anestezi oranı (seviyesi) doğruluğuna göre anesteziye olan etki seviyesi incelenmiştir.



Şekil 1. Sistem blok diyagramı

YSA, giriş yapısı oluşturulurken; operasyon öncesi, operasyon anı, bir önceki nabız ve tansiyon değerleri ile yaş ve bir önceki anestezi seviyesi şeklinde düzenlenmiştir. YSA çıkışı olarak da uygulanan anestezi seviyesi kullanılmıştır. YSA yapısı oluşturulurken bir önceki anestezi seviyesi, tansiyon ve nabız değerlerinin kullanılması o anki anestezi çıkış seviyesinin önceki değerlere bağlı olmasından kaynaklanmıştır. Tablo 2'de, kullanılan tüm parametrelerin yer aldığı 12 giriş ve 1 çıkışlı YSA giriş ve çıkış yapısı görülmektedir.

Ön anestezi uygulanmamış 13 hastaya ait veri-

ler Tablo 2'deki düzende oluşturulduktan sonra alt alta birleştirilerek tek bir tablo halinde YSA'ya uygulanmıştır. Bu sayede YSA için eğitime tabi tutulacak verilerin sayısı artırılarak daha iyi eğitilmiş YSA elde edilmiştir.

Tablo 3'de YSA eğitimlerinde kullanılan parametreler ve kısaltılmış notasyonları verilmektedir. Bu parametrelerden Tablo 4'te verildiği üzere on dört farklı ağ kombinasyonu oluşturulmuştur. Daha sonra her bir ağ kombinasyonu için eğitim işlemleri gerçekleştirilip kullanılan parametreler arasındaki hata oranı tespit edilmiştir.

Parametre	Kısaltma
Yaş	y
Sistolik Tansiyon	s
Diastolik Tansiyon	d
Nabız	n

Tablo 3. Ağ eğitimlerinde kullanılan parametreler ve kısaltmaları

YSA giriş parametreleri	Eğitilen Yapay Sinir Ağları	Eğitilen Ağ Yapısı (Giriş x Çıkış)
Nabız	Net _n	4x1
Sistolik Tansiyon	Net _s	4x1
Diastolik Tansiyon	Net _d	4x1
Yaş, Nabız	Net _{y_n}	5x1
Yaş, Sistolik Tansiyon	Net _{y_s}	5x1
Yaş, Diastolik Tansiyon	Net _{n_d}	5x1
Nabız, Sistolik Tansiyon	Net _{n_s}	7x1
Nabız, Diastolik Tansiyon	Net _{n_d}	7x1
Sistolik Tansiyon, Diastolik Tansiyon	Net _{s_d}	7x1
Yaş, Nabız, Sistolik Tansiyon	Net _{y_n_s}	8x1
Yaş, Nabız, Diastolik Tansiyon	Net _{y_n_d}	8x1
Nabız, Sistolik Tansiyon, Diastolik Tansiyon	Net _{n_s_d}	10x1
Yaş, Sistolik Tansiyon, Diastolik Tansiyon	Net _{y_s_d}	8x1
Yaş, Nabız, Sistolik Tansiyon, Diastolik Tansiyon	Net _{y_n_s_d}	11x1

Tablo 4. Eğitim için kullanılan YSA bilgileri

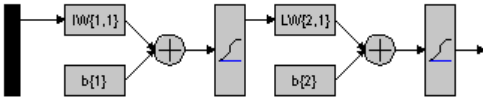
Oluşturulan bu ağ yapılarının her birindeki parametreler eğitilecek YSA girişlerini oluşturmaktadır. Tablo 4’de görüldüğü gibi YSA giriş sayıları 4 ile 11 arasında değişmektedir. Giriş parametrelerinin sayısının farklı olması Tablo

2’de görülen önceki değerlerin kullanımı ve YSA girişine her ağ için farklı parametrelerin uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Giriş sayısı kaç olursa olsun tüm YSA’ların sadece bir adet çıkışı bulunmaktadır.

Yaş	Operasyon Esnası			Operasyon Öncesi			Bir Önceki Değer				Anestezi
	Nabız	Sistolik	Diastolik	Nabız	Sistolik	Diastolik	Nabız	Sistolik	Diastolik	Önceki Anestezi	
30	106	135	92	92	123	79	92	123	79	0	0.9
30	80	118	81	92	123	79	106	135	92	0.9	0.9
30	66	107	76	92	123	79	80	118	81	0.9	1.1
30	80	118	81	92	123	79	66	107	76	1.1	1.6
30	97	125	94	92	123	79	80	118	81	1.6	1.5
30	58	102	76	92	123	79	97	125	94	1.5	0.7
30	66	110	85	92	123	79	58	102	76	0.7	1.4
30	86	124	103	92	123	79	66	110	85	1.4	1.3
30	82	120	101	92	123	79	86	124	103	1.3	1.5

Tablo 2. Yapay sinir ağı uygulaması için giriş ve çıkış veri tablosu

Her bir YSA için 1 gizli katman ve gizli katmanda 10 adet nöron kullanılmıştır. Tüm veriler 5000 iterasyon için uygulanmıştır. Şekil 2’de kullanılan YSA yapısı görülmektedir.



Şekil 2. Verilerin eğitilmesi için kullanılan YSA yapısı

Yapay sinir ağlarının eğitilmesi sonrası elde edilen hata ve iterasyon değerleri Tablo 5’te verilmiştir.

YSA eğitimi için Matlab programı kullanılmıştır. Oluşturulan tüm YSA girişlerine uygulanan değerlere göre oluşturdukları cevapların gözlemlenebilmesi, hangi parametrelerin anestezi seviyesi üzerinde daha etkili olduğunun saptanması ve buna göre en doğru cevabı veren YSA yapısının belirlenmesi için test verileri oluşturulmuştur. Test verileri oluş-

turulurken YSA’nın eğitiminde kullanılmamış olan gerçek anestezi verileri ayrı ayrı tablolar haline getirilmiştir. Oluşturulan test tabloları kullanılarak her bir YSA’nın cevapları ve hata oranları kontrol edilmiştir.

Eğitilen Yapay Sinir Ağları	5000 İterasyon için Hata
Net_n	0.0400656
Net_s	0.0511349
Net_d	0.0599727
Net_y_n	0.020595
Net_y_s	0.0906634
Net_y_d	0.0547878
Net_n_s	0.0576739
Net_n_d	0.0193842
Net_s_d	0.0781436
Net_y_n_s	0.0648108
Net_y_n_d	0.0845749
Net_n_s_d	0.0457377
Net_y_s_d	0.0202713
Net_y_n_s_d	0.0237217

Tablo 5. Eğitilen ağların 5000 iterasyon için hata değerleri

4. Sonuç

Tablo 5'te görülen YSA yapıları ve hatalar değerlendirilerek hem anestezi seviyesini etkileyen parametreler, hem de bu parametreleri kullanarak en doğru cevabı veren ağ yapısı belirlenmiştir. Çalışmanın bu aşamasında her ağ yapısı için hem 5000 iterasyon sonunda ulaşılan hata oranı hem de eğitilen Yapay Sinir Ağlarının uygulanan test datalarına göre çıkışlarına aktardıkları sonuçlar dikkate alınmıştır.

Tablo 5 ve test sonuçlarının karşılaştırılması sonucu, hangi YSA yapısının daha iyi olduğunun belirlenmesi için sadece hata oranlarının dikkate alınmasının yanıltıcı sonuçlar verdiği görülmüştür. Tablo 5'de hata oranı en küçük olan, "nabız-diastolik" parametreleriyle oluşturulan Net_n_d yapısının test verilerine verdiği cevaplar kontrol edildiğinde daha yüksek hata oranına sahip diğer yapay sinir ağlarının çıkışlarında oluşan cevapların, gerçek sonuçlara daha uygun olduğu görülmüştür. Bundan dolayı, hem cevaplar hem de hata oranları karşılaştırılarak doğru ağ yapısı belirlenmiştir. Buna göre; "Net_s_d" ve "Net_n_s_d" ağ yapılarının diğer ağlara göre test datalarına verdikleri cevapların daha iyi olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada en iyi ağ yapısının Net_s_d olduğu; buna alternatif olan ağ yapısının ise Net_n_s_d olduğu belirlenmiştir. Ağ yapıları kullanılarak yapılan bu değerlendirme sonrasında hastaya uygulanacak anestezi oranını etkileyen parametrelerin sırasıyla; sistolik basınç, diastolik basınç ve yaş olduğu tesbit edilmiştir. "Yaş" parametresinin yer aldığı ağların hata oranları Tablo 5'te küçük görünse de ağların test cevapları karşılaştırılınca "yaş" parametresinin yanıltıcı bir parametre olduğu, özellikle hastaya uygulanacak anestezi oranının belirlenmesi konusunda tek başına dikkate alınamayacağı görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda; hastaya uygulanacak anestezi oranının bulunmasında sağlıklı ve güvenilir bir karar verilebilmesi için sistolik basınç, diastolik basınç ve nabız parametrelerinin dikkate alınmasının gerekliliği belirlenmiştir.

5. Kaynaklar

- [1] Marshall, B. E., and Lockenfger, D.E., 1990, "General Anaesthetics", Goodman And Gilman's The Pharmacological Basis Of Therapeutics, 8th Edition, 1990, Permagon Pres, 285-311 p.
- [2] SNOW JHON C., Anestezi El Kitabı, İzmir Güven Kitapevi, 1986, İzmir
- [3] Vefghi, L, Linkens, D.A., "Internal representation in neural networks used for classification of patient anesthetic states and dosage", Computer Methods and Programs in Biomedicine, 59:75-89, 1999.
- [4] Becker, K., Thull, B., Kasmacher-Leidinger H, Stemmer J, Rau G, Kalf G, Zimmermann H., "Design and validation of an intelligent patient monitoring and alarm system based on fuzzy logic process model ." Artificial Intelligence in Medicine, 11: 33-53, 1997.
- [5] Allen R., Smith D., "Neuro-Fuzzy Closed-loop Control of Depth of Anaesthesia", Artificial Intelligence in Medicine, 21: 185-191, 2001.
- [6] Mahfouf, M., Asbury, A.J., Likens, D.A., "Unconstrained and constrained generalized predictive control of depth of anesthesia during surgery", Control Engineering practise, 11:1501-1515, 2003.

- [7] Saraoğlu H. M., Őanlı S., Fuzzy Logic Based Anesthetic Depth Control, 2003 ICIS International Conference on Signal Processing (ICSP 2003), September 24-26, 2003, anakale, Trkiye.
- [8] Saraoğlu H. M., Őanlı S., TaŐkın C., Fuzzy Lojik İle Anestezi Kontrol Ve Matlab Simlasyonu IKECCO 2004,. International Conference On Electronics and Computer, Bishkek, Kyrgyzstan, April 2004.
- [9] Saraoglu H.M., Ebeoğlu M.A., zmen A., Edin B., “Sevoflurane Anestezi Gazının Phtalocyanine-QCM Duyarga ile Algılanması”, BIYOMUT 2005, 25-27 Mayıs 2005, Boğazii niversitesi.
- [10] Saraoğlu H. M., zmen A., Ebeoğlu M. A., Edin B., Sevoflurane Anestezi Seviyesinin Elektronik Burun Kullanılarak Belirlenmesi, BİYOMUT 2006, Boğazii niversitesi, İstanbul.
- [11] Saraoğlu H. M., Őanlı S., A Fuzzy Logic-Based Decision Support System on Anesthetic Depth Control for Helping Anesthetists in Surgeries, Journal of Medical Systems, 31: 433-562, 2007.
- [12] Saraoğlu H. M., Edin B., E-Nose System for Anesthetic Dose Level Detection using Artificial Neural Network, Journal of Medical Systems, 31: 475-482, 2007.