

YEREL FİZYOLOJİK SİSTEM ÇEKİCİLERİ İLE CANLILARA AİT ALT VE ÜST EVRİM GRUPLANDIRILMASI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

G.Ç. YALÇIN¹, Y. AĞBULUT¹, K.G. AKDENİZ¹, O. SEYMEN²

ÖZET

Yerel fizyolojik sistemlerin çeşitli yöntemler ile elde edilen zamansal evrim sinyalleri çekicilerinin embedding parametreleri bu sistemlerin dinamik yapıları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu bilgilerin canlılara ait alt ve üst evrim gruplandırılmasına da katkıda bulunabileceği düşünülebilir.

Bu sunumda, deney sıçanlarından (alt evrim grubu) pneumecardiogram yöntemi ile elde edilen "kalp, akciğer, diyafram ve soluk borusu" fizyolojik sistemi zamansal evrim sinyalleri ve insanlardan (üst evrim grubu) electroensefalografi yöntemi ile elde edilen "beynin görme merkezleri" fizyolojik sistemi zamansal evrim sinyalleri zaman serisi analizi yöntemi ile incelenmiştir. Ve bu sistemlerin çekicilerinin özellikleri ile canlılara ait alt ve üst evrim gruplandırılması arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır.

1.Giriş

Modern bilimlerde canlı organizmalar neden-sonuç arasındaki ilişkiler çerçevesinde araştırılmaktadır. Bu indirgemeci düşünceye göre canlı kendisini oluşturan otonom fizyolojik alt sistemlerin bir toplamıdır. Bu amaç için biyoloji ve tıp dünyasında otonom sistemler olarak tanımlanan fizyolojik sistemler için mekanik ve elektrik modeller geliştirilmeye çalışılmıştır. Ancak bunlar arasında başarılı olabilen modellerin bile, "Otonom Fizyolojik Sistem (OFS)"lerin düzensiz davranışlarını anlamada ve öngörmeye yetersiz kaldıkları görülmüştür.

1960'lı yıllarda kaos kuramının ortaya çıkışı ile düzensiz dinamik sistemlerin yapılarını anlamada büyük gelişmeler olmuştur. Kaos kuramının önerdiği yeni tekniklerle non-lineer fenomenolojide, otonom ve karmaşık sistemlerin davranışlarını öngörmeye önemli sonuçlar alınmıştır. Son yıllarda OFS'lerin düzensiz davranışlarının anlaşılmasında da bu tekniklerden faydalanılma yolları aranmaktadır. Özellikle zaman serisi analizi yöntemi [1,2] kullanılarak, OFS'lerin yeniden yapılandırılmış faz uzaylarında çizilen çekicilerinin özelliklerinin incelenmesi, OFS'lerin düzensiz davranışlarını öngörmeye bize yeni bilgiler vermekte ve OFS'ler için simülasyon modellerinin geliştirilmesinde katkılar sağlamaktadır.

Bir OFS'nin zaman serisi analizi yöntemi ile incelenebilmesi için, bu sistemden deney veya gözlem (ölçü) yolu ile sinyallerin güvenli bir şekilde kayıt edilebilmesi gerekir. Ayrıca bu sinyaller sistemin dinamik özelliklerini kaybetmeyecek şekilde seçilen bir zaman aralığında alınmalıdır. Bu koşullarda tek boyutlu zaman serisi biçiminde kaydedilebilecek bu sinyallerin yeniden yapılandırılan faz uzayında çekicileri çizilir. Bu çekiciler üzerindeki bir nokta sistemin belirli bir andaki durumunu, bir yörünge ise sistemin belirli bir süre içindeki davranışını, yani evrimini ifade eder. Çekicilerin sahip olduğu bu özgün desenler yorumlanarak sistemin yapısının ve düzensiz davranışlarının kaotik olup olmadığı anlaşılmaya çalışılır. Yapılan analizlerin doğruluğu ve faz uzayının yeniden yapılandırılması için gerekli yerleştirme (embedding) parametrelerinin hatasız olarak hesaplanması önemlidir [3].

¹ İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

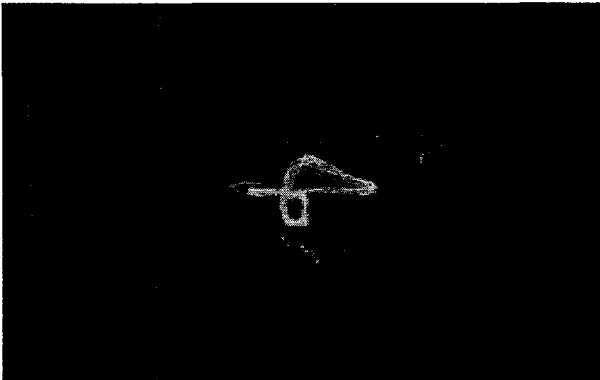
Bu çalışmada sıçanların kalp, akciğer, soluk borusu ve diyaframın oluşturduğu "KADS" sisteminin çekicilerini [4,5] gözden geçireceğiz. Sıçanların görme merkezi VEP (Visual Evoked Potential) sinyallerinin tek boyutlu zaman serilerini inceleyeceğiz [6] ve insan beynindeki görme merkezlerinden elde edilen VEP sinyallerinin de zaman serilerini analiz edeceğiz. Ayrıca bu çalışmada sıçanlar ve insanlar için VEP zaman serilerinin embedding parametrelerini hesaplayacağız ve çekicilerini çizeceğiz. Son olarak bu VEP çekicilerinin fraktal boyutlarını karşılaştırarak insan ve sıçanların evrim gruplandırılması üzerine yapılan çalışmalara katkıda bulunmaya çalışacağız.

2. KADS Fizyolojik Sistemi ve Çekicileri

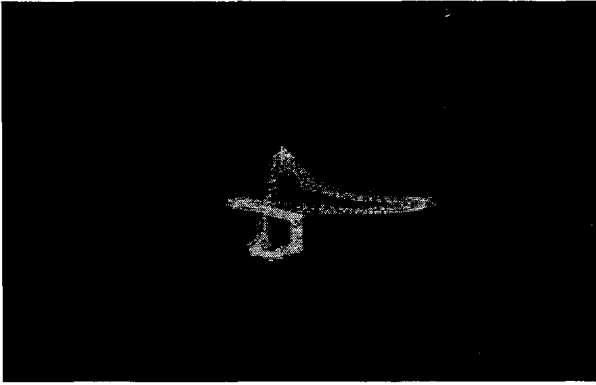
Kısa bir süre önce anestezi altındaki sıçanların KADS fizyolojik sisteminin harmonik hareketlerinden oluşan spontane solunum akımları Pnömokardiografi yöntemi ile ölçülmüş ve bu akımlarda periyodik olmayan sinyaller gözlenmiştir. Bu sinyaller zaman serisi analizi yöntemiyle incelenmiş, yeniden yapılandırılmış faz uzaylarındaki çekicileri çizilmiş ve bu çekicilerin fraktal boyutları hesaplanmıştır. Üç örnek sıçan için çizilen çekiciler ve bu çekicilerin fraktal boyutları aşağıdadır:



Şekil 1.a: 1. Sıçanın spontane solunum sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu: 0,807 [4,5]



Şekil 1.b: 2. Sıçanın spontane solunum sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu: 0,745 [4,5]



Şekil 1.c: 3. Sıçanın spontane solunum sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu: 0,823 [4,5]

3.2. Görme Merkezleri Fizyolojik Sistemi ve VEP Çekicileri

Duyu organlarının uyarılması ile o duyu organına ait alıcı korteks kısmında ve subkortikal nükleuslarda düşük amplitüdlü elektriksel dalgalar oluşur. Uygulamada bu düşük amplitüdlü elektriksel dalgaların potansiyellerini nükleuslara elektrot yerleştirip yakalamak mümkün değildir. Bu sebeble elektrotları kafa derisi üzerine yerleştirerek kayıt yapmak ve bu çok düşük amplitüdlü sinyalleri bilgisayar aracılığıyla yakalayıp kayıt etmek gerekir.

Göze uygulanan flaş veya ışıklı şekillerle oksipital lobda oluşan elektriksel dalgaların bilgisayarda kayıtlanmasına görsel uyarılmış potansiyeller (VEP) denir [7]. Önce bir göz, sonra diğer göz uyarılarak görme yollarında lezyon olup olmadığı araştırılır. Bu yöntemle, hastanın o anda hiçbir görme problemi yoksa bile daha önce geçirmiş olduğu bir lezyon varsa saptanabilir.

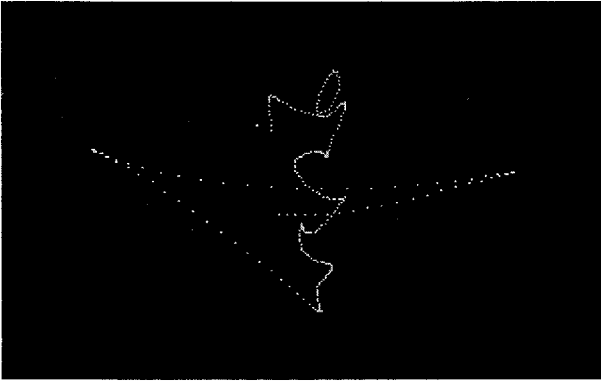
Bu çalışmada VEP sinyallerinin faz uzaylarını yeniden yapılandırıp çekicilerini çizmek için İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı'na bağlı VEP-ERG laboratuvarında çekilen VEP kayıtlarından faydalanılmıştır. Elektroensefalografisi (EEG) yöntemiyle, MP150 ünitesini kullanarak, insan ve sıçan sağ ve sol gözlerinin her birine 100 kez flaş vermek suretiyle elde edilmiş olan bu VEP sinyallerinin zaman serisi analizi yapılarak, yeniden yapılandırılan faz uzaylarında VEP sinyallerinin çekicileri incelendi. Sırasıyla insan ve sıçandan alınan VEP sinyallerinin çekicileri ve fraktal boyutları aşağıdaki gibi bulunmuştur.



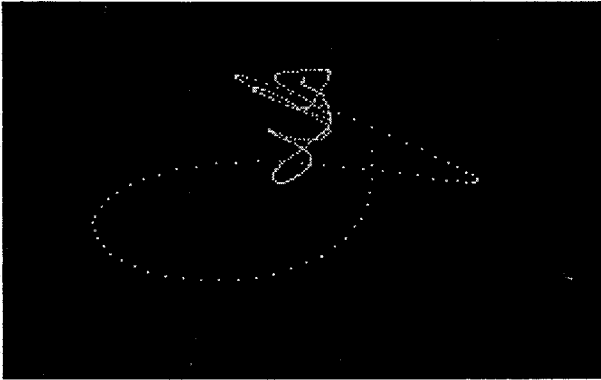
Şekil 2.a İnsanın sağ göz VEP sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu:1,2406



Şekil 2.b İnsanın sol göz VEP sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu: 1,2406



Şekil 3.a Siçanın sağ göz VEP sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu: 1,2075



Şekil 3.b Siçanın sol göz VEP sinyallerinin çekicisi; fraktal boyutu: 1,4618

4. Sonuçlar

VEP sinyallerinin çekicilerinin (Şekil 2 ve Şekil 3'de) deney koşullarından kaynaklanan, sinyallerin 400 mili saniye aralığında alınabilmesi nedeniyle tam olarak oluşmadıkları görülmüştür. Ancak bu çekicilerin fraktal boyutlarının tam sayı olmayan değerler olarak bulunmuş olması nedeniyle görme merkezi fizyolojik sistemleri kaotik davranışlar gösteren yerel fizyolojik sistemler sınıfına sokulabilir. Ayrıca Şekil 1'de verilen KADS çekicilerinin sahip olduğu fraktal boyutlarından dolayı, Kaynak [4,5] de yapılan çalışmalarda KADS fizyolojik sisteminin kaotik özellikler gösterdiği vurgulanmıştır.

VEP sinyallerinin çekicileri (Şekil 2 ve Şekil 3) KADS sisteminin çekicileri (Şekil 1) ile karşılaştırıldığında insanın ve sıçanın VEP çekicilerinin fraktal boyutlarının birbirlerine yakın değerlerde oldukları görülmektedir. Buna karşın, sıçanın VEP ve KADS çekicilerinin fraktal boyutlarının değerleri arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu sonuçlar da insana ve sıçana ait görme merkezi fizyolojik sistemlerinin yapılarının benzer özelliklere sahip olduklarını söylemektedirler. Ayrıca bu sonuçlar insan ve sıçanın biyolojik evrimlerinin bir döneminde aynı doğa şartlarının etkisi altında kalmış oldukları şeklinde yorumlanabilir. Bu yorum çerçevesinde diğer canlıların VEP sinyalleri çekicileri üzerine yapılacak olan benzer çalışmaların canlılara ait alt ve üst evrim gruplandırılması tartışmalarına ilginç katkıları olabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı VEP-ERG laboratuvarında VEP sinyallerinin temininde bize yardımcı olan Sabri Ogullar'a ve Erman Aytaç'a teşekkür ederiz.

Referanslar

- [1] KENNEL, M.B., BROWN, R., ABARBANEL, H.D.I., 1992, Determining embedding dimension for phase space reconstruction using a geometrical construction, *Physics Review A*, 45, 3403-11
- [2] PACKARD, N.H., CRUTCHFIELD, J.P., FARMER, J.D., SHAW, R.S., 1980, Geometry from a time series, *Physical Review Lett.*, 45(9), 712-716.
- [3] FRASER, A.M., SWINNEY, H.L., 1986, Independent coordinates for strange attractors from mutual information, *Physical Review A*, 33(2), 1134-1140.
- [4] YALÇIN, G.Ç., 2005, *Kaotik fiziksel sistemler ve acayip çekiciler*, Tez (Yüksek Lisans), İstanbul Üniversitesi
- [5] ZEREN T., ÖZBEK M., EKERBİÇER N., YALÇIN G.Ç., AKDENİZ, K.G., 2006, "Sensitively Recorded Breathing Signal of Rat and Its Nonlinear Dynamics" basım için "Journal of Biochemical and Biophysical Methods" dergisine gönderildi.
- [6] AĞBULUT, Y., SEYMEN, O., AYTAÇ, E., OGULLAR, S., YALÇIN, G.Ç. and AKDENİZ K.G., 2006, The Attractors of Visual Evoked Potential Signals, *Published in Neuroanatomy*, 5th National Congress of Neuroscience, Turkey, Vol.5, 33.
- [7] YALTKAYA, K., BALKAN, S., OĞUZ, Y., 1996, *Nöroloji ders kitabı*, Palme Yayıncılık, Türkiye, 975-7477-22-2