



# 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

Biyomedikal Sinyal İşleme 3

13 Ekim 2017 - 09.00-10.30 - Salon C

# Pediyatrik Hastalarda Üroflowmetre ve EMG Sinyallerinin Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Sınıflandırılması

## Classification of Uroflowmetry and EMG Signals of Pediatric Patients using Artificial Neural Networks

Fikret Yalçinkaya<sup>1</sup>, Ozan Çalışkan<sup>2</sup>, Osman Eroğul<sup>3</sup>, Cem İrkilata<sup>4</sup>, Burak Köprü<sup>5</sup>, Emrah Coğuplugil<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye  
fyalcinkaya@kku.edu.tr

<sup>2,5,6</sup>Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara, Türkiye

ozancaliskan44@gmail.com; dr\_burak83@yahoo.com; aemrahco@yahoo.com

<sup>3</sup>Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara, Türkiye  
erogul@etu.edu.tr

<sup>4</sup>Davraz Yaşam Hastanesi, Isparta, Türkiye  
hcirkilata@gmail.com

**Özetçe—** Günümüzde çocuklarda alt üriner sistem disfonksiyonu (AÜSD) hastalıklarının teşhisinde ve tedavinin takibinde, girişimsel olmayan (noninvasiv) üroflowmetri (UF) ve elektromiyografi (EMG) sinyallerinin eşzamanlı olarak kaydedildiği UF-EMG testi sıklıkla kullanılmaktadır. Literatürde, bağımsız UF sinyalleri ve UF-EMG sinyalleri birçok defa derecelendirilmiş, UF sinyallerinin Yapay Sinir Ağları (YSA) ile sınıflandırılmasına dair çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, UF-EMG sinyallerinin birlikte kullanıldığı YSA ile sınıflandırma çalışması bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ürodinami Merkezinde, pediyatrik hastalara uygulanan UF-EMG testleri sırasında kaydedilen sinyallerin YSA kullanılarak sınıflandırılması amaçlanmıştır. Yaş ortalaması 8 olan 967 hasta verisinden 773 adedi (%80) eğitim, 194 adedi (%20) ise test amaçlı kullanılmış, YSA'da EMG sinyallerinden elde edilen özneliklerin katkısı başarı oranının %58'den %84,02 seviyelerine gelmesini sağlamıştır.

Elde edilen veriler ile oluşturulan yeni sınıflandırma metodu hastaların tanı, takip ve tedavisinde sağlık personelinin UF-EMG sonuçlarını yorumlamasında kolaylık sağlamayı; sağlık hizmetine ulaşma imkânı daha az olan bölgelerdeki çocuk hastalara, daha erken ve kolay ön tanı konularak uygun tedaviye yönlendirme imkânı sağlamayı hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler —** yapay sinir ağları; üroflowmetre; EMG; sınıflandırma; pediatri.

**Abstract—**UF-EMG test, in which non-invasive uroflowmetry (UF) and electromyography (EMG) signals are simultaneously recorded, is frequently used in children diagnosed with lower urinary tract dysfunction disease (AÜSD) and its treatment. In the literature, independent

(single) UF signals and integrated (dual) UF-EMG signals are graded many times but there is no classification study of UF-EMG integrated signals with Artificial Neural Networks (ANN), although studies have been done to classify UF signals with ANN.

In this paper, it was aimed to classify the UF-EMG signals recorded from pediatric patients during the UF-EMG tests in Urodinami Center of Gülhane Education and Research Hospital using ANN. 773 (80%) of the 967 patients with an average age of 8 were used for training and 194 (20%) were used for the test. In YSA, the contribution of the features obtained from the EMG signals played a crucial role and was the main reason to improve the signal classification from 58% to 84.02%.

The new classification method created by the obtained data does facilitate the interpretation of UF-EMG results for the clinical personnel in diagnosis, follow-up and treatment of patients. It is also aimed that the pediatric patients living in regions with less access to health care can be treated by providing an early and easy preliminary diagnostic tool.

**Keywords —** artificial neural networks; uroflowmeter; EMG; classification; pediatry.

### I. GİRİŞ

Çocuklarda disfonksiyonel işeme (Dİ) ve aşırı aktif mesane (AMM), alt üriner sistem disfonksiyonu (AÜSD) hastalıkları alt grubudur. Dİ; International Children's Continence Society (ICCS) tarafından işeme esnasında eksternal üretral sfinkter kaslarının alışkanlık olarak kasılması olarak tanımlanmıştır. Dİ önemli bir AÜSD hastalığı olduğundan hastaların klinik tanısı önem arz

## Biyomedikal Sinyal İşleme 3

13 Ekim 2017 - 09.00-10.30 - Salon C

etmektedir ve bunun sonucu olarak UF-EMG verileri için yeni derecelendirme sistemleri geliştirilmiştir [1,2]. AAM ise sık idrara çıkma, ani idrar yapma isteği ve ani idrar kaçırma semptomları ile birlikte ortaya çıkan diğer bir hastalıktır. UF-EMG testi AAM tanısına yardımcı olduğu gibi, AAM tedavisi sonrası işeme fazı bozukluğuna yönelik tedavi uygulaması gerekebileceğinden, AAM'li hastalarda işeme fazı UF-EMG ile mutlaka değerlendirilmelidir [3].

Ayrıca tuvalet eğitimi sonrası Vezikoüretal Reflü (VUR) tespit edilen çocuk hastalarda AÜSD'nin sıklıkla görüldüğü ve UF-EMG verilerinin değerlendirilmesi ile sadece AÜSD'nin tedavi edilerek VUR'un tedavi edilebileceği görülmüş [4], AÜSD'li çocuklarda, biofeedback tedavisine hastanın verdiği cevabın değerlendirilmesinde UF-EMG parametrelerinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir [5].

Literatürde alt üriner sistem işlev bozukluğu olan çocukların UF-EMG paternlerinin belirlendiği [6], çocuk hasta grubundaki mevcut ürodinamik çalışmaların bileşenlerinin ve tekniklerinin özetlenip anormal sonuçların nasıl saptanacağına açıklandığı çalışmalar yapılmış [7], UF-EMG testinin alt üriner sistem vakalarında, ürodinamik olarak tanımlanmış koşulları ayırmakta yararlı olduğu ortaya konmuştur [8]. UF sinyallerinin YSA ile sınıflandırılmasına yönelik çalışmalar yapılmış olmasına karşın [9] UF-EMG sinyallerinin birlikte kullanıldığı bir sınıflandırma çalışması bulunmamaktadır.

UF ile elde edilen işeme eğrisinin şekli oldukça önemli olduğundan [9], Altunay ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada YSA başarım sonucunun yorumlanmasında standardizasyonun sağlanması amacıyla, kullanılan ölçüm parametreleri ve gösterdikleri anlamlar incelenmiş, YSA kullanarak yalnızca üroflow sinyallerinden bir ön tanı üretilmeye çalışılmıştır. Sistemin YSA çıktıları "sağlıklı", "olası patolojik" ve "patolojik" olmak üzere üç gruba ayrılmıştır [10].

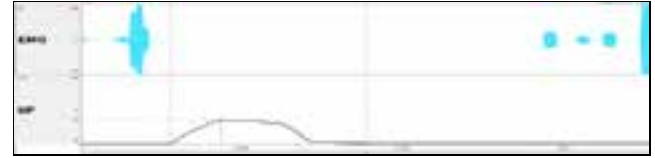
## II. METOT

Çalışmada kullanılan veri seti Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğine bağlı olarak hizmet veren ürodinami ünitesinde mevcut MMS marka Solar Üroflow model cihaz ile elde edilmiştir. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Etik Kurulundan gerekli izinler alınarak yapılan bu çalışmada herhangi bir gönüllü kullanılmadan, cihazın arşivinde saklı bulunan verilerden yararlanılmış, hastalara ait üroflow ve EMG sinyalleri yapay sinir ağları kullanılarak sınıflandırılmıştır.

İşeme fonksiyon bozukluğu tanısı almış, takip süresince UF-EMG testi yapılmış pediatrik hastaların sonuçları, iki çocuk üroloğu tarafından değerlendirilmiş ve bu değerlendirme sonucunda Derece 0, Derece 1, Derece 2, Derece 3, Derece 4, Derece NonEMG ve hatalı görülen EMG şeklinde yedi farklı gruba ayrılmıştır.

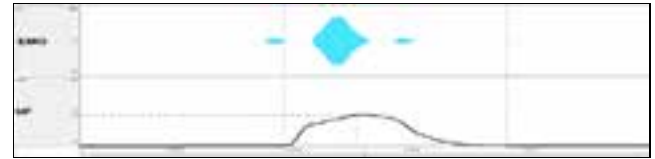
UF-EMG test sonuçları değerlendirilirken; EMG aktivitesi, üroflow eğrisinin tepe sayısı, birden çok sifra inme durumu, maksimum akış hızı, maksimum akış hızına ulaşma süresi, ortalama akış hızı verileri, cinsiyet ve yaş öznelik olarak kaydedilmiştir. Her bir derece UF ve EMG olmak üzere iki parametrenin eş zamanlı değişimi ile açıklanacaktır. Bu parametrelerin (UF,EMG) örnekleme oranı 0,1 Hz'dir. EMG aktivitesi, UF parametresinde işemenin başlayıp bittiği ana kadar olan zaman aralığında değerlendirilmiştir. UF-EMG test sonuçlarına göre çocuk ürologları tarafından yapılan derecelendirme sisteminde;

Derece 0 (Grade 0): Normal işeme olarak tanımlanmıştır. Bu işeme paterninde, üroflow eğrisi tek bir tepe oluşturarak düzgün bir şekil alır, işeme boyunca EMG aktivitesi olmaz (Şekil 1).



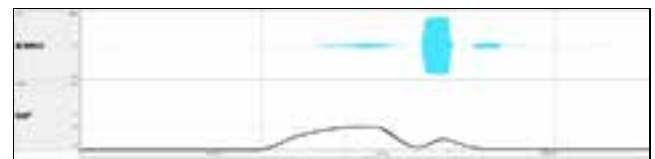
Şekil 1 Derece 0 (Grade 0)

Derece 1 (Grade 1): İşeme paternini bozmayan EMG aktivitesi olarak tanımlanmıştır. Bu işeme paterninde işeme boyunca EMG aktivitesi var olmasına rağmen işeme normaldir. Üroflow eğrisi tek bir tepe oluşturarak düzgün bir şekil almış, eğri sadece işeme sonlandığında sifra inmiş ve işeme esnasında EMG aktivitesi görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2 Derece 1 (Grade 1)

Derece 2 (Grade 2): Minimal Staccato, işeme paterninin minimal düzeyde bozulduğu UF-EMG paterni olarak tanımlanmıştır. Bu işeme paterninde EMG aktivitesi var ve işeme normal değildir. Üroflow eğrisi iki veya üç tepeden oluşmuş, eğri sadece işeme sonlandığında sifra inmiş ve işeme boyunca EMG aktivitesi görülmüştür (Şekil 3).

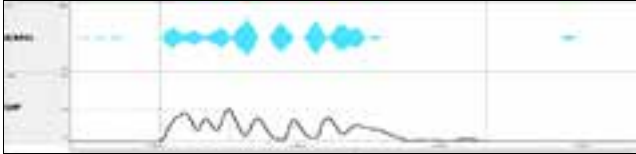


Şekil 3 Derece 2 (Grade 2)

## Biyomedikal Sinyal İşleme 3

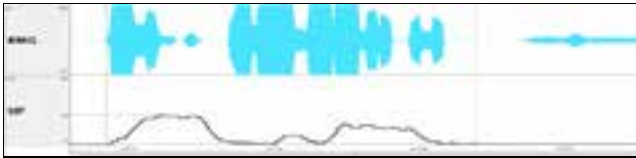
13 Ekim 2017 - 09.00-10.30 - Salon C

Derece 3 (Grade 3): Staccato, işleme paternini orta derecede bozan UF-EMG aktivitesi olarak tanımlanmıştır. Bu işleme paterninde EMG aktivitesi var ve işleme normal değildir. Üroflow eğrisi dört veya daha fazla tepeden oluşmuş, eğri sadece işleme sonlandığında sifıra inmiş ve işleme boyunca EMG aktivitesi görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4 Derece 3 (Grade 3)

Derece 4 (Grade 4): İntermittance, işleme paternini ileri derecede bozan EMG aktivitesi olarak tanımlanmıştır. Bu işleme paterninde EMG aktivitesi var ve işleme normal değildir. Üroflow eğrisi birden çok tepe oluşturarak ve işleme sonlanmadan birden çok kez sifıra incek şekilde oluşmuş ve işleme boyunca EMG aktivitesi görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5 Derece 4 (Grade 4)

Derece NonEMG (Grade NonEMG): İşleme paterni bozuk olmasına rağmen EMG aktivitesinin görülmediği grup olarak tanımlanmıştır. Bu işleme paterninde EMG aktivitesi yok ve işleme normal değildir. Üroflow eğrisi birden çok tepeden oluşmuş ve işleme boyunca EMG aktivitesi görülmemiştir (Şekil 6).



Şekil 6 Derece NonEMG (Grade NonEMG)

Tüm dereceler için yukarıda yer alan şekillerde örnek gösterilen hastalara ait UF-EMG paternlerine göre (Şekil 1-6) YSA'da kullanılacak öznelikler, UF-EMG sinyallerinin yorumlanması ve öznelik olarak seçilen diğer verilerin girilmesi ile oluşturulmuştur (Tablo 1).

ÖZNETELİKLER								ÇIKIŞ	
EMG	Tepe Sayı	UF Sıfıra İnmesi	Cinsiyet	Yaş	Maks. Akış Hızı	Maks. Hıza Ulaşma Süresi	Ort. Akış Hızı	Derece	Sonuç
1	1	1	1	6	17	3	8	Şekil 1 (Derece 0)	1
2	1	1	2	9	22	3	10	Şekil 2 (Derece 1)	2
2	2	1	2	9	16	2	7	Şekil 3 (Derece 2)	3
2	3	1	2	11	24	5	7	Şekil 4 (Derece 3)	4
2	3	2	2	7	21	4	8	Şekil 5 (Derece 4)	5
1	3	1	1	6	20	9	9	Şekil 6 (Derece NonEMG)	6

Tablo 1 Tüm Derecelere Ait Öznelikler

EMG'nin işleme esnasında var olup olmadığı bilgisi yeterli iken, UF'de temel prensipler, el yazısı tanıma sistemlerine benzer şekilde üretilir. Bu tür sorunların çözümünde, geri yayılım algoritması daha çok tercih edilmektedir [11]. Geri yayılım yöntemi, hâlihazırda çözülmüş olan problemlerin girdileri ve sonuçlarını kullanarak YSA'nın eğitimini içerir [11]. Eğitim aşamasında, hatalar, gerçek ve beklenen çıktılar arasındaki fark olarak hesaplanır ve hesaplanan hatalar, gizli katmandaki nöronların ağırlıklarını değiştirmek için kullanılır.

$X_p = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ , geri yayılan yapay sinir ağının girdi vektörüdür ve  $W_{ij} = \{W_{11}, W_{12}, W_{13}, \dots, W_{nm}\}$  gizli katman ağırlıkları vektörüdür. Gizli katman nöronunun ve k karar katmanı nöronunun çıktıları sırasıyla şu formüllerle hesaplanır:

$$net_j = \sum_i (W_{ij} X_i) \quad (1)$$

$$o_k = f(net_k) \quad (2)$$

Burada doğrusal bir nöron aktivasyon fonksiyonu kullanılır. Her bir nöron için hata hesabı aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$\delta_k = (y_k - o_k) \quad (3)$$

Burada,  $\delta_k$ ,  $y_k$  ve  $o_k$  sırasıyla; k. nöron için hata, beklenen çıkış değeri ve hesaplanmış çıkış değerini ifade eder.

Gizli ve karar katmanlarının ağırlıklarının  $\eta$  (güncelleme hızı) ile güncellenmesi aşağıdaki formüllerle gerçekleştirilir:

$$W_{kj}^0(t+1) = W_{kj}^0(t) + \eta \delta_k^0 i_{kj} \quad (4)$$

$$W_{kj}^h(t+1) = W_{kj}^h(t) + \eta \delta_k^h x_{kj} \quad (5)$$

YSA ağırlıkları, belirlenen hataların minimize olması sonucunda sabitlenir ve sisteme çıkış üretir.



## Biyomedikal Sinyal İşleme 3

13 Ekim 2017 - 09.00-10.30 - Salon C

### III. SONUÇ

Çocuk ürologları tarafından değerlendirilen 967 pediatrik hasta verisi, geriye yayılım algoritması kullanılarak oluşturulan yapay sinir ağına tanıtılmıştır. YSA üç tabakadan oluşmuştur. Giriş katmanına öznitelikler girilmiştir. Gizli katman YSA'nın nöronları arasındaki matris formundaki ilişkileri içerir. Çıktı katmanı yedi ayrı gruptan birine karar verir.

Verilerin 773 adedi (%80) eğitim, 194 adedi (%20) test amacıyla kullanılmıştır. Bu veriler doğrultusunda oluşturulan yapay sinir ağı Derece 0'ı (%75,55), Derece 1'i (%92,10), Derece 2'yi (%96,55), Derece 3'ü (%96,15), Derece 4'ü (%100), Derece NonEMG'yi (%59,46) başarı ile tespit etmiştir. Genel başarımlar ortalaması %84,02 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

	Derece 0	Derece 1	Derece 2	Derece 3	Derece 4	Derece NonEMG
Derece 0	34	1	0	0	0	2
Derece 1	6	35	1	0	0	0
Derece 2	1	2	28	0	0	3
Derece 3	0	0	0	25	0	6
Derece 4	0	0	0	1	19	4
Derece N	4	0	0	0	0	22
%84,02	%75,55	%92,10	%96,55	%96,15	%100	%59,46

**Tablo 2** YSA ile sınıflandırılan verilerin adedi ve sınıflandırma doğruluğu

Bu defa EMG verisi olmadan sadece UF verileri yapay sinir ağına tanıtılmıştır. Verilerin 773 adedi (%80) eğitim, 194 adedi (%20) test amacıyla kullanılmıştır. Bu veriler doğrultusunda oluşturulan yapay sinir ağı Derece 0'ı (%40), Derece 1'i (%47,37), Derece 2'yi (%96,55), Derece 3'ü (%96,15), Derece 4'ü (%68,42), Derece NonEMG'yi (%29,73) başarı ile tespit etmiştir. Genel başarımlar ortalaması %58,25 olmaktadır (Tablo 3).

	Derece 0	Derece 1	Derece 2	Derece 3	Derece 4	Derece NonEMG
Derece 0	18	18	0	0	0	1
Derece 1	20	18	1	0	0	0
Derece 2	7	2	28	0	0	6
Derece 3	0	0	0	25	1	12
Derece 4	0	0	0	1	13	7
Derece N	0	0	0	0	5	11
%58,25	%40	%47,37	%96,55	%96,15	%68,42	%29,73

**Tablo 3** YSA'da öznitelik olarak EMG kullanılmadan sınıflandırılan verilerin adedi ve sınıflandırma doğruluğu

Alt üriner sistem disfonksiyonu (AÜSD), depolama ve işleme gibi alt üriner sistem fonksiyonlarında anormallikler ile karşımıza çıkan durumları ifade eder. Bu çalışmada 2005-2014 tarihleri arasında AÜSD nedeni ile takip ve tedavi edilen çocuk hastalara uygulanan 967 test grubu

oluşturulmuştur. Bu çocuklara uygulanan UF-EMG test sonuçları oluşturulan yazılım ile derecelendirilmiş ve ilk kez EMG katkısı ile oluşturulan bir sınıflandırma metodu geliştirilmiştir. EMG katkısının büyük oranda etkili olduğu görülmüştür. Üroflowmetre sinyallerinin EMG ile birlikte yapay sinir ağı ile sınıflandırılması bu alanda çalışan hekimlere yeni bir karar desteği olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

### KAYNAKÇA

- [1] Köprü, B., İrkılata, H., Kibar, Y., Alp, B., Gök, F. and Dayanç, M., "Alt Üriner Sistem İşleme Disfonksiyonu (AÜSD) Olan Çocuklarda Disfonksiyonel İşeme (Di)'nin Şiddetinin Değerlendirilmesinde Yeni Bir Derecelendirme (Grading) Sistemi" 12.Türk Çocuk Ürolojisi Kongresi, Kasım 2013, Antalya, s. 77.
- [2] Norgaard, J.P., Gool, J.D., Hjalmas., J.C., Djurhuus., J.C. "Standardization and Definitions in Lower Urinary Tract Dysfunction in Children", British Journal of Urology, Volume 81, Issue 3, 1998, Pages 1-16.
- [3] Köprü, B., İrkılata, H., Kibar, Y., Alp, B. and Gök, F., "Aşırı Aktif Mesane (AAM) Tanılı Çocuk Hastalarda Elektromyografili Üroflowmetri (UF-EMG) İle İşeme Fazının Değerlendirilmesi" 12.Türk Çocuk Ürolojisi Kongresi, Kasım 2013, Antalya, s. 112.
- [4] İrkılata, H., Kibar, Y., Alp, B., Topuz, B., Dayanç, M. and Gök, F., "Vezikoureteral Reflü Çocuklarda Alt Üriner Sistem Disfonksiyonu Alt Tiplerinin UF-EMG İle Değerlendirilmesi" 12.Türk Çocuk Ürolojisi Kongresi, Kasım 2013, Antalya, s. 109.
- [5] Ergin, G., Kibar, Y., Ebiloglu, T., Köprü, B., İrkılata, H. and Gök, F., "Alt Üriner Sistem Disfonksiyonlu Çocuklarda Biofeedback Tedavisinin Üroflow-EMG Parametreleri Üzerine Etkileri" 12.Türk Çocuk Ürolojisi Kongresi, Kasım 2013, Antalya, s. 111.
- [6] İrkılata, H., Örs, A.Ö., Kibar, Y. and Sakalioğlu, O., "Alt üriner Sistem İşlev Bozukluğu Olan Çocuklarda Üroflow-EMG Paternleri", Türk Üroloji Dergisi, Volume 33, Issue 3, Ağustos 2007, Pages. 334-338.
- [7] Drzewiecki, B.A. and Bauer, S.B., "Urodynamic Testing In Children: Indications, Technique, Interpretation And Significance", The Journal of Urology, Volume 186, Issue 4, October 2011, Pages 1190-1197.
- [8] Batavia, J.P., Combs, A.J., Hyun, G., Bayer, A., Medina-Kreppin, D., Schlüssel, R.N. and Glassberg, K.I., "Simplifying The Diagnosis Of 4 Common Voiding Conditions Using Uroflow/Electromyography, Electromyography Lag Time And Voiding History", The Journal of Urology, Volume 186, Issue 4, October 2011, Pages 1721-1727.
- [9] Yağmur, İ., "Normal İdrar Akım Eğrisi", Çocuk Cerrahisi Dergisi, Kasım 2016, Pages. 571-576.
- [10] Altunay, S., Telatar, Z., Erogul, O. and Aydur, E., "A new approach to urinary system dynamics problems: Evaluation and classification of uroflowmeter signals using artificial neural Networks", Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 3, Part 1, April 2009, Pages 4891-4895.
- [11] Freeman, J.A., and Skapura, D.M., Neural Networks Algorithms, Applications and Programming Techniques, Addison-Wesley Publishing, Houston, 1991.