

# *SÜREÇ DENETİMİNDE SİHİRLİ BİR KUTU: SİNİRSEL AĞLAR*

---

**Özet:** Bu makalede, sinirsel ağların süreç denetiminde ne şekilde kullanılabilceği incelenmiştir. Sinirsel ağların süreç denetiminde kullanımları temel olarak dört grupta toplanarak bunlar; gözetmenli denetim, evrik denetim, ileri kuruluş devirgenliğine dayalı denetim ve uyarlanan denetim başlıkları altında incelenmiştir.

---

## 1. GİRİŞ

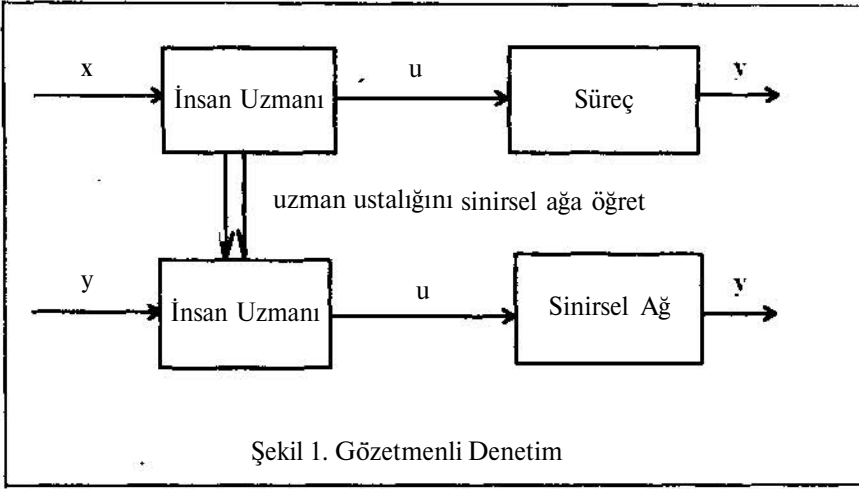
Bir büyüklük yada koşulun istenen değerde insan aracılığı olmadan tutulması olan süreç denetim 1775 yılında Watt'ın buhar makinasındaki düzenleyici ile başlamıştır. İnsanoğlunun daha iyiyi arayışı içinde klasik anlamda denetim dizgeleri yetersiz kalmaya başlamıştır. Artık denetleçlerin tekrarlanan işleri yapmaları yetmemektedir, uyarla-malı denetleçler değişen işletme koşullarına uyum sağlamakta yada belli bir miktarda değişen süreç parametrelerini uyarlamaktadırlar. Şu anda araştırmacılar otomobil kullanan denetleçlerin peşindedir, treylerli kamyonları park edebilen (bilgisayar benzetim olsa bile) denetleçler vardır. Buna benzer denetim istekleri karşısında denetim dünyası gözünü insanoğlunun yeni bir özelliğine dikmiştir: Öğrenme.

Bu özellik treyler park etme örneği ile açıklanabilir: Treyler park etme, aslında insanların bile deneyim kazanmak için çok çalışmalarını gerektiren bir olaydır. Burada önemli olan treyler istenen bir noktada ve boşaltma platformuna dik olarak park etmektedir. Sinirsel ağa treylerin konumu ve direksiyon açısı öğretildiğinde sinirsel ağ treyleri doğru bir şekilde hemen hemen bütün konumlarda park edebilmektedir.

Bu yazıda sinirsel ağların öğrenebilen denetim dizgelerinden olarak süreç denetiminde

---

N: Burçak Beşer



Şekil 1. Gözetmenli Denetim

nasıl bir rol oynamaya hazırlandıkları ve şu anda genel olarak kullanılma yapıları verilecektir.

## 2. NEDEN SİNİRSEL AĞLAR?

Sinirsel ağların giderek daha fazla ilgi çekmeleri öğrenen dizgelerin uyarlamalı dizgelerle karşılaştırılması ile açıklanabilir. Eğer bir denetleç her bir çalışma noktasını yepyeni bir durum olarak değerlendiriyorsa uyarlamalı denetleçtir. Eğer bir denetleç daha önceki deneyimlerini ve denetim hareketlerini ilişkilendirip bu ilişkileri daha sonra anımsayıp kullanabiliyorsa öğrenen dizgedir.

Uyarlanan denetleç az sayıda ki değişkeni ayarlarlar, bu ayarlamayı yaparken de sürecin o anda doğrusal bir yerel yapısı olduğunu kabul ederler. Etkili olmaları için uyarlanan denetleçler hızlı bir devingenliğe sahip olmalıdır. Bu hızlı devingenlik sayesinde sürecin değişen davranışlarına uygunluk gösterebilirler. Ama bazı süreçlerde

doğrusallaştırılmış devingenlik öylesine hızlı değişir ki uyarlanan dizge istenen değer ölçütüne hiçbir zaman ulaşamaz. Bu durum genellikle uyarlamalı denetlecin yapısının sürecin yapısına uymadığı zamanlarda görülür.

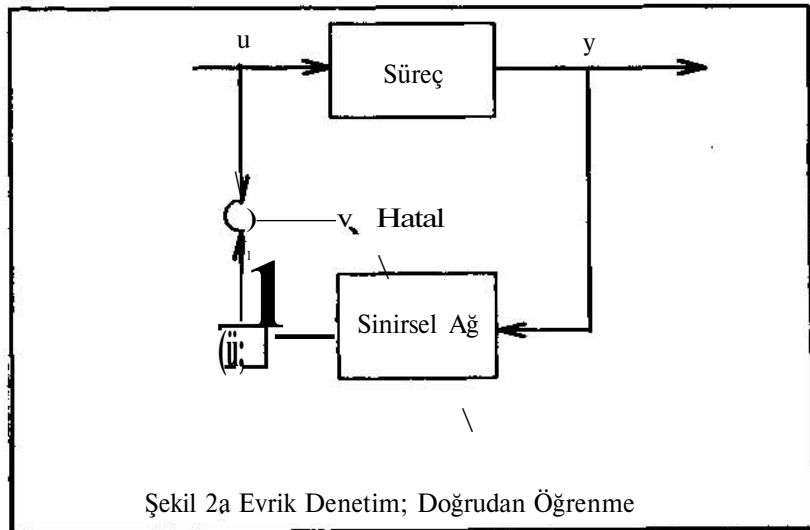
Öğrenebilen dizgeler büyük sayıda değişkeni bütün çalışma alanında sürecin yapısını özümsemek için ayarlarlar. Bu sayede her bir çalışma noktasında sürecin

devingenliğini öğrenen dizge ile aynı olur. Burada önemli olan nokta sürecin girdi çıktı devingenliğinin durağan yada yavaş değişen bir yapıda olmasıdır. Başarılı bir denetim için öğrenen dizgeler geçmiş bilgileri kapsamlı bir şekilde kullanıp süreç devingenliğini yavaş yavaş öğrenmelidir.

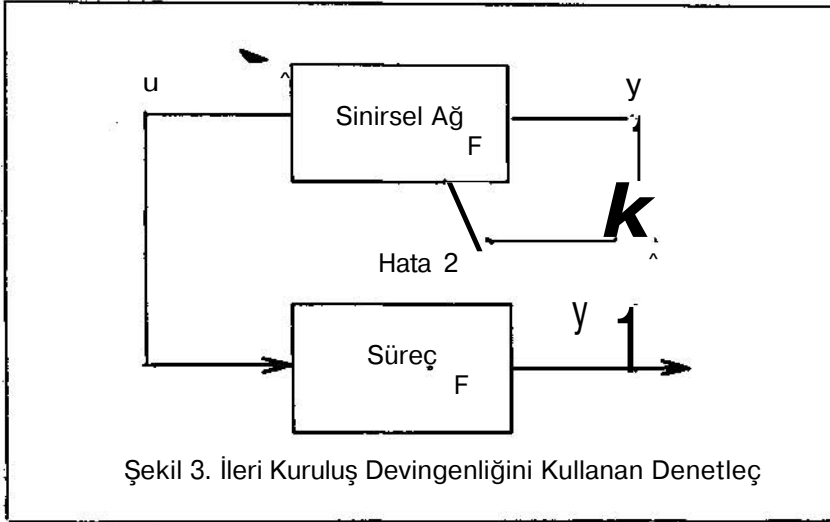
## 3. SİNİRSEL AĞLAR

Sinirsel ağlar beynin biyolojik yapısının taklid edilmesi ile ortaya çıkmışlardır. İnsan beyininin taklid edilmesini gerektiren birçok özellik vardır: Paralel bilgi işleme, öğrenme ve kendini düzenleme. Aynı doğal sinirsel ağların nöronlardan oluştuğu gibi sinirsel ağlarda doğrusal yada doğrusal olmayan nöron modellerinin birleşmesinden oluşur. Bu modellerin bir arada işletilmesi paralel bilgi işlemeyi sağlar; kendini düzenleme ve öğrenme ise beyinden alınan özelliklerdir.

Sinirsel ağlar istenen değer ile



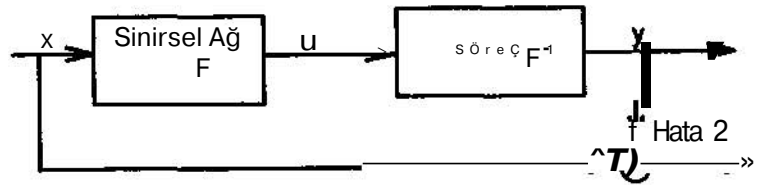
Şekil 2a Evrik Denetim; Doğrudan Öğrenme



Şekil 3. İleri Kuruluş Devingenliğini Kullanan Denetleç

çıktılarının farkını kullanarak bağlantı yapılarını değiştirirler. Bu değiştirme verilen bir girdi karşısında sinirsel ağın çıktısı ile bu girdi karşısında istenen değer arasındaki farkın (hatanın) sinirsel ağa geri yayılımı (beslenmesi) ile olur. Sinirsel ağlar süreç denetimde girdiler ile istenen çıktılardan meydana gelen bir eğitim kümesi verilerek sinirsel ağın bu girdi ve çıktı kümesi arasındaki ilişkiyi öğrenmesi ile gerçekleşir. Daha sonra verilen bir girdi öğretilen ilişkiye ait bir çıktı üretir.

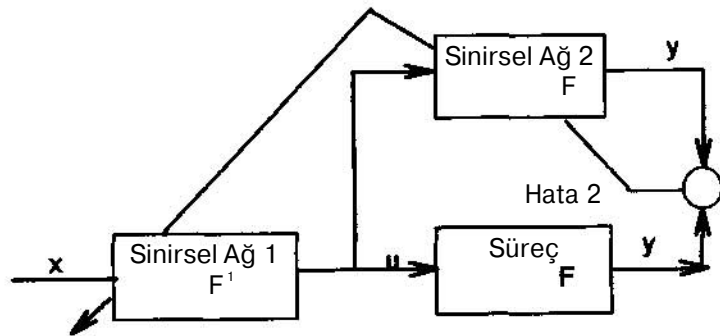
sinirsel ağlar sihirli bir kutu olmaktan öteye gidememişlerdir. Sinirsel ağların süreç denetiminde en çok kullanılan metodu olan hatanın geri yayılımı matematik olarak kanıtlanmamış bir yöntemdir. Yine de uygulamada yüzde doksan gibi büyük bir başarı yüzdesine sahiptirler.



Şekil 2.b Evrik Denetim

Bu özellikleri ile sinirsel ağlar süreç denetim mühendislerinin ilgisini çekmiştir. 1989 yılında Amerikan Denetleç konferansında sinirsel ağlarla ilgili beş bildiri varken bu sayı 1990 yılında 18'e yükselmiş ve bir sonraki yılda ise iki mislinden fazla artmıştır.

Bütün bu özelliklerine karşın



2.c Evrik Denetim; Doğrudan öğrenme

#### 4. SİNİRSEL AĞ KULLANAN DENETLEÇLER

Sinirsel ağların süreç denetiminde kullanılmaları temel olarak dört gruba ayrılabilir: Gözetmenli denetim, evrik denetim, ileri kuruluş devingenliğine dayalı denetim ve uyarlanan denetim.

##### 4.a. Gözetmenli Denetim

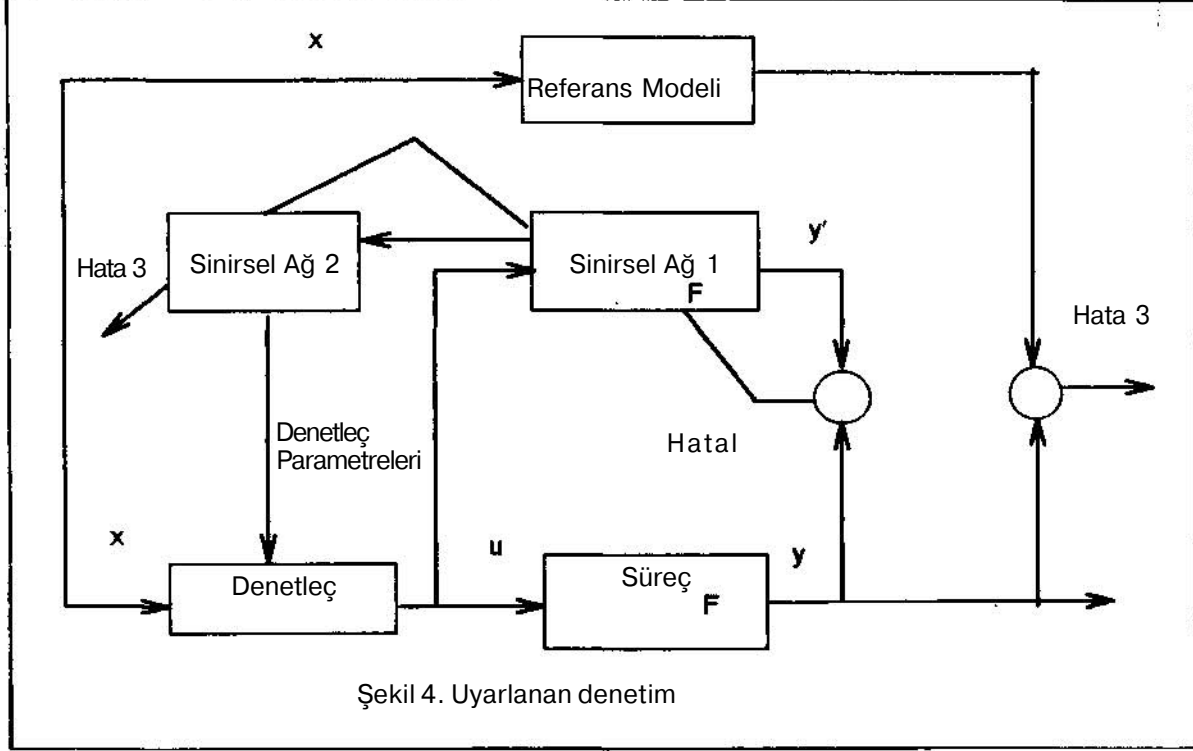
Gözetmenli denetimde sinirsel ağ girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkiyi daha önceden hazırlanmış olan eğitim kümesini çalışarak öğrenir. Bu sayede sinirsel ağ uzman gözetiminde yapılan denetimi eğitim kümesi olarak, alarak uzmanın ustalığına sahip olur (1,2) bu durum şekilde verilmiştir. Bu yöntemle bir robot kolu insan denetimi altında iken elde edilen denetimi sinirsel ağa öğretilir ve daha sonra insan yardımı olmadan robot kol aynı

denetim ilkeleri altında denetlenebilir.

#### 4.b. Evrik Denetim

istenen çıktıya eşit olmalıdır. Bu denetim şeklinde en büyük sorun öğrenme sırasında istenen çıktı (x) ile süreç çıktısı arasındaki

evrik süreci öğretmek yerine ikinci bir sinirsel ağ sürecin ileri kuruluş devingenliğini öğrenir. Birinci sinirsel ağ süreç (y) ile ileri



Şekil 4. Uyarlanan denetim

Evrik denetimde sinirsel ağ evrik süreçlerin girdileri (u ve u) kuruluş devingenliğini öğrenir, bu öğrenme doğrudan yada dolaylı olarak yapılabilir. Doğrudan öğrenmede sinirsel ağ öğrenilecek sürecin evrik devingenliğini sürecin giriş çıkış davranışından öğrenir (şekil 2.a.), öğrenme döneminde süreç bir başka denetleç tarafından kontrol edilir (3). Denetim ise sinirsel ağın doğrudan sürece bağlanması ile gerçekleşir (şekil 2.b.), sinirsel ağa istenen çıktı değeri (x) sinirsel ağ sürecin evrik devingenliğine sahip olduğundan sinirsel ağ çıktısı (u) sürece verildiğinde alınan süreç çıktısı (y)

hata (Hata 2) yerine evrik süreçlerin girdileri (u ve u) arasındaki hatanın (Hata 1) öğretimde kullanılmasıdır, bu sayede eğer süreç devingenliği değişirse yanlış hata eğitimde kullanılan girişten dolayı doğrudan öğrenme ve evrik öğrenme beraberce kullanılır) sinirsel ağ en kolay yolu seçer ve verilen istenen çıktıların hepsi için aynı süreç girdisini verir, bu değer Hata 1'i sıfır'a indirge- diğinde dahi gerçek hata (Hata 2) büyük değerlere ulaşabilir.

Dolaylı eğitim gerçek hatanın (Hata 2) eğitimde kullanılması ile gerçekleşir (3). Burada doğrudan

kuruluş devingenliğini kullanan sinirsel ağın çıktısı (y) arasındaki hatanın tersine yayılımı ile eğitilir. Bu yöntemde gerçek hata (Hata 2) eğitimde kullanıldığından doğrudan eğitimde karşılaşılan sorunlarla karşılaşmaz. Yine de evrik denetimin genel sorunu olan, istenen çıktının ilk adımda erişilmez olduğunda, denetimin yanlış ve tahmin edilmez olması sorunu vardır (4).

#### 4.c. İleri Kuruluş Devingenliğine Dayalı Denetim

İleri kuruluş devingenliğine daya-

lı denetim; dolaylı eğitimi kullanan evrik denetimde ve birinci sinirsel ağın kaldırılması ve süreç girdisinin (u) gerçek hatanın (Hata 2) tersine yayılımı ile hesaplanmasındadır (4,5,). Burada yukarıda belirtilen sorun tersine yayılımda sürecin daha sonraki çıktılarının hesaplanması ile giderilmiştir (7).

#### 4.d. Uyarlanan Denetim

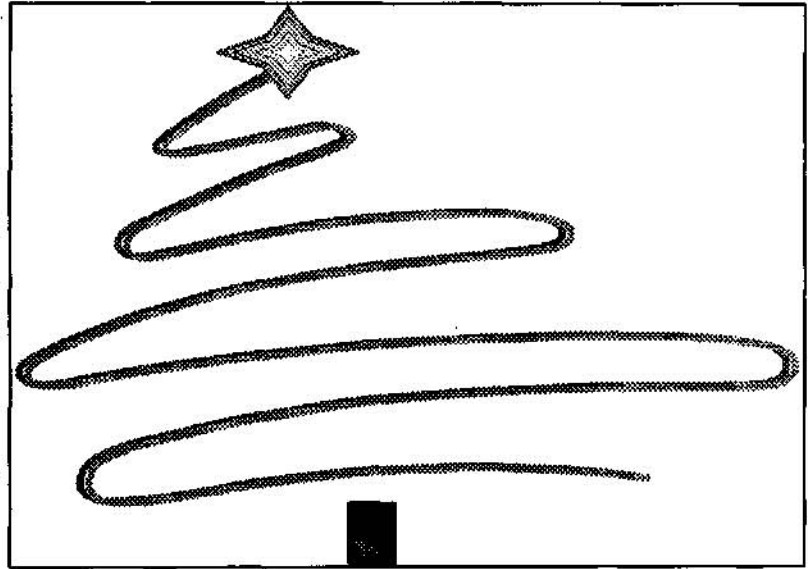
Uyarlanan denetimde sinirsel ağ klasik denetleçlerin parametrelerinin ayarlanmasında kullanılır (8). Bu yöntemde sinirsel ağ sistem devingenliğini tanımlamada ve sürecin ileri çıktılarının hesaplanmasında kullanılır. İkinci bir sinirsel ağ ise bu çıktıları azaltmak için klasik denetleç parametrelerini ayarlar. Bu sinirsel ağ ise verilen bir referans modeli ile süreç arasındaki hatayı (Hata 3) kullanarak eğitilir.

#### 5. SONUÇ

Günümüzün daima artan denetim istekleri karşısında uyarlamalı denetim dizgeleri yüksek çözünürlüklü doğrusal modeller üretmekte yavaş kalmaya başlamıştır. Doğanın doğrusal olmayan yapısında uyarlamalı denetim dizgelerinin sabit yapıların değişkenlerini ayarlayarak istenen hassasiyeti sağlayamamasından doğan bu yavaşlık denetim mühendislerini yeni ve sabit bir yapı gerektirmeyen denetleçler aramaya sevk etmiştir. Sinirsel ağlar sabit yapıya gerek duymamaları ve öğrenme özellikleri ile aday

olmuşlardır.

Sinirsel denetim dizgeleri doğrusal olmayan denetim alanında bazı olumlu sonuçlar elde etmişlerse de daha çok yeni olan bu alanda birçok çalışmanın gerektiği açıktır. Sinirsel denetim sistemlerinin denetimde büyük bir rol oynayacağını söyleyebiliriz.



#### KAYNAKLAR

- (1) E. Tulunay, N.B. Beşer, S. İkedo, Expert knowledge-base constructor for fuzz linguistic controller based on neural networks, Internal Report, November 1989.
- (2) H.Asada, S.Liu, Transfer of human skills to neural net robot controllers, Proc. R&A, S2442-2448, 1991.
- (3) D. Psaltis, A. Sideris, A. A. amamura, A multilayered

neural network controller, IEEE Control System Magazine, s17-20, 1988

(4) N.B. Beşer, E. Tulunay, Neurocontrol using forward plant dynamics, ISCIS V, 1989

(5) N.B. Beşer, Neurocontroller for process control using forward plant

dynamics, Masters Thesis, Februar 1991.

(6) D.A. Hoskins, J.N. Nwang, J. Vagners, Iterative inversion of neural networks and application to adaptive control, IEEE Transactions on Neural Networks, Vol.3, No:2, March 1992.

(7) N.Narendra, K. Parthasarathy, Identification and control of dynamical systems using neural networks, IEEE Transactions on neural networks Vol.1 No:1,s4-27, 1990.