

Çeşitli T-Norm Operatörleri ile Sinirsel-Bulanık Çıkarım Sistemi

Salih Berkan AYDEMİR

Yusuf OYSAL

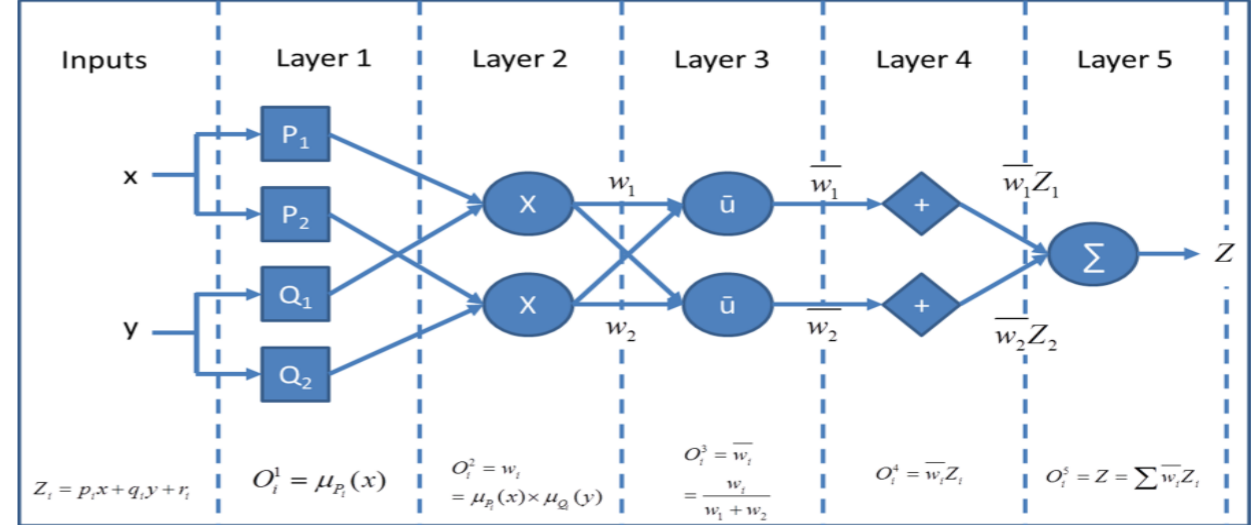
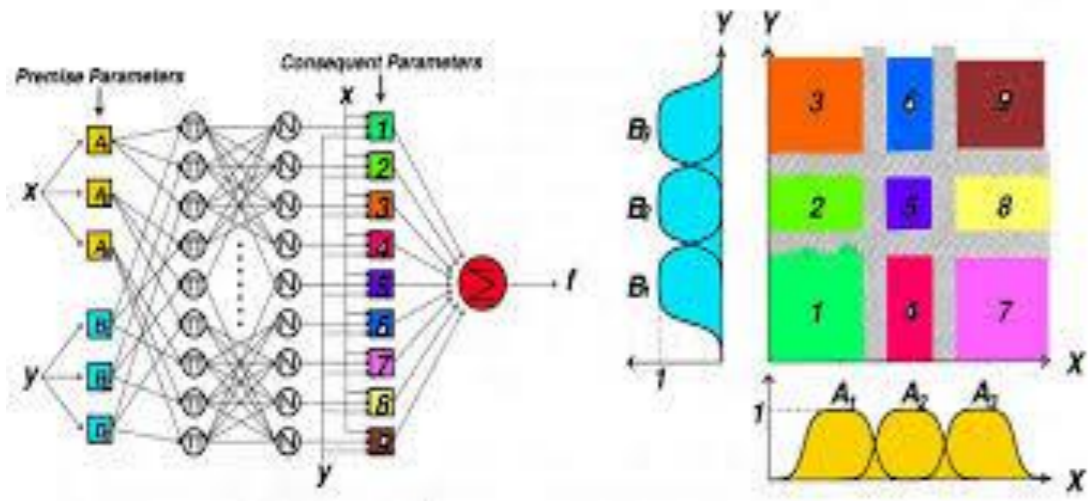
Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tepebaşı Eskişehir, TÜRKİYE

1.Özet

Bu çalışmada, Sinirsel-Bulanık Çıkarım Sistemi üzerinde, alışlagelmiş T-norm operatörlerinin dışında, sistem; birçok T-norm ile test edilmiş ve sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. T-norm operatörü olarak diğer birçok operatörü kapsayan **Parametrik Hamacher** kullanılmıştır.

2. Sinirsel-Bulanık Çıkarım Sistemi Neyi İfade Eder?

Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi, bulanık mantığın karar verme mekanizması ile sinir ağlarının öğrenme mekanizmasını birleştirmektedir [1].



3. T- norm operatörleri

Her $x, y, z \in [0,1]$ için aşağıdaki koşulları sağlayan $T:[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ fonksiyonuna, üçgensel norm ya da kısaca t-norm denir [2].

(T-1) $T(x, y) = T(y, x)$ (simetri özelliği)

(T-2) $T(x, T(y, z)) = T(T(x, y), z)$ (birleşmelilik)

(T-3) $y \leq z$ iken $T(x, y) \leq T(x, z)$ (monotonluk)

(T-4) $T(x, 1) = x$ ve $T(0,0) = 0$ (sınır koşulu)

4. T- normun Sinirsel Bulanık Ağa Uygulanması ve Parametrelerin Eğitimi

Sinirsel bulanık çıkarım sisteminde değiştirilen katman ve yerine kullanılan T-Norm operatörü aşağıdaki gibidir.

Parametrik-Hamacher

$$\frac{\chi^n(A_n)}{\lambda^{n-1} + \sum_{j=1}^{n-1} \lambda^{n-j-1} (1-\lambda)^j \chi^j(A_n) - \sum_{i=1}^{n-1} (1-\lambda)^i \chi^n(A_n)}$$

Çalışmada, parametreleri optimize etmek için gradyan tabanlı BFGS algoritması [3] kullanılmıştır. Nihayetinde, parametreler amaç fonksiyonunun her bir parametreye olan türevi alınarak güncellenmiştir. Ayrıca burada önemli olan diğer bir nokta ise T-norm içerisinde bulunan Lambda değeri de eğitime dahil edilmiştir..

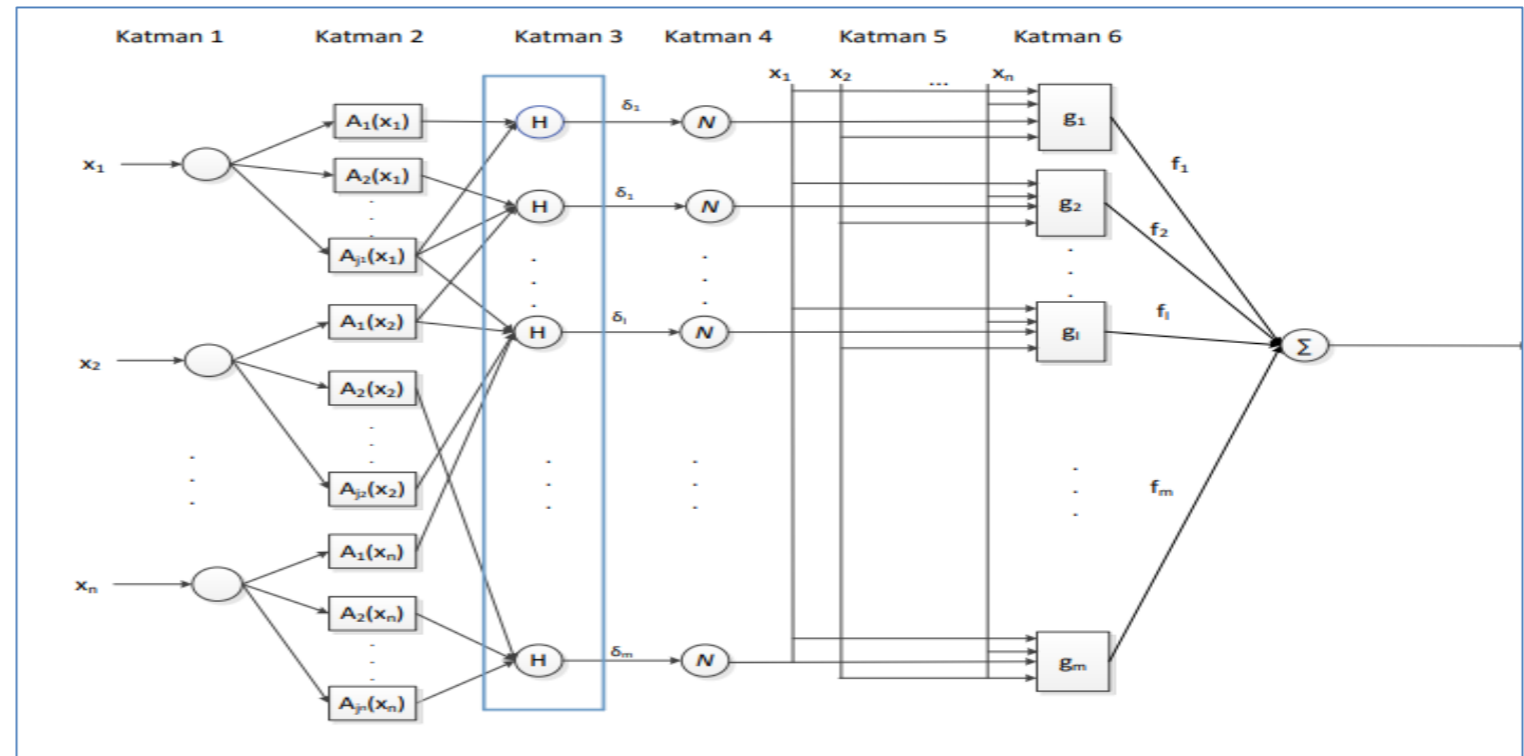
5. Deney Sonuçları

Mackey Glass veri Seti için sonuçlar

λ değerleri	HKOK-Eğitim	HKOK-Test
$\lambda = 1$ (çarpım)	0,00224	0,00225
$\lambda = 0$ (Klasik Hamacher)	0,00264	0,00256
$\lambda = 2$ (Einstein)	0,00221	0,00213
$\lambda = 0,0153$	0,00174	0,00168

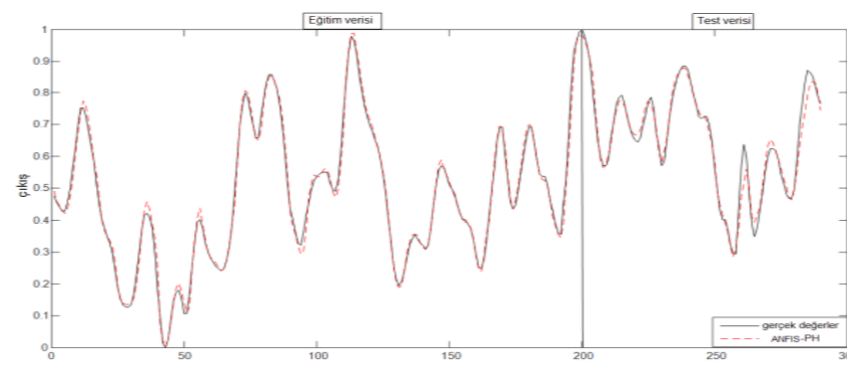
Box-Jenkins veri Seti için sonuçlar

λ değerleri	HKOK-Eğitim	HKOK-Test
$\lambda = 1$ (çarpım)	0,0238	0,0315
$\lambda = 0$ (Klasik Hamacher)	0,0234	0,0309
$\lambda = 2$ (Einstein)	0,0238	0,0313
$\lambda = 0,035$	0,0231	0,0299

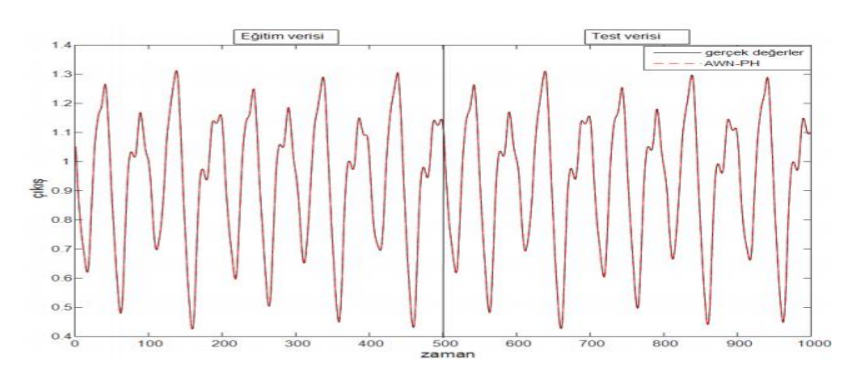


6. Sonuçların Grafik Üzerinde Gösterimleri

Box-Jenkins Tahmini ve Gerçek Değerleri



Mackey Glass Tahmini ve Gerçek Değerleri



7. KAYNAKÇA

[1] Jang, J-SR. "ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system." *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics* 23.3 (1993): 665-685.

[2] Gupta, M. M., & Qi, J. (1991). Theory of T-norms and fuzzy inference methods. *Fuzzy sets and systems*, 40(3), 431-450

[3] Gill, P. E., Murray, W., & Wright, M. H. (1981). *Practical optimization*