

# AKILLI SİSTEM TASARIMI İÇİN YUMUŞAK HESAPLAMA ÇATISI

**Mehmet KARAKÖSE**

**Erhan AKIN**

Fırat Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, 23119, Elazığ  
mkarakose@firat.edu.tr

eakin@firat.edu.tr

*Anahtar kelimeler: Yumuşak hesaplama, Akıllı sistem, Tasarım, Simülasyon, Optimizasyon*

## ÖZET

*Son on yılı aşkın bir zamanda birçok metodolojinin birleşimi olan yumuşak hesaplama önemli bir araştırma alanı olmuştur. Yumuşak hesaplama kavramı akıllı sistemlerin temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmada akıllı sistem teknikleri oluşturmak için yeni bir yumuşak hesaplama çatısı önerilmektedir. Verilen yapı akıllı bir sistem oluşturmada tasarım, bilgisayar benzetimi ve optimizasyon işlevleri için yumuşak hesaplamanın bileşenlerini kullanmaktadır. Bir sistemi modelleme, analiz, kestirme, değerlendirme ve optimizasyon gibi bütün yönleriyle ele alan yöntem yumuşak hesaplamanın gücüyle sağlam bir özelliğe sahiptir. Özellikle mühendislik problemleri üzerine verilen uygulamalar önerilen yapının etkinliğini ortaya koymaktadır.*

## 1. GİRİŞ

Gerçek dünya problemlerinin değişik alanlarında kullanılan bütün yapay zeka sistemleri, şimdiye kadar bilgisayarlarla geleneksel hesaplama teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ancak son zamanlarda geleneksel hesaplama tekniklerinin etkinlik, belirsizlik ve öğrenme gibi birçok sınırlamalarını ortadan kaldıran yeni “akıllı yöntemler” kullanılmaktadır. Hesaplama teknikleri olarak kullanılan Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları, Olasılıksal Hesaplama ve Genetik Algoritmalar gibi akıllı yöntemlerin birleşimi “Yumuşak Hesaplama” veya “Esnek Hesaplama” olarak adlandırılmaktadır. Hesaplama temelli akıllı sistemler oluşturmak için yeni bir yaklaşım olan yumuşak hesaplama, insan bilgi ve tecrübesi ile mantık işleyişini etkin olarak birleştirerek matematiksel modellenmesi zor olan sistemlerde daha iyi performans için değişen ortam koşullarına uyum göstermeyi hedefler. Geleneksel hesaplama ile farklı olarak yumuşak hesaplama ile insanın muhakeme, sezgi ve düşüncelerinin gerçekleştirilebilme üstünlüğü kullanılmaya çalışılmaktadır. Bunun için yumuşak hesaplamanın amacı insanın karar verme modelini kullanarak başarılı, basit, gerçekleştirilebilir ve düşük maliyetli çözümlerle belirsizlikleri ortadan kaldırmaktır [1].

Bir sistemin akıllı bir sistem olarak kabul edilmesi için aşağıdaki karakteristik ve yeteneklerin bir veya birkaçına sahip olması gerekir.

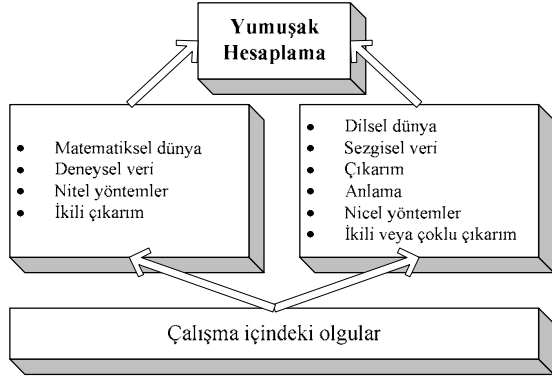
- Sezgisel algı
- Örüntü tanıma
- Öğrenme ve bilgi toplama
- Eksik bilgidен çıkarım yapma
- Nitel veya yaklaşık bilgidен çıkarım yapma
- Bilinmeyen durumlarla ilgilenme yeteneği
- Yeni durumlara uyarlanabilirlik
- Tümevarımsal akıl yürütme
- Ortak algı
- Duyguların gösterimi
- Yeni olaylar oluşturabilme

Yukarıdaki özelliklerin ilk beş kısmında önemli ilerlemeler yapılmış ve yapılmaktadır. Akıllı makinelerin bütün bu kabiliyetlere özellikle de son üç yeteneğe sahip olması kolay değildir [2-3].

Yumuşak hesaplama akıllı ve bilgi tabanlı sistemlerin önemli bir dalını oluşturmaktadır. Yumuşak hesaplamanın temel özellikleri şunlardır.

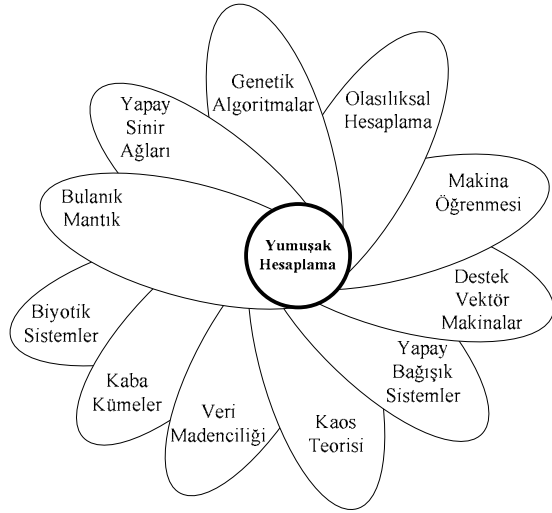
- Akıllı sistemlerin analiz ve tasarımına yöneliktir.
- Belirsizlik ve eksikliğin olduğu bir ortamda karar verebilmek için insan yeteneğinin kullanılabilmesini amaçlar.
- Yumuşak hesaplamanın bileşenleri tamamlayıcıdır. Son on yılın üzerinde kazanılan deneysel tecrübeler bu bileşenlerin birleştirilerek kullanılmasının daha etkili olabildiğini göstermiştir.
- Yumuşak hesaplama insanın doğal zekası taklit edilerek oluşturulacak yeni tekniklerin eklenmesine açık bir çatıdır.

Yumuşak hesaplamanın özel bir yönü şekil 1’de görüldüğü gibi matematiksel çalışma ile dilsel güç arasında bir önemli kullanıcı arabirimi olarak yer almaktadır.



Şekil 1. Bir arabirim olarak yumuşak hesaplama

Bulanık hesaplama, sinirsel hesaplama, evrimsel hesaplama ve olasılıksal hesaplamaların çekirdek bileşenlerini oluşturduğu yumuşak hesaplamaların günümüzdeki bileşenleri şekil 2 ile verilebilir. Burada vurgulanması gereken bir nokta yumuşak hesaplama kavramının her zaman gelişmeye açık bir kavram olduğudur.



Şekil 2. Yumuşak hesaplamanın bileşenleri

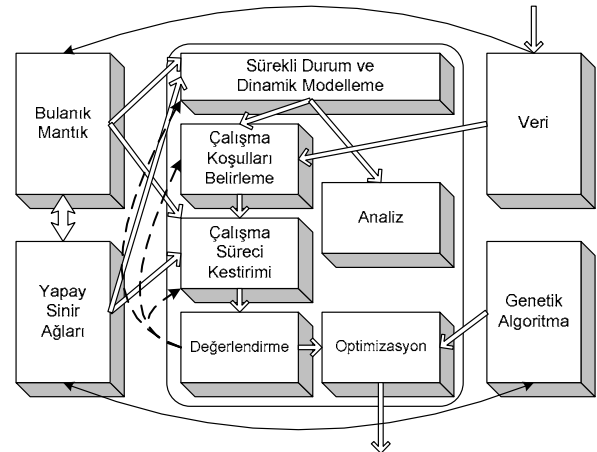
Yumuşak hesaplama teknikleri kullanılarak akıllı sistemlerin oluşturulmasına yönelik literatürde birçok çalışma bulunmaktadır [4-9]. Tan [4] dinamik bir model tanımı için yumuşak hesaplama uygulaması geliştirmiştir. Scott [5] akıllı bir sistem tasarımı için insan merkezli bir yaklaşım sunarak destek sistemleri göstermiştir. Diğer bir çalışmada Zha [7] akıllı bir insan-makina sistem tasarımı için yumuşak hesaplama çatısı sunmuştur. Bu çalışmada çalışma koşulları için bulanık mantık, iş tasarımı ve optimizasyon için yapay sinir ağları kullanılmıştır. Juuso [8] ise akıllı ve uyarlamalı bir sistem yapısı önermiştir.

Bu çalışmada literatürde önerilen akıllı sistemlerin eksikliklerini tamamlayan yeni bir yapı verilmektedir. Yumuşak hesaplamaların çekirdek bileşenlerinden bulanık mantık, yapay sinir ağları ve genetik algoritmaları kullanan çatı akıllı sistem tasarımı, simülasyonu ve optimizasyonu bir araya getirmektedir.

## 2. ÖNERİLEN YUMUŞAK HESAPLAMA ÇATISI

Bilindiği gibi her akıllı sistem öğrenme ve karar verme gibi belirli hesaplama özelliklerine sahiptir. Örneğin bulanık mantık sistemler kural tabanlı olması ve insan tecrübesine dayanması ile modelleme ve tasarım için uygun bir tekniktir. Diğer taraftan yapay sinir ağları öğrenme kabiliyeti ile bir sistemin matematiksel ilişkisini kurmak için çok avantajlıdır. Optimizasyon problemlerinde ise genetik algoritma çok etkili bir yumuşak hesaplama tekniğidir.

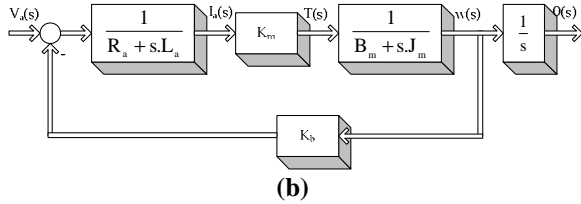
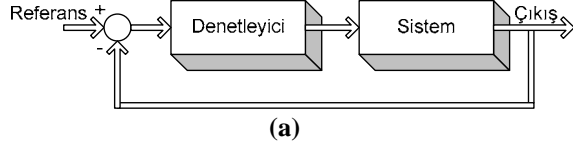
Özellikle dinamik özelliği fazla olması nedeniyle mühendislik problemlerinin çözümünde gerekli akıllı sistemlerin tasarım ve optimizasyonu için yumuşak hesaplamaların bileşenleri kullanılarak elde edilen yapı şekil 3 ile verilmiştir. Önerilen yapı giriş olarak bir veri kümesi olarak akıllı bir sistem yapısı oluşturmaktadır. Görüldüğü gibi önerilen yumuşak hesaplamalı çatıda sistem için ilk olarak sürekli durum ve dinamik modelleme yapılır. Modelleme için bulanık mantık ve yapay sinir ağları çok uygun yumuşak hesaplama bileşenleridir. İkinci adımda elde edilen veri ve önceki adımda oluşturulan model kullanılarak çalışma koşulları belirlenir. Çalışma koşulları tamamen sisteme bağlı olarak değişeceğinden bu ancak daha önce elde edilen veri ile belirlenebilmektedir. Sonraki adım çalışma sürecini tahmin etmektir. Bu adım için de yine etkin olarak bulanık mantık ve yapay sinir ağları kullanılabilir. Bu aşama aynı zamanda sistemde gerekli kontrol işlevlerine sahip olmalıdır. Dolayısıyla önerilen yapının en karmaşık aşaması sisteme göre bu tahmin işlemi olabilmektedir. Bu aşamadan sonra elde edilen sistem farklı kriterlere ve sistem amaçlarına göre değerlendirilir. Değerlendirme sonucuna göre daha önceki adımların birinde veya birkaçında bazı değişiklikler yapılarak bir değerlendirme döngüsü oluşturulur. Amaca uygun değerlendirme elde edildiğinde kalan son aşama ise optimizasyondur. Bu durumda en etkili teknik genetik algoritmaların kullanımıdır.



Şekil 3. Akıllı sistem geliştirmek için önerilen yumuşak hesaplama çatısı

### 3. UYGULAMA ÖRNEĞİ

Önerilen yumuşak hesaplama tabanlı akıllı sistem yapısının performansını ortaya koymak için basit bir kontrol uygulaması seçilmiştir. Şekil 4(a) kullanılan kapalı döngülü kontrol sistemini ve şekil 4(b) ise sistem olarak seçilen dc motorun blok diyagramını göstermektedir. Sistemin transfer fonksiyonu denklem (1) ile verilmiştir.



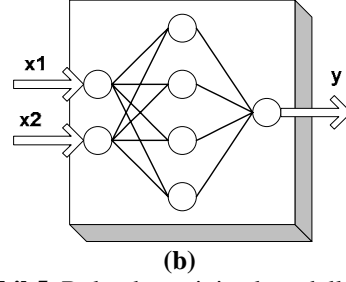
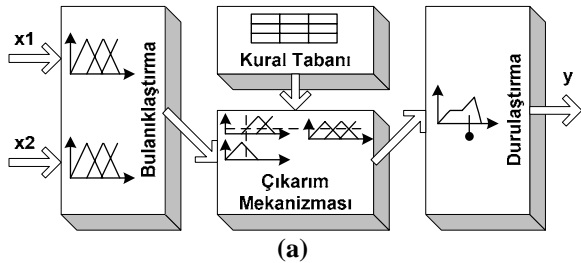
Şekil 4. Denetimli sistem yapısı

$$G(s) = \frac{\theta(s)}{V_a(s)}$$

$$= \frac{K_m}{s[(R_a + s.L_a)(B_m + s.J_m) + K_m.K_b]} \quad (1)$$

$$= \frac{2.2}{s(8.96 \times 10^{-6}.s^2 + 7.27 \times 10^{-3}.s + 0.945)}$$

Önerilen yumuşak hesaplama yapısındaki ilk aşama sürekli durum ve dinamik modellemedir. Seçilen uygulama için model denklem (1) ile verilebileceği gibi sistemin modeli bulanık mantık veya yapay sinir ağları ile şekil 5'de verildiği gibi oluşturulabilir. Görüldüğü gibi oluşturulan modelin iki girişi bulunmaktadır. Modelleme işlemi sistemin bütünü için yapılacağı gibi belirli bir bölümü için de yapılabilir. Örneğin sadece dc motor için düşünüldüğünde motoru sürmek için gerekli gerilim değeri ile motoru yükleme girişleri modelleme için seçilebilir.



Şekil 5. Bulanık ve sinirsel modelleme

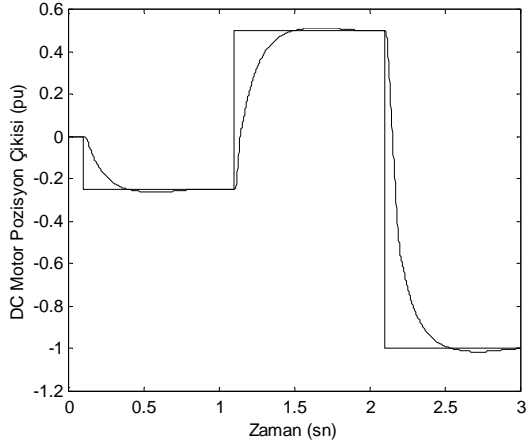
Çalışma koşullarını belirlemek için bazı veriler kullanılabilir gibi uzman deneyimlerinden de yararlanılabilir. Seçilen örnek için çalışma koşullarını dc motorun bazı parametreleri ile kullanılan denetleyicinin parametreleri oluşturabilir. Örneğin sistemde eğer pozisyon kontrolü yapılacaksa kullanılacak pozisyon ölçüm değerleri, motorun direnci birer çalışma kriteridir. Ayrıca denetleme için eğer geleneksel PI denetleyici kullanılacaksa oransal ve integral katsayıları, bulanık denetleyici kullanılacaksa uyarlanabilirliğin sağlanması için gerekli parametre değerlerinin güncellenmesi gereklidir. Bu değerler sistemin çalışma koşulları üzerinde son derece etkindir.

Çalışma sürecinde sistemde kullanılan denetleyici ve dc motor gibi bütün bileşenlerin ve yapılarının seçilerek uygulanabilirliği sağlanır. Seçilen sistemde denetleyici olarak bulanık denetleyici, dc motor için de parametre hassasiyetini ortadan kaldırmak ve uyarlanabilirliği sağlamak için yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Şekil 5(b) ile verildiği gibi iki girişli, bir çıkışlı ve bir ara katmanlı olan yapay sinir ağı modeli dc motorun farklı çalışma bölgeleri için eğitilmiştir.

Değerlendirme aşamasında bu uygulama için kriter referans değeri ile dc motor modelinin çıkışı olan pozisyon değeri arasındaki farktır. Bu fark istenilen bir değere gelinceye kadar sistemin modeli, çalışma parametreleri ve çalışma süreci içerisindeki etkili olabilecek ifadeler yeniden değerlendirilir.

Son aşamada ise kullanılan bulanık mantık ve yapay sinir ağı modelleri maliyet ve performans bakımından uygun bir seviyeye göre genetik algoritmalarla optimize edilir. Bulanık denetleyicinin kural tabanı veya üyelik fonksiyonları optimize edilirken yapay sinir ağlarının sinir hücresi sayısı, aktivasyon fonksiyonu gibi parametreleri minimum seviyeye çekilir.

Şekil 6 dc motorun pozisyon kontrolü için önerilen yumuşak hesaplama tabanlı akıllı sistem yapısı ile elde edilen simülasyon sonucunu göstermektedir. Simülasyonlar için MATLAB/Simulink kullanılmış ve çözüm adımı 200 µs olarak seçilmiştir.



**Şekil 6.** Önerilen yapı ile elde edilen akıllı sistemin davranışı

#### 4. SONUÇLAR

Yumuşak hesaplamanın günümüzdeki yeri şüphesiz göz ardı edilemez. Hemen her alanda uygulaması olan bu teknikler bütününe avantajı özellikle akıllı sistemler oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada da akıllı bir sistem geliştirilmesi için tasarım, simülasyon ve optimizasyon gibi aşamalar yumuşak hesaplama ile birleştirilerek yeni bir yapı oluşturulmuştur. Önerilen yaklaşım insan tecrübesine, öğrenme yeteneğine ve güçlü bir optimizasyon algoritmasına sahip olduğu için çalışma koşullarına ait herhangi bir ihmali içermemektedir. Uygulama sonuçları önerilen yapının etkinliğini göstermektedir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Karray F.O., De Silva C., *Soft Computing and Intelligent Systems Design: Theory, Tools and Applications*, Pearson Addison Wesley, England, 2004.
- [2] Jang J.S. R., Sun C.T., Mizutani E., *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*, Prentice Hall, 1997.
- [3] Fortuna L., Rizzotto G., Lavorgna M., Nunnari G., Xibilia M.G., Caponetto R., *Soft Computing New Trends and Applications*, Springer-Verlag, 2001.
- [4] Tan L.P., Lotfi A., Lai E., Hull J.B., *Soft Computing Applications in Dynamic Model Identification of Polymer Extrusion Process*, ELSEVIER, APPLIED SOFT COMPUTING, vol. 4, pp. 345-355, 2004.
- [5] Scott R., Roth E.M., Deutsch S.E., Malchiodi E., Kazmierczak T.E., Eggleston R.G., Kuper S.R., Whitaker R.D., *Work-Centered Support Systems: A Human-Centered Approach To Intelligent System Design*, IEEE INTELLIGENT SYSTEMS, vol. 20, issue 2, pp. 73-81, 2005.

- [6] Ferreira T.A.E., Vasconcelos G.C., Adeodato P.J.L., *A Hybrid Intelligent System Approach For Improving The Prediction Of Real World Time Series*, CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, CEC2004, vol. 1, pp. 736-743, 2004
- [7] Zha X.F., *Soft Computing Framework for Intelligent Human-Machine System Design, Simulation and Optimization*, SPRINGER-VERLAG, SOFT COMPUTING, vol. 7, pp. 184-198, 2003.
- [8] Juuso E.K., *Integration of Intelligent Systems in Development of Smart Adaptive Systems*, ELSEVIER, INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING, vol. 35, pp. 307-337, 2004.
- [9] Zadeh L.A., *The Role of Soft Computing and Fuzzy Logic in the Conception, Design, Development of Intelligent Systems*, Plenary Speaker, PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFT COMPUTING INDUSTRY, Muroran, Japan, 1996.