

# Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi

Aysun EĞRİSÖĞÜT TIRYAKI, Recep KAZAN

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

İnsan beyninin çalışma sisteminin benzetimi çalışmaları sonucunda ortaya çıkan ve yapay zekanın alt dallarından biri olan Bulanık Mantık (BM), bulanık küme teorisine dayanan matematiksel bir sistemdir. Bulanık mantık kullanılan kontrol sistemlerinin temelinde mantıksal ifadeler ve bunlar arasındaki ilişkiler kullanılmaktadır. Bulanık mantık, sistemin matematiksel modeline ihtiyaç duymadan, dilsel değişkenlerin kullanılmasıyla kontrol işlemini gerçekleştirebilmektedir. Bu çalışmada da günlük hayatımızda oldukça sık kullanılan bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık mantık, bulaşık makinesi.

## ABSTRACT

Fuzzy logic is a branch of artificial intelligence and product of simulation works on human brain. It is a mathematical system which is based on fuzzy set theory. Control system that is used fuzzy logic is based on the logical expressions and the connections between the mentioned expressions. Fuzzy logic doesn't need the mathematical model of the system and it can control by using the logical expressions. In this study, the dishwasher which is frequently used in daily life is modelled and simulated by using fuzzy logic.

**Keywords:** Fuzzy logic, dishwasher

## GİRİŞ

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) doğrusal olmayan, karmaşık, modellenmesi güç ve bilgilerin niteliklerinin belirsiz veya kesin olmadığı durumlarda proseslerin kontrolünde oldukça başarılı bir metottür. İnsan mantığında olduğu gibi çok uzun-uzun-orta-kısa-çok kısa vb. gibi ara değerlere göre çalışmaktadır.

Bulanık mantık kavramı ile ilgili ilk ciddi adım 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından yayınlanan bir makalede bulanık mantık veya bulanık küme kuramı adı altında ortaya konulmuştur. Zadeh bulanık mantığın genel özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir [1,2];

- Bulanık mantık, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanır.
- Bulanık mantıkta bilgi dilsel ifadeler (büyük, küçük, çok az vb.) şeklindedir.
- Bulanık mantıkta her şey  $[0,1]$  aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık çıkarım işlemi, dilsel ifadelerin birbirleri arasında tanımlanan kurallar ile gerçekleştirilir.

- Mantıksal olan tüm sistemler bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık, matematiksel modelin elde edilmesi çok zor olan sistemler için oldukça uygundur.

Bulanık mantık ile kontrol konusundaki ilk uygulama 1974'de Mamdani [3] tarafından buhar makinesinin kontrolü ile gerçekleştirilmiştir. Mamdani, Zadeh'in dilbilimsel kural yaklaşımının bilgisayar tarafından kolaylıkla işlenen bir formda sağlandığını göstermiştir.

Bulanık mantık ile kontrol endüstriyel bir prosese ilk kez Danimarka'da bir çimento fırınının kontrolü ile 1982'de uygulanmıştır[4]. Japon araştırmacıların yeni teknolojiler üzerine olan yaklaşımları sayesinde bulanık mantık çok hızlı bir şekilde gelişme göstermiştir.

Bugün bulanık mantık, elektronik kontrol sistemleri, otomotiv endüstrisi fren sistemleri, proses planlama ve ev elektroniği gibi birçok alanda uygulama alanı bulmuştur. Her gün kullandığımız ev aletlerine bulanık mantığın uygulanması ile birlikte önemli ölçüde enerji ve zaman tasarrufu sağlanmıştır.

Bu çalışmada ev hayatında oldukça yoğun kullanılan bulaşık makinesi için bulanık mantık model kurulmuştur. Bu model, bulaşık makinesindeki bulaşıkların durumlarına göre yıkama parametrelerini verilen mantıksal kurallar sayesinde belirleyebilmektedir.

## BULANIK MANTIK

Klasik mantıkta sınıflandırmalar kesindir, yani bir eleman bir kümenin ya elemanıdır veya değildir, kısmi üyelik olamaz. Kısaca, klasik kümelerde 0 ve 1 mantığı vardır. Diğer taraftan bulanık mantık, aristo mantığından farklı olarak insan mantığını taklit ederek belirsiz ve yaklaşık durumlarda işlem yapabilme yeteneğine sahiptir. Bulanık mantıkta bir eleman birden fazla kümenin elemanı olabilir.

Bir  $u$  elemanın  $A$  kümesi ile ilişkisi için klasik mantıktaki karakteristik fonksiyon:

$\mu_A(u) = 1$ , ise  $u$   $A$  kümesinin elemanıdır ve  $\mu_A(u) = 0$ , ise  $u$   $A$  kümesinin elemanı değildir, yani bir nesne bir gruba ya aittir, ya da değildir [5].

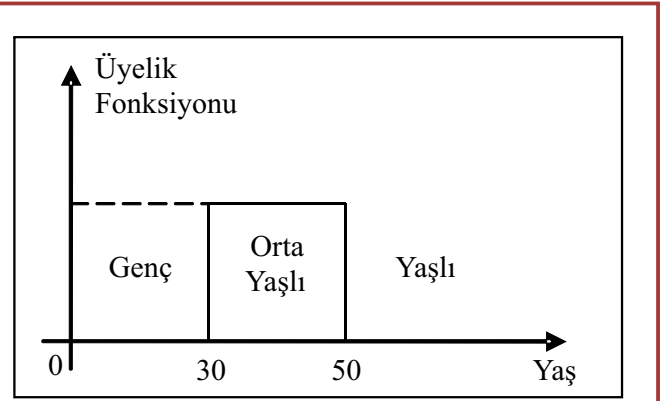
Bulanık kümelerde bir nesne bir grubun kısmi olarak üyesi olabilir. Üyelik derecesi, üyelik fonksiyonu olarak adlandırılan geliştirilmiş bir karakteristik fonksiyon sayesinde tanımlanır:

$$\mu_A(u): U \rightarrow [0,1]$$

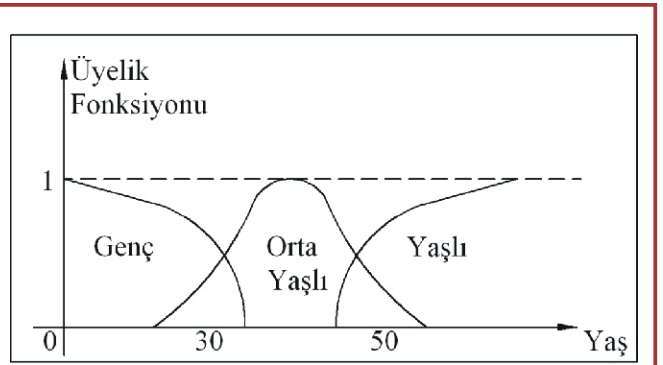
$U$  genel küme,  $A$   $U$ 'nun bulanık alt kümesidir [5].

Klasik ve bulanık küme teorisi örnek olarak seçilen bir yaş problemine uygulanacak olursa Şekil 1'de klasik küme, Şekil 2'de ise bulanık küme üyelik fonksiyonları görülebilmektedir.

Şekil 1'de görüldüğü gibi 0-30 yaş genç, 30-50 yaş orta yaşlı ve 50 yaşın üstü ise yaşlı sınıfına girmektedir. Bu kurallara göre 49 yaşındaki bir kişi orta yaşlıyken 51 yaşındaki kişi ise yaşlı sayılmaktadır. Bu durum Şekil 2'de görünen bulanık küme teorisine göre incelenecek olursa 50 yaşındaki bir kişi belli oranda orta yaşlı, belli oranda ise yaşlı



Şekil 1. Klasik Küme Teorisi [6]



Şekil 2. Bulanık Küme Teorisi [6]

sayılmaktadır. Yani bulanık mantıkta daha esnek bir yaklaşım ve kısmi üyelik vardır.

Klasik kümelerde olduğu gibi bulanık kümelerde de kesişim, birleşim gibi bazı işlemler tanımlanabilir.

$A$  ve  $B$  kümeleri  $U$  evrensel kümesi içinde tanımlanan iki bulanık küme olarak kabul edilsin;

- $A$  ve  $B$  bulanık kümelerinin eşit olabilmesi için:

$$\forall u \in U : \mu_A(u) = \mu_B(u)$$

- $A$  kümesinin  $B$  kümesinin alt kümesi olabilmesi için:

$$\forall u \in U : \mu_A(u) \leq \mu_B(u) \text{ olmalıdır.}$$

- $A$  ve  $B$  bulanık kümelerinin kesişim ve birleşimine ait üyelik fonksiyonları:

$$\forall u \in U \text{ için } A \cap B \text{ nin } \mu_{A \cap B}(u) \text{ üyelik fonksiyonu;}$$

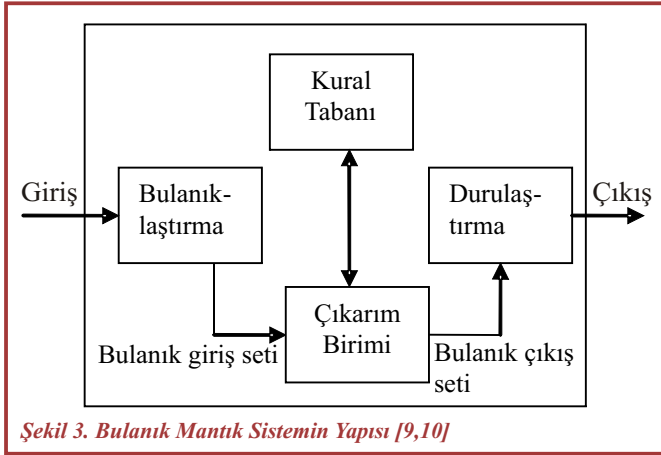
$$\mu_{A \cap B}(u) = \min \{ \mu_A(u), \mu_B(u) \} \text{ olarak yazılır.}$$

$$\forall u \in U \text{ için } A \cup B \text{ nin } \mu_{A \cup B}(u) \text{ üyelik fonksiyonu;}$$

$\mu_{A \cup B}(u) = \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$  olarak yazılır.

$\forall u \in U$  için  $\mu_{A'}(u)$  üyelik fonksiyonu;  $\mu_{A'}(u) = 1 - \mu_A(u)$  olarak yazılır [5,7,8].

Bulanık Mantık sistemin temel elemanları; bulanıklaştırma birimi, çıkarım birimi, kural tabanı ve durulaştırma birimi Şekil 3'de gösterilmektedir [9,10].



Şekil 3. Bulanık Mantık Sistemin Yapısı [9,10]

Bulanıklaştırma işlemi sistemden alınan giriş bilgilerini dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürme işlemidir. Üyelik işlevinden faydalanılarak giriş bilgilerinin ait olduğu bulanık küme/kümeler ve üyelik derecesi tespit edilerek girilen değerler küçük, en küçük gibi dilsel değişkenler olarak atanır [2].

Model veya kontrolörün giriş ve çıkış değişkenleri belirlenip, değişkenler için ifade kümeleri (az, çok, sıcak, soğuk vb.) Seçildikten sonra kural tabanındaki kurallar kullanılarak giriş ve çıkış arasındaki bağlantılar sağlanır. Sistemin girişleri A ve B, çıkışı ise C olduğu düşünülürse;

$$EĞER A = x \text{ ve } B = y \text{ ise } O \text{ HALDE } C = z,$$

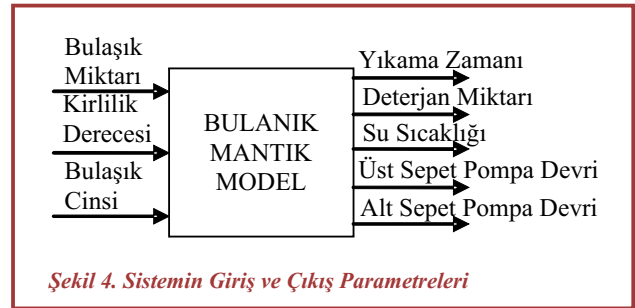
şeklindeki kural A ve B giriş değerlerine göre C çıkışının bulanık değerini belirler.

Bulanıklaştırılmış girişleri ve kural tabanında saklanan kuralları kullanan çıkarım birimi, gelen verileri işler ve bir çıkış (bulanık) üretir. Bu çıkış dış dünyada (gerçek sistemde)

kullanılacağı için bulanık değerlerden gerçek değerlere dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem durulaştırma olarak adlandırılır [9].

## BULAŞIK MAKİNESİNİN BULANIK MANTIK MODELİ

Bir sisteme bulanık mantık uygulanması için ilk adım sistemin giriş ve çıkışlarını belirlemektir. Bulaşık makinesinin işlevi düşünüldüğünde bulaşıkların temizlenmesi ve zarar görmemesi en önemli beklentidir. Bu beklentilerin karşılanabilmesi için bulanık mantık modelin çıkışlarını oluşturan yıkama ile ilgili belirli parametreler önem kazanmaktadır. Bulanık mantık modelin girişleri ve çıkışları Şekil 4'de görüldüğü gibi belirlenmiştir.

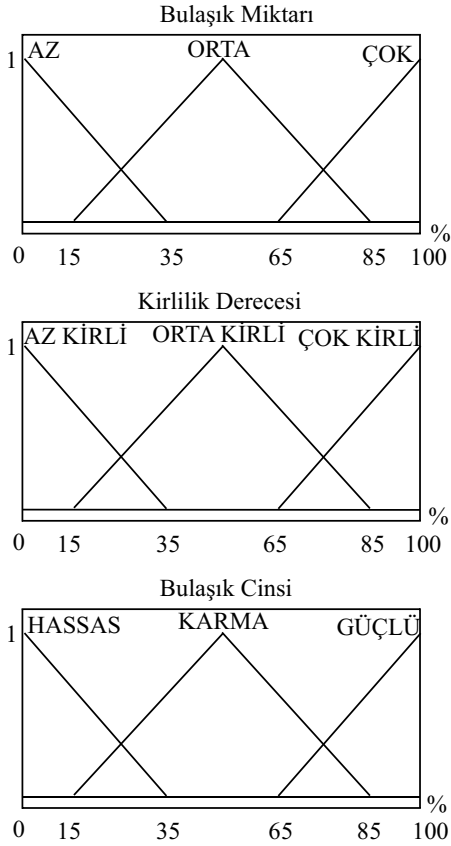


Şekil 4. Sistemin Giriş ve Çıkış Parametreleri

Bulaşık makinesine ait bulanık mantık model ile bulaşık miktarı, bulaşığın kirlilik derecesi ve bulaşık cinsine göre en ekonomik yıkama şartlarının sağlanması amaçlanmıştır. Giriş ve çıkış parametrelerinin modellenecek problem üzerindeki etkilerine göre tüm parametrelerin üyelik fonksiyon sayıları, isimleri, alt ve üst limitleri belirlenmiştir. Şekil 5 giriş parametrelerinin, Şekil 6 ise çıkış parametrelerinin üyelik fonksiyonlarını, alt ve üst limit değerlerini göstermektedir.

Modeli kurmak için gerekli parametrelerin üyelik fonksiyonları, alt ve üst limit değerleri belirlendikten sonra, sisteme etki eden parametreler arasında gerekli ilişkileri kurmak için 27 adet kural oluşturulmuştur. Örnek olarak bu kuralların birkaçı aşağıda verilmiştir;

- ◆ Eğer bulaşık miktarı az ve kirlilik derecesi az kirlili ve bulaşık cinsi hassas (kırılabilir) ise yıkama zamanı çok kısa

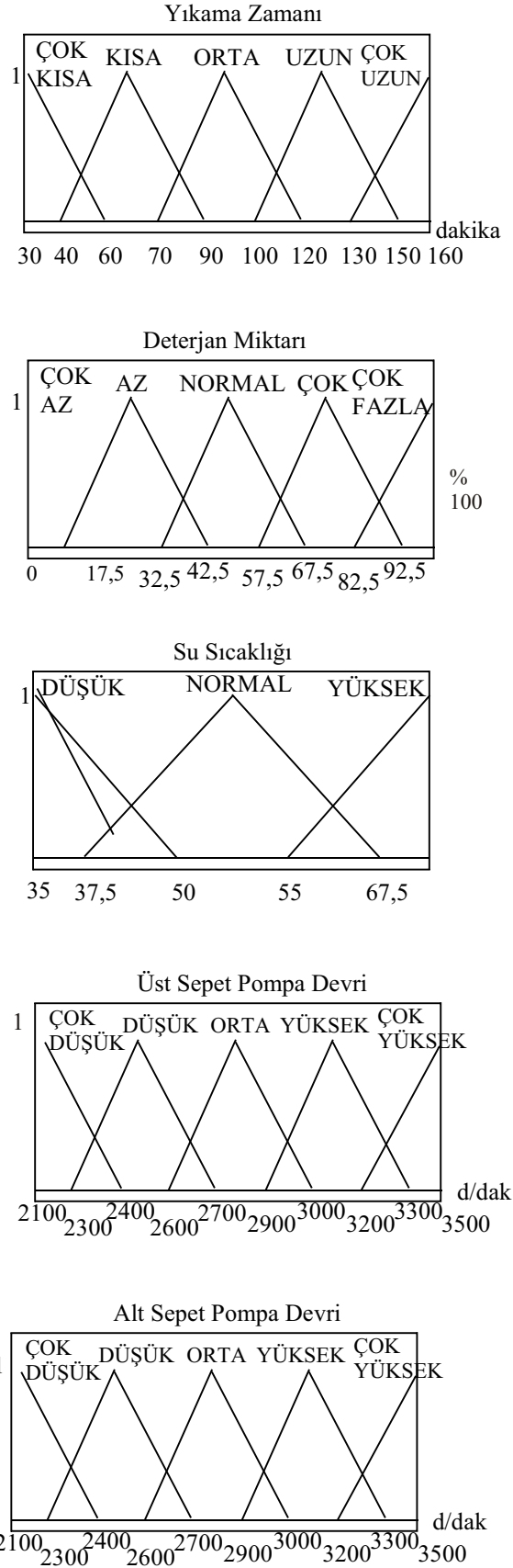


Şekil 5. Bulanık Model Giriş Parametreleri Üyelik Fonksiyonları

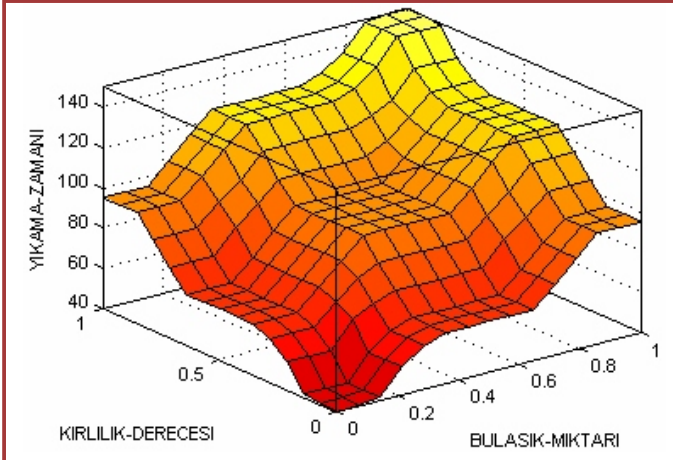
ve deterjan miktarı çok az ve su sıcaklığı düşük ve üst pompa devri çok düşük ve alt pompa devri çok düşük.

- ◆ Eğer bulaşık miktarı az ve kirlilik derecesi çok kirli ve bulaşık cinsi karma ise yıkama zamanı orta ve deterjan miktarı normal ve su sıcaklığı yüksek ve üst pompa devri düşük ve alt pompa devri çok yüksek.
- ◆ Eğer bulaşık miktarı orta ve kirlilik derecesi orta kirli ve bulaşık cinsi güçlü (sağlam, dayanıklı) ise yıkama zamanı orta ve deterjan miktarı normal ve su sıcaklığı normal ve üst pompa devri yüksek ve alt pompa devri yüksek.
- ◆ Eğer bulaşık miktarı çok ve kirlilik derecesi çok kirli ve bulaşık cinsi karma ise yıkama zamanı çok uzun ve deterjan miktarı çok fazla ve su sıcaklığı yüksek ve üst pompa devri düşük ve alt pompa devri çok yüksek.

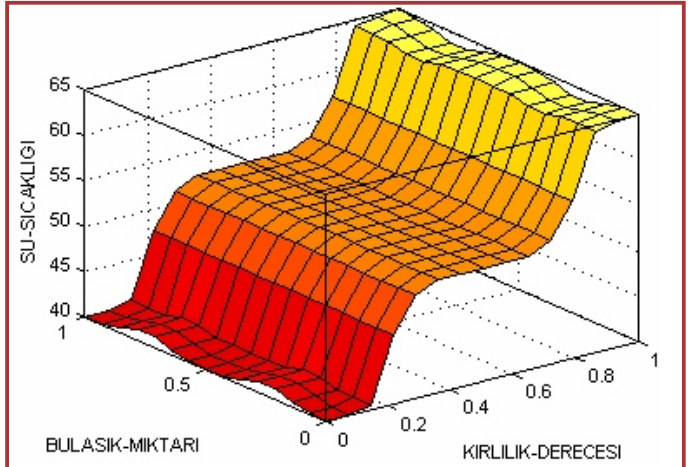
Makinada karma bulaşık olduğu zaman hassas bulaşıkların üst sepette güçlü bulaşıkların ise alt sepette bulunduğu düşünülerek model tasarlanmıştır.



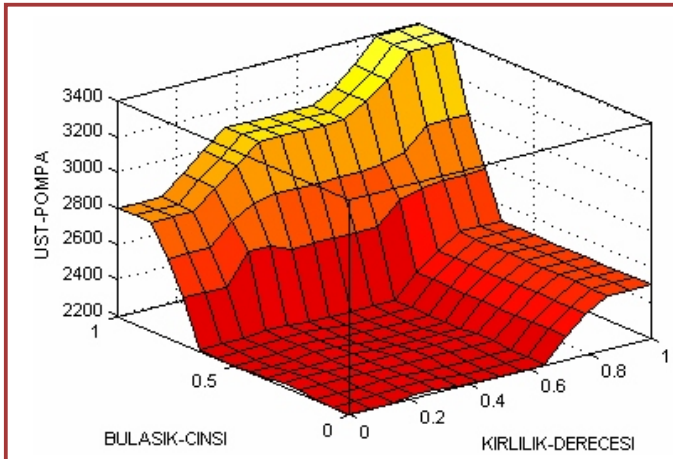
Şekil 6. Bulanık Model Çıkış Parametreleri Üyelik Fonksiyonları



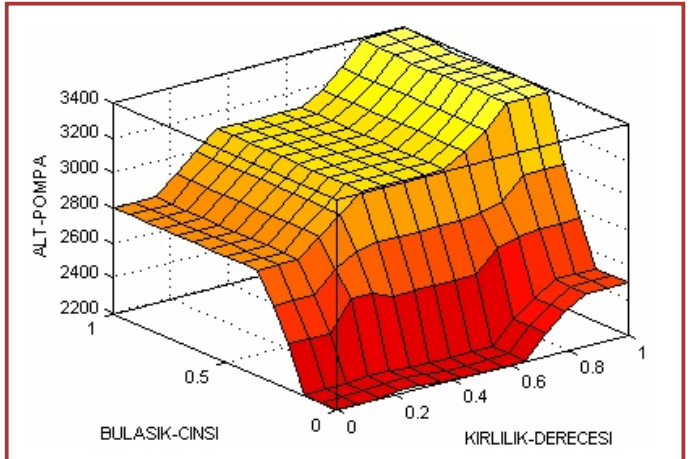
Şekil 7. Bulaşık Miktarı ve Kirlilik Derecesinin Yıkama Zamanına Etkisi



Şekil 8. Kirlilik Derecesi ve Bulaşık Miktarının Su Sıcaklığına Etkisi



Şekil 9. Kirlilik Derecesi ve Bulaşık Cinsinin Üst Sepet Pompa Devrine Etkisi



Şekil 10. Kirlilik Derecesi ve Bulaşık Cinsinin Alt Sepet Pompa Devrine Etkisi

Tablo 1. Verilen Bazı Giriş Değerlerine Karşılık Bulanık Mantık Modelin Verdiği Cevaplar

GİRİŞLER				ÇIKIŞLAR			
BULAŞIK MİKTARI	KİRLİ DER.	BUL. CİNSİ	YIKAMA ZAMANI	DETER. MİK.	SU SICAK.	ÜST SEPET POMPA DEVRİ	ALT SEPET POMPA DEVRİ
%62	%40,1	%88,7	95 dak.	%50	52,5 °C	3100 dev/dk	3100 dev/dk
%90	%20,4	%20,7	103 dak.	%57,2	46,9 °C	2220 dev/dk	2590 dev/dk
%90	%98	%62	150 dak.	%94	65 °C	2500 dev/dk	3390 dev/dk
%18	%15,1	%12,7	47,9 dak.	%12,6	41 °C	2210 dev/dk	2210 dev/dk
%22	%70,4	%50	86 dak.	%42,9	53,5 °C	2330 dev/dk	3170 dev/dk

Tablo 1'de bulanık mantık modele verilen bazı giriş değerleri ve bunlara karşılık modelin giriş-çıkış parametreleri için tanımlanan üyelik fonksiyonlarını ve kuralları kullanarak ürettiği çıkış değerleri verilmiştir.

Ayrıca model girişlerinin çıkışlar üzerindeki etkisi Şekil 7, 8, 9 ve 10'da üç boyutlu yüzey gösterimi şeklinde verilmiştir.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada bulaşık makinesi için genel amaçlı bir bulanık model tasarlanmıştır. Bu model ile bulaşık miktarı, bulaşığın kirlilik derecesi ve bulaşık cinsine göre en ekonomik yıkama şartlarının sağlanması amaçlanmıştır. Giriş olarak belirlenen bulaşık miktarı, bulaşığın kirlilik derecesi ve bulaşık cinsi ile çıkış olarak belirlenen yıkama zamanı, deterjan miktarı, su sıcaklığı, üst ve alt sepet pompa devri gibi parametreler gerekli görüldüğü takdirde artırılabilir veya azaltılabilir. Çıkış parametrelerinin kontrolüyle daha temiz bulaşıklar elde edilirken su, deterjan, elektrik ve zamandan tasarruf sağlanacaktır. Ayrıca bulaşık makinesi için modele uygun donanımsal destek ve uygun sensörler sağlandığı takdirde bulanık mantık model sayesinde bulaşık miktarı, cinsi ve kirlilik derecesi gibi girişlere karşılık yıkama parametreleri insan müdahalesi olmadan tamamen otomatik olarak makine tarafından belirlenerek yıkama işlemi gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKÇA

1. **Zadeh, L. A.**, "Fuzzy Sets", Information and Control, 8, 338-353, 1965.
2. **Elmas, Ç.**, "Bulanık Mantık Denetleyiciler", ISBN 975-347-613-2, 2003.
3. **Mamdani, E. H.**, "Application of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant", Proc. IEEE, 121(12), 1585-1588, 1974.
4. **Munakata, T., Jani, Y.**, "Fuzzy Systems: An Overview", Communications of the ACM, 37(3), 69-76, 1994.
5. **Kasabov, N. K.**, "Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems and Knowledge Engineering", ISBN 0-262-11212-4, 1998.

6. **Özek, A., Sinecen, M.**, "Klima Sistem Kontrolünün Bulanık Mantık ile Modellenmesi", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fak. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(3), 353-358, 2004.
7. **Kosko, B.**, "Neural Networks and Fuzzy Systems", Prentice Hall, ISBN 0-13-611435-0, 1992.
8. **Yen, J. and Langari, R.**, "Fuzzy Logic: Intelligence, Control and Information", Prentice Hall, ISBN 0135258170, 1998.
9. **Dadone, P.**, "Design Optimization of Fuzzy Logic Systems", Doctor of Philosophy in Electrical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001
10. **Mendel, J. M.**, "Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial", Proceedings of the IEEE, 83(3), 1995.

