



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

FİNAL MAKALESİ

KÜBRA KILIÇ 162113053

**DANIŞMAN
PROF. DR. İBRAHİM YÜCEDAĞ**

DÜZCE, 2020



Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi

Araştırma Makalesi

Klima Kontrolünün Bulanık Mantık İle Modellenmesi

Kübra KILIÇ ^a

^a Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: kubraklc149@duzce.edu.tr

ÖZET

Bulanık mantık son yıllarda yaygınlaşan kontrol yöntemlerinden biridir. Günümüzde yaşanan sorunlardan biride kontrol sistemlerinin denetim mekanizmasına ait matematiksel modelin oluşturulmasının zor olmasıdır. Bulanık Mantıkta matematiksel modele ihtiyaç duyulmadan dilsel yordamlarla denetim mekanizması oluşturulabilmektedir. Bir klimadan beklenen performans klimanın otomatik olarak ortam şartlarına göre insan için en konforlu şartları sağlamasıdır. Bu çalışmada klima kontrolünün zor olan matematiksel modele ihtiyaç duyulmadan bulanık mantık ile bir model geliştirilip, hem enerji tasarrufu hem de istenilen konforun daha çabuk sağlanması hedeflenmiştir. Giriş değerleri olarak Dış Ortam Sıcaklığı, İç Ortam Sıcaklığı ve nem ile çıkış olarak Isıtıcı ve Nemlendirici seçilmiştir. Bu çalışmada önce Bulanık Mantık kavramı açıklanmıştır, daha sonra modellenmesi ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Klima Kontrolü, Bulanık Model

Modeling Of Air Conditioning Control With Fuzzy Logic

ABSTRACT

Fuzzy logic is one of the control methods that has become common in recent years. One of the problems experienced today is that the mathematical model of control systems belonging to the control mechanism is difficult to create. In Fuzzy Logic, a control mechanism can be created with linguistic procedures without the need for a mathematical model. The expected performance of an air conditioner is that the air conditioner automatically provides the most comfortable conditions for people according to the ambient conditions. In this study, a model is developed with fuzzy logic without the need for a mathematical model that is difficult to control climate, and it is aimed to provide both energy saving and desired comfort more quickly. Outdoor Temperature, Indoor Temperature and humidity and Heater and Humidifier are selected as input values. In this study, Fuzzy Logic concept has been explained first, then modeling and simulation has been realized .

Keywords: Fuzzy Logic, Climate Control, Fuzzy Model

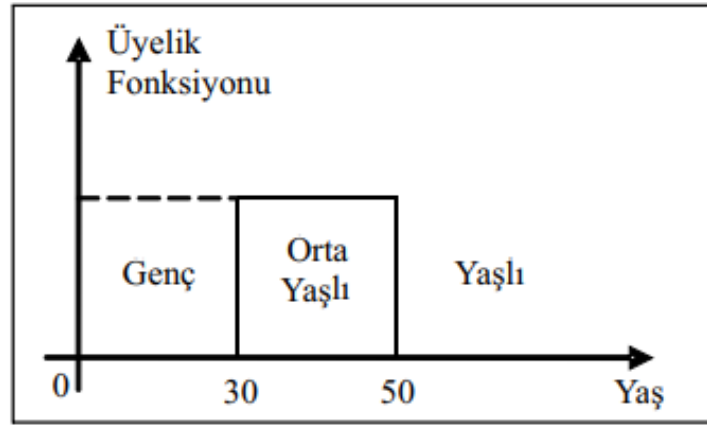
I. GİRİŞ

Klima kontrolü için birçok yöntem kullanılmış ve birçoğu da aktif olarak çalışmış yâda çalışılmaya devam etmektedir (Görgün, Aydın, Sevil, & Elalmış, 2015). Endüstriyel AC'lerin süreç denetimi için tasarım yapılırken ilk olarak o sürecin dinamik modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat bu süreç içerisindeki olaylar matematiksel modellemeye uygun olacak ölçüde olmayabilir. Tüm bu ihtimallere karşı bir model gerçekleştirilse bile bu modelin parametreleri zamanla değişiklik gösterip, denetleyici tasarımında kullanılması bir takım sorunlara yol açabilir. İşin ehli kişiler dilsel niteleyiciler olarak tanımlanabilecek; az, çok az değil, fazla, çok fazla gibi günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız kelimeler doğrultusunda esnek bir denetim mekanizması geliştirmişlerdir. Bulanık denetim bu tür mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur (ÖZEK & SİNECEN, 2003). Bilimsel çalışmalar, ekonomi, sağlık ve diğer bilim dallarında olaylar, sistemler matematiksel model kullanılarak tanımlanır. Bu matematiksel modelin kullanılması ile sistemin veya olayın ilerleyen zamanlarda alacağı durum veya göstereceği davranış biçimini tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Fakat günlük yaşantımızda karşılaşılan problemlerin büyük bir kısmı çeşitli nedenlerden dolayı modellenemeyebilir. Bu gibi problemlerin incelenmesinde ve çözümlenmesinde Bulanık Mantık (BM) kullanılabilmektedir (Türkbey, 2003). Günlük yaşantımızda olayları ifade ederken kullandığımız sayısal veya sözel ifadeler bulanıklık içerir. Örneğin hava durumuna göre sıcak, soğuk, çok sıcak, çok soğuk, ılık gibi ifadeler kullanılır. Kişilerin boylarına göre uzun, kısa; yaşlarına göre genç, yaşlı gibi ifadeler kullanırız. Bütün bunlar insan beyninin kesinlik içermeyen durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl değerlendirip karar verdiğine örnektir (Gündoğdu, Gündoğdu, & Yücedağ, 2016). Örnek vermek gerekirse, bir arabanın hızlı olmasını ilan etmek için arabanın hızı ne kadar olmalıdır? Yaşlı biri için 90 km çok hızlıyken genç biri için 120 km orta hızlıdır. Bu durum kişiden kişiye, arabadan arabaya değişir. Arabanın birim zamanda aldığı yol, o anki hava durumu, arabanın hasar görmüş olması veya olmaması, lastiğinin ne tür olduğu, yolun durumu, trafiğin durumu gibi birçok etken gösterilmesi mümkündür.

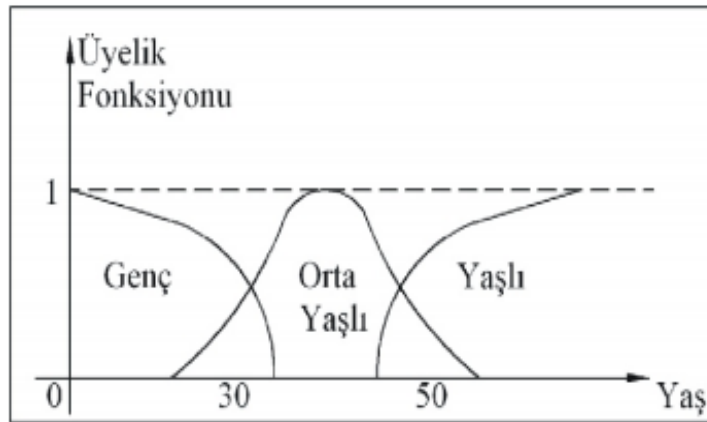
Bulanık Mantığa dair ilk adımlar Lotfi A. Zadeh'in 1965 yılındaki The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets (Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Kuramı) isimli makalesi ile doğmuştur. Lotfi A. Zadeh Professional Biography'de "Bulanık mantığın babası, çok seçkin bir bilim insanı, mühendis, sistem kuramcısı" ifadelerle tanımlanmaktadır. Çocukluğundan beri Bulanık Mantık kavramına ilgi duyan Zadeh, bulanık mantık (fuzzy logic) adına kitap, dergi, makale ve bilimsel herhangi bir çalışmanın başlığında yer aldığı eser sayısı 1990' a kadar 2361 iken 2003 yılında bu rakam 26.680 olmuştur. Onun mantık, sibernetik, bilgisayar, yapay zekâ ve otomatik makinelerle dair ortaya koyduğu kuramlar ve keşfettiği yasalar, 20 ve 21. yüzyıl teknoloji devriminde önemli pay sahibi olmuştur (Işıklı, 2010). Bulanık mantık ile kontrol endüstriyel süreci ise ilk kez Danimarka'da bir çimento fırının kontrolü ile 1982'de uygulanmıştır (T & Jani). Bugüne baktığımızda ise süreç planlama, otomotiv endüstrisi fren sistemleri, elektronik kontrol sistemleri, ev elektroniği ve eğitim gibi birçok alanda uygulama alanı bulmuştur.

1.1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık mantık ile matematik arasındaki farklılık matematiğin sadece uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler kesin olmalıdır (ALLAHVERDİ, 2007). Bilinen geleneksel Klasik Mantık’da (var-yok) bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir (0 veya 1). Bu tür kümeler keskin (crisp) kümeler denir. Bir kümeyi oluşturan bütün elemanların yine o kümeyle olan ilişkileri üyelik derecesi denilen bir değerle gösterilir. Tüm elemanların üyelik derecesi $[0, 1]$ (kapalı) aralığında değişim göstermektedir. Örnek vermek gerekirse, klasik kümelerde hava sıcaklığı sıcak, soğuk olabilirken, bulanık küme teorisi kapsamında çok sıcak, biraz sıcak, soğuk veya çok soğuk gibi, daha esnek niteleyicilerle ifade edilmektedir. Herhangi değer aralıklarındaki elemanların o kümeyle hangi dereceden ait olduklarını gösteren fonksiyonlara da Üyelik Fonksiyonları denir. Birçok farklı üyelik fonksiyonu olmasına rağmen, günümüzde genellikle “üçgen”, “yamuk”, “çan eğrisi” ve “singleton” tipi üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. (GÜLER & YÜCEDAĞ, 2017)



Şekil 1. Klasik Küme Teorisi

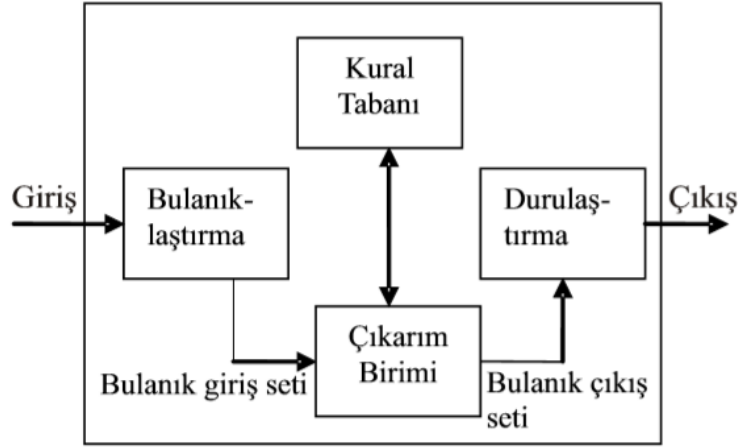


Şekil 2. Bulanık Küme Teorisi

Örneğin Şekil 1’de 0 ile 30 yaş arası genç sınıfına girerken, 30 ile 50 yaş arası orta yaşlı ve 50 yaş üstü de yaşlı sınıfına girmektedir. Peki, 29 yaşındaki birine genç derken 31 yaşındaki birine orta yaşlısın dermiyiz? Gerçek dünyada sınırlar bu kadar kesin değildir. Diğer tarafta ise 30 yaş hem orta yaş hem de genç sınıfının üyesidir(Şekil 2). Yani bulanık mantıkta daha esnek bir yaklaşım ve kısmi üyelik vardır. Bulanık işlemler birer matematiksel işlemlerdir. Zadeh’e göre, düşünmenin sayısal verilerle gerçekleşmesi bugün için insan zihnine tanındık değildir. Başka bir örnek vermek gerekirse restoranda gittiğinizde garson size etinizi nasıl istersiniz diye sorduğunda 0.50 oranında pişmiş olsun veya 0.15 az pişmiş olsun demezsiniz (ERYILMAZ, 2015).

Bu çalışmada matematiksel modelinin ve buna bağlı olarak otomatik kontrolünün oluşturulması zor olan klimanın bulanık mantık ile kontrolü ele alınmıştır. Isıtıcı, soğutucu ve nemlendiricinin devrede sürekli kalma zamanlarını azaltmak ve daha az enerji tasarrufu sağlamak amaçlanmıştır.

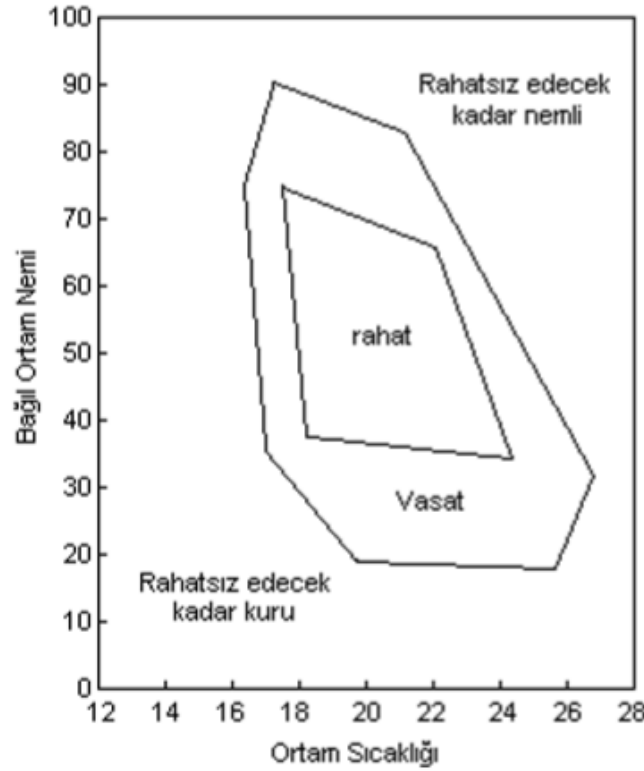
II. YÖNTEM



Şekil 3. Bulanık Mantık Sisteminin Yapısı

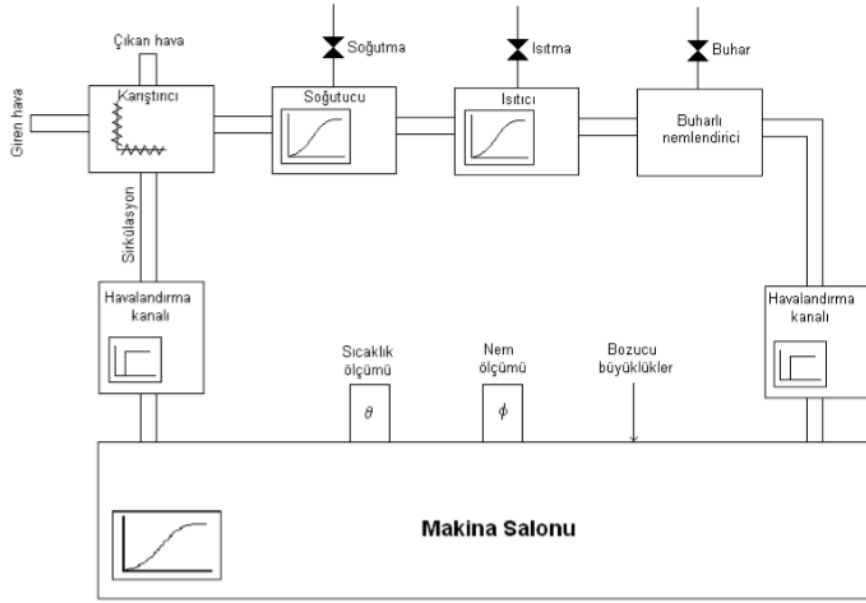
Bulanık Mantık sistemin temel elemanları; bulanıklaştırma birimi, çıkarım birimi, kural tabanı birimi ve durulaştırma biriminden oluşur. Bulanıklaştırma işlemi sistemden alınan giriş bilgilerini dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürme kısmıdır(küçük, en küçük gibi). Bu aşama sonrasında istenen sonuç bilgisinin bulanık hali ortaya çıkar. Model 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. Bulanıklaştırılmış girişleri ve kural tabanında saklanan kuralları kullanan çıkarım birimi, gelen verileri işler ve bir çıkış (bulanık) üretir. Bu çıkış gerçek sistemde kullanılacağı için bulanık değerlerden gerçek değerlere dönüştürülür ve buna durulaştırma denir (TİRYAKİ & KAZAN). Bulanık çıkarım sistemi birçok alanda uygulanabilmektedir. Örnek olarak, veri analizi, karar verme, kontrol ve karar verme sistemleri verilebilir. Bulanık çıkarım sistem yapısı en çok kullanılan modelleri, Mamdani Bulanık Çıkarım Sistemi ve SugenoTagaki Bulanık Çıkarım Sistemidir (FIRAT, 2007). Bu çalışmada da Mamdani Bulanık Çıkarım Sistemi kullanılmıştır.

Klimalar AC olarak adlandırılan cihazlardır. AC'ler okullardan işyerlerine kadar çoğu yerde kullanılmaktadır. AC'lerin harcadıkları enerji göz önüne alındığında çıkan sayısal veriler AC'lerin ciddi bir enerji harcadığını göstermektedir. Bir klima tesisatında sıcaklık ve nem parametreleri birbirini karşılıklı olarak etkilemektedir. Bu durumu açmak gerekirse örneğin oda sıcaklığı değiştiğinde nem istenilen değerde olsa bile değişir. Bunu önlemek için sıcaklık ve nem regülatörlerinin ayarlanması gerekiyor fakat bu klasik mantık tekniğinde ekonomik yönden zarara uğratmasının yanında DDC kullanılmasını zorunlu kılıyor. AC'ler iki çeşit altında incelenebilir. Bunlar İnverter klimalar ve on-off klimalardır. Her iki klima çeşitlerine yapılan testlerin sonucunda ise İnvertel klimaların güç tüketiminin daha az olduğu saptanmıştır. İki AC türünden İnverter klimaların seçimi daha uygundur. Klima tesisatında oda sıcaklığı ve nemin tam olarak kontrol edilmesinin yanında giren hava sıcaklığının en az 18 °C olması ve neminin % 80'i aşmaması hedeflenmelidir. Bu durum odadaki hava ile giren havanın komuta edilmesiyle gerçekleştirilebilir.



Şekil 4. İdeal Bir Oda Havası için Rahatlık Alanı

Kontrol yollarının matematiksel modelinin oluşturulması çok karmaşıktır. Klima sistemi için Bulanık Mantık doğru bir yaklaşım olacaktır. Klimatik sensör olarak insan, belirli bir sıcaklık ve neme sabitlenmiş değildir, tersine geniş bir bölgeyi “rahat” olarak kabul eder ve bu rahatlık bölgesi insanın, sıcaklığın düşük ama nemin biraz daha yüksek olduğu bir odada kendisini rahat hissedeceği sonucu çıkarılabilir (ÖZEK & SİNECEN, 2003)



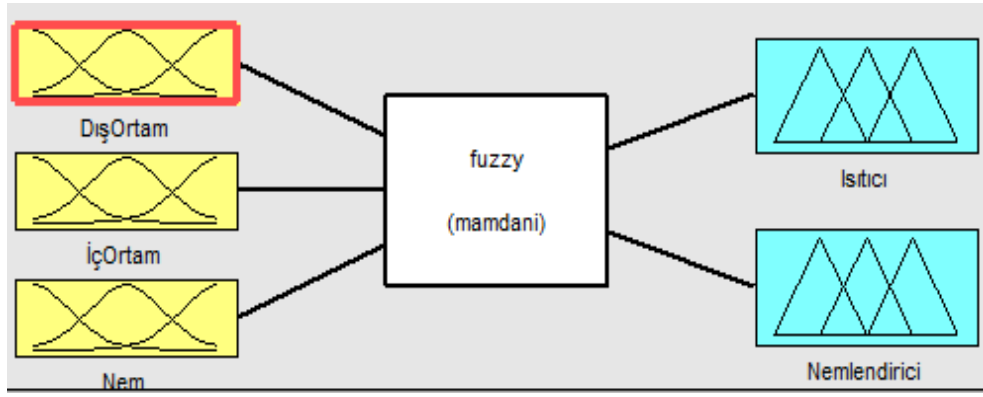
Şekil 5. Klima Tesisatının Yapısı

Karıştırıcının görevi dış havayı oda havasının bir kısmıyla karıştırır ve ayarlanabilir havalandırma kelekleri doğru karıştırma oranını sağlar. Soğutucunun klima da iki görevi vardır. Birincisi düşük hava sıcaklığı istendiğinde giren havayı soğutur, ikincisi ise sudaki nemin çekilmesini sağlar. Çünkü hava sadece belirli miktarda buhar saklayabilir ve bu da suyun sıcaklığı düştükçe azalır. Isıtıcı ise hava sıcaklığını istenilen değere kadar ısıtır. Isıtmadan sonra hava çoğu zaman fazla kuru olur. Bu nedenle havaya buhar katan buharlı nemlendiriciler kullanılır. (SİNECEN, 2002)



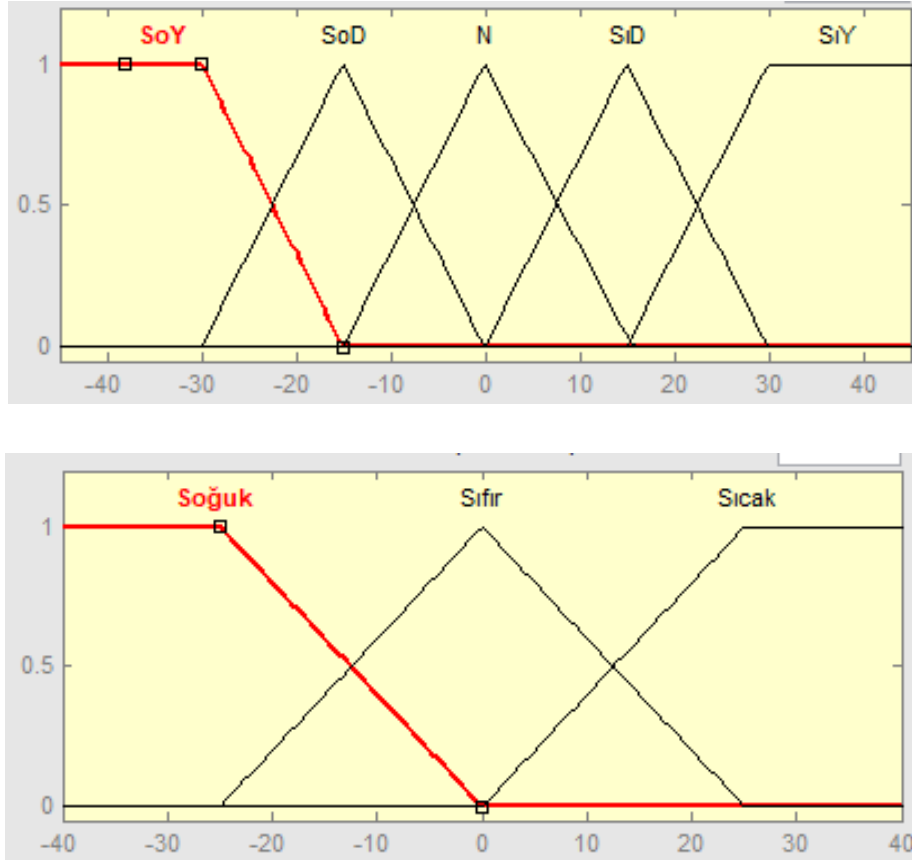
Şekil 6. Giriş ve Çıkış Parametreleri

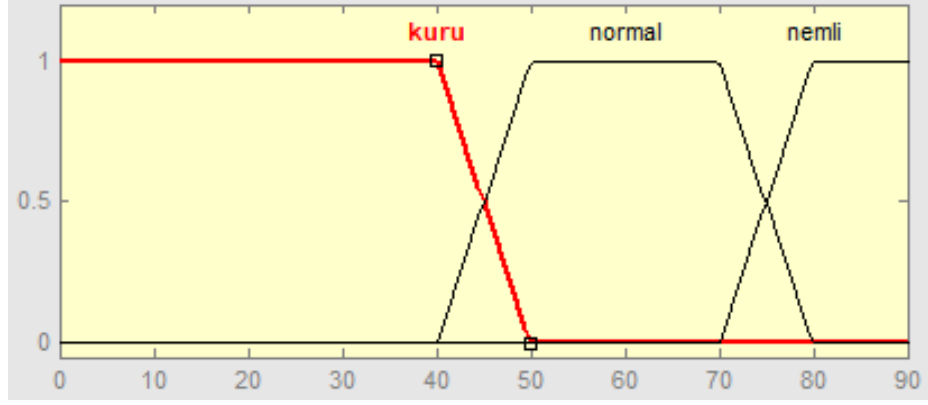
Bulanıklaştırma, giriş değişkenleri ile çıkış değişkenlerinin dilsel ifadelerle dönüştürülme işlemiydi ve bir sistemde bulanık mantık uygulanması için ilk adım sistemin giriş ve çıkışlarını parametrelerini belirlemektir. Klima sisteminin bulanık mantık modeli çıkarılırken şekil 3'te gösterilen temel bulanık mantık diyagramı kullanılmıştır. Klima sistemi için giriş değişkenleri olarak (Şekil 6); dış ortam sıcaklığı, iç ortam sıcaklığı ve nem etkisi seçilmiştir ve çıkış değişkenleri olarak; ısıtıcı ve nemlendirici seçilmiştir. Şekil 7'de Mamdani bulanık çıkarım yöntemi ile giriş ve çıkış parametrelerini gösterilmiştir.



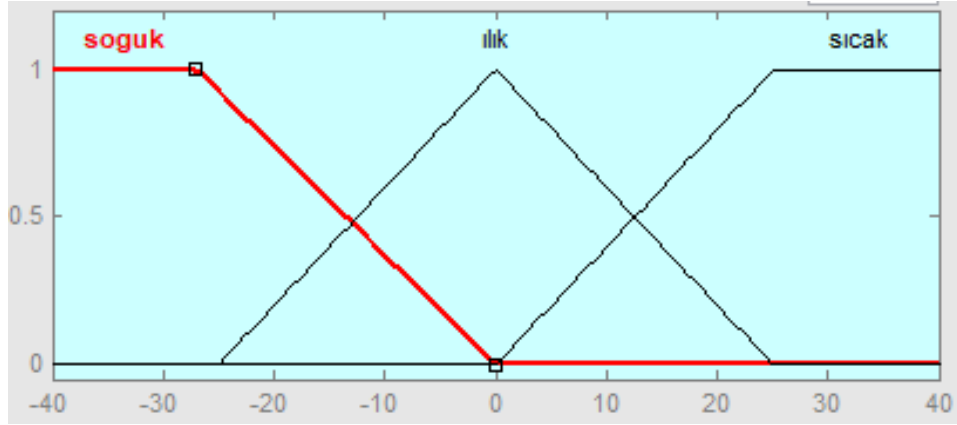
Şekil 7. Mamdani çıkarım yöntemi ile giriş ve çıkış parametreleri

Oluşturacağımız Klima Sistemimizde dış ortam sıcaklığının değişimlerinden iç ortam sıcaklığı etkileneceği için sıcaklığın ideal seviyede tutmamız gerekecektir. Dış ortam sıcaklığı için dilsel ifadeler; SıY: Sıcaklık Yüksek, SıD: Sıcaklık Düşük, N:Normal, SoD: Soğuk Düşük, SoY: Soğuk Yüksek. İç ortam sıcaklığını bulanıklaştırma işlemi için kullandığımız dilsel ifadeler; soğuk, normal ve sıcaktır. Nem etkisinin bulanıklaştırılması için seçtiğimiz dilsel ifadeler; kuru, normal ve nemlidir. Şekil 8’de giriş parametrelerinin üyelik fonksiyonlarını, Şekil 9’da ise çıkış parametrelerinin üyelik fonksiyonlarını, alt ve üst limit değerlerini göstermektedir.





Şekil 8. Bulanık model giriş parametreleri üyelik fonksiyonları



Şekil 9. Bulanık model çıkış parametreleri üyelik fonksiyonları

Bulanık modeli kurmak için gerekli parametrelerin üyelik fonksiyonları, alt ve üst limit değerleri belirlenip, sisteme etki eden parametreler arasında gerekli ilişkiler kurmak için 45 tane kural oluşturulmuştur. Kural satırı sayısının belirlenmesi girişlere verilen etiketlerin sayısına göre hesaplanır. Bizim de Dış Ortam etiketimiz beş, iç ortam etiketimiz üç, nem etkisi etiketimiz üç olduğundan 45 tane kural satırına ihtiyacımız vardır. Örnek olarak aşağıda birkaç tanesi verilmiştir;

- Eğer Dış ortam sıcaklığı yüksekse ve İç ortam sıcaklığı soğuksa ve nem kuru ise Isıtıcı soğuk, nemlendirici kurudur.

- Eğer Dış ortam sıcaklığı yüksekse ve İç ortam sıcaklığı soğuksa ve nem normal ise Isıtıcı sıcak, nemlendirici normaldir.
- Eğer Dış ortam sıcaklığı yüksekse ve İç ortam sıcaklığı soğuksa ve nem nemli ise Isıtıcı sıcak, nemlendirici kurudur.
- Eğer Dış ortam sıcaklığı yüksekse ve İç ortam sıcaklığı sıcaksa ve nem kuru ise Isıtıcı soğuk, nemlendirici nemlidir.
- Eğer Dış ortam sıcaklığı yüksekse ve İç ortam sıcaklığı sıcaksa ve nem normal ise Isıtıcı soğuk, nemlendirici nemlidir.

37. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Soğuk) and (Nem is kuru) then (Isıtıcı is sıcak)(Nemlendirici is nemli) (^
 38. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Soğuk) and (Nem is normal) then (Isıtıcı is sıcak)(Nemlendirici is norm
 39. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Soğuk) and (Nem is nemli) then (Isıtıcı is sıcak)(Nemlendirici is kuru) (^
 40. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Sıfır) and (Nem is kuru) then (Isıtıcı is soğuk)(Nemlendirici is nemli) (^
 41. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Sıfır) and (Nem is normal) then (Isıtıcı is soğuk)(Nemlendirici is norma
 42. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Sıfır) and (Nem is nemli) then (Isıtıcı is soğuk)(Nemlendirici is kuru) (^
 43. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Sıcak) and (Nem is kuru) then (Isıtıcı is soğuk)(Nemlendirici is nemli) (^
 44. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Sıcak) and (Nem is normal) then (Isıtıcı is soğuk)(Nemlendirici is norm
 45. If (DışOrtam is SiY) and (İçOrtam is Sıcak) and (Nem is nemli) then (Isıtıcı is soğuk)(Nemlendirici is kuru) (^

If DışOrtam is and İçOrtam is and Nem is Then Isıtıcı is and Nemlendirici is

SoY Soğuk kuru soğuk kuru

SoD Sıfır normal sıfır normal

N Sıcak none sıfır nemli

SiD Sıfır none sıfır sıcak

SiY none none sıfır sıcak

none none none none

☐ not ☐ not ☐ not ☐ not ☐ not

Connection: ☐ or ☒ and

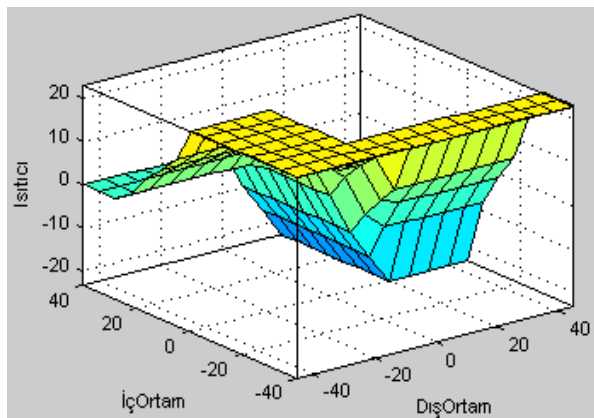
Weight: 1

Delete rule Add rule Change rule

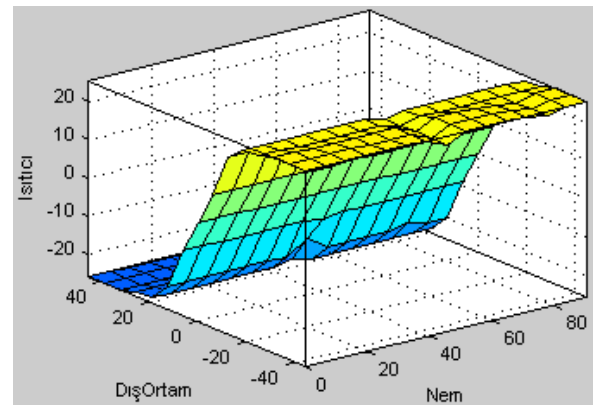
Şekil 10. Kural tablosu

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

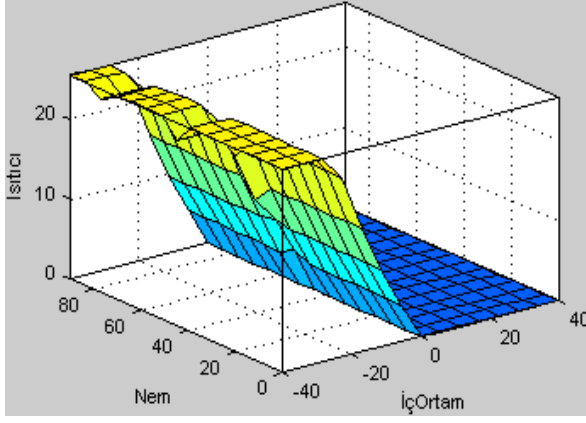
Bulanık mantık modeline verilen giriş değerleri (Dış Ortam, İç Ortam, nem) ve bunlara karşılık modelin giriş-çıkış parametreleri için tanımlanan üyelik fonksiyonları ve kuralları kullanarak ürettiği çıkış değerleri (Isıtıcı, Nemlendirici) verilmiştir ve modelin girişlerinin çıkışlar üzerindeki etkisi üç boyutlu yüzey gösterimi aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



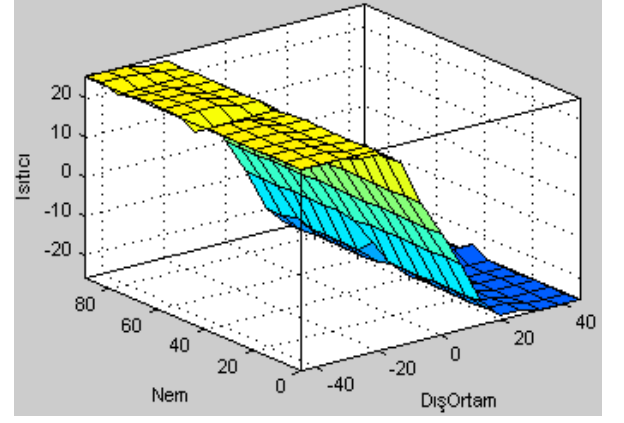
Şekil 11. İç ve Dış ortam sıcaklığının Isıtıcıya etkisi



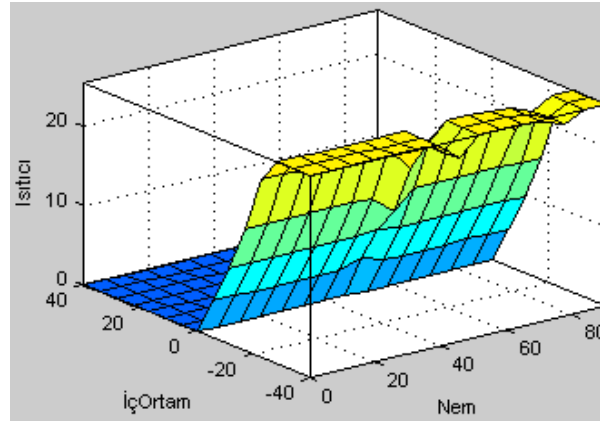
Şekil 12. Dış ortam Sıcaklığının ve Nemin Isıtıcıya etkisi



Şekil 13. Nemin ve İç ortam sıcaklığının Isıtıcıya etkisi



Şekil 14. Nemin ve Dış ortam sıcaklığının Isıtıcıya etkisi



Şekil 15. İç ortam sıcaklığının ve Nemin Isıtıcıya etkisi

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada klima kontrolü için genel amaçlı bir bulanık model tasarlanmıştır. Kontrol sistemlerinin en büyük problemlerinden biri zor ve karmaşık olan matematiksel modeli oluşturmaktır, bu çalışmada aslında matematiksel modele ihtiyaç duyulmadan Bulanık Mantık ile kontrol daha kolay ve basit şekilde oluşturulmaktadır. Çalışmada Matlab programının Fuzzy Logic Toolbox'ında simülasyon hazırlanmıştır. Giriş olarak belirlenen Dış Ortam Sıcaklığı, İç Ortam Sıcaklığı ve nem ile çıkış olarak belirlenen Isıtıcı ve Nemlendirici gibi parametreler artırılabilir veya azaltılabilir. Çıkış parametrelerinin kontrolü ile elektrikten tasarruf sağlanıp arzu edilen sıcaklığa ve neme daha çabuk ulaşılmaktadır. Klima kontrolü için modellenen bu modelde klimanın insan ortamı için en uygun ortamı sağlaması amaçlanmıştır, bu nedenle yapılan çalışmalar genelde sıcaklık ve nem için oluşturulmuştur. Sonuç olarak bir oda için istenilen konfor şartlarının sağlanmasında bulanık mantık kullanımının simülasyon ve uygulama arasındaki elde edilen tutarlılık sonucunda daha az enerjiyle mümkün olacağı görülmüştür.

V. KAYNAKLAR

- Allahverdi, N. (2007). Bulanık Mantık Problemleri İçin Türkçe Görsel Bir Arayüz Tasarımı. *Yüksek Lisans Tezi*.
- Eryılmaz, H. E. (2015). Fuzzy (Bulanık) Mantık Üzerine Bir Araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*.
- Fırat, M. (2007). Sinirsel Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Havza Modellemesi. *Doktora Tezi*.
- Görgün, H., Aydın, N., Sevil, M., & Elalmış, N. (2015). Akıllı Ev Sistemleri İçin Bulanık Mantık İle Klima Kontrolü Tasarımı .
- Güler, O., & Yücedağ, İ. (2017). Mesleki Ortaöğretim Öğrencilerinin Alan Seçimi Problemine Bulanık Mantık Temelli Yaklaşım . *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 111-122.
- Gündoğdu, E., Gündoğdu, K., & Yücedağ, İ. (2016). Bulanık Mantık İle Akıllı Fırının Modellenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 574-580.
- Işıklı, Ş. (2010). Lotfi A. Zadeh'nin Hayat Hikayesi Ve Bulanık Paradigmanın Üç Temel Unsuru. *Kutadgubilig: Felsefe-Bilim Araştırmaları Dergisi*, 89-101.
- Özek, A., & Sinecen, M. (2003). Klima Sistem Kontrolünün Bulanık Mantık İle Modellemesi . *Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 353-358.
- Sinecen, M. (2002). Klima Sistem Kontrolünün Bulanık Mantık İle Modellenmesi. *Yüksek Lisans Tezi* .
- T, M., & Jani, Y. (Tarih Yok). Fuzzy Systems: An Overview. *Communications Of the Acm*.
- Tiryaki, A. E., & Kazan, R. (Tarih Yok). Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık İle Modellenmesi. *Mühendis Ve Makina*.
- Türkbey, O. (2003). Makina Sıralama Problemlerinde Çok Amaçlı Bulanık Küme Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 63-77.
- Erkaymaz, H. & Çayiroğlu, İ. (2010) Bulanık Mantık Ve Pıç Kullanılarak Bir Klima Sisteminin Kontrolü. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 167-180
- Patanaik, A. (Tarih Yok) Fuzzy Logic Control Of Air Conditioners. *Indian Institute Of Technology, Kharagpur*.
- Dash, S. & Mohanty, G. & Mohanty , A. (2012) Intelligent Air Conditioning System Using Fuzzy Logic. *International Journal Of Scientific & Engineering Research*.
- Sarıkaya, E. & Kahraman, N. & U, Yoğun, H. & Yağcı, İ. (2014) Inverter Air Conditioner Electronic Control System Design. *Elektrik – Elektronik – Bilgisayar Ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu*, 361-365
- Keskenler, M. & Keskenler, E. (2017) Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi. *Takvim-i Vekayi*, 1-10
- ALTAŞ, İ. (1999) Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 80-85
- TOSUN, M. & GENÇKAL, A. & ŞENOL, R. & Yağcı, İ. (2019) Modern Kontrol Yöntemleri ile Bulanık Mantık Temelli Oda Sıcaklık Kontrolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 992-999

Kaur, A. & Kaur, A.(2012) COMPARISON OF FUZZY LOGIC AND NEURO FUZZY ALGORITHMS FOR AIR CONDITIONING SYSTEM. *International Journal Of Soft Computing And Engineering (IJSCE)*.

Özdemir, A., Alaybeyoglu, A., & Balbal, K. F. (2019). Bulanık Mantığın Eğitim Alanındaki Uygulamaları . *Bilim, Eğitim, Sanat Ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)* , 45-50.