

**Bilim Düşünce ve Sanatta**

# **CİZRE**

(Uluslararası Bilim Düşünce ve Sanatta Cizre Sempozyumu Bildirileri)



**Editör**  
M. Nesim Doru

**İstanbul–2012**

# Bilgisayar/Sibernetik/Özdevinimli Makinalar Sahasındaki İcatlarıyla Cizreli Ebu'l-İz

Mahmut Dirik-Şırnak Üniversitesi

## Abstract

### Ebu'l-İz of Cizre with his Discoveries in The Areas of Computer/ Cybernetic/ Automatic Machines

This study would deal with "İsmail Ebul-iz bin Razzaz el-Cezeri" known as "Cazari" (Gazari) in the West whose extraordinary discoveries have formed the basis of the today's automatic machines and would deal especially with the investigation of his numerous discoveries mentioned and pictured in his book titled as "Beyne'l-İlm ve'l-'Ameli'n-Nâfi fi Snaati'l-Hiyel" (translated as Beneficial Information and Applications in the Manufacture of Machines) as they have been referenced in all the computer/cybernetic books and fluids mechanics papers. In the second part, the instruments which El Cezeri used to pump water up would be considered and the closeness of these instruments to today's technology would be shown and an applied study would be carried out. By inter-connecting El Cezeri with the progress in the technological age, parallel pictures with fuzzy logic based application programs would be presented. The input-output and rule-based FIS (Fuzzy Inference System), membership functions for input and output, fuzzy interface process, and rule base publisher for each membership function would be evaluated as the process steps as the rule viewer.

**Key words:** FIS (Fuzzy Inference System), Fuzzy logic, Fuzzy interface, "Beyne'l-İlm ve'l-'Ameli'n-Nâfi fi Snaati'l-Hiyel"

## Giriş

Tarih boyunca insanlığın hayatı daha kolay ve verimli yapmanın yolları aramanın doğal yetkinlikleri olmuştur. Günlük işlerde fiziksel çabanın azalması ve iş gücünün artması için insanlar yaratıcı düşünmüşlerdir. Bu düşünce mekanik, denge ve basınç unsurları kullanılarak otomatik olarak bilinen bir takım icatlar yapma fırsatı bulmuşlardır. Nihai ürün olarak karşımıza bilgisayar, sibernetik ve robotlar çıkmıştır[1].

Bilim tarihi, bilginin hangi aşamalardan geçerek, bugün bilim dediğimiz bilgi türünün oluştuğunu, bilime ne gibi ve ne zamanlar katkılar yapıldığını, bu katkılar yapılıyorken bilim adamlarının nasıl bir uğraş verdiklerini, kullandıkları yöntemleri, araç ve gereçleri konu edinen bir disiplindir[2].

Günümüz teknolojisinin temel dayanağının hava, boşluk ve denge prensipleri üzerine inşa edildiği yunan Dünyası'ndaki bilimsel çalışmadan anlaşılmaktadır. O dönemde Ctesibios (M.Ö. 3.yy), Philon (M.Ö. 2. yy) ve Heron (M.Ö. 1. yy) tarafından çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bu bilim insanları arasında Archimedes (M.Ö.212-287)'i de saymak gerekmektedir[2]. Yapılan çeviriler İslam dünyasına aktarılmış ve bu çalışmaları, Benu Musa(9.yy), Farabi (875-950), Hazini (1100'ler) ve Cezeri'nin (13. yy) çalışmaları izlemiştir[3]. Musa kardeşlerden Ahmet'in yazdığı Kitabü'l-Hiyel(Makine Yapımı) bu konuda özgün eserlerden birisidir[4].

Farabi de hava ve boşluk üzerine çalışmış Risale li-Ebi Nasr el-Farabi fi'l-Hala(Boşluk Üzere) adlı risalesinde görüşlerini ifade etmiştir. Hazini'nin ise denge konusunda yazdığı Mizanü'l Hikme(Bilgelik ölçüsü) kitabı bu konuya ışık tutmaktadır. Hâzîni bu kitabında su terazisini olağanüstü bir denge aracı haline getirmiş ve "Mizânü'l-Câmî" (Toplayan Terazi) adında bir terazi yapmıştır[3].

Gerek yunan çağında gerekse İslam dünyasında kurumsal ve kılğısal alandaki bu çalışmalar Ebû'l İz İbni İsmail İbni Rezzaz El Cezeri ile zirve yapmıştır. Hava ve boşluk ile ilgili ayrıntılı bilgi vermeyen El Cezeri, yaptığı cihazların yapımındaki ustalık onun bu konuya hâkimiyetini göstermektedir[5].

#### **İsmail Ebu'l-İz El Cezeri M. 1153 - 1233 (548 - 630)**

Batı dünyasında Cazari (Gazari) olarak bilinen "İsmail Ebul-Iz Bin Razzaz El-Cezeri" Mezopotamya (Cizre) Tor (Dağ kapı) mahallesinde 1153 yılında dünyaya geldi. Adı İsmail olup babasını adı Rezzaz dır. Şeref ve onur babası anlamında Ebul-iz lakabını taşımıştır. El Cezeri Onun Cizreli olduğunun bir delilidir. Eşsiz icatlarıyla dünyaya nam salan El- Cezeri, "zamanın harikası" anlamında 'Bediuzzaman' denilmiştir. Cizreli büyük mucit, bilgisayarın temelini atan âlim, fen ve teknik adamı, robotlar, saatler, su makinaları, şifreli kilitler, şifreli kasalar, termos, otomatik çocuk oyuncakları gibi 60 makine mucidi ve dünyanın ilk siberetik bilginidir[6].

Sibernetiğin bilinen tanımı, insanlarda ve makinalarda karşılıklı haberleşme, denge kurma ve yönetme bilimidir. El Cezeri, Elektronikteki ayarlama sistemleri ve siberetikteki denge durumunu başarılı bir şekilde çalışmalarında uyguladığını, yaptığı araçlardan anlaşılmaktadır. Çok çeşitli makineler yapan El Cezeri, farklı farklı denge durumu kurmuştur. El Cezeriyi günümüze taşıyan en büyük ve değerli eseri, bütün icat ve tekniği topladığı El-Câmi' Beyne'l-İlm ve'l-'Ameli'n-Nâfi fi Snaati'l-Hiyel (*Makine Yapımında Yararlı Bilgiler Ve Uygulamalar*) adlı Arapça olarak yazmış olduğu eseridir. Cizre'de Zengi Beyi Ebul Kasım Mahmud Sencerşah (1162-1170) döneminde Cizre Ulucami kapısı ile kapı tokmakları olan ejderleri yapmıştır. Sencerşah'ın ölümünden sonra yerine geçen Seyfeddin Gazi b. Kutbeddin Zengi, Ebul-İz'den aşırı vergi alıyordu. Ebul-iz El-Cezeri Diyarbakır'a gidip Artuklular'ın sarayına geçti[7].

Kitabından öğrendiğimize göre, (M. 1181)'den başlamak üzere yirmi beş yıl, Diyarbakir Sultanı El-Salîh Nâsirüddîn Ebû'l-Feth Mahmûd bin Muhammed bin Kara Arslan bin Davûd bin Sukmân bin Artuk'un (1200-1222), daha önce de babasının ve kardeşinin hizmetinde bulunmuştur[10]. Cezerî, Sukmân bin Artuk'un isteği üzerine El-Câmi' Beyne'l-ilm ve'l-'Ameli'n-Nâfi fi Sınaâtî'l-Hiyel (Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar) adlı bir yapıt kaleme almış ve bu eser, bu konuya ilişkin teorik ve pratik bilgileri doruk noktasına ulaştırmıştır[3].

Cezeri eserinin giriş bölümünde bu kitabı kaleme alış nedenini şöyle anlatır: "*Bir gün onun huzurundaydım ve yapmamı emrettiği şeyi getirmiştin... Ne düşündüğümü sezdi ve gizlediğimi açığa vurdu ve bana şöyle dedi, 'eşsiz araçlar yapmış, onları gücünle işler duruma getirmişsin. Seni yoran ve kusursuz biçimde inşa ettiğin bu şeyler kaybolup gitmesin. Benim için icat ettiğin bu araçları bir araya toplayan ve her birinden ve resimlerinden Seçmeleri kapsayan bir kitap yazmanı istiyorum. Onun bana sunduğu modeli uyguladım ve önerilerini kabul ettim, zaten boyun eğmekten başka yapacağım bir şey yoktu. Gerekli çalışmayı yapmak üzere gücümü topladım ve bu kitabı kaleme aldım"*[15] şeklinde ifade eder.

İsmail Ebul-iz, Artuk sultanı Kara Aslan'ın (Miladi 1144-1174 ) torunu ve Diyarbakır Hükümdarı Ebul feth Nasıruddin Mahmud (M.1200-1222) için bu eseri yazdığını bildirmektedir. Artuk sultanı Kara Aslan, torunu ve Ebul feth Nasıruddin Mahmud'a 25 yıl hizmet yaptıktan sonra, Cizre'ye dönmüş ve Cizre'de vefat etmiştir. Ebul-İz ve kardeşi Nuh Peygamber (as) Camii avlusuna defnedilerek üzerlerine kubbe yapmışlardır. Diyarbakır Ulu Camiindeki taş saati da Ebul-İz yapmıştır[11].

Ebul-İz, "El Cami' Beyne'l-İlm ve'l AmelEn Nafi' Fi-Sinnatil-Hiyel" adlı eserinde önsözden başka 50 adet şekil, 55 adet çok ilginç buluş ve 15 farklı düzen yer almaktadır. Eser 6 bölümden meydana gelmiştir[7].

Birinci bölümde binkam (su saati) ile finkanların (kandilli su saati) saat-ı müsteviye ve saat-ı zamaniye olarak nasıl yapılacağı hakkında 10 şekil; ikinci bölümde çeşitli kap kacakların yapılışı hakkında 10 şekil, üçüncü bölümde hacamat ve abdestle ilgili ibrik ve tasların yapılması hakkında 10 şekil; dördüncü bölümde havuzlar ve fiskiyeler ile müzik otomatları hakkında 10 şekil; beşinci bölümde çok derin olmayan bir kuyudan veya akan bir nehirden suyu yükselten aletler hakkında 5 şekil; 6. bölümde birbirine benzemeyen muhtelif şekillerin yapılışı hakkında 5 şekil yer alır[14].

İstanbul Topkapı Sarayı'nda bulunan El Cezeri 'ye ait kitabında, minyatür ve çizimler üzerindeki işaretler şifrelidir. El Cezeri'nin kitabını kısımlar halinde Almancaya çevirip teknik olarak yorumlayan Erlangen Üniversitesinde Öğretim üyesi Alman profesörlerinden Wideman, Ebuliz El Cezeri'nin otomatik makinelerinden birkaç tanesini yapmış ve başarı ile işletmiştir.

1974 yılında Donald Hill, Eseri İngilizceye tercüme etmiştir. Donald Hill önderliğinde eserin birinci kısmı olan su saatlerinden biri işler durumuna getirmiş, bunu 1976 Londra İslam Festivali süresince "Science Museum" da çalışır halde sergilenmiştir. Ahmed el Hasan adında Suriyeli bir bilim adamı Donald Hill çalışmasına paralel Arapça eserin değerlendirmesi yapmış, Cezeri'nin Çeşitli el yazmalarının İngilizce özetini vermiştir[9].

Donald Hill, Ebuliz'den çevirmiş olduğu kitabın adını "Al - Jazari's book of Ingenuous Mechanival Devices" koymuştur[12].

El-Câmi' Beyne'l-ilm ve'l-'Ameli'n-Nâfi fî Smaâti'l-Hiyel eserinin Türkiye'deki kopya sayısı 5, başka ülkelerde bilinen 16 kopyası mevcuttur. Türkiye'de, Topkapı Saray Müzesinde 4 adet, 1 adedi de Süleymaniye kitaplığında[13].

## **Çezeri'nin Hava, Boşluk Ve Denge Prensibini Kullanarak Yaptığı Araçlardan Çeşitli Örnekler**

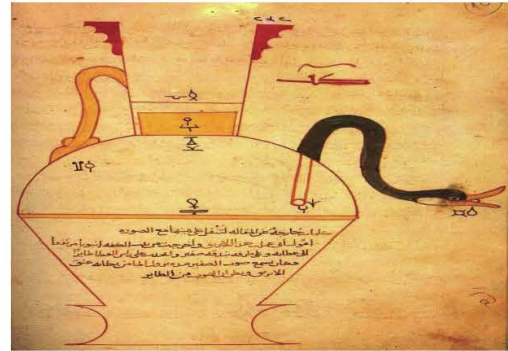
### **İbrikler**

Sınnat el-Hiyel adlı eserinde Cezeri, hava ve boşluğa dayalı içine doldurulan sıvıları istenildiği biçimde akışı sağlayan altı ibriğin yapımından bahseder. Bir kaç şunlardır;

### **Hükümdarın Abdest Alması için Otomatik Olarak Su Akıtan, Büyük Pirinç İbrik**

Pirinçten yapılmış ibrik hükümdarın yanına bırakılır, ördeğin gagasından akan su ile abdest alınır. Boşalan ibrik geri götürülür, su ile doldurulduktan sonra gerektiği durumda tekrar getirilir[16].

Şekil 1. Pirinçten İbrik



### **Abdest Alma Makinesi**

Otomatik adamın üstünde duran su deposundan sağdaki sütun boyunca gelen su, otomatik adamın elinden geçerek testiye kadar ulaşır. Bir süre sonra suyla dolan testi ağırlaşarak eğilir ve hükümdarın abdest alacağı havuza dökülür. Ayrıca testide suyun yükselmesiyle sıkışan hava tavus kuşunun ötmesini sağlar. Hafifleyen testi tekrar eski yerine döner. Bu işlem birkaç kere tekrarlanır. Bu arada testiden hükümdara dökülen su, havuzun içindeki tavus kuşu tarafından Otomatik adamın altında gizli olan depoya aktarılmaya başlar. Bu depodaki şamandıra da suyun dolmasıyla birlikte yavaş yavaş yukarı doğru kalkarak otomatik adamın havlu

tutan kolunu da hükümdara doğru uzatır. Havlunun uzatılması abdest alma işleminin bittiğini gösterir[7].

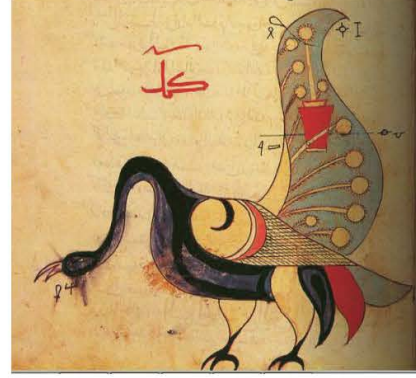
Şekil 2. Tavis kuşlu abdest alma Makinesi



### Tavis Kuşlu İbrik

Araç Şekil3 de görüldüğü gibi tavis kuşu görünümünde bir ibriktir. Tavusun boynu baş hizasından yükselmektedir ve kuyruğu kapalıdır. İbrik abdest almak için kullanılmaktadır. Görevli kişi tavusun kuyruğundaki kapaktan suyu tavusun içine boşaltır. Kuyruğun üst kısmında yer alan yuvarlak çıkıntı çekildiğinde tavusun gagasından abdest almak için yeterli miktarda su boşalır.

Şekil 3. Tavis Kuşlu İbrik



### Fıskiyeler

Cezeri'nin yaptığı fıskiyeler, Benu Musa araçlarını prensip noktasında benzer olsa da teknik açıdan üstün olduğu kabul edilmektedir. Bu üstünlüğü Cezeri'nin Benu Musa fıskiyelerini yapıp hatalarını tespit etmesinden anlaşılır[8]. Denge prensibine dayalı altı adet Cezeri fıskiyeleri bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak Şekil 4. de görülen iki şamandıralı fıskiye verilebilir[17]. Suyun sağlandığı bir depo ve havuz içinde yer alan fıskiye oluşur. Fıskiye suyu on beş dakika süre ile yay gibi, sonra da inci çiçeği gibi fişkirtir.

Şekil 4. İki şamandıralı fıskiye

Dışarıdan harekete geçirilen su, iki odacığa sahip bir tahterevalli üzerinden sağda bulunamına akar. Bu odacık dolunca, bir şamandıra aracılığıyla idare edilen tahterevalli diğer tarafa döner ve böylece sol odacık dolar. Tam olarak hesaplanan bu zamanda, sağ odacığın suyu bir boruyla dışarı akar ve alttaki teknenin ortadaki memesinden tek fişkirtmalı fıskiye olarak yukarı çıkar. Daha sonra tahterevalli çark eder, böylelikle su sol odacıktan ikinci boru üzerinden boşalır ve fişkirtmalı fıskiye olarak alt meme halkasından yukarı çıkar[20].



## Otomatik Makineler

Kendi kendine hareket eden anlamına gelen otomatik kelimesi, insan ve diğer canlıların eylemlerini taklit ederek, makinelerin işlevselleştirilmesi için sistemli bir çalışma ve sibernetik tabanlı uygulamalardır. Belli algoritmalar eşliğinde hareket kazanan insan taklitli araçlar robot olarak ifade edilir. Bir döngü içerisinde yönlendirilen robotlar, verilen döngü adımları bitince tekrar başa gelerek ilk işlemi devam eder. Robot sözcüğü ilk defa Çekoslovak yazar Karel Capek tarafından, her türlü zihinsel ve fiziksel işlevleri yerine getiren olarak kullanır.

Sihir, büyü veya doğüstü güçler yardımıyla canlı olduğu düşünülen doğanın harekete geçirilebileceği düşüncesi eskilere dayanır. Eski barınak yerleri olarak düşünülen mekânlarındaki taşlar, tuhaf figürler ve putlar bu düşüncenin bir göstergesidir[3].

Otomatik makinalar konusunda ki çalışmalara İslam dünyasında 9. yüzyılda Benu Musa'nın Kitâbü'l-Hiyel adlı eserinde rastlanmaktadır. Fizik kanunlarına dayalı yapılan çalışmalar 18-19. yüzyıla kadar eğlence amaçlı yapılan otomasyon çalışmaları hükümdarlar tarafından destek görmüştür. Ebul iz El Cezeri'nin yaptığı aletleri gören zamanın Diyarbekir Sultanı Sukmân bin Artuk, onu desteklemiş ve kitaplaştırmasını istemiştir. Otomat çalışmaları Cezeri döneminde zirve yapmıştır.

### Su Saatleri

Bu konuda hazırlanan araçlar teknolojik yapısı itibarıyla dikkat çekicidir. Cezeri saat çalışmalarını ayrıntılı vererek mekanizmalarının yapısını betimlemiştir.

### Fil Su Saati



Şekil 5. Fil Su Saati

Türkiye'nin güneyinde bulunan ve mühendislik dehası olan El Cezeri, yaptığı araçlar arasında en ünlü olanı fil su saatidir. Şekil 5. de görüldüğü gibi Sırtında kare gibi bir kürsü, kürsünün köşelerindeki sütunlar üzerinde bir hisar, hisarın üzerinde küçük bir kubbe, kubbenin üstünde de bir kuş bulunan bir fil şeklindedir[18]. Filin başına bakan taraftaki hisarın balkonunda sağında ve solunda iki şahin olan bir adam, hisar sütunları arasında uzanan ve üzeri iki yılan sarılmış bir mil bulunmaktadır. Kürsünün orta kısmında bir yarım küre ve üzerinde elinde kalem tutan bir kâtibin oturduğu platform, platform Üzerinde  $7 \frac{1}{2}$  dereceye bölünmüş bir yay, filin boynuna oturmuş, sağ elinde balta sol elinde sopa tutan bir bakıcı ve filin boynunun iki yanında vazo bulunmaktadır. Kâtibin kalemi  $7 \frac{1}{2}$  dereceye gelince kuş öter. Balkonda oturan adam sağ tarafındaki şahinin gagasının üstünden elini kaldırır ve sol elini sol tarafında bulunan şahinin gagası üstüne koyar. Sağdaki şahinin gagasından sütunlar arasındaki mile sarılı sağ yılanın ağzına top düşer. Yılan aldığı topu filin sağ omuzunda bulunan vazoya bırakır. Filin seyisi balta ile filin başına hamlede bulunur, sopalı sol elini kaldırır ve filin başına vurur. Top filin göğsünden karnında asılı bulunan çan üstüne düşerek ses çıkarır. Bu durum yarım saatin geçtiğini bildirir. Kâtibin kalemi derece işaretinin dışına gelir. Bu durum sol taraf için de aynı şekilde devam eder ve bir delik tamamen beyaz olur bu durum da bir saatin geçtiği ifadesidir[19].

## Kayık Su Saati

Bu saat, pirinçten yapılmış, kayık biçiminde estetik bir kaptır (Şekil 6.). Bu kayığın orta kısmında, pirinç sütunlar üzerinde yükselen kare biçiminde bir hisar, hisarın üzerinde küçük bir kubbe vardır. Hisarın, kayığın pruvasına bakan yüzünde bir kapı bulunur. Bu kapıdan bir şahinin başı ve göğsü görünür. Sütunlar arasında karşılıklı iki giriş vardır. Girişlerin ortasından bir mil geçer. Bu mile bir yılanın kuyruğu sarılmıştır. Yılanın başı şahine doğru uzanmıştır. Kayığın orta kısmında kubbeye benzer bir kısım, bunun üstünde de elinde kalem tutan bir kâtibin oturduğu kürsü vardır. Kürsünün üzerinde, kâtibin çevresine 15 işaret yapılmıştır. Kalem bu işaretler üzerinde hareket eder ve işaretlerin sonuna geldiği zaman günün bir eşit saati geçmiştir. Şahin yılanın ağzına bronz bir top düşürür. Yılan alçalır ve topu kayığın pruvasındaki büyük bir zilin üzerine bırakır ve yerine döner. Kâtibin kalemi tekrar ilk işarete döner[19].

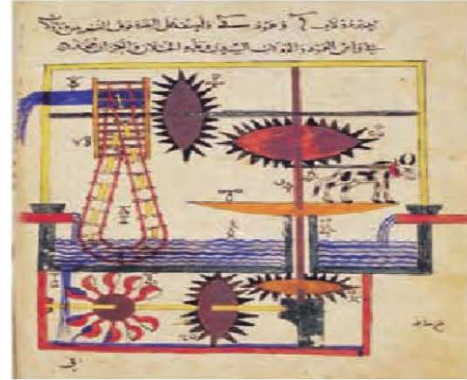


Şekil 6. Kayık su saati

## Suyu Yukarı Çıkarmakta Kullanılan Araçlar

### Kovalı Su Dolabı

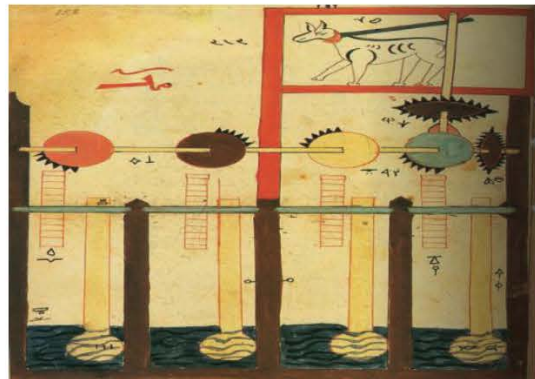
Göl veya kuyulardan suyu yukarı çıkartmak için kullanılan birçok yöntem vardır. İlk olarak kullanılan yöntem, kova kullanmak olmuştur. Bir kalasın ucuna uzunluğu kuyu derinliği ve kalas uzunluğu kadar bir ip ve ucuna da kova bağlanmak suretiyle su yukarı çekilir. Kalasın ucuna bağlı ağırlığı kabın ağırlığından fazla bir ağırlık bağlanır. Kova suyla doldurulup serbest bırakılınca kalasın ucuna bağlı ağırlıktan dolayı hiçbir kuvvet sarf edilmeden kova yukarı çekilir[19]. Kovalı su dolabının önemli ölçüde bir gelişimi, El-Cezeri tarafından tarif edilen ve betimlenen su kaldırma makinaları arasında ortaya çıkmaktadır. El Cezeri'nin kovalı su dolabı şekil 7. de verilmiştir. Kendi ifadesine göre, gözü yanıltmak için kendi kendine dönen ahşap bir koşum ineği figürü verildiği bir modeldir. Aslında düzenek uygulanan bir güç neticesi çarkların hareket ettirilmesi değil, su gücü ile hareket ettirilmektedir[20]. Dere suyunun bir kısmı bir boru aracılığıyla tekneye aktarılır, oradan daha alçakta duran volana dökülür ve bir kanal içinden akar. Akan suyun son üçte biri tamamen ya da kısmen suyu yukarıya kaldıran kovaların içine ulaşır.



Şekil 7. Kovalı su dolabı

## Durgun Sulardan Koşum Hayvanıyla Suyu Yukarı Kaldırmak

El-Cezeri kitabının beşinci bölümü olan suyu yukarı çıkartmak için yaptığı araçlar hakkında, beş düzenekten bahseder. İlk dördü koşum hayvanı ile döndürülmektedir. Su yüzeyinden kazıklar arasında bulunan yatay eksenin üzerindeki dikey eksen ve dişli çarklar aracılığıyla bir koşum hayvanı tarafından döndürülmektedir. Şekil 8. de görüldüğü



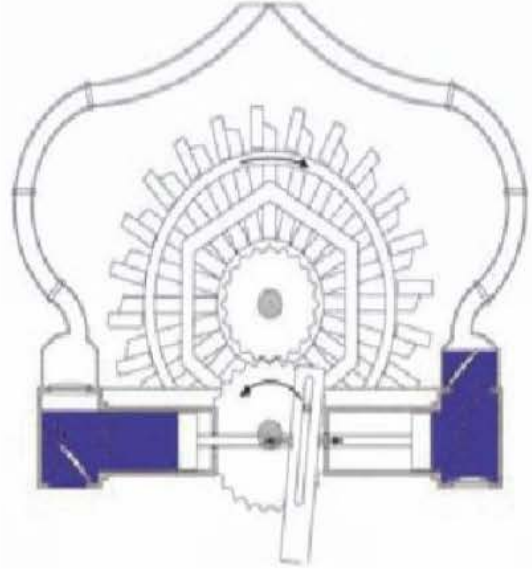
Şekil 8. Suyu yukarı çıkarma sistemi

gibi bir kısmı dişli, bir tek disk yerine bir dairenin  $\frac{1}{4}$  ü çevreleri dişlerle donatılmış dört disk kullanılır. Her bir disk  $90^\circ$  açıyla yerleştirilmiştir.

Dört diskten her birinin altında küçük bir eksen, harekete geçirme sopası çarkları ve kepçeleri ile birlikte bulunmaktadır. Karşılıklı yerleştirilen disklerin arasında  $90^\circ$  bulunmaktadır. Disk çevrelerinin  $\frac{1}{4}$  ü dişlerle donatılmış, bu durum disklerin birbiri ardı sıra sürekli su yükseltmektedir. Aynı sistemin tek diskli için kullanılan koşum hayvanın gücünden yararlanma olanağı dört kart artmaktadır.

### Su Çarkıyla Hareket Eden Su Pompası

Bir akarsuyun doğal akıntısından yararlanarak yapılan bir çalışmadır. Akıntı içerisinde duran büyük bir su çarkı, bir şafttan devam eden güçlü bir dönme hareketi oluşturmaktadır. Şafta bağlanan bir dişli çark, eksen mili bağlantılı diğer dişli çarka bu hareket aktarılır. Eksen mili ile hareket edebilir durumda olan krank mili, dönme hareketini mekanik olarak itme hareketine çevirir. Krank miline bağlı duran iki piston, suyu akıntıdan emmek ve bir odacığa göndermek için yatay hareketle itme hareketi kazanır. Her hareket neticesinde bir pistonun su emmesi gerçekleşirken, diğer piston suyu gevşeme durumundan suyu itmek ister. Şekil 9. da verilen mekanizmada, Odacıkların her biri iki supaba sahiptir. Birisi içeri emme diğeri boşaltma supabıdır. Pistonun emmesinden sonra emme supabı odacıkları kapatır, boşaltma esnasında su odacıklara bağlı olan çıkış borusuna ulaşır. Oradan su, eğer piston karşı yönde hareket edecek olursa, geri akamaz, çünkü boşaltma supabı kapalıdır. O esnada ikinci pompa suyu emer. Böylece, çıkış borusunda muntazam bir su akımı oluşur.



Şekil 9. Su çarkı ile su pompalama aracı

### Bulanık Mantık(Fuzzy Logic)

Bu bölümde bulanık mantık/fuzzy lojik teorisinin ortaya çıkışı, ne olduğu, hangi alanlarda uygulandığı ve hangi sonuçlar doğurduğu anlatılmıştır. Bulanık mantık kuramını geliştiren Azeri Asıllı Amerikalı siberetikçi Lotfy A. Zadeh'den bahsedilmiştir. Ayrıca bulanık mantık uygulama ara yüzü anlatılmış ve bilgisayar kontrollü su seviye tankı uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Bilim, felsefe ve kültürel etkinliklerde 19. ve 20. Yüzyılda devrim niteliğindeki yeniliklerle doludur [21]. Birçok bilim adamı yaşadığımız bu teknolojik yüzyılda yenilik ve değişimle meşgul olmaktadır. Bunlardan bazıları keşif ve icatlarla bilimi zenginleştirmiş, geleceğin seyrini değiştirecek kuantum kuramı, görelilik kuramı ve bulanık mantık gibi ilkin akla pek mantıklı gelmeyen bilimsel yenilikler getirerek, gelecek algımızı zenginleştirmişlerdir.

20. yüzyılın son çeyreğinde bulanık mantık gibi bir takım algı felsefesinin spekülasyondan arınmak, insandaki düşünme yeteneği ve buna bağlı olarak iş görme becerisi, siberetik makinalar tarafından taklit edilmesiyle bilimde dayanak oluşturmaya başlamıştır.

Makinelerin zeki olarak nitelendirilebilecek davranış gösterir olması, elektronik cihazların mantıklı karar uygulanması, insan zekâsı hakkında daha kapsamlı araştırma süreci başlatmıştır. Canlılığı ve zekâyı taklit felsefesiyle bilim dünyasına giren siberetik 20. Yüzyılın ikinci yarısında dikkatlerin odağı haline gelmiştir.

Zadeh'e göre, bulanık mantık her şeyin, doğrunun da, bir derece meselesi olduğu insani akıl yürütme için bir modeldir. Temelde, sözcükle hesaplama anlamı sunmaktadır [23].



Zadeh, geliştirdiği fuzzy(bulanık) mantık kuramı, iki değerli mantık kuramlarına bir alternatif oluşturmuş, sibernetik ve onunla bağlantılı bilim dallarında inanılmaz derecede gelişmeleri tetiklemiş, sibernetik ve yapay zekâ çalışmalarını hızlandırmıştır. Zadeh, mantık, sibernetik, yapay zekâ, bilgisayar ve otomatik makineler olarak beş farklı bilim kuramıyla 20. ve 21. Yüzyıl teknoloji devriminin kilometre taşı teşkil etmektedir. Sibernetik, insan gibi davranan makineler yapma girişimi olarak daha fazla otomasyon ve makineleşmeye imkân sunmuştur.

### Bulanık Mantık Kuramı

Lotfi A. Zadeh bulanık mantık ve bulanık kümeler kuramını 1965 yılında *The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets* adıyla yayınladı. Kullandığı bulanık sözcüğü bütün dikkatleri üzerine taşıyarak “mantığın bulanık olanı mı olurmuş” şeklinde itirazlarla karşılaşmıştır.

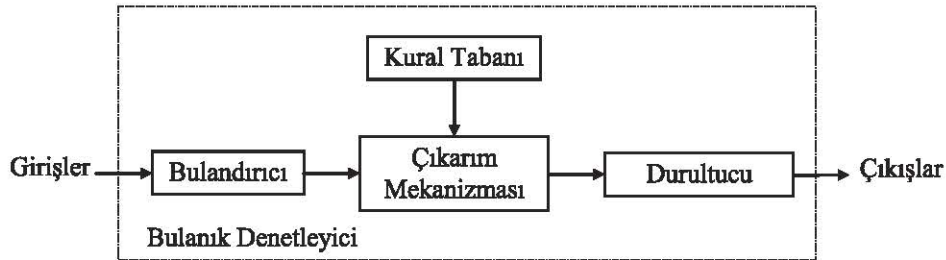
Eğer Zade, *fuzzy/bulanık* yerine daha olumlu şeyler çağrıştıran bir sözcük kullanmış olsaydı, kendisine bu kadar çok kişi karşı çıkmayacak ve mantık anlayışının ABD teknolojisinde uygulanması daha çabuk ve yaygın olacaktı[22].

L. Zadeh, “biraz basit, biraz da eğlenceli” dediği bu dūřüncenin aslında bilim tarihinde çığır açacağını ta o zamandan tahmin ediyordu. Bu dūřüncesini ilk olarak Amerika’nın en etkili matematikçisi sayılan Richard Bellman’a gösterdi. Bellman bu kuramı değerlendirdi ve şunları söyledi. “Sanırım sizin bu çalışmanız bilimde devrim yapacak bir çalışmadır. Zamanla bütün bilim dallarına yeni bakış açısı ve form sunacak; her řeyi kökten değiştirecektir. Hatta insan fenomenine dair yeni tasarımlar yaratacaktır”[22].

### Bulanık Denetim Sistemi

Bulanık denetim sistemlerinin çalışma ilkesi, insanın dūřünme tarzı dikkate alınarak tasarlanmaktadır. Bulanık denetleyiciler genellikle matematiksel modeli bilinmeyen veya doğrusal matematiksel modeli kurulamayan sistemlerde oldukça etkilidir[24].

Bulanık modellemenin oluşturulması için problemin tanınmış olması ve buna uygun parametrelerin seçilerek üyelik fonksiyonun hazırlanmış olması gerekir. Daha sonra ilgili parametreler ve oluşturulan bulanık alt kümelere göre problemin çözümlünü içeren kurallar dizisi veya kural tabanı oluşturulur. Üçüncü aşamada ise çıkarım yöntemleri seçilir. Son aşamada ise, bulanık olan değerin tekrar durulaştırılması veya klasik sayılara dönüştürme yöntemi belirlenir. Bulanık mantık sistemin çalışma yapısı şekil 10’de verilmiştir[25].

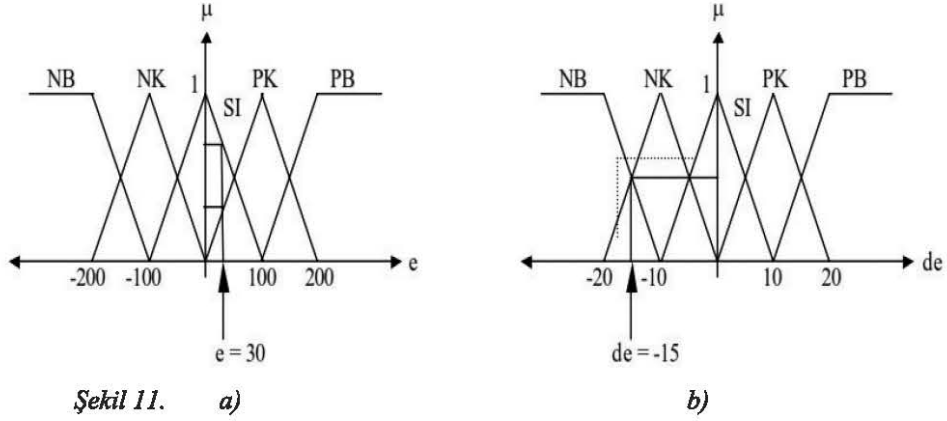


şekil 10. Bir bulanık denetleyicinin blok diyagramı

Bir bulanık denetleyici temel olarak dört ana bölümden oluşur. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

#### Giriş Birimi(Bulanıklaştırma)

Bulanık çıkarımın kullanabileceği bilgilere dönüşümü sağlayan giriş değişkenleri, bir kontrol sistemi olarak bulanık mantığın kullanıldığı ve ayarlanması gereken parametrelerinin hatasının ( $\epsilon$ ) ve bu hatanın türevi ( $\dot{\epsilon}$ ) sisteme giriş olarak uygulanır. Burada hata, ayarlanan parametrenin istenenle gerçek değerleri arasındaki farkı, hatanın türevi ise bu hatanın değişimini ifade etmektedir[24]. Bu giriş değişkenleri için aşağıdaki üyelik fonksiyonları ile karakterize edilen bulanık kümeler tanımlanabilir[25].



a) Giriş değişkeni hatanın ( $e=30$ ) için Üyelik fonksiyonlarına olan üyelik Dereceleri

b) Giriş değişkeni hata değişimi ( $de=-15$ ) için üyelik fonksiyonlarına olan üyelik Dereceleri

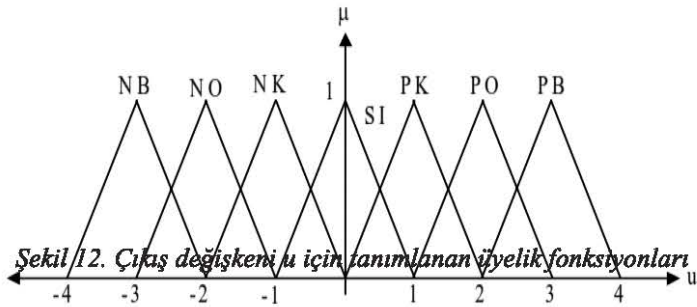
### Kural Tabanı

Bulanık denetleyicinin kural tabanı, denetimi yapılacak sistem hakkında bilgi sahibi olan uzman kişiler tarafından hazırlanan dilsel ifade olarak “IF-THEN” kuralından oluşur. Kural tabanı bulanık mantığın kalbi olarak nitelendirilebilir. Kural tabanı diğer bütün bileşenlerin doğru ve verimli çalışması için vazgeçilmezdir. Bulanıklaştırıcıdan gelen üyelik fonksiyonları burada depolanmış halde bulunan bilgi tabanına dayalı bilgi kümeleri ile birlikte kullanılarak bulanık bir sonuç elde edilir. Yanda verilen tablo bulanık kural tablosu olarak uzman tarafından hazırlanmıştır.

Tablo 1. 25 kuraldan oluşan kural tabanı

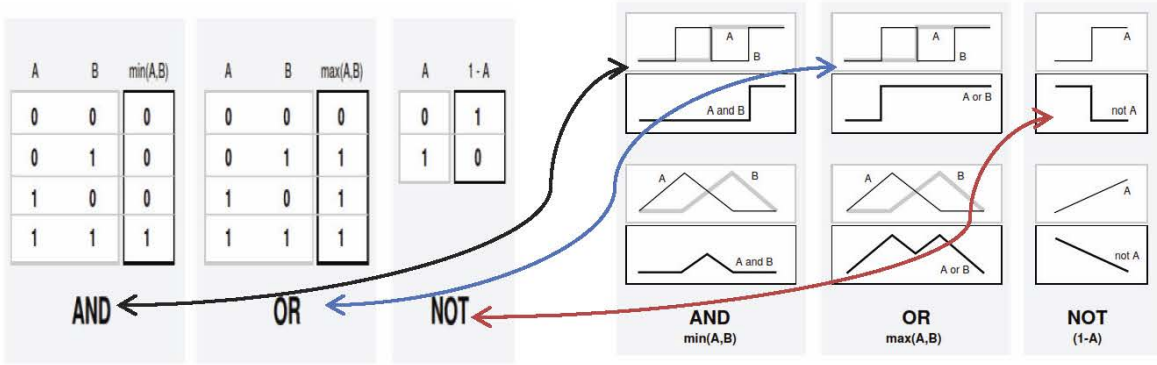
		de				
u		NB	NK	SI	PK	PB
e	NB	NB	NB	NO	NK	SI
	NK	NB	NO	NK	SI	PK
	SI	NO	K	SI	PK	PO

Giriş değişkenleri olan hata(e) ve hatadaki değişime(de) bağlı olarak tanımlanan üyelik fonksiyonlarının çıkışı olarak(u) şekil 12. de üyelik fonksiyonları verilmiştir[27].



### Çıkarım Mekanizması

Bulandırıcının çıkışlarını ve kural tabanını kullanarak bir bulanık küme oluşturulur. Bu bulanık küme durultucu tarafından denetleyicinin çıkışını hesaplamada kullanılır[31]. Ayrıca kural tabanı oluştururken mantıksal operatörler göz önünde bulundurularak çıkarım mekanizması oluşturulur. Bulanık çıkarımı anlamak, bulanık çıkarım mantıksal işlemleri ile nasıl bağlantılı olduğunu görmek gerekir.



Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere Kullanılan minimum(AND), maksimum(OR) veya değil(NOT) mantıksal operatörlerine göre çıkarım mekanizması değişmektedir.

### Çıkış Birimi Veya Durultucu

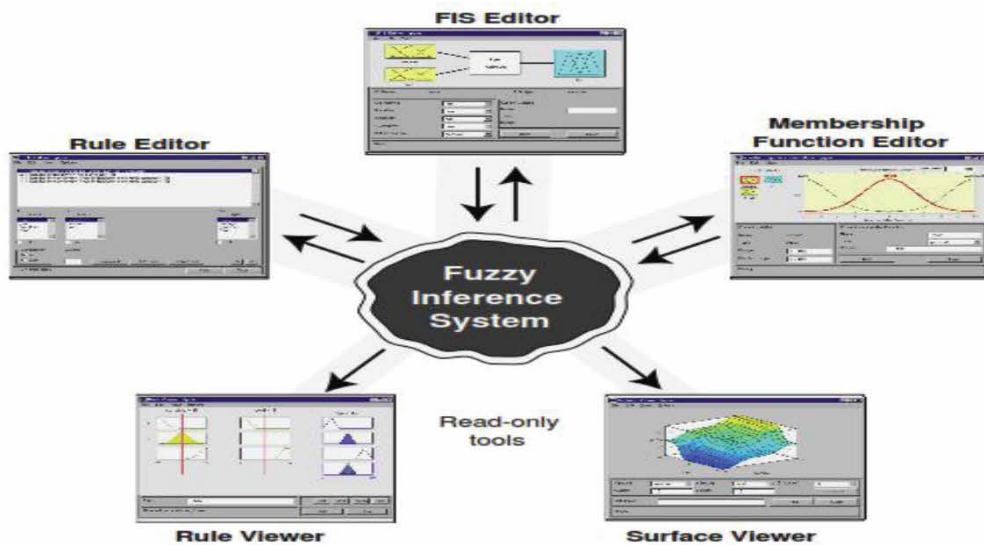
Denetleyicinin çıkışını sayısal olarak hesaplamak için durultucu birimi çıkarım mekanizmasının oluşturduğu sonuç çıkış bulanık kümesini kullanır. En çok kullanılan durultma metodu Ağırlık Merkezi yöntemidir[27].

### Bulanık Mantık Tabanlı Su Seviye Kontrol Uygulması

Sıvı seviye kontrolü, günlük hayatta sıvı mekaniği ile çalışan araçlar(otomobillerin, uçakların, vb. yakıt deposu yağlama sistemi veya hidrolik kaldırmaçlar) veya depolama amaçlı tanklarda büyük önem taşımaktadır[28]. Teknolojinin gelişmesine paralel, sıvı seviye kontrol için kullanılan metotlar sayısı da artmıştır. Sıvı seviye kontrol için bazı yöntemler aşağıda verilmiştir.

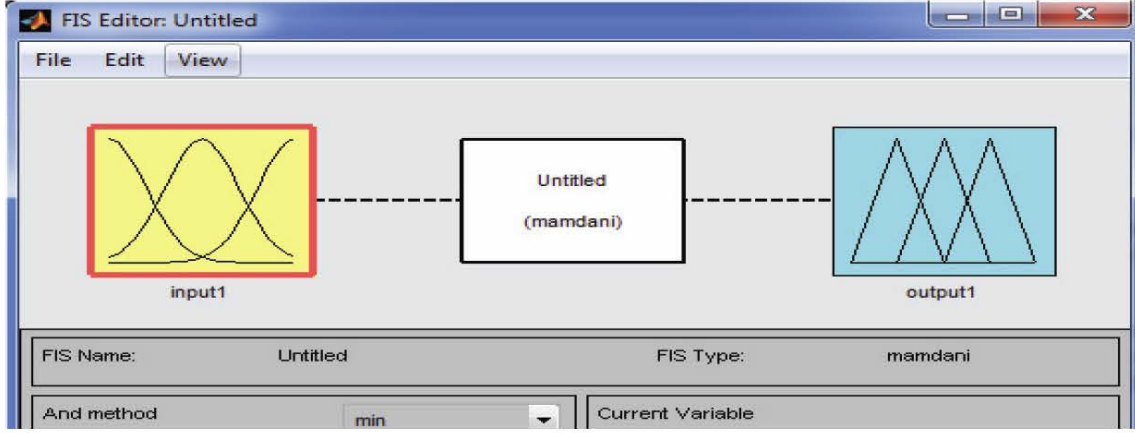
- ✓ Şamandıra metodu kullanılarak seviye ölçümü,
- ✓ Elektrot kullanılarak seviye ölçümü,
- ✓ Ultrasonik sinyaller kullanarak seviye ölçümü,
- ✓ Basınç farkı kullanılarak seviye ölçümü,

Bu çalışmanın amacı belli ölçülerde bulanık mantık ve yapay zekâ kullanılarak su seviyesi kontrolü yapmaktır[29]. Sistemi kontrol etmek için Mamdani bulanık modeli kullanılmıştır. Kullanılan su tankında Sensörler vesilesiyle tank su seviyesi ve çıkış vanası su çıkış miktarı testi yapılarak motor su pompalama hızı PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) ile kontrol edilir. Sistemin Bulanık tasarım bileşenleri aşağıda verilmiştir[30].

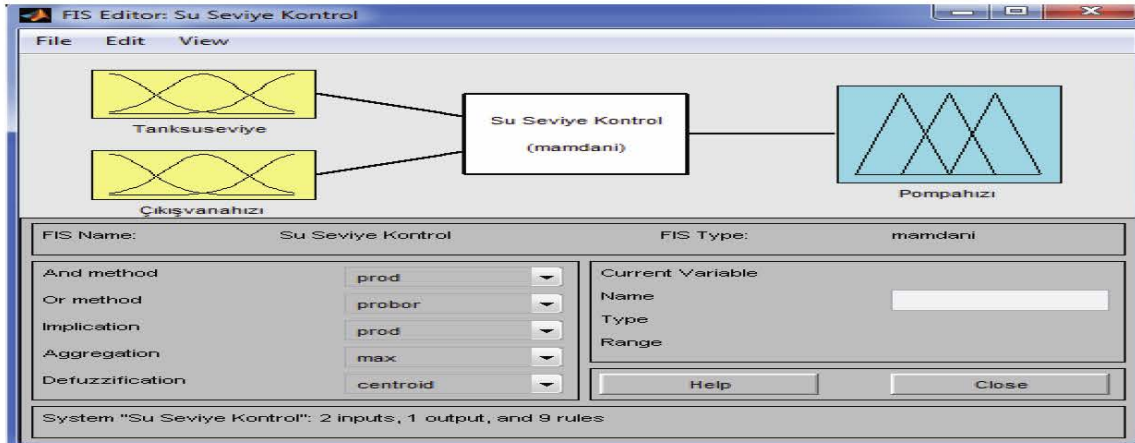


Şekil 14. Bulanık Çıkarım sistem elemanları

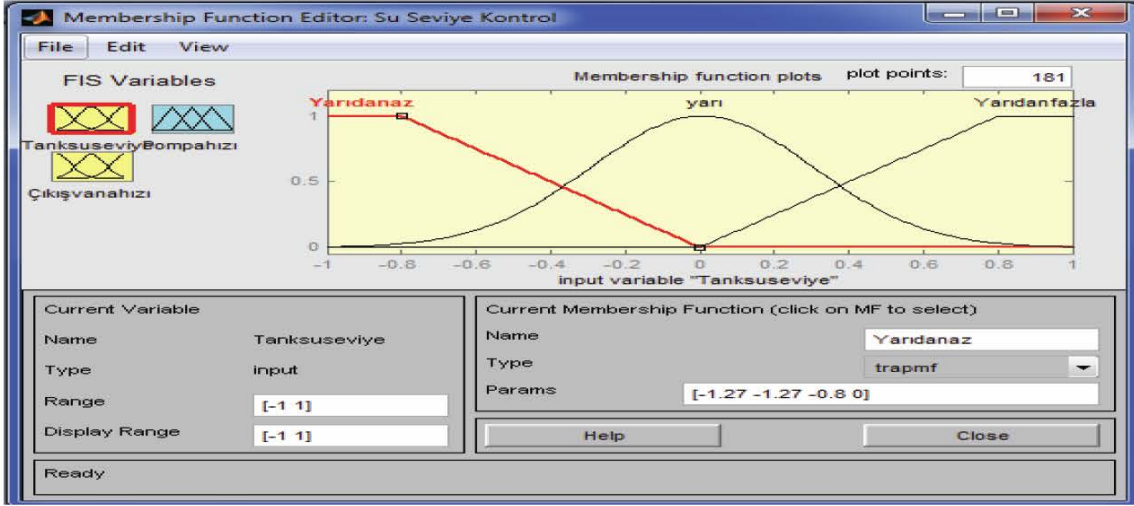
Bulanık çıkarım sistem bileşenlerinin uygulamamızdaki kullanımı sırasıyla anlatılacaktır. İlk olarak Simulink modeli yapılmış olması bulanık kontrol sistemi tasarlanmış olması gerekir[26]. MATLAB, yeni bir bulanık sistem geliştirmek için FIS(Fuzzy Inference System) düzenleyicisi açılır[32]. Varsayılan FIS tek girişli olarak aşağıdaki gibi açılır.



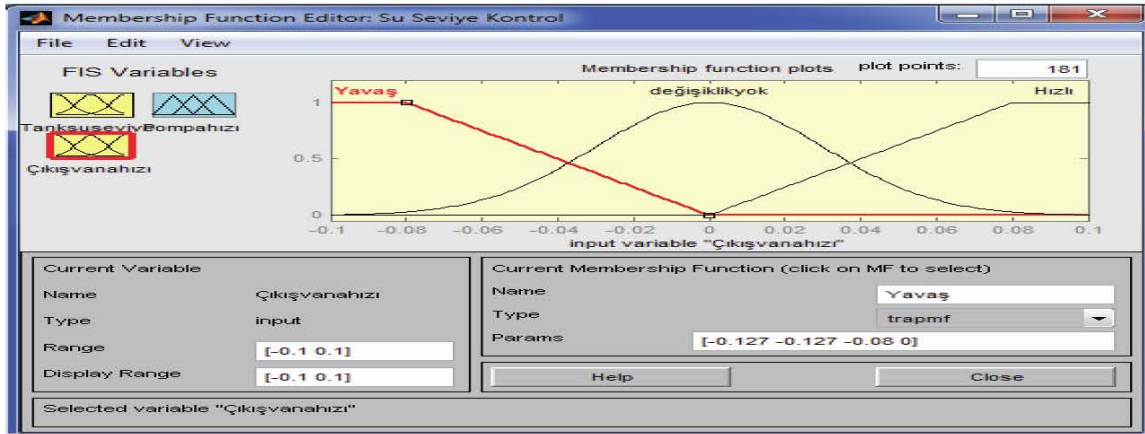
Sistemin iki girişi “Tank su seviyesi” ve “Çıkış vana hızı” adında olacaktır ve çıkış da “Pompa su hızı” olarak isimlendirilir[32]. Bu durumda FIS Editörü aşağıdaki gibi olacaktır.



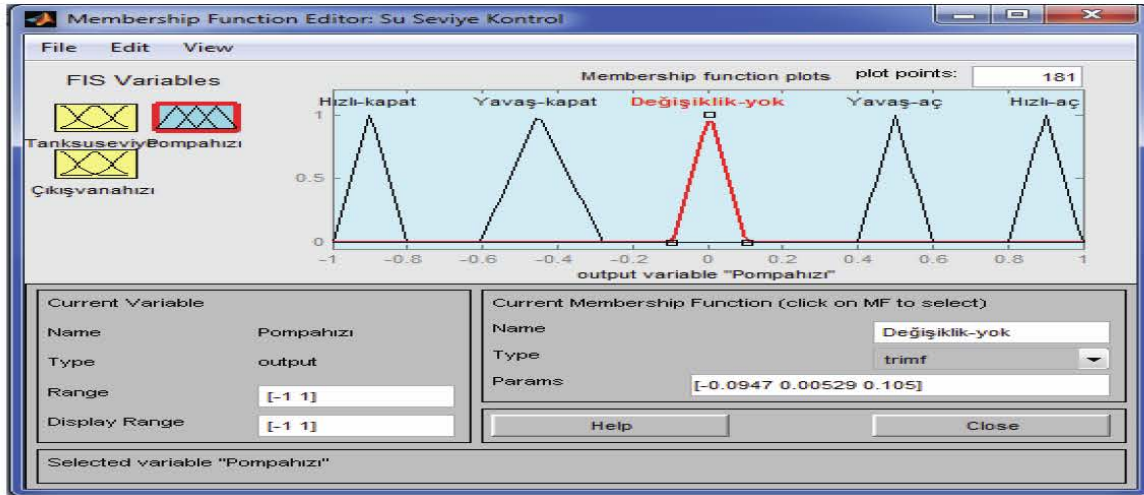
Bu sistem için yukarıda verilen her bir üyelik fonksiyonu için değer aralığı ve giriş çıkış tanımlanması gerekmektedir. Burada Su seviyesi -1 ile 1 aralığında, çıkış hızı -0,1 ile 0,1 aralığında, Pompa hızı için de -1 ile 1 değer aralığı dikkate alınacaktır. Varsayılan sistem Mamdani çıkarım ve toplama yöntemi kullanılır. Diğer bir tabirle ifade edilirse sırasıyla Bulanıklaştırma, Çıkarım ve Durulaştırma sıralaması mevcuttur[33].



Tank su seviyesi üç üyelik fonksiyonundan oluşur. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi 'yarıdan az' trapmf parametre değeri [-1.27 -1.27 -0.8 0], 'yarı', gaussmf parametre değeri [0.3001 0.006], 'Yarıdan fazla', trapmf parametre değeri [-0 0.8 1.265 1.265] dir[30]. Kullanılan üyelik fonksiyon sayısı Edit>Add MFs... den belirlenebilir.

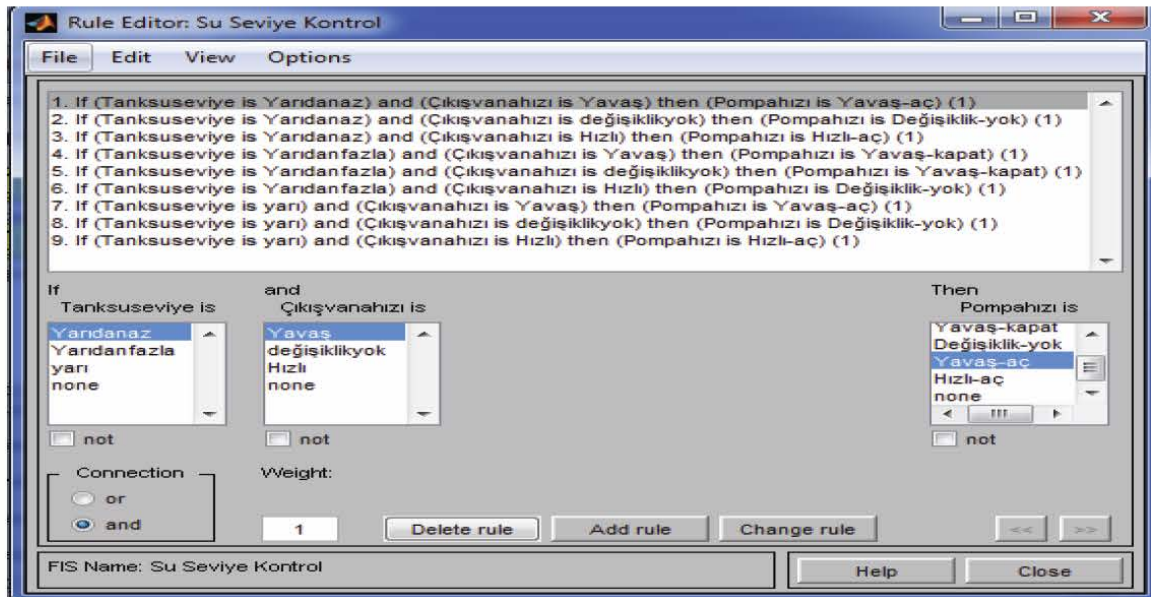


Su tankının çıkış vana hızı üç üyelik fonksiyonundan oluşmaktadır. Bunlar yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi 'yavaş' [-0.127 -0.127 -0.08 0], 'değişiklik yok' [0.03001 -3.469 -0.18], 'hızlı' [0 0.08 0.127 0.127] parametre değerleriyle verilmiştir. Fonksiyon tipi olarak sırasıyla trapmf, gaussmf ve trapmf dir. Giriş üyelik fonksiyonların tipi ve parametre değerleri belirlendikten sonra çıkış (durulaştırma) üyelik fonksiyonları belirlenmelidir. Sistemde kullanılan çıkış fonksiyon kümesi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

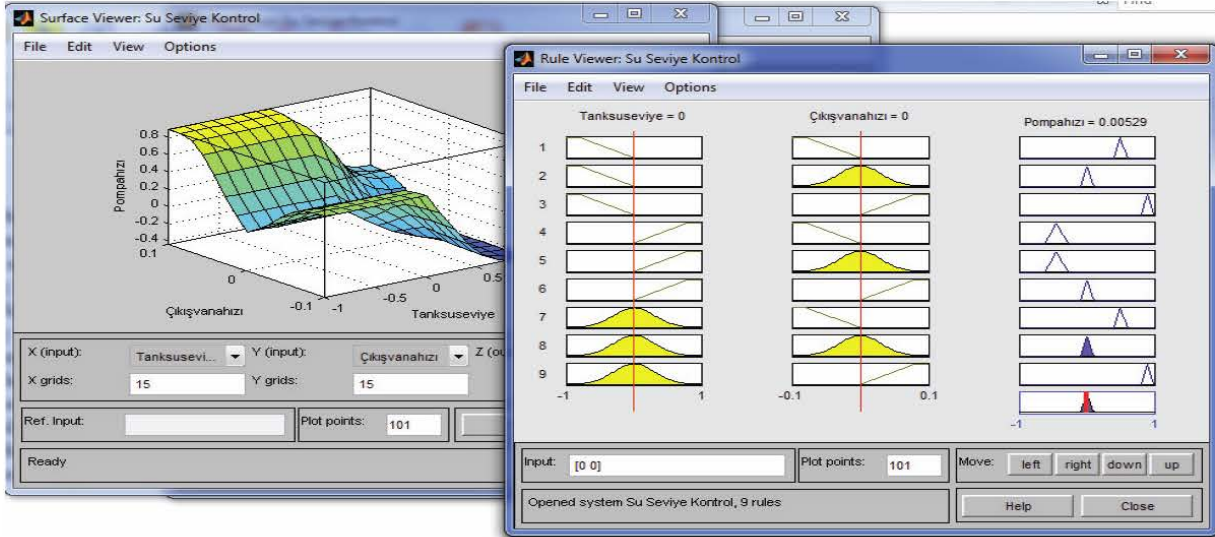


Sistem üzerinde pompa hızı için beş çıkış üyelik fonksiyonları vardır. Bunlar sırasıyla 'Hızlı kapat' [-1 -0.9 -0.8], 'Yavaş kapat' [-0.606 -0.452 -0.278], 'Değişiklik yok' [-0.09999 0 0.09999], 'Yavaş aç' [0.4 0.5 0.6], 'Hızlı aç' [0.8 0.9 1] üçgen parametre değerleriyle verilmiştir[32].

Tanımlanan giriş ve çıkış üyelik fonksiyonları için kural tabanı, sistemi tasarlayan uzman/uzmanlar tarafından oluşturulur. Bu sistem için su seviyesine göre pompa hızı belirlenir. Amaç çıkış vanası için mümkün olan kesintisiz sistem çalışmasında su seviyesini korumaktır. Belirlenen yarı seviye referans noktasını baz alarak suyun seviyesindeki değişikliğe göre giriş vana su miktarının artışı veya azalışı dikkate alınmıştır. Bu sistem için kullanılan kural editörü aşağıda gösterilmiştir[34].



Yukarıda verilen kural editör penceresinde, Tank su seviye 3 ve çıkış vana hızı 3 olmak üzere toplam dokuz kural üzerinde sistem inşa edilmiştir. Üyelik fonksiyonları birleştirmek için AND mantıksal bağlacı kullanılmıştır. Kullanılan bağlaç, ilk iki kuralın doğru olması halinde gerçekleşeceği beklenir. Kuralların görselleştirilmiş hali aşağıda verilmiştir.



## Sonuç

Su ile çalışma teknikleri birçok farklı alanlarda uygulanmaktadır. Gerek sulamada gerekse günlük hayatta su ihtiyacının giderilmesi noktasında bir sistem tasarlanması gerekmektedir. Yapılan bu çalışma, sıvı seviye kontrol tasarımının bulanık mantık uygulama çalışmasıdır. MATLAB Simulink Kütüphanesi kullanarak görsel çalışma sunulmuştur. Burada amaç Ebû'l İz İbni İsmail İbni Rezzaz El Cezeri'nin teknoloji tarihindeki yerini vurgulamak, yapılan çalışmayı değişik sistemler ve ihtiyaçlarda kullanmayı mümkün hale getirmektir.

## Kaynakça:

- [1] <http://www.alshindagah.com/marapr2005/jaziri.html> (20.02.2012).
- [2] Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi, Cilt 2, Sayı 4, Bilim ve Sanat Vakfı, İstanbul, 439-521, 2004.
- [3] Unat, Y. "El-Cezeri'nin, Makine Yapımında Yararlı Bilgiler ve Uygulamalar Adlı Eseri" Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı, Ankara, 2002.
- [4] Islamic Automation: A Reading of al-Jazari's The Book Of Knowledge Of Ingenious Mechanical Devices (1206), First International Conference on the Media Arts, Sciences and Technologies held at the Banff Center, 2005.
- [5] <http://elcezeri.blogspot.com/2011/06/sizleri-etkileyecek-ve-sasrtacak-ebul.html>, (20.02.2012).
- [6] Unat, Y., "Teknoloji Tarihinde Cezeri'nin Öncülleri", Bilim ve Ütopya, İstanbul 2001.
- [7] <http://www.cizre.gen.tr/index.php?goster=650&SayfaNo=1256> (21.02.2012).
- [8] Tekeli, S., Dosay, M. ve Unat, Y. "Cezeri, El-Câmi Beyne'l ilm ve'l-Amel en-Nâfi Fî Sinaâti'l-Hiyel", Türk Tarih Kurumu, Ankara 2002.
- [9] Hill, D. R., The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitâb fi Ma'rifat al-Hiyal al-Handasiyya) by Ibn al-Razzâz al-Jazarî, Dordrecht ve Boston 1974.
- [10] Bir, A., "Al-Cazari a Medieval Engineer at Artukid Capital Diyarbakır," Turkish Review Quarterly Digest, 1987.

- [11] <http://www.elektromania.net/default.asp?tid=916> (15.02.2012)
- [12] Hill, D. R., The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitâb fî Ma'rifat al-Hiyal al-Handasiyya) by Ibn al-Razzâz al-Jazarî, Dordrecht ve Boston 1974.
- [13] Bilim Ütopya, Sayı 91, Ocak 2002.
- [14] <http://orionrobots.co.uk/Al+Jazari> (10.02.2012).
- [15] Olağanüstü Mekanik Araçların Bilgisi Hakkında Kitap, Tıpkı Basım, Kültür Bakanlığı Yayınları 1207, Bilim ve Teknoloji Dizisi Ankara, 1990.
- [16] Tekeli, S., Dosay, M. ve Unat, Y., “Cezerî, Kitap el-Câmi beyne'l-ilm ve'lamel en-Nâfi Fî Sinaâtî'l-Hiyel”, Türk Tarih Kurumu Yayınevi, Ankara 2002.
- [17] <http://www.ebuliz.com/ebuliz22.swf> (10.02.2012).
- [18] Unat, Y., "Cezerî'nin Yapıtı", Bilim ve Ütopya, Ocak 2001, Sayı 91, İstanbul, 2001.
- [19] Unat, Y., Artuklular döneminde bir türk mühendds, cezerî, Mayıs 2006.
- [20] Sezgin F. “İslam'da Bilim ve Teknik”, istanbul büyükşehir belediyesi kültür a.ş. Yayınları, ikinci Basım, Nisan 2008.
- [21] Işıklı, S., “Bulanık Mantık ve bulanık teknolojiler” Ankara Üniversitesi, DTCF.
- [22] Semed, M., ”Dünya Dahilersiz Yaşabilirmir”, Azerbaycan Bilimler Akademisi Yay., 2000.
- [23] Zadeh, L. A., “Commercialism and Human Values”, Azerbaijan International, Spring 1998.
- [24] Nabiyevev, V., Yapay Zeka Seçkin Yay.3. Baskı, Ankara, 2010.
- [25] Avcı, E., “İleri Yapay Zeka” Fırat üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü,2006.
- [26] Fuzzy Logic Toolbox™ User's Guide R2011b.
- [27] Türkoğlu, İ., “Yapay sinir ağları ile nesne tanıma”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 1996.
- [28] Katicioğlu,İ., Sefer, C., “Sıvı tanklarda Seviye kontrol sistemi” İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü,2005.
- [29] Wu, D., Karray, F. and Song, I., “Water Level Control by Fuzzy Logic and Neural Networks”.
- [30] [http://www.kxcad.net/cae\\_MATLAB/toolbox/fuzzy/fp243dup9.html](http://www.kxcad.net/cae_MATLAB/toolbox/fuzzy/fp243dup9.html) (21.02.2012).
- [31] Passino, K. M., Yurkovich, S.”Fuzzy Control” 97-14003., 1998.
- [32] <http://www.calvin.edu/~pribeiro/othrlnks/Fuzzy/tutorial1.htm> (21.02.2012).
- [33] Klingenberg, B., “A Time-Varying Harmonic Distortion Diagnostic Methodology Using Fuzzy Logic”, Calvin College's Engineering Department.
- [34] Gomez, P.,”A Practical Guide to Model Fuzzy Inference Systems using MATLAB and Simulink” Miami, 2004.