



**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS**

BULANIK MANTIK İLE ARI KOVANLARININ UZAKTAN TAKİP VE KONTROL SİSTEMİ

Çilem KOÇAK

BURDUR, 2018

**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BULANIK MANTIK İLE ARI KOVANLARININ
UZAKTAN TAKİP VE KONTROL SİSTEMİ**

Çilem KOÇAK

Danışman: Doç. Dr. Ali Hakan IŞIK

BURDUR, 2018

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Çilem Koçak tarafından Doç. Dr. Ali Hakan Işık yönetiminde hazırlanan “**Bulanık Mantık İle Arı Kovanlarının Uzaktan Takip ve Kontrol Sistemi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 03/09 /2018

Prof. Dr. Tuncay Yiğit (Başkan)
Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Hakan IŞIK (Jüri Üyesi)
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fatih Demiral (Jüri Üyesi)
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun _____ Tarih ve _____ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

Doç. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ

Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Bulanık Mantık İle Arı Kovanlarının Uzaktan Takip ve Kontrol Sistemi”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

03 / 09 / 2018

Çilem KOÇAK

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç Dr. Ali Hakan IŞIK'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam sırasında hiçbir yardımı esirgemeyen değerli hocam Öğr. Gör. Mehmet BİLEN'e teşekkür ederim.

0330-YL-16`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Eylül, 2018

Çilem Koçak

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL DİZİNİ	iv
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Arıcılık	4
2.1.1. Arıların Bakımı	4
2.1.2. Arı Hastalıkları ve Nedenleri	7
2.1.2.1. Kronik ve akut arı felci	8
2.1.2.2. Taş hastalığı	8
2.1.2.3. Tulumsu yavru çürüklüğü	8
2.1.2.4. Amerikan yavru çürüklüğü	8
2.1.2.5. Nosema hastalığı	9
2.1.2.6. Avrupa yavru çürüklüğü	9
2.1.2.7. Kireç hastalığı	9
2.2. Türkiye’de Arıcılık	9
2.3. Sıcaklığın Bal Arılarına Etkisi	13
2.4. Nemin Bal Arılarına Etkisi	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Arduino	20
3.1.1.1. Arduino ile neler yapılabilir ve neler yapılamaz	21
3.1.1.2. Arduino mega	21
3.1.2. Sensörler	23
3.1.2.1. Sensörlerin bulunduğu bir sistemde olması gerekenler	24
3.1.2.2. Sensör çeşitleri	24
3.1.2.3. Kablosuz sensör ağı teknolojisi	24
3.1.2.4. Sıcaklık ve nem sensörleri	25
3.1.3. Peltier	27
3.1.3.1. Kullanım alanları	29
3.1.4. Sistemin Enerji Üretimi	29
3.1.4.1. Güneş panellerinin kullanım alanları	30
3.1.4.2. Güneş panelleri kullanımının avantajları	31
3.1.5. Jel Akü	31
3.1.6. Havalandırma Sistemi	32
3.2. Yöntem	33
3.2.1. Bulanık Mantık Teorisi	33
3.2.1.2. Bulanık mantığı kullanmanın avantajları	36

3.2.1.3. Bulanık mantık tasarımı ve uygulaması	36
3.2.1.4. Üyelik fonksiyonu	37
3.2.1.5. Bulanık mantıkla sıcaklık ve nem kontrolü.....	39
3.3. Sistem Entegrasyonu ve Sistemin Arı Kovanı Üzerinde Uygulanması.....	44
3.3.1. Web Ara Yüzü Çalışma Yapısı	47
3.3.2. Sistemin Web Ara Yüzleri	48
3.3.2.1. Kurallar tablosu	60
3.3.3. Kovanı içi nemi ölçümü ve denetimi	63
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	65
4.1. Arı Kovanı Gözlem Süreci	65
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	74
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	81



ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Bal arısı	5
Şekil 2.2. Arı kovanları	6
Şekil 3.1. Arıkovanı sistemi	19
Şekil 3.2. Arıkovanı dış ve iç görünümü	19
Şekil 3.3. Arıkovanı yönetim paneli	20
Şekil 3.4. Arduinio mega	22
Şekil 3.5. Sıcaklık- Nem sensörü	26
Şekil 3.6. Yağmur sensörü	27
Şekil 3.7. Peltier	28
Şekil 3.8. Peltier çalışma prensibi	28
Şekil 3.9. Güneş paneli monte edilmiş arı kovanı	30
Şekil 3.10. Sistemde kullanılan fanlar	33
Şekil 3.11. Bulanık mantık teorisi	34
Şekil 3.12. Üyelik fonksiyonu	37
Şekil 3.13. Örnek bir üyelik fonksiyonu (a=10, b=20, c=30)	40
Şekil 3.14. İç sıcaklık üyelik fonksiyonları	40
Şekil 3.15. Dış sıcaklık üyelik fonksiyonları	41
Şekil 3.16. Üyelik değeri hesaplama grafik gösterimi	42
Şekil 3.17. Örnek bir bulanık çıkış hesaplama grafik gösterimi ($X_1=9$, $X_2=-1$)	43
Şekil 3.18. Örnek bir kural toplamı hesaplaması sonucu çıkış elde edilmesi	44
Şekil 3.19. Sistemin akış diyagramı	47
Şekil 3.20. Arı kovanı çalışma prensibi	48
Şekil 3.21. Web ara yüzü menüleri	49
Şekil 3.22. Web ara yüzü ayarlar menüsü	49
Şekil 3.23. Bulanık seçimli web ara yüzü	50
Şekil 3.24. Elle seçimli web ara yüzü	50
Şekil 3.25. Bulanık mantık menüsü seçenekleri	51
Şekil 3.26. Bulanık değişkenler	51
Şekil 3.27. Sıcaklık için yeni üyelik fonksiyonu	52

Şekil 3.28. Sıcaklık değişkeni üyelik fonksiyonları grafiği	53
Şekil 3.29. Sıcaklık değişkeni için üyelik fonksiyonları	54
Şekil 3.30. Dış sıcaklık değişkeni üyelik fonksiyonu grafiği.....	55
Şekil 3.31. Dış sıcaklık için üyelik fonksiyonları	56
Şekil 3.32. Isıtma çıkışı değişkeni üyelik fonksiyonları	56
Şekil 3.33. Isıtma çıkışı için üyelik fonksiyonları.....	57
Şekil 3.34. Kurallar sekmesi	57
Şekil 3.35. Bulanık kurallar.....	58
Şekil 3.36. Yeni bulanık kural ekleme	58
Şekil 3.37. Bulanık test sekmesi.....	59
Şekil 3.38. Bulanık kuralları test et butonu	59
Şekil 3.39. Kural test ekranı	60
Şekil 3.40. Bulanık mantık ana yüz ekranı nem butonu.....	63
Şekil 3.41. Elle ara yüzü ekranı nem butonu.....	64
Şekil 3.42. Klasik nem/fan kuralı.....	64
Şekil 4.1. Tasarım yapılan arı kovanı.....	66
Şekil 4.2. Gözlem yapılan arı kovanları	67

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. TÜİK 2015 illere göre arıcılık verileri	10
Tablo 2.2. TÜİK 2002-2017 Türkiye arıcılık verileri.....	12
Tablo 3.1. Arduino 2560 teknik özellikleri.....	22
Tablo 3.2. Dht22 sıcaklık-nem sensorünün özellikleri	26
Tablo 3.3. Günlük sıcaklık değerleri.....	36
Tablo 3.4. Arıkovanı için bulanık sıcaklık değişkenleri	45
Tablo 3.5. Arıkovanı için bulanık nem değişkenleri.....	46
Tablo 3.6. Olası oluşturulabilecek bulanık kurallar.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Akt.	:Aktaran
AKB	:Arı Konaklama Belgesi
AKS	:Arıcılık Kayıt Sistemi
Asp. Net Mvc	:Active Server Page Network Model-View-Controller
AVR	:Alf ve Vegard'ın Risc işlemcisi
CAPE	:Hayvan Bilimi
CCD	:Charge Coupled Device
CO₂	:Karbondioksit
DAC	:Dijital Analog Dönüştürücü
DC	:Direct Current (Doğru akım)
DNA	:Deoksiribo Nükleik Asit
FAO	:Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
G/Ç	:Giriş / Çıkış
HMF	:Hidroksimetil Furfural
Http	:Hyper Text Transfer Protocol (Üstün metin transfer protokolü)
ICSP	:In-Circuit Serial Programming
IEEE	:Institute of Electrical and Electronics Engineers
KB	:Kilobyte
Kg	:Kilogram
KOSGEB	:Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
kW	:KiloWatt
mA	:Mili Amper
MISO	:Multiple Input, Single Output
Max	:Maximum
Min	:Minimum
MHz	:Mega Hertz
Mm	:Milimetre
MS SQL	:Microsoft Structured Query Language
N	:Birey Sayısı

O	:Oksijen
PCR	:Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction)
PID	:Proportional–İntegral–Derivative
PWM	:Pulse Width Modulation
RH	:Relative Humidity (Bağıl Nem)
TL	:Türk Lirası
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
TV	:Televizyon
UART	:Donanım Seri Port
USB	:Universal Serial Bus
V	:Volt
Vb	:Ve Benzeri
Vd	:Ve Diğerleri
Wifi	:Standard For Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlılığın Standardı)
Windows CE	:Widows Compact Edition
WPAN	:Kablosuz Kişisel Alan Ağı
WWAN	:Kablosuz Geniş Alan Ağı
%	:Yüzde
[T1,T2]	:Sıcaklık Parametreleri
<	:Küçüktür
>	:Büyüktür
μ	:Aritmetik Ortalama
°C	:Santigrat Derece

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bulanık Mantık ile Arı Kovanlarının Uzaktan Takip ve Kontrol Sistemi

Çilem KOÇAK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Malzeme Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Hakan IŞIK

Eylül, 2018

Tez çalışmasında, arduino ile bulanık mantık kullanılarak arı kovanlarının uzaktan takip ve kontrolü için bir sistem tasarlanmıştır. Sistemde, kovan içindeki sıcaklık ile nemin takip ve kontrolü sağlanmaktadır. Tez çalışmasındaki amaç, bal verimini artırmak, hava sıcaklık ve nemin arılar üzerindeki olumsuz etkisini azaltmaktır. Tasarlanan arı kovanı ile kovan iç ve dış sıcaklığı anlık ölçülerek arılar için yaz ve kış mevsimleri için en uygun yaşama ortamı sağlanmıştır. Arıkovanı tasarımında, arduino mega, sıcaklık, nem ve yağmur sensörü, peltier, güneş paneli, jel akü, fan kullanılmış, takip ve kontrol için web sitesi geliştirilmiştir. Web sitesinin geliştirilmesinde, Asp.Net MVC platformu ve MS SQL veri tabanı kullanılmıştır. Kovandaki yağmur, iç-dış sıcaklık ve nem değerleri sensörler ile dakikada bir defa ölçülüp, veri tabanına kaydedilmektedir. Web sitesi ile arı kovanının uzaktan kontrolü el ve bulanık mantık olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Elle kontrolde, sistem eşik değerlerine bağlı olarak kural tabanlı çalışmaktadır. Bulanık mantık yönteminde ise uzman görüşü doğrultusunda deneme yanılma sonucunda elde edilen bulanık çıkarımlar ile sistem kontrol edilmektedir. İki farklı yöntem ile arı kovanının uzaktan ısıtma ve soğutma işlemi, nem kontrolü web sitesi üzerinden yapılabilmektedir. Bulanık mantık yöntemindeki çıkarım işlemi için altmış dört adet bulanık kural oluşturulmuştur. Söz konusu bulanık kurallar ve üyelik fonksiyon parametreleri web sayfası üzerinden değiştirilebilmektedir. Böylece geliştirilen arı kovanı uyarlanabilir (adaptif) bir yapıya sahip olmuştur. Bulanık mantık kuralları ve fonksiyonlarının değiştirilebilir olması, arı kovanının farklı iklim şartlarına sahip bölgelerde kullanılabilmesini sağlamaktadır. Tez çalışmasının literatüre en önemli katkıları, web ve mobil ara yüz üzerinden arı kovanının takip ve kontrolünün sağlanması, kontrol işleminin el ve bulanık mantık ile gerçekleştirilebilmesi, sistemin uyarlanabilir bir yapıya sahip olmasıdır. Tasarlanan sisteme çeşitli sensörler eklenerek arı kovanının kullanılabilirliğinin artırılacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sensörler, Arduino, Arıcılık, Bulanık Mantık

Hazırlanan bu tez çalışması Yüksek Lisans Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi tarafından 0330-YL-16'lu proje numarası ile desteklenmiştir.

SUMMARY

M. Sc. Thesis

Remote Tracking and Control System of Bee Hives by Fuzzy Logic

Çilem KOÇAK

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Institute of Science and Technology
Materials Engineering Department**

Supervisor: Doç Dr. Ali Hakan IŞIK

September, 2018

In this thesis study, a system was designed for remote tracking and control of bee hives by using fuzzy logic on arduino. In the system, the temperature and the humidity inside the hive is tracked and controlled. The aim in this thesis study is to increase the honey efficiency and to decrease the negative effects of temperature and humidity on bees. With the help of the hive designed, the best living condition for bees during summer and winter seasons was provided by instantaneously measuring the internal and external temperature of the hive. In the design of the hive, arduino mega, temperature, humidity, and rain sensors, Peltier cooler, solar panel, gel battery, as well as a fan was used and then a web site was developed for tracking and controlling. During the development of the website, ASP.NET MVC platform and MSSQL database were used. The rain in the hive as well as internal and external humidity and temperature values were recorded to the database by being measured through the sensors minute by minute. The remote control of the bee hive on the website can be carried out in two methods; manually and fuzzy logic. In manual control, the system works on a rule-based system that depends on threshold values. In the fuzzy logic method, the system is controlled through the inferences that have been obtained by trial and error results of expert opinions. Cooling, heating, and the humidity control of the bee hive can be performed on the website in both methods. For inference process in the fuzzy logic, sixty-four fuzzy rules were created. The fuzzy rules under discussion and membership function parameters can be changed on the website. Therefore, the developed bee hive has an adaptive structure. The fact that the fuzzy logic rules and functions are adaptive provides the fact that the bee hive can be used in different areas with different climate conditions. The most important contributions of this thesis study are the fact that the tracking and control of the bee hive can be done on web and mobile interface, the fact that the control can be performed both manually and by fuzzy logic, and the fact that the system has an adaptable structure. It is thought to develop the usability of the bee hive by adding various sensors to the designed system.

Keywords: Sensors, Arduino, Beekeeping, Fuzzy Logic

The present M.Sc. Thesis was supported by Burdur Mehmet Akif Ersoy University Under the Project number of 0330-YL-16

1. GİRİŞ

Türkiye’de yapılan arıcılık faaliyetleri incelendiğinde profesyonel arıcılık yapılmadığı, arıların ve arıcılığın önemini arı üretimi yapan kişilerin farkında olmadığı görülmektedir. Az sayıda arı kovanı ile arıcılık faaliyeti sürdüren birçok arıcı bulunmaktadır. Arıcılık diğer birçok sektörde olduğu gibi profesyonelleşerek gelişen teknolojiden faydalanması gereken bir faaliyettir. Tarım ve hayvancılık sektöründe teknolojinin her boyutu görülmektedir. Arı ürünleri ve bal üretiminde de gereken çalışmaların yapılmadığı düşünülerek yapılan çalışmada en az maliyetle arıcılık sektörüne teknolojiyi entegre ederek verimliliği artırmak amaçlanmaktadır. Arı üreticisi açısından da büyük kolaylık sağlayacak olan sistem maliyeti az kullanımı kolay bir tasarımdır. Geçici bir sistem olmaması uzun yıllar kullanılacak bir yapıya sahip olması kullanımının devamlılığını sağlayacaktır. Arı üreticisi için geliştirilecek olan sistem de kullanımı sonucu elde edilecek çıktılar ve kullanıcı önerileri ile yenileme çalışması yapılabilir. Modelleme kişisel istekler doğrultusunda da tasarlanabilir. Diğer modelleme sisteminin verimliliği sağlamadığı durumda elde edilen verilerden veri tabanı oluşturularak arıların sıcaklık ve nem durumlarındaki faaliyetlerine yeni bilgiler kazandırılmış olunur. Ayrıca kablosuz algılayıcı ağlar mantığı ile çalışan daha az maliyetli bir sistem tasarımı oluşturulduğu için bu çalışma başka alanlarda da kullanılabilir.

Dünyada yaklaşık olarak 1000 arı türü bulunmaktadır. Ülkemizde ise yaklaşık 11 arı türü bulunmakta bunlardan en çok rastlananları ise Anadolu arısı (*Apis mellifera anatolica*), Karniol arısı (*Apis mellifera carnica*), Kafkas arısı (*Apis mellifera caucasica*), Suriye arısı (*Apis mellifera syriaca*) ve İran arısı (*Apis mellifera meda*)dır. En çok bulunan ve arıcılık faaliyetlerinde kullanılan tür ise Kafkas arı türüdür (Sur Arslan vd., 2017, Kandemir vd., 2000). Kafkas arı türünün ülkemizde arıcılar tarafından kullanılmasının temel sebebi bu arı türünün ortama uyumunun kolay olması hastalıklara dirençli olması öngörülebilir bir durum olarak görülmektedir.

Arı ürünleri yapısal olarak birçok farklı (CAPE, melittin, flavonoid, 10-hidroksi-2-dekanoik asit vb.) bileşikten oluştuğu için insan sağlığına faydalı ve hayvansal kökenli birçok problemde de etkili olduğu araştırmalarda ortaya çıkmıştır (Sur Arslan vd., 2017). Bal arılarının diğer bir faydası da bal yapmak için polen toplamak zorunda kalan arıların farklı bitki çiçeklerinin tozlaşmasını sağlamaktır. Tozlaşma sağlanarak kaliteli meyve

ve sebze üretilmekte aynı zamanda daha fazla tohum üretimini sağlamaktadır. Bu faydası diğer hayvanlardan arıları ayıran en büyük özelliğini yani sosyal hayvanlar olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bundan dolayı bal arıları ekonomik öneminin yanı sıra karasal ekosistemlerin kilit organizması olması sebebiyle ekolojik önemi olan bir canlıdır. Anadolu Yarımadası; coğrafi konumu gereği iç kesimlerde karasal iklim kıyılara gidildikçe ılıman iklime doğru değişen bir yapıya sahiptir. Bu farklı iklim özelliklere sahip olması nedeniyle birçok çevre bilimle ilgili zenginliğe kaynak oluşturmaktadır.

FAO'nun 2014 yılı kayıtlarına göre dünyada yaklaşık 83,5 milyon bal arısı kolonisi bulunmakta ve ülkeler koloni varlığı bakımından sıralandığında ise; Hindistan 11,8 milyon ile ilk sırada, Çin ise 8,9 milyon koloni ile ikinci sırada yer almaktadır, Türkiye ise 7 milyonu aşkın koloni varlığı ile Çin'in ardından 3. sırada yer almaktadır. Türkiye bal üretiminde ise yaklaşık 104 bin ton bal üreterek Çin'den sonra 2. sırada yer almaktadır. Çin, dünyada üretilen toplam balın %30,6'sını tek başına üretirken Türkiye'nin dünya bal üretimindeki payı %6,9'da olarak görülmektedir. Türkiye'de, 1990'lı yıllarda başlayıp hızla artan arıcı ve koloni sayısının Türkiye'nin dünya genelindeki konumunu belirlemektedir. Koloni artımına paralel bal verimin de artış halen düşük, ama birim alandaki koloni sayısı sürekli artış göstermektedir. Diğer yandan, arıların yaşam alanlarının azaltılması uygun meralık alanların sağlanmaması, tarım için kullanılan zirai ilaçlamanın artması arı verimliliğini düşürmektedir. Türkiye'nin bundan sonra arıcılıkta öncelikli amacı koloni sayısını artırmak değil, verimliliği yükseltmek olmalıdır (Gençer, 2017).

Arıcılık faaliyetlerinin etkileyen bir diğer faktör de küresel ısınmadır. Günümüzde normal iklim döngüsünün bir parçası haline gelen küresel ısınma ile aşırı yağmurlu ve aşırı kurak dönemler sıklıkla yaşanır olmaktadır. Bu nedenle arıların doğal yaşam ortamları sürekli değişiklik göstermekte bu değişikliğe uyum sağlayamayan arılar besin yetersizliği ve beslenme bozukluğu ile karşı karşıya kalmaktadırlar (Akkaya, 2010).

Aşırı yağışlı havalarda arılar yoğun nemli arı kovanının doğal dengesini koruyamayarak hastalıkların artmasına sebep olmaktadır. Aynı şekilde arı kovanlarının aşırı ısınması ve soğuması da arıların için hayati tehdit oluşturarak koloni kayıplarına sebep olmaktadır. Bal arılarını kovan içerisinde en çok etkileyen hastalıklara neden olan zararlılar haricinde sıcaklık ve nem değerleridir. Kovan içerisinde uygun sıcaklık ve nem değerleri yakalandığında hastalık ve zararlıların ortaya çıkma olasılığı da azalmakta ve arılar bal üretimi yapmamaktadır. Balda bulunan nem oranı artıka balın kalitesi düşecek nem oranı azaltıldıkça daha kaliteli bal üretimi sağlanmış olacaktır (Silici, 2009).

Yapılan alışmalar doğrultusunda kovan içi sıcaklık ve nemin arıların yaşam döngüsü için en uygun seviyeye getirilmek amaçlanmaktadır. Kovan iç sıcaklığı ve nemi sürekli ölçülerek anlık kontrol sağlanmaktadır. Bu da arıların verimliliği için oldukça önemlidir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Arıcılık

Genç (1993)'e göre "Arıcılık; bitkisel kaynakları, arıyı ve emeği bir arada kullanarak beslenme, sağlık koruma ve tedavi amacıyla kullanılan bal, arı sütü, propolis, polen, arı zehri, balmumu gibi ürünler ile önemli gelir unsurlarından olan ana arı, oğul, paket arı gibi canlı materyal üretme faaliyeti" olarak tanımlanmaktadır (Genç, 1993).

Bal arıları topluluklar halinde yaşayan morfolojik ve fizyolojik açıdan farklı yapıya sahip bir adet ana arı, binlerce işçi arı ile sayıları oğul döneminde üst seviyeye ulaşan ve yüzlerce erkek arıdan oluşmaktadır. Bu topluluklara da koloni adı verilmektedir. İşçi arılar ve ana arı dişi bireylerdir, dömlü yumurtalardan gelişmektedir. Erkek arılar ise dölsüz yumurtalardan meydana gelmektedir (Erkan ve Kızıлтаş, 2017).

Türkiye coğrafi konum olarak üç kıtayı birbirine bağlayan doğal bir köprü görevi gören gen merkezlerinden biridir ve ülkemiz içerisinde 7-8 gen merkezi bulunmaktadır. Türkiye, dünya ballı bitkiler florasının %75'ine sahiptir. Avrupa'nın birçok ülkesinde bulunan yaklaşık 3000'i endemik olmak üzere 11500 çiçekli bitki türünün 9000'den fazlası Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'deki biyolojik zenginlik, çok farklı bal çeşitlerinin üretilmesine imkân oluşturmaktadır. Türkiye koloni başına bal verimi, 1990'da 15,6 kg seviyelerinden 2014 yılında bir kg gerileyerek 14,6 kilograma düşmüştür. Türkiye'de koloni bal başına verimi, dünya ortalamasının altında iken, koloni sayısı sürekli bir artış içerisinde (Ceyhan ve Emir, 2016).

Türkiye ekonomisi bakımından yaklaşık 81.000 tarım işletmesinin geçim kaynağını oluşturan arıcılık faaliyetlerinin doğrudan 160 milyon TL, dolaylı getirisi ise 1,6-2,4 milyar TL civarındadır. Arıcılık faaliyetinde bulunmak için diğer faaliyet kollarında olduğu gibi yüksek düzeyde sermaye birikimine ihtiyaç duyulmamaktadır (Semerci, 2017). Arıcılığı bir geçim kaynağı olarak gören arıcıların her şeyden önce arıcılıkla ilgili yeterli bilgiye ve bunları uygulayabilme yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Çünkü üretici arıların biyolojik gereksinimlerini bilmesi gerekmekte ve bu gereksinimleri yerine getirmek zorundadır (Genç, 1993).

2.1.1. Arıların Bakımı

Arıcılıkta verimi artırmak için her mevsim yapılması gereken işlemler farklılık göstermektedir. Arıcılık çalışmalarında en yoğun çalışılması gereken dönem ilkbahardır. İlkbahar çalışmalarındaki amaç arıların kışı nasıl geçirdikleri, ana arının varlığı ve genel

yumurtlama durumu, işçi arı sayısı, kovanda ki bulunan mevcut gıda miktarı, kovanda hastalık olup olmadığı kontrol edilip eksiklikler giderilmesidir (Anonim 2015a). Arıların erken yemlemelerinde arı keki kullanılmaktadır. Arı keki pudra şekeri ve %10 su ile hazırlanan katı kıvamda yemlerdendir. Arıcular bu kekleri kendileri hazırlayabildiği gibi hazır keklerde satılmaktadır. Hazır keklerin çoğunda yüksek oranda glikoz ve HMF içermesinden dolayı arılar için istenen kaliteyi taşımamaktadır.

Yapılan araştırmalarda üreticilerin arı beslenmesinde kullanılan keki %61,7 oranında kendilerinin hazırladığı görülmektedir. Ayrıca arıculara arı keklerini kendilerinin hazırlaması da tavsiye edilmektedir (Dustmann, 2009). Arıların arı keki ile beslenmesinin yanı sıra arıların ana besin kaynağı çiçek polenleridir. Şekil 2.1.'de Çiçekteki polenle beslenen bal arısı görülmektedir. İlkbahar yaz ve son bahar aylarında arılar mümkün olduğunca arı poleni yiyerek beslenir ve ne kadar çok çiçekli bir ortamda bulunursa arı sağlığı açısından o kadar iyi ve bal verimi de o oranda artacaktır.



Şekil 2.1. Bal arısı

Ülkemizin birçok geniş bir bölümünde arı kovanları açık alanlarda kışlatma işlemi yapılmaktadır (Şekil 2.2.). Kışlatma işlemi sonucunda arı kovanının ilk kontrolleri yapılmaktadır. Hava sıcaklığının 14-17 °C'nin üzerinde olması halinde saat 11-14 saatleri arasında güneşli ve açık günlerde kontrollerin yapılması arı kovanlarının yenilenmesi arıların sağlığı için daha uygundur.



Şekil 2.2. Arı kovanları

Kovanda ana arının olup olmaması koloninin devamlılığını doğrudan etkilemektedir. Ana arının olmadığı anlaşılırsa ya kovana yeni bir ana arı konmalı ya da başka kovan ile birleştirilmelidir. Erken ilkbaharda çiçeklerin yetersiz olduğu dönemde kovanda besin miktarını artırmak için kek veya şeker şurubu ile beslenme sağlanabilir. Bu dönemde yapılan doğru besleme hem kovanda arıların açlığını engelleyecek hem de arı kolonisinin gelişmesine katkı sağlayacaktır. Arı yetiştiricileri için en önemli konu arı kovanlarının yerinin belirlenmesidir. Arı kovanları için seçilen yer rüzgâr almayan, zengin bitki örtüsüne sahip olmalıdır. Bu sayede arılar bal özü veya polen gibi kaynakları rahatlıkla bulabileceği yerlere doğada kolayca ulaşabilirler (Anonim, 2018a).

Kovan ilkbahar bakımında arı kovanları kontrol edilerek her kovanda ortalama iki ana arı bulunması sağlanmalıdır. Bunun için petekler tek tek kontrol edilerek güçlü olan ana arıların seçimi yapılmalıdır. Yavru ve güçsüz ana arılar kovandan uzaklaştırılarak kovanın dinamikleşmesi sağlanmalıdır. Eğer ana arı seçimi yapılmazsa oluşacak bütün ana arılar kendi kolonilerini oluşturmak isteyerek kovanda çıkmak isteyecek ve yeni koloninin kovandan ayrılması halinde mevcut koloni güçsüzleşecek bal verimi azalacaktır. İki ana arı bulunan ve gelişimi iyi olan kovanlara üstlük koyularak koloni oluşumunu kovan dışına çıkması engellenerek sağlıklı bir bal yapma dönemi başlamış olur. Bu durum damızlık ana arı üretiminde geçerli değildir. Damızlık üretimi yapılacaksa sağlıklı ana arılar seçilerek koloni oluşturması beklenir oluşan koloni oğul adı verilerek kovan dışına çıktığında başka bir kovana aktararak gelişimi sağlanır.

Yapılan arıcılık çalışmalarında arı üreticilerin büyük bir bölümü arıcılık faaliyetleri ile ilgili profesyonel bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Arı yetiştiriciliği adına ülke genelinde ciddi düzeyde eğitimler verilmelidir. Arıcılar korunmalı, desteklenmeli ve üretilen balın kalitesi kontrol edilmeli sahte ve ilaçlı bal üretimine karşı önlemler alınmalıdır. Arı üreticileri toplumsal sağlık, kaliteli bal üretimi konularında bilgilendirme

yapılmalıdır. Arı ürünlerinin saklanması, paketlenmesi, tüketiciye ulaştırılması sırasında sağlığa uygun ortamların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmelidir (Büyükbay vd., 2015).

2.1.2. Arı Hastalıkları ve Nedenleri

Arı hastalıkları arıların popülasyon büyüklüğünü engelleyen, verimliliği düşüren gerekli önlemler alınmadığı durumlarda koloni kayıplarına yol açabilen önemli bir sorundur. Arı hastalıklarını önlemek için arı yetiştiricileri hastalıkları tanımalı, hastalık önleyici yöntemler almalıdır (Kumova ve Korkmaz, 2001). Diğer hayvansal alanlarda olduğu gibi arı hastalıkları da üretim etkinliğini ve verimliliği sınırlayan bir etkidir. Salgın şeklinde ortaya çıkabilen hastalık, parazit ve zararlılar üreticiler açısından büyük kayıplara yol açmaktadırlar (Genç, 1993). Ülkemizde farklı bölgelerde hastalıkların belirlenmesi için yapılan araştırmalar bulunmaktadır yapılan bu çalışmalardan “Yasar vd., (2002)’nin Karadeniz Bölgesinde yaptığı bir çalışmada bu bölgede bulunan kolonilerin %89’nun Varroa paraziti ile, %18,33’nün Yavru Çürüklüğü hastalığı, %7,8’nin Kireç hastalığı ve %30,95’nin ise Nosema hastalığı bulaşık olduğu görülmektedir (Şahinler ve Aziz, 2005). Simsek ve Özcan (2001)’in yaptığı çalışmada ise Elâzığ ve yöresinde bal arısı kolonilerinde Avrupa Yavru Çürüklüğü hastalığının bulaşma oranını %3,2 olarak belirlemişlerdir. Yılmaz (1999)’da Edirne bölgesinde bulunan bal arısı kolonilerinin %6,2’sinde Varroa parazitinin, %16,7’sinde Avrupa Yavru Çürüklüğü hastalığının bulunduğunu bildirmiştir. Sıralı (1993) ise Trakya bölgesinde bulunan bal arısı kolonilerinin %64,2’sinin Varroa Paraziti ile bulaşık olduğu %26,4’nün Kireç hastalığı ile, %2’sinin Nosema hastalığı ile, %5,4’nün Yavru Çürüklüğü hastalığı ile %3,9’unun ise Taş hastalığı ile bulaşık olduğunu tespit etmiştir. Aydın vd., (2003) Güney Marmara Bölgesinde yaptıkları anket çalışması sonucu, bölgede bulunan kolonilerin %58’inin Varroa Paraziti ile %14’ünün Yavru Çürüklüğü hastalığı ile, %11’inin Kireç hastalığı ile %5’inin ise Nosema hastalığı ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir. Özkök (1995), Toros dağ köylerinde bulunan bal arısı kolonilerinin %100’nün Varroa Paraziti ile bulaşık olduğu, %14,6’sının Kireç hastalığı ile bulaşık olduğunu bildirmiştir.” (Akt. Şahinler ve Aziz, 2005).

Arıcılık coğrafi ortamla da doğrudan bağlantılıdır ve bunun yanında bir takım teknik ve biyolojik bilgilere sahip olmayı da gerektirmektedir. Topografya, flora, iklim ve hidrografik durumlar arasında arıcılık açısından sıkı ilişki bulunmaktadır. Yazları çok sıcak veya serin geçen bölgeleri ile bütün yıl rüzgârlı ve yağışlı alanlarında arıcılık yapmak oldukça zordur. Koloni halinde yaşayan arılar sosyal bir topluluk olarak görülmektedir ve

bu nedenle arıların buldukları kovanların yeri oldukça önemlidir, yapılan deneylerde 29-33°C arasında çok aktif oldukları, 10°C altı ve 38°C üzerinde hiçbir faaliyette bulunmadıkları görülmektedir (Tuncel, 1992). Arıların vücut ısısı 10°C' nin altına indiğinde arılar uçuş yeteneğini kaybetmektedir ve 7°C' nin altına indiğinde mutlak felç geçirerek ölürlür (Cımbırtoğlu vd., 2011). Yapılan araştırmada arı düşmanlarını koloni kaybına neden olarak gören üreticilerin oranı %63,09, hastalık ve zararlılarını koloni kaybına neden olarak bildiren üreticilerin oranı %53,02, yağmacılığı koloni kaybına neden olarak bildiren üreticilerin oranı %59,06, besin yetersizliğini koloni kaybına neden olarak bildiren üreticilerin oranı %75,84, kış şartlarını koloni kaybına neden olarak bildiren yetiştiricilerin oranı ise %53,02 olarak görülmüştür (Şeker vd., 2017).

2.1.2.1. Kronik ve akut arı felci

Kronik ve arı felci virüsü bu hastalığın etmenidir. Arıların uzun süreli kapalı kalması, yetersiz beslenme, gezginci arıcılık gibi durumlarda çoğalarak etkisini göstermektedir. Özellikle, sonbahar ve ilkbahar mevsiminde ve açıkgezlerde bu hastalık görülür. Yetersiz beslenme, soğuk hava hastalığın şiddetini artırır (Korkmaz, 2003).

2.1.2.2. Taş hastalığı

Aspergillusflavus virüsünün etken olduğu hastalıktır. Hastalığın en önemli belirtisi ölen larvaların sertleşerek kırılmasıdır. Hastalıktan korunmak için kovan içi havalandırma koşulları iyileştirilmeli, nem birikimine önlenmelidir (Korkmaz, 2003).

2.1.2.3. Tulumsu yavru çürüklüğü

Etmeni Tulumsu Yavru Çürüklüğü virüsüdür. Tulumsu yavru çürüklüğü hastalığı ağız yolu ile alınan besinlerle bulaşmaktadır. Ergin arılarda bulunabilen fakat onları etkilemeyen bir virüstür (Korkmaz, 2003).

2.1.2.4. Amerikan yavru çürüklüğü

Çok tehlikeli ve bulaşıcı bir hastalık olan Amerikan yavru çürüklüğü hastalığı arı larvalarının ölümüne neden olmaktadır. Etmeni *Bacillus larvae* isimli bakteridir. Hastalıkla mücadelede antibiyotiklerle besleme, silkme yöntemi, fümigasyon uygulamaları, dezenfektan maddelerin kullanımı ile kolonilerin imha edilmesi yöntemleri kullanılabilir (Korkmaz, 2003).

2.1.2.5. Nosema hastalığı

Etmeni Nosemaapis adı verilen bir protozodur. Bu hastalığa karşı tedavi edici ve koruyucu olarak Fumidil A-B kullanılmaktadır (Korkmaz, 2003).

2.1.2.6. Avrupa yavru çürüklüğü

Bu hastalığın etmeni Melissococcuspluton olarak adlandırılan bakteri türüdür. Arıların larva dönemlerinde etkin olan bir hastalık olup, kolonide kısa sürede hızla yayılabilir. Hastalıktan kurtulmak için hasta olan koloniler imha edilmeli, arılar için koruyucu antibiyotik ve dezenfektan maddeler kullanılmalıdır (Korkmaz, 2003).

2.1.2.7. Kireç hastalığı

Etmeni Ascospaeraapis isimli bir fungustur yani bir mantar türü olarak bilinmektedir. Larvalarda görülen hastalık bulaşık besinler aracılığıyla geçmektedir. Hastalığın gelişmesinde; yoğun antibiyotik kullanımı, çevre kirliliği, iklim koşulları, katkılı balmumu kullanımı, arıların yapay besinlerle beslenmesi, oğul verme, stres, koloni yönetimi, aşırı nem ve diğer hastalıklar etken olabilmektedir (Korkmaz, 2003).

2.2. Türkiye’de Arıcılık

Türkiye de son yıllarda sanayi sektörüne ağırlık verilmesi ile birlikte tarım ve hayvancılık alanında yatırımlar geri planda kalmıştır. Yapılan arıcılık faaliyetlerinde modern çalışmalardan uzak geleneksel arıcılık olarak faaliyetlerine devam ettirmektedirler. Türkiye dünya ballı bitkiler popülasyonunun 3/4’üne sahiptir. Zengin bitki çeşitliliği, uygun ekolojisi ve koloni varlığı bakımından etkin kullanılsa da büyük bir arıcılık potansiyeline sahiptir. Arıcılığın toprak bağıllığı olmaması da Türkiye doğal şartlarına uyum sağlayabilmektedir. Arıcılık kolay ve kısa zamanda gelir getirmesi, az sermaye ile yapılabilmesi arıcılığı cazip hale getiren diğer önemli sebeplerdendir (Anonim, 2015a). TÜİK’e göre Türkiye’deki 2002-2015 yılları arasında arıcılık verileri Tablo 2.1.’de verilmiştir.

Tablo 2.1. TÜİK 2015 illere göre arıcılık verileri

İl Adı	Yeni kovan sayısı	Eski kovan	Toplam kovan	Bal üretimi (ton)	Balmumu üretimi (ton)
Erzurum	121.801	3.579	125.380	1.473,47	65,121
Erzincan	89.805	586	90.391	1.459,65	25,627
Bayburt	42.457	100	42.557	493,715	13,755
Ağrı	12.795	0	12.795	158,343	6,334
Kars	78.798	0	78.798	1.223,92	55,294
Iğdır	22.880	0	22.880	282	10,515
Ardahan	41.245	0	41.245	191,5	0,401
Malatya	88.627	3.454	92.081	777,128	32,886
Elazığ	67.983	205	68.188	496,096	26,952
Bingöl	119.848	882	120.730	1.071,19	27,459
Tunceli	64.579	49	64.628	794,911	32,562
Van	111.909	13.337	125.246	2.113,08	188,518
Muş	29.196	910	30.106	625,91	33,804
Bitlis	96.304	43.089	139.393	1.832,00	100,062
Hakkâri	155.597	10.876	166.473	1.496,00	252,306
Gaziantep	18.598	12.663	31.261	142,257	1,99
Adıyaman	64.451	254	64.705	417,767	24,443
Kilis	1.806	3.572	5.378	19,786	0,99
Şanlıurfa	73.095	1.896	74.991	1.502,20	13,097
Diyarbakır	106.691	1.756	108.447	1.732,13	78,205
Mardin	34.168	569	34.737	376,94	16,767
Batman	43.910	646	44.556	154,335	3,879
Şırnak	51.747	4.766	56.513	446,91	19,26
Siirt	125.723	57.178	182.901	1.060,78	68,355
İstanbul	77.021	694	77.715	760,519	30,587
Tekirdağ	51.791	1.378	53.169	644,731	15,852
Edirne	51.915	2.210	54.125	875,287	14,695
Kırklareli	39.292	7.791	47.083	508,733	13,901
Balıkesir	165.983	1.269	167.252	3.212,53	55,056
Çanakkale	66.354	2.615	68.969	1.392,68	66,354
İzmir	200.509	593	201.102	2.809,59	125,734
Aydın	267.329	781	268.110	4.007,45	132,005
Denizli	99.363	2	99.365	1.204,78	43,564
Muğla	992.484	2.618	995.102	15.205,72	892,949
Manisa	74.186	1.548	75.734	771,784	28,014
Afyon	41.697	0	41.697	835	20,86
Kütahya	21.470	970	22.440	278,057	10,565
Uşak	6.803	541	7.344	117,81	3,96
Bursa	75.108	1.812	76.920	861,612	43,445
Eskişehir	17.674	987	18.661	233,98	4,061
Bilecik	9.924	330	10.254	114,61	5,092
Kocaeli	56.976	386	57.362	509,653	30,286
Sakarya	70.041	1.456	71.497	574,135	33,994
Düzce	52.051	0	52.051	421,482	47,066

Bolu	19.689	273	19.962	202,808	5,275
Yalova	36.559	570	37.129	345,015	40,18
Ankara	73.106	1.999	75.105	774,678	19,73
Konya	88.218	2.469	90.687	1.063,96	52,661
Karaman	53.858	800	54.658	426,057	30,19
Antalya	231.296	684	231.980	2.947,40	154,254
Isparta	32.114	419	32.533	332,35	10,288
Burdur	43.930	572	44.502	606,17	50,226
Adana	480.808	464	481.272	9.762,60	380,523
Mersin	261.716	885	262.601	3.493,05	222,072
Hatay	93.854	1.034	94.888	1.176,13	81,62
Kahramanmaraş	87.997	1.820	89.817	716,459	27,726
Osmaniye	76.048	155	76.203	902,125	38,27
Kırıkkale	14.709	994	15.703	178,73	5,674
Aksaray	18.097	158	18.255	236,88	1,545
Niğde	41.467	394	41.861	585,942	18,8
Nevşehir	12.440	407	12.847	125,64	5,695
Kırşehir	7.585	80	7.665	89,11	2,278
Kayseri	47.414	1.325	48.739	552,666	20,372
Sivas	200.010	476	200.486	3.327,46	265,066
Yozgat	30.625	796	31.421	244,899	5,914
Zonguldak	43.399	145	43.544	129,315	5,522
Karabük	18.085	75	18.160	135,288	10,939
Bartın	30.150	141	30.291	165	6,99
Kastamonu	73.895	6.079	79.974	320,39	26,131
Çankırı	54.073	670	54.743	233,586	23,576
Sinop	28.758	244	29.002	209,08	7,268
Samsun	76.389	1.288	77.677	992,43	49,881
Tokat	41.210	425	41.635	517,646	28,649
Çorum	36.266	998	37.264	329,83	77,804
Amasya	20.083	435	20.518	213,175	15,869
Trabzon	116.663	452	117.115	1.062,21	59,701
Ordu	556.508	85	556.593	16.600,75	91,625
Giresun	102.524	186	102.710	807,526	73,856
Rize	90.799	3.704	94.503	660,81	46,812
Artvin	82.347	2.486	84.833	708,524	51,512
Gümüşhane	61.948	480	62.428	807,539	18,635

TÜİK 2015 verilerine göre Muğla ilinde yılın en çok yeni kovani (N:992.484) bulunmaktadır. En az yeni kovana sahip il olarak da Kilis ili (N: 1.806) olarak görülmektedir. Verilere göre en çok eski kovan bulunan il Siirt (N: 57.178) olarak görülmekte en az iste hiç eski kovan bulundurmayarak Düzce, Afyon, Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan ili olarak görülmektedir. Toplam kovan sayısına göre de Muğla ili yine en çok kovana sahip il en az kovana sahip de Kilis ili görülmektedir. İl Bazında toplam bal üretiminde de Ordu ili 16.600,75 ton bal ile ilk sırada yer almaktadır. En az bal üretimi

yapan il de Kilis 19,786 ton bal üretimi yaparak en az bal üreten il olarak görülmektedir. En çok kovan bulunan il Afyon olmasına rağmen bal üretiminin en çok olduğu il Ordu ili olması kovan sayısı ile bal üretimi arasında bir ilişkinin olmadığı yorumlanabilir. Bal mumu üretimine bakılacak olursa Muğla ili 892,949 ton ile birinci sırada yer almaktadır. Ardahan ili de 0,401 ton bal mumu üreterek son sırada yer almıştır.

Türkiye de toplam bal üretimi, bal verimi ve bal mumu üretiminin 2002-2017 yılları arasında ki TÜİK verileri Tablo 2.2.'de görülmektedir.

Tablo 2.2. TÜİK 2002-2017 Türkiye arıcılık verileri

ARICILIK VERİLERİ						
YIL	Arılı Kovan			Bal Üretimi	Bal verimi	Balmumu
	Eski Kovan (Adet)	Yeni Kovan (Adet)	TOPLAM (Adet)	(Ton)	(Kg/Kovan)	(Ton)
2002	180.232	3.980.660	4.160.892	74.554	18	3.448
2003	190.538	4.098.315	4.288.853	69.540	16	3.130
2004	162.660	4.237.065	4.399.725	73.929	17	3.471
2005	157.059	4.432.954	4.590.013	82.336	18	4.178
2006	146.950	4.704.733	4.851.683	83.842	17	3.484
2007	135.318	4.690.278	4.825.596	73.935	15	3.837
2008	137.963	4.750.998	4.888.961	81.364	17	4.539
2009	128.743	5.210.481	5.339.224	82.003	15	4.385
2010	137.000	5.465.669	5.602.669	81.115	15	4.148
2011	149.020	5.862.312	6.011.332	94.245	16	4.235
2012	156.777	6.191.232	6.348.009	89.162	14	4.222
2013	183.265	6.458.083	6.641.348	94.694	14	4.241
2014	193.825	6.888.907	7.082.732	103.525	15	4.053
2015	223.015	7 525 652	7.709.636	108.128	14	4.756
2016	220 882	7 679 482	7.900.364	105 727	13	4 440
2017	194 406	7 796 666	7.991.072	114 471	14	4 488

TÜİK 2002-2017 arıcılık sektöründeki verilere bakarsak yeni kovan sayısının yıllara göre her yıl arttığı ve en çok artış gösterdi yıl 2015 yılı olduğu görülmektedir. Bal üretiminin en çok olduğu yıl kovan sayısı ile orantılı olarak 2017 yılı olduğu en az bal üretiminin olduğu yıl ise 2003 yılı olduğu gözlenmektedir. Kovan başına düşen bal miktarına bakılacak olursa 2006-2008 yılları arasında 2015 yılına göre daha az kovandan daha fazla bal üretilmiştir. 2005 yılında ise en yüksek bal üretimi kapasitesi görülmektedir. Bal mumu üretimi olarak da 2003 yılında en az 2015 yılında en çok üretim yapıldığı yıl olduğu söylenebilir.

Türkiye’de iki çeşit arıcılık faaliyeti sürdürülmektedir bunlar sabit ve gezginci arıcılıktır. Bunlardan en yaygın olanı ise sabit arıcılık olarak görülmektedir. Sabit arıcılıkta üretici ek iş olarak arıcılık yapabilmekte taşıma masrafı olmadan bölgenin iklim koşullarına göre arı seçimi yaparak arıcılık faaliyetlerinin sürdürebilmektedir. Gezgin arıcılıkta ise bölgenin iklim koşullarına göre arılar mevsim geçişi dönemlerinde farklı bölgelere taşınarak faaliyet göstermektedirler. Gezgin arıcılıkta yaşanılan bölgeye uygun arı seçimi yapılması gerekmektedir. Ayrıca farklı bölgelere götürülmek istenilen ırkın o bölgenin doğa şartlarına fizyolojik ve morfolojik olarak uyum sağlamış olması veya sağlayabilecek yapıda olması gerekmektedir (Doğaroğlu, 2007). Şeker vd.,’nin yaptığı çalışmada arıcıların %37,2’sinin yılda 1 kez gezer arıcılık yaptığı, %9,5’inin sabit arıcılık yaptıkları ve geri kalanlardan %38,5’inin ise yılda 2 kez gezer arıcılık yaptığı görülmektedir (Şeker vd., 2017). Gezgin arıcılık yapan arıcılarda en önemli sorun konaklama yeri ve ücreti sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumdan dolayı arıcılar dönemsel olarak zengin çiçek kaynakları bulunan bölgelere gitmekte zorluk çekmektedir (Sarica, 2010). Gezgin arıcılığın avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan bazıları arı üreticisine fazladan masraf oluşturması, üreticinin de arılarla birlikte göçer bir hayat yaşamasına sebep olması, arıların taşıma sürecinde ölümü ve özellikle bahar döneminde kovan içinde bulunan yumurtaların yolculuk esnasında zarar görmesi ile yeni oluşacak arıları olumsuz bir şekilde etkilenmesi, arıların yeni taşındıkları yere uyum sürecinin uzun olması gezgin arıcılığın olumsuz yönleri olarak görülmektedir.

TÜİK verileri doğrultusunda Türkiye de arıcılık faaliyetlerinin her yıl arttığı bu doğrultuda da arı bakımının önemini bir kez daha göz önünde bulundurulması gerektiği görülmektedir. Arıcılık çalışmalarının artması arı veriminin arttığı anlamına da gelmemesi iklim şartlarının değişmesi arılar için uygun yaşamsal ortamların sağlanması gerektiğini göstermektedir. Arıcılık gerek bal gerekse diğer arı ürünleri üretimi açısından insan hayatında oldukça etkili bir sektördür. Buradan yola çıkarak diğer hayvansal işletmeler nasıl daha verimli hale gelebileceği araştırılarak ve araştırma sorunlarını hayata geçirerek hayvanlar için en uygun ve verim sağlayabilecekleri ortamları oluşturmuşlardır. Arıların hassas canlılar olduğu düşünülerek daha detaylı bir inceleme ile arılar için en uygun yaşamsal ortamın sağlanmasına çalışılmalıdır.

2.3. Sıcaklığın Bal Arılarına Etkisi

Küresel iklim değişiklikleri ile birlikte birçok hayvanda davranış değişiklikleri gözlemlendiği gibi arılarda küresel iklim değişikliğinden etkilenmektedir. Arılar için sıcaklık

ve nemde meydana gelen değişiklik bal üretiminden arıların uçuş hızına, üreme kapasitesinden gelişme oranına her noktada önem taşımaktadır. İlk bahar döneminde havanın erken ısınması sonbahar döneminde hava sıcaklığının mevsim normallerinin üstünde olması ve kış aylarında havanın aşırı soğuk olması problemler oluşturacaktır (Akbulut, 2000; Şahinler vd., 2008; Akt. Köseoğlu vd., 2016).

Bal arıları değişken sıcaklıklı hayvanlar oldukları için vücut sıcaklıklarını çevre sıcaklığından etkilemektedirler. Sosyal yaşamı tercih eden arılarda yuva, çevredeki ısı iletimine karşı duyarlı şekillerde yalıtılmıştır. Yuvanın yapısı ile ilgili düzenlemeler fiziksel sıcaklık düzenlemeleri iken, bal arılarında kimyasal sıcaklık düzenlemeleri de görülmektedir. Yazın sıcak aylarında kovanın sıcaklığı 30–34⁰C arasındadır. Bu sıcaklıkta yavrular en iyi şekilde geliştiği sıcaklık aralığıdır. Sıcaklık değerlerinin yükseldiği zamanlarda, arılar çıkış deliğiyle kovan arasında hava akım oluşturmak amacıyla kanatların çırparak ortam sıcaklığını dengelemektedirler. Daha yüksek sıcaklıklarda ise kovan içinde bulunan suluktaki suyun buharlaştırılması suluk yoksa kovan dışarisından su getirilerek suyun buharlaştırılması ile kovan iç sıcaklığını düzenlenmektedirler.

Kış aylarında ise soğuk havadan korunmak için salkım oluşturmaktadırlar. Salkım ise arıların üzüm taneleri gibi bir araya gelerek toplanması olarak düşünülebilir. Salkımın dışında ki sıcaklık 8–9⁰C'nin altına düştüğünde ise işçi arılar kanatlarını titreştirerek kas hareketlerini artırır ve kaslarındaki ısı vücut sıcaklıklarını artıracak için salkımda istenilen sıcaklığa ulaşmaya çalışmaktadırlar. Oluşan salkımların merkezindeki sıcaklık 30⁰C civarında olmaktadır. Arılar kovanda kış ayları için yeterli besin bulduklarında soğuga daha iyi dayanabilmektedirler. Çünkü arılar ısyı bal yiyerek oluşturmaktadırlar. Arı kovanlarında bal hasadı yapılırken balın hepsinin alınmaması gerekmekte ve her ne kadar şerbet, arı keki ile arı beslemesi yapılsa da kovanlarda arıların yiyebilecekleri miktarda bal bulundurulmalıdır. Arılar yaptıkları balları doğaları gereği kendi yemekleri olarak yaptıklarından dolayı arıların doğal yaşam şartlarını en iyi şekilde sağlamamız gerekmektedir. Arıların yemleme işlemi uygun sıcaklıklarda yapılarak arıların yaşamsal sıcaklık dengesi korunmalıdır. Kış aylarında kovanların kapağının açılıp kapanması esasına arıların soğuga maruz kalmamalıdır.

Arı kovanlarında sıcaklığın artması da aniden değil geçişli şekilde olmaktadır. Bal arılarında kovan içi aktivitelerle birlikte kovan dışı sıcaklığa bağlı olarak da kovan sıcaklığı artış göstermektedir (Bayır ve Albayrak, 2012). Arılar 20⁰C'de uçuşa çıkmakta, petek örmek ve mum salgılama için 30–34⁰C'lik sıcaklık gerek duymaktadırlar. Arıların normal aktiviteleri için en uygun sıcaklık 21–35⁰C arasındadır. Bununla birlikte 10⁰C'nin

altında ve 35–38 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda arıların faaliyetleri durmaktadır. Kovan iç sıcaklığı 14 °C'ye düştüğünde kümeleşmeye başlamakta, 10 °C civarında salkım oluşturmaktadırlar. 7 °C'de ise felç geçirerek ölmekte hiç hareket etmemektedirler. Arılar genel olarak salkımın dışındaki sıcaklığın 7 °C'nin altına düşmesine izin vermezler. Fakat aşırı soğuğa maruz kaldıkları durumlarda salkımların ölümleri gerçekleşebilir. Kovandaki arı sayısı ne kadar fazla ise ısı dengesini korumak o ölçüde kolay olmaktadır. Sıcaklığa bağlı olarak değişen davranışlar eko tiplere göre farklılıklar gösterebilir (Silici, 2009).

Aşırı sıcaklık bulunan kovanda arılar kovanın yüzeyine dağılarak havalandırma yapmaktadır. Havalandırma arıların kanat çırpışları ile gerçekleşmekte olup havalandırma yapan arılar kovan çıkış deliğinde yan yana dizilirler. Bu arıların bir kısmı uçuş deliğinin dış tarafında ve uçuş tahtası üzerinde başları kovan giriş deliğine dönük olarak kanat çırpılmaktadırlar. Böylece içeriye de hava pompalanırken aynı zamanda içerdeki sıcak hava dışarı sürüklenmektedir ve sürekli bir hava akımı sağlanmaktadır. Sıcaklığın düşürülmesi ve kovanın havalandırılması başarılmazsa arılar kovanın dış yüzeyini sararak yuvalarını sıcaklığın kötü etkilerinden korunmaktadırlar. Kovandaki hava şartları tek bir arının etkisi ile oluşmadığı kolonide ki bütün arılar kovan içinde uygun hava şartlarını düzenlemek için çalıştıkları ortadadır. Arı kolonileri kovan içerisinde mikro klima yaratarak ısı düzenleme yapmaktadır. Isıl düzenleme kovan içi sıcaklığın yükseltilmesi ve düşürülmesinde de kullanılmaktadır. Isıl düzenleme yaparken arılar için kovan içi nem miktarı da oldukça önemlidir (Büdel, 1960).

Arıcılık da yeni koloni oluşumunun görüldüğü dönem matematiksel konuma göre Türkiye şartlarında ilkbahar döneminde görülmektedir. Peteklerin bakımı hava şartlarına göre şubat-nisan aylarında yapılmaktadır. Arıcılık da koloni kayıplarının en çok kış aylarında gerçekleştiği göz önünde bulundurularak araştırmaların bu doğrultuda yapılması uygundur.

Kış kayıplarının önemsenmeyecek kadar çok olmasıyla arıların kış şartlarında en uygun yaşam koşullarının sağlanması gerekmektedir. Arıları kayıplarının nedenleri olarak da zor kış şartlarında arıların soğuktan etkilenmesi ve tüm koloninin kışın kovanın içerisinde olmasından dolayı aşırı nem oluşmasıdır. (Wedmore, 1947,1976; Johansson ve Johansson, 1978; Gojmerac, 1980; Brown, 1989; Prost, 1994, Akt, Kaya, 2007).

Arıcının koloniden sağlayacağı ekonomik kazanç; ana arının uygun çevresel şartlarda performansına ve doğru koloni yönetimine bağlıdır (Köseoğlu vd., 2017) Benzer şekilde Pettis vd., (2016), “kalitesiz” olarak nitelendirilen bal arısı kolonilerinde, ana arıların sperm canlılığının düşük olduğunu, aynı zamanda kovanların taşınması sırasında

ana arıların farklı sıcaklıklara maruz kaldıklarında (<8 ve >40 °C) spermatekaların da depolanan spermilerin %50'sinin veya daha fazlasının ölebileceğini bildirmişlerdir. Ülkemizde son derece yaygın olan göçer arıcılığın bu durumda bir engel oluşturduğu göz önüne alınırsa, arıcıların göçer arıcılığı kendi bölgeleri içerisinde yapma sınırlılığının getirilmesi yararlı olacaktır. Bu işlem, coğrafi bölgelerdeki farklı türlerin ıslah edilerek arıcıların hizmetine sunulması ve ülkemizdeki bal arısı genetik çeşitliliğinin korunması için uygun bir bölge olarak görülmektedir (Kence, 2006).

2.4. Nemin Bal Arılarına Etkisi

Su, sıcak havalarda kovan ısısının ayarlanması ve larvalara yedirilecek besinlerin ıslatılması için nektarın bol olmadığı zamanlarda, nemi topraktan, pınar, dere, çay gibi kaynaklardan, göl, havuz ve arılığa yerleştirilmiş sulaklardan kovana taşınmaktadır. Hava sıcaklığının çok yüksek olduğu dönemlerde kovanda peteklerin üst kısmında depolanan su sıcak hava ile temas edince buharlaşmakta ve soğuyan hava nem oluşturarak aşağıya inmekte ve kovan soğutulmuş olmaktadır.

Bal arıları, yüksek CO₂ (Karbon Dioksit) seviyesinde kendilerini uyarıcı reseptörlere sahiptirler. Bu reseptörler kovan içerisindeki CO₂ miktarı artınca arıları uyararak fanlama işleminin başlatılmasını sağlarlar. Fanlama işlemi kovan içinde en etkili havalandırma mekanizmasıdır. Fanlama işlemini arılar kanatlarını hızlı bir şekilde çırparak gerçekleştirirler. İşçi arıların giriş deliği önünde yaptıkları fanlama işlemi ile tüm kovan içerisindeki hava kontrol edebilmektedir. Havalandırma işlemi, kovanın iç sıcaklığı ile nem dengesini korunmasını sağlamak ve solunum sonucunda ortaya çıkan zehirli gazların dışarı atılmasını sağlamak için yapılmaktadır.

Kolonide bulunan sağlıklı arı sayısı arttıkça sıcaklık artar dolayısıyla nem oranı da artmaktadır. Kovan içerisindeki arılar yaşamsal faaliyetleri sürecinde vücut sıcaklıkları 36 °C'ye kadar yükselmektedir. Dış hava ise bu sıcaklıktan düşük olması nedeniyle arıların üşmemesi için çıkış deliğini mumlayarak küçültürler fakat bu durumda kovan içi sıcaklık artar ve dışarıdan giren soğuk havayla kovan içerisindeki sıcak havanın ani karışımı sonucunda kovan içinde fazla miktarda nem oluşur. Nem miktarı arttıkça nem su damlacıklarına dönüşür ve kovan dibinde birikme meydana gelir. Bu durum da koloninin ölümüne neden olan bir etmendir. Ayrıca yaz sıcaklığında kovan kapağının nemi tutacak yapıda olmadığı direkt güneşe maruz kaldığı durumlarda iç kapakta nem birikmesi olacak nemim su damlacıklarına dönüşmesi durumunda iç kapaktan sular kovan içinde peteklerin ve üzerine damlayarak arılara zarar verebilmektedir. Bu durumda sıcaklık ve nem dengesi

arı için hayati önem taşımaktadır. Arı kovanlarında nem oranının %50-60 seviyesinde bulunması gerekmektedir.

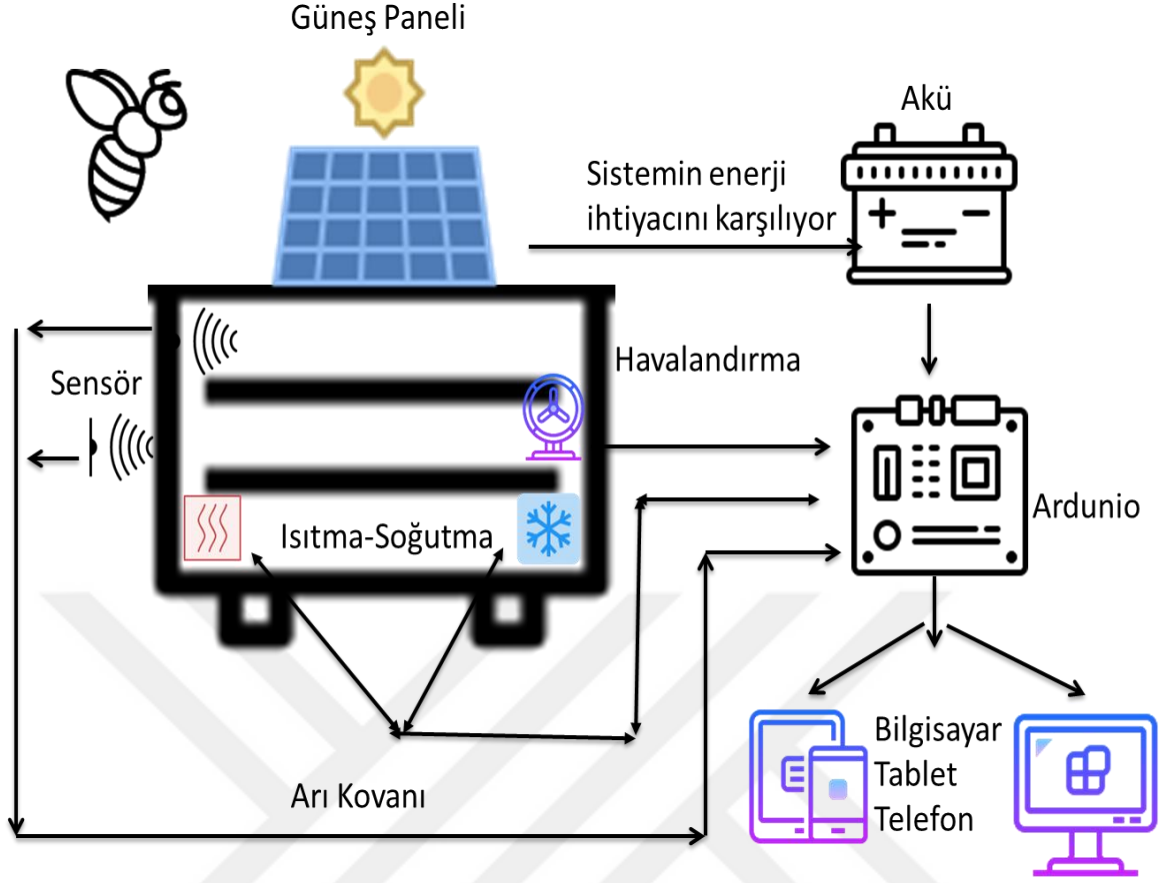
Ayrıca taş hastalığı, nosema ve kireç hastalıklarının gelişmesini ve yayılmasını engellemek için kovan içi nem miktarının arıların yaşamları için uygun şartlarda olması, bunun için kovan iç sıcaklığın dengeli tutularak ani yükselişlere ve düşümlere sebebiyet verilmemesi gerekmektedir. Sıcaklık ve nem oranının uygun aralıklarda olması arıların sağlıklı yaşamaları için önemli bir unsurdur (Bacandritsos vd., 2010). Kovan iç sıcaklığının artımı veya azalımı kovan içi nem oranını değiştirecek ve hastalıkların artmasına sebep olacaktır. Özellikle kış aylarında kovan içinin yeterli şekilde havalandırılmaması nedeniyle hastalıklar görülmektedir. Hastalıklarla mücadele kaliteli ve verimli arı ürünleri elde etmek için ilk koşuldur. Arıların yaşamları için sağlıklı ortam oluşturulması ile arı ürünleri verimi artacağı görülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Ardunio ile tasarlanan arı kovanında nem ve sıcaklık kontrolünün sağlanmasında, arduino, sıcaklık, nem ve yağmur sensörü, peltier, güneş panel, jel akü, fan kullanılmış ve web sitesi tasarlanmıştır. Web sitesi tasarımı için Asp. Net Mvc ile web ara yüzü geliştirilmiştir. Web sitesi üzerinde MS SQL kullanılarak veri tabanı oluşturulmuştur. Sistemin sıcaklığını düzenlemek için bulanık mantık mekanizması yazılarak kurallar oluşturulmuştur. Sistemin veri iletimi için arduino kullanılmış arduino da bulunan wifi modülü ile veri aktarımı gerçekleştirilmektedir.

Sistemin elektrik enerji gereksinimini sağlamak için güneş paneli kovan kapağına yerleştirilmiştir, Üretilen enerji şarj regülatör yardımı ile akü şarj edilmekte ve düzenleyici ile panelden gelen akım düzenlenerek jel akü de depolanmaktadır. Sistemin gereksinim duyduğu elektrik enerjisi de jel akü ile sağlanmaktadır. Kovanın alt tabanda dört köşesinde olmak üzere peltier yerleştirmiş kovanın tabanı koruma amaçlı ısı ve soğuğu geçiren bir yapı ile kaplanmıştır. Peltiere bağlı olarak kovan içini ısıtma sırasında elde edilen soğuk havayı ve soğutma sırasında oluşacak olan sıcak havayı kovan dışına aktarmak için kovan dışına fan yerleştirilmiştir. Kovanın kapak tarafına sıcaklık ve nem sensörü yerleştirilmiş arıların muhlama yapmaması için koruma altına alınmıştır. Kovanda bir havalandırma deliği açılarak ikincil bir fan yerleştirilmiş bu sayede anında kovanın havalandırılmasını sağlayacak bölüm oluşturulmuştur. Kovan ana paneli ve elektriksel sistemin olduğu kısım arılara zarar vermeyecek şekilde kovanın arka kısmında korunaklı bir şekilde monte edilmiştir. Şekil 3.1.'de tasarlanan arı kovanı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Arıkovanı sistemi

Tasarlanan arı kovanında kovan kapağı ve güneş panelinin kullanımını kolaylaştırmak için kovan kapağı menteşe ile kovana sabitlenmiştir. Güneş paneli kovan kapağına monte edilmiştir. Kovanın iç yan duvarında ise havalandırma için fan ve sıcaklık, nem sensörü bulunmaktadır. Kovanın tabanda ise kovanın ısıtma ve soğutmasını sağlamak için peltier bulunmaktadır. Şekil 3.2.'de tasarlanan arı kovanının dış ve iç görünümü gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Arıkovanı dış ve iç görünümü

Arı kovasını yağmur ve dış etkilere korumak için arka kısmına kapaklı panel oluşturulmuştur. Bu panelde şarj düzenleyici, akü, arduino ve gerekli diğer araç gereç bulunmaktadır. Şekil 3.3.'de kovan yönetim panelinin genel görünümü gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Arıkovanı yönetim paneli

3.1.1. Arduino

Arduino, günlük hayattaki fiziksel parametrelerle etkileşim sağlayan bir araç olarak bilinmektedir. Arduionun en büyük avantajlarından biri açık kaynak kodlu bir yapıya sahip olmasıdır. Yapısı itibari ile son derece basit bir kullanımı olmakla birlikte devreyi programlamak için gerekli yazım paketine de sahip olarak kullanılmaktadır. Arduino çalışmalarında bilgisayara bağlantılı projeler yapılabilirdiği gibi kendi başlarına da projeler yapılabilir. Arduionun bilgisayar bağlantısı USB ara yüzü ile sağlanmaktadır. Bir sensörü, servo motoru arduino ile kontrol edebilmek için bilgisayarda programlayabilirsiniz. Arduionun çok kullanılmasının en önemli sebebi açık kaynak kod kullanılıyor olmasıdır. Arduino üzerinde entegre bir şekilde gelen Atmega firmasının ürettiği 8 ve 32 bitlik mikro denetleyicilerini (arduino due) bulundurmaktadır. Her kartta 16 MHZ'lik kristal osilatör ve en az 5 voltluk regüle entegresi bulunmaktadır. Analog ve dijital pinler bulundurması nedeniyle analog ve dijital verileri alarak işleyip kullanabilir (Anonim, 2016c).

Arduino bir Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını ve G/Ç kartı bulunduran fiziksel programlama platformudur (Anonim 2016d). Arduino kartlarının donanımında genellikle kart tipine ve kullanımına bağlı olarak değişen Atmel AVR mikro denetleyici, diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlar için devre elemanları bulunmaktadır. Arduino karttaki mikro denetleyiciye önceden bootloader programı yazılı olarak

bulunmaktadır yani kartlarında programlama için harici bir programlayıcıya gereksinim duyulmamaktadır.

3.1.1.1. Arduino ile neler yapılabilir ve neler yapılamaz

Arduinio kullanımı kolay ve açık kaynak kodlu bir geliştirme platformu olduğu için kullanım alanı oldukça yaygın ve kolaydır.

Arduinio ile neler yapılabilir;

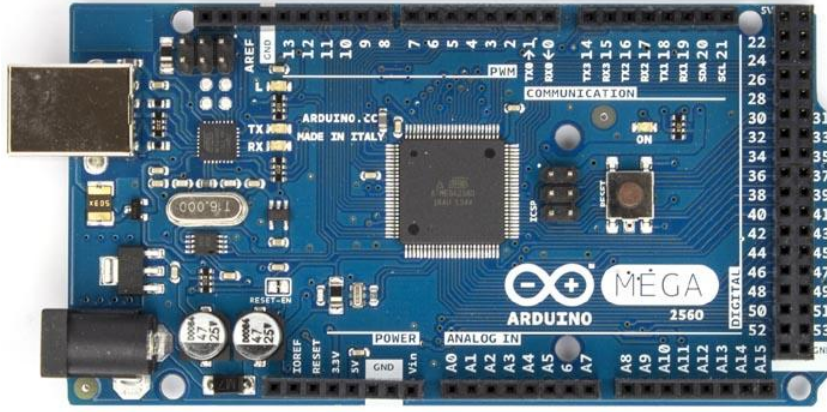
- ✓ Dijital ve Analog girişleri sayesinde iki tür veri işlenebilir,
- ✓ Sensörler alınan verileri kullanılabilir işlenebilir,
- ✓ Çevresiyle kolay bir şekilde etkileşime girebilen sistemler tasarlanabilir,
- ✓ Dış dünyaya ışık, ses ve hareket gibi çıktılar üretilebilir,
- ✓ Mikro denetleyiciler, arduino kütüphaneleri ile kolaylıkla programlanabilir.

Arduinionun bazı sınırlılıkları;

- ✓ Gerçek zamanlı kamera görüntüsü aktarma, sinyal işleme gibi işleri yapamamaktadır,
- ✓ Programlama bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır fakat programlama öğrenmek için bir adım olabilir,
- ✓ Elektronik bilgisine ihtiyaç duymaktadır,
- ✓ Üzerinde Linux, Android, Windows CE gibi işletim sistemleri çalıştıramazsınız (Anonim, 2016d).

3.1.1.2. Arduino mega

ATmega 2560 mikro denetleyici içeren bir Arduino çeşididir. Arduino Mega 2560 'ta 54 tane dijital giriş / çıkış pini bulunmaktadır. Bunlardan 15 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca bir adet 16 MHz kristal osilatörü, 16 adet analog girişi, USB bağlantısı, 4 UART (donanım seri port), ICSP başlığı, power jakı (2.1mm) ve reset butonu bulunmaktadır. Bir bilgisayara bağlanarak, pil ya da bir adaptör ile çalıştırılabilir (Anonim 2016a). Şekil 3.4.'de Arduinio meganın genel görünümü verilmiştir.



Şekil 3.4. Arduinio mega

Arduino mega 2560 teknik özellikleri Tablo 3.1’de verilmiştir (Anonim, 2016c).

Tablo 3.1. Arduinio 2560 teknik özellikleri

Mikro denetleyici	ATmega2560
Çalışma gerilimi	+5 V DC
Tavsiye edilen besleme gerilimi	7 - 12 V DC
Besleme gerilimi limitleri	6 - 20 V
Dijital giriş / çıkış pinleri	54 tane (15 tanesi PWM çıkışını destekler)
Analog giriş pinleri	16 tane
Giriş / çıkış pini başına düşen DC akım	40mA
Flash hafıza	256 KB (8 KB bootloader için kullanılır)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Saat frekansı	16 MHz

Arduino üzerinde DAC bulunmamaktadır fakat PWM tekniğiyle analog çıkış üretilmektedir. PWM (pulse width modulation) belirli frekanstaki bir sinyalin 1 ve 0 olma süreleri değiştirilerek bir ortalama gerilimin değiştirilmesine dayanır. Analog çıkış için analogWrite() fonksiyonunu ile 8-bit Pwm sinyali sağlar.

Oluşturulan arı kovani tasarım sistemde ısıtma soğutma ve neminin kontrol edebilmek için kovan içinde kullanılan sistemler analog gerilimlerle çalışmaktadır. Alınan değerler hangi aralıkta çalışacağına karar vermektedir ve bunun için Arduino içerisinde diğer mikro işlemcilerde bulunan analog çevirici bulunmadığı için analog çıkış

üretilememekte sadece 0-5 volt çıkış sağlamaktadır. Bu sorunu çözmek için PWM (pulse width modulation) tekniğinden yararlanılmıştır. Pwm tekniği ile arduionun sağlamış olduğu dijital çıkış belirli bir frekans aralığında 0 ve 1 oluşma süreleri değiştirilerek ortalama analog bir gerilim elde edilmektedir. Bu frekans 0 ve 255 aralığında değer alabilmektedir. Bu sayede bulanık mantık mekanizması 0 ve 255 arasında bir Pwm değeri üreterek ısıtma sistemi için 0 ve -255 arasında bir Pwm değeri üreterek soğutma sisteminin çalışma gerilimine karar verebilmektedir.

Arduino Mega 2560 üzerindeki ATmega2560 mikro denetleyicisine önceden bir bootloader yüklenmiş olarak bulunmaktadır. Bu bootloader sayesinde Arduino'yu programlamanız için harici bir programlayıcı donanımına gereksinim duyulmaktadır. Orijinal STK500 programını kullanarak haberleşme sağlanmaktadır (Anonim, 2016a).

Sistemde arduio mega ATmega2560 mikro denetleyicisi kullanılmıştır. Kovan dışındaki kontrol paneline yerleştirilen arduio genel yönetim merkezi olarak çalışmaktadır. Arduio için gerekli olan elektrik enerjisi güneş panelinden üretilen enerji ile sağlanmaktadır. Sistemde bulunan sensörler, peltier ve fan sistemleri arduio aracılığı ile yönetilmektedir. Web ara yüzünden girilen komutlar arduionun yönlendirmesi ile gelen komuta göre çalışmaktadır.

3.1.2. Sensörler

Günümüzde teknolojisi ile fabrikalarda üretimi kolaylaştırmak amacıyla otomatik olarak çalışan makineler kullanılmaktadır. Bu makinelerin yönetimi de bilgisayar tabanlı akıllı sistemlerle yapılmaktadır. Bu anda sensörler devreye girmektedir. Fiziksel ortamla elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü işlevi görürler. Örneğin ortamdaki sıcaklığın, ışığın veya nemin belli bir değer aralığında tutulmasında, ürünlerin sayılmasında, kalite kontrolünün yapılmasında sensörler (algılayıcılar) kullanılmaktadır.

Sensörlerin sadece endüstri alanında kullanılmamakta ve gündelik yaşamımızda da değişik malzemelerle sürekli karşımıza çıkmaktadır. Bunlara örnek olarak; televizyonun kumanda algılayıcısı, sıcaklığı algılayarak çalışan oda ısıtıcıları, otomatik açılan kapılar ve uzaktan kontrollü kapılar lambalar sensörlere en iyi örneklerdir. Algılanacak değişkenler (ısı, sıcaklık, hareket, ışık) için farklı tiplerde sensörler kullanılmaktadır. Algılayıcılar fiziksel ortam ile elektrik/elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü olarak asıl amacı gerçekleştirmektedirler. Gelişen teknoloji ile yüzlerce tip algılayıcı üretilmiştir. Sensörler birçok malzeme türünü dokunmadan algılamak için kullanılırlar (Karadeniz vd., 2013).

3.1.2.1. Sensörlerin bulunduğu bir sistemde olması gerekenler

- ✓ Algılama yapılacak bir malzeme bulunması gerekmektedir,
- ✓ Sensörlerin görevlerini yapabilmesi için elektrik, ışık, sıcaklık vb. bir işaret olması gerekir,
- ✓ Algılanacak işaretlerin, anlaşılabilir verilere dönüştürebilen gerilim, direnç, akım vb. bir çıkış işareti olması gerekmektedir,
- ✓ Ayrıca sonuçları değerlendiren bir kaydedicinin de olması gerekmektedir.

3.1.2.2. Sensör çeşitleri

Fiziksel ortamda ki değişiklikleri algılayan (sıcaklık, nem, ışık, basınç, ses) elemanlara sensör denmektedir. Kullanılan özelliğine kullanım alanına göre birçok çeşitli sensör bulunmaktadır.

Bunlardan bazıları;

- ✓ Mekanik sensörler: uzunluk, alan, kuvvet, moment, hız, basınç, ses dalga boyu, ivme gibi mekaniksel değişiklikleri algılayan sensörlerdir.
- ✓ Manyetik Sensörler: Akım ve alan yoğunluğu, manyetik moment gibi manyetik değişiklikleri algılayan sensörlerdir.
- ✓ Termal Sensörler: Isı akışı ve sıcaklık gibi termal değişkenleri algırlar.
- ✓ Işıma sensörleri: Yoğunluk, faz, yansıtma, dalga boyu değişiklikleri algılayan sensör çeşididir.
- ✓ Elektriksel Sensörler: Akım, direnç, voltaj, kapasitansı, polarizasyon, elektrik alanı gibi elektriksel değişkenleri algılayan sensörlerdir.

Bunu yanında sensörler çıkış birimlerinin farklılıklarından dolayı da analog sinyal üreten sensörler ve dijital sinyal üreten sensörler olarak da sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2016).

3.1.2.3. Kablosuz sensör ağı teknolojisi

Son dönemlerde ilgi çeken konulardan biri kablosuz sensör teknolojileridir. Kablosuz sensör ağları maliyeti düşürdüğü için sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca en önemli avantajlarından biriside sensör boyutlarının giderek küçülmesidir.

Kablosuz ağ teknolojilerinin uygulamalarını birçok alanda görebilmekteyiz. Bunlar;

- ✓ Akıllı binalar
- ✓ Taşıma ve lojistik

- ✓ Hassas tarım ve hayvan izleme
- ✓ Arazi ve bina izleme
- ✓ Sağlık
- ✓ Güvenlik ve gözlem
- ✓ Arazi ve bina izleme
- ✓ Endüstriyel uygulamalar
- ✓ Eğlence olarak çeşitlenmektedir.

Güç tüketiminin önemli olduğu uygulamalarda 802.15.1 (bluetooth), endüstriyel haberleşme uygulamalarında IEEE (elektrik ve elektronik mühendisleri enstitüsü) 802.11 ve 802.15 kodları ile WPAN (kablosuz kişisel alan ağı) ve WWAN (Kablosuz Geniş Alan ağı) ile yapılandırılmıştır. 802.11 (wifi) ve 802.15 tabanlı standartlar da yüksek veri iletim hızlarına imkân vermektedir (Anonim, 2016)

3.1.2.4. Sıcaklık ve nem sensörleri

Sıcaklık ve nem sensörleri Arduino projelerinde sıklıkla kullanılan sensörlerdir. Sıcaklık ve nemi birlikte ölçebilen sensörlerle birlikte sıcaklığı ve nemi tek başına ölçebilen piyasada çok çeşitli sensör bulunmaktadır. Farklı sensörlerin olma sebebi farklı kullanım olanaklarının olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca yüksek hassasiyetli sensör kullanımı da çalışmalarda istenilen sonucu elde etmek için kolaylık sağlayacaktır.

Sensörler farklı çalışma gerilimlerine sahiptir. Arduino ile yapılacak olan çalışmalarda çalışma gerilimi uygun olan bir sensör seçimi yapılmalıdır. Piyasada bulunan her algılayıcı sensör Arduino için uyumlu değildir. Arduino ile çalışmalara uygun bazı sensörler:

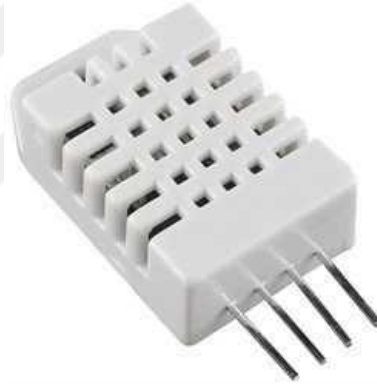
LM 35; Çevre sıcaklığını algılayıp analog çıkış verebilme özelliğine sahiptir. -55 ve + 150 derece arasında ölçüm yapılabilmektedir. Maliyeti uygun temini kolaydır.

Dht11 sıcaklık ve nem sensörü; dijital çıkış veren bir sensördür. Uzun dönem çalışmalarda kullanılır. Yüksek güvenilirliğe sahiptir. 8 bit mikro işlemci ile hızlı ve kaliteli veri iletimi sağlamaktadır. 0⁰C-50⁰C arasında sıcaklık ölçümü yapabilmektedir. 2⁰C hata payı bulunmaktadır. Aynı zamanda 20-90 % RH arasında nem ölçümü yaparak %5 Rh arasında hata payına sahiptir.

Dhr22 sıcaklık ve nem sensörü; dijital çıkış veren bir sensördür. Uzun dönem çalışmalarda kullanılır. Yüksek güvenilirliğe sahiptir. 8 bit mikro işlemci ile hızlı ve kaliteli veri iletimi sağlamaktadır. -40⁰C ile 80⁰C arasında sıcaklık ölçümü yapabilmektedir. 1⁰C

hata payı bulunmaktadır. Aynı zamanda 1-100 % RH arasında nem ölçümü yaparak %5 Rh arasında hata payına sahiptir. 2 saniyelik periyotlarla veri iletimi sağlamaktadır (Anonim, 2016h).

DHT22 gelişmiş bir sıcaklık ve nem sensör birimi olmakla birlikte dijital sinyal çıkışı sağlamaktadır. Bu tür sensörler uzun dönem çalışmalarda kullanılabilir. Yüksek güvenilirliğe sahiptir. İçerisinde 8 bit mikro işlemci bulunmakta ve hızlı tepki verme yeteneğine sahiptir. -40°C ile $+80^{\circ}\text{C}$ arasında sıcaklığı ölçebilmektedir. 10°C derece hata payı bulunması cihazın diğer sıcaklık algılayıcılarından farkını ortaya koymaktadır. 0-100 & RH arasında %5 RH hata payı ile de nem ölçümü yapabilmektedir. Dht22 sensörü 2 saniyelik aralıklarla veri toplama işlemi yapabilmektedir. Yani sıcaklık ve nem verilerini iki saniyelik periyotlarla elde edilebilmektedir (Anonim 2016h). Şekil 3.5.'de DHT22 sıcaklık ve nem sensörü görülmektedir.



Şekil 3.5. Sıcaklık- Nem sensörü

Sistemde kullanılan DHT22 sıcaklık ve nem sensorünün genel özellikleri Tablo 3.2.'de gösterilmiştir (Anonim, 2016h).

Tablo 3.2. Dht22 sıcaklık-nem sensorünün özellikleri

Çalışma voltajı	DC 3.3-5V
Ölçüm aralığı (sıcaklık)	-40 ile $+80^{\circ}\text{C}$
Ölçüm aralığı (nem)	0-100 %RH
Hassasiyet Sıcaklık	$<+/- 1^{\circ}\text{C}$
Hassasiyet Nem	$+/- \% 3$ RH(Max % 5)
Ölçüm periyodu	2 saniye
Boyutları	22mm X 28mm X 5mm

Su Seviyesi / Yağmur Sensörü (Water Level / Rain Sensor): Bu sensör hem yağmur sensörü hem de sığ sular için su seviyesi (40mm'ye kadar) ölçümünde kullanılabilir. Birbirine paralel olarak çekilmiş olan iletken hatların su ile teması sonucu sensör çıkışında ki pinde analog bir değer okunabilmektedir. Arduino başta olmak üzere birçok mikro denetleyici platformu ile beraber kullanılır. Yağmur sensörünün kullanımı oldukça basittir. Toprak bağlantısı ve besleme voltajı yapılarak sensör çıkış bacağından okuma yapılmaktadır (Anonim, 2016h). Şekil 3.6.'da sistemde kullanılan yağmur sensörü görülmektedir.



Şekil 3.6. Yağmur sensörü

Özellikler:

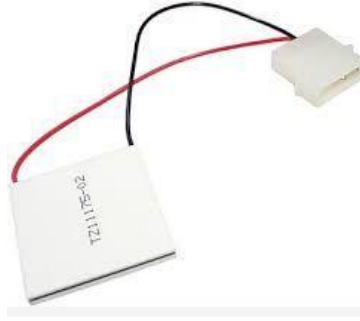
- ✓ Ürün Boyutları: 65x20x8mm
- ✓ Sensör Okuma Alanı: 40x16mm
- ✓ Çalışma Akımı: <20mA
- ✓ Çalışma Voltajı: 5V

Sistemde kovan içerisinde sıcaklık ve nem sensörü bulunmakta kovan dışında ise sadece sıcaklık sensörü bulunmaktadır. Kovan içerisindeki sıcaklık ile dış sıcaklık karşılaştırılarak bulanık kurallarla işlenerek arduino aracılığı ile kovan sıcaklığı istenilen seviyede dengelenebilmektedir. Kovan dışında bulunan yağmur sensörü ile havanın yağışlı olup olmadığı kontrol edilebilmektedir.

3.1.3. Peltier

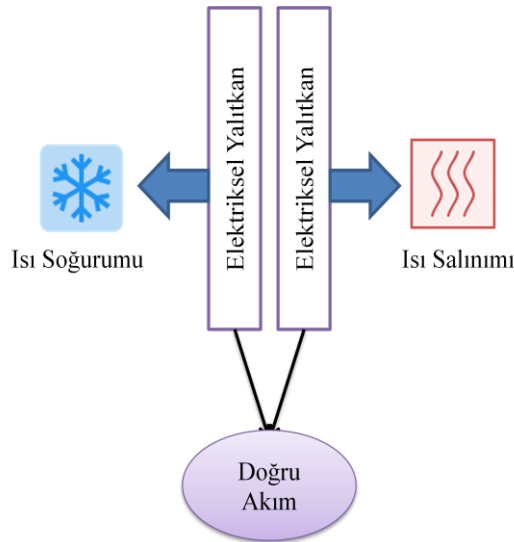
Peltier Termoelektrik sistem prensibiyle çalışan ısıtma-soğutma sistemidir. Peltier bir nesnenin sıcaklığını çevre sıcaklığını bağlı olarak düşürerek veya çıkartarak nesne sıcaklığını dengede tutarlar. Peltier iki metal arasından akım geçirildiğinde akımın bir yönde aktığında ısı açığa çıkması tersi yönde akım olduğunda ise ısının soğrulduğu prensibine dayanır (Anonim,

2017c). Peltier genellikle 12 voltla çalışan termoelektrik bir soğutucusudur. Şekil 3.7.'de yaygın kullanılan peltier örneği görülmektedir.



Şekil 3.7. Peltier

Peltier de doğru akım yönünü değiştirilerek ısınan taraf ve soğuyan taraf da yönü değiştirilebilir. Peltier içerisinde p n tipi yarı iletkenler bulunmaktadır. Doğru akımın bu iki yarı iletken arasında geçişi esnasında bir taraf ısınırken diğer taraf soğumaktadır (Anonim, 2017a). Şekil 3.8.'de peltierin çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Peltier çalışma prensibi

Kovanın dört köşesine yerleştirilen peltier arduino ile iletişim halindedir. Arduionun Pwm yöntemi ile çalışması sayesinde kontrol edilmektedir. Peltierin genel çalışma prensibinden dolayı kovan içi sıcaklığı artırılacağı zaman peltierin bir yanı

ısınmakta ve kovan içini ısıtmaktadır diğer yanı soğumaktadır. Aynı yöntemle kovan içini soğutma esnasında da peltierin bir yanı soğuyarak kovan içini soğutmakta diğer yanı ise ısınmaktadır. Bu durumda peltierle birlikte kovan dışına açılan bir fan sistemi oluşturularak kovan içinde bulunan soğutma işlemi sırasında oluşan sıcak hava ve ısıtma işlemi sırasında oluşan soğuk hava dışarı aktarılmaktadır. Fan sistemi ters yönlü olarak tam kapasiteli çalışarak soğutma işlemi gerçekleştirilmektedir.

3.1.3.1. Kullanım alanları

Peltierler gaz sıkıştırırmalı soğutucular kadar verimli değildir fakat basit yapıları ve küçük boyutlarda olmaları bu cihazları bazı uygulamalar için ideal kılmaktadır. Özellikle bu tür cihazların ufak boyutlu üretilebilmeleri küçük boyutlu elektronik cihazların soğutmalarında kullanılmasını sağlamaktadır. Sensör ve mikro işlemci soğutmaları bunların önde gelenlerindedir. Bunların yansıra soğutma ve ısıtmanın gerekli olduğu seyyar uygulamalarda peltier soğutucular önemli bir yere sahiptir. Bu tip cihazların hareketli parçalarının olmayışı da seyyar uygulamalarda bu cihazları kullanılmasında kolaylık sağlamaktadır.

Peltierlerin kullanıldığı bazı uygulama alanlarını;

- ✓ Medikal aletler için seyyar ve kompakt soğutucu,
- ✓ Yarı iletken endüstrisi için su soğutucular,
- ✓ Mikroişlemci soğutucusu,
- ✓ Lazerler, kızılötesi detektörler ve CCD matrisler için soğutucu,
- ✓ Nemli havanın kurutulmasında,
- ✓ Elektronik cihaz parçalarının farklı sıcaklık testleri için soğutma odasında
- ✓ DNA analizi (PCR) için ısıtıcı ve soğutucu olarak kullanımı,

olarak görülmektedir (Anonim, 2017b).

3.1.4. Sistemin Enerji Üretimi

Sistemin enerji üretimini sağlamak amacıyla güneş paneli ve güneş panelinden elde edilen enerjinin depolanması için jel akü kullanılmıştır. Güneş paneli, üzerinde güneş den gelen enerjiyi soğurmaya yarayan birçok güneş hücresi barındıran bir enerji kaynağıdır. Güneş panelleri belli bir dalga boyundaki ışığı elektriğe dönüştürülebilir ve geri kalan enerjiyi hücreyi oluşturan madde tarafından yanıtılmakta veya emilmektedir. Güneş panelleri mevsimsel olarak farklı açılarla güneşe doğru yönlendirilerek her mevsimde en üst seviyede verim alınabilmektedir. Güneş paneli fotovoltik yarı iletken silikon birçok

levhanın birleşmesinden oluşmaktadır. Bu levhalar birçok katmandan oluşmakta ve güneşten gelen ışığı emmektedirler. Elde edilmek istenilen güce ve güneş panelinin boyutlarına bağlı olarak, fotovoltaik kristal modüller birbirine paralel ve seri olarak monte edilerek güneş paneli oluşturulur. Türkiye’de güneşin dünyaya yaptığı açı yaklaşık 60 derece civarındadır ve paneller en yüksek verim için bu açıda kurulmaları gerekmektedir. Şekil 3.9.’da arı kovanına monte edilen güneş paneli görülmektedir. Güneş panellerinde geceleri ve güneşin olmadığı zamanlarda enerjinin kullanılabilmesi için depolanması gerekmektedir. Bu işlemi de güneş enerji paneli kurulumunda enerji dönüştürücüleri kullanılarak aküler vasıtasıyla yapılmaktadır (Anonim, 2016e).



Şekil 3.9. Güneş paneli monte edilmiş arı kovanı

Güneş paneli kovanda bulunan arılara zarar vermeyecek şekilde kovan kapağına monte edilmiştir. Bu sayede kovanın taşınması durumuna güneş paneli zarar görmemekte ve taşıma kolaylığı sağlamaktadır. Güneş paneli güneş ışığının olduğu her anda enerji üretebilmekte olup kış şartlarında kapalı havalarda da enerji üretmeye devam etmektedir. Güneş panelinin başka bir faydası da kovan kapağının güneş ışınlarına direk gelmesini engellemesidir.

3.1.4.1. Güneş panellerinin kullanım alanları

Güneş panelleri, güneşli gün sayısının oldukça fazla olduğu ülkemizin her bölgesinde kullanılabilen enerji üreticileridir. Özellikle ulaşımın çok zor olduğu şehir dışı yerleşim yerlerinde, elektrik şebekelerinin olmadığı veya masraflı olduğu alanlarda, kullanılmaktadır (Anonim, 2016e).

Kullanım Alanları;

- ✓ Dağ evleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması

- ✓ Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- ✓ Petrol boru hatlarının katodik koruması
- ✓ İlkyardım, alarm ve güvenlik sistemleri
- ✓ Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları
- ✓ Tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı
- ✓ Orman gözetleme kuleleri
- ✓ Metal yapıların (köprüler, kuleler vb.) korozyondan koruması
- ✓ Askeri Uygulamalarda
- ✓ Bina içi ya da dışı aydınlatma
- ✓ Deniz fenerleri
- ✓ İlaç ve aşı soğutma.
- ✓ Deprem ve hava gözlem istasyonları

3.1.4.2. Güneş panelleri kullanımının avantajları

- ✓ Panellerin bakımına çok gereksinim duyulmaz.
- ✓ Fosil yakıtların kullanımını azaltır.
- ✓ Çalışma sistemi sessizdir.
- ✓ 500 KW'a kadar olan sistemlerde herhangi bir izin almadan kurulabilir.
- ✓ Havaya zararlı gazların salınımı yoktur.
- ✓ Ülkemizin her yerine kurulumu ve verimliliği açısından uygundur Güneş panelleri ihtiyaca uygun, güç kapasitesine göre kolay monte edilir.
- ✓ Uzun ömürlüdür (Anonim, 2016f).

3.1.5. Jel Akü

Jel aküler dönüşüm (O_2 recombination) prensibiyle çalışmaktadır. Jel aküler bakımsız tip akülerdendir dolayısıyla jel akülere hiçbir şekilde saf su vb. ilave gereksinim duyulmaz. Akü valfleri hiçbir şekilde açılmaması gerekmektedir. Akü valfleri açıldığı takdirde içinde buluna gazların uzaklaşmasına sebep olunur ve bu durum akünün ömrünü kısaltmaktadır. Yüksek basınç durumlarında ise akü içerisinde bulunan fazla gaz akü valfleri ile dışarıya atılmaktadır. Jel akülerin en önemli avantajlarından biri de içerisinde sıvı elektrolit bulundurmayaşdır. Bu nedenle herhangi bir şekilde sıvı elektrolitin akıp akünün bulunduğu ortama zarar verme ihtimali bulunmamaktadır. Bu tür akülerde sülfürik

asit ile silika karıştırılarak jel kıvamı elde edilir ve akü içindeki iyon transferi de bu jel elektrolit ortamında gerçekleşmektedir.

Kullanıcıların jel aküyü tercih etmelerindeki önemli etmenlerde biri jel akülerin kullanma kapasitesidir. Jel aküler diğer akülerle kıyaslandığı zaman, aynı kullanım koşullarında 4-5 kat fazla ömür beklentisi oluşmuştur (Anonim, 2016g). Jel akü kullanım alanları olarak; telekomünikasyon sistemleri, mobil dükkânlar, yenilenebilir enerji sistemleri, golf araçları, karavanlar, manuel trans paletler, tekerlekli sandalyeler, tekneler ve yer temizleme makinelerinde kullanılmaktadır.

Güneş panelinden elde edilen enerji kontrol panelinde bulunan aküye şarj düzenleyiciden geçerek aktarılır. Sistemin enerji ihtiyacını karşılamak için aktarılan elektrik enerjisi aküde depolanır.

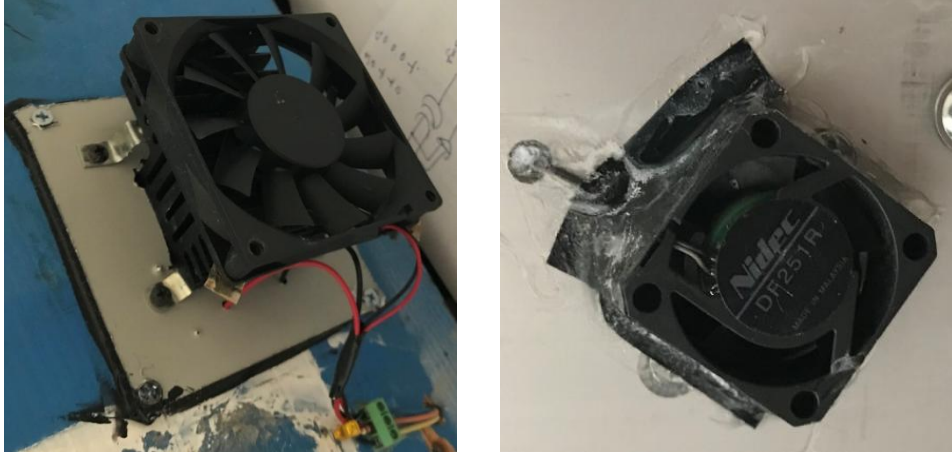
3.1.6. Havalandırma Sistemi

Arı kovanının nem dengesini ve sıcaklık kontrolünü sağlamak amacıyla iki farklı havalandırma sistemi oluşturulmuştur. Havalandırma fanlar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Fanlar hava ve gazları basınçlandırarak belirli bir akış yolu oluşturur ve bu yol içinde hareket etmesini sağlayan basit turbo makine sistemleridir. Fanların kullanım alanlarına göre çeşitlenmektedir (Bulgurcu, 2005).

Bunlar;

- ✓ Aksiyal fanlar,
- ✓ Çatı türü fanlar,
- ✓ Radyal (santrifüj) fanlar,
- ✓ Karışık akışlı (aksiyal-radyal) fanlar,
- ✓ Vorteks ya da rejeneratif fanlar,
- ✓ Karşıt akımlı fanlar(blower),

Tasarlanan arı kovanı sisteminde aksiyal tipi fan kullanılmaktadır. Bu fanlar havanın fan çarkı ile aynı ekseninde yani yön değiştirmeden, hareket ettiği fanlardır. Bu tür fanlar kullanım alanlarına göre farklı gövde yapılarına sahip olabilirler. Fanların kanatları plastik, çelik sac veya alaşım alüminyum döküm olarak çeşitleri bulunmaktadır. Bu fan tipi serbest yakın hava akımında verimlidir (Bulgurcu, 2005). Şekil 3.10.'da kovanın ısıtma soğutma sisteminde kullanılan fan ve kovanın nem dengesinin sağlamak için kullanılan fanlar sırası ile görülmektedir.



Şekil 3.10. Sistemde kullanılan fanlar

Sistemde iki farklı fan kullanılmış biri sistemin nem dengesini korumak için içerideki havayı dışarı aktaran sistem oluşturulmuştur. Sistemin elle çalışması durumunda fan Pwm sinyali düşük orta seçilebilirken sistem bulanık mantık modunda çalışırken nem sensörlerden gelen veri eşik değerinden yüksekse nem için kullanılan fan tam performans olarak yani -255 Pwm sinyali ile çalışmaktadır. Kovan içi nem değeri anlık kontrol edildiği için nem dengesi sağlanana kadar fan çalışmaya devam etmektedir.

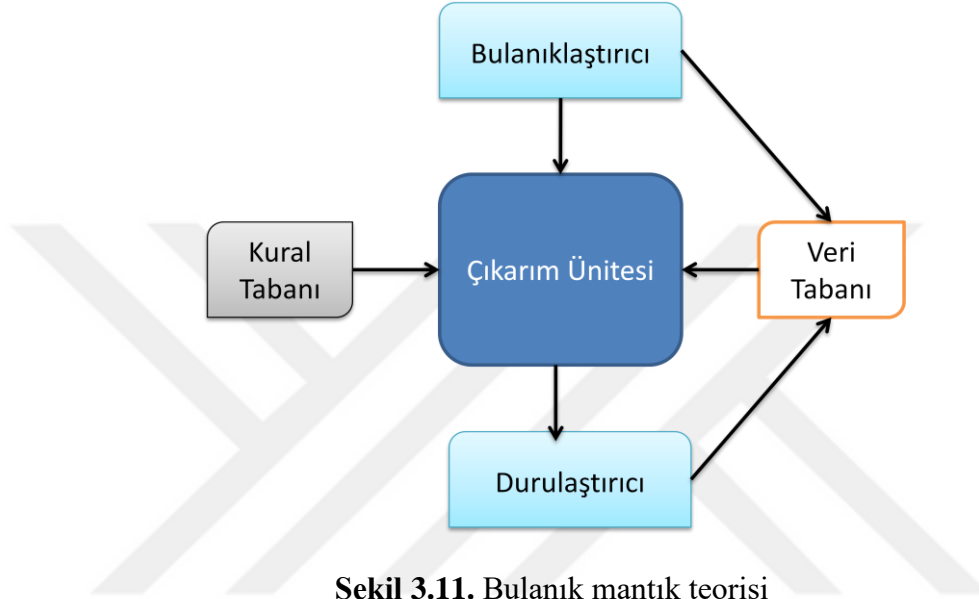
Kovanda bulunan diğer fan ise kovanın ısıtma sisteminin çalışması esnasında peltierin ısıtma işlemi yaparken peltierin diğer tarafından soğuk hava üreteceği için bu soğuk havanın kovandan uzaklaştırılmasını için kullanılır. Aynı şekilde kovanın soğutulması esnasında da peltier soğutma işlemi yaparken peltierin diğer tarafından ısı açığa çıkacağı için bu sıcak havanın kovandan uzaklaştırılması için kullanılır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bulanık Mantık Teorisi

İnsanlar belirsizlik içeren durumlarla karşılaştıkları problemleri sözel değişkenlerle ifade etmektedirler. Olasılık teorileri gibi istatistiksel yöntemler belirsizlik oluşturan durumların çözümü için yetersiz kalmaktadır (Karadavut ve Akkaptan, 2012). Bulanık mantık bu belirsiz durumlar için kullanılan sözel ifadeleri matematiksel bir temele dayandırarak bilgisayar ortamına aktarmaktadır. Bulanık mantık teorisi bu sayede insan düşünce yapısına uygun matematiksel olarak modellenmesi sağlanmaktadır (Akıllı ve Atıl, 2014). Bulanık mantık teorisi, “FuzzySets” isimli makale ile 1965 yılında Azeri bilim adamı Lotfi A. Zadeh tarafından duyurulmuştur. Zadeh, ara değerlerin de göz önünde

bulundurulması gerektiğine dikkat çekmiştir ki klasik bilgisayar mantığında “0” ve “1” gibi kesin ayrımlar söz konusu olmaktadır (Zadeh, 1965). Bulanık mantık sistemi üç temel bileşenden; bulanıklaştırma, çıkarım mekanizması ve durulaştırmadan oluşmaktadır. Bulanık mantığın ilk aşamasında bulanıklaştırma yapılmakta sonra gerekli çıkarımlar yapılarak belli kurallar temelinde durulaştırma yapılmakta ve gerekli olan faydalı bilgiler elde edilmektedir. Şekil 3.11.’de bulanık mantık çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 3.11. Bulanık mantık teorisi

Bulanık sistem tasarımının da girdi değişkenlerinin seçilmesi çok önemlidir. İlk adım olarak problemi en iyi şekilde açıklayacak girdi değişkenlerine ihtiyaç vardır. Doğru girdiler doğru çıktılar verir, bu açıdan girdi değişkenlerinin seçimine dikkat edilmesi gerekir. Daha sonra ki adımda elde edilen verinin yapısındaki değişkenlikler ve doğrulukları incelenir ve her girdi için bulanık alt kümeleri oluşturulur. Bu işlemle bulanıklaşma aşamasına geçilmektedir. Bulanıklaştırma esnasında girdiler çıkarım aşamasında işlenmek için bulanık girdilere dönüştürülmektedir. Bu işlemler üyelik fonksiyonları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bir sonraki aşama çıkarım aşamasıdır. Bu aşamada veriler belirli kural ile işlenerek yapısal bir öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Çıkarım aşamasında elde edilen verilerin modellenmesini sağlayan farklı yöntemler bulunmaktadır. Bulanık sistem tasarımının son aşaması durulaştırma aşamasıdır. Durulaştırma aşamasında elde edilen bulanık veri kümeleri kesin girdi değerlerine dönüştürülmektedir (Ross, 2009, Baykal ve Beyan, 2004).

Bulanık mantık kullanırken dikkat etmemiz gerek bulanık mantığın insan düşüncesinin son noktası olmadığı geliştirilebilir bir algoritma yapısı olduğudur.

Bulanık mantıkta temel amaç bir bilgisayarın insan gibi düşünmesini sağlamaktır. Bulanık mantık insanın karmaşık düşünmesi ve doğal dildeki belirsizlik esasına uygun davranabilir. Bulanık mantık algoritması makinelere soğuk, sıcak, küçük, büyük, geniş, dar vb. belirli insani kavramları anlama ve bunlara yanıt verme imkânı sağlamaktadır. Hatta az belirgin ya da belirsiz bilgilerden belirli sonuçlara erişim sağlayabilmektedir. Bundan dolayı geleneksel kısıtlamalarda bulanıklaştırılmış kısıtlamaların göre daha kısıtlı olması durumu söz konusudur.

İnsanlar yeni karşılaşılan durumlarla geçmiş yaşantılardan elde edilen bilgileri karşılaştırarak sonuca gidebiliyorsa, bulanık mantık sisteminde de kendisine öğretilen bilgileri kullanarak yeni karşılaşılan bir problem hakkında bir sonuca varılmasını sağlamaktadır. Bu durumda insan makine etkileşimine yeni bir boyut kazandırmıştır.

Yaklaşık düşünme kavramı bulanık mantık teorisi ile desteklendiğinde bulanık düşünme ortaya çıkarmıştır. Yaklaşık düşünme kavramını genellikle günlük hayatta kullandığımız bazı sözlerle görebilmekteyiz. Örneğin biraz, daha fazla, az, çok sıcak gibi kullanımlarda bulanık düşünce yapısı kullanıldığı görülmektedir. Fazla sıcak, ılık, soğuk sözleri birer bulanık ifadeler olduğu için bulanık kümeler olarak temsil edilip bulanık mantık işlemleri uygulanabilir (Altaş, 1999). Tablo 3.3.'de günlük sıcaklık değerleri bulunmaktadır. Oluşturulan bulanık veri kümesi çok sıcak, biraz sıcak, sıcak, ılık, serin, soğuk, biraz soğuk, çok soğuk olarak tanımlanmaktadır. Tablo 3.3.'de olduğu gibi her bir girdi tek bir kümeye ait olsa da bulanık mantık da tablodaki gibi kesin sınırlamalar bulunmaz. Hava sıcaklık değeri 18 °C olduğu varsayıldığında bu değer hem serin hem ılık aralığında bulunmaktadır. Yani havanın %80 oranında da serin %20 oranında ılık olduğu durumda söz konusu olduğu için bu iki veri kümesinde de yer alma durumu ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde aralıkları tanımlanmış kümeler oluşturulup basit kurallarla uygulamalar geliştirilmektedir ve elde edilen üyelik bilgilerine göre de farklı eylemler gerçekleştirilebilir. Günlük sıcaklık değerleri bulanık mantıkla değerlendirilecek olursa Tablo 3.3.'de ki veriler elde edilmektedir.

Tablo 3.3. Günlük sıcaklık değerleri

Bulanık Küme	Sıcaklık Aralıkları
Çok Sıcak	35 °C Üstü
Biraz Sıcak	30-35 °C Aralığı
Sıcak	22- 30 °C Aralığı
Ilık	18-22 °C Aralığı
Serin	15-18 °C Aralığı
Soğuk	10-15 °C Aralığı
Biraz Soğuk	0-10 °C Aralığı
Çok Soğuk	0 °C'den Düşük

3.2.1.2. Bulanık mantığı kullanmanın avantajları

Bulanık mantık günümüzde kullanım alanları oldukça yaygındır. Sözel ifadeleri matematiksel bir temelle bilgisayar ortamına aktarmak olarak bilinen bulanık mantık insan düşünce yapısının modellenmesini sağlamaktadır (Akıllı ve Atıl, 2014). Günümüzde akıllı robotlar olarak bilinen çamaşır makinesi, buzdolabı gibi cihazların çalışmasında, otomasyon sistemlerinde, iş yerlerinde, tarım ve hayvancılık geliştirme faaliyetlerinde bulanık mantığın yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Mamdani, 1977).

Bulanık mantık kullanmanın avantajları şu şekilde sıralanabilmektedir;

- ✓ Kolay hızlı ve ucuzdur.
- ✓ Esnek bir yapıya sahiptir.
- ✓ Karmaşıklığa sebebiyet vermemektedir.
- ✓ Sezgisel bir yaklaşımdır.
- ✓ Kullanılan matematiksel kavramlar kolay ve anlaşılırdır.
- ✓ Kullanılan veri setleri belirgin ya da az belirgin olsa da çıktı olarak belirgin anlamlı bilgilendirme sunar.
- ✓ Geleneksel kontrol tekniklerinden farklıdır.
- ✓ Doğal dil kullanılır. Sıradan bir dille yazıldığı için herkes rahatlıkla kullanabilir (Pichan vd., 2012).

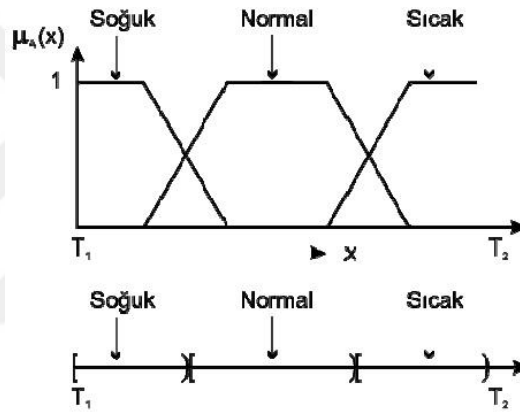
3.2.1.3. Bulanık mantık tasarımı ve uygulaması

Bulanık mantık kullanılarak oluşturulan kontrol mekanizmaları bulanık mantığın en çok kullanıldığı alanlardandır. Bulanık mantık kontrol sistemleri bilinen geleneksel PID kontrol tasarımlarında olduğu gibi sistem içinde tam bir model bilgisi gerektirmemektedir. Model bilgisi yerine uzman olarak adlandırılan bulanık mantığın insan gibi davranarak

çıkarımlar üretebildiği insanın deneyimini ve ustalığını sergilendiği yapılar oluşturulmuştur. Uzman tecrübesinden, bilgisinden ve insanın keskin olmayan duyuşal düşüncelerinden yararlanarak bulanık sistemler çalışmaktadır. Bunun için birçok tasarım metodu geliştirilmiş ve geliştirilmektedir (Saritaş, 2008).

3.2.1.4. Üyelik fonksiyonu

[T_1 , T_2] aralığında sıcaklığın sunumu bulanık ve klasik kümeler kullanılarak Şekil 3.12.'de gösterilmiştir. İlk durumda [T_1 , T_2] \rightarrow [0,1] üyelik fonksiyonları “soğuk”, “normal” ve “sıcak” dilsel değerler olarak tanımlanmaktadır. İkinci durumda ise aralıklar klasik küme tarafından değişkenleri tanımlamada kullanılmaktadır (Saritaş, 2008). Şekil 3.12.'de üyelik fonksiyonu örneklendirilmiştir.



Şekil 3.12. Üyelik fonksiyonu

Genelde, bulanık sistemler kurala dayalı sistemlerdir. Yani bir bulanık sistemin temelinde "Eğer- O halde" kuralları vardır (Saritaş, 2008). Burada çok yüksek, yüksek, normal, düşük, çok düşük gibi dilsel değerler kullanılır ve bu dilsel değerlerin uygun üyelik dereceleri mevcuttur. Bir bulanık sistem tasarlanmasına karar verildikten sonra ilk yapılacak işlem “eğer o-halde” kurallar tablosunu elde etmektir. Bu kurallar, genelde uzmandan yararlanılarak oluşturulmaktadır (Saritaş, 2008).

3.2.1.4.1. Bulanıklaştırıcı

Matematiksel girdilerin dilsel çıktılara dönüştürmek için bulanık mantık bilgilerine dönüştürmeye bulanıklaştırma olarak ifade edilmektedir. Mutlak ve kesin olmayan bilgilerdir. Bulanıklaştırma işleminde kesin olmayan bilgilerde bulunmaktadır. Bulanıklaştırma sonucunda giriş değişkenlerinin değerleri, üyelik derecesi olarak

hesaplanmaktadır. Bulanıklaştırma yapabilmek için matematiksel verilerin kullanılması söz konusudur. Bulanıklaşma sürecinde ise matematiksel veriler tamamen kullanılmamakta kesin olmayan veriler ortaya çıkmaktadır. Böylece uygulamanın çabuk gerçekleşir ve yüksek derecede verim alınabilmektedir (Koçak, 2010).

3.2.1.4.2. Bulanık kurallar tabanı

Bir bulanık kural, bulanık bir “Eğer- O halde” kuralıdır.

Örneğin;

“Eğer oda sıcaklığı $T \geq 20$ °C ise, O halde oda sıcaklığı büyüktür” kuralı kesin kural;

“Eğer oda sıcaklığı $T < 200$ °C ise, O halde kazan kalorifer sıcaklığını artır” kuralı bulanık bir kuraldır.

Görüldüğü gibi büyük ve artır değerleri bulanıktır ve uygun üyelik dereceleri ile belirlenmektedir. Aynı süreci temsil eden bulanık kurallar topluluğu bulanık kurallar tabanını (Fuzzyrulesbase) oluşturur. Bir bulanık kurallar tabanında birbirine bağlı olan kurallar mevcuttur ve böyle bağıllık sistemin girişine verilen gerçeklerden yola çıkarak bir sonuca varmaya olanak vermektedir (Saritaş, 2008).

3.2.1.4.3. Bulanık çıkarım mekanizması

Çıkarım mekanizması yani kural yorumlayıcısı veri tabanındaki verileri ve bilgi tabanında bulunan kuralları kontrol ederek, işçi belleğe yeni verilerin eklenmesi görevini yerine getirip bunların bir dizi içerisinde sunulması ve bu kurallar içerisinde hangisinin olacağına karar verilmesini sağlayan sistemdir. Yani bir nevi yönetim görevini de üstlenmiştir. Çıkarım mekanizması, yukarıdaki olaylara bağlı kalarak kendine göre yeni çıkarımlar yapabilmesidir. Aynı zamanda bu çıkarımları yönetebilme özelliğinin de var olması ayrı bir avantajdır (Saritaş, 2008). Çıkarım mekanizmasındaki yönetim fonksiyonunu; karşılaştırma, seçim, yürüme ve eylem şeklinde yerine getirir. Geleneksel mantıkta olduğu gibi bulanık mantıkta da bazı mantıksal ifadeler kullanılmaktadır. Bu işlemler için Ve, Veya, Eğer, Değil, Öyleyse (AND, OR, NOT, THEN, IF) gibi basit komutlar kullanılmaktadır. Bu kurallar bütününe bulanık mantık üzerinde kural tabanı denmektedir (Koçak, 2010).

3.2.1.4.4. Durulaştırma

Bulanıklaştırma sonu oluşan bulanık küme çıkarımlarının sistem üzerinde uygulanabilmesi için yeniden fiziksel ve kesin sayılara dönüşmesi gerekmektedir. Bu

işleme ise durulaştırma denmektedir. Çeşitli durumlar için durulama yöntemleri geliştirilmiştir.

Bu durulama yöntemleri;

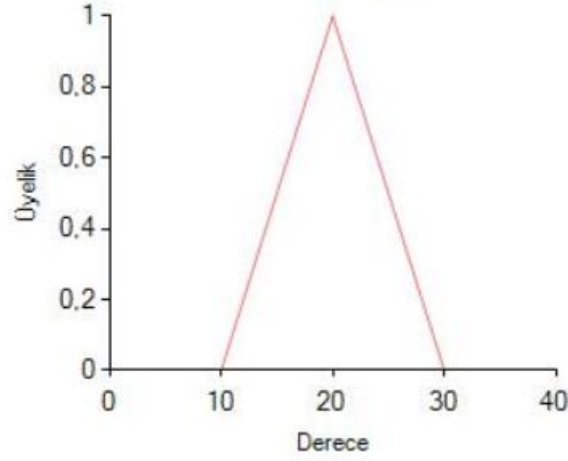
- Üyelik fonksiyonunun en düşük noktası
- Üyelik fonksiyonunun en yüksek noktası
- Ağırlık ortalama yöntemi
- Merkez yönetimi
- Toplamların ortası
- İlk (veya son) yükselti
- Üyelik işlevinin en yüksek noktalarının ortalaması
- Geniş alan merkezi olarak literatür de görülmektedir (Koçak, 2010).

3.2.1.5. Bulanık mantıkla sıcaklık ve nem kontrolü

Sıcaklık ve nem denetiminin yapıldığı birçok sistem tasarımı bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; seracılıkta bitkilerin yaşayabilmesi için en uygun ortamın hazırlanmasında, tavukçulukta kuluçka makinelerinin iç sıcaklığını ayarlayarak yumurtaların uygun kuluçka sıcaklığında bulundurulmasında, gıda sanayisinde gıdaları istenilen sıcaklık ve nem değerlerinde tutarak en kaliteli ürünün elde edilmesinde ve saklanmasında, iklimlendirme cihazlarında vb. çalışma alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıcaklık ve nemi denetlemek içinse birçok yöntem de bulunmaktadır. Bulanık mantık tabanlı yöntemde bunlardan biridir. (Fidan ve Bay, 2002). Mikro denetleyicilerle elde edilen sıcaklık ve nem değeri bulanık mantık denetleyicisi kullanılarak istenilen sıcaklık ve nem değerine en kısa zamanda ulaşarak dış etkenlere maruz kalmadan istenilen sıcaklık değerinde sabit kalınmasını sağlamakta ortamın nem değerini kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır.

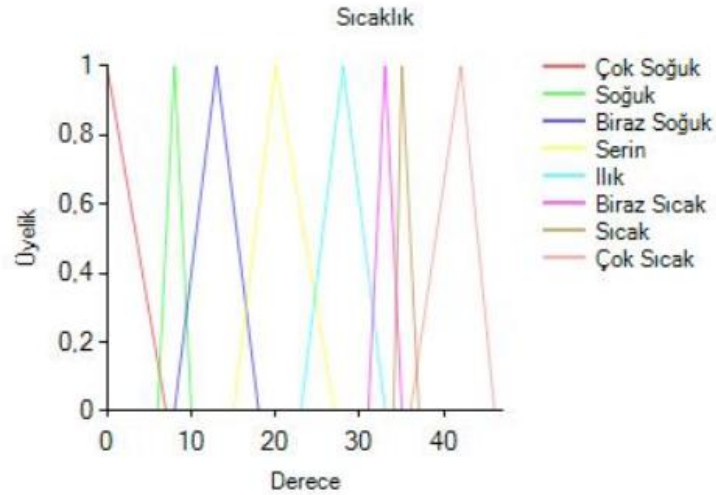
Üyelik Fonksiyonları

Bu çalışmada üyelik fonksiyonları oluşturulurken sadece üçgen tipi bulanık üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Her bir değişken için oluşturulan birden fazla üyelik fonksiyonları a, b, c değişkenleri ile tanımlanmıştır. Denklemden verilen a değeri üyelik fonksiyonunun başlangıç değeri, c ise bitiş değerini temsil etmektedir. B değeri ise oluşturulan üçgen fonksiyonunun tepe noktasını işaret etmektedir. Denklem sonucunda elde edilen örnek bir üyelik fonksiyonu Şekil 3.13.'de gösterilmiştir.

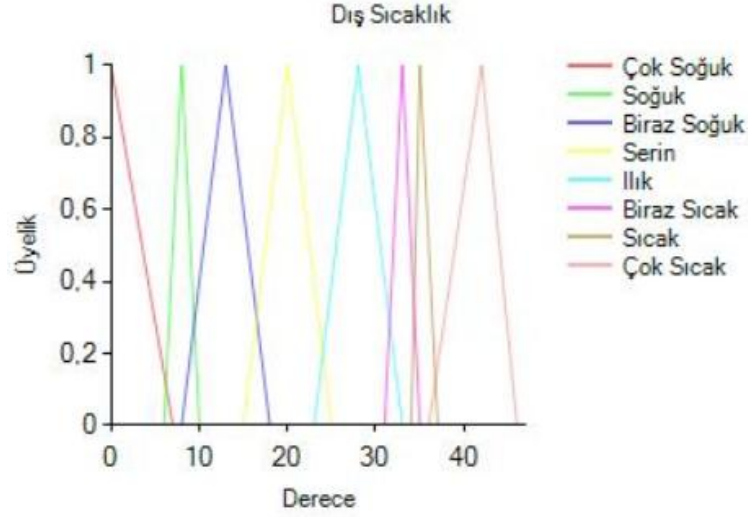


Şekil 3.13. Örnek bir üyelik fonksiyonu ($a=10$, $b=20$, $c=30$)

Bu tanımlama kullanılarak iç ve sıcaklığın alabileceği bulanık değerler için bulanık kurallar oluşturulmuştur. Kural oluşturma işlemini sistem kullanıcısı kaynak kod üzerinde değişiklik yapmadan ara yüz üzerinden gerçekleştirebilmektedir. Böylelikle arı tipi, bölge iklim koşulları veya farklı parametreler nedeniyle gereklilik halinde istenilen kurallar değişiklikleri yapılarak sistem özelleştirilebilmektedir. Şekil 3.14.'de iç sıcaklık, Şekil 3.15.'de dış sıcaklık için oluşturulan fonksiyonlar gösterilmiştir.



Şekil 3.14. İç sıcaklık üyelik fonksiyonları



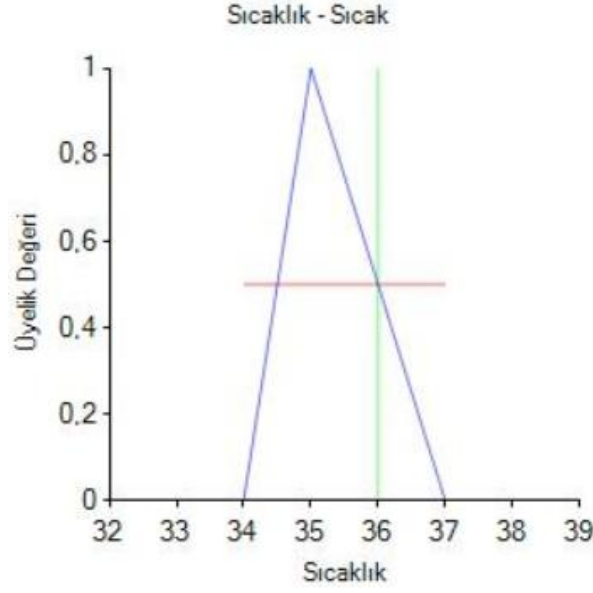
Şekil 3.15. Dış sıcaklık üyelik fonksiyonları

Üyelik Değeri Hesaplama

Sensörlerden gelen verilere göre her bir değişkenin (iç sıcaklık, dış sıcaklık) bulanık kurallara girmeden önce hesaplanması gereken bir üyelik değeri bulunmaktadır. Üyelik fonksiyonları üçgen tipinde olduğu için öncelikle her bir fonksiyon için bir üyelik değeri bulunması gerekmektedir. Bu hesaplama her bir fonksiyon için Denklem 3.1'de verilen hesaplama ile gerçekleştirilmektedir.

$$\mu_n(x) = \begin{cases} x \ll a, x \gg c \text{ ise } 0 \\ a < x \ll b \text{ ise } \frac{x-a}{b-a} \\ b < x < c \text{ ise } \frac{c-x}{c-b} \end{cases} \quad (3.1.)$$

μ_n Her bir n üyelik fonksiyonu için hesaplanan üyelik değeridir. X ise giriş değerini temsil etmektedir. Sonuç olarak denklem giriş değerinin üyelik fonksiyonunu kestiği noktanın üyelik değerini hesaplamaktadır. Bu hesaplanan üyelik değerleri bulanık kurallarda kullanılmaktadır. Şekil 3.16.'da bu hesaplama ile elde edilen örnek bir hesaplamanın grafik görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.16. Üyelik değeri hesaplama grafik gösterimi

Grafik üzerinde gösterilen mor çizgi üyelik fonksiyonunu, Yeşil çizgi ise X giriş değerini, kırmızı çizgi ise X değerinin üyelik fonksiyonunu kestiği noktanın üyelik değerini ifade etmektedir.

Bulanık Kurallar

Tasarlanan arı kovanı sisteminde kaynak kodda değişikliğe gerek kalmadan ara yüz üzerinden kural ekleme ve çıkarma işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Kurallar Denklem 3.2’de gösterilen MISO (çok giriş, tek çıkış; Multiple Input, Single Output) yöntemi ile oluşturulmaktadır.

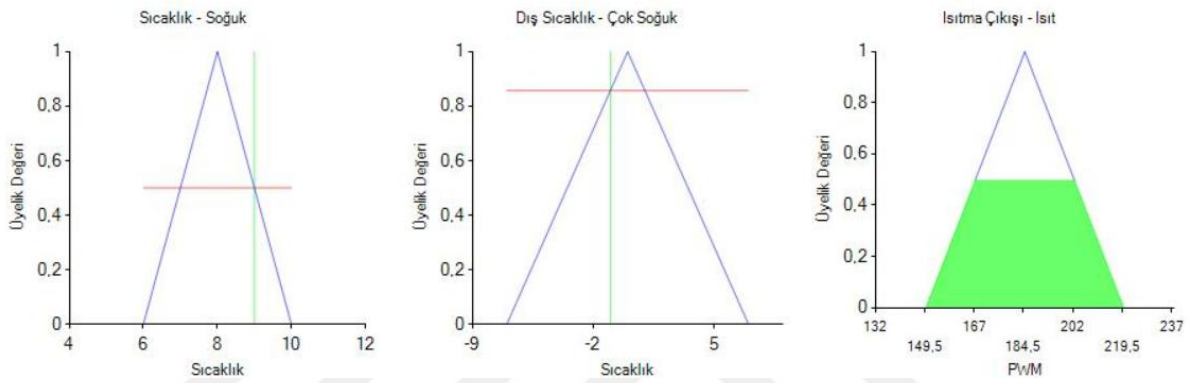
$$\text{Eğer } x_1 = A \text{ ve } x_2 = B \text{ ise } Y = C \quad (3.2.)$$

X değerleri girişleri temsil etmektedir. A, B ve C durumları temsil etmektedir. Y ise elde edilen çıkışı göstermektedir. Bu hesaplamayı kullanabilmek için ise A ve B durumlarının hesaplanması gerekmektedir. Yani her bir giriş bu durumlara hangi oranlarda üye olduğunun bulunması gerekmektedir. Örneğin sözlü bir şekilde ifade edilen örnek bir kural için; eğer sıcaklık “Serin”, dış sıcaklık “Soğuk” ise çıkış “Isıt” olsun şeklinde bir tanımlama yapılmaktadır. Bu tanımlamadaki serin ve soğuk ifadelerini hesaplamak için iç ve dış sıcaklıkların hangi üyelik derecesinde bu duruma ait olduğunun hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplama için Denklem 3.1’de daha önce verilmiştir. Denklem 3.2’de elde edilen iç sıcaklık ve dış sıcaklık üyelik değerlerinden yararlanılarak ilgili kurala ait çıkış ise Denklem 3.3’te verilen yöntemle hesaplanmaktadır. Bu kuralı uygularken bulanık

mantık Min-Max yöntemi uygulanarak kural çıkışındaki bulanık kümenin üyelik derecesinin üstü kesilir ve çıkış sayısal değeri ağırlık ortalaması metoduyla belirlenir.

$$Y_i = \text{MIN}[\mu_{x_1}(x_1), \mu_{x_2}(x_2)] \quad (3.3.)$$

Y değeri her bir kural için i. çıkış değerini temsil etmektedir. Sisteme girilen tüm kurallar için bu hesaplama yapılmaktadır. Yapılan örnek bir hesaplamanın grafik üzerinde gösterimi Şekil 3.17.'de verilmiştir.

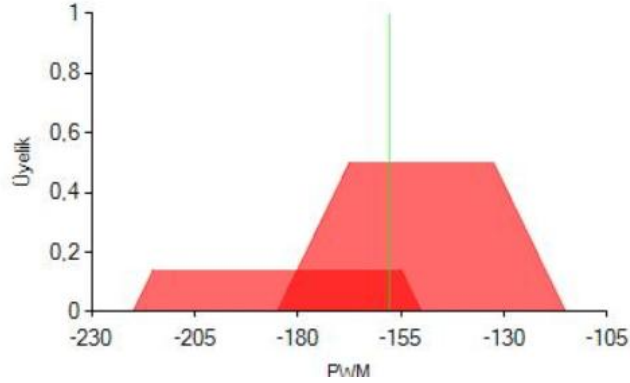


Şekil 3.17. Örnek bir bulanık çıkış hesaplama grafik gösterimi ($X_1=9$, $X_2=-1$)

Şekil 3.18.' de görüldüğü gibi giriş değerleri sonucunda minimum üyelik değeri ile çıkış fonksiyonunda bir sonuç üretilmiştir. Elde edilen çıkış sadece bir kural için geçerlidir. Tüm kurallardan elde edilen çıkışlar sonucunda nihai bir çıkış elde edilmesi için ağırlıklı ortalama yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan hesaplamalar için Denklem 3.4'ten yararlanılmıştır.

$$Y = \frac{\sum_n \mu_n(x) * x}{\sum_n \mu_n(x)} \quad (3.4.)$$

Kurallar Toplamı = -157,778 PWM



Şekil 3.18. Örnek bir kural toplamı hesaplaması sonucu çıkış elde edilmesi

3.3. Sistem Entegrasyonu ve Sistemin Arı Kovanı Üzerinde Uygulanması

Gözlem deneyi sonucunda sıcaklık ve nem değerlerinin arılar için uygun olan aralıklarda olması amacıyla arı kovanına gerekli sistem kurulmuştur. Zayıf arı kolonisinin gelişip büyümesi ve sağlıklı arı kolonilerinin yaşamlarına en uygun şartlarda devam edebilmesi amaçlanmaktadır. Zayıf arı kolonilerinin de gelişip büyümesi ve sağlıklı bir koloniye dönüşmesi için bu yaşamsal destekler verilmesi gerektiği görülmektedir. Arı kovanları için gereklilikler;

- ✓ Soğuk iklim koşullarında zayıf arı kolonisinin kovanı yeteri oranda ısıtamayacağı dikkate alınarak kovan içerisi ısıtılmalıdır.
- ✓ Sıcak hava şartlarında arı kovanlarındaki arıların üst düzey performans göstermedikleri için kovan içi sıcaklığın düşürülmelidir.
- ✓ Sıcak hava şartlarında zayıf arı kolonisinin kovanı yeteri oranda havalandıramayacağı ve aşırı sıcaklığı düşüremeyeceği dikkate alınarak kovan içerisi havalandırılmalıdır.
- ✓ Aşırı nem bulunan ortamlarda arı kovanlarındaki arıların optimum performans göstermedikleri için kovan içi nem düşürülmelidir.
- ✓ Aşırı nem bulunan ortamlarda zayıf arı kolonilerinin yeteri oranda iklimlendirme yapamayacağı tespit edildiğinden kovan içerisinde iklimlendirme çalışması yapılmalıdır.
- ✓ Aşırı nemli ortamlarda arı hastalıkları kolaylıkla gelişebilmektedir arı hastalıklarının önlenmesi amacıyla arı kovanı nemi kontrol altına alınmalıdır.

Kovan dışarısında bulunan yağmur sensörü ile de kovanın bulunduğu yerdeki güneşli veya yağmurlu gün sayısı tespit edilerek arılar için uygun yaşama ortamı olup olmadığı gözlemlenecektir. Yağmurlu havalarda arıların kovan içerisinden çıkmadığı yani arıların çalışmaları engellenmiş olacaktır. Çok yağmurlu geçen gün sayısı kovan iç nem miktarını artırarak arıların sağlığını tehdit etmektedir. Arı kovanları çok soğuk, çok sıcak ve çok yağmurlu ortamlarda bulunmamalıdır. Bundan dolayı yağmur sensörü ile güneşli gün sayısı hesaplanarak yağmurlu gün fazlası ise arı kovanının o ortamda bulunmasının yanlış olduğu çıkarımına varabiliriz.

Bulanık mantık için kesin, tek bir kural yoktur kullanıcı amacına göre kurallar belirlenmektedir. İşlevsel bir fonksiyonun tanımlanması kullanıcının bilgisine, tecrübesine ve yapılacak uygulama için neye gereksinim duyulacağına iyi karar verilmiş olmasına bağlıdır (Chen ve Pham, 2000). Arıkovanı sıcaklık değerinin arılar için en uygun seviyede olması için araştırmalar sonucu arılar için en uygun sıcaklık ve nem değerleri bulanık mantığa uygun olarak bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.4. Arıkovanı için bulanık sıcaklık değişkenleri

Bulanık Küme	Sıcaklık Aralıkları	
Çok Sıcak	38 °C Üstü	Arılarda faaliyet yok
Sıcak	34-37 °C Aralığı	
Biraz Sıcak	31- 35 °C Aralığı	En uygun sıcaklık
Ilık	23-33 °C Aralığı	
Serin	15-27 °C Aralığı	
Biraz Soğuk	8-18 °C Aralığı	Arılar kümeleşmeye başlar
Soğuk	6-10 °C Aralığı	Hareket edemez
Çok Soğuk	7 °C Altı	Donarak ölür

Tablo 3.4.'de görüldüğü gibi arıların yaşam koşulları incelendiği zaman 38 °C üstü sıcaklıklarda faaliyet göstermediği ve arıların yaşaması için çok sıcak bir ortamın olduğu, 34-37 °C arası sıcak olduğundan dolayı faaliyet gösterdikleri fakat yeteri kadar verimli olmadıkları 15-35 °C aralarında yani biraz sıcak, ılık ve serin ortamlarda en uygun faaliyet gösterdikleri görülmektedir. 8- 17 °C biraz soğuk ortamlarda arıların kümelenemeye başladığı yani ısıl dengeyi korumak için salkımlar halinde kovan içi sıcaklığı artırmaya çalıştığı bal üretimi ve diğer faaliyetleri bıraktıkları görülmektedir. 6-10 °C arasında hava sarılar için soğuk olmakta ve hareket edemedikleri, 7 °C altında ise çok soğuk olduğundan dolayı donarak öldükleri görülmüştür.

Tablo 3.5. Arıkovanı için bulanık nem değişkenleri

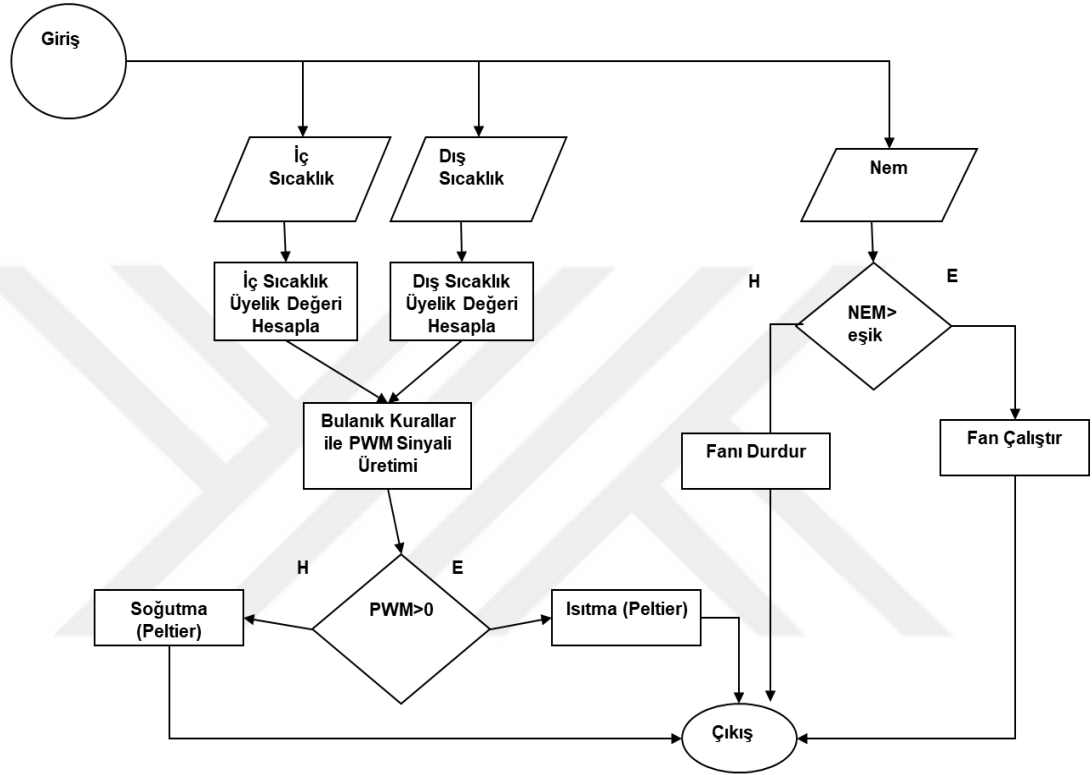
Bulanık küme	Nem Oranı	
Çok fazla Nemli	%70	Uygun olmayan nem değeri
Çok Nemli	%65-%75	Uygun olmayan nem değeri
Çok Az nemli	%60-%70	En uygun nem aralığı
Normal nemli	%55- %65	
Az nemli	%50- %60	
Çok az Nemli	%45- %55	Uygun olmayan nem değeri
Nemsiz	%40-%50	Uygun olmayan nem değeri

Tablo 3.5.'de Arı kovanları için en uygun nem değerleri görölmektedir. Arılar için kovan içi nem değeri de oldukça önemlidir ve en uygun nem değeri olarak havanın %50 ile %70 nem oranına sahip olması gerekmektedir. Nem dengesini korumak için kovan içi havalandırılmalı arıların yaşama ortamı sağlanmalıdır. Kovan içi nem değeri %65 ve üzeri oldu çok nemli ve çok fazla nemli olduğu durumlarda arılarda hastalıklar oluşması için gerekli ortamın sağladığı için arı hastalıklarında artış görölmektedir. Arılar %55 ve altı nem bulunan çok az nemli ve nemsiz kovanda iste gerekli faaliyetleri gösterememektedir. Arıkovanı nemi hapsedmeyecek şekilde tasarlanmalı kovan kapağı yazın direk güneş görmeyecek şekilde konumlandırılmalıdır. Güneşe maruz kalındığı durumda kovan içi sıcaklık artarak kovan arıların solunumunda çıkan oksijenle birlikte su buharına dönüşür ve kovan içi nemi artırarak arıların sağlığını tehdit etmektedir.

Kovan içi sağlıklı yaşamsal ortam sağlandığı zaman arılar nemi azaltma artırma, sıcaklığı azaltma artırma gibi durumlara maruz kalmadan bal üretimini, polen üretimini, bal mumu üretimini daha aktif hale getirilerek arıların sağlıklı bir şekilde çalışması hedeflenmektedir. Bunun için kış şartlarında kovan içi sıcaklığın artırılması yazın sıcaklığın düşürülüp havalandırmanın yapılması gerekmektedir.

Şekil 3.19.'da verilen sistem akış diyagramında da görüldüğü gibi önce sensörlerden elde edilen iç sıcaklık, dış sıcaklık ve nem verileri okunmaktadır. Elde edilen iç ve dış sıcaklık verileri daha önceden hazırlanmış bulanık üyelik fonksiyonlarından geçirilerek üyelik değerleri elde edilmektedir. Elde edilen üyelik değerleri bulanık kurallardan geçirilerek bir bulanık mantık sonucuna bağlı olarak PWM (Pulse with modulation) çıktısı elde edilmektedir. Eğer çıkan değer 0'dan büyükse ısıtma işlemi gerçekleşmesi gerekmektedir ve ısıtıcı PWM değerinin şiddeti ile doğru orantılı olarak hesaplanan bir voltaj değeri ile çalıştırılmaktadır. Eğer PWM 0'dan küçükse yani negatif bir değer elde edildiyse, değerin mutlak değeri alınarak aynı ısıtma işleminde olduğu gibi bir voltaj değeri elde edilerek soğutucular çalıştırılmaktadır. Nem kısmında ise sisteme

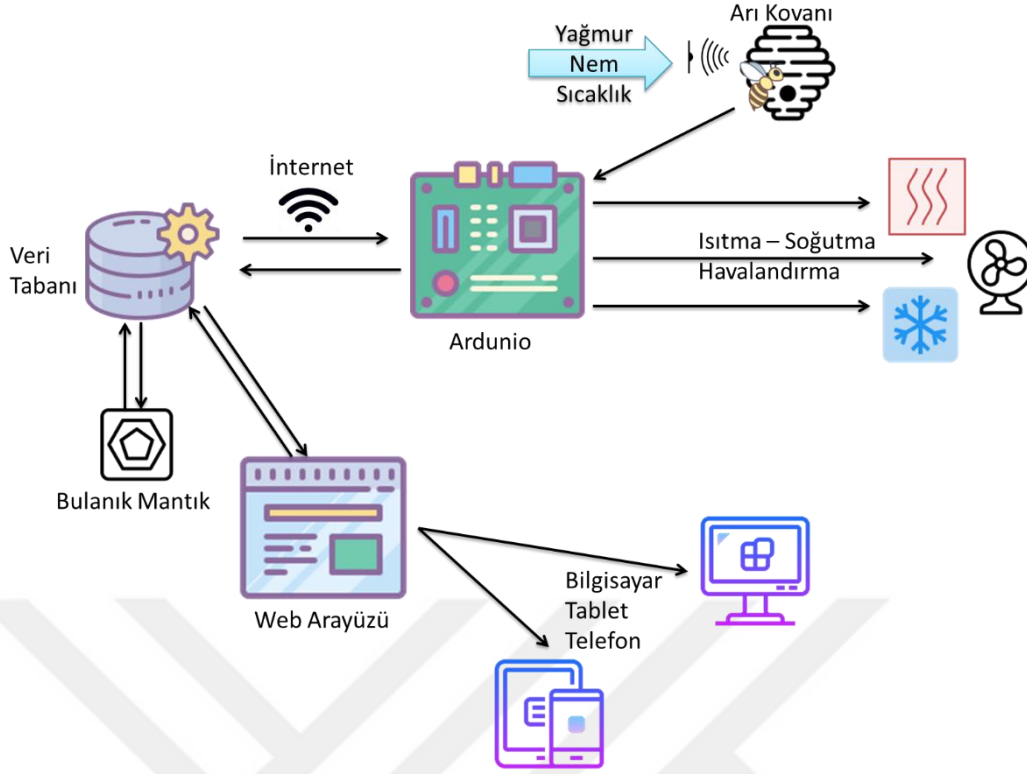
kullanıcı tarafından girilen eşik değere göre bir karşılaştırma yapılmaktadır. Eğer sensörlerden elde edilen nem değeri eşik değerden büyükse içerideki nemi almaya yarayan ters yönde bir fan çalışmaktadır. Bu işlemler sürekli tekrar etmekte ve her seferinde sensörlerden gelen yeni değerlerle tekrardan hesaplanarak donanımlara giden voltaj değerleri güncellenmektedir.



Şekil 3.19. Sistemin akış diyagramı

3.3.1. Web Ara Yüzü Çalışma Yapısı

Kovan tasarımı için yapılan yazılımda kovan iç sıcaklık ve neminin, dış sıcaklığını ve yağmur sensörü ile hava durumunu arduino aracılığı ile alarak mikro denetleyicide bulunan wifi sensörü ile internet üzerinden http post yöntemi ile veri aktarımını sağlayarak veri tabanına kaydetmektedir. Yazılımda bulanık mantık yöntemi ile web ara yüzünden kullanıcı kontrolü gerçekleştirilmektedir. Kullanıcı kontrolü ile kovan sıcaklığı ve nemi istenilen değerlerle gelmesi için ısıtma-soğutma ve havalandırma kontrolü sağlanmaktadır. Şekil 3.20.'de arı kovanı çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 3.20. Arıkovanı çalışma prensibi

3.3.2. Sistemin Web Ara Yüzleri

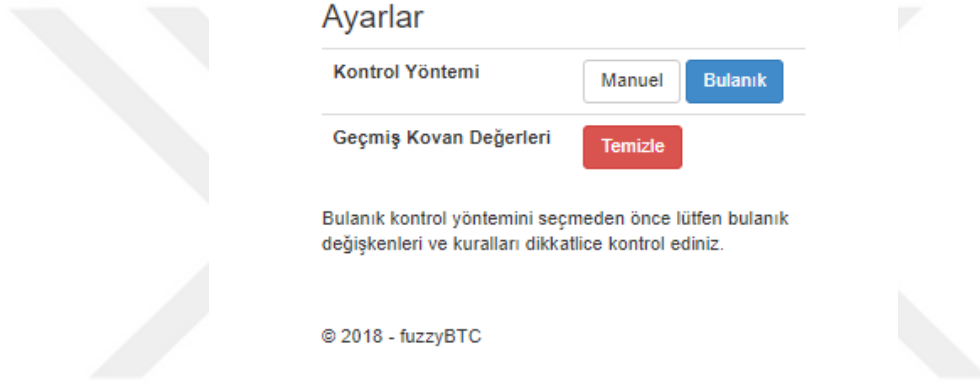
Sitemin web ara yüzü iki farklı şekilde kullanıcı kontrolüne sunulmuştur. Kullanıcı ayarlar menüsünden elle ve bulanık mantık ile kontrol seçenekleri ile ara yüzü kullanabilmektedir. Buradaki amaç kullanıcının bulanık değerleri kendisinin girmek istediği durumlarda bulanık mantık ile kontrol seçeneğini seçerek kendi kurallarını belirleyebildiği bir yapı oluşturulmasını sağlamaktır. Elle kullanım kısmında ise sistemde kayıtlı bulunan bulanık mantık kural tabanına göre çalışan fakat belirli kurallara sahip değiştirilemeyen bir yapı oluşturulmuştur. Kullanıcı Şekil 3.21.'de gösterilen şekilde ayarlar bölümü tıklandığında Şekil 3.22.'de gösterilen ayarlar ekranı açılmakta ve buradan kullanıcı elle seçeneğini seçerse Şekil 3.23.'de ki web ara yüzü ile ilk girişte karşılaşmaktadır. Kullanıcı bulanık seçeneğini seçerse Şekil 3.24.'de ki web ara yüzü ile ilk girişte karşılaşmaktadırlar.

Kovan Kontrol ve Takip Ara Yüzü



Şekil 3.21. Web ara yüzü menüleri

Şekil 3.22.'de ayarlar menüsünden sistemdeki kayıtlı olan bütün verileri de silmek için temizle butonu da bulunmaktadır.

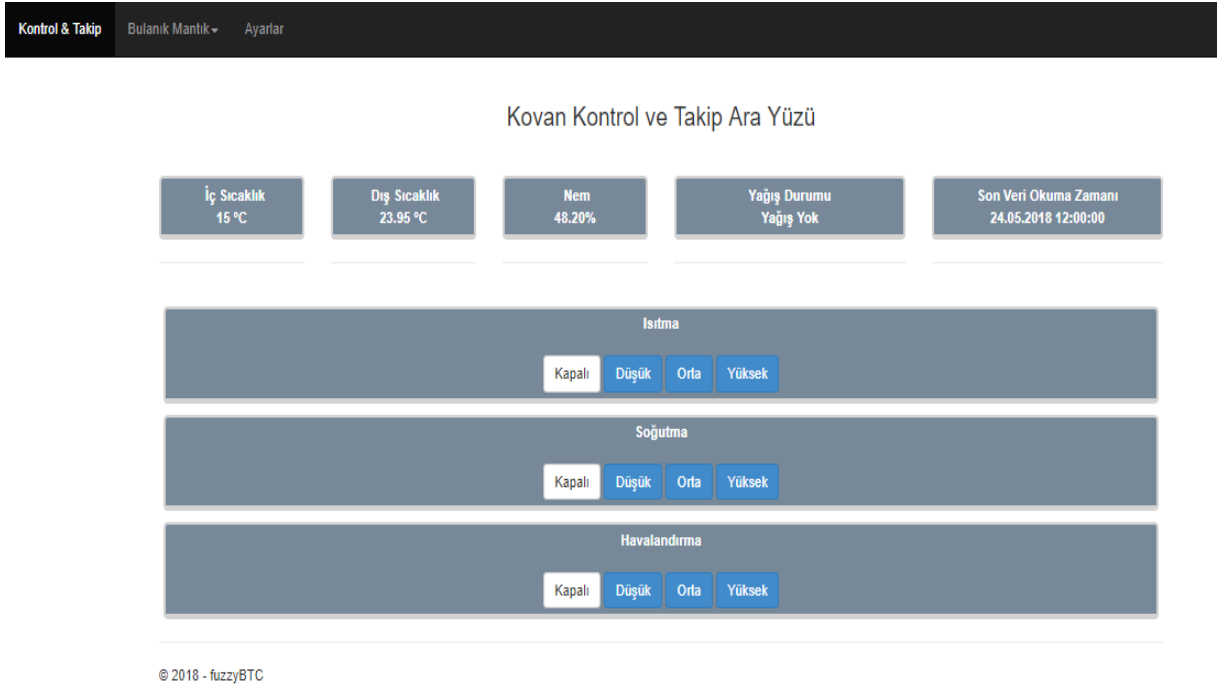


Şekil 3.22. Web ara yüzü ayarlar menüsü

Kullanıcıya sunulan iki ara yüz içinde iç sıcaklık, dış sıcaklık, nem, yağış denetimi ve son veri okuma zamanı ortak olarak bulunmaktadır. İç sıcaklık bölümünde veri okunan kovanın son iç sıcaklık değeri, dış sıcaklık bölümünde veri okunan kovanın son dış sıcaklık değeri, nem bölümünde veri okunan kovanın son iç nem değeri kullanıcıya sunulmuştur. Yağış durumunda kovanın bulunduğu konumda yağış olup olmadığı gösterilmektedir. Son veri okuma zamanında da sensörlerden son verinin alındığı zaman gün ay, yıl ve saat olarak görülebilmektedir. Ayrıca iç sıcaklık, dış sıcaklık ve nem değerlerinin bulunduğu butonlara tıklandığında değerlerin son bir saatinin, son beş saatinin ve son yirmi dört saatin grafiğini görebilmekteyiz.

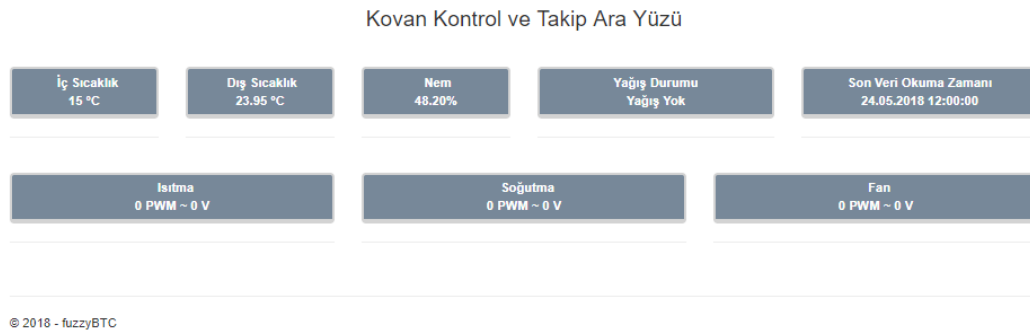
Şekil 3.23.'de Elle seçeneği seçilerek elde edilen web ara yüzü gösterilmektedir. Burada ısıtma soğutma ve havalandırma sistemi kapalı, düşük, orta ve yüksek olarak bölümlendirilmiştir. Bu yapıda kovanın iç sıcaklık ve dış sıcaklığını ve kovan iç nemini

ekranda görebek mevcut durumunu kullanıcının seçmesi ile değıştirebileceği sistem oluşturulmuştur.



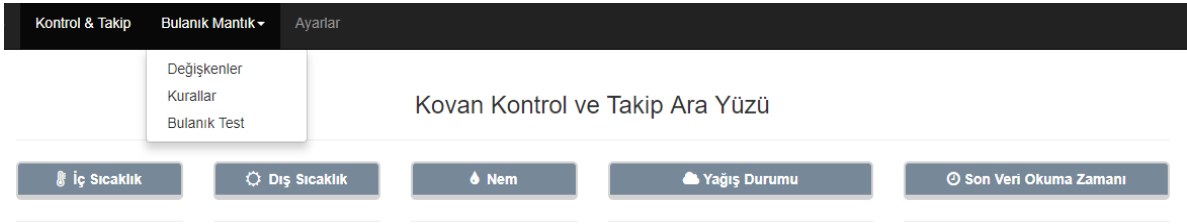
Şekil 3.23. Bulanık seçimli web ara yüzü

Şekil 3.24.'de bulanık seçeneği seçilerek elde edilen web ara yüzü gösterilmektedir. Bu web ara yüzünde ise ısıtma, soğutma ve fanın bulanık mantık fonksiyonları girilerek elde edilen değerbere göre arduunionun Pwm tekniği ile çalışma aralıkları ile voltaj değerbere verilmektedir.



Şekil 3.24. Elle seçimli web ara yüzü

Web ara yüzden bulanık menüsünde üç sekme yer almaktadır. Bunlar değişkenler, kurallar ve bulanık test olarak Şekil 3.25.'de görülmektedir.



Şekil 3.25. Bulanık mantık menüsü seçenekleri

Kullanıcı değişkenler sekmesini tıkladığında bulanık değişkenler bulunan (Şekil 3.26.) bir ekran açılmaktadır. Bu ekranda bulanık mantığı oluşturan üç değişken türü bulunmaktadır. Değişken türleri giriş ve çıkış olarak tanımlanmıştır. Giriş değişkenleri kovanın iç sıcaklık ve dış sıcaklık değerlerini oluşturmakta ve sekiz tane üyelik fonksiyonu bulunmaktadır. Çıkış fonksiyonunda ise ısıtma çıkışı bulunmakta ve altı tane üyelik fonksiyonuna sahiptir. Her değişken için yeni üyelik fonksiyonu eklemek amacıyla ekle butonu, üyelik fonksiyonlarının oluşturduğu grafiği görmek için grafik butonu ve bu değişkenler için değişikliğe ihtiyaç duyulduğunda düzenlemek yapmak için düzenle butonu bulunmaktadır.

Bulanık Değişkenler		
Değişken Türü	Değişken Adı	Üyelik Fonksiyon Sayısı
Giriş	Sıcaklık	8
Giriş	Dış Sıcaklık	8
Çıkış	Isıtma Çıkışı	6

© 2018 - fuzzyBTC

Şekil 3.26. Bulanık değişkenler

Şekil 3.26.'da bulunan ekranda sıcaklık, dış sıcaklık ve ısıtma çıkışı değişkenlerinden her birinden de ekle butonuna tıkladığında yeni üyelik fonksiyonu eklemek için Şekil 3.27.'de ki ekran kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda fonksiyonun adını, başlangıç değerini, orta değeri ve bitiş değerini girerek yeni fonksiyonlar oluşturulabilmektedir.

Sıcaklık için Yeni Üyelik Fonksiyonu

Fonksiyon Adı

A değeri (Başlangıç)

B değeri (Orta Nokta)

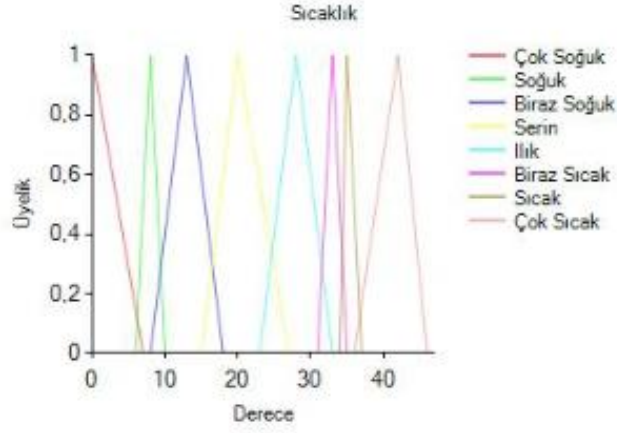
C değeri (Bitiş)

[Değişken Listesine Geri Dön](#)

© 2018 - fuzzyBTC

Şekil 3.27. Sıcaklık için yeni üyelik fonksiyonu

Şekil 3.26.'da bulunan ekranda sıcaklık değişkeninde grafik butonuna tıkladığında Şekil 3.28'de ki kovan içi sıcaklık fonksiyonlarının grafiği kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda sekiz üyelik fonksiyonu için sıcaklık değerlerinin grafiği kullanıcıya sunulmuştur.



Kapat

Şekil 3.28. Sıcaklık değişkeni üyelik fonksiyonları grafiği

Şekil 3.26.'de bulunan ekranda sıcaklık değişkeninde düzenle butonuna tıkladığında Şekil 3.29.'de ki kovan içi sıcaklık fonksiyonları kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda sekiz üyelik fonksiyonu için sıcaklık değerleri kullanıcıya sunulmuştur. Bu fonksiyonları kullanıcı değiştirmek istediği durumlarda değişiklik yapabilmekte ya da mevcut üyelik fonksiyonunu silebilmektedir.

Sıcaklık için üyelik fonksiyonları

Fonksiyon Adı	A Değeri	B Değeri	C Değeri	Fonksiyon Türü	
Çok Soğuk	-7	0	7	triangle	Sil
Soğuk	6	8	10	triangle	Sil
Biraz Soğuk	8	13	18	triangle	Sil
Ilık	23	28	33	triangle	Sil
Biraz Sıcak	31	33	35	triangle	Sil
Sıcak	34	35	37	triangle	Sil
Çok Sıcak	36	42	46	triangle	Sil
Serin	15	20	27	triangle	Sil

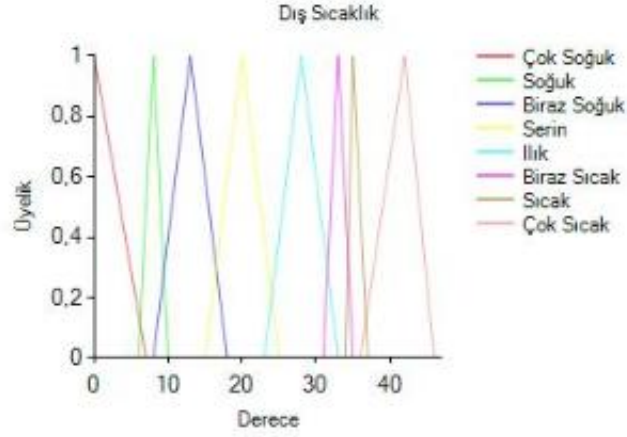
Dikkat: Silmek istediğiniz üyelik fonksiyonuna ait atanmış kurallar varsa onlarda silinecektir.

[Değişken Listesine Geri Dön](#)

© 2018 - fuzzyBTC

Şekil 3.29. Sıcaklık değişkeni için üyelik fonksiyonları

Şekil 3.26.'da bulunan ekranda dış sıcaklık değişkeninde grafik butonuna tıklandığında Şekil 3.30.'de ki kovan içi sıcaklık fonksiyonlarının grafiği kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda sekiz üyelik fonksiyonu için dış sıcaklık değerlerinin grafiği kullanıcıya sunulmuştur.



Kapat

Şekil 3.30. Dış sıcaklık değişkeni üyelik fonksiyonu grafiği

Şekil 3.26.'da bulunan ekranda dış sıcaklık değişkeninde düzenle butonuna tıklandığında Şekil 3.31.'de ki kovan dış sıcaklık fonksiyonları kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda sekiz üyelik fonksiyonu için dış sıcaklık değerleri kullanıcıya sunulmuştur. Bu fonksiyonları kullanıcı değiştirmek istediği durumlarda değişiklik yapabilmekte ya da mevcut üyelik fonksiyonunu silebilmektedir.

Dış Sıcaklık için üyelik fonksiyonları

Fonksiyon Adı	A Değeri	B Değeri	C Değeri	Fonksiyon Türü	
Çok Soğuk	-7	0	7	triangle	Sil
Soğuk	6	8	10	triangle	Sil
Biraz Soğuk	8	13	18	triangle	Sil
Serin	15	20	25	triangle	Sil
Ilık	23	28	33	triangle	Sil
Biraz Sıcak	31	33	35	triangle	Sil
Sıcak	34	35	37	triangle	Sil
Çok Sıcak	36	42	46	triangle	Sil

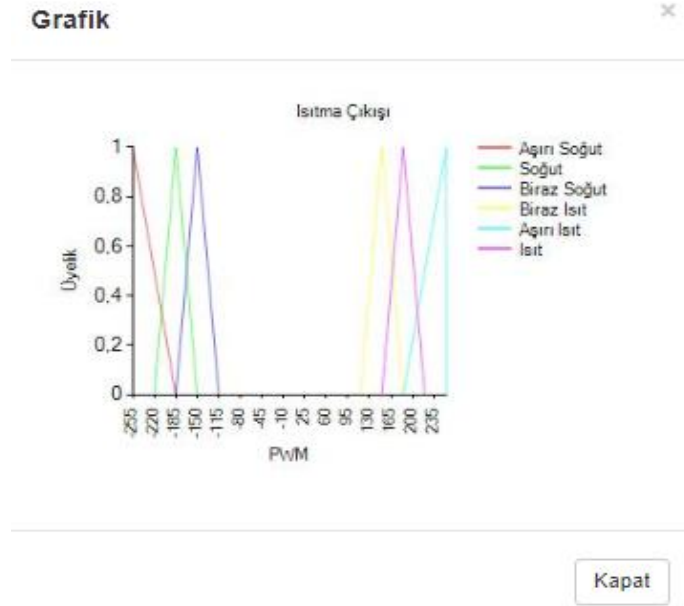
Dikkat: Silmek istediğiniz üyelik fonksiyonuna ait atanmış kurallar varsa onlarda silinecektir.

[Değişken Listesine Geri Dön](#)

© 2018 - fuzzyBTC

Şekil 3.31. Dış sıcaklık için üyelik fonksiyonları

Şekil 3.26.'da bulunan ekranda ısıtma çıkışı değişkeninde grafik butonuna tıklandığında Şekil 3.32.'de ki kovan ısıtma çıkışı fonksiyonlarının grafiği kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda altı üyelik fonksiyonu için ısıtma çıkışı Pwm değerlerinin grafiği kullanıcıya sunulmuştur.



Şekil 3.32. Isıtma çıkışı değişkeni üyelik fonksiyonları

Şekil 3.26.'da bulunan ekranda ısıtma çıkışı değişkeninde düzenle butonuna tıkladığında Şekil 3.33.'de ki kovan ısıtma çıkışı fonksiyonları kullanıcıya sunulmaktadır. Bu ekranda altı üyelik fonksiyonu için ısıtma çıkışı Pwm değerleri kullanıcıya sunulmuştur. Bu fonksiyonları kullanıcı değiştirmek istediği durumlarda değişiklik yapabilmekte ya da mevcut üyelik fonksiyonunu silebilmektedir.

Isıtma Çıkışı için üyelik fonksiyonları

Fonksiyon Adı	A Değeri	B Değeri	C Değeri	Fonksiyon Türü	
Soğut	-220	-185	-150	triangle	Sil
Biraz Soğut	-185	-150	-115	triangle	Sil
Isıt	220	185	150	triangle	Sil
Biraz Isıt	185	150	115	triangle	Sil
Aşırı Isıt	185	255	255	triangle	Sil
Aşırı Soğut	-255	-255	-185	triangle	Sil

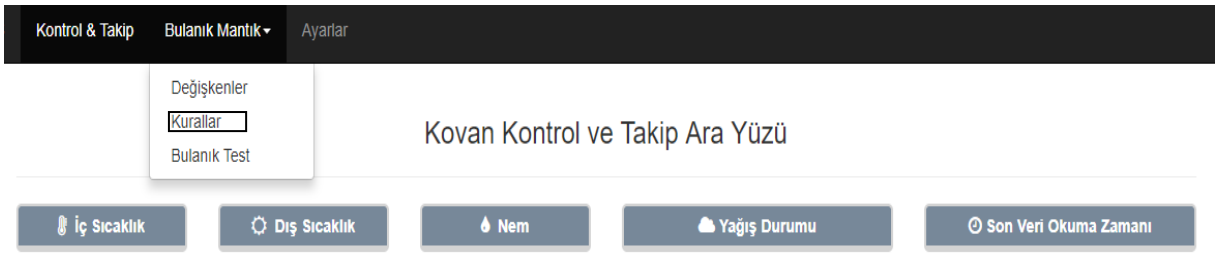
Dikkat: Silmek istediğiniz üyelik fonksiyonuna ait atanmış kurallar varsa onlarda silinecektir.

[Değişken Listesine Geri Dön](#)

© 2018 - fuzzyBTC

Şekil 3.33. Isıtma çıkışı için üyelik fonksiyonları

Kullanıcı bulanık olarak kuralları sistemde kayıtlı bulanık mantık değişken ve fonksiyonlarını kullanmayarak kendi kurallarını oluşturduğu kuralları görmek ve yeni kural oluşturmak için bulanık mantık menüsünden Şekil 3.34.'de görüldüğü gibi kurallar sekmesi tıklanır.



Şekil 3.34. Kurallar sekmesi

Kurallar menüsünde kullanıcının sisteme ekleyip çıkartabildiği bulanık kurallar bulunmaktadır. Bu ekranda yeni kural ekleme ve eklenen kuralları test ekme sekmesi yer almaktadır. Yeni eklenen kurallar ekrana ekleme sırasına göre gelmektedir. Ayrıca eklenen kurallar kalıcı değildir istenildiği zaman değiştirilebilmektedir. Şekil 3.35.'de bulanık kurallar ekranı görülmektedir.

Bulanık Kurallar

[Yeni Kural Ekle](#) [Kuralları Test Et](#)

Kural Adı	İç Sıcaklık	Dış Sıcaklık	Çıkış	
en soğuk hale getir	Çok Sıcak	Çok Sıcak	Aşırı Soğut	Sil
çok fazladan biraz az soğut	Sıcak	Sıcak	Biraz Soğut	Sil

Şekil 3.35. Bulanık kurallar

Bulanık kurallar ekranında yeni kural ekleme sekmesine tıklandığında yeni kural oluşturma paneli kullanıcıya sunulmaktadır. Kullanıcı buradan kural adını girerek sistemde kayıtlı olan sekiz tane iç sıcaklık ve dış sıcaklık fonksiyonlarından birini seçerek çıkış kuralını belirler ve sisteme ekleyerek yeni kuralını oluşturmuş olur. Şekil 3.36.'da yeni kural ekleme ekranı görülmektedir.

Yeni Bulanık Kural

Kural Adı

İç Sıcaklık

Dış Sıcaklık

Çıkış

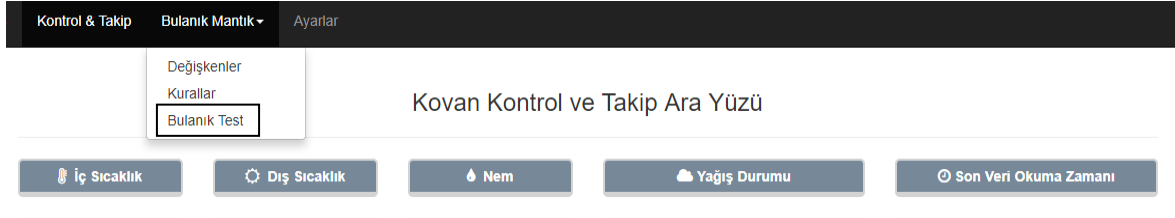
[Ekle](#)

[Kural Listesine Geri Dön](#)

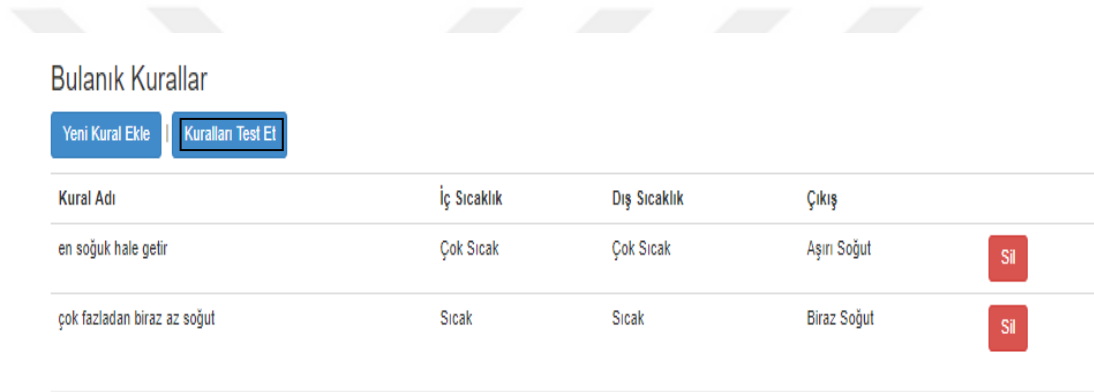
© 2018 - fuzzyBTC

Şekil 3.36. Yeni bulanık kural ekleme

Eklenen bulanık kuralları ana web ara yüzde bulunan bulanık mantık menüsünden bulanık test sekmesinden veya bulanık kurallar sekmesinden kuralları test et butonu ile test edilebilmektedir. Şekil 3.37.'de ve Şekil 3.38.'de görülmektedir.



Şekil 3.37. Bulanık test sekmesi

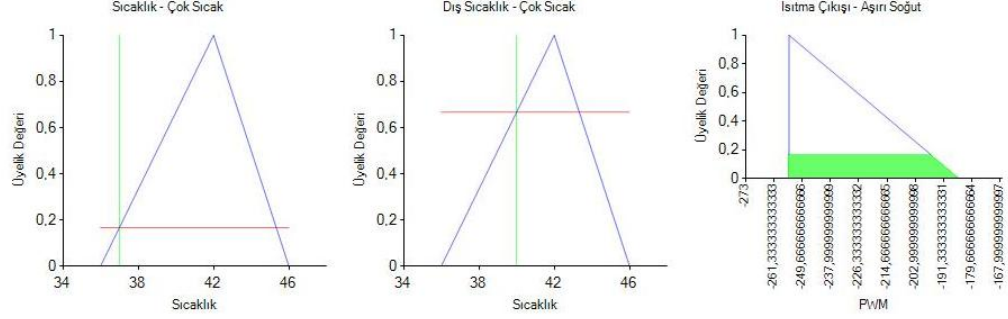


Şekil 3.38. Bulanık kuralları test et butonu

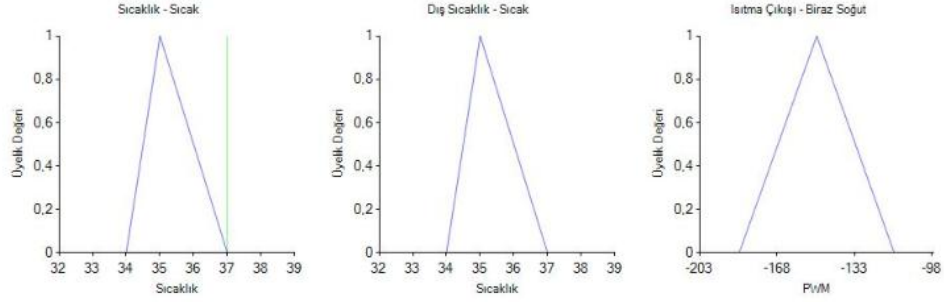
Bulanık kurallar oluşturulduktan sonra kullanıcı bulanık kuralları test ederek meydana gelecek olası durumları görebilmektedir. Bulanık kuralları test et ekranında kovanın iç sıcaklığının girildiği sıcaklık ve dış sıcaklığın girildiği dış sıcaklık bölümleri yer almaktadır. Oluşturulan kurallara göre değerler girilir ve hangi kurala göre çalıştığı test edilir. Şekil 3.39.'da görüldüğü gibi kuralları test etmek için iç sıcaklığı 37 dış sıcaklığı 40 olarak girilmiştir. Girilen değerler kural bir için anlamlı olup grafiklerde görüldüğü gibi iç sıcaklık için çok sıcak dış sıcaklık için çok sıcak sonucunu üretmiştir ve sistemin aşırı soğutulması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Girilen değerler ikinci kural için anlamlı olmayıp kuralda işleme tabi tutulmamıştır. Sonuç olarak arduunionun Pwm yöntemi ile ne kadar çalışacağı sonucu üretilmiştir

Sıcaklık Dış Sıcaklık

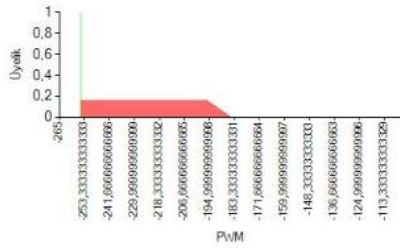
Kural 1



Kural 2



Kurallar Toplamı = -255 PWM



Şekil 3.39. Kural test ekranı

3.3.2.1. Kurallar tablosu

Bulanık mantığın bulanıklaştırma aşamasından sonra bulanık kurallar tablosu oluşturulmaktadır. Bulanık mantık için kullanılan iç sıcaklık, dış sıcaklık ve çıkış üyelik fonksiyonları kullanılarak olası oluşturulabilecek bulanık kurallar Tablo 3.6.'da

gösterilmiştir. Bu kurallar [iç sıcaklık fonksiyonları (8) X Dış Sıcaklık Fonksiyonları (8)] işlemi yapılarak 64 tane kural oluşturulabilmekte fakat bunların 16 tanesinin çıkış değişkeni kurallara gereksinim duymamaktadır. Tablo 3.6.'da kullanılabilir 48 kural görülmektedir.

Tablo 3.6. Olası oluşturulabilecek bulanık kurallar

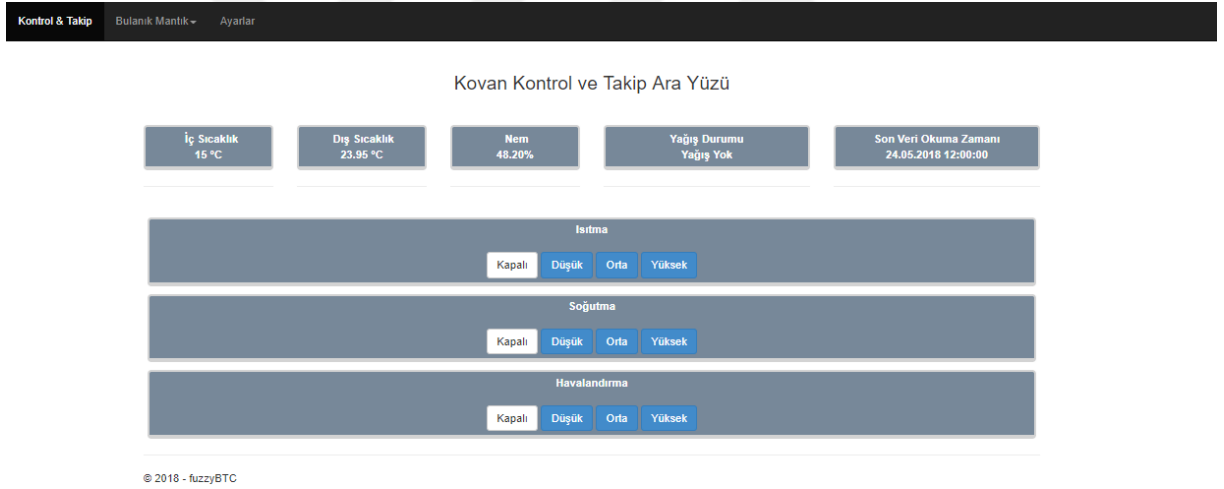
Kural Adı	İç Sıcaklık	Dış sıcaklık	Çıkış
Kural 1	Çok soğuk	Çok soğuk	Aşırı Isıt
Kural 2	Çok soğuk	Soğuk	Aşırı Isıt
Kural 3	Çok soğuk	Biraz soğuk	Aşırı Isıt
Kural 4	Çok soğuk	Serin	Aşırı Isıt
Kural 5	Çok soğuk	Ilık	Isıt
Kural 6	Çok soğuk	Biraz sıcak	Isıt
Kural 7	Çok soğuk	Sıcak	Isıt
Kural 8	Çok soğuk	Çok sıcak	Biraz Isıt
Kural 9	Soğuk	Çok soğuk	Aşırı Isıt
Kural 10	Soğuk	Soğuk	Aşırı Isıt
Kural 11	Soğuk	Biraz soğuk	Aşırı Isıt
Kural 12	Soğuk	Serin	Isıt
Kural 13	Soğuk	Ilık	Isıt
Kural 14	Soğuk	Biraz sıcak	Isıt
Kural 15	Soğuk	Sıcak	Biraz Isıt
Kural 16	Soğuk	Çok sıcak	Biraz Isıt
Kural 17	Biraz Soğuk	Çok soğuk	Aşırı Isıt
Kural 18	Biraz Soğuk	Soğuk	Aşırı Isıt
Kural 19	Biraz Soğuk	Biraz soğuk	Isıt
Kural 20	Biraz Soğuk	Serin	Isıt
Kural 21	Biraz Soğuk	Ilık	Isıt
Kural 22	Biraz Soğuk	Biraz sıcak	Biraz Isıt
Kural 23	Biraz Soğuk	Sıcak	Biraz Isıt
Kural 24	Biraz Soğuk	Çok sıcak	Biraz Isıt
Kural 25	Serin	Çok soğuk	Aşırı Isıt

Kural 26	Serin	Soğuk	Isıt
Kural 27	Serin	Biraz soğuk	Isıt
Kural 28	Serin	Serin	Biraz Isıt
Kural 29	Serin	Ilık	Biraz Isıt
Kural 30	Serin	Biraz sıcak	Biraz Isıt
Kural 31	Serin	Sıcak	---
Kural 32	Serin	Çok sıcak	---
Kural 33	Ilık	Çok soğuk	Isıt
Kural 34	Ilık	Soğuk	Isıt
Kural 35	Ilık	Biraz soğuk	Biraz Isıt
Kural 36	Ilık	Serin	---
Kural 37	Ilık	Ilık	---
Kural 38	Ilık	Biraz sıcak	---
Kural 39	Ilık	Sıcak	Biraz Soğut
Kural 40	Ilık	Çok sıcak	Biraz Soğut
Kural 41	Biraz Sıcak	Çok soğuk	---
Kural 42	Biraz Sıcak	Soğuk	---
Kural 43	Biraz Sıcak	Biraz soğuk	---
Kural 44	Biraz Sıcak	Serin	---
Kural 45	Biraz Sıcak	Ilık	---
Kural 46	Biraz Sıcak	Biraz sıcak	---
Kural 47	Biraz Sıcak	Sıcak	---
Kural 48	Biraz Sıcak	Çok sıcak	Biraz Soğut
Kural 49	Sıcak	Çok soğuk	Biraz Soğut
Kural 50	Sıcak	Soğuk	Biraz Soğut
Kural 51	Sıcak	Biraz soğuk	Biraz Soğut
Kural 52	Sıcak	Serin	---
Kural 53	Sıcak	Ilık	---
Kural 54	Sıcak	Biraz sıcak	---
Kural 55	Sıcak	Sıcak	---
Kural 56	Sıcak	Çok sıcak	Biraz Soğut
Kural 57	Çok Sıcak	Çok soğuk	Aşırı Soğut
Kural 58	Çok Sıcak	Soğuk	Aşırı Soğut

Kural 59	Çok Sıcak	Biraz soğuk	Soğut
Kural 60	Çok Sıcak	Serin	Soğut
Kural 61	Çok Sıcak	Ilık	Biraz soğut
Kural 62	Çok Sıcak	Biraz sıcak	Biraz soğut
Kural 63	Çok Sıcak	Sıcak	Aşırı Soğut
Kural 64	Çok Sıcak	Çok sıcak	Aşırı Soğut

3.3.3. Kovan içi nemi ölçümü ve denetimi

Kovan içi nem ölçümünü iki farklı ana ara yüz ekranında da görebilmekteyiz. Bu ara yüzlerde nem sekmesine tıklandığında kullanıcı son bir saat, son beş saat ve son yirmi dört saate ait nem grafiğine ulaşabilmektedir. Şekil 3.40.'da ve Şekil 3.41.'de nem butonu görülmektedir.

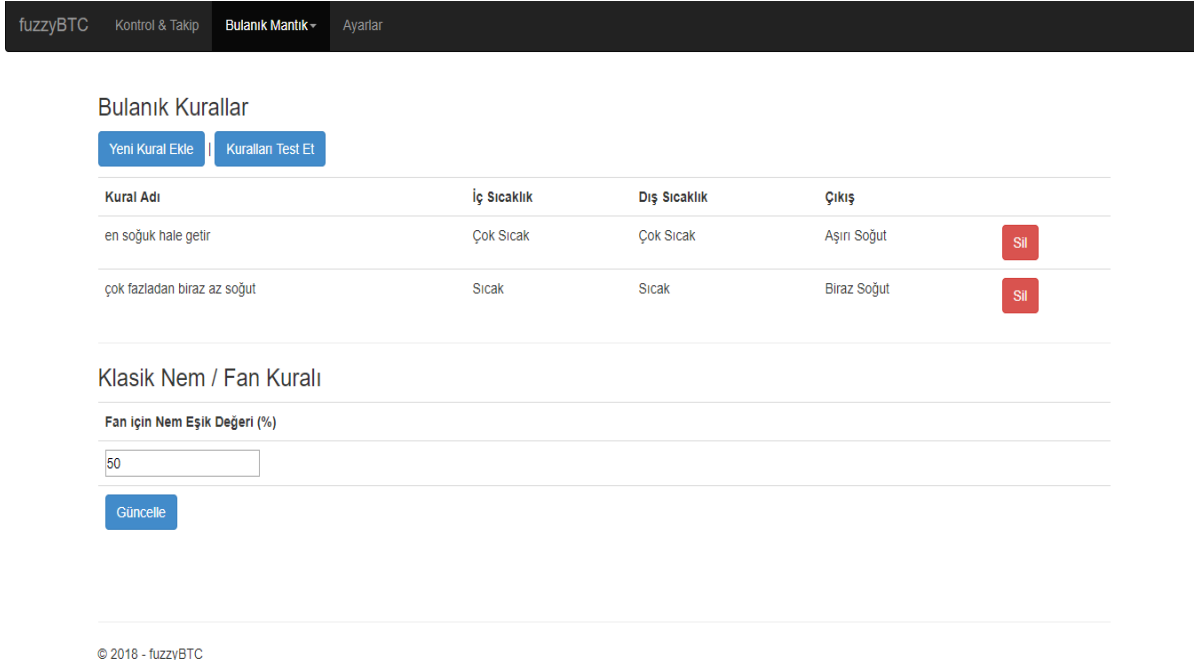


Şekil 3.40. Bulanık mantık ana yüz ekranı nem butonu



Şekil 3.41. Elle ara yüzü ekranı nem butonu

Kovan içi nem dengesini sağlamak için fan kullanılmaktadır. Elle çalışma sırasında fan Pwm sinyali düşük orta yüksek olarak seçilebilir ya da kapatılabilir. Şekil 3.40.'da havalandırma bölümünde bu buton görülmektedir. Sistemin bulanık çalışması sırasında ise sensörlerden gelen veriler eşik değerden yüksekse kapalı olan fan girilen fan kuralı elde edilene kadar tam performans yani –255 Pwm sinyali ile çalışmaktadır. Sistemin bulanık çalışması için Bulanık mantık sekmesinden kurallar seçilerek fan kuralı eklenir bu kural elde edilene kadar sistem çalışır. Klasik nem/fan kuralı ekranı Şekil 3.42.'de görülmektedir.



Şekil 3.42. Klasik nem/fan kuralı

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Ardunio ile bulanık mantık kullanılarak sıcaklık ve nem kontrolü yapılan kovan tasarımında amaç en ucuz girdi ile en iyi verim elde etmektir. Ardunio ve bulanık mantık kullanılarak tasarlanan sistem sırasında kullanılacak olan sıcaklık ve nem sensörü uzun ömürlü ve kaliteli veri gönderimi çalışma açısından önemlidir. Arıcılık faaliyetlerinde sensörlerin uzun ömürlü kullanımı amacıyla doğa koşullarına uygun tasarım yapılmıştır. Arıcılık faaliyetlerinde kullanılan sensörler ile arı kovanlarındaki sıcaklık, nem, karbondioksit, oksijen, kimyasal kirleticiler ve havadaki toz seviyelerinin ölçümü sağlanmaktadır. Burada ki amaç elde edilen verilerin bal arılarına etkilerini incelemektir. Bal arıcılığında verimliliği artırmak için doğa olaylarının incelenmesi, iklimsel değişikliklerin gözlemlenmesi ve hastalıkların oluşmaması için önlemlerin alınması gerekmektedir.

Sıcaklık ve nem değerleri arı kolonileri için önemli sağlık göstergeleridir. Bu verilerin izlenmesi için doğrudan ve gerçek zamanlı bilgi göndermek amacıyla ardunio ve bulanık mantık kullanılarak yapılan tasarım yardımı ile arıcılara hızlı doğru bilgiler sunmaktadır. Elde edilen sıcaklık ve nem değerleri bulanık mantık ile işlenerek arılar için en uygun sıcaklık değerleri çıktısını oluşturacak arıların daha sağlıklı olmaları sağlanacağı düşünülmektedir.

4.1. Arı Kovanı Gözlem Süreci

Bal arıları soğukkanlı canlılardır ve bundan dolayı vücut sıcaklıkları değişkendir. Fakat bu durum arıların vücut sıcaklıklarını kontrol etme yetenekleri olmadığı anlamına gelmemektedir. Aktif hareket halindeki arılar vücut sıcaklığını ortam sıcaklığından daha yüksek tutmaktadırlar (Goodman, 2003). Tek bir arısının ise arı kovanı sıcaklığını düzenleme yeteneğine sahip değildir. Koloni halinde yaşayan bal arıları kovan içindeki hava değişikliğini belirli bir sınıra kadar düzenleyebilirler.

Kovan içindeki ısı düzenleme kovanların mikro klima oluşturması ile sağlanmaktadır. Arılar ısı düzenleme esnasında kovan içini sadece ısıtmamakta aynı zamanda soğutarak da kovan içi ısı dengesi sağlamaktadır. Isıl düzenleme esnasında ısı değişikliği ile birlikte nem dengesi de değişmektedir (Büdel, 1960). Arıların ısı düzenleme yapabildikleri ortadadır fakat çok sıcak ve çok soğuk hava şartlarında ısı dengesi sağlayamamakta ve arı ölümleri görülmektedir. Kovan iç sıcaklık dengesini sağlamak amacıyla arı kovanı sistemi tasarlanmış Şekil 4.1. de gibi gözlem sürecine başlanmıştır.

Tasarlanan arı kovanına bahar döneminde orta büyüklükte bir arı kolonisi yerleştirilmiş ve uygun bir araziye yerleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Tasarım yapılan arı kovani

Arı kovanını gelişimini gözlemlemek için aynı şartlarda farklı bir arı kovani da yerleştirilerek gözlem yapılmıştır. Arılar mart ayı başında gözlem yapılacak ortama getirilmiş ve ortama uyum sağlamaları beklenmiştir. Nisan ayında tasarımı yapılan kovana ve gözlem amacı ile bulunan kovana arılar aktarılmıştır. Kovana uyum sürecinde de kovanda ısıtma soğutma sistemi aktif hale getirilmemiş fakat kovan iç sıcaklığı dış sıcaklığı ve nem kontrolü için veriler alınmıştır. İlkbahar döneminde gözlenmeye başlayan arı kovanlarında bulunan arıların ortama uyum sağlaması için haftada bir kez olmak üzere şerbet hazırlanarak verilmiştir. Yapılan şerbet bir litre suya bir kilogram şekerden oluşmaktadır. Arıların ihtiyaç duydukları şerbet miktarı dönemsel olarak değişmektedir. Dış hava sıcaklığının -20°C civarında ise günlük 38 gram şerbet -5°C civarında ise 31 gram, 0°C civarında ise 15 gram 5°C civarında ise 6 gram şerbet verilmesi önerilmektedir. Kış aylarında arıların günlük şeker tüketimi kolonideki arı sayısına göre değişmekte ve dış hava sıcaklığına bağlı olarak da değişiklik göstermektedir (Büdel, 1960).

Tasarım yapılan arı kovanının gelişim düzeyinin daha iyi olduğu arıların daha uygun ortama sahip olduğu için ana kraliçe kontrolü yapılmıştır. Yapılan kontrolde henüz gelişmekte olan sekiz adet ana kraliçe olduğu gözlemlenmiş mevcut iki adet de ana kraliçe olduğu görülmüştür. Koloninin bal yapması için gelişmekte olan ana kraliçeler kovandan uzaklaştırılmış ve koloninin bal yapmaları için uygun ortamlar oluşturulmuştur. Kontrol

amaçlı bulunan arı kovanında ise iki ana kraliçe ve üç adette gelişmekte olan ana kraliçe görülmüş, gelişmekte olan ana kraliçeler kovandan uzaklaştırılmıştır. Her iki kovan içinde gelişim düzeylerinin iyi olduğu görülse de tasarım yapılan arı kovanın da kovan yoğunluğunun diğer kovana göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Bu süreçte tasarlanan arı kovanı iç sıcaklık ve nem değerleri ile dış sıcaklık değeri ölçülmüştür. Kovan gelişimlerinin ortama uyumlu olarak normalden iyi geliştiği gözlemlenmiş arıların oğul çıkarmamaları yani koloninin bölünmemesi için arı kovanlarına (Şekil 4.2.) üstlük yerleştirilmiştir.



Şekil 4.2. Gözlem yapılan arı kovanları

Mevsim geçiş dönemi ve hava sıcaklık değerleri ilkbahar dönemine uygun ilerlediği içinde sistemin çalışması uygun görülmemiştir. Mayıs ayı sonu itibari ile de kovan sistemi çalışmaya başlamıştır. Kovan iç sıcaklığı ve dış sıcaklığına bağlı olarak yaz dönemi boyunca soğutma ve havalandırma sistemi aralıklarla çalışmıştır. Bu süreçte kovanda ki arı hareketleri gözlemlenmiş her hafta kovan iç kontrolü yapılmıştır. Sonbahar döneminde ısıtma sistemi devreye girmiş iklimsel olarak kovanın bulunduğu bölgede gece sıcaklıkları düşük olduğu için bulanık mantık kuralları çalıştırılarak kovan sıcaklığı kontrol altında tutulmuştur. Eylül – ekim aylarında genellikle sistemin çalışmasına ihtiyaç duyulmamış sıcaklık ve nem ölçümleri kayıt altına alınmıştır. Bu süreçte tasarım kovandan bir petek bal alınmış ve her iki kovandan arılara kış ayların da beslenmelerine yetecek kadar bal olması için kovandaki balların hepsi alınmamıştır. Kasım ve aralık aylarında yoğun kış şartlarında gündüz ve geceleri ısıtma sistemi aktif olarak çalışmıştır. Gözlem süreci haziran ve ocak

ayları arasında olup eylül ekim dönemlerinde sistemin sürekli çalışmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Kovan da bulunan sensörlerden yaklaşık olarak dakikada bir ölçüm alınmakta olup bir saatte 60 ölçüm 24 saatte 1140 ölçüm aylık ise ortalama 43.200 ölçüm yapılmaktadır. Yıllık ölçüm miktarı hesaplandığında ise yaklaşık olarak 15.768.000 ölçüm elde edilerek geniş kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmaktadır. Elde edilen ölçümler iç sıcaklık dış sıcaklık ve kovan içi nem değerinin ölçülmesi ile üç farklı kayıt sistemi oluşturulmuştur. Yağmur sensörü ise havanın yağmurlu olup olmadığını kontrol etmekte yağmurlu ise ekranda yağmurlu olarak görülmektedir. Kovanın bulunduğu ortamda aylık ortalama yağmurlu gün sayısı altı gün olarak görülmektedir. Bu da yıllık olarak 72 gün yağmurlu hava olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre ise Burdur ili yıllık yağışlı gün sayısının 88,6 gün olduğu görülmüştür (Anonim 2018a).

Kovan iç sıcaklık değerleri dış sıcaklıkla paralel olarak değişmekte olup kovan dış sıcaklığının en yüksek ölçüm değeri 45 °C olduğu görülmüş en düşük sıcaklığın ise -14 °C olduğu görülmüştür. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre ise Burdur ili en yüksek sıcaklık ölçümü 41 °C olduğu en düşük sıcaklığın ise -16,7 °C olduğu görülmektedir.

Arı kovanında sıcaklık dengesi sağlansa da arı kovanındaki bulunan nem miktarı da arılar için önemlidir. Kovan içinde bulunan nemin içeride birikerek arıları etkilememek için içerideki nemin kovandan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için iç ve dış kapakta yeterli havalandırma delikleri bırakılmalı, içinden hava geçirebilen üst örtü malzemesi kullanılmalı ve üstte nem emici madde (saman, talaş, kepek, kuru yaprak, gazete kâğıdı) bulundurulmalıdır (Eckert ve Shaw, 1960; Wedmore, 1976; Johansson ve Johansson, 1978; Genç ve Kaftanoğlu, 1993 akt. Kaya, 2007). Bu doğrultuda kovan kapağının altına nemi tutucu örtü koyulmuş içeride sıcaklıkla oluşan nem kapakta birikerek kovan tabanına damlaması engellenmiştir. Ayrıca kovan yan bölümüne fan yerleştirilmiş kovan içi nem oranı hava sıcaklığına bağlı olarak arılar için en uygun seviyede tutulmaya çalışılmıştır. Kullanılan fan sistemi nem dengesi sağlandığında durmakta, nem yoğunluğu fazla olduğu durumlarda tam kapasite olarak çalışmaktadır. Arıkovanı için dönemsel olarak değişen ideal nem oranı %50 ile %70 arası değişmekte çalışma sonucunda bu değerlerin uygunluğu sağlanmıştır.

Türkiye’de bölgeler arası göçer arıcıların oranı %54 iken sabit arıcıların oranı %14 dür. Bunun dışında il içi göçer arıcıların oranı ise %32’dir. Daha önce Türkiye’nin farklı bölgelerinde yapılan araştırmalarda bu oranlarda farklılık göstermektedir (Kızılaslan ve Adıgüzel, 2012). Yapılan çalışmada sabit arıcılık yapılmış kış ve yaz dönemlerinde sabit olarak aynı yerde gözlem yapılmıştır. Tasarlanan arı kovani gezgin arıcılıkta da kullanabildiği gibi ana amaç arıcıların sabit arıcılıktaki verimini artırmaktır. Göçer arıcılıkta maliyet artmakta, arıcılık yapan kişiler ortam değiştirerek düzensiz bir hayat yaşamaktadır. Hava şartlarının uygun olduğu bölgeler tasarım yapılan arı kovani ile yıllık sıcaklık değerleri ölçülerek yaz kış sıcaklık değerleri kayıt edilir. Bu doğrultuda da arı yetiştirmeye uygun olup olmadığına karar verilebilir.

Ülkemizde 7.709.636 koloni sayısı ile dünyada ilk sıralarda yer almakta, 56.000’in üzerinde profesyonel arıcı bulunmakta ve 150.000’den fazla ailenin arıcılık ile geçindiği görülmektedir. Ülkemizde 10.000’den fazla bitki türü bulunmakta ve bunların 3506’sının ülkemize has bitkiler oluşturmaktadır ve bunlardan 500 civarı ise arıcılık açısından ballı bitkiler grubunda olup nektar ve polen açısından zengin bitkilerdir. Zengin bitki florasına sahip ülkemiz yılda 107.665 ton bal üretimi yapmaktadır (Semerci, 2017). Arıcılık faaliyetleri ülkemizde gün geçtikçe artmakta fakat bal üretimi artış oranı aynı oranda artmamaktadır. Ülkemizde Ege Bölgesi %21,7’lik oran ile bal üretiminde birinci sırada yer alırken, %16.6’lık pay ile Akdeniz Bölgesi ise ikinci sırada yer almaktadır.

Arıcılık diğer hayvancılık alanlarında olduğu gibi toprağa bağlı bir geçim kaynağı olmadığı gibi az topraklı ve topraksız çiftçiler için geçim kaynağı olmaktadır. Arıcılıkla uğraşanlar çok sermayeye ihtiyaç duymadan az masraflı ve hızlı para getiren, arı ürünlerinin pazarlaması daha kolay olduğu bir hayvancılık dalıdır. Bundan dolayı kırsal kesimin gelişiminde önemli katkı sağlamaktadır (Saygılı, 2017).

Türkiye’de arıcılık sektörü yapısal bir dönüşüm göstermiş olsa da arı ürünleri üretimini gerçekleştiren arıcılık işletmeleri bu yapısal dönüşüme ayak uyduramamış ve konaklama problemleri, ölçek sorunu, finansman sorunu vb. gibi yapısal sorunları halen devam etmektedir. Bu durum arıcılık işletmelerinde düşük koloni verimliliğine ve dolayısıyla etkin çalışamamaya sebep olmaktadır. Sonuçta hem arıcılar yeterli gelir düzeyine ulaşamamakta, hem de doğal kaynaklarımız (flora, uygun iklim koşulları vb.) etkin değerlendirilemediğinden toplumsal kayıp yaşanmaktadır. Bu sorunun çözümü için, gerekli konaklama alt yapısı oluşturularak, envanter çalışmaları, kovan takibi ve konaklama noktaları bilgi sistemi tamamlanarak göçer arıcılığın sorunları ele alınmalıdır. Göçer arıcıların yerel birimlerde karşılaştığı tepkiler düzenlenecek eğitim ve

bilinçlendirme faaliyetleri ile ortadan kaldırılmalıdır. Arıcıların küçük ölçekli olmasından kaynaklanan finansman sorunları farklılıkları dikkate alan uygun bir destekleme sistemi ile ortadan kaldırılmalıdır. (Ceyhan ve Emir, 2016).

Türkiye’de arıcılığın gelişmiş ülkeler düzeyine çıkabilmesi amacıyla teknik bilgilerin gereği gibi uygulanması gerekmektedir. Ayrıca arıların bitkilerinin tozlaşmasında kullanılmasının üst düzeyde uygulaması da önemlidir. Bu durum, arıcılığın gelişmesine olanak sağlarken, bitkilerde verimin artmasına yardımcı olabilecektir (Özbek, 2003).

Çalışmanın başka bir yararı da zararlıları ve hastalıkları incelemek için biyoloji ortakları sağlayan bir veri tabanı oluşturmaktır. Hassas arıcılık faaliyetlerinde elde edilen veriler ile arı kovanı yönetim stratejisi tanımlanır, arı kaynak tüketimi en aza indirilir, arıların üretkenliği en üst düzeye çıkarmak için çalışmalar yapılmaktadır.

Tosun, (2012); Gisder vd, (2010); Martin- Hernandez vd, (2009)’un yaptığı çalışmada, nem, sıcaklık ve arıların spor sayılarındaki doğrusal ilişkiyi doğrusal yönde olduğu görülmektedir.

Büdel (1948, 1960), Verron (1955), Wohlgemuth (1957), Owens (1971), Szabo (1988) tarafından yapılan çalışmalara bakıldığında zaman kovan içi nem ve sıcaklık değişimlerini inceledikleri görülmüştür. Fakat kovan içinde oluşan aşırı nemi uzaklaştıracak bir çalışma bulunmamakla birlikte kovan içi nem düzeyinin arılar üzerine etkisini ölçen bir yayında bulunmamaktadır (Akt. Kaya, 2007).

Özek ve Sinecan’ın (2004) yılında yaptığı çalışmada kovan içerisine veri alıcısı yerleştirilmiş sıcaklık ve nem değerleri bir saat aralıklarla ölçülmüştür. Dış sıcaklık değeri ölçülmemiş veriler meteorolojiden alınmıştır. Yapılan çalışmada dış sıcaklığın değişmesi iç sıcaklığa etkisi bir saat gecikmeli olarak yansıdığı görülmüştür. Bu da Nitekim, Owens (1971) ve Büdel (1960)’de de çalışmalarında görüldüğü gibi çevre sıcaklığının kovanlara etkisinin 1 – 2 saat gecikmeyle yansıdığını bildirmişlerdir. Bu denemede de görüldüğü gibi alınan sonuçlar kovan içinde arıların oluşturduğu salkımların kovan içini ısıtma yeteneğinde olmadığını göstermiştir (Özek ve Sinecen, 2004).

Özkul’un (2014) yaptığı çalışmada arı kovanı gözlemlenmiş kovanda ki sıcaklık ve nem değerinin arılar için uygun aralıkta olamadığı görülmüştür. Bu durumda soğuk iklim koşullarında bulunan zayıf arı kovanları gelişimlerini sürdürebilmeleri için kovan içinin ısıtılması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Sıcak iklim koşullarında ise zayıf arı kolonisinin kovanı yeterince havalandıramayacağı ve aşırı sıcağa maruz kalındığında kovanın iç sıcaklığını düşüremeyeceği düşünülerek kovan içerisinin havalandırılması gerektiğine karar verilmiştir. Aşırı nem bulunan ortamlarda ise zayıf arı kolonilerinin iklimlendirme

yapamayacağına karar verilerek kovan içerisine iklimlendirme sistemi yerleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda uygun sıcaklık ve nem değerleri için kurallar kümesi oluşturulmuş ve kovan içindeki sıcaklık salkımı bozacak kadar yükletilmemelidir sonucuna ulaşılmıştır. Oluşturulan sistemin denenmesi için 10 gün boyunca kovan içi sıcaklık, kovan içi nem ve kovan ağırlığı ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Deney sonucunda arılar uygun sıcaklık sağlandığında daha fazla uçuşa çıktığı görülmüştür. Bu da bal üretiminin olumlu yönde etki etmesi beklenmektedir. Arılar daha az havalandırma ve ısıtma yapmak için çalınma yaptığı görülmüştür (Özkul, 2014). Yapılan bu çalışma yapılan arı kovanı sistem tasarımından elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermek olup dış sıcaklığın bölgesel olarak değiştiği için kovan içi ve dışı aynı anda ölçülmesi öngörülmektedir. Ayrıca deneme süreci olarak on günlük bir gözlem yapılmış bu arıların hareketlerinin gözlenebilmesi için yeterli bir süre olmadığı ortadadır. Çalışmada kovan ağırlığı da ölçülmüş fakat bununla ilgili kesin bilgi verilmemektedir.

Albayrak'ın (2011) yaptığı çalışmada kovan içi ısıtma işlemi için ısıtıcı çerçeve kullanılmış, çerçeve içerisine rezistans yerleştirilmiştir. Kovan içi nem denetimini sağlamak için kovan kapağına açılıp kapanabilen çerçeve yerleştirilmiştir. Radyo frekansı ile veri iletimi sağlanmış. Pid denetleyici ile denetim sistemi tasarlanmıştır. Bulanık mantık kullanılmış 49 kural yazılmış alınan sıcaklık tek bir kurala mensup olabilmektedir. Bir saatlik deneysel çalışma yapılmıştır.

Kovan içi nem ve sıcaklık değerinin normal şartların dışında olması arı hastalıklarına da neden olabileceği gözlemiştir. Yılmaz'ın (2017) yaptığı çalışmada arı kolonilerinin bulunduğu arı kovanlarında optimum şartların sağlanmadığı durumlarda arı hastalıklarının artış gösterdiği görülmektedir. Arı kovanlarının kovan içi nem, sıcaklık ve havalandırma koşullarının bozulduğu durumlarda hastalık oranı artmaktadır. Havalardan aniden soğuması arıların daha sıkı salkım oluşturmalarına sebep olacağından peteklerdeki arı yavruları soğuktan ölme riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Larvalar ise kireç hastalığı veya yavru çürüklüğü hastalığı gibi hastalıklarla karşı karşıya gelmektedirler (Yılmaz, 2017). Çakmak vd'nin (2003) yaptığı çalışmada ise iç faktörlerin yanı sıra dış faktörlerde yani besinin bol olması, serin hava koşulları ve nemin yüksek olması varroa hastalığına sebep olmaktadır. Kireç hastalığı ise mevsim şartlarına göre farklılık gösterdiği serin ve nemli bölgelerde sıklıkla görüldüğü kovan içi sıcaklık artımı ve havalandırma ile çözüme kavuşturulabileceği sonucuna ulaşmıştır (Çakmak vd., 2017).

Bacandritsos vd.,'nin (2010) yaptığı çalışmada arı ölümleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada ani arı ölümlerine beş farklı virüs çeşidinin arı ölümlerine sebebi olduğu

görülmüştür. Arı ölümlerine sebep olan virüslerin oluşumlarına ise kovan içi sıcaklık ve nem değerlerindeki dalgalanmalar olduğu anlaşılmıştır. Kovan içinde oluşan aşırı nem ve düşük nem miktarı arılar için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır bu nedenle de Taş, Nosema ve Kireç hastalığının yayılmasını ve gelişmesini engellemek amacıyla kovan içi nem oranının düşük tutulması gerekmekte, kovan iç sıcaklığının arılar için uygun sıcaklıklarda tutularak ani düşüşlere ve yükselişlere sebebiyet verilmemesi gerekmektedir (Bacandritsos vd., 2010).

Özgür vd.,'nin (2015) yılında yaptığı çalışmada arı kovanı içindeki sıcaklık ve kısmi nem verileri dikkate alındığında Nosema hastalığı spor sayılarının sıcaklık ve nem artışı ile doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür.

Büyük vd.,'nin (2017) Isparta, Artvin ve Burdur da yaptığı çalışmada da arı kovanlarındaki Nosema hastalığı düzeyinin kovan içi nem miktarı ile artış gösterdiği görülmüştür (Büyük vd., 2017)

Yalçın'ın (2014) yaptığı çalışmaya bakıldığında ise arı hastalıklarının nedenleri araştırılmış kovanın konumunun, kovan içi sıcaklığın ve nemin oranı, hasat ve çoğaltma şekli gibi çeşitli faktörlerin neden olduğu bulunmuştur (Yalçın, 2014). Arı yetiştiriciliğinde hastalık ile karşılaşmamak için gerekli koruyucu önlemlerin alınması gerekmekte, bakım tekniklerinin özenle uygulanması gerekmektedir.

Arıcılık yapılacağı bölgede arıcılık faaliyetlerine başlanılmadan önce bölgenin toprak yapısı, iklim raporları ve gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkı önceden bilinmelidir. Rüzgârlı bölgelerde arılar uçamamaktadır, geceleri soğuk geçen bölgelerde ise arılar ürettikleri, balları geceleri yemek zorunda kalacaklardır. Bu durumlarla karşılaşmamak için arı kovanlarını çok rüzgâr almayan, gece gündüz sıcaklık farkının az olduğu, güneşli gün sayısının fazla olduğu yerlere konumlandırılmalıdır.

Arı kovanları içerisinde sık sık kontrol edilmesi de arı sağlığı açısından önemli bir faktördür arıların bal depolayacak yerinin kalmaması koloni nüfusunun artması yeterli havalandırmanın olmamasına sebebiyet verecektir. Ayrıca ana arının yaşlı olması oğul vermeyi geciktirecektir. Arı kovanları hava şartlarını uygun olduğu ölçüde mümkünse her hafta aynı gün aynı saatlerde kontrol edilmesi gerekmekte ve not alınmalıdır.

Çelik ve Turhan'ın (2014) yaptığı çalışmada arıcılık faaliyetleri için üreticilerin eğitim düzeylerinin düşük ve arıcılıkla ilgili olmadığı görülmektedir. Bu nedenle arıcılık eğitimleri için açılan kurs sayısı artırılmalı, arıcılar için düşük düzeyde olan bal veriminin artırılması konusunda teknik çalışmalar yapılmasına yönlendirilmelidir.

Arıcılık yapan çiftçiler sadece tek bir işle uğraşmak zorunda kalmak zorunda olmamakla birlikte genellikle tarımla uğraşan çiftçiler yan gelir olarak arıcılık yapmaktadır. Arıcılıkla uğraşmak için halk eğitim merkezlerinin açtığı kurslara katılarak bilgi edinilebilir ve kolaylıklar arıcılık faaliyetlerine başlanabilir. Ayrıca farklı devlet desteklemeleri de bulunmaktadır.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından son olarak 2011 yılında Arıcılık Yönetmeliği çıkartılmış 2012 yılında güncellenmiştir. Arı üretimin de belirli standartlar getirilmiş olsa da eksiklikler bulunmaktadır. Özellikle sahte bal sorunu önemli bir sorun teşkil etmektedir. Arıcılar denetlenmeli yıllık üretim miktarı kayıt altına alınarak sahte bal üretim için önlemler alınmalıdır.

Sabit ve gezgin arıcılar Arıcılık Kayıt Sistemi (AKS), kayıt yaptırma zorunluluğu getirilmeli arıcılık standartları doğrultusunda standartlar geliştirilerek kontroller yapılmalıdır. Ayrıca her ilde arı yetiştirici birliği kurulmalı tüm koloniler kayıt altına alınarak hastalıklar bal ürünleri üretimi takip edilmelidir.

Gezgin arıcıların Arı Konaklama Belgesi (AKB)'sine sahip olması gerekmekte taşıma işlemleri yönetmelikte belirlenen izinler alınarak yapılmalıdır. Arıcılık yapan bütün arıcılar Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından verilen Arıcı Kimlik Kartına sahip olması gerekmektedir.

Arı üreticilerine devlet desteği ile birlikte hibe programları da bulunmaktadır bunların en önemlisi genç çiftçi projesi olarak görülmekte 18-40 yaş arası 20.000 nüfusun altında ikamet eden bireylerin başvuru yapabileceği 3 yıl süreyle projenin devam edeceği bir çalışmadır. Bu çalışma ile gençlere arıcılık çalışmalarını teşvik ederek iş imkânı oluşturulmasını sağlamaktadır. Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüklerince yapılan arı kovanı desteği ile de arıcılık yapan üreticilerin sahip oldukları kovan sayısı kadar devletten destekleme sağlanmaktadır. Ayrıca KOSGEB ve Ziraat bankasının da arı üreticilerine çeşitli kolaylıklar tanıyarak desteklemede buldukları görülmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Arı verimliliğini artırmak amacıyla yapılan çalışma farklı ortamlarda denenmeli üreticilerin öngörülerini doğrultusunda şekillendirilmelidir. Bal üreticileri içinde kovanların kış aylarında ılıman bölgelere, yaz aylarını daha serin bölgelere taşıma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Gezgin arıcılıkta üreticilerin maddi anlamdaki zararı ile birlikte arılar buldukları yerlerdeki hastalıkları başka bölgelere taşıyarak hastalıkların yayılmasını da sağlamaktadır. Tasarlanan sistem ile arı hastalıklarının sıcaklık ve nem etkisi ile gelişmesi önlenerek taşıma durumunda hastalığın yayılması engellenmiş olmaktadır.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda kovan içi sıcaklık ve nem kontrolünün arıların sağlıklı gelişmeleri ve verimli bal üretim yapabilmek için tasarlanan arı kovanı sistemi üreticiler için kullanışlı maliyeti düşük uzun ömürlü bir sistemdir.

Üretilen arı kovanı tasarımının fabrikasyon olarak üretimi de maliyeti düşürecektir. Sistemin maliyetinin azaltılması ile yaygınlaşması kolaylaşacaktır ve Türkiye’de bal üretim miktarında artış olacağı görülecektir. Bal üretiminin artması ile üreticilerin gelir seviyesi artacaktır. Sistemin taşınabilir olması gezgin arıcılarında kullanmasını sağlayacak fakat yol şartlarından dolayı kovanın zarar görebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Sabit arıcılarda ise oldukça kullanışlı olup arı ürünlerinde artış olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma ile kovanın bulunduğu bölgede ki yağmurlu gün sayısı belirlenerek arıcılık yapmaya uygun olup olmadığı gözlemlenmektedir. Kovan iç sıcaklığı ve nemi ölçüldüğü esnada kovan dış sıcaklığı da ölçüldüğü için veri tabanı oluşturularak gelecek dönemler için çıkarımlarda bulunulabilir.

Arıcılık alanında çalışma yapacaklar içinse sistemin birden fazla arı türü ile ve farklı bölgelerde çalışmalar yaparak verimlilik oranı belirlenebilir. Ayrıca arı kovanına hareket sensörü yerleştirilerek kovanın çalınması veya zararlı hayvanların kovana zarar verdiği durumlar kontrol edilebilir.

Yapılan çalışmalar sonucunda arıların kovan içerisini yeterince ısıtamadığı görülmektedir. Kovan içi ısı dengeyi korumak için çalışmalar yapılmakta olup mevcut çalışmalarda rezistans ve fan kullanılarak ısı denge sağlanmaya çalışılmıştır, bir diğer çalışmada ise bulanık mantık kullanılarak ısı denge sağlanmış kovan içi nem ölçümü yapılmış nem dengesi için çalışma bulunmamaktadır. Tasarımı yapılan uzaktan kontrollü arı kovanı tasarım sisteminde bulanık mantıkla kovan iç sıcaklığı kontrol altına almakta, kovan içi nem dengesini korumak için fan kullanılmaktadır.

Kış şartlarında arıların sakımlar oluşmakta bu salkımların kovan içini ısıtma yeteneğinin olmadığı görülmektedir. Arıların kış aylarını sağlıklı bir şekilde geçirebilmeleri için kovan içi ısıtma işlemi yapılmıştır. Uygun sıcaklığa erişmek için bulanık mantık ile daha kolay ulaşıldığı yapılan çalışmalarda görülmüştür bundan dolayı tasarlanan sistemde de bulanık mantık kullanılarak kovan içi sıcaklık değeri dengede tutulmuştur. Zayıf arı kolonilerinin güçlenmesi sağlanmaktadır. Yaz aylarında ise tasarım kovan sisteminde uygun sıcaklık ve nem değeri sağlandığında arıların kovana soğutmak için havalandırma işi yapmadıkları görülmektedir.

Yapılan çalışmada iç sıcaklık, dış sıcaklık ve kovan içi nem değerlerinin veri tabanına kayıt edilmesi ile geniş bir veri tabanı oluşturulmuştur. Tasarım kovanın kontrolü için kullanıcı dostu web ara yüzü geliştirilmiştir. Oluşturulan web sayfasına bilgisayar tablet ve cep telefonları kullanılarak kovan kontrolü web üzerinden uzaktan kolaylıkla yapılabilmektedir.

Tez çalışmasının literatüre en önemli katkıları, web ve mobil ara yüz üzerinden arı kovanının takip ve kontrolünün sağlanması, kontrol işleminin el ve bulanık mantık ile gerçekleştirilebilmesi, sistemin uyarlanabilir bir yapıya sahip olmasıdır. Tasarlanan sisteme çeşitli sensörler eklenerek arı kovanının kullanılabilirliğinin artırılacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, H., 2010. Son Yıllarda Sıklıkla Karşılanan Nedeni Bilinmeyen Arı Ölümleri Ve Bunlara Karşı Çözüm Önerileri. *Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi Bildiriler Kitabı*, 103-105.
- Akıllı, A. ve Atıl, H., 2014. Süt sığırcılığında yapay zekâ teknolojisi: bulanık mantık ve yapay sinir ağları. *Hayvansal Üretim*, 55(1): 39-45.
- Albayrak, A., 2011. Uzman Sistem Denetimli Arı Kovanı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, Türkiye
- Altaş, İ. H., 1999. Bulanık mantık: bulanıklılık kavramı, *3e (Enerji, Elektrik, Elektromekanik) Dergisi*, (62), 80-85.
- Anonim, 2015a. Araştırma. tarim.gov.tr/ aricilik /Belgeler/ kitap/ yaycep.doc (Erişim Tarihi: 20.11.2015)
- Anonim, 2015b. Bal Arılarında Bakım ve Beslenme, <http://www.tab.org.tr/TR,250/balarilarinda-bakim-ve-besleme.html> (Erişim Tarihi: 17.11.2015)
- Anonim, 2016a. Arduio Mega, <https://www.robotistan.com/orjinal-arduio-mega-2560-r3-yeni-versiyon-1> (Erişim Tarihi: 28.01.2016)
- Anonim, 2016b. Sensör Nedir?, http://www.robotiksistem.com/sensor_nedir_sensor_cesitleri.html (Erişim Tarihi: 15.06.2016)
- Anonim, 2016c. Arduio, <http://arduio.nedir.com/#ixzz3yO2UOY5z> (Erişim Tarihi: 30.01.2016)
- Anonim, 2016d. Arduio, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Arduio> (Erişim Tarihi: 24.01.2016)
- Anonim, 2016e. Modern Arıcılık, <http://www.aricilik.com.tr/modern-aricilik.html> (Erişim Tarihi: 12.11.2015)
- Anonim, 2016f. Arduio, <https://www.arduio.cc/> (Erişim Tarihi: 24.01.2016)
- Anonim, 2016g. Güneş Enerji Panelleri, <https://www.gunesenerjisisistemleri.com.tr/gunes-enerjisi-panelleri-nasil-calisir/> (Erişim Tarihi: 12.02.2016)
- Anonim, 2016h. Güneş Enerjisi ve Kullanım Alanları <https://www.yenienerji.info/makale/gunes-enerjisi-ve-kullanim-alanlari> (Erişim Tarihi: 12.02.2016)
- Anonim, 2016ı. Jel (Gel) Akü Nedir, Özellikleri Nelerdir? <http://www.jelakuler.net/jel-aku-nedir/> (Erişim Tarihi: 15.02.2016)
- Anonim, 2016i. Sıcaklık Nem Sensörü, <https://www.robotistan.com/sicaklik-nem> (Erişim Tarihi: 15.06.2016)

- Anonim, 2017a. Peltier Nedir? Nasıl Çalışır?, <http://elektronikhobi.net/peltier-nedir-nasil-calisir/> (Erişim Tarihi: 01.05.2017)
- Anonim, 2017b. Peltier Nedir?, <http://www.gunlukyasanti.com/2016/09/peltier-nedir.html> (Erişim Tarihi: 01.05.2017)
- Anonim, 2017c. Termo elektronik Soğutucu Nasıl Çalışır?, <http://320volt.com/peltier-termoelektrik-sogutucu-nedir-nasil-calisir/> (Erişim Tarihi: 15.05.2017)
- Anonim, 2018a. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BURDUR> (Erişim Tarihi: 05.01.2018)
- Bacandritsos, N., Granato A., Budge G., Papanastasiou, I., Roinioti, E., Caldon, M., Falcaro, C., Gallina, A. ve Mutinelli, F., 2010. Sudden deaths and colony population decline in Greek honey bee colonies. *Journal of Invertebrate Pathology*, vol 105: 335-340.
- Bayır, R. ve Albayrak, A., 2012. Uzman sistem denetimli arı kovana tasarımı ve gerçekleştirilmesi, *Uludağ Bee Journal* Sayı: 4
- Baykal, N. ve Beyan, T., 2004. *Bulanık Mantık İlke Ve Temelleri*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara, 406s.
- Bulgurcu, H., 2005. *İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Otomatik Kontrol*, 308s, Doğa Teknik Yayın no:02 İstanbul 2005
- Büdel, A., 1960. Bienenphysik. In: Biene Und Bienenzucht, München: Ehrenwirth Verlag, p.:115–147.
- Büyük, M., Tunca, R., Taşkın A., 2017. [Determination and comparison of nosema apis and nosema ceranae in terms of geographic and climatic factors](#) *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5(1) 1-5.
- Büyükbay, F. Ç. Y. E. O. 2015. Tokat ili merkez ilçede arıcılık yapan işletmelerde bal ve diğer arı ürünlerinin organik üretim potansiyeli, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2), 14-23.
- Ceyhan, V. ve Emir, M., 2016. Türkiye arıcılığının mevcut durumu, sorunları ve geleceği, Samsun
- Chen, G. ve Pham, T., 2000. [Introduction To Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, And Fuzzy Control Systems](#) 1st Edition, Boca Raton
- Cımbırtıoğlu, Ş., Konak, F., Kuvancı, A., 2011. Bal arılarında (apis mellifera l.) kışlatma, *Arıcılık Araştırma Dergisi*, Yıl:3, sayı:6, Ordu.
- Çakmak, S., Çakmak, İ., Fuchs S. ve Kandemir İ., 2017. Bal arısı (apis mellifera anatoliaca) kolonilerinde pudra şekeri yöntemi ile varroa (varroa destructor) bulaşıklık seviyesinin belirlenmesi ve koloni seçimi

- Çakmak, İ., Aydın, L., Güleğen, E. 2003. Güney marmara bölgesinde balarısı zararlı ve hastalıkları. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, (2): 33-35
- Çelik, Y., Turhan, İ., 2014. Konya ilinde arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, Mayıs,14 (1): 15-25
- Doğaroğlu, M., 2007. Türkiye Arıcılığının Sorunları Ve Çözüm Önerileri. *Ege Bölgesi Arıcılık Semineri (15-16 Şubat 2007) Bildiriler Kitabı*. Sayfa 3-10. Bornova/ İzmir.
- Dustmann, H.J. 2009. Arı Beslemesine Uygun Şeker Şurubu Kek Hazırlanışı. [Http://Kenbiloglu.Blogspot.Com.Tr/2009/02/Ar-Beslemesine-Uygun-Seker-Kek-Ve.Html](http://Kenbiloglu.Blogspot.Com.Tr/2009/02/Ar-Beslemesine-Uygun-Seker-Kek-Ve.Html). (Erişim Tarihi: 05.03.2016.)
- Erkan, C. ve Kızıltaş, H., 2017. Erkek Arı ve Bal Arısı Yetiştiriciliğindeki Önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1), 49-55.
- Fidan, U. ve Bay, Ö. F., 2002. Bulanık Mantık Tabanlı Mikro denetleyicili Sıcaklık Denetim Sistemi. *Politeknik Dergisi*,5(2). 111-119
- Genç, F., 1993. *Arıcılığın Temel Esasları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın, (149), 138-185.
- Gençer, V., 2017. Türkiye'nin Hayvansal Üretimi (Mevcut Durum ve Gelecek) Sempozyumu, Ankara Ziraat Fakültesi 139-147
- Goodman, L., 2003. Form and Function in the Honey Bee. Cardiff: IBRA – *International Bee Research Association*, p.: 154–155
- Kandemir, D., Kence, M. ve Kence A., 2000. Genetic and morphometric variation in honey bee (apismelliferal.) populations in Turkey. *Apidologie* 31:343-356.
- Karadavut, U. ve Akkaptan, A., 2012. Bitkisel üretimde bulanık mantık uygulamaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (2): 77-82.
- Karadeniz, E., Yılmaz, E. ve Altan, Ö., 2013. Kızılötesi mesafe ölçümü ile motorda hız kontrolü, Lisans Bitirme Projesi.
- Kaya, N., 2007. Arıcılıkta Üstte Boş Ballıkla Kışlatmanın Kovan İçi Bağlı Nem Sıcaklık ve Koloninin Yaşama Gücü Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye
- Kence, A., 2006. Türkiye bal arılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*.6(1):25-32.
- Kızılaslan, N., Adıgüzel, F. 2012. Tokat ili merkez ilçede arı yetiştiricileri birliği üyelerinin birliğe örgütsel bağlılıklarının analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1): 13-27.

- Koçak, E., 2010. Alternatörlerde Hata Teşhisinin Gerçek Zamanlı Olarak Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, Türkiye.
- Korkmaz, A., 2003. Arıcılık T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Samsun Tarım İl Müdürlüğü
- Kösoğlu, M., Yücel, B., Özsoy, N., Topal, E. ve Engindeniz, S., 2017. Türkiye arıcılığında ana arının koloni gelişimine ve arıcılık ekonomisine etkisi, *Tarım Ekonomisi Dergisi Cilt:23 Sayı:1 Sayfa:55-60*
- Kumova, U. ve Korkmaz, A., 2001. *Arı Yetiştiriciliği*, TARP. Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları. TÜBİTAK. Ankara
- Mamdani, E., 1977. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis. computers, *IEEE Transactions On*, 100(12), 1182-1191.
- Özgür E., Güzerin E., Keskin H., 2015. [Determination of nosema disease in colonies of kırşehir province](#) *Hacettepe Journal Of Biology And Chemistry*, 43. 13-15
- Özbek, H., 2003. Türkiye’de arılar ve tozlaşma sorunu, *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 3: 41-44.
- Özek A., Sinecen M., 2004. Klima sistem kontrolünün bulanık mantık ile modellenmesi. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (3) 353-358
- Özkul, A., 2014. Pıç Kontrollü Termoelektrik Modül İle Arı Kovan İç Sıcaklığının Stabil Tutulması Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, Türkiye.
- Pettis, J.S., Ricae, N., Joselow, K., van Engelsdorp., D. Chaimanee, 2016. Correction: Colony failure linked to low sperm viability in honeybee (*Apis mellifera*) Queens and an Exploration of Potential Causative Factors. *PLoS One.*; 11(5):
- Pichan M., Rastegar H., Monfared, 2012. M. Fuzzy-based direct power control of doubly fed induction generator-based wind energy conversion systems, *Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)*, 2nd International Conference on. pp. 66-70.
- Ross, T. J. 2009. *Fuzzy Logic With Engineering Applications*. John Wiley&Sons.
- Sarıca, M., 2010. Karadeniz bölgesi hayvancılık potansiyeli ordu ili için bazı öneriler. 4. *Aybastı-Kabataş Kurultayı*. Sayfa 15-32. Ankara.
- Sarıtaş İ., 2008. “Elektromanyetik Filtre Tasarımı ve Yapay Zeka Yöntemleriyle Adaptif Kontrolü”, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 33-46
- Saygılı, M., 2017. Kırklareli İlinde Arıcılık Faaliyeti Yapan Üreticilerden Toplanan Peteklerde Antibiyotik Ve Pestisit Kalıntısı Aranması, Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.

- Semerci, A., 2017. Türkiye arıcılığının genel durumu ve geleceğe yönelik beklentiler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2), 107-118.
- Silici, S., 2009. *Bal Arısı Biyolojisi ve Yetiştiriciliği*. Eflatun Yayınevi, Ankara, S.12-34.
- Sur Arslan, A , Birben, N , Tatlı Seven, P , Seven, İ . (2017). Arı ürünleri ve hayvan beslemede kullanımı. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 17 (2)
- Şahinler, N. ve Aziz, G., 2005. Hatay yöresinde bulunan arıcılık işletmelerinde arı hastalıklarının araştırılması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2005(1).
- Şeker, İ., Köseman, A., Karlıdağ, S. ve Aygen, S., 2017. Malatya ilinde arıcılık faaliyetlerinin yetiştirici tercihleri, üretim nitelikleri ve arı hastalıkları kapsamında değerlendirilmesi. *Journal Of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2017: 14 (02)
- Tosun, O., 2012. Bal Arılarında (ApismelliferaL., 1758) Nosemosis (Nosematosis) Hastalığının Doğu Karadeniz Bölgesinde Bulunan Arı Kolonilerindeki Varlığı, Dağılımı ve Hastalık Etkenlerinin Karakterizasyonu, Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- TÜİK, 2016. Hayvancılık İstatistikleri. Erişim Yeri: <http://rapory.tuik.gov.tr/07-04-2017-11:53:5864048506413061954602122917994.html>. (Erişim Tarihi: 07.04.2017.)
- Yalçın, F., 2014. Tokat İli Merkez İlçede Arıcılık Faaliyeti Yapan İşletmelerde Bal Ve Diğer Arı Ürünleri Üretimi Ve Organik Üretim Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye
- Yılmaz, İ., 2017. Bal arısı yetiştiriciliğinde verimi etkileyen faktörler, Iğdır Üniversitesi, 74-76
- Zadeh, L. A., 1965. *Fuzzy Sets*. Information And Control, 8(3), 338-353.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Çilem Koçak
Doğum Yeri ve Yılı : Burdur/ Ağlasun 1987



<u>Eğitim Durumu</u>	<u>Yıl</u>
Lise : Mürşide Ermumcu Anadolu Öğretmen Lisesi	2001-2005
: Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)	2010-2014
Lisans : Kamu Yönetimi (Anadolu Üniversitesi)	2010-2015
: Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği (Süleyman Demirel Üniversitesi)	2014-2017
Yüksek Lisans	

<u>Çalıştığı Kurum / Kurumlar</u>	<u>Yıl</u>
1- Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Bilgisayar Teknolojileri (Öğretim Görevlisi- Bölüm Başkanı)	2018-
2-Burdur Özel Bahçeşehir Koleji (Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Öğretmeni)	2016-2017
3-Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Ağlasun Meslek Yüksekokulu (Öğretim Elemanı)	2014-2016
4-Ağlasun Halk Eğitim Merkezi (Bilgisayar Kullanımı Kurs Eğitmeni)	2015-2016
5-Ağlasun Yunus Emre İlköğretim Okulu (Matematik Öğretmeni, Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Öğretmeni)	2015-2016
6- Ağlasun Mamak Köyü, Şehit Mithat Akçalı İlköğretim Okulu (Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Öğretmeni)	2015-2016
7- Ağlasun Şehit Bayram Yeşil Çok Programlı Lisesi (Fizik, Kimya ve Matematik Öğretmenliği)	2014-2015

Akademik Çalışmalar:

- 2018 Koçak Ç., Bilen, M., Işık A.H., Rule And Web Based Remote Control System For Beehives, Giresun.
- 2016 Koçak Ç., Demirbilek M., Developing the Scale of Cyberbullying Exposure in Social Media and Instant Messaging Applications. 10th International Computer & Instructional Technologies Symposium, Rize.
- 2016 Koçak Ç., Kırbaş İ., Arduino Tabanlı Prototip Akıllı Ev Sistemi Tasarımı, Akademik Bilişim, Aydın.
- 2016 Koçak Ç., Işık A.H., The Use of Wireless Sensor Networks In Beekeeping, International Conferance on Research in Education Science, Aydın.
- 2015 Koçak Ç., Demirbilek M., Türkiye’de Siber Zorbalık ile İlgili Literatürün Gözden Geçirilmesi. 3rd. International Instructional Technologies & Teacher Education Symposium, Trabzon.