

UZMAN SİSTEM DENETİMLİ ARI KOVANI TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Design and Realize of Expert System Controlled Beehive

(Extended Abstract in English can be Found at the end of the Article)

Raif BAYIR¹, Ahmet ALBAYRAK²

¹ Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 78050 Karabük, rbayir@karabuk.edu.tr

² Sinop Üniversitesi, Ayancık Meslek Yüksekokulu, 57400 Ayancık/Sinop, aalbayrak@sinop.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, zayıf ve bakıma muhtaç bal arısı kolonilerinin normal bir koloniye dönüşmesini sağlamak amacıyla uzman sistem denetimli arı kovani gerçekleştirilmiştir. Bu kovan, ağırlık ölçme, sıcaklık ölçümü ve kontrolü, nem ölçümü ve kontrolü, otomatik şerbetlik, güneş panelli enerji üretim sistemi ve haberleşme alt sistemlerinden oluşmaktadır. Uzman sistem denetimi ile kovan içi nem ve sıcaklık değerlerinin koloni için en uygun olan değerlere ulaşması sağlanmaktadır. Ayrıca zayıf arı kolonisinin ağırlık artışı izlenerek ihtiyaç duyulması durumunda otomatik olarak şerbet verilebilmektedir. Bu özellikleri ile uzman sistem denetimli arı kovani bir nevi arı kuvüzü özelliği taşımaktadır. Kovan içi nem ve sıcaklık denetimini sağlamak için uzman sistem temelli bir yazılım geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arı kovani tasarımı, *Apis mellifera*, bal arısı.

1. GİRİŞ

İnsanlar ekosistem olarak adlandırdığımız doğal ekolojik fonksiyonlardan büyük faydalar sağlamaktadırlar. Doğrudan ya da dolaylı bir şekilde böcek aracılığıyla yapılan tozlaşma bu faydalar arasında gösterilebilir. Dünyada bitkilerden üretilen besinlerin %35'i böcekler aracılığıyla yapılan tozlaşmadan sağlanmaktadır. Bu üretimin %75'i özellikle insanlar için çok önemli bitki türleridir (Klein ve ark., 2007). Dünya çapında böcek aracılığıyla yapılan tozlaşmanın ekonomik getirisi yıllık 153 milyar Euro civarındadır (Gallai ve ark., 2009). Arılar çok önemli tozlaştırıcılar arasında yer alır. Avrupa'da tarımsal ürünlerin %80'nin tozlaştırılmasında bal arılarının etkili olduğu tahmin edilmektedir (Breeze ve ark., 2011).

Bal arılarının ürettikleri besinler olan bal, arı sütü, balmumu, polen, arı zehiri, probolis gibi besin maddelerinin de insanların hayatında çok önemli yerleri vardır. Bazı ürünler ilaç sanayinde kullanılırken bazıları da içindeki enzimler nedeniyle besin mad-

desi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bazı ürünler de kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Böylece bal arısı yetiştiriciliğinin büyük bir endüstri haline geldiği görülmektedir (Sudarsan ve ark., 2012).

Bal arıları şaşırtıcı bir şekilde hem tek başına hem de topluluk olarak mükemmel yeteneklere sahiptirler. Bal arıları belirli sıcaklık aralıklarında larvaları yetiştirebildiklerinden bilim adamlarının dikkatlerini çekmektedirler. Bilim adamları bal arısı biyolojisini anlamak için onların nasıl yaşadığı, nasıl nefes aldıkları ve sıcaklık ayarlamalarını nasıl yaptıklarını bulmaya çalışmaktadırlar. Havalandırma terimi ilk olarak Hazelhoff (1954) tarafından kullanılmış ve böylece bilimsel literatüre girmiştir. Havalandırma kovan içinde bulunan tütsünün taşınmasında ve kovan içine dağıtılmasında hayati öneme sahiptir. Ayrıca kovanda oluşan karbondioksitin dışarı atılması ve temiz havanın içeri alınmasında da önemli bir role sahiptir. Havalandırma konusunda arı yetiştiricileri sayısız patent çalışmaları yapmışlardır (özel üst kapaklar, kovan üst kapağına yakın yerlere açıklıklar koymak vs.) (Sudarsan ve ark., 2012).

Günümüzde küresel ısınma normal iklim döngüsünün bir parçası haline gelmektedir. Aşırı kurak veya aşırı yağmurlu dönemler sıklıkla yaşanır olmaktadır. Buna bağlı koloni kayıpları daha çok besin yetersizliği veya beslenme bozukluğu sonucunda şekillenmektedir (Akkaya, 2010). Bal arıları değişken sıcaklıklı hayvanlar oldukları için vücut sıcaklıkları çevre sıcaklığından etkilenmektedir. Sıcaklığın yükseldiği zamanlarda, çıkış deliği ile kovan arasında hava akımı oluşturmak üzere kanatların çırılmasıyla, daha yüksek sıcaklıklarda ise dışarıdan getirilen suyun buharlaştırılması suretiyle kovan içi sıcaklığı düzenlenmektedir. Kış aylarında soğuktan korunmak amacıyla salkım oluşturmaktadırlar. Salkımın dışında sıcaklık 8–9°C'nin altına düştüğünde işçi arılar abdomenleri ile kanatlarını titreştirerek kaslarındaki ısı verimini yükselterek salkımda istenilen sıcaklığa ulaşmaktadırlar. Salkımın merkezindeki sıcaklık 30°C civarında olmaktadır. Kovanda kış için yeterli besin bulunduğunda soğuğa dayanabilmektedirler. Çünkü ısıyı, bal yiyerek oluşturmaktadırlar. Sıcaklığın artması aniden değil geçişli bir şekilde olmaktadır. Genel olarak arıların normal aktiviteleri için en uygun sıcaklık 21°C–35°C arasıdır. Bununla birlikte 10°C'nin altında ve 37°C–38°C'nin üstündeki sıcaklıklarda arıların faaliyetleri durmaktadır. 7°C' de ise hiç hareket etmemektedirler. Sıcaklık 14°C' ye düştüğünde kümeleşmeye başlamakta, 10°C civarında salkım oluşturmaktadırlar. Genel olarak salkım dışındaki sıcaklığın 7°C'nin altına düşmesine izin vermezler. Kovadaki arı mevcudu ne kadar fazla ise ısı ayarlanması o ölçüde kolay olmaktadır (Silici, 2009). Bal arılarını kovan içerisinde en çok etkileyen hastalık ve zararlılar haricinde sıcaklık ve nem değerleridir. Kovan içerisinde uygun sıcaklık ve nem değerleri yakalandığında hastalık ve zararlıların ortaya çıkma olasılığı da azalmaktadır. Daha fazla bal üretimi yapılmaktadır. Baldaki nem oranı düşürüldüğü için daha kaliteli bal üretimi de yapılabilmektedir (Silici, 2009).

Bal arıları kovan içerisini uygun sıcaklık değerlerine ayarlamak için kovan içerisindeki şerbet ve balı tüketerek enerji ihtiyaçlarını karşılarlar. Ortam sıcaklığının 19°C' ye düştüğü zamanlarda arı kolonisinin metabolik hız oranı 7 watt/kg' dan 19 watt/kg'a çıkmaktadır (Southwick, 1982). Bunun sonucunda kovan içerisindeki besinlerin tüketilme oranı da artmaktadır. Küresel ısınma ve mevsimsel değişikliklerin arılar üzerindeki olumsuz etkilerini anlatan en iyi örneklerden biri olarak Yunanistan'da yapılan

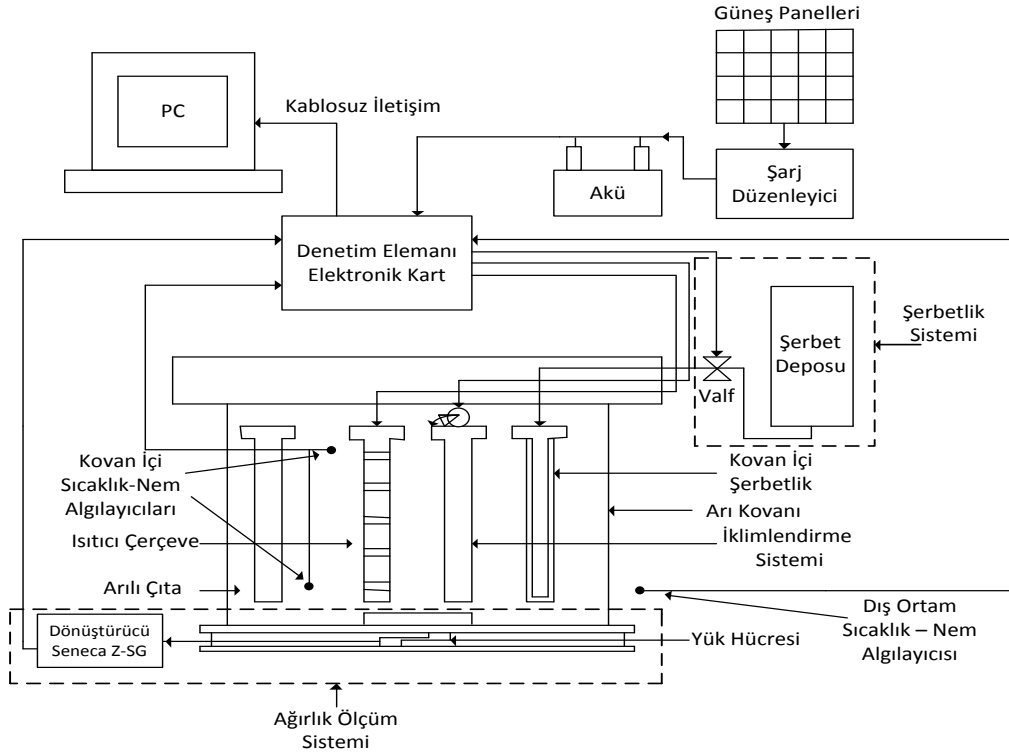
çalışma verilebilir. Bacandritsos ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ani toplu arı ölümleri araştırılmış ve 5 farklı virüs çeşidinin ölümlerin sebebi olduğu ortaya çıkmıştır. Virüs oluşumlarını tetikleyen sebepler arasında sıcaklık ve nem değerlerindeki dalgalanmalar olduğu görülmektedir (Bacandritsos ve ark., 2010).

Bu çalışmada ise zayıf ve bakıma muhtaç arı kolonilerini güçlendirmek ve güçlü bir koloniye dönüştürmek için kovan tasarımı yapılmış ve kovan içi sıcaklık ve nem uzman sistem ile kontrol edilmektedir. Uzman sistem yazılımları belirli bir konuda sadece o alan ile ilgili bilgi ve kurallardır (Elmas, 2007). İyi tasarlanmış sistemler belirli problemlerin çözümünde uzman insanların düşünme işlemlerini taklit eder. Böyle bir sisteme sahip olmak kişiyi uzman yapmaz, fakat konu ile ilgili uzmanın yapacağı işin bir kısmını veya tamamını yapmasını sağlar (Albayrak, Bayır, 2010). Geliştirilen kovanda ise zayıf arılar için uzman bir arıcının yapması gereken işlemler otomatik olarak yapılmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

Uzman sistem denetimli kovan ağırlık ölçme, sıcaklık ölçümü ve denetimi, nem ölçümü ve denetimi, otomatik şerbetlik, güneş panelli enerji üretimi, haberleşme sistemi ve kullanıcı arayüzlü yazılım alt sistemlerinden oluşmaktadır. Kovan içerisine kovan içi şerbetlik, ısıtıcı çerçeve ve algılayıcılar yerleştirilmektedir. Elektronik devreler kovan kapağının altına yerleştirilmiştir. Kovan kapağının yan tarafına açılan delikler sayesinde şerbet akışı ve elektrik bağlantısı sağlanmaktadır. Uzman sistem denetimli arı kovanın blok diyagramı Şekil 1'de verilmektedir.

Kovanın ağırlığı arıların aktiviteleri hakkında bilgi sahibi olmak için ölçülmektedir. Gün içerisinde kovan ağırlığındaki değişim arıların aktif olduklarını gösterecektir. Sıcaklık ve nem ölçümü ise zayıf arıların kuluçkalar için uygun ortamı ayarlayıp ayarlayamadığını görmek için yapılmaktadır. Kovanda arıların bulunduğu bölmenin hemen üzeri ince ve dar tahtalarla kapatılır. Bu tahtalardan bir tanesi kovan içerisindeki nem oranını ayarlamakta kullanılan nem alıcı kapaktır. Diğer bir kapakta ısıtıcı çerçevenin elektrik bağlantısı sağlamak amacıyla uygun şekilde delinmektedir. Deliklerden ısıtıcı çerçeve için elektrik beslemesi ve algılayıcılar kovan içine sarkıtılır.



Şekil 1. Uzman sistem denetimli arı kovanı blok şeması.

2.1. Kovan Ağırlığı Ölçüm Sistemi

Arı kovandaki bal akışını izlemek için kovanın ağırlığının ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaçla kovanın altına yük hücresi yerleştirilmiştir. Kovan ağırlığı sürekli ölçülerek koloninin ağırlık artışı izlenmektedir. Kovadaki ağırlık artışının ölçülmesiyle arıların ne kadar uçuşa çıktıkları ve ne kadar besin maddesi kovana getirdikleri öğrenilebilmektedir. Ayrıca kovanda ani bir ağırlık azalması olması durumunda arıların kovanı terk etmiş olabileceği ya da arılara fiziki bir saldırı olduğu anlaşılabilir (Bayır, 2009). Şekil 2’de ağırlık ölçüm sistemi verilmiştir.



Şekil 2. Ağırlık ölçüm sistemi.

Kovanın yük hücresi üzerinde dengede durması için iki adet tahta 4 köşesinden civata ile sabitlenmektedir. Ancak civatalar tahtaları sıkıştırmamakta ve ağırlık bilgisine herhangi bir etki etmemektedir. Yük hücresi 12V ile çalışmakta olup 0,1 gr (100 mg) hassasiyettedir. Yük hücresi 0 – 60kg arası ölçüm yapmaktadır (Bayır, 2009). Yük hücresinden alınan çıkış sinyalleri çok küçük değerlerde olduğundan mikro denetleyici tarafından okunabilmesi için yükselticisi gerekmektedir. Bu amaçla Seneca Z-SG yükselticisi kullanılmaktadır. Yükseltici yük hücresinden gelen mV’lar seviyesindeki gerilimleri 0-5V aralığına yükseltmektedir. Yükseltici 4-20mA ve 0-5V arası çıkışlar üretebilmektedir. Sinyal yükseltici hassasiyeti 5mV olarak ayarlanmaktadır. Sinyal yükseltici 12V ile çalışmakta olup 2W enerji harcamaktadır (Özyurt, 2010). Yük hücresi ve sinyal yükselticinin elektrik ihtiyaçları güneş panellerinden elde edilmektedir.

2.2. Kovan Sıcaklığı Ölçümü ve Denetimi

Sıcaklık ölçümü ve denetimi sistemi kovan içerisine diğer arılı çerçevelerin yanına konulan ısıtıcı çerçeve ve algılayıcılardan oluşmaktadır. Kovan içerisinde ve dış ortamda sıcaklığı ölçmek için kullanılan algılayıcı SHT11 algılayıcısıdır (Popa, 2010). Kovan içerisine 2 adet dış ortama da bir adet algılayıcı

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

yerleştirilmektedir. Arıların herhangi bir zarar görmemesi için SHT11 algılayıcısı korunmaya alınmıştır. Kovan içindeki algılayıcılar (Şekil 3) deney esnasında arılar tarafından sürekli mumlandıkları için belirli zaman aralıklarında yenileriyle değiştirilmektedirler. Böylece yapılan deneylerin daha doğru sonuçlar vermesi sağlanmaktadır.



Şekil 3. SHT11 nem ve Sıcaklık algılayıcısı.

Isıtıcı çerçeve 12V ile çalışmaktadır. 36W gücündeki ısıtıcı rezistans herhangi bir titreşim ve ses yaymamaktadır. İçerisinde yatay bir şekilde sıralanmış 11 sıra tel rezistans oluşmaktadır. Isıtıcı çerçevenin dış yüzeyindeki delikler sayesinde ısı kovan içerisine dağılmaktadır. Delikler 2,5mm'den küçük olduğundan arıların rezistansın içerisine girmesi mümkün değildir. Isıtıcı çerçevedeki deliklerin bir kısmı belirli bir süre sonra arılar tarafından kapatılmaktadır. Bu nedenle yeni deneye başlamadan mumlanan deliklerin açılması gerekmektedir. Rezistans porselen taşlar ile ahşap materyalden yalıtılmaktadır. Şekil 4' de ısıtıcı çerçeve resimleri verilmektedir. Rezistans olarak kullanılan telin 20C° deki direnci 1,09 Ω /mm²'dir (Bayır, Albayrak, 2009).

Şekil 4. Isıtıcı çerçeve.



a) Isıtıcı çerçeve.



b) Isıtıcı çerçevenin iç yapısı.

Uzman sistem denetimli kovanda sıcaklık ölçümü

için SHT11 algılayıcısı kullanılmaktadır. Çalışma gerilimi 3.3V-5V'dur. Sıcaklık hassasiyeti %4 ve çalışma aralığı ise -40°C ile 100°C arasındadır (Popa, 2010).

2.3. Nem Ölçümü ve Denetimi

Nem ölçümü ve denetim sistemi 3 adet sıcaklık ve nemi aynı anda ölçen algılayıcı ve kovan kapağının altına yerleştirilen nem alma kapağından oluşmaktadır. Bu sistem ile kovan içerisindeki aşırı nemin düşürülmesi amaçlanmaktadır. İki adet algılayıcı kovan içine yerleştirilmektedir. Bir tane de dış ortamın nem oranını ölçmesi için kullanılmaktadır. Nem ölçüm aralığı % 0-100 arasındadır. Nem hassasiyeti %3'tür (Bayır, Albayrak, 2009). Bu algılayıcılar sıcaklığı ve nem oranını birlikte ölçmekte ve mikro denetleyiciye sayısal bilgi olarak vermektedir. Şekil 5'de nem alma kapağının resmi verilmektedir.



Şekil 5. Havalandırma çerçevesinin görünümü.

Nem ölçümü ve denetimi sistemi kovani kapatmak için kullanılan parça tahta üzerine yerleştirilen hareketli kapak, bir adım motor yardımıyla çalıştırılarak küçük hava hareketleri yapmaktadır. Bu küçük hava hareketleri arıları rahatsız etmemektedir. Herhangi bir titreşime neden olmamaktadır. Bu sayede kovan içi uygun sıcaklık-nem değerlerinin ayarlanması yapılabilmektedir.

Kullanılan adım motor 4 uçlu motor olup tam bir turu 180 adımda tamamlamaktadır. Adım açısı 2°/adım'dır. 12V ile çalışan adım motoru transistörlü bir sürücü devre ile kontrol edilmektedir. Sağa ve sola nem alma kapağını çevirerek kovan içinde küçük hava hareketleri sayesinde aşırı nemi azaltmaktadır. Kapağın hareket hızı mikrodenetleyicinin adım motoruna gönderdiği sinyallerle ayarlanmaktadır.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

2.4. Otomatik Şerbetlik Sistemi

Şerbetlik sistemi ile zayıf arı kolonisinin düzenli bir şekilde beslenmesi sağlanmaktadır. Şerbetlik kabı içerisine konulan şerbet sadece akşamları otomatik olarak verilmektedir. Şerbetlik kabı kovan yakınına uygun bir yere konmuştur. Şerbetin ne kadar verileceği kovan içinde kalan şerbet miktarına ve arıların gün içindeki aktiviteleri ölçülerek hesaplanmaktadır. Hesaplanan miktar güneşin batmasıyla otomatik olarak tek seferde ya da fasıllı olarak da verilebilmektedir.

Güneş ışığını algılayan algılayıcı sayesinde akşam güneş batmasıyla şerbet otomatik olarak her gün verilmektedir. Belirlenen miktarda şerbet verildikten sonra kovanın ağırlığı mikrodenetleyici tarafından kontrol edilerek solenoid vana kapatılır ve şerbet verme işlemi tamamlanır.

Solenoid vana elektriksel sinyal ile açılıp kapanabilen kontrol vanasıdır. İçerisindeki bobinlere gerilim uygulanarak açılıp kapatılmaktadır. 12V gerilim ile çalıştırılmaktadır. Arılara verilecek şerbeti kontrol etmek için kullanılmaktadır. Normalde kapalı konumda olan solenoid vana tercih edilmiştir (Albayrak, 2011).

Kovan içi şerbetlik kovanın içine diğer arılı çerçevelerin yanına yerleştirilen şerbetliktir. Arılara şerbet vermek için kovan içi şerbetlik tercih edilmiştir. Bu şerbetliklerin iç yüzeyinde arıların rahat yürümleri için ince çizgiler bulunmaktadır (Şekil. 6). Şerbetlik kabı olarak ise bu çalışmada ölçekli kap kullanılmaktadır. Solenoid vanayı mikrodenetleyici ile kullanabilmek için transistörlü bir sürücü devre kullanılmaktadır. Mikrodenetleyiciden gelen sinyale bağlı olarak solenoid vana açılarak kovan içi şerbetlik içine şerbet akışı sağlanmaktadır (Bayır, 2009).



Şekil 6. Kovan içi şerbetlik.

2.5. Güneş Panelli Enerji Üretim Sistemi

Güneş panelli enerji üretim sistemi ile kovan içerisine yerleştirilen tüm elektronik sistemlerin enerjisi sağlanmaktadır. 2 adet 40 Wp'lik (Watts Peak)

güneş paneli paralel bağlanarak kovan üzerine yerleştirilmektedir. Panellerin Mppt (Maksimum Power Point Tracker) gerilimi 16,5V ve Mpp akımı 2,43A'dır (Bingöl ve ark., 2006). Paneller güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak yatayla uygun eğim açısıyla yerleştirilmektedir. Şekil 7'de güneş paneli enerji üretim sistemi resmi verilmektedir.



Şekil 7. Güneş paneli, akü ve şarj düzenleyici.

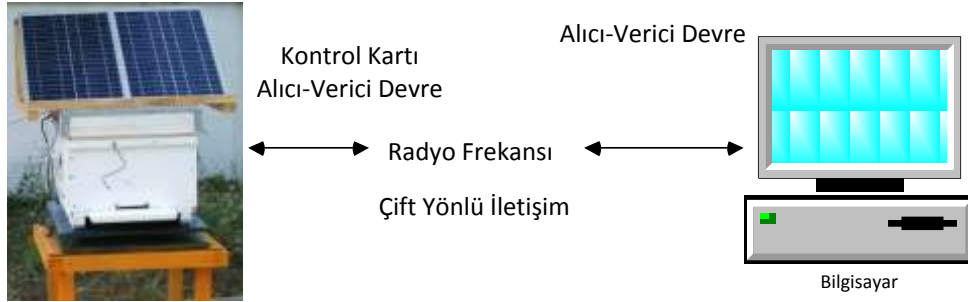
Ayrıca şarj düzenleyici ile güneş panelinden gelen enerji 12V-12A'lık aküyü şarj etmektedir. Şarj düzenleyici DGM (Darbe Genlik Modülasyonu) kontrollü şarj düzenleyicidir (Bayır, 2009). Kısa devre koruması, otomatik sigorta, geceleri ters akım koruması, aşırı sıcaklık koruması ve aküyü aşırı yüke karşı koruma gibi özellikleri mevcuttur. Akü güneş olmayan gün ve saatlerde sistemin çalışmasını temin etmek için kullanılmaktadır. Akü 12V 12Ah'dir. Kuru bakımsız tip olan akü derin şarja uygundur.

2.6. Haberleşme Sistemi

Kovanın bilgisayar ile haberleşmesi ve bilgisayardan gönderilen komutların mikrodenetleyici tarafından okunması için RF (Radyo Frekans) haberleşmesi kullanılmaktadır. Radyo frekansı, 3 Hz ile 30 Ghz aralığındaki frekanslardır (20 Hz-20 KHz arası ses frekans aralığıdır). RF haberleşme sisteminin genel yapısı Şekil 8'de görülmektedir.

RF iletişim için Udea firmasının ürettiği UFM-M12 RF modemi kullanılmaktadır. UFM-M12 modülü +5V gerilimle çalışmakta ve 30mA kadar akım çekmektedir [15].

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE



Şekil 8. RF iletişim.

RF iletişim tek yönlü olmayıp, hem bilgisayardan mikrodenetleyiciye veri gönderilmekte hem de aynı anda mikrodenetleyiciden bilgisayara veri gönderilebilmektedir. Bilgisayardan mikrodenetleyiciye yollanan veride şerbetin ne kadar verileceği bilgisi bulunmaktadır. Mikrodenetleyiciden ise ölçülen parametreler ve uzman sistem yazılımının çıktıları yollanmaktadır. Böylece çift yönlü iletişim sağlanabilmektedir. Mikrodenetleyici ile ölçülen parametreler kovan içi sıcaklık, kovan içi nem oranı, kovan ağırlığı, dış ortam sıcaklığı ve dış ortamın nem oranıdır. Bu parametreler mikro denetleyici tarafından sürekli okunmakta ve RF modüllerle uzaktaki bilgisayara gönderilmektedir.

RF modüller 500-1000 m kadar veri iletişimi yapabilmektedir. 2400 kbps iletişim hızı ile veri alışverişi sağlanmaktadır (Bayır, 2009). Dakikada 15 defa ölçülen bu parametreler uzak bilgisayara gelmekte ve seri porttan okunarak kaydedilmektedir.

Uzman sistem denetimli kovan denetimi için 18F452 mikrodenetleyici tercih edilmiştir. Bu denet-

leyici +3.3V ile +5V arası gerilimlerde çalışabilmektedir. 40Mhz'lik çalışma frekansı ile bu uygulama için yeterince hızlıdır. RF modül ile haberleşmesini ise USART (Universal asynchronous receiver/transmitter) pinleri ile yapmaktadır (Bayır, 2009). Bu pinler ile RF modülden gelen veriler okunmaktadır. Aynı zamanda yine bu pinlerden okunan algılayıcı bilgileri ve diğer bilgiler RF modüllere yazılıp uzaktaki bilgisayara gönderilmektedir. Uzaktaki bilgisayarın verileri seri porttan okuması için alıcı devre geliştirilmiştir.

2.7. Kullanıcı Arayüzü Veri Alma Yazılımı

Arı kovanından gelen verileri kaydetmek, grafiklemek ve analizini yapmak üzere görsel programlama dillerinden olan C#.Net ortamında yazılım gerçekleştirilmiştir. Yazılım seri porta bağlı olan RF modülü okuyarak ekranda verileri grafiklendirmekte ve veri tabanına kaydetmektedir. Böylece kullanıcı kovanın yanına gitmeden kovan hakkında detaylı bilgiye sahip olmaktadır. Şekil 9'da yazılımın ekran görüntüsü verilmektedir.



Şekil 9. Yazılım ekran görüntüsü.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

Yazılım ile şerbetlik sisteminin kontrolü yapıldığı için Şekil 10'deki arayüz hazırlanmıştır. Bu arayüz ile kullanıcı istediği zamanlarda kovanın yanına gitmeden şerbet verebilmektedir. Şerbetlik sistemi mikrodenetleyici portuna gelen mesajları kesme olarak algılamakta ve anında tepki vermektedir. Mesaj mikrodenetleyici tarafından okunduktan sonra mesaj içeriğine bağlı olarak solenoid vanayı istenen süre kadar açmaktadır. Mikrodenetleyici vanayı açtıktan sonra ağırlık bilgisini kontrol etmekte ve istenen ağırlığa kovan ulaştığında vanayı kapatarak şerbet verme işlemini tamamlamaktadır.



Şekil 10. Kullanıcı ayarlı şerbetlik sistemi.

3. ARI KOVANI GÖZLEM DENEYİ

Arı kolonisinin durumunun gözlenmesi ve sistemi denemek için 10 gün boyunca kovan içi sıcaklık, kovan içi nem, dış ortam sıcaklığı, dış ortam nem oranı ve kovan ağırlığı ölçülerek kaydedilmiştir. Ölçüm tarihleri 05/07/2010-14/07/2010 tarihleri arasındadır. Uzman sistem denetim yapmak için hangi parametrelerin kullanılacağı bu deney sonucunda belirlenmiştir. Şekil 11'de deneyde kullanılan zayıf arı kolonisi verilmektedir.

Şekil 11. Deney öncesi arı kolonisi.



a) Çerçeve 1 Sol.



b) Çerçeve 1 Sağ.

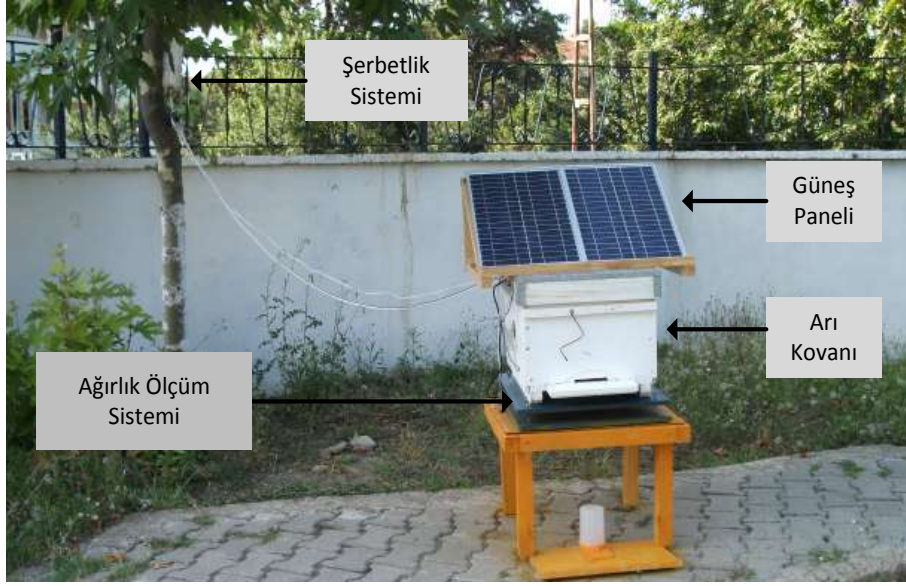


c) Çerçeve 2 Sol.



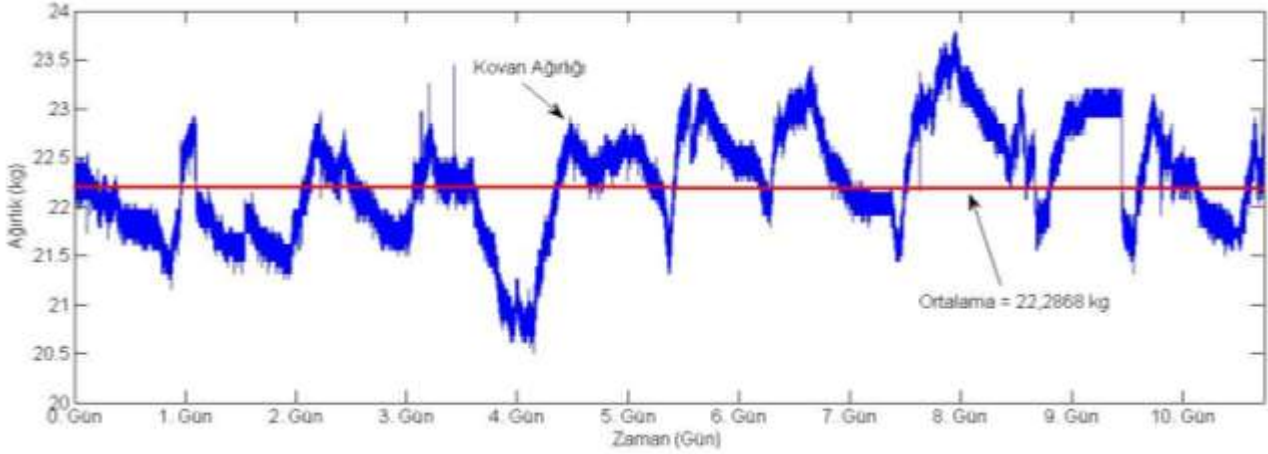
d) Çerçeve 2 Sağ.

Zayıf arı kolonisi olarak 2 çerçevelik Kafkas melezi arılar kullanılmaktadır. Deney için 2 çerçevelik 2010 yılına ait zayıf bir arı kolonisi (oğul) tercih edilmiştir. Bu zayıf arı kolonisi üzerinde yapılan deneyde kullanılan Uzman sistem denetimli kovanın resmi Şekil 12'de verilmektedir.



Şekil 12. Deney kovani.

Kovan üzerinde güneş paneli enerji sistemi bulunmaktadır. Arı kovani yerden 40 cm yükseklikte sehpa üzerine yerleştirilmiştir. Şekil 13'de 10 gün boyunca ölçülen kovan ağırlığının değişim grafiği verilmektedir.

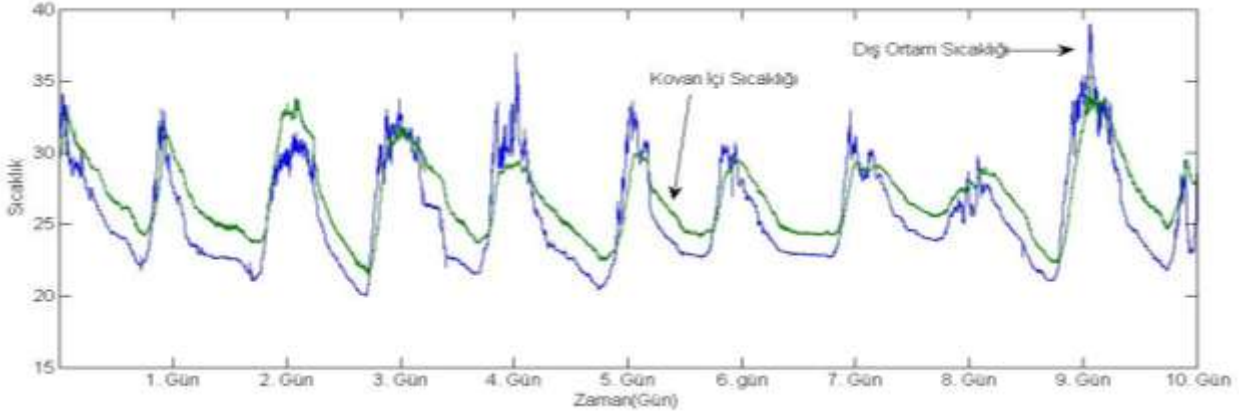


Şekil 13. Kovan ağırlığı.

Kovandaki arıların ağırlıklarını ölçmek için öncelikle boş kovanın ağırlığı ölçülmüştür. Arılar kovana yerleştirildikten sonra tekrar kovan ağırlığı ölçülmüştür. Aradaki ağırlık farkı deney başlangıcında arı kovanındaki arıların ağırlıklarını ifade etmektedir. Bu ağırlık yaklaşık 1,5 kg olarak tespit edilmiştir. Grafikte gösterilen değerler kovanın toplam ağırlığıdır. 10 gün boyunca ölçülen her bir parametre için

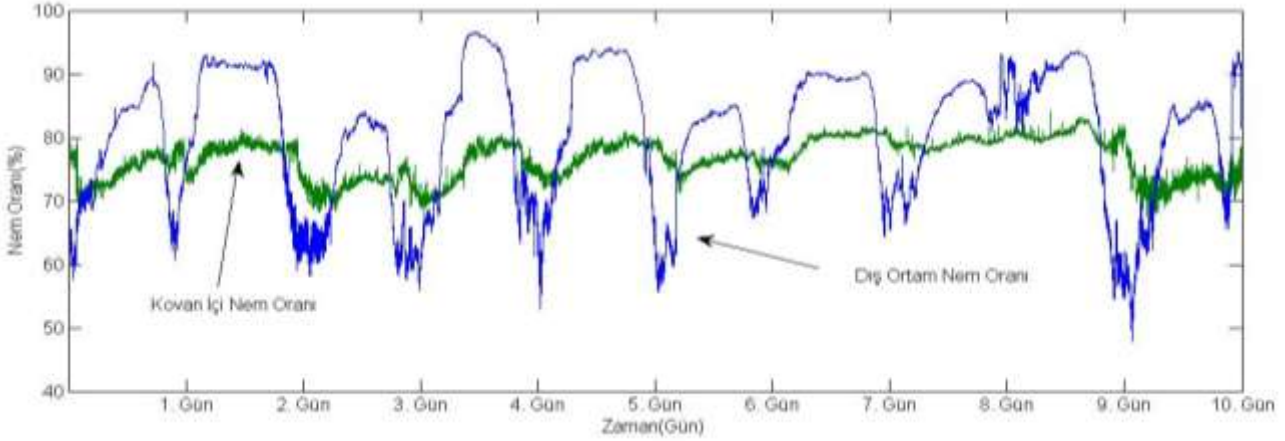
24 000 civarında veri kaydedilmiştir. Sistem gerektiğinde daha fazla veri kaydetmeye göre de ayarlanabilmektedir. Deney süresince ölçülen kovan ağırlığı verilerinin aritmetik ortalaması alındığında, ortalama ağırlık 22.2868 kg'dır. Kovanın arılarla birlikte başlangıç ağırlığı 22.03kg olarak ölçülmüştür. Kovanda 10 gün sonunda meydana gelen ağırlık artışı 0.2568kg (256,8 gr) olmuştur.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE



Şekil 14. Kovan içi ve dış ortam sıcaklığı.

Zayıf arı kolonisinin dış ortam sıcaklığı 19°C ye kadar düşerken kovan içi de 21°C ye kadar düşmektedir (Şekil 14). Zayıf arı kolonisi kovan içerisini yeteri oranda ısıtamamaktadır. Bu sıcaklıkta zayıf arı kolonisinin normal koloniye dönüşmesi zor olacaktır. Özellikle kış aylarında bu zayıf arı kolonisinin yaşaması mümkün değildir.

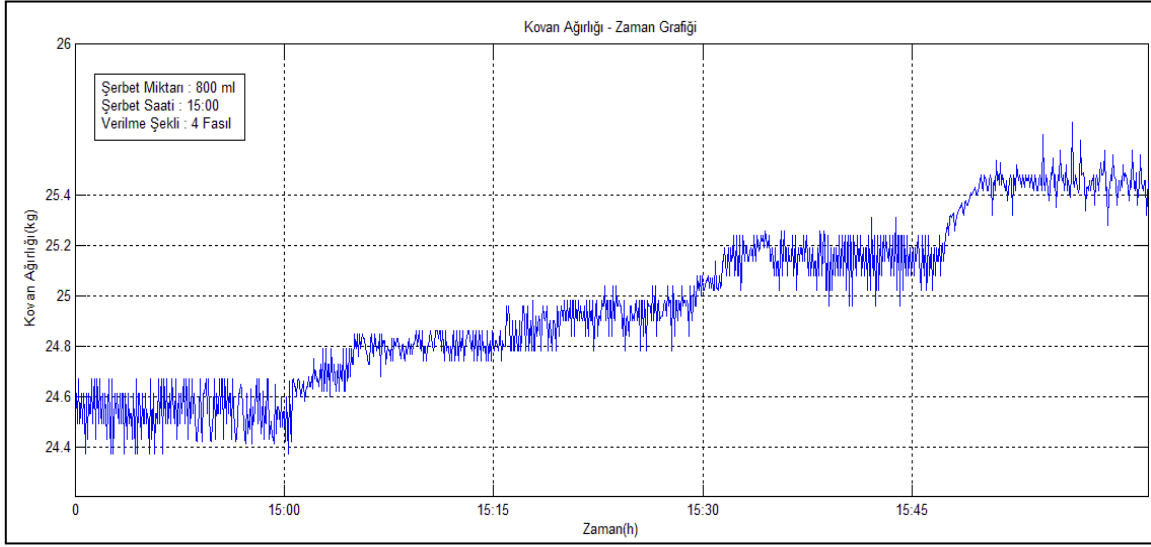


Şekil 15. Kovan içi ve dış ortam nem oranı.

Şekil 15'de kovan içi nem oranı ve dış ortam nem oranının değişimi verilmektedir. Grafikte dış ortamın nem oranı %90'ları geçince zayıf arı kolonisi kovan içerisinde yeteri oranda iklimlendirme yapamadığı için kovan içerisinde de nem oranı %80 seviyelerini geçmektedir. Kovan içi nem oranının %80'den fazla olması bal arılarının yaşamsal aktivitelerinin yavaşlamasına, hatta uzun süre yüksek nem oranına maruz kalırsa arı ölümlerine bile neden olmaktadır.

Bal arılarının yaşamsal aktivitelerini devam ettirebilmeleri için dış ortamdan nektar toplamaları gerekmektedir. Yeterli besin kovan içinde depolanmadığı takdirde zayıf arı kolonisinin kış mevsimini çıkarması mümkün değildir. Bal arısı kolonilerinin

hızlı bir şekilde çoğalması için düzenli bir şekilde beslenmesi gerekmektedir. Zayıf arı kolonilerinin günlük düzenli şerbete ihtiyacı olduğundan besleme işlemi otomatik olarak yapılmaktadır. Ayrıca arıcı istediği herhangi bir anda da arılara şerbet verebilmektedir. Burada sistem kullanıcısı, arıcılık ile uğraşan kişidir. Eğer kullanıcı bilgisayar tarafındaki programdan şerbetin verilme şeklini belirlemezse mikrodenetleyici tarafındaki program otomatik olarak akşam güneş batınca kovan içinde kalan şerbet miktarına ve arıların gün içindeki çalışmalarına bağlı olarak otomatik şerbet vermektedir. Şekil 16'da kullanıcı tarafından 25/07/2010 saat 15:00'da 800 ml şerbetin 4 fasıla halinde verilmesini gösteren grafik verilmektedir.



Şekil 16. Verilen şerbet zaman grafiği.

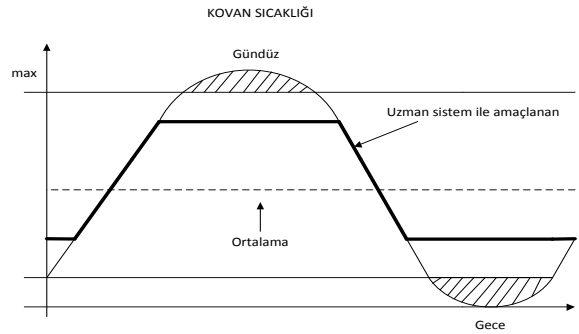
Kovan dışında konumlanmış olan şerbetliğin ağırlığı kovan ağırlığına etki etmemektedir. Programda gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra uygulama düğmesiyle ayarlar kaydedilir. Daha sonra şerbet verme zamanı geldiğinde seri porttan gerekli bilgiler kablosuz olarak gönderilmektedir.

4. UZMAN SİSTEM İLE SICAKLIK VE NEM DENETİMİ

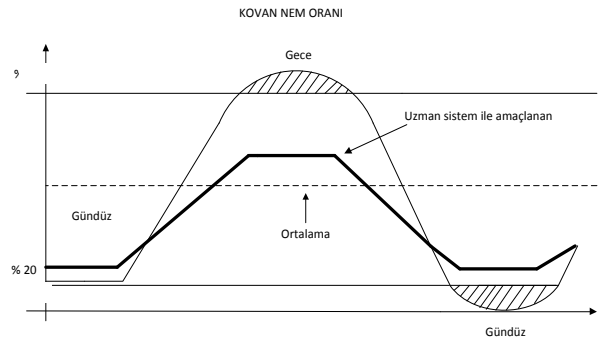
Bal arıları normal aktiviteleri için 21°C - 35°C arasında kovan içi sıcaklığa ihtiyaç duyarlar. Uzman sistem ile kovan içi sıcaklık en az 21°C en fazla 35°C arasında olacak şekilde ayarlanmıştır. Şekil 17'de bir günlük periyotta kovan içi sıcaklığının dış ortam sıcaklığına göre değişiminin temsili grafiği verilmektedir.

Aşırı nem oranı ya da çok düşük nem oranı da arılar için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Nosema, kireç ve taş hastalığının gelişme ve yayılmasını engellemek için kovan içi nem oranının düşük tutulması, kovan iç sıcaklığının dengeli tutularak ani düşüşlere sebebiyet verilmemesi gerekmektedir (Bacandritsos ve ark., 2010). Şekil 18'de kovan içi nem oranının dış ortam nemine göre değişiminin temsili grafiği verilmektedir.

Kovan içi nem oranı genel olarak belirli aralıklar içinde olmalıdır. Çok düşük nem oranının bal üzerinde olumsuz etkileri olacaktır. Aynı şekilde yüksek nem oranlarında da çeşitli hastalıklar baş göstermektedir (Silici, 2009). Sıcaklık ve nem oranının uygun aralıklarda tutulması ve ani dalgalanmaları engellemek gerekir (Bacandritsos ve ark., 2010).



Şekil 17. Kovan içi sıcaklığın temsili değişimi.



Şekil 18. Kovan içi nem oranı temsili değişim grafiği.

Gözlem deneyi sonucunda sıcaklık ve nem değerlerinin arılar için uygun olan aralıklarda olmadığı görülmektedir. Ayrıca kovan ağırlığında da beklenen artış olmamıştır. Gözlem deneyi sonuçlarına bakarak zayıf arı kolonisinin gelişip büyümesi ve sağlıklı bir koloniye dönüşmesi için şu yaşamsal desteklerin

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

- Soğuk iklim koşullarında zayıf arı kolonisinin kovani yeterli oranda ısıtamayacağı dikkate alınarak kovan içerisi ısıtılmalıdır.
- Sıcak iklim koşullarında ise zayıf arı kolonisinin kovani yeteri oranda havalandıramayacağı ve aşırı sıcaklığı düşüremeyeceği dikkate alınarak kovan içerisi havalandırılmalıdır.
- Aşırı nem bulunan ortamlarda zayıf arı kolonilerinin yeteri oranda iklimlendirme yapamayacağı tespit edildiğinden kovan içerisinde iklimlendirme yapılmalıdır.

- Yukarıda bahsi geçen koloni için normal olmayan hava koşullarında ve normal hava koşullarında zayıf arı kolonisinin düzenli bir şekilde beslenmesi gerekmektedir.

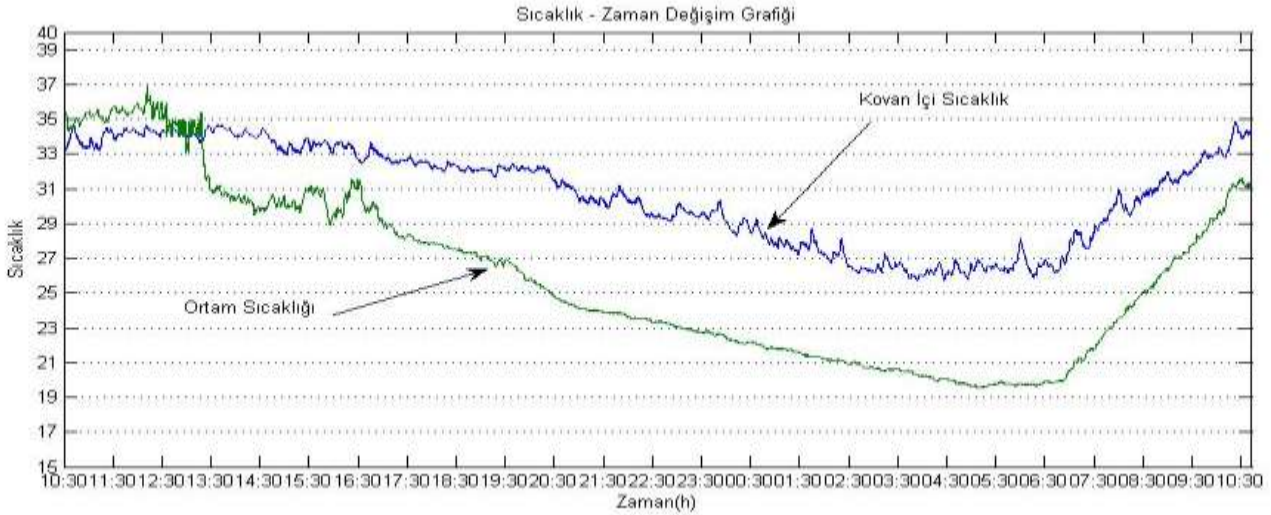
Zayıf arı kolonisine yaşamsal destekler vermek ve güçlü koloniye dönüşmelerini sağlamak için arı kovanının uzman sistem ile denetimi sağlanmaktadır. Uzman sistemde bilgi tabanı kovan içi uygun sıcaklık ve nem çıkarım kuralları kümesinden oluşmaktadır. Bu kurallar gözlem deneyi sonuçlarına bakılarak oluşturulmuştur. Uzman bilgisine dayanarak geliştirilen örnek kurallar Çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. Uzman sistem yazılımının örnek kuralları.

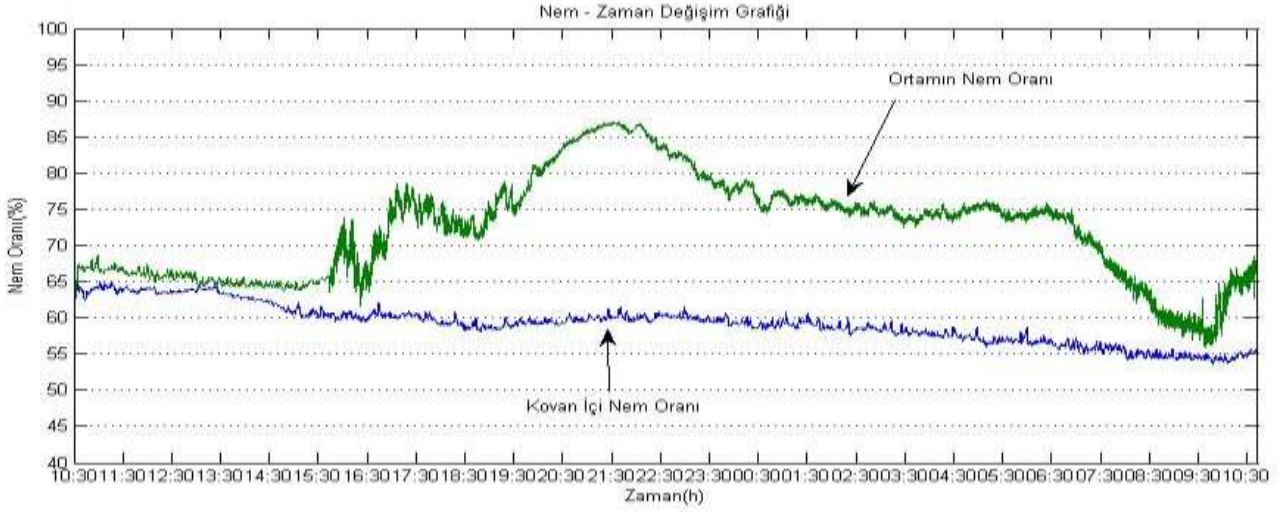
IF	Kovan içi Sıcaklık <30°C	AND	Kovan içi Nem >65	THEN	Isıtıcı Çıta ve Havalandırma kapağını çalıştır.
IF	Kovan içi Sıcaklık >34°C	AND	Kovan içi Nem >60	THEN	Havalandırma kapağını çalıştır.
IF	Kovan içi Sıcaklık <30°C	AND	Kovan içi Nem =65	THEN	Isıtıcı Çıtayı çalıştır.

Zayıf arı kolonisinde sıcaklık düşük olduğu zamanlarda kovan içerisine yerleştirilen ısıtıcı çerçeve yardımıyla kovan içerisi ısıtılmaktadır. Bu sayede kovan içi sıcaklığın arı kolonisine zarar verebilecek değerlere inmesi otomatik olarak engellenmektedir.

Şekil 19'da sıcaklık değişim grafiği verilmektedir. Arıların normal aktiviteleri için gerekli olan kovan içi sıcaklık aralığı 25°C–35°C uzman sistem yazılımı ile sağlanmaktadır. Böylece arı kolonisinin hızlı bir şekilde büyüyüp güçlü koloniye dönüşmesi sağlanır.



Şekil 19. Kovan içi ve dış ortam sıcaklığı.



Şekil 5.2. Kovan içi ve dış ortam nem oranı.

Kovan içi nem oranı yüksek olduğu zamanlarda kovan üzerine yerleştirilen step motorlu iklimlendirme çitası küçük hava hareketleri yardımıyla kovan içerisi için uygun nem oranının elde edilmesi sağlanmaktadır. Şekil 20'de görüldüğü gibi dış ortam nem oranı arttığında sistem otomatik olarak devreye girmekte ve kovan içi nem oranının ayarlanmasına sağlamaktadır. Nem oranı ise %60 seviyesinde sabit tutulabilmektedir. Böylece zayıf arı kolonisi için kovan içi uygun sıcaklık ve nem değerleri sağlanmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Arıcılar zayıf arıları kış döneminde kovan birleştirerek kazanmakta ya da kendi kaderlerine bırakmaktadırlar. Kış mevsiminde sıcaklıkta çok fazla düşüş olduğundan ve zayıf arılar da kovan içerisini yeterince ısıtamadığından ölmektedirler. Geliştirilen sistem sayesinde arı yetiştiricileri zayıf ve bakıma muhtaç arı kovanlarını normal bir koloni haline rahatlıkla dönüştürebilirler.

Gezici arıcılık yapan üreticilerin taşındıkları bölgenin bal verimini ve çevre şartlarını rahatlıkla izleyip arılar için uygun olup olmadığını öğrenmeleri bu sistemle mümkündür. Ayrıca bu uzman sistem denetimli kovan ile arı kovanlarının davranışları akademik çalışmalar için izlenebilir. Ölçülen parametreler dışında da sisteme yeni parametrelerin eklenmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

Akkaya, H., 2010. Son yıllarda sıklıkla karşılaşılan nedeni bilinmeyen arı ölümleri ve bunlara karşı

çözüm önerileri=besinsel ve çevresel ilişkiler. 2. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla, s.103-110.

Albayrak, A., 2011. Uzman Sistem Denetimli Arı Kovanı Tasarımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük Üniversitesi.

Albayrak, A., Bayır, R., 2010. Zeki denetimli arı kovanı. 2.Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla, s.177-186.

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., *Arı Kovanları için Bal Üretimi Takip Sistemi*. 2009/02062, *Türk Patent Enstitüsü* (devam ediyor).

Bayır, R., Albayrak A., Arı Kovanları için Sıcaklık ve Nem Denetimi Sistemi. 2009/02062, *Türk Patent Enstitüsü* (devam ediyor).

Bayır, R., Arı Kovanları için Otomatik Şerbetlik Sistemi. 2009/02062, *Türk Patent Enstitüsü* (devam ediyor).

Bingöl, O., Altıntaş, A., Öner, Y., 2006. Microcontroller based solar-tracking system and its implementation. *Pamukkale Üni. Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2): 243-248.

Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G., Potts, S. G., 2011. *Pollination services in the UK: How important are honeybees?*. *Agriculture*,

- Eco systems and Enviroment*, Vol: 142, 137–143.
- Elmas, Ç., 2007. Yapay zeka uygulamaları. *Seçkin Yayınevi*, Ankara, s.21-22.
- Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissiere, B.E., 2009. *Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecol. Econ.* 68 (3), 810–821.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.* 274 (1608), 303–313.
- Özyurt, B., Eğrican, Nilüfer A., 2010. *Buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi şarj dağılımının deneysel incelenmesi. İTÜ Mühendislik Dergisi*, Cilt 9, Sayı 2, 95-104.
- Popa, V., Popa, E., 2010. Device for Measuring and Regulating air Temperature and Humidity. *Proligno*, Vol 6, No: 1.
- Silici, S., 2009. Bal Arısı Biyolojisi ve Yetiştiriciliği. *Eflatun Yayınevi*, Ankara, s.12-34.
- Sudarsan, R., Thompson, C., Kevan, G. P., Eberl, J. H., 2012. *Flow currents and ventilation in Langstroth beehives due to brood thermo regulation efforts of honeybees. Journal of Theoretical Biology*, Vol: 295, 168 – 193.
- Southwick, E. E., 1982. Metabolicenergy of intact honeybee colonies. *Comparative Biochemistry&Physiology*, Vol 71: 277-281.

EXTENDED ABSTRACT

GOAL

Expert system controlled beehive was designed for the honey bee colonies which are weak and in need of care in order to ensure that they are transformed into normal colony beehives. Weak bee colonies need vital support, since they cannot grow up in extreme hot and cold weather conditions. The most appropriate values of humidity and temperature were obtained for the colony inside the hive with expert control system. In addition, weight gain of weak bee colony was monitored. Sherbet was given automatically when needed.

MATERIALS AND METHODS

This beehive consists of weight, temperature measurement and control, humidity measurement and control, automatic sherbet system, energy generation with solar panels and communication

subsystems. Sherbet system, heater frame and sensors were placed in the hive. Electronic circuits were placed under the cover of hive. The flowing of sherbet and electric connection were provided with drill holes on the side of hive cover. The beehive's weight was measured in order to observe the flow of honey. For this purpose, load cell was placed under the hive. The colonies weight increase was observed by measuring hive's weight constantly.

The temperature measurement and control system consists of a heater frame placed just beside of other frames and sensors. SHT11 temperature and humidity sensors were used for measuring the temperature in hive and out of hive. A SHT11 was placed out of hive and two were placed in hive. The heater frame operates with 12V. The heater frame uses 36W power and do not emits any vibration or sound.

The humidity measurement and control system consists of three sensors that can measure temperature and humidity at the same time and a dehumidification cover. This system is intended to reduce extreme high humidity in the hive. Two sensors are placed inside the beehive. Another one is used to measure the humidity rate in the external environment. The humidity measurement and control system operates by a movable cover which is placed on the wood cover that is used for covering the hive. This movable cover moves by a step motor and provides small air conditioning. These air movements do not disturb bees and do not cause any vibration.

The weak bee colonies were fed in an orderly manner by sherbet system. Sherbet was given only at nights automatically. Sherbet quantity that is given was calculated according to the activities of bees within a day and also quantity of remaining sherbet. The amount calculated was given at one time or intermittently at the sunset.

The energy requirement of the sensors in the hive, RF communication module and other electronic cards were provided by solar panel energy generation system. Two 40-Wp solar panels connected in parallel and are placed on the hive.

The communication between computer and hive is established by RF technology. RF communication is not only one way but also two-way communication between computer and microcontroller on hive, so, two-way communication is provided. The measured parameters by microcontroller are as follows: the hive temperature, humidity of the hive, hive weight, ambient temperature and humidity. These

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

parameters are measured continuously and sent to remote computer by microcontroller. These parameters were measured 15 times per minute and transmitted to a remote computer via serial port, then, data was read and recorded.

Software was developed within C#.Net environment, one of the visual programming languages, in order to save and analyse data obtained from the beehive. Moreover, graphical representation of data was carried out with the software developed. The software reads RF module that is connected to the serial port. In addition, the software saves the data in the database.

The expert system controlled hive was observed 10 days. According to the observations carried out, some vital supports must be given to weak bee colonies to grow up and become a healthy colony. These are given below.

- In cold climate conditions, weak bee colonies cannot heat the hive sufficiently. So the hive should be heated.
- In hot climate conditions, weak bee colonies cannot ventilate the hive sufficiently. So the hive should be ventilated.
- In extreme humidity conditions, weak bee colonies cannot make air conditioning sufficiently. So the hive should be air conditioned.
- In normal and abnormal weather conditions, weak bee colonies should be fed in an orderly manner.

The intelligent control of beehive is ensured to give vital support to weak bee colonies and evolve into a strong colony. In expert system, knowledge base

consists of inference rules sets of beehive optimal temperature and humidity. This rule was created according to observation results.

The hive heated with the heater frame that was placed in the hive when temperature is low within the hive. Thereby, decreases in hive temperature to low values that could harm bee colonies are prevented. The system could react automatically and adjusts the humidity level when the out of beehive humidity values raise. The humidity level can be kept constant at 60% level.

RESULTS and CONCLUSION

Beekeepers gain combining weak hives of bees or leave them to their fates during the winter. In winter, temperature falls to low levels and weak bees die, because they cannot heat the hive sufficiently. Beekeepers can turn weak bee colonies which are in need of care into strong colonies by this developed system.

Itinerant honey bee growers can benefit from this system when they move to a new location in terms of monitoring honey yield and environmental conditions and also determining whether the conditions are suitable for the bees. Also, bee colonies can be observed for academic studies with this expert controlled beehive. New parameters can be included within the system besides the parameters measured.

Key words: Design of controled bee hive, *Apis mellifera*, honey bee.