

Ahmet BÖBREK<sup>1a\*</sup>

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy  
Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek  
Yüksekokulu, Burdur

<sup>1a</sup>ORCID: 0000-0003-2728-6611

\*Sorumlu yazar:

ahmetbobrek@gmail.com

DOI

[https://doi.org/10.46291/ISPECJASv  
ol6iss1pp72-81](https://doi.org/10.46291/ISPECJASv<br/>ol6iss1pp72-81)

Alınış (Received): 16/09/2021

Kabul Tarihi (Accepted): 20/10/2021

#### Anahtar Kelimeler

Kapalı tarım, iklimlendirme, sıcaklık kontrolü, nem kontrolü

#### Keywords

Indoor agriculture, air conditioning, temperature control, humidity control

### Hidroponik Yöntem Kullanılarak Kaba Yem Üretiminde Sıcaklık ve Nem Takibi için Nesnelerin İnterneti Kullanımı

#### Özet

Dünyada artan nüfusla beraber gıda talebi de artmaktadır. İklim değişikliği ve su kaynaklarının azalması gibi nedenlerle yoğun üretim yapılmasına rağmen gıda arzı yetersiz kalmaktadır. Hayvansal gıda ihtiyacının karşılanması için sektörün temel girdilerinden biri olan yem üretim tekniklerinde daha verimli yöntemler araştırılmaktadır. Üretim arayışları sonucunda tercih edilen yöntemlerden birisi hidroponik yöntem ile kaba yem üretimidir. Dikey tarımı ile daha dar üretim alanlarında daha çok üretim yapılabilen ve kaynak kullanımında %90'ları aşan tasarruf sağlanmaktadır. Hidroponik yöntem ile kaba yem üretiminde yem bitkilerinin tohumları çimlendirilerek 6-8 gün aralığında yeşil olarak hayvan beslemede kullanılmaktadır. Tohumların çimlendirilmesinde çok az miktarda normal su veya besinli su kullanılmaktadır. Hidroponik yöntemle üretilen hasılın hayvan beslenmesine uygun olduğu araştırmalardan anlaşılmaktadır. Hidroponik sistemlerde sıcaklık ve nem arasında sürekli bir dengenin sağlanması gereklidir. Yem üretimi için kurulan sistemlerde sıcaklık nem dengesinin iyi ayarlanamaması nedeniyle küflenmeler yaşanabilmektedir. Araştırmalarda küflenmenin yem kalitesini azalttığı hatta hayvanların ölümüne bile neden olabildiği belirtilmektedir. Yem üretiminde çok büyük bir ihtiyaca cevap veren kapalı üretim sistemlerinde uygulanan tüm işlemlerin hassas bir şekilde kontrol edilmesi gereklidir. Bu çalışma kapsamında hidroponik yöntemle kaba yem üretiminde nem ölçüm hatalarının azaltılmasına çalışılmıştır. Gerçekleştirilen ölçüm donanımı ile alınan ölçüm verileri sayısal filtreler kullanılarak işlenmiştir. Yeterli veri elde edildiğinde yapay zekâ çalışmalarında kullanılarak farklı yem bitkilerinin tohum çimlendirilmesi üzerine araştırmalar yapılabilecektir.

### Using Internet of Things for Temperature and Humidity Monitoring in Forage Production Using Hydroponic Method

#### Abstract

With the increasing population in the world, the demand for food is also increasing. Despite intensive production due to reasons such as climate change and decrease in water resources, the food supply remains insufficient. More efficient methods are being researched in feed production techniques, which is one of the main inputs of the sector, in order to meet the need for animal food. One of the preferred methods as a result of production searches is the production of roughage by hydroponic method. With vertical agriculture, more production can be made in narrower production areas and more than 90% savings are achieved in resource use. In the production of roughage by hydroponic method, the seeds of forage plants are germinated and used in animal feeding as green in 6-8 days. A very small amount of normal water or nutrient water is used for germination of seeds. It is understood from research that the product produced by hydroponic method is suitable for animal nutrition. In hydroponic systems, it is necessary to maintain a constant balance between temperature and humidity. In systems established for feed production, molds may occur due to the inability to adjust the temperature and moisture balance well. In researches, it is stated that mold reduces the quality of feed and can even cause the death of animals. All processes applied in closed production systems, which meet a great need in feed production, must be precisely controlled. Within the scope of this study, it was tried to reduce moisture measurement errors in roughage production by hydroponic method. The measurement data taken with the realized measurement equipment were processed using digital filters. When sufficient data is obtained, it will be possible to conduct research on seed germination of different forage plants by using it in artificial intelligence studies.

## GİRİŞ

Geleneksel tarım yöntemleriyle üretim küresel ısınma ile oluşan iklim değişikliği ve kullanılabilir su kaynaklarının azalması gibi sebeplerle artık sürdürülemez hale gelmiştir. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi doğal kaynakların kullanımının azaltılması için farklı üretim stratejileri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Nüfus artışıyla beraber kişi başına tarımsal üretim için kullanılabilecek toprak miktarı da azalmaktadır. Gıda talebinin karşılanabilmesi için, tarımsal üretimde alan başına üretilen ürün miktarının artırılması gereklidir. Hayvansal gıdaların üretiminin artırılması için verim artışı ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Irk ıslahı için yapılan genetik çalışmalara ilave olarak yem üretimi ve çeşitlendirilmesi gibi verim artışı sağlayabilecek yöntemler araştırılmaktadır.

Hayvanların beslenmesinde en önemli ve en ucuz beslenme kaynağı kaba yemdir. Kaba yem, %14' ten fazla su ya da kuru madde ve %16-18' den fazla selüloz içeren besin maddeleri olarak tanımlanır. Geviş getiren hayvanların fizyolojisine uygun olması, tokluk hissi vermesi, düşük enerjili olması gibi nedenlerle rasyonların ana kaynağını oluşturur (Aktar ve ark., 2021; Özkan & Şahin Demirdağ, 2016). Ülkemizde hayvan beslemede kullanılan kaba yemin karşılanmasında yaz aylarında sıkıntı çekilmemektedir. Otlaklardaki bitkiler, tahıl artıkları (sap saman), bitki posaları kaba yem olarak kullanılabilir. Kış aylarında kaba yem olarak genellikle kuru ot ve silaj kullanılmaktadır. Son yıllarda çayır ve mera olarak ayrılan alanların amaç dışı kullanımı ve ağır otlatma gibi sebeplerden dolayı bu alanlar azalmakta ve kalitesi düşmektedir. Bu alanlar ancak koyun merası olarak değerlendirilebilmektedir. Sonuç olarak kaba yem ihtiyacı daha çok artmaktadır (Hanoğlu, 2014). Hayvancılığın gelişme durumuna göre yem bitkilerinin ekiliş oranının tarla tarımı içerisindeki oranı incelendiğinde gelişmiş ülkelerde bu oranın %25' in üzerinde olduğu görülmektedir. Bu

oran ülkemizde 2019 verilerine göre %13,65 olarak tespit edilmiştir (Özkan, 2020). Kaba yem ihtiyacının karşılanmasında yem bitkilerinden sonra dolgu malzemesi olarak bitki artıkları (sap, saman) kullanılmaktadır. Saman kullanımı ile yeterli kalite sağlanmamakta ve verim düşmektedir. Kaba yem açığının kapatılmasında alternatif yem kaynakları aranmaktadır. İklim değişikliği, ekonomik krizler nedeniyle gıda fiyatlarının artması, çölleşme gibi zorluklar nedeniyle geleneksel tarım yöntemleriyle üretim zorlaşmıştır. Daha ucuz ve daha kaliteli yem üretimi için hidroponik teknikler araştırılmaktadır. Hidroponik kaba yem üretimi besin değerlerinin kontrol edilebilmesi, daha az su tüketimi, daha iyi verim ve kalite, üretimde pestisit kullanımının azaltılması gibi çeşitli avantajlara sahiptir (Tadjine ve ark., 2019). Hidroponik üretimde bitkiler toprak kullanılmadan mineral besin çözümleri kullanılarak su ile beslenir. Çimlenen bitkilerin hasat edilmesi 6 ile 8 gün arasında yapılmalıdır. Hasat zamanının uzaması bitkinin besin değerini düşürecektir (Karaşahin, 2017). Hidroponik üretim kullanılarak üretilen yem, beta karoten, eser elementler ve vitaminler açısından zengindir. Besleyiciliği, sürekli üretilebilir olması ve doğal kaynak kullanımını azaltması nedeniyle tercih edilmektedir (Marsico ve ark., 2009). Yem kaynağı olarak tahılların çimlendirilmesi için hidroponik sistem kurulum maliyeti, işçilik ve amortisman giderleri sınırlamalar olarak değerlendirilebilir. Hidroponik üretimde küf oluşumları meydana gelebilir. Küf oluşumu beslenme performansını düşürdüğü gibi zaman zaman ölümlere neden olabilen yaygın bir durumdur (Dung ve ark., 2010). Yapılan araştırmalarda oluşturulan bazı raporlar hidroponik üretimde aşırı nemin küf sorunlarına neden olduğunu belirtmektedir. Nemin azaltılması ve kuru madde içeriğinin artırılması için tüketim sırasında saman eklenmesi önerilmektedir (Yurtseven ve ark., 2020). Her ne kadar saman eklenmesi

önerilse de günümüz teknolojisi ile nem kontrolü sağlanarak küflenme engellenebilir. Yüksek miktardaki üretimlerde yetiştiricinin küf oluşumunu takip etmesi çok zordur. Hayvan sayısının çok olduğu çiftliklerde yem incelenmeden karıştırılmaktadır. Yemdeki küf oluşumlarını tespit etmek yerine küf oluşumunun engellenmesi daha ekonomiktir. Otomatik kontrol sistemleri ile yapılan nem ölçümlerinde algılayıcı toleranslarının dikkate alınması gerekir. Algılayıcı toleransları nem oranının artışıyla birlikte daha yüksek seviyelere çıkmaktadır. Hidroponik sistemlerdeki sıcaklık ve nem dengesinin kontrol edilmesi sera kontrol sistemleriyle benzerlik göstermektedir. Seralarda iklim kontrolü ile ilgili yapılan çalışmalarda temel beklentiler içerisinde algılayıcı maliyetinin azaltılması ve algılayıcı duyarlılığının iyileştirilmesi olduğu belirtilmektedir (Hocagil ve ark., 2005). Seralarda sıcaklık ve nem dengesinin kontrolünde sıcaklık nem ve CO<sub>2</sub> yoğunluğunun birbirlerine etkisi dikkate alınmalıdır. Örneğin artan sıcaklığın düşürülmesi için açılan havalandırma sistemi CO<sub>2</sub> yoğunluğunu ve bağıl nem oranını düşürür (L ve Öztürk, 2005; Van Straten ve ark., 2000). Seralarda sıcaklık ve nemin birlikte değerlendirilmesi amacıyla farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Özellikle bulanık mantık ve yapay zekâ teknikleri kullanılarak kaynak kullanımının optimum hale getirilmesi hedeflenmektedir. Çalışmalarda kontrol sistemlerinde programlanabilir denetleyiciler veya bilgisayar sistemleri kullanılabilir (Ayan ve Şenol, 2016; Şenol ve ark., 2019). Teknolojinin gelişim ile birlikte uzaktan izleme ve kontrol sistemleri daha popüler ve yaygın hale gelmiştir. Zaman ve işgücü maliyetlerinin azaltılabilmesi sistemlerin genel tercih sebebidir. Uzaktan izleme sistemleri aynı zamanda kontrol amacıyla da kullanılabilir işçinin üretim merkezine sürekli gidip gelmesine gerek kalmamaktadır. Isıtıcı, sulama sistemi havalandırma sisteminin uzaktan kontrolü mümkün olmaktadır (Danita ve ark.,

2019). İnternetin yaygınlaşması ve hızının artmasıyla, birbirlerini algılayabilen, kendi arasında haberleşebilen cihazlar aracılığıyla nesne ağları oluşturulmuştur. Nesnelere interneti (IoT) olarak isimlendirilen bu ağların yapısı özellikle küçük algılayıcı verilerinin taşınmasında oldukça uygundur. Altyapı olarak internete açılabilen çok farklı cihazlar bulunmaktadır. Bunun yanında IoT haberleşmesinin altyapısını sağlayan pek çok sunucu bulunmaktadır. Sunucu hizmetlerinde ticari kullanımlarda genellikle ücretlendirme alınan veri ve veri alınma sıklığına göre fiyatlandırılmaktadır. Nem ve sıcaklığa bağlı kontrol için hazırlanan donanımlarda kullanılan algılayıcıların fiyatları hassasiyet oranlarına göre değişmektedir. Algılanan değerlerde ani çıkış ve inişler sistem üzerinde yanlış yorumlara sebep olabilmektedir. Ani değişen bu değerlerin sistem yorumlamasına hata yaptırmasını engellemek veya daha düşük maliyetli algılayıcıların kullanılabilmesini sağlayabilmek için sayısal filtrelerden yararlanılabilir. IoT kullanımının yaygınlaşması internet hızlarının artması sinyal işleme uygulamalarında uzak sunucuların kullanılabilmesini sağlamıştır. Bu çalışmada hidroponik üretimdeki küflenme tehlikesinin engellenmesi için nem kontrolünde nem ölçüm hatalarını azaltmak için sayısal filtre kullanımının etkisi incelenmiştir. Bunun için IoT platformu ve MATLAB entegrasyonunda medyan filtre uygulaması yapılmıştır. Medyan filtre sayısal veri dizilerinde istenmeyen ani sinyal değişikliği olarak belirtilen etkilerin (spike) giderilmesinde oldukça başarılıdır (Kırbaş, 2020).

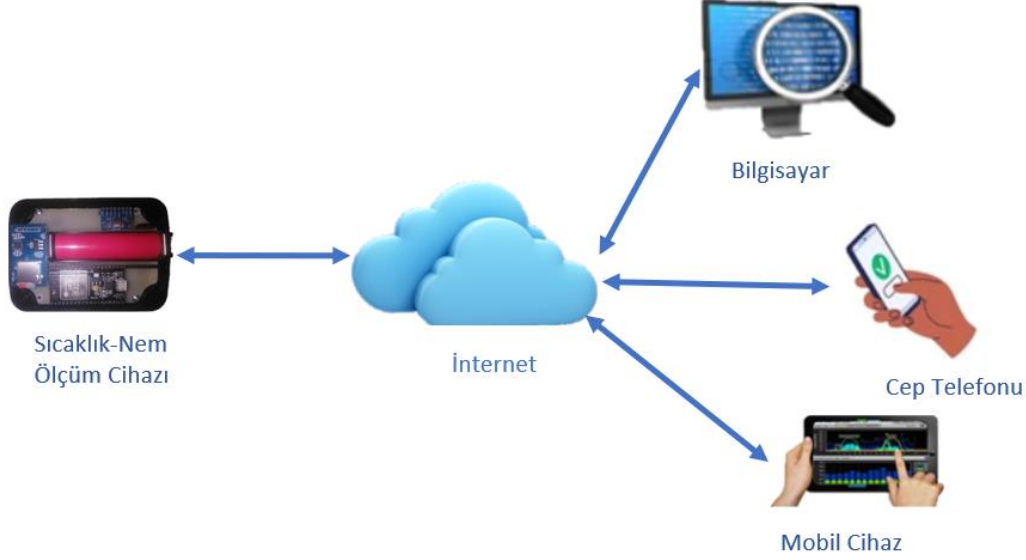
## **MATERYAL VE YÖNTEM**

### **Nem ve sıcaklık ölçüm sistemi genel yapısı**

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin önemli ihtiyaçlarından olan kaba yemin üretiminde kullanılan hidroponik sistemlerde istenmeyen sıcaklık ve nem değişimleri nedeniyle ürün küflenmeleri yaşanabilmektedir. Otomatik kontrol

sistemlerinde, nemlendirici sistemin çalışma performansı, düzenli ve doğru nem ölçümlerinin yapılmasına bağlıdır. Nem

ölçümünün yapılabilmesi için önerilen ölçüm sisteminin genel yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 Sıcaklık-Nem Kontrol Sistemi Genel Yapısı

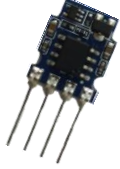
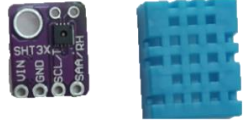
Sıcaklık-nem ölçüm cihazı, internete bağlanabilmektedir. İnternet ortamında veriler IoT sunucularında depolanmaktadır. IoT uygulamalarında veri alışveriş kapasitesi sınırlı uygulamalar için ayrı bir sunucu kullanmak yerine hizmet alınması daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Bu çalışmada veri iletimi için IoT hizmeti sağlayan Thingspeak platformu kullanılmıştır. Thingspeak, internet ortamını kullanarak özellikle algılayıcı verilerini depolamada kullanılan web tabanlı bir kaynak sağlayıcısıdır(Pasha, 2016).

#### İlk örnek donanımı ve yazılımı

Sıcaklık ve nem ölçümü için, internet üzerinden haberleşebilen bir donanım hazırlanmıştır. Ölçüm cihazının mikrodenetleyicili kısmı programlanarak sıcaklık ve nem ölçümlerini yapmaktadır. Ölçüm verilerinin uzak merkezlerden

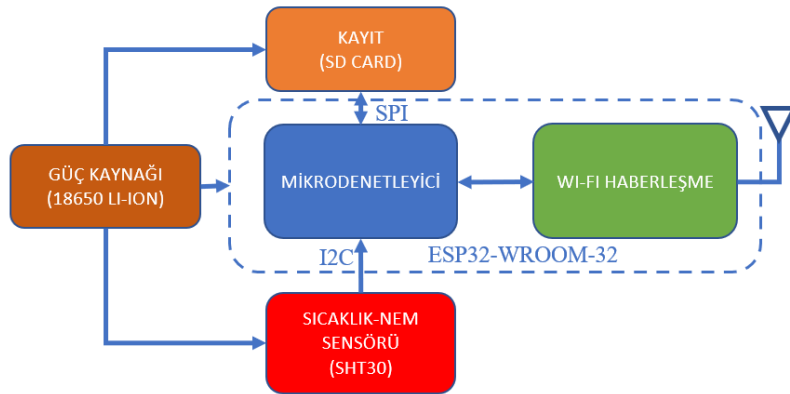
değerlendirilebilmesi için internet üzerinden aktarım yapabilecek donanımın eklenmesi gereklidir. ESP modül (Espressif Systems Company, 2013) internete bağlanarak haberleşme ve mikrodenetleyici kullanarak yazılımla kontrol özelliklerini birlikte sunmaktadır. Sıcaklık ve nem ölçümü için piyasada yaygın olarak kullanılan pek çok algılayıcı bulunmaktadır. Algılayıcı fiyatları ölçüm aralığı ve hata payı gibi parametrelere göre değişim göstermektedir. Endüstriyel olarak sınıflandırılan algılayıcı fiyatları ucuz algılayıcılara göre 15-20 kat daha pahalı olabilmektedir. Erişimi kolay fiyat olarak daha ekonomik olan DHT11 (Mouser Electronics, 1995) ve SHT30 ((Mouser Electronics, 2016) sıcaklık ve nem algılayıcılarının başlıca özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1** DHT11 ve SHT30 algılayıcı özellikleri



Özellik	DHT11	SHT30
		
Besleme gerilimi	3 V ile 5 V	2,4 V ile 5,5 V
Nem ölçüm çözünürlüğü (Maks)	0,05 %RH	0,01 %RH
Sıcaklık ölçüm çözünürlüğü (Maks)	0,010 °C	0,015 °C
Hata oranı (nem)	±3,0	±3,0
Hata oranı (sıcaklık)	±0,4 °C	±0,3 °C
Ölçüm Süresi	320 ms	15 ms

Nesnelerin İnterneti (IoT) olarak bildiğimiz teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte ESP modülleri de yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. ESP modülleri genellikle iletişim ve hata ayıklama için bir mikro USB bağlantısına sahiptir. Kablosuz haberleşme özelliklerine sahip olması, işlem kapasitesi, düşük güç tüketimi ve ekonomik olması nedeniyle ESP donanımı tercih edilmiştir. Nesnelerin interneti (IoT) olarak adlandırılan sistem içerisinde geliştirilen birçok donanım internet üzerinden haberleşebilmektedir. Son yıllara kadar elektronik donanım geliştiricileri internet üzerinden haberleşebilmek için mikro denetleyici kullandıkları sisteme Wi-Fi modül eklerken artık bu donanım modülleri tümleşik olarak kullanıma

sunulmaktadır. Güncel IoT uygulamalarında yaygın kullanılan donanımlardan birisi de ESP modüllerdir (Babiuch ve ark., 2019). Yapılan çalışmada ESP modüller ulaşım kolaylığı, ekonomikliğı ve düşük güç tüketimi nedeniyle tercih edilmiştir. Yaygın olarak kullanılan ESP modüllerinden ESP8266 (ESP8266-12E) ve ESP32 (ESP-WROOM-32) modüllerinin özellikleri **Çizelge 2**'de belirtilmiştir. Mobil ölçüm cihazına ayrıca mikro SD kart donanımı eklenmiştir. Mobil ölçüm cihazı internete bağlanarak verileri gönderebilecek ve gönderdiği verileri kayıt altına alabilecek şekilde tasarlanmıştır. Mobil ölçüm cihazının donanımsal yapısı **Şekil 2**'de gösterilmiştir.

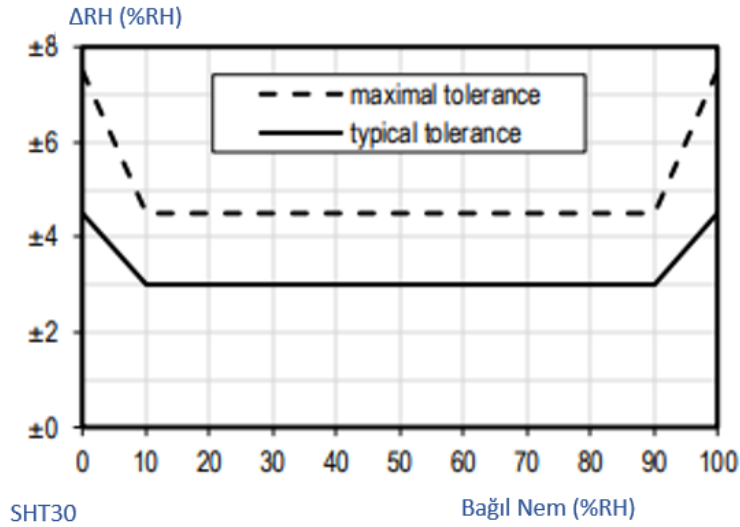
**Şekil 2.** Mobil ölçüm cihazı donanım yapısı

**Çizelge 2** ESP32 ve ESP8266 Karşılaştırması

Özellik	ESP8266 (ESP8266-12E)	ESP32 (ESP-WROOM-32)
		
İşlemci	Tensilica LX106 32 bit	Tensilica Xtensa LX6 32 bit
Çekirdek Yapısı	-	Çift Çekirdek
Çalışma Frekansı	80-160 MHz	160-240 MHz
Flaş Bellek	36 KB	520 KB
SRAM	4MB (maksimum 16MB)	2MB (maksimum 64MB)
Besleme Gerilimi	3.0V- 3.6V	2.2V- 3.6V
Çalışma Akımı	Ortalama 80 mA	Ortalama 80 mA
Programlama	Ücretsiz (C, C++, Lua, vb.)	Ücretsiz (C, C++, Lua, vb.)
Açık Kaynak	Evet	Evet
Wi-Fi	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n
UART	2	3
GPIO	17	32
SPI	2	4
ADC	1 (10-bit)	18 (12-bit)

Nem ölçüm cihazının taşınabilir olması üretim hanede farklı yerlerde çalıştırılabilmesi için enerji ihtiyacının karşılanmasında pille çalıştırılabilecek şekilde tasarım yapılmıştır. Donanımda tercih edilen 18650 Li-ion piller şarj edilebilir ve uzun süre şarj kapasitesi azalmadan kullanılabilir niteliktedir.

Hidroponik üretim odalarında nem değerleri yüksek olduğu için hata oranları maksimum seviyelerdedir. Normal şartlarda algılayıcı çalışma eğrileri incelendiğinde düşük nem oranlarında hata payının azaldığı görülmektedir. SHT30 algılayıcısına ait hata payı-nem ilişkisini gösteren grafik **Şekil 3'** te verilmiştir.

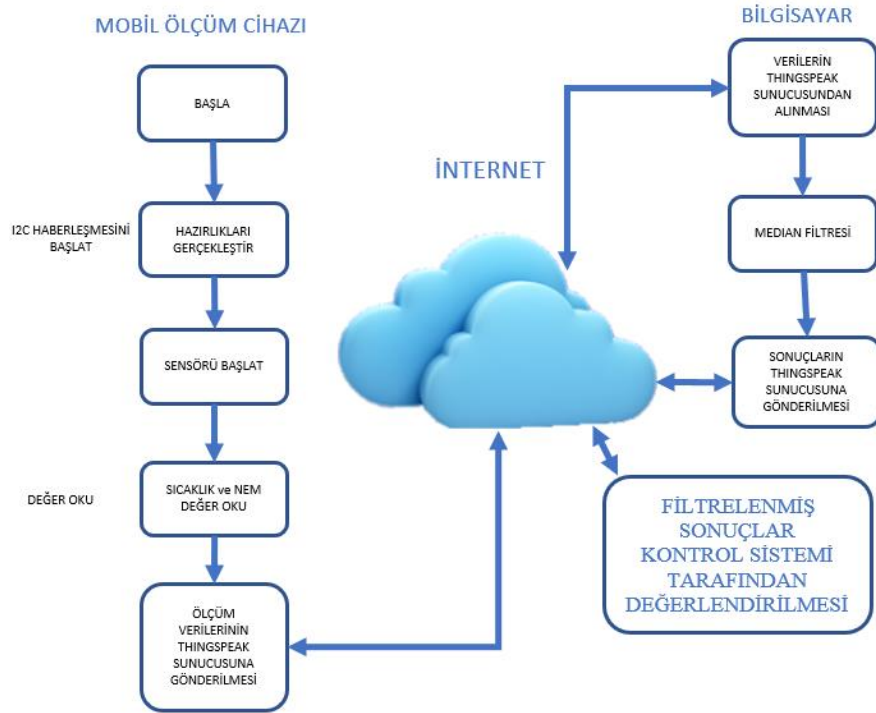
**Şekil 3.** SHT30 algılayıcısı nem-tolerans grafiği

Yüksek nem altında tolerans değerlerinin artması nedeniyle ölçümleri daha kararlı hale getirecek filtreleme ve algoritmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Sinyal işleme uygulamalarında ani fırlayan veya düşen değerlerin (spike) elenmesi ve sinyalin yumuşatılması için medyan filtre kullanılmaktadır (Kırbaş, 2020). Sayısal filtrelerin uygulanması için kullanılan yazılımlar genellikle bilgisayar ortamında çalışmaktadır. Bu çalışmada bilgisayar

ortamında algılayıcı ölçüm doğruluğunu artırmak amacıyla uygulanacak sayısal filtrelerin nesnelerin interneti kullanılarak uzaktan çalıştırılması sağlanmıştır.

### Sıcaklık-nem algılama ve görüntüleme

Mobil ölçüm cihazı ile ölçülen verilerin MATLAB yazılımının kullanılacağı bilgisayara iletilmesi ve sonuçların alınması için uygulanacak akış şeması Şekil 4'te gösterilmiştir.

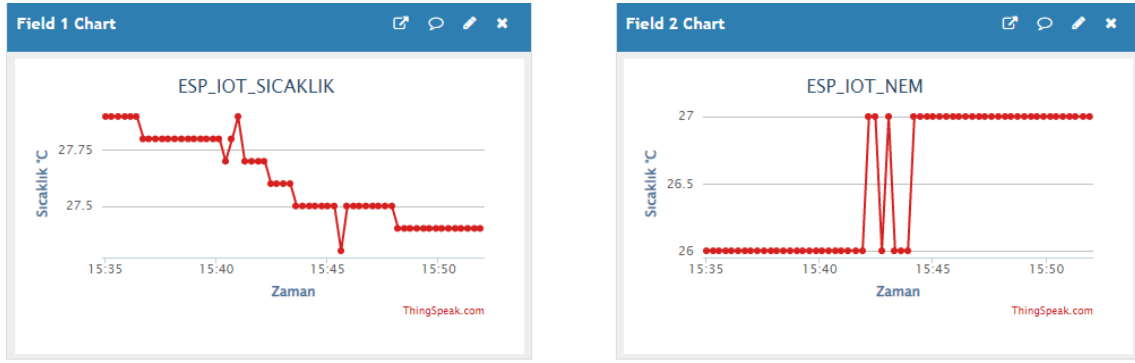


Şekil 3 Sıcaklık-Nem Algılama ve Görüntüleme Akışı

Mobil ölçüm cihazında kullanılan ESP32 modülü üzerine Arduino IDE açık kaynak kodlu yazılımı kullanarak algılayıcı okuma yazılımı yüklenmiştir. Ölçülen nem ve sıcaklık verileri Thingspeak sunucusu üzerinden bilgisayara iletilmektedir. Bilgisayarda MATLAB yazılımı kullanarak filtrelenen veriler tekrar Thingspeak sunucusuna gönderilerek filtrelenmiş verilere erişim sağlanmaktadır. Thingspeak sunucusu ile iletişimde güvenliğin sağlanabilmesi için kanal kimlik numarası ve okuma ve yazma için ayrı

olarak API anahtarı kullanılmaktadır. API anahtarı 16 karakterden oluşmaktadır. API anahtarı ve kanal kimlik numarası kullanarak Thingspeak sunucusundan alınan grafik görüntüleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Thingspeak platformu kullanarak birçok algılayıcı verisi uzaktan takip edilebilir. Bu çalışmada sayısal filtreleme işlemlerinin IoT platformları aracılığıyla uzak sunucular üzerinden fazladan maliyet gerektirmeden yapılabileceği gösterilmiştir.





Şekil 4. Thingspeak sunucusundan alınan grafik görüntüleri

### Medyan Filtreleme

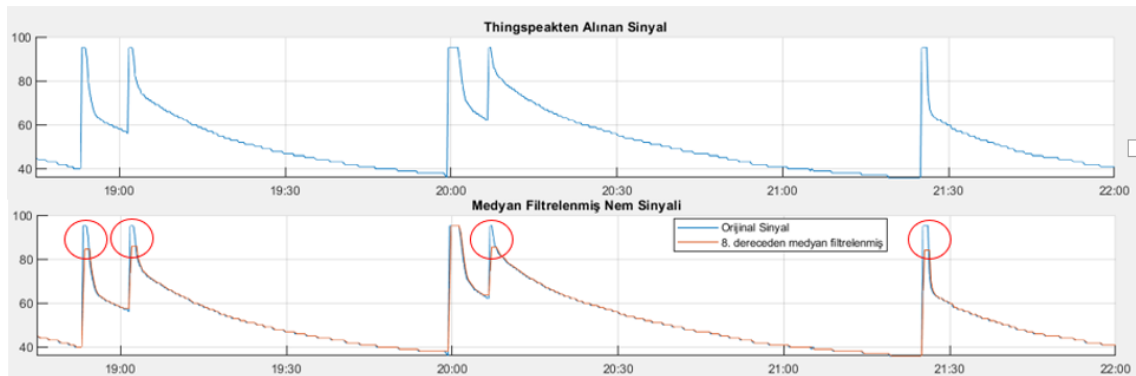
Medyan, ortadaki sayı anlamına gelir. Bulunan sayının üstündeki ve altındaki eleman sayısı eşit olmalıdır. Dizi elemanları sıralanarak ortadaki eleman bulunur. Çift sayıda elemana sahip dizilerde

$$Median = \left\{ \frac{n+1}{2} \right\} th \quad (1)$$

Bu çalışmada medyan filtresi ölçümlerdeki ani sapmaları yumuşatarak hata payının azaltılması için kullanılmaktadır. Thingspeak sunucusundan alınan veriler MATLAB programında filtrelenmiştir. Nem miktarı arttıkça algılayıcıların

ortadaki iki elemanın ortalaması alınır. Genellikle istatistik ve olasılık teorisinde kullanılmaktadır. Sinyal yumuşatma ve aşırı değerleri filtrelemede oldukça başarılıdır. **Eşitlik 1**'de medyan hesaplama formülü gösterilmiştir (Kırbaş, 2020).

toleransı artmaktadır. Buna ilave olarak ucuz algılayıcı donanımların hata toleransının iyileştirilmesi için sayısal filtrelerden yararlanılabilir. Nem sinyaline uygulanmış örnek uygulama görüntüsü **Şekil 6**'da gösterilmiştir.



Şekil 5 Thingspeak sunucusundan alınan grafik görüntüleri

Medyan filtresi ile işlenen veriler incelendiğinde algılayıcı sinyallerinin zaman zaman uç değerlere ani çıkışlar yaptığı kontrol sisteminin algılamasında

yanlış anlaşılmalara neden olabileceği görülmektedir. Filtrelemenin yapılması algılayıcı hatalarını azaltmaya yardımcı olabilir.



## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışma ile hayvan besini üretimi alanında hidroponik yöntemlerle kaba yem üretiminde nem kontrolünde yaşanan sıkıntıları gidermek amacıyla nesnelere internetin kullanıldığı bir uygulama geliştirilmiştir. Nem dengesinin hassas olarak takibini gerektiren kaba yem üretim aşamalarında uzaktan izlemenin yanında uzaktaki bir bilgisayarın verilerin işlenmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir. Hassas kontrol gerektiren birçok uygulamada MATLAB filtrelerinden yararlanılmaktadır. Aynı zamanda yapay zekâ ile ilgili çalışmalarda kullanılabilecek araçlar bu yazılımla desteklenmektedir. Fazladan bir maliyet yüklenmeden uzaktaki bir bilgisayar üzerinden yazılım çalıştırılarak filtreleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapay zekâ uygulamaları ve sinyal işleme algoritmalarının çalıştırılabileceği donanımlara uzaktan erişimi sağlayan nesnelere interneti uygulamaları gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışma tarımsal uygulamalarda da internet tabanlı uygulamalara geçileceğinin bir göstergesidir.

## SONUÇLAR

Dünyada nüfus artışıyla beraber gıda üretiminin de artırılabilmesi için farklı yöntemler araştırılmaktadır. Hayvansal gıda üretiminde kullanılan kaba yem ihtiyacının daha az kaynak kullanımı ile üretilebilmesi için topraksız tarım uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Kontrollü tohum çimlenmesinde küflenmeyi engelleyerek sağlıklı yem üretimi için nem ve sıcaklık kontrolünün hassas bir şekilde takibi gereklidir. Yapılan çalışma ile,

- Tarımsal üretimde kullanılan maliyetli endüstriyel algılayıcılar yerine daha ucuz algılayıcıların hatalarının azaltılarak kullanılabilir hale getirilmesi,
- Nem ve sıcaklık kontrolünde bilgisayar yazılımlarından internet üzerinden kurulum gerektirmeden daha ucuz maliyetlerle faydalanılabilmesi üzerine bir çalışma

yapılmıştır. Çalışma sonucunda internet tabanlı sistemlerin başarılı olduğu ve kullanımının fayda sağlayacağı görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Aktar, Y., Polat, T., Okant, M., Kurt, İbrahim. 2021. Tek yıllık yemlik İtalyan çim (*Lolium multiflorum* L.) çeşitlerinde bazı bitkisel özelliklerin belirlenmesi. ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 5(1): 193-201.
- Ayan, M., Şenol, R. 2016. Bulanık mantık tabanlı-uzaktan erişimli sera otomasyonu. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4:734-746.
- Babiuch, M., Foltynek, P., Smutny, P. 2019. Using the ESP32 microcontroller for data processing. Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference, May 26-29, Poland, Krakow-Wieliczka s:1-6.
- Danita, M., Mathew, B., Shereen, N., Sharon, N., Paul, J. J. 2019. IoT Based Automated Greenhouse Monitoring System. Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, June 14-15, India, Madurai s: 1933-1937.
- Dung, D. D., Godwin, I. R., Nolan, J. V. 2010. Nutrient content and in sacco degradation of hydroponic barley sprouts grown using nutrient solution or tap water. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(18): 2432-2436.
- Espresif Systems Company. 2013. ESP32-WROOM-32 Datasheet. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf) (Erişim tarihi: 10.03.2021).
- Hanoğlu, H. 2014. Türkiye’de Meralar ve Kaliteli Kaba Yem Üretimi. Tarım ve Mühendislik Dergisi, 107: 14-16.
- Karşahin, M. 2017. Farklı Tohum Miktarlarının Hidroponik Arpa Çimi Üzerine Etkileri Effects of Different Seed Amounts on Hydroponic Barley Grass. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(4): 63-68.

- Kırbaş, İ. 2020. Comparison of Spike Noise Removing Performances of Different Filters for Low Level Sensor Data (Ed: Güngör A.), *Global View of Energy and Environment in Engineering*, Akademisyen Kitabevi, 35-42.
- Hocagil, M.M., Öztürk, H.H. 2005. Seralarda sıcaklık ve bağıl nem kontrolü üzerine bir araştırma. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1(3): 255-261.
- Marsico, G., Micera, E., Dimatteo, S., Minuti, F., Vicenti, A., Zarrilli, A. 2009. Evaluation of animal welfare and milk production of goat fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2): 625–627.
- Mouser Electronics. 1995. Dht11 sensor datasheet. <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/dht11-technical-data-sheet-translated-version-1143054.pdf>, 76(12): 1112 (Erişim tarihi: 09.03.2021).
- Mouser Electronics. 2016. SHT30 sensor datasheet. [https://www.mouser.com/datasheet/2/682/Sensirion\\_Humidity\\_Sensors\\_SHT3x\\_Datasheet\\_digital-971521.pdf](https://www.mouser.com/datasheet/2/682/Sensirion_Humidity_Sensors_SHT3x_Datasheet_digital-971521.pdf) (Erişim tarihi: 09.03.2021).
- Özkan, U. 2020. Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. *Türk Ziraat Mühendisliği Araştırmaları Dergisi*, 1: 29–43.
- Özkan, U., Şahin Demirdağ, N. 2016. Türkiyede Kaliteli Kaba Yem Kaynaklarını Mevcut Durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1): 23–27.
- Pasha, S. 2016. ThingSpeak based sensing and monitoring system for IoT with Matlab Analysis. *International Journal of New Technology and Research (IJNTR)*, 2(6):19-23.
- Şenol, R., Tosun, M. F., Gençkal, A. A. 2019. Modern Kontrol Yöntemleri ile Bulanık Mantık Temelli Oda Sıcaklık Kontrolü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(3): 992–999.
- Tadjine, N., Messgo-Moumene, S., Abd El Kader Aissat, D., Saddek, A. J., & Hadda, T. B. 2019. In vitro evaluation of the antifungal potential of *Zizyphus lotus* L. against toxigenic molds of hydroponic barley. *Mycopath*, 17(1):39-43.
- Van Straten, G., Challa, H., Buwalda, F. 2000. Towards user accepted optimal control of greenhouse climate. *Computers and Electronics in Agriculture*, 26(3): 221–238.
- Yurtseven, S., Güler, A., Sakar, E. 2020. Effects of hydroponic media on forage and silage quality of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1):1601–1610.