

Araştırma Makalesi / Research Article

Hareketli Ürünlerin Sayımı için Kızılötesi Tabanlı Sensör Dizaynı ve Yumurta Sayma Uygulaması

İsmail YABANOVA^{1*}, Mehmet YUMURTACI²

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8075-3579>, iyabanova@gmail.com

² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8528-9672>, mehmetyumurtaci@aku.edu.tr

Geliş/ Received: 09.09.2021;

Kabul / Accepted: 26.10.2021

ÖZET: Tarım, gıda, ilaç vb. endüstri sektörlerinde gerek günlük üretim miktarının tespitinde gerekse ürünlerin paketlenmesi aşamasında sayım işlemi önem arz etmektedir. Sektörlerdeki artan taleplerin karşılanabilmesi için sayım işleminin büyük bir doğruluk oranıyla kısa sürede yapılması gerekmektedir. Bazı sektörlerdeki ürünler standart şekillere sahip olup boyutu büyük ve ağır olduğundan bant üzerinden sabit ve bir adet olarak geçmekte sayımı reflektörlü fotosel sensörler ile kolayca yapılabilmektedir. Bazı ürünler ise standart bir geometrik şekle sahip olmayıp bantın hareketiyle birlikte birden fazla olarak ve konum değiştirerek bant üzerinde hareket ederler. Böyle ürünlerin sayımı için ise IR (InfraRed) tabanlı sistemler veya makine görme sistemleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada bant üzerinde hareket halindeki yumurtaların sayımı için IR tabanlı bir algılama sistemi tasarımı ve yumurta sayısının tespiti için Matlab programında yazılım gerçekleştirilmiştir. Bant üzerinden aynı anda birden fazla yumurta geçmesi durumunda da algılama sistemi ve yazılım hatasız olarak sayma işlemini gerçekleştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: IR, Sayıcı, Matlab.

*Sorumlu yazar / Corresponding author: iyabanova@gmail.com

Bu makaleye atıf yapmak için /To cite this article

Yabanova, İ., Yumurtacı, M. (2021). Hareketli Ürünlerin Sayımı için Kızılötesi Tabanlı Sensör Dizaynı ve Yumurta Sayma Uygulaması. Journal of Materials and Mechatronics: A (JournalMM), 2(2), 141-149.

Infrared Based Sensor Design and Egg Counting Application for Counting Moving Products

ABSTRACT: Counting is important both in determination of daily production amount and in packaging of products in industry sectors such as agriculture, food, medicine, etc. In order to meet increasing demands in sectors, counting process must be done in a short time with great accuracy. Products in some sectors have standard shapes, and since they are large and heavy in size, they pass over band as one fixed and counting can be easily done with reflective photocell sensors. Some products, on the other hand, do not have a standard geometric shape and move on the band by changing positions and more than once with movement of the band. IR-based systems or machine vision systems are preferred for counting such products. In this study, an IR-based detection system was designed for counting eggs in motion on the band and software was developed in Matlab program to determine number of eggs. In the event that more than one egg passes over the band at same time, detection system and software perform counting process without error.

Keywords: IR, Counter, Matlab.

1. GİRİŞ

Endüstrinin pek çok alanında gerek ürünlerin üretimi aşamasında gerekse paketlenmesi aşamasında hassas bir şekilde ve kısa sürede sayılması talep edilmektedir. Ürünlerin ağırlığı, geometrik şekli gibi fiziksel özelliklerinin yanında bant üzerindeki duruş/hareketlerine bağlı olarak fotoselli, IR tabanlı algılayıcılar veya makine görme sistemleri tercih edilmektedir.

Çelik ve Tekin tarafından yapılan çalışmada tahıl üretiminde tohumların etkin olarak kullanılabilmesi için yüzeye uygun mesafeye ve yeterli adette ekimini sağlayan makine görmesine dayalı bir sistem geliştirmişlerdir. Kamera görüntüsü işlenerek tohum sayısı tespit edilmektedir (Çelik ve Tekin, 2020). Kaymak vd. tarım ürünleri arasında önemli bir yeri olan elma ağacından alınan görüntüleri kullanarak bir veri seti oluşturmuşlardır. Görüntü işleme tekniklerini uygulayarak ağaç üzerindeki kırmızı elmaların yeri tespit edilerek merkez noktaları işaretlenmiştir. Elmaların merkez noktalarından yola çıkılarak elmaların sayısını bulan bir yazılım geliştirmişlerdir (Kaymak ve ark., 2019). Öziç vd. görüntü işlemede nesne koordinat bilgilerine dayalı bakliyat sayma işlemini gerçekleştirmişlerdir (Öziç ve ark., 2020). Trafik yoğunluğunu tespit etmek için üst geçitten çekilen fotoğraflara arka plan silme ve statik çerçeve farkını kullanan vasıta sayısını otomatik hesaplayan bir algoritma geliştirmişlerdir. Geliştirilen algoritma ile araçları boyutlarına göre iki sınıfa ayırmak mümkündür (Kocaağa ve ark., 2015). Karaköse vd., endüstriyel sistemlerde arka plan çıkarımı tabanlı hareketli nesne tespiti ve sayılması için yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Bilgisayarlı görme sistemi sayesinde ürünlerin kalite kontrol işlemini de kolayca gerçekleştirmişlerdir (Karaköse ve ark., 2016). Esnek otomasyon sistemi verilerinin takibi için LabVIEW tabanlı veri izleme sistemi tasarlamış ve uygulamışlardır. Her bir konveyör hattındaki ürünlerin sayımını duruma göre konveyörün ileri/geri hareketi söz konusu olduğundan çift fotosel verisini PLC’de işleyerek tespit etmişlerdir (Kaya ve ark., 2015). Konveyör bant üzerinde hareket halindeki yumurtaların sayımı için IR tabanlı olarak birçok firma modül ve yazılım geliştirdiği (Anonymous, 2021a; Anonymous, 2021b; Anonymous, 2021c; Anonymous, 2021d; Anonymous, 2021e) gibi bu işlemi makine görmeye dayalı olarak gerçekleştiren firma ve çalışmalar da mevcuttur (Anonymous, 2021f; Anonymous, 2021g).

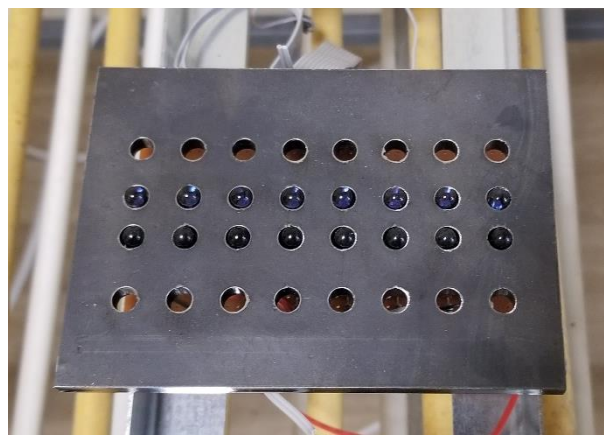
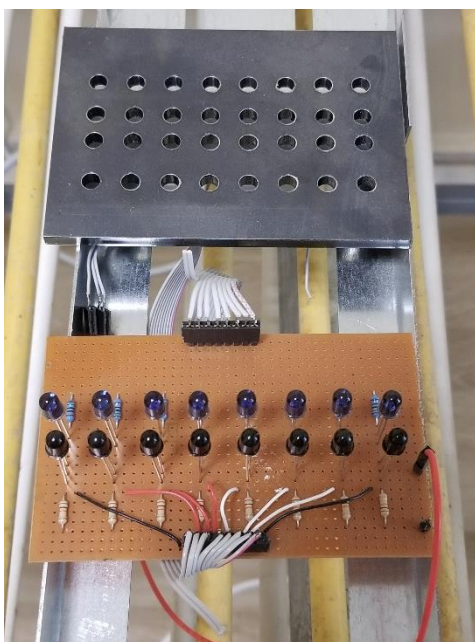
Yumurta üretimi yapan çiftliklerin kapasiteleri de büyük işletmelerde 1.000.000 tavuğun üzerine çıkmış, orta ölçekli işletmelerde ise 300.000 kapasitelerine ulaşmıştır. Bir kümeste yaklaşık

olarak 60.000-80.000 tavuk bulunmaktadır. Kümesteki kafesler 7 kata kadar ve 4-5 sıradan oluşmaktadır. Her bir kafes bölümünde 6-7 yumurta tavuğu bulunmaktadır. Kafes yükseklikleri 3 metrenin üzerinde olmaktadır. Bir kümeste bulunan yüksek tavuk sayısından dolayı üretimi etkileyen faktörlerin takibi ve gerekli hallerde müdahale etmek büyük önem taşımaktadır. Kümeslerde üretim verimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler kümes içi iklimlendirilmesi, yem, tavuk yaşı ve telef olan tavuklardır. Bu faktörlerin belirlenmesinde en önemli etken üretim veriminin belirlenerek verime etki eden faktörlere karşı gereken önlemin alınması üreticiler açısından büyük önem taşımaktadır. Örneğin yüksek katlarda bir tavuk ölümü gerçekleştiğinde bunun insan tarafından belirlenmesi çok güç olmakta ve bu diğer tavukları da etkileyerek verimi düşürmektedir. Ayrıca kümes içi iklimlendirmesi de büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı her bir kafes katındaki bez bantlardaki yumurtaların günlük sayımının yapılması ve buna göre verimi takip etmek gerekmektedir.

Bu çalışmada bant üzerinde hareket halinde olan nesnelere sayımı için IR tabanlı bir algılama modülü ve yazılım geliştirilmiştir. Örnek bir uygulama olması açısından yumurta verileri geliştirilen IR tabanlı modül üzerinden alınarak Arduino Mega kartı ile Matlab programına aktarılmıştır. Matlab programına gelen veriler sinyal işlemeden görüntü işlemeye geçişe dayalı geliştirilen yazılım ile işlenmektedir. Geometrik şekilleri farklı ve konumları değişebilen yumurtaların sayımı hareket halindeki bant üzerinde hatasız olarak gerçekleştirilmiştir.

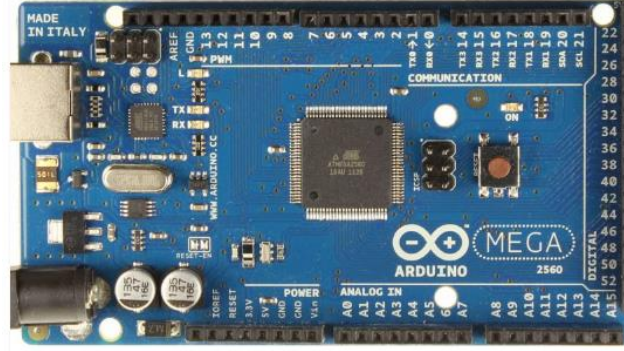
2. MATERYAL VE YÖNTEM

IR led ve foto transistör kullanılarak hareket halindeki konveyör üzerindeki nesneye ait verilerin alınması için IR modül oluşturulmuştur. Modülde sekizer adet gönderici IR led ve alıcı foto transistör kullanılmıştır (Şekil 1). IR led sürekli olarak kızıl ötesi ışın gönderirken nesne veya konveyöre çarpıp gelen ışın foto transistör tarafından algılanmaktadır. Foto transistörün algılama durumu nesne ile arasındaki mesafeye bağlı olarak değişmekte olup bu değer 10 bit çözünürlüğe sahip bir ADC ile okunduğunda 0-1023 arasında değişmektedir. Mesafe azaldıkça algılayıcıdan okunan değer artarken mesafe arttıkça değer azalmaktadır.



Şekil 1. IR tabanlı nesne algılama modülü

IR tabanlı nesne algılama modülünden gelen verilerin bilgisayar ortamına aktarılması için veri toplama kartı olarak düşük maliyetli olan Arduino Mega kartı tercih edilmiştir. Şekil 2’de görülen Arduino Mega kartında kontrolör olarak 16 MHz hızında çalışacak şekilde ayarlanmış Atmega2560 çipi kullanılmış olup 16 adet 10 bit çözünürlüğünde analog girişi mevcuttur. Karttaki 8 adet analog giriş kullanılarak nesne algılayıcıdan gelen veriler Matlab ortamına aktarılmaktadır.



Şekil 2. Arduino mega kartı (Anonim, 2021)

Algılayıcı kanallarından gelen veriler öncelikli olarak deneme yanılma yoluyla belirlenen bir eşik değerden geçirilir. Kanallardan gelen veriler eşik değerinin üzerinde ise "1" eşik değerinin altında ise "0" olacak şekilde değiştirilir. 8 kanal bilgisinden en az birinin bilgisi bir olması durumunda bir değişkene veriler kaydedilmeye başlar, kanal verilerinin hepsi sıfır olması durumunda değişkene kayıt işlemi durdurulur. Değişken içerisindeki matris işlenmeye başlanır. Siyah ve beyaz geçiş noktaları kullanılarak nesnelere kenar bilgileri tespit edilip kaç adet nesne olduğu belirlenir. Tespit edilen nesne sayısı adedince nesne sayacının değeri artırılır. Nesne tespitine yönelik akış şeması Şekil 3’te verilmiştir.

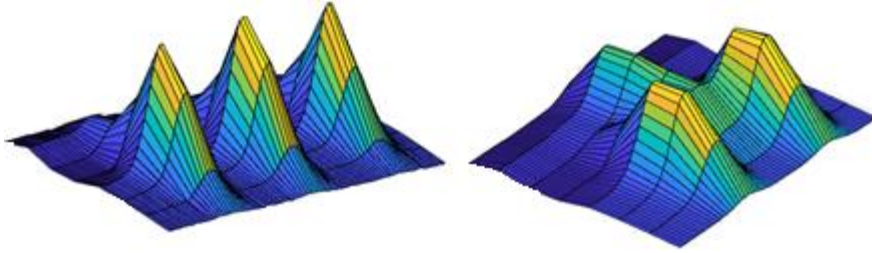


Şekil 3. Hareketli nesne sayıcı akış şeması

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

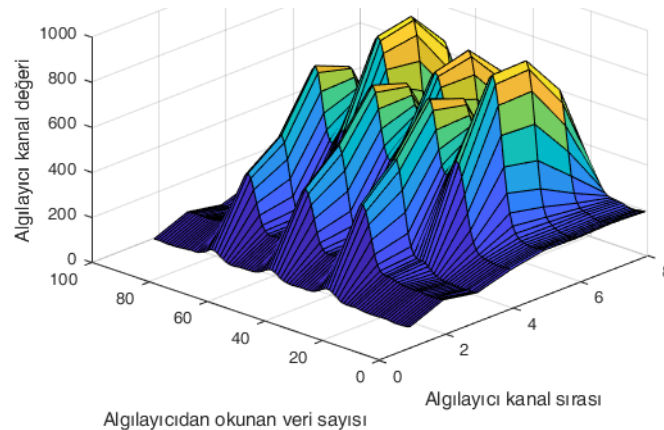
Üretim sektöründe günlük üretimin tespiti ve paketlenme aşamasında sayım büyük önem arz etmektedir. Ürünlerin sayım işlemi bant üzerinde taşınması sırasında gerçekleştirilmektedir. Bant üzerinde ürünlerin birer adet sırayla geçmesi durumunda sayım işlemi fotoselli bir sensör vasıtasıyla kolayca algılanıp yapılabilmektedir. Ürünlerin geometrik şeklinin standart olmaması ve bant üzerinde hareket halinde olup aynı anda birden fazla ürünün bir arada olması durumunda sayma işleminin hassas bir şekilde hatasız olması beklenir. Bu durumda IR tabanlı algılayıcılar veya makine görme sistemleri tercih edilir. Makine görme sistemlerinde ortamın aydınlık seviyesi önemli bir etken iken IR sistemleri ortamın aydınlığından etkilenmemektedir. Maliyet açısından bakıldığında da IR tabanlı algılayıcılara dayalı sayıcı sistemleri daha düşük maliyetlidir. Makine görme sistemleri ürün saymanın yanında ürün ayırma ve kalite kontrol işlemini de beraberinde gerçekleştirebilmektedir. Bu çalışmada; yumurta, elma, limon, portakal vb. küçük boyutlu nesnelerin sayımı için IR tabanlı modül ve yazılım geliştirilmiştir.

Yumurtanın geometrik şekli dikdörtgen ya da kare prizma şeklinde olmadığından oval olduğundan bant üzerinde konum değiştirerek hareket etmektedir. Bu durum rastgele olduğundan bazen yumurtalar Şekil 4'te görüldüğü gibi sırayla algılayıcının altından geçerken bazen de birbirine çok yakın ve birden fazla yumurtanın geçtiği durumlarda söz konusu olmaktadır.



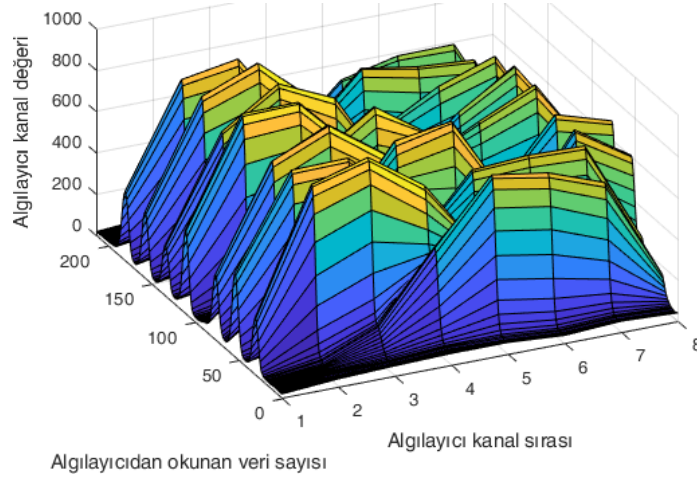
Şekil 4. Konveyör üzerindeki algılayıcının altından geçen yumurtaların durumu

Ürünlerin doğru sayılmasında algılayıcıdan okunan değerlerin geçirileceği eşik değer önem arz etmektedir. Bu değer küçük ya da büyük seçilmesi sayım işleminin hatalı olmasına sebebiyet vermektedir. Bu çalışmada örnek olması açısından ürün olarak kullanılan yumurta için eşik değer deneme yanılma yöntemiyle 630 olarak belirlenmiştir. Konveyör üzerindeki 6 adet yumurtaya ait veriler Şekil 5'te verilmiştir. Görüldüğü üzere yumurtaların boyut ve yüzey şekli vb. fiziksel özellikleri değişkenlik göstermektedir. Algılama modülü ve yazılım sayesinde yumurta sayısı tam olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5. Algılayıcıdan alınmış 6 adet yumurta verisi

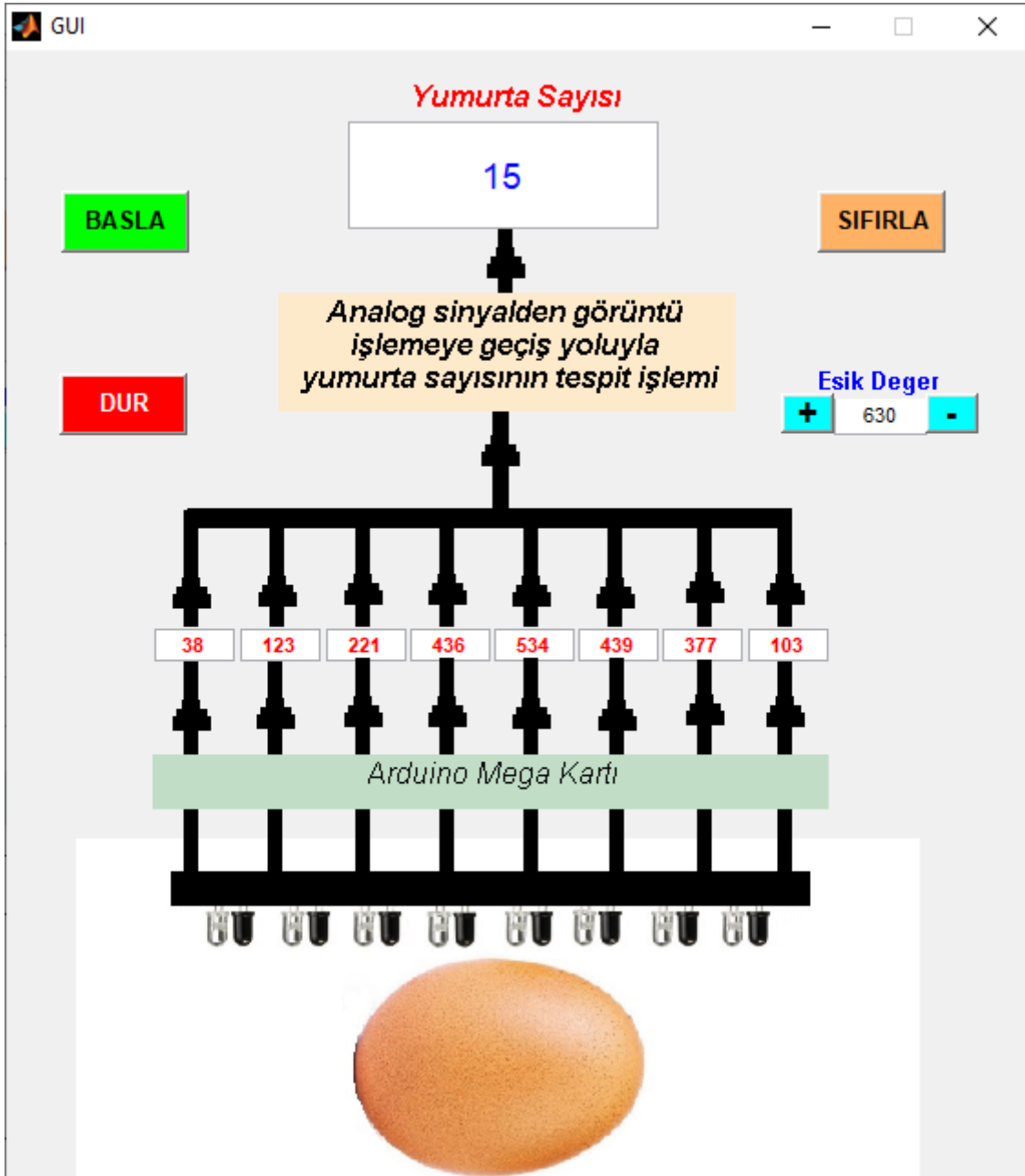
Bant üzerinde boyut aralığı daha geniş ve birbirine daha yakın olan 18 adet yumurtanın verisi algılayıcı yardımıyla alınmış olup Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Algılayıcıdan alınmış 18 adet yumurta verisi

Algılama modül ve yazılımı ile 18 adet yumurta tam olarak sayılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda eşik değerin belirlenmesinde sayımı yapılacak ürünlerden boyu küçük olana göre eşik değerin belirlenmesi sayma işleminin doğru yapılmasını sağlamaktadır. Kullanılan Arduino Mega kartında 16 adet analog giriş olduğundan iki adet IR modül kullanılarak eni daha geniş olan bantlardaki sayma işlemi test edilmiştir. 2 adet IR modülü ile 16 adet algılayıcı durumunda da kullanılan yazılımla yumurta sayım işlemi hatasız olarak gerçekleştirilmiştir. Modül sayısı artırılarak daha geniş bantlarda aynı anda geçen küçük boyutlu çok sayıdaki ürünün sayımı da hassas bir şekilde gerçekleştirilebilecektir.

Matlab/GUI ile oluşturulan bir arayüz üzerinden sayma işlemi başlatılıp durdurulabilmekte ve sayıcının değeri sıfırlanabilmektedir. Eşik değeri hassas bir şekilde ayarlanabilmektedir. Sayma işlemi süresince anlık yumurta sayısı ve IR algılayıcı modülünden gelen bilgiler arayüz ekranında kullanıcıya gösterilmektedir. Oluşturulan arayüz Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Yumurta sayıcı arayüzü

4. SONUÇ

Endüstride ürünlerin üretim ve paketlenme aşamasında sayımı büyük önem arz etmektedir. Bant üzerinde hareket halindeyken ürünlerin sayım işlemi gerçekleştirilmektedir. Ürünlerinin şekilleri dikdörtgen prizma, kare prizma vb. standart olabileceği gibi standart bir şekli olmayan fiziksel özellikleri aynı tür içerisinde bile farklılık gösteren ürünler mevcuttur. Ürünlerin sayımı için farklı tekniklerle çalışan sayıcılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen IR tabanlı algılayıcı ile veriler üründen alınıp Matlab ortamına aktarılmakta burada yazılım ile işlenerek ürün sayma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ürün sayma işleminde örnek olarak geometrik şekli değişkenlik gösteren yumurta üzerinde çalışılmıştır. Öncelikli olarak 8 kanallı IR modül ile yumurta verileri alınıp Matlab ortamına aktarılmıştır. Algılama modül kanallarından gelen veriler eşik değerden geçirilmiş eşik üzerinde ise "1" ve altında ise "0" olarak etiketlenmiştir. Algılayıcı kanal bilgilerinden en az birinin "1" olması durumunda kanal verileri bir değişkene tüm kanal verileri "0" olana kadar

sırasıyla atanmaktadır. Değişken içerisindeki veriler siyah/beyaz bir resim verisine dönüştürülür. Siyah/beyaz geçiş noktalarından nesne kenarları tespit edilip ilgili veri içerisindeki ürün sayısı bulunup sayaç değişkenine eklenmektedir. Matlab programına gelen veriler sinyal işlemeden görüntü işlemeye geçişe dayalı geliştirilen yazılım ile işlenmektedir. Algılayıcı kanallarından gelen verileri gözlemlemek, yumurta sayıcı sistemini kontrol etmek ve anlık yumurta sayısını görmek için Matlab/GUI ile bir arayüz tasarlanmış ve geliştirilen yazılım içerisinde gömülmüştür. Bir ve iki adet algılayıcı modülü kullanılarak yapılan çalışmalarda bant üzerinde hareketli durumdaki yumurtaların sayımı hatasız olarak gerçekleştirilmiştir. Algılayıcı modül sayısı artırılarak geliştirilen yazılım ile daha geniş bantlardaki küçük ürünlerin sayımı da hassas bir şekilde düşük maliyetle gerçekleştirilebilecektir.

5. ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

6. YAZAR KATKISI

İsmail YABANOVA, çalışmanın kavramsal ve tasarım süreçlerinin belirlenmesi, veri toplama kısımlarına katkıda bulunurken Mehmet YUMURTACI çalışmanın kavramsal ve tasarım süreçlerinin yönetimi, veri analizi ve yorumlama kısımlarına katkıda bulunmuştur. Makale taslağının oluşturulması ve fikirsel içeriğin eleştirel incelemesine her iki yazarda katkı sağlamıştır.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 2021. Arduino Mega Özellikleri, <https://fma.arslanalp.com/arduino-mega-ozellikleri> / (Erişim Tarihi: 18.08.2021).
- Anonymous, 2021a. Munters Egg Counter, <https://www.munters.com/globalassets/inriver/resources/5482> / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Anonymous, 2021b. AgroEC Egg Counter, <https://www.agromax.nl/en/products/poultry-farm-accessories/egg-counter> / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Anonymous, 2021c. PMSI Egg Counters, <http://www.pmsi.cc/wp-content/uploads/2017/08/Egg-Counters-8-48-inch.pdf> / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Anonymous, 2021d. Lubing Egg Counter EMEC for Conveyor-Systems, https://www.lubing.com/files/inhalt/Prospekte_PDF/0893-1_Eierzaehler.pdf / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Anonymous, 2021e. EggTek Egg Counters, <https://www.eggtekltd.com/products-4> / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Anonymous, 2021f. Counting Eggs-Not Only on Easter, <https://www.automate.org/case-studies/counting-eggs-not-only-on-easter> / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Anonymous, 2021g. Egg counter with computer vision on the conveyor, <https://www.youtube.com/watch?v=3wJ0T371O8o> / (Erişim Tarihi: 15.08.2021).
- Çelik A., Tekin E., Hough Transform Görüntü İşleme Yöntemiyle Ekim Makineleri için Tohum Sayma Uygulaması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Özel Sayı 2020 (ARACONF), 260-267, 2020.

- Karaköse M., Baygın M., Aydın İ., Sarımaden A., Akın E., Endüstriyel Sistemlerde Arkaplan Çıkarımı Tabanlı Hareketli Nesne Tespiti ve Sayılması için Yeni Bir Yaklaşım. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 4(2), 373-381, 2016.
- Kaya B., Altıntaş A., Kök Ü., Design and Application of Data Monitoring System with Flexible Automation System. SDU International Technologic Science 7(2), 30-38, 2015.
- Kaymak A.M., Örnek M.N., Kahramanlı H., Görüntü İşleme Teknolojilerinin Elma Bahçelerine Yönelik Kullanım Örneği. Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi 2(1), 17-26, 2019.
- Kocağa E., Mohamad K.H., Kasadar G., Büyüklüklerine Göre Vasıta Sayma. IEEE, 2015.
- Öziç M.Ü., Çankaya N., Özcan, M., Gökçe B., Görüntü İşlemede Nesne Koordinat Özelliklerini Kullanarak Bakliyat Sayma İşlemine Bir Yaklaşım. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi 8(Özel Sayı), 28-37, 2020.