

Elektromanyetik Spektrumun Tarım Makinaları Araştırmalarında Kullanımı

Emin GÜZEL¹, Ömer Barış ÖZLÜOYMAK¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana
ebbguzel@cu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 20.05.2015 Kabul Tarihi (Accepted): 13.07.2015

Özet: Ülkemizde bölgeler arası gelişmişlik farklılıkları ülkemizin en temel sorunlarından biri olup, birçok sosyo-ekonomik sorunun kaynağını da oluşturmaktadır. Bu farklılıkları yaratan temel unsurlar, eğitim yetersizliği, sermaye birikiminin azlığı, yerel bir pazarın yeterince gelişmemesi, girdi temini, kalifiye eleman temininde karşılaşılan güçlükler, coğrafi konum, alt yapı eksikliği ve tarım arazilerinin ekonomik büyüklüğün altında olması, çok parçalı tarım arazisi sayılabilir. Tarım makinaları alanında yapılan akademik çalışmalar da bölgeler arası gelişmişlikten etkilenmekte olup, sosyo-ekonomik yapının bir parçası görünümünü sergilemektedir. Ancak, teknolojik gelişmeler ve teknolojik düzeyin içselleştirilerek tarım makinaları araştırmalarında kullanılması hem sektörde, hem de bu alanda araştırma yapan araştırmacılar da paradigma değişikliğini gerektirecektir. Bu çalışma ile yeni yeni tarım makinaları alanında kullanım alanı bulan elektromanyetik spektrum içerisinde yer alan dalga boylarından nasıl yararlandırıldığı, nerelerde kullanıldığı ve gelecekte yapılacak araştırmalarda nelerin kullanılabileceği özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Elektromanyetik spektrum

Electromagnetic Spectrum Use in Agricultural Machinery Research

Abstract: Inter-regional development disparities are one of the most basic problems of our country that it also constitutes the source of many socio-economic problems. The basic elements that make these differences could be considered as lack of education, the scarcity of capital accumulation, underdevelopment of a local market, providing input, the difficulties in obtaining qualified staff, geographical location, lack of infrastructure and being farmlands below the economic size, and multipart farmland. Academic studies in the field of agricultural machinery are also affected from interregional development; they exhibit the appearance of a part of the socio-economic structure. However, the use of technological advances and technological level of the internalization in the machinery research will require changes to the paradigm both in the industry and researchers engaged in this area. With this study, how to benefit from the wavelength, which has widely used in the field of agricultural machinery recently, where it is used and what can be used in future researches are summarized.

Key words: Electromagnetic spectrum

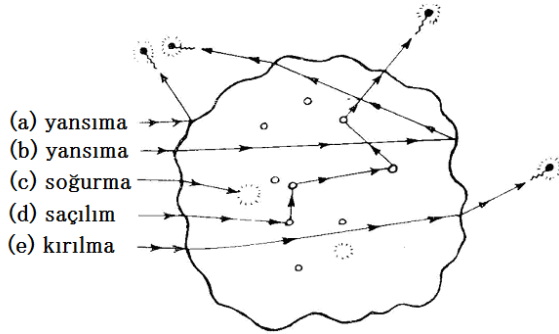
GİRİŞ

Küreselleşen dünyanın dışında kalmamak, dünya ticaretinde pay sahibi olabilmek için fırsat ve avantajlardan yararlanmak, ülkeler için öncelikli amaçlardan birini teşkil etmektedir. Bu amaç doğrultusunda, daha çok işletme uluslararası pazarlara açılma zorunluluğu hissetmektedir. Ancak bilindiği gibi ülkelerin uluslararası pazarda rekabet üstünlüğü sağlayabilmesi, teknolojik yeniliklere paralel bilgi ve beceri düzeylerini geliştirmekle sağlanmaktadır.

Işık Yansımaları ve İletimi

Bir ışın demeti herhangi bir nesnenin üzerine düştüğünde, ışına ait kısımlar yüzey tarafından yansıtılmaktadır. Buna düzenli yansıtma adı verilir. Bir yüzeye çarpan ışık demetinden yalnızca yaklaşık %4'lük bir ışın demeti yüzeyden dışarıya yansıtılır ve düzenli veya spekülör yansıtma olarak sınıflandırılır. Kalan ışın ise nesnenin içine aktarılmaktadır. Bir kısım ışın, nesne tarafından absorbe edilirken, bir kısmı gövde yansıtması olarak adlandırılan yüzeyden geriye

yansıtılmakta ve bir kısmı da nesnenin içerisinden geçmektedir (Şekil 1). Işının absorbe edilen bölümü enerjinin diğer formlarına da dönüştürülebilmektedir. İnfrared için enerji genellikle ısıya dönüştürülür. UV için ise enerji; floresan, fosforesan ve gecikmiş ışık yayımının diğer biçimleri gibi ışının diğer başka biçimlerine veya kimyasal değişimlere dönüştürülebilmektedir. Floresan; belirli bir kesikli dalga boyu tarafından, uyarım üzerindeki ışının kendiliğinden salınımını işaret etmektedir. Fosforesan ise, uyarım kaynağı kaldırıldıktan sonra yüzeyden yayılan ışığı ifade eden gecikmiş ışık yayımının bir şeklidir (Mohsenin, 1984).



Şekil 1. Işığın ve maddenin etkileşimi

Yabe ve ark. (1987), yaptıkları çalışma ile UV fotoğraflama kullanımı esaslı yeni bir ayırma yöntemi sunmaktadırlar. Aflatoksin üreten mantarlar UV fotoğraflamayla belirlenebilmektedir, çünkü mantarlar tarafından üretilen aflatoksinlerin soğurma spektrumu 362 nm dalga boyu civarında tepe değeri göstermektedir. Dolayısıyla UV fotoğraflama; aflatoksin üreten mantarların tanımlanmasında hızlı ve kullanışlı bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu yöntem kullanılarak, aflatoksin üretmeyenlerin UV ışık altındaki rengiyle, üretenlerin arasında renk farklılığı gözlenmektedir. UV ışığı absorbe eden maddeler çoğunlukla B1 ve G1 türü aflatoksinlerdir. Sonuç olarak; UV fotoğraflama kullanılarak yapılan bu ayırma metodunun, aflatoksin üreten mantarların genetik çalışmalarına ışık tutacağı beklenmektedir. Wen ve Tao (2000), yaptıkları çalışmada otomatik makine görüşlü elma lekeli (bozulması) belirleme ve ayıklama teknolojisinin önemli sorunlarından olan meyve sap çanağı ile lekeler (bozulmalar) arasındaki ayırma yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu sorunu çözmek için, incelenen meyvenin anlık görüntüsü için yakın kızılötesi bir kamera (NIR) ve orta kızılötesi bir kamerayı (MIR) içine alan yeni bir yöntem geliştirilmiştir. MIR kamera sadece sap sonu ile çanağa duyarlı iken NIR kamera hem sap sonu-çanağa hem de lekelerle (bozulmalara) duyarlıdır.

İşlenmiş NIR ve MIR görüntüleri arasındaki sayısal karşılaştırmayla lekeler (bozulmalar) hızlı ve güvenilir bir şekilde seçilip ayırt edilebilmiştir. Bir çift NIR/MIR kameralı makine görüşlü leke (bozulma) ayıklama sisteminin kullanılmasıyla, sap sonları için %98,86'lık ve çanaklar için de %99,34'lük bir belirleme oranına ulaşılmıştır. Casasent ve ark. (2001), ürün denetimi için Antep fıstığı örneği üzerinde ilgili ve rastgele yöneltilmiş gerçek zamanlı X-ray görüntülerin işlemesini incelemiştir. Yalnız Antep fıstıklarını ayırmak için, görüntü işleme üzerinde durulmuştur. Kullanılan tekniklerin; tarım ve diğer alanlardaki pek çok farklı ürün denetleme sorunları için kullanışlı olduğu bildirilmiştir. Cheng ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada bilgisayarlı elma sap sonu-çanak belirlemesi için yakın kızılötesi (NIR) ve orta kızıl ötesi (MIR) çift kameralı görüntü işleme yaklaşımı üzerinde durmuşlardır. Elmada leke (bozulmuş) ayırma sistemlerinde doğru lekeden (bozulmadan) sap sonu-çanağın nasıl farklı kılınacağı sürekli bir problemdir. Tek kameralı bir NIR yaklaşımında, bir elmanın sap sonu-çanağı genellikle doğru lekelerle (bozulmayla) karıştırılmakta ve sıklıkla da yanlışlıkla ayrılmaktadır. Bu sorunu çözmek için, çift kameralı bir NIR/MIR görüntüleme yöntemi geliştirilmiştir. NIR kamera; hem sap sonu-çanak kısımlarını hem de elma üzerindeki doğru lekeleri (bozulmaları) tanımlayabiliyorken, MIR kamera sadece meyvenin sap sonu-çanak bölgelerini tanımlayabilmektedir. NIR ve MIR görüntülerini işlemek için hızlı bir algoritma geliştirilmiştir. Bilgisayarlı test sonuçları göstermektedir ki; bu yöntem kullanılarak sağlam elmalar için %100 tanıma oranı, lekeli (bozulmuş) elmalar için ise %92 tanıma oranına ulaşılmıştır. Çift kamera görüntü sistemi, elmalardaki bozulmaların güvenilir bilgisayarlı ayırımı için çok büyük bir potansiyel olduğu belirtilmiştir. Chong ve ark. (2004), NIR-renkli kamera ile renkli kamera arasında yaptıkları karşılaştırmayı patlıcanların sınıflandırılmasında kullanmışlardır. Yapılan çalışmada, görünür bölge ile kızılötesi bölge arasında duyarlılığı değişen yeni bir renkli kamera kullanmışlardır. Meyvelerin pek çoğu, kızılötesi bölgede (700-1200 nm) daha yüksek spektral yansımaya sahiptirler. Renkli CCD kamera, alışlagelmiş renkli kameralarla aynı G (Green-Yeşil) ve B (Blue-Mavi) bileşenlerine sahiptir, ancak kızılötesi bölgeyi içeren R (Red-Kırmızı) sinyali bilhassa düzenlenmiştir. R, G ve B arasında bir renk dengesi olmamasına rağmen, bozulmalara ait renk değişiklikleri ile karanlık artalandan ayırımı, bilinen CCD kameralara göre daha kolay olmuştur. HSI ve kromatik dönüşümler, çeşitli bozulmaları tespit etmek için bir ön işlem olarak denenmiştir. Çalışmanın

sonucu olarak; görünür bölge ile kızılötesi bölge arasında hassas olan NIR-renkli kamera, alışlagelmiş kameraların tespit edemediği bozulmaları ve berelenmeleri tespit etmede daha başarılı olmuştur. Lin ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada farklı bir görüntüleme tekniği olarak X-ray kullanmışlardır. Zararlı böceklerin yayılmasını önlemek için karantina altında X-ray görüntülerin pratik uygulamasını geliştirmişlerdir. X-ray görüntüleme tekniğince meyvelerdeki böcek istilasını tanımlamada ilk adım; istila edilen bölgeyi belirleyebilmek için, görüntü segmentasyon işlemi olmuştur. Burada; X-ray görüntüdeki meyvenin istila edilmiş bölgelerinin belirlenebilmesi için, eksen teşkili, lokal eşikleme, artalanın çıkarılması ve morfolojik filtrelemeyi de içeren detaylı görüntü işleme yöntemleri sunulmuştur. Gerçek zamanlı görüntü işleme yöntemi; elma, şeftali ve guava (tropikal bir meyve) gibi meyvelerin X-ray görüntüleriyle test edilmiştir. Aynı zamanda yazarlar, farklı görüntü alma parametreleri ile elde edilen X-ray görüntülerin kapsamlı deneme ve analizlerini de yerine getirmişlerdir. Karami ve Mirabolfathy (2006), yaptıkları çalışmada aflatoxin bulaşık Antep fıstıklarının ayrılması için yeni bir metot ortaya çıkarmışlardır. Bu metot; 365 nm UV ışık altında, fıstık görüntülerinin işlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu işlem; Antep fıstıklarında görüntülerin elde edilmesini gerektirmektedir. Söz konusu görüntülerin artalanları da ihmal edilmelidir. Ultraviyole ışımının ardından doku kültüründeki yansıma neticesinde; aflatoxin, kojik asit çıkartmaktadır. 365 nm dalga boyuna sahip UV ışık altında, aflatoxin bulaşık Antep fıstıkları BGY (Bright Greenish Yellow-Parlak Yeşilimtrak Sarı) floresan özellik göstermektedirler. Aflatoxin bulaşık ürünler için, ayırma cihazları geliştirmede işte bu özellikten faydalanılmaktadır. Burada; sinir ağları algoritmalarına sahip floresan ayırma metodu incelenmiş, parlak yeşilimsi sarı floresan uyarım özellikli aflatoxin bulaşık Antep fıstıkları ayrılmıştır. Aflatoxin bulaşık Antep fıstıklarının rengini belirlemek

için, içinde 365 nm UV lamba ve örnek görüntüleri alan bir CCD tepe üstü kamera olan izole bir kutu dizayn edilmiştir. 3 farklı metot tanımlanmıştır: Eşik değeri için tarama, kenarları bulma ve geriye yayılma algoritmasının kullanılması. Ağ; çıkış değeri ile hedef değerin karşılaştırılmasına yönelik olarak ayarlanmıştır. Bu yöntem sayesinde aflatoxin bulaşık Antep fıstıklarının ayırma işlemi, "öğrenme"nin 6 evre sonrasında itibaren gerçekleştirilmiştir.

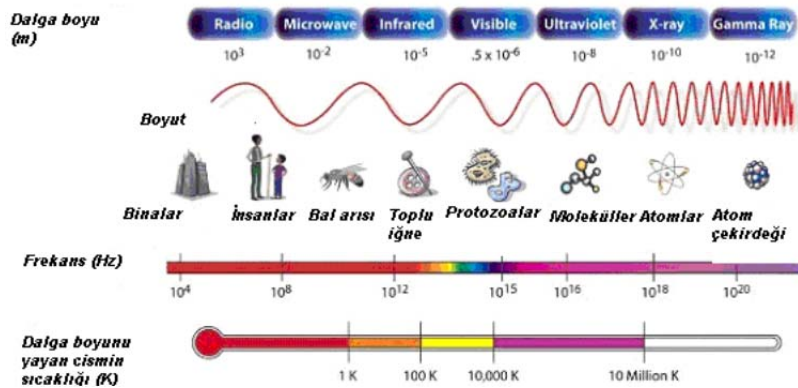
MATERYAL ve YÖNTEM

Elektromanyetik Dalgalar

Modern fizikte, ışık veya elektromanyetik dalga olarak tanımlanmaktadır. Kuramsal olarak ışık, bir elektromanyetik alandaki bir dalga olarak tanımlandığı gibi bir diğer tanımı da, foton olarak isimlendirilen kütesiz bir parçacık akışı olarak tanımlanmaktadır. Bu iki tanım birbirini tamamlayan iki kavram olarak kabul edilmektedir (Perincek ve ark, 2007).

Elektromanyetik dalgalar, boşlukta (vakumda) çok hızlı yayılan bir enerji türüdür. Güneşin doğması, mikrodalganın yemeklerimizi pişirmesi ve aynı zamanda elektromanyetik alan oluşturması nedeniyle radyoları ve televizyonları çalıştırması gibi daha çok sayıda günlük olarak yaşadığımız fiziksel olaylar bize, elektromanyetik dalganın varlığını hissettiren durumlardır. X-ışınları, ultraviyole (mor ötesi) ışınları, mikro dalgalar ve radyo dalgaları başlıca elektromanyetik dalgalar arasında sayılabilmektedir. Radyo dalgaları, TV dalgaları ve mikrodalgalar elektromanyetik dalgaların tipleridir. Onlar birbirlerinden sadece dalga boyları ile ayrılmaktadırlar.

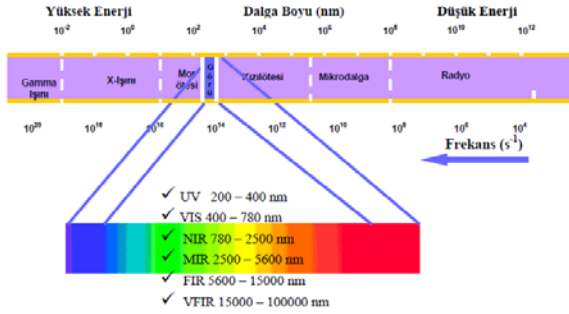
Elektromanyetik spektrumda dalgalar binalar büyüklüğündeki çok uzun radyo dalgalarından bir atomun çekirdeğinin boyutundan daha kısa gama dalgalarına kadar değişmektedir. Elektromanyetik spektrumdaki dalgalar ve dalga boyları Şekil 2'de yer almaktadır (Perincek ve ark, 2007).



Şekil 2. Elektromanyetik spektrumdaki dalgalar ve dalga boyları

Elektromanyetik Spektrum Bölgeleri

Elektromanyetik dalgalar, dalga boylarına veya enerjilerine göre çok geniş bir alana yayılırlar. Elektromanyetik spektrum bölgeleri Şekil 3'deki gibi gösterilebilir. Çizelge 1'de ise elektromanyetik spektrumdaki ışınlar ve dalga boyları ayrıntılı bir şekilde belirtilmektedir (Perincek ve ark, 2007).



Şekil 3. Elektromanyetik Spektrum Bölgeleri

Çizelge 1. Elektromanyetik spektrumdaki ışınlar ve dalga boyları

İŞINLAR	DALGA BOYLARI
Kozmik Işınlar	
Gama Işınları	<0,1A°
X Işınları	0,1-100A°
Vakum	10-200 nanometre (nm)
UV-C(far-UV)	200-280 nanometre (nm)
UV-B(mid-UV)	280-320 nanometre (nm)
UV-A(near-UV)	320-400 nanometre (nm)
Görünür Işınlar	400-700 nanometre (nm)
IR Cıvarı	0,74-1,5 mikrometre (µm)
IR	1,5-5,6 mikrometre (µm)
IR Ötesi	5,6-1000 mikrometre (µm)
Mikrodalgalar	1-5 milimetre (mm)
Radyo Dalgaları	>5milimetre (mm)

ARAŞTIRMA BULGULARI

Konu ile ilgili olarak Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü bünyesinde yapılmış olan bir çalışmada elektromanyetik spektrumdan faydalanılmıştır.

İhracatta önemli bir atılım içerisinde olan ülkemizin ihracat kalemlerinden birisini kurutulmuş gıdalar (incir, kayısı, dut, erik, v.b.) oluşturmaktadır. Ancak kurutulmuş gıdalar konusunda karşılaşılan en büyük sorun aflatoksin riskidir. Özellikle kuru incir ihracatı konusunda; bazı dönemlerde üreticimiz için çok büyük gelir, ülkemiz içinse döviz ve prestij kaybı yaratan bu sorunun çözülmesi oldukça önemlidir. Bu sorunun çözümünde kullanılan geleneksel yöntemlerin zamanlılık, maliyet ve hijyen gibi konulardaki

eksiklikleri; teknolojik yeniliklerin uygulandığı yeni sistemlerle değiştirilmelerini, üretim zincirinde yer alan bütün paydaşların yararı için zorunlu kılmaktadır.

Ülkemizde faaliyet gösteren çeşitli kuru gıda işleme tesislerinde çoğunlukla fiziksel özelliklere dayalı olarak ayırma işlemi yapan makine ve sistemler bulunmaktadır. Ancak bu sistemlerin aflatoksinli tarım ürünlerinin ayrılmasında kullanımı mümkün değildir. Günümüzde kullanılan sistemlerin tamamında; aflatoksinli kuru incirler, sağlam olanlardan ayrılırken ağırlıklı olarak işgücüne dayalı ve karanlık odalarda UV lambaların incirler üzerindeki yansıtma etkisinden hareketle, göz ve el kullanılarak ayırma işlemi gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında; insan etkileşiminin en az seviyeye indirildiği, aflatoksinli kuru incirlerin ayrılmasında bir karanlık oda oluşturularak; bu odada UV-A ışık kaynağı (365 nm), kameralar, optik sensörler ve görüntü işlemenin esas olduğu, kameralar yardımıyla elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamında sayısal hale dönüştürülerek işlendiği, bant üzerinden akan ürünler içerisinden, görüntü işleme algoritmasının sonucuna göre otomatik uyarımlı pnömatik mekanizmaların yardımıyla ayırma işleminin gerçekleştirildiği prototip bir sistem imal edilmiştir (Özüoymak, 2014).

Tam otomasyonlu aflatoksinli kuru incir ayırma sistemine ilişkin görüntüler Şekil 4'de yer almaktadır.



Şekil 4. Aflatoksinli kuru incir ayırma sistemi genel görünümü

Konu ile alakalı olarak yine Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü'nde yürütülmekte olan başka bir çalışmada ise, elektromanyetik spektrumun 254 nm UV-C dalga boyundan faydalanılmıştır.

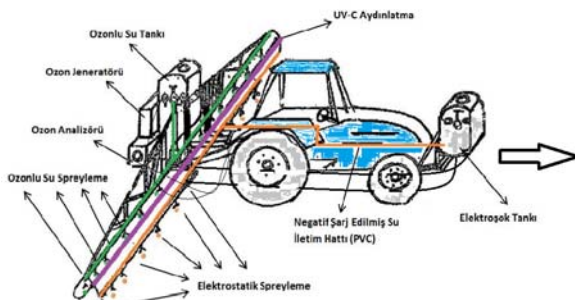
Bitkisel besinlerde gıda güvenliğinin ilk ve temel basamağı, bitki koruma önlemlerinin tam ve doğru uygulanmasıyla başlar. Bitkileri hastalık, zararlı ve yabancı otlardan korumak amacıyla uygulanan bitki koruma önlemleri değişik yöntemleri içerse de; pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de en yoğun

kullanılan yöntem tarım ilaçlarının kullanıldığı kimyasal savaşımdır. Kimyasal savaşım, kontrollü ve bilinçli uygulandığında birçok avantaj sağlar iken; kontrolsüz ve bilinçsiz kimyasal savaşım, gıda güvenliğini, sağlığımızı, çevremizi olumsuz yönde etkileyen önemli bir unsurdur.

Yapılan çalışmada; bitkilerin patojenlere ve haşerelere karşı kendi içerisinde geliştirdiği Sistemik Direnç Kazanımı (The Systemic Acquired Resistance - SAR) mekanizmasına etki ederek bitkilerin bağışıklık sistemini güçlendiren, bu işlemi yaparken de herhangi bir kimyasal kullanmayan prototip bir makinenin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Diğer bir deyimle kimyasal ilaç kullanmadan, bitkinin var olan direncini artırıcı ve üretilecek doğal uzaklaştırıcı ile mikroorganizmalar (virüs, bakteri), böcekler ve mantarlar bitki üzerinden uzaklaştırılmaktadır. Pestisitleri giderici bu sistem öncelikli olarak;

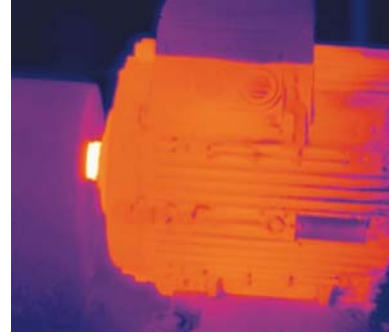
- Elektrostatik spreyleme sistemi kullanarak bitkilere elektroşok uygulamaktadır.
- Elektroşok işlemi ile eşzamanlı olarak bitkilere ozonlu su ve UV-C uygulamasını bir arada gerçekleştirmektedir.

Bu amaçla, çalışmanın birinci bileşeninde, farklı gerilimlerde (1000-2000 Volt) ve farklı yüklemelerde (elektroforez tipleri) geliştirilen elektrostatik düzenek ile şoklandırılan su, bitki üzerine pülverize edilerek stomaların açılması sağlanmıştır. Projenin ikinci bileşeninde; birinci bileşenle eşzamanlı olarak makine üzerinde üretilen ozonize edilmiş (belirli oranda) su, bitki üzerine pülverize edilmiştir. Projenin üçüncü bileşeninde ise ikinci bileşenle eş zamanlı olarak; UV-C ışığı (254 nm), bir ve ikinci uygulama üzerine aynı anda gönderilerek bitki bağışıklık sistemi artırılmış ve bitki üzerindeki pestlerin yok edilmesi çalışmaları sürdürülmektedir. Tüm uygulamaların senkronize olması için sistemin, tam otomatik PLC ile kontrolü sağlanmıştır. Tasarlanan sistemin genel görünüşü Şekil 5'te yer almaktadır.



Şekil 5. Tasarlanan sistemin genel görünüşü

Yine termal görüntüleme yardımıyla (3-14 µm arasında), bitki fizyolojisindeki değişim, olgunlaşma, verim tahmini, meyve ve sebzelerde buruşma yanında hasat sonrası tarım ürünlerinde meydana gelebilecek mikrobiyolojik aktiviteler izlenerek oluşan değişimler hızlı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Diğer yandan tarım makinalarında çalışan organların aşırı ısınmasıyla ortaya çıkabilecek tehlikeler elimine edilebilmektedir (Şekil 6).



Şekil.6 Termal görüntüleme ile motor mili ısınmasının tespiti

SONUÇ

Yapılan çalışmalardan yola çıkarak; traktöre monte edilmiş azot algılayıcı ve aynı anda gübreleme yapabilen sistemler, gelecekte adından sıkça söz ettirecektir. Harita esaslı değişken düzeyli uygulamada, toprak örnekleri toprak analiz laboratuvarına götürülmekte ve bitki besin elementleri ile pH analizi yapılmaktadır. Elde edilen verilerden, pH ve bitki besin elementleri için haritalar oluşturulmaktadır. Bu haritaların GIS kullanılarak analizleri yapılmakta ve uygulama haritaları elde edilmektedir. Harita esaslı sistemin tersine algılayıcı esaslı sistemlerde ise değişken (pH veya bitki besin elementi) anında ölçülmekte ve ölçülen değere göre eş zamanlı olarak değişken oranlı gübre ya da kireç uygulaması yapılabilmektedir. Uygun algılayıcıların geliştirilmesine yönelik çalışmaların büyük bir kısmı, toprakta azot (N) düzeyinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Bunun en önemli nedeni ise topraktaki azotun yağış ve sulama suyuyla taşınabilir özellik göstermesi ve kullanılmadan yıkanan azotun yeraltı veya yüzey sularını kirletmesidir. Diğer bir neden ise azotlu gübrelerin uygulanmasından hemen önce toprağın azot miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun anında gerçekleştirilebilmesi amacıyla geliştirilen algılayıcı, üründen yansıyan ışığı algılamakta ve kalibre edilmiş değerlerden optimum azot miktarını belirlemektedir. Işık yansıma değerinden ürünün gereksinimi olan azot miktarı

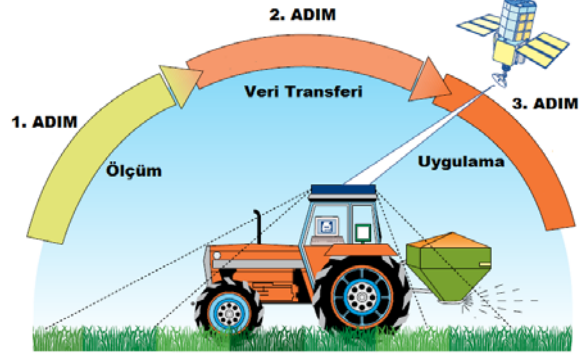
belirlenerek, değişken oranlı azot uygulaması eş zamanlı olarak yapılabilmektedir (Vatandaş ve ark., 2001).

Söz konusu sistemlerde NIR (Near Infrared) sensörler kullanılmaktadır. Traktörlerin üzerine yerleştirilen sensörler sürekli olarak alan taraması yaparak çalışmaktadırlar (Şekil 7).



Şekil 7. Saha taraması yaparak çalışan otomatik gübreleme sistemleri

Bu sayede tam otomatik sistem, elde edilen verilere göre cevap verecek şekilde dizayn edilmektedir. Böyle bir sisteme ilişkin görünüş ise Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Otomatik gübreleme sistemi genel görünüşü

Gerçekleştirilen bu çalışmalar; benzer konularda çalışma yapmayı amaçlayan araştırmacılar için de bir örnek teşkil edecek, daha farklı alanlarda benzer sistemlerden yararlanma olanakları konusuna eğilmelerini olumlu etkileyecektir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- CASASENT, D., TALUKDER, A., KEAGY, P. ve SCHATZKI, T., 2001. Detection and Segmentation of Items in X-Ray Imagery. Transactions of the ASAE, American Society of Agricultural Engineers, Vol. 44(2), 337-345.
- CHENG, X., TAO, Y., CHEN, Y. R. ve LUO, Y., 2003. NIR/MIR Dual-Sensor Machine Vision System for Online Apple Stem-End/Calyx Recognition. Transactions of the ASAE, American Society of Agricultural Engineers ISSN 0001-2351, Vol. 46(2): 551-558.
- CHONG, V. K., KONDO, N., NINOMIYA, K., MONTA, M. ve NAMBA, K., 2004. Comparison on Eggplant Fruit Grading Between NIR-Color Camera and Color Camera. Automation Technology for Off-Road Equipment, ASAE Publication Number 701P1004: 387-393.
- KARAMI, M. A. and MIRABOLFATHY, M., 2006. Neural Network to Separate Aflatoxin Contaminated Pistachio Nuts. Proc. IVth IS Pistachios and Almonds, Acta Hort. 726: 605-610.
- LIN, T., CHANG, H., WU, K., JIANG, J., OUYANG, C., YANG, M. and YANG, E., 2005. An Adaptive Image Segmentation Algorithm for X-Ray Quarantine Inspection of Selected Fruits. ASAE Annual International Meeting Presentation, Paper Number: 053123: 1-14.
- MOHSENIN, N. N., 1984. Electromagnetic Radiation Properties of Foods and Agricultural Products. Gordon and Breach, Science Publishers, Inc., New York, 673s., 14-15.
- ÖZLÜOYMAK, Ö. B., 2014. Development of a UV-based Imaging System for Real-Time Detection and Separation of Dried Figs Contaminated with Aflatoxins. Journal of Agricultural Sciences 2014, 20(3):302-316.
- PERİNCEK, S. D., DURAN, K., KÖRLÜ, A. E. ve BAHTİYARİ, M. İ., 2007. Ultraviyole Teknolojisi. Tekstil ve Konfeksiyon, 4/2007: 219-223.
- VATANDAŞ, M., GÜNER, M. ve TÜRKER, U., 2001. Hassas Tarım Teknolojileri, 1-20.
- WEN, Z. ve TAO, Y., 2000. Dual-Camera NIR/MIR Imaging for Stem-End/Calyx Identification in Apple Defect Sorting. Transactions of the ASAE, American Society of Agricultural Engineers 0001-2351/00/4302-449, Vol. 43(2): 449-452.
- YABE, K., ANDO, Y., ITO, M. and TERAKADO, N., 1987. Simple Method for Screening Aflatoxin-Producing Molds by UV Photography. Applied and Environmental Microbiology 0099-2240/87/020230-05, Vol. 53, No.2: 230-234.