

UÇAKLARA TAKILI UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİNİN TARIMSAL UYGULAMALAR AÇISINDAN ÖNEMİ

Prof.Dr. A.Nejat EVSAHİBİOĞLU
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Ankara

ÖZET

Bu çalışmanın ilk bölümünde uzaktan algılama teknolojisinin tarımsal amaçlı uygulamalardaki yeri üzerinde durulmuş ve bu teknolojiden yararlanarak yurtdışında ve ülkemizde yapılmış önemli tarımsal çalışmalar kronolojik olarak incelenmiştir. Bu bölüm sonunda, uzaktan algılama teknolojisinin tarımda uygulanma alanları maddeler halinde özetlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, uçaklar üzerine yerleştirilmiş olan uzaktan algılama sistemleri, üçüncü bölümde ise bu sistemlerin tarımsal uygulamalar açısından önemi; görüntü sağlama tarihleri ve görüntü sayısı, görüntülerin elde edilme sıklığı, görüntülerin çözünürlük gücü (resolution), görüntü kalitesi ve bulutsuz görüntü gereksinimi alt başlıkları içerisinde ayrıntılı biçimde incelenmiştir.

Çalışmanın sonunda, sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve bunun sonunda ortaya çıkan gıda kaynaklarındaki yetersizlik günümüz ekonomisinde tarımsal ürünlerin üretimine ilişkin, zamanlaması uygun ve doğru bilgiyi gerekli kılmaktadır. Bu ürünler uluslararası ticaret içinde yer aldığı anda, bitkisel üretim tahminleri hayati önem kazanmaktadır. Üretim tahminleri, ürünlerin depolama ve nakliye faaliyetlerinin planlanması yanında ürün fiyatlarının belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Ayrıca çoğu ülke bu tür bilgiyi dış-alım, dış-satım politikalarını belirlemek amacı ile de kullanmaktadır. Uzaktan algılama teknolojisi, ulusal ve uluslararası bitkisel üretime yönelik bilginin kalitesini (elde edilebilirlik, zamanlama ve doğruluk yönünden) artırma ve böylece ekonomik ve sosyal yararlar sağlama açısından büyük bir potansiyele sahip bulunmaktadır.

Son yirmi yılda Uzaktan Algılama teknolojisi, uydu verileri ile tarımsal ürün ekim ve üretim tahminleri konusunda güvenilir bir araç niteliği kazanmış bulunmaktadır. Nitekim A.B.D., NASA, Tarım Bakanlığı ve NOAA işbirliği ile 1974-77 yılları arasında yürütülen LACIE Projesi (Geniş Alanlarda Ürünlere İlişkin Bilgi Toplama Araştırma Projesi) önemli buğday üretim alanlarında üretim tahminlerini amaçlamıştır. Proje gerek A.B.D.'nde buğday ekim alanı ve verim değerlerinin, gerekse dünya buğday ticaretinde buğday üreticisi ülkelere (SSCB, Brezilya, Arjantin, Avusturya) ilişkin veri toplamaya yönelik olmuştur. Proje A.B.D. ve Kanada ile yer gerçeği verilerinin elde edilmesinde bazı kısıtlamalar getiren SSCB gibi ülkelerde oldukça başarılı olmuştur.

Uzaktan Algılamanın uygulandığı bir diğer tarımsal proje Avrupa Birliği, İtalya ve Fransadaki araştırma enstitülerinin ortak yürüttükleri AGRESTE'dir. Proje, yapay ekosistemler (sulanan çeltik ve kavaklık) ve doğal ekosistemlerin (iğne yapraklı ve kayın ormanları) belirlenmesidir. Çalışmada ekim alanları % 90 civarında doğrulukla tesbit edilmiştir.

Ülkemizde tarımsal istatistik verilerin toplanmasına yönelik çalışmalar Tarım ve Köyişleri Bakanlığının ilçe düzeyindeki yayım teşkilatı aracılığı ile yürütülmektedir. Her ilçede 2 elemanın bu konuda çalıştığı gözönüne alındığında, ülke çapında toplam 1200 elemanın bu konuda istihdam edildiği gözlenmektedir. Bu durumda her elemana 250.000 dekar çalışma alanı düşmektedir. Ülkemizde ortalama işletme büyüklüğünün 50 dekar olduğu düşünülürse, her elemanın 5000 çiftçi ile anket yapmasının gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın yılda bir kaç kez tekrarlanması ve tüm diğer tarımsal anket sorularının da (sebze üretimi, ekipman varlığı, hayvan sayısı) değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu tür çalışma özel eğitimi de gerektirmektedir. Ayrıca ülkemiz tarım alanlarının büyük

bölümü kadastrodan mahrumdur. Bu nedenle teknik eleman kendi gözlemlerine ve üretici beyanına bağlı kalmaktadır. Ayrıca bazı sosyo-ekonomik nedenlerle yanıltıcı bilgi de verebilmektedir.

Bu nedenle 1982'de ülkemizde TÜBİTAK MAM ve Tarım Orman Bakanlığı arasında UZALBEK adı ile anılan buğday alanlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma başlatılmıştır. Çalışma Polatlı, Altınova, Gözlu ve Konuklar Devlet Üretim Çiftliklerinde yürütülmüştür. Çalışmada LANDSAT verileri kullanılmıştır. Sonuçlar harita ve hava fotoğrafları ile karşılaştırılmış ve farklılığın % 1-7 arasında olduğu belirlenmiştir.

Bundan sonraki dönemlerde gerek Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü ve gerekse Çukurova Üniversitesi Toprak Bölümü tarafından Uzaktan Algılama teknolojisinin tarımsal uygulamalarına ilişkin çeşitli çalışmalar yürütülmüş ve bu çalışmalar ulusal ve uluslararası konferans ve simpozyumlarda bilimsel çalışmalar niteliğinde takdim edilmiştir.

Ancak Uzaktan Algılama teknolojisinin Tarımsal alanda Türkiye çapında geniş kapsamlı ve ekonomik yönden önem taşıyan bir uygulaması 1991 yılında başlatılmıştır. TÜRBÜT (Türkiye Buğday Üretim Tahminleri) adı ile anılan ve TÜBİTAK MAM tarafından ihale edilerek 1991, 92 ve 93 yıllarında üç yıl süre ile devam eden bu çalışma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından tamamlanmıştır. Projeden elde edilen sonuçlar TÜBİTAK MAM raporlarında sunulmuştur.

Uzaktan Algılama teknolojisinin tarımda uygulanma alanları aşağıda belirtilmiştir:

1. Tarımsal üretim

- Arazi kullanım planlaması,
- Bitki hastalık ve zararlılarının saptanması,
- Bitki desenleri ve ürün rekolte tahminleri,
- Bölgesel (kentsel ve kırsal) planlama,
- Orman çalışmaları (kereste tahminleri, orman yangınları)

2. Hidroloji

- Kar ve buz kalınlıklarının tahmini,
- Yüzeysel akış debilerinin hesaplanması,
- Erozyon ve sedimentasyon tahminleri,
- Sel zararlarının tesbiti ve değerlendirilmesi,
- Toprakta nem düzeyi ve kuraklık belirlemeleri

3. Su kaynaklarının planlanması

- Su kaynaklarının tarımsal amaçlı kullanım planlaması,
- Yüksek taban suyu ve tuzluluk problemlerinin belirlenmesi,
- Baraj ve rezervuar yerlerinin tesbiti,
- Kanal ve boru hatlarındaki sızma kayıpları,
- Su kalitesi (kimyasal, biyolojik ve termal atık kontrolü)

4. Agro-meteorolojik çalışmalar

- Bitki su tüketimi tahminleri ve sulama zamanı planlaması,
- Fırtına ve don gibi tarımsal alanlara zararlı olabilecek doğal tehlikelerin önceden haber verilmesi,
- Agro- meteorolojik ölçümler ve hava tahminlerinin yapılması

5. Enerji tasarrufu

- Binalar ve çeşitli yapılardaki ısı kayıplarının kontrolü

Yukarıda belirtilen alanların birçoğunda ülkemizde gerek araştırma ve gerekse uygulama amaçlı çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

2. UÇAKLARA TAKILI UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ

Uçaklara takılan uzaktan algılama sistemlerini;

1. Çok kanallı algılayıcılar (MSS-Multi Spectral Scanner)

2. Termal algılayıcılar

3. Yapay açıklıklı radar (SAR) veya Yan görüşlü radar (SLAR) sistemleri

4. CCD (Couple Charge Device) kameralar

olmak üzere 4 başlık altında incelemek mümkündür. Diğer taraftan çok kanallı algılayıcılar termal bandları vasıtasıyla bir termal algılayıcı işlevi görebilmekle birlikte, burada bağımsız bir sistem olarak ele alınması daha uygun görülmüştür. Ayrıca aynı başlık altında olması gereken metrik kameralar bunun işlevlerini karşılayabilecek sistemlerin mevcudiyeti nedeniyle inceleme dışı bırakılmıştır.

1. Çok kanallı algılayıcılar (MSS)

Klasik bir hava kamerası; yeryüzündeki detaylardan yansıyan farklı ışık düzeylerini film üzerine kaydeder. Çok kanallı algılayıcılar ise; değişen ışık düzeylerini elektrik sinyallerine çevirerek çalışır. Resim elemanı veya piksel dediğimiz bu elektrik sinyallerinin herbirine sayısal bir değer verilir. Bu işlem, bir analog görüntüyü sayısal görüntüye dönüştürmektedir. Elde edilen sayısal görüntü;

a. Göz ile algılanabilmesi için tekrar analog formata döndürülebilir.

b. Uzak noktalara elektriksel olarak aktarılabilir.

c. Video ekranında gözlenebilir, üzerinden ölçü alınabilir.

d. Manyetik teyp üzerine (CCT) yüklenebilir.

e. Günümüzün gelişen bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak, görüntü içindeki detayların daha iyi tanınması, doğruluğunun artırılması ve incelenmesi olanağı elde edilir (görüntü zenginleştirme).

f. Alım istasyonlarına aktarım işlemi, veri aktarımı bağlantısına bağlı olarak saniyenin ondasından, birkaç saniyeye kadar değişen zaman aralığında yapılır.

g. Elde edilen sayısal görüntü yüksek ayırma gücüne sahiptir. Bu ayırma gücü;

- Küçük objeleri görme ve tanıma yeteneğini

- Görüntü içindeki çok parlak ve çok soluk objelerin görüntülenmesini sağlar.

Sonuç olarak çok kanallı algılayıcılar; küçük boyutu, hafifliği ve ışık düzeyleri aralığındaki duyarlılığı ile klasik fotograftan üstündür. Bu üstünlüğü, elektromanyetik spektrumun geniş aralığının istenilen amaca göre kullanılmasından kaynaklanır. Bu yüzden klasik hava fotoğrafı ile elde edilemeyecek bilgiler, burada sayısal görüntü olarak elde edilir. Bu yetenek, çok kanallı algılayıcıların en çok istenen özelliklerinden biridir.

2. Termal algılayıcılar

Yeryüzündeki cisimlerin hepsi kendi molekül yapılarına bağlı olarak bir ısı yayarlar.

Değişik molekül yapıları cisimler farklı termal sinyaller yaydığından bu farklı ışımlar termal algılayıcılarla tespit edilir ve cismin kimliği ısı farklarından belirlenir.

Termal algılayıcılar çok kanallı algılayıcılara göre daha basit bir optik düzene sahiptirler.

3. SAR (Yapay Açıklıklı Radar) ve SLAR (Yan Görüşlü Radar)

Sistemleri

a. Yan görüşlü radar (SLAR)

Uçağın yan tarafına yönelik bir radar anteni ile

* gece

* gündüz

* hava durumuna bağlı olmaksızın

arazinin görüntüsünün; elektromanyetik spektrumun mikrodalga boyundaki ışınları ile elde edilmesidir.

Sistem; güneş ışığından bağımsızdır. Kendi ışık kaynağını kendisi üretir (aktif sistem).

Su buharı tarafından dağıtılmayan ve zayıflatılmayan mikrodalgalar kullanılır.

b. Yapay açıklıklı radar (SAR)

Yan görüşlü radar sisteminin anten uzunluğu ile orantılı duyarlık sınırlaması, yapay açıklıklı objektiflerin kullanılmasıyla aşılmış, böylece yan görüşlü radarların aksine;

* Sistemin daha küçük uçaklarda kullanımı ve

* Daha yüksek duyarlığın elde edilmesi sağlanmıştır.

Bu sistemin özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Uçağın uçuş hattının herbir kenarından 100 km lik bir alanın yüksek duyarlıklı görüntüleri elde edilir.
- Gündüz/gece ve her türlü hava koşullarında görüntü elde edilir.
- Hava akımlarında görüntüyü bozucu etkileri ortadan kaldıracı gelişmiş hareket dengeleme sistemleri mevcuttur.
- Hedeflenen alana paralel uçulurken görüntü uçakta ele edilir.
- Bu görüntünün yer istasyonuna hemen aktarılması olanağı vardır.
- Daha hassas işlemler için manyetik teyplere kaydetme yeteneği bulunmaktadır.
- Kullanımı basittir. Pilot hedefe paralel uçar ve operatör uygun zamanda veri toplamaya başlar.

- Sistem otomatik olarak verileri işler ve geometrik olarak doğru görüntüleri üretir.
- Görüntüde zaman ve alım koordinatlarının kaydedilmesiyle, operatörün bu görüntüyü incelemesi kolaylaştırılır.

Uygulama alanları;

- Sınırların gözlenmesi
- Jeoloji
- Geobotanik
- Buzul keşfi
- Ormancılık
- Yerleşim yeri coğrafyası
- Kıyı bölgelerinin gözlenmesi
- Kartoğrafya
- Doğal afetler sonrası bölgenin değerlendirilmesi
- Tarımsal üretimin planlanması
- Hidroloji
- Oşinografi

4. CCD (Couple Charge Device) kameralar

CCD; ışığı tespit eden mikro-elektronik silikon bir chip olup elektrooptik görüntü sisteminin temelini oluşturan elektronik sensörler dizisidir.

Bir görüntünün elde edilmesinde CCD kameralar aşağıdaki olanakları sağlar.

- a. Yüksek duyarlılık (küçük objeleri görme ve tanıma yeteneği)
- b. Aynı görüntü içinde çok parlak ve çok soluk objeleri gösterme
- c. Saniyede 200 milyon piksele kadar görüntü elemanının eş zamanlı olarak kaydedilmesi

CCD kameralar; küçük boyutu, ağırlığı ve ışık düzeyleri aralığındaki duyarlılığı ile Dünya'da yaygın olarak kullanılan kameralardır.

CCD sensörleri ile panoramik görüntü üretimi ya yerdeki sabit bir kameranın döndürülmesi yada hareketli bir platformda (örneğin uçak üzerinde) kameranın taşınmasıyla elde edilir. Kameranın uçakta olması durumunda bir görüntü şeridi üretilir, bu şerit üretime "pushbroom" görüntüleme denir.

Kameralarda kullanılan mercekler ya yansıtmalı yada kırılmalı olabilir. Yansıtmalı mercekler, çevresel değişimlere daha az duyarlı ve daha ışıklı olması nedeniyle tercih edilir. Bu tip mercekler kırıcı olanlara oranla renklerin daha geniş spektrumunu odaklamak için dizayn edilebilirler. Böylece termal infrared bandta bizim tarafımızdan üretilen enerjinin, görünür ve yakın infrared bandta ise yansıtılan ışığın çok kanallı görüntüsü elde edilir.

3. UÇAKLARA TAKILI UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİNİN TARIMSAL UYGULAMALAR AÇISINDAN ÖNEMİ

3.1. Görüntü sağlama tarihleri ve görüntü sayısı

Tarımsal üretim ve bu üretimde hedeflenen verimde en üst düzeye ulaşımın sağlanması işlemi dinamik, diğer bir deyişle sürekli değişen bir özellik göstermektedir. Bunun nedeni ise tarımsal uğraşta ana materyali bitkisel yada hayvansal üretim sistemlerinin yani biyolojik sistemlerin oluşturmasıdır. Nitekim herhangi bir tarım alanındaki bitki deseni her yıl değişim göstermektedir. Daha ötesi aynı bitki çeşidi bile bir gelişme süresi boyunca, bitki fizyolojisindeki doğal değişimin bir sonucu olarak farklı gelişme dönemlerinde farklı spektral respons değerlerine sahip olmaktadır. Bu özellik bitkilerin spektral özellikleri yönünden birbirlerinden ayırtedilebilirlikleri açısından önemli yararlar sağlamasına karşın, bir gelişme süresi boyunca ardışık ve çok sayıda görüntü elde edilmesini de gerekli kılmaktadır. Uydu görüntülerinin temininde karşılaşılan aksaklıklar yanında, bazı dönemlerde bulutsuz ve kaliteli görüntü elde etmenin zorluğu uydu görüntüleri kullanımını kısıtlamaktadır. Bunun yanında bazı bitkilerin birbirlerinden ayırtedilebilirlikleri, sözkonusu bitkilerin yalnızca çok hassas belirlenecek tarihlerde görüntülerinin sağlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu ise, kontrolü her zaman bize ait uzaktan algılama sistemlerini gerektirmektedir. Zira uydudan isteğimiz tarihte görüntü alımı imkansızdır. Diğer bir deyişle görüntü alımında hassas tarihler söz konusu olduğunda araştırmacı uyduya bağımlı kalmaktadır. Bu açıdan uçaklara takılı sistemler gerek bulutsuz görüntü temininde ve gerekse istenilen tarihte görüntü temini açısından çok yararlı gözükmektedir. Ülkemiz ekonomisinde çok önemli iki ürün olan buğday ve arpa bitkisine ait ekim alanı belirlemeleri yukarıda açıklanan esaslar için önemli bir örnek oluşturmaktadır.

Öte yandan bazı uzaktan algılama uygulamaları, anında yada istenilen tarihte görüntü alımını zorunlu kılmaktadır. Buna en tipik örnek ülkemiz için her yıl çok büyük zararlar yaratan orman yangınları ve sel zararları olmaktadır. Orman yangınlarında, yoğun duman örtüsü altında yangın çekirdeklerinin belirlenmesi, ancak anında ve istenilen anda alınacak görüntü ile mümkün olmaktadır. Sel kontrolü için de aynı şeyler söylenebilir. Her iki koşulda da uçaktan uzaktan algılama temel çözüm olarak gözükmektedir. Aynı çözümler, fırtına ve don tahminleri ile binalardaki ısı kayıp kontrolleri için de önerilebilir.

3.2. Görüntülerin elde edilme sıklığı

İntensif tarımsal üretimde en önemli girdilerden birisi sulamadır. Sulamanın tarımsal verim artışına katkısı ortalama % 40 civarındadır. Ancak aşırı yada eksik sulamalar bitki köklerinin havalanmasını engellemekte ve su gerilimine neden olmaktadır. Her iki durumda gerek verim ve gerekse kalitede dramatik azalmalar gözlenmektedir. Bu nedenle suyun bitkiye uygulanacağı zamanın belirlenmesi (sulama zamanı planlaması) hayati önem taşımaktadır. Bu amaçla uzaktan algılama teknolojileri büyük yararlar sağlamaktadır. Ancak sulu tarım koşullarında bitkilerin su gerilimine girip girmediklerinin belirlenmesi en az haftada bir kez yapılan uzaktan algılama ölçümleri ile sağlanabilir. Bu geçiş aralığına cevap verebilecek en uygun teknoloji uçaklara takılı uzaktan algılama sistemleridir. Cumhuriyet tarihimizin en önemli projelerinden olan GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) projesinin temel amaçlarından birisinin sulama olduğu ve bu proje ile 1.7×10^6 ha alan sulanacağı ve GAP alanında sulama sonrası drenaj olanaklarının çok kısıtlı olduğu gözönüne alındığında, bu projede sulama sonrası çıkacak drenaj suyunun minimize edilmesi yönünden sulama zamanı planlamasının ve bunu sağlayacak uçaklara takılacak sistemlerin önemi açıkça belirmektedir.

3.3. Görüntülerin çözümüleme gücü (Resolution)

Uzaktan algılama tekniklerinin, tarımsal ürün ekim alanları ve üretim tahminleri gibi bazı tarımsal uygulamalarında görüntü çözümüleme gücü büyük önem kazanmaktadır. Bu durum mevcut araştırma uydularının (LANDSAT ve SPOT) görüntü çözümüleme güçlerinin ülkemizde bazı bölgelerdeki bitki deseni için yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde özellikle Orta Anadolu bölgesi tarım alanları miras hukuku nedeniyle çok küçük parçalara bölünmüş durumdadır. Bu durum aynı zamanda parseller arasındaki sınır kayıpları yolu ile önemli genişlikteki tarım alanını kültivasyon dışı bırakmaktadır. Bu küçük tarım parselleri her yıl değişim gösteren bitki deseninin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Uydu görüntülerinin çözümüleme gücü çoğu kez bu parsellerin yeterli sayıda piksel

içermesini engellemektedir. Diğer bir deyişle tarımsal parsellerin herbiri istatistiksel olarak güven sınırları içinde yeterli sayıda sayısal değerle temsil edilememektedir. Bu durumda yüksek çözünüme gücüne (küçük piksel alanları) sahip uçaklara takılı algılama sistemlerinin kullanılması zorunlu olmaktadır.

3.4. Görüntü kalitesi ve bulutsuz görüntü gereksinimi

Ülkemiz Doğu Karadeniz bölgesi tarımsal açıdan çok önemli bir üretim alanıdır. Bu bölgede ekonomik değerleri yüksek tarımsal sanayii hammaddeleri olan Çay ve Fındık üretilmektedir. Söz konusu ürünlerden çay ekim alanlarının genişletilmesi Bakanlar Kurulu kararına bağlanmıştır. Öte yandan bölgede 1000 m yüksekliğe kadar çay alanları açılmaya devam etmektedir. Doğu Karadeniz bölgesinde yaklaşık 670.000 da genişliğindeki çay ekim alanlarında yaklaşık 200.000 kişi çay tarımı ile uğraşmaktadır.

Doğu Karadeniz bölgesi dünya çay üretim alanlarının yaklaşık % 2.4'ünü ve çay üretiminin ise % 6.1'ini oluşturmaktadır. Ülke ekonomisi için bu denli önemli olmasına karşın çay üretim alanları ile rekolte tahminlerine ilişkin geleneksel ölçümler bölgenin topografik yapısı nedeniyle yetersiz kalmaktadır. Bu amaçla Uzaktan Algılama teknikleri önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Öte yandan Doğu Karadeniz Bölgesinde çay üretiminin yoğun olarak yapıldığı Rize yöresinde yıllık ortalama yağışın 2230 mm ve yağışlı günler sayısının 175 olduğu gözönüne alınırsa bölgeye ait açık bulutsuz uydu görüntüsü elde edebilmenin zorluğu ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla uçaklara takılı uzaktan algılama sistemlerinin bulut altı uçuşları ile kullanımı önemli avantajlar sağlayacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıda yapılan açıklamaların ışığında, tarımsal amaçlı uygulamalar yönünden Uçaklara Takılı Uzaktan Algılama Sistemlerinin kullanımı çok yararlı görülmüştür. Burada üzerinde önemle durulması gereken husulardan birisi, sağlanacak görüntülerin çözünüme güçleri (Resolution) değerleridir. Tarımsal uygulamalar için minimum 30 x 30 cm ile 50 x 50 cm arasında piksel değerlerine sahip görüntüler özellikle sıraya ekilen çapa bitkilerinin erken gelişme dönemlerinde düşük Yaprak Alan İndeksi değerleri nedeniyle gerekli bulunmuştur.

Diğer önemli bir husus ise uçaklara takılacak algılayıcı sistemlerin özelliğidir. Tarımsal üretimin uğraş alanını oluşturan biyolojik sistemlerde temel olarak dört ana öge üzerinde durmak gerekmektedir. Bunlar, toprak, bitki, su ve atmosfer sistemleridir. Uzaktan algılama teknolojisinin tarımda uygulanışı, elektromagnetik enerjinin bu dört unsurla etkileşimi ilkesine ve bu etkileşimin ortaya çıkardığı simptomlara bağlı olduğu için bu dört ana unsura ilişkin atmosfer pencerelerinin, çok kanallı bir tarayıcı içinde entegre edilmesi uygun olacaktır. Bu amaçla kullanılacak tarayıcının LANDSAT TM (Tematik Haritalayıcı) kanallarına simüle olması yeterlidir. Ancak bu çok kanallı algılayıcıda; 0.5-0.6 mm (Yeşil), 0.6-0.7 mm (Kırmızı), 0.8-1.1 mm (Yakın IR) ve 8-14 mm (Termal IR) kanallarının mutlaka yer alması gerekecektir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Anonymous, 1982. Uzalbek projesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Enstitüsü 1982 Yılı Ara Raporu, 33 s.
- Bauer, M.E., J.E.Cipra, P.E.Anuta and J.B.Etheridge. 1979. Identification and area estimation of agricultural crops by computer classification of LANDSAT MSS data. Remote Sens. Environ. 8: 77-92.
- Benli, E., A.Balaban, S.Kodal, M.A.Tokgöz, M.Olgun, F.Öztürk, M.F.Selenay, Y.E.Yıldırım ve L.Şaylan, 1990. Türkiye buğday üretiminin tahmini. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 1191. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 654, Ankara.
- Düzgüneş, O., T.Kesici ve F.Gürbüz, 1983. İstatistik metodları. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 861, Ders Kitabı: 229, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 218p.
- Hord, R.M., 1982. Digital image processing of remotely sensed data. Academic Press Inc., New York. 256 s.
- Hudson, W.D., 1987. Evaluation of several classification schemes for mapping forest cover types in Michigan. International Journal of Remote Sensing, Vol.8, No.12. s. 1785-1796.
- Lillesand, T.M. and R.W.Kiefer, 1979. Remote sensing and image interpretation. John Willey and Sons. 612 s. New York.
- McDonald, R.B. and F.G.Hall, 1980. Global crop forecasting. Science 208:670-679.