



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA KULLANILARAK SİLAJLIK MISIR VERİMİNİN TAHMİNLENMESİ

Nurettin KAYAHAN

YÜKSEK LİSANS
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Haziran -2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

UZAKTAN ALGILAMA KULLANILARAK SİLAJLIK MISIR VERİMİNİN TAHMİNLENMESİ

Nurettin KAYAHAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevat AYDIN

Yıl, 2013, 52

Jüri
Prof. Dr. Cevat AYDIN
Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT
Yrd. Dr. Taner ÜSTÜNTAŞ

Bu çalışma, Konya ilinde silajlık mısır bitkisinde mısır verimi tahmini üzerinedir. Çalışma Konya ili Selçuk Üniversitesi Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliği' nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uzaktan algılama ile elde edilen normalize edilmiş fark bitki indeksi (NDVI) değerleri ile verim değerleri karşılaştırılmış ve verim tahmininde kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Çalışmada yaklaşık 1000 m^2 arazide mısır ekimi yapılmıştır. Arazi parsellere bölünmüştür. Mısır bitkisinde farklı verimler elde etmek amacı ile parsellere farklı azot dozları uygulanmıştır. Böylelikle verimleri birbirinden farklı 5 adet parsel elde edilmiştir.

Bu parsellerden çiçeklenme döneminde, öncesinde ve sonrasında çok bantlı kamera ile havadan görüntü alınmış, bu görüntülerden NDVI değerleri hesaplanmıştır. Hasat zamanı arazi üzerinden verim ölçümü yapılmıştır. NDVI değerleri ile verim değerleri karşılaştırılmıştır. En yüksek ilişki R^2=0.945 olarak çiçeklenme döneminde elde edilen görüntüler ile verim arasında bulunmuştur. Elde edilen veriler bu dönemde alınan görüntülerin verim tahmininde kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, NDVI, Verim tahmini, Hassas tarım.

ABSTRACT

MS THESIS

SILAGE CORN YIELD ESTIMATION USING REMOTE SENSING

Nurettin KAYAHAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN AGRICULTURAL MACHİNERY

Advisor: Prof. Dr. Cevat AYDIN

Year, 2013, 52

Jury
Prof. Dr. Cevat AYDIN
Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT
Asst.Prof.Dr.Taner ÜSTÜNTAŞ

This study focuses on the yield estimation of silage corn in the province of Konya. This study was carried out in Selcuk University Sarıcalar Research and Application Farm in province of Konya. In this study, normalized difference vegetation index (NDVI) values obtained by using remote sensing yield were compared with yield and the availability of estimation of yield by using NDVI was determined.

In the Study, approximately 1000 m^2 of silage corn planted in the field. The field is divided into plots. Different doses of nitrogen applied to different plots to obtain different yields on different plots. In this way, 5 parcels having different yields are obtained.

Aerial image taken with the multispectral camera from this plots during flowering period, before flowering period and after flowering period. NDVI values was calculated from this images. Yields of plots were measured in the time of harvest. NDVI values were compared with the yield values. The highest correlation (R^2=0.945) were found between the images obtained during the flowering period and yields. It show that the estimation of the yield is available with image taken during this period.

Keywords: Remote Sensing, NDVI, Yield estimation, Precision agricultur.

ÖNSÖZ

Günümüzde teknoloji her alanda olduğu gibi tarımda da önemli bir yer almaya başlamıştır. Arazide hızlı ve ekonomik veri elde etmek için kullanılan uzaktan algılama önemli teknolojilerden bir tanesidir. Bu teknoloji ile verim tahmini yapılması ve hasattan önce verimin bilinmesi ülke ekonomisi açısından büyük önem teşkil etmektedir.

Bu araştırmanın hazırlanmasında ve yürütülmesinde bana yardımcı olan danışman hocam Prof. Dr. Cevat AYDIN hocama, tüm Bölüm Hocalarıma, bilgi ve tecrübelerini eksik etmeyen Prof. Dr. Süleyman SOYLU ve Yrd. Doç. Dr. Taner ÜSTÜNTAŞ hocalarıma, arazi çalışmalarında yardımlarını eksik etmeyen Arş. Gör. Ali KAHRAMAN, Arş. Gör. Nuri ORHAN ve Aykut ALÇAYIR'a manevi desteklerini eksik etmeyen eşim ve aileme, tezimin yürütülmesinde mali destekte bulunan S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü`ne, tüm katkılardan dolayı çok teşekkür ederim.

Nurettin KAYAHAN
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Fotogrametri 1
1.1.1. İlk Fotoğraf 1
1.2. Uzaktan Algılama 2
1.2.1. Uzaktan Algılama İle Verimin Tahmin Edilmesi (Duran, 2007). 5
1.3. Mısır Yetiştiriciliği 7

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **9**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **13**

3.1. Materyal 13
3.1.1. Deneme Alanı 14
3.1.2. Uçurtma Sistemi 16
3.1.3. Multispektral Kamera 17
3.1.4. Bilgisayar 18
3.1.5. Yazılım 18
3.1.6. RTK-GPS Sistemi 19
3.2. Yöntem 23
3.2.1. Silajlık Mısır Yetiştirilmesi 23
3.2.2. RTK (Real Time Kinematik) GPS ölçümü 26
3.2.3. Araziden Çok Bantlı Fotoğraf Alınması ve Analiz Edilmesi 29

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **33**

4.1. Yetiştirilen Mısır Bitkisine Ait Ölçümler 33
4.2. Uzaktan Algılama İle Elde Edilen Verilerin Analiz Sonuçları 34
4.3. Uzaktan Algılama İle Elde Edilen NDVI Değerleri İle Verim Değerleri Arasındaki İlişki 36

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **39**

ÖZGEÇMİŞ **44**

SİMGELER VE KISALTMALAR

DAP: Diamonyum fosfat

EMS: . Elektromanyetik spektrum

KOP: Konya Ovası Projesi

NDVI: Normalize edilmiş fark vejetasyon indeksi

NIR: Yakın kızılötesi dalga boyu

TSP: Triple Süper Fosfat

Red: Görünür bölgede kırmızı ışın dalga boyu

λ: Dalga boyu

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde, üretimi yapılan bitkinin hasat öncesi verim miktarlarının tahmin edilebilmesi, özellikle iç ve dış pazar koşullarının yönlendirilmesinde son derece önemlidir. Klasik yersel ölçümleme teknikleri ile yapılan alan ve rekolte belirleme çalışmalarında çoğu kez güvenilir sonuçlar elde edilemediği gibi son derece yüksek bir maliyet ve oldukça da uzun bir zaman harcanması ortaya çıkar. Son yıllarda geliştirilen yeni teknik ve teknolojiler, bu işlemlerin daha ucuz, daha hızlı ve daha güvenilir bir şekilde yapılmasını mümkün kılmaya başlamıştır. Bu yeni teknolojiler arasında uzaktan algılama tekniği ilk sırayı almaktadır (Sönmez ve Sarı, 2005).

Uzaktan algılama kullanılarak pek çok gelişmiş ülkede, gerek ekim alanlarının tespiti ve gerekse verim tahminleri, yüksek bir doğruluk oranı ile yapılmaktadır (Sönmez ve Sarı, 2005). Uzaktan algılama verilerinin elde edilmesinde Fotogrametri teknolojisinden faydalanılır.

1.1. Fotogrametri

Yeryüzüne ait çeşitli bilgilerin toplanması ve haritalarının üretilmesi çalışmalarında hava fotoğrafları kullanılmaktadır. Fotogrametri adı altındaki bu teknoloji ilk hava fotoğraflarının elde edilmesinden günümüze kadar gelişerek kullanılagelmiştir ve halen yoğun olarak kullanılmaktadır (Bilgi, 2007).

Fotogrametri, görüntü algılama sistemleri yardımıyla yeryüzü ve çevresi ile ilgili güvenilir bilgilerin elde edilmesini, islenmesini, kaydını, ölçümünü, analizini ve sunumunu içeren bir teknolojidir. Bu yöntem ile çekilen resimler, başta harita üretimi olmak üzere, askeri amaçlar, tıp, uzay bilimleri, deprem ve kaza hasar tespiti gibi alanlarda kullanılmaktadır (Bilgi, 2007).

1.1.1. İlk Fotoğraf

Fotoğraf sözcüğü; Eki Yunanca kelimeler olan “phos” (ışık) ve “graphien” (yazım), fotogrametri kelimesi ise “fotoğraf” ve “metroloji” (ölçme bilimi-tekniği) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmiştir (Estes, 2005).

Tarihte bilinen ilk fotoğraf Joseph Nicephoce Niepce tarafından 1827 yılında çekilmiştir. Kendisi “Heliographs” adını verdiği ve poz süresi sekiz saate yakın olan alet

ile çalışma odasının penceresinden bir fotoğraf çekmiştir. Fakat 8 saatlik poz süresi boyunca Güneş hareket ettiği için gölgeler, Şekil 1.1' de görüldüğü gibi binaların her iki yanında da oluşmuştu (Baumann, 2001).



Şekil 1.1. İlk fotoğraf

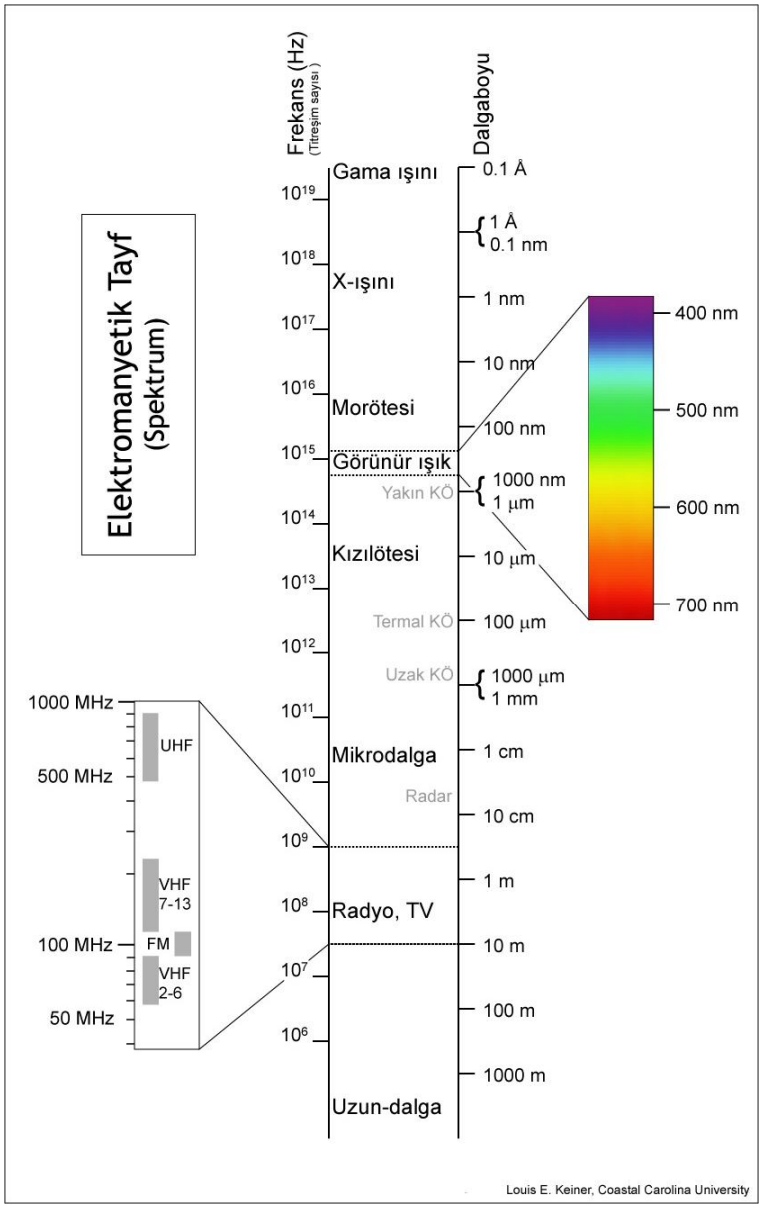
1.2. Uzaktan Algılama

Bugün, yeryüzünün fiziksel yapısı hakkındaki pek çok bilgi, uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmektedir. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları bu tekniğin temel veri kaynaklarıdır. Uzaktan algılama özellikle gelişmekte olan ülkeler için değerli bir veri kaynağıdır. Bu teknoloji ile geniş alanların görüntüleri elde edilebilmekte, bu sayede ekonomik yoldan güncel veriye ulaşılmaktadır .

Uzaktan algılama sözcüğü fiziksel temas olmaksızın yerel ve zamansal değişimler üzerinde değerlendirmeler yapmak üzere herhangi bir platformdan ve uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı şeklinde tanımlanır (Vatandaş ve ark., 2005, Lillesand ve Kiefer, 1987).

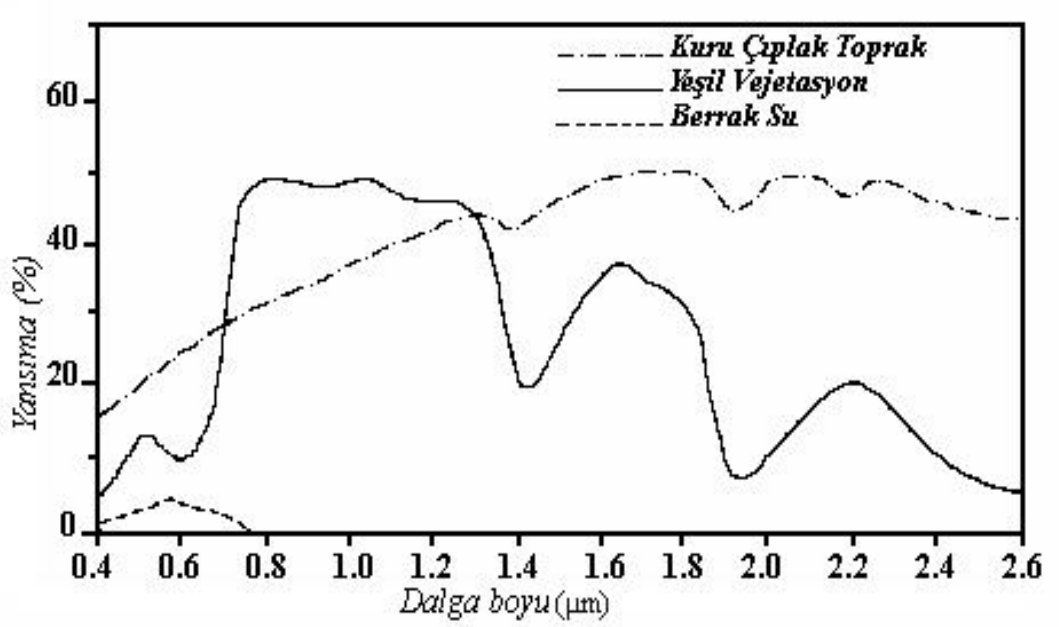
Güneş dünyamız için en önemli elektromanyetik radyasyon kaynağıdır. Elektromanyetik radyasyonun karakteristik bir özelliği olan Dalga boyu; Ardı ardına gelen dalga tepeleri arasındaki uzaklık şeklinde ölçülebilen bir dalga devrinin uzunluğudur. Dalga boyu genellikle Yunan harfi lamda (λ) ile gösterilir. Dalga boyu metre (m) ölçü birimi ile veya nanometre (nm), mikrometre (mm) veya santimetre (cm) gibi metre'nin alt birimleriyle ölçülür (Duran, 2007).

Dalga boyları dizisinin tamamı, elektromanyetik spektrum (EMS) olarak bilinir. Elektromanyetik spektrum, gamma ve x ışınlarını içine alan kısa dalga boylarından başlayarak, mikro dalgalara ve yayınlanan radyo dalgalarını içine alan uzun dalga boylarına kadar uzanır (Şekil 1.2) (Duran, 2007).



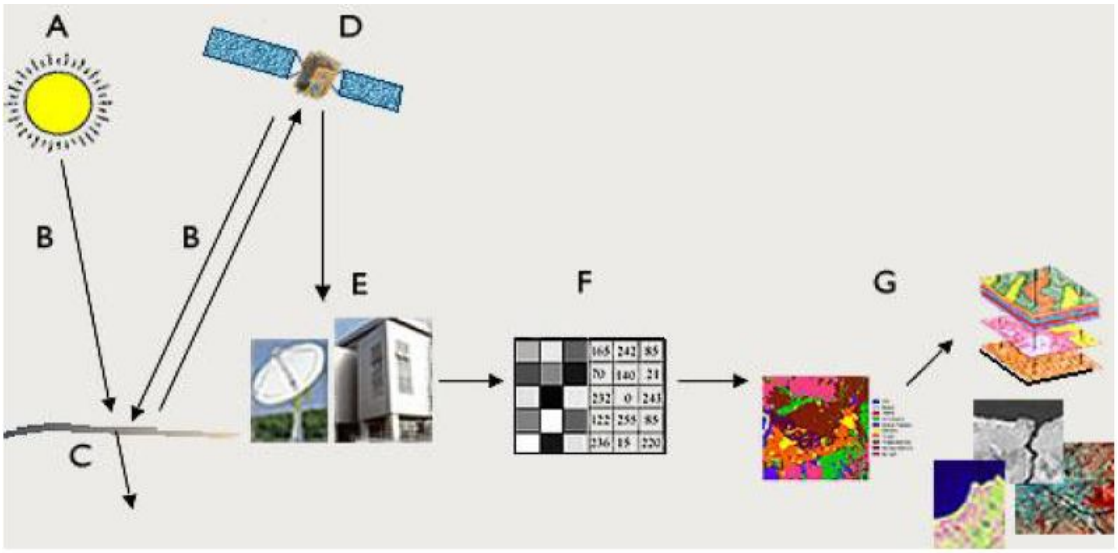
Şekil 1.2. Elektromanyetik spektrum (EMS)(Anonim, 2013)

Uzaktan algılamanın temel olarak, dünya üzerindeki objelerin tespiti amacıyla bu objelerin farklı dalga boylarındaki elektromanyetik radyasyonu yansıtma veya yaymadaki farklılıklarından yararlanılır. Yer yüzündeki her obje farklı elektromanyetik enerji dalga boylarına karşı değişik yanıt verir ve buda spektral olarak ayırt edilerek çeşitli özelliklerinin belirlenebilmesine olanak tanır. Şekil 1.3.' te farklı nesnelerin değişik dalga boylarında yansıma yüzdeleri görülmektedir.



Şekil 1.3. Üç farklı materyalin farklı dalga boylarındaki ortalama yansıma eğrisi (Duran, 2007)

Şekil 1.4' te uzaktan algılamanın aşamaları görülmektedir .



Şekil 1.4. Pasif Uydu Uzaktan algılamanın aşamaları (Yücel, 2009).

Burada;

A-Enerji kaynağı veya ışıma

B-Işınım ve atmosfer

C-Hedef ile etkileşim

D-Algılayıcı alet yardımıyla enerjinin kaydedilmesi

E-İletme, alma ve işleme

F-Yorumlama ve analiz

G-Uygulama aşamasıdır.

1.2.1. Uzaktan Algılama İle Verimin Tahmin Edilmesi (Duran, 2007).

Üretim ortamlarındaki bitkilerin yoğunluk değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla, bitki örtüsüne gelen enerji biçimlerinin saçılma, emilme, yayma ve geri yansıması esaslarını da içeren karmaşık pek çok model geliştirilmiştir. Diğer taraftan bitki örtüsü yoğunluğunu hesaplamak amacıyla da çeşitli deneysel bitki indeksleri de geliştirilmiştir. Söz konusu bu indekslerde, pasif enerji kaynağı olan güneş enerjisinin yeryüzüne ve bitkilere ulaşan görünür ve yakın kızılötesi dalga boyundaki enerji biçimleri, etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Sönmez ve Sarı, 2005).

1.2.1.1. Bitki Örtüsünün Görülebilir Işın Bölgesi (0,4–0,7 µm) İçin Spektral Yansıma Karakteristiği

Görünür bölgede (0,4–0,7 µm) yaprakların pigmentasyonu dominant faktördür. Burada yansıma klorofil, karoten, ksantofil ve antosyanis gibi yaprak pigmentleri tarafından kontrol edilir. Görünür spektrumun mavi ve kırmızı bölgelerinde yansıtım çok düşüktür. Çünkü yapraktaki klorofil, yaklaşık olarak 0,45 ile 0,65 µm arasında merkezlenmiş bu dalga boyu bantlarından gelen enerjinin çoğunu yutmaktadır (Matkav Ve Sunar, 1991).

Bu bölgede bitki yapraklarındaki pigmentlerin ışığı fazla soğurmaları nedeniyle düşük yansıma olmaktadır, bu nedenle 0,4–0,7 µm bölgesi pigment soğurma dilimi olarak tanımlanır. Soğurma özellikle mavi ve kırmızı ışığın bitki yapraklarında süre giden fotosentez işleminde kullanılmasından ileri gelmektedir. Yeşil dalga enerjisinin önemli bir miktarı ise geri yansıtılmaktadır. Bunun sonucu olarak, yasayan bitkiler yeşil görünmektedir (Duran, 2007).

1.2.1.2. Bitki Örtüsünün Yakın Kızılötesi Bölgesi (0,7–1,3 μm) İçin Spektral Yansıma Karakteristiği

Spektrumun bu bölgesinde soğurulma çok az, yansıma çok yüksek olduğundan bitki türüne bağlı olarak yansıma oranı %30–70 arasında değişmektedir. Geri kalan enerjinin yüksek bir miktarı ise yaprak içine iletilmektedir. Soğurulma ise spektrumun bu bölgesinde minimum olmaktadır. Sağlıklı yeşil bitki örtüsü, yakın kızılötesi bölgesinde (0,7–1,3 μm), görünür dalga boyları ile karsılaştırıldığında, çok yüksek yansıtım (yaklaşık: %45'den %50'ye kadar), çok yüksek geçirgenlik (yaklaşık: %45'den %50'ye kadar) ve çok düşük yutulma (%5'den az) ile karakterize edilmektedir (Duran, 2007).

1,3 μm'den 0,7 μm'ye doğru spektrumun yakın kızılötesi bölümünden görünür bölgeye gitmekte olduğumuz için sağlıklı vejetasyonda meydana gelen yansıma artmaktadır. 0,7–1,3 μm'deki bitkilerin yansıma oranları birinci olarak bitki yapraklarının içyapılarından olmaktadır (Lillesand, 1990).

1.2.1.3. Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI)

Normalize edilmiş fark vejetasyon indeksi (NDVI) (1) yakın zamana kadar kullanılan en yaygın bitki indeksidir ve bu indeks, bitkilerin yakın kızılötesi dalga boyundaki enerji biçimi için verdiği yüksek yansıma (Şekil) ve görünür bölgedeki kırmızı dalga boyundaki enerji için verdiği yüksek absorpsiyon özelliğinden yararlanılarak geliştirilmiştir (Sönmez ve Sarı, 2005).

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (1.1)$$

Bu eşitlikte,
NDVI: Normalize edilmiş fark vejetasyon indeksi
NIR: Bitkiden yansıyan yakın kızılötesi dalga boyundaki ışın yüzdesi
Red: Bitkiden yansıyan görünür dalga boyundaki kırmızı dalga boyu ışın yüzesi

Bu indeks sistemine göre belirlenmiş olan bitki örtüsü ile kaplı tüm alanların indeks değerleri, normalize edilmiş olup, bu sebepten dolayı her zaman 0 ile 1 arasında

olacaktır. Bu kapsamda, bitki indeksi ile bitki yoğunluğu arasında bir ilişki kurulduğunda ise, bitki örtüsünün yoğun olduğu yerlerde indeks değerinin 1 sayısına yaklaştığı, seyrek yani bitki yoğunluğunun azaldığı alanlarda da 0 değerine yaklaşacağı gibi bir sonuç ortaya çıkmaktadır (Sönmez ve Sarı, 2005).

NDVI, yeşil bitkilerin pikseli tamamen kapladıkları zaman yüksek, hiçbir yeşil bitki olmadığı zaman ise düşüktür. Normalize edilmiş olması, farklı güneş açısı etkilerini de ortadan kaldırır.

1.3. Mısır Yetiştiriciliği

Mısır; kullanım alanlarının artışıyla önemi günden güne artan bir bitkidir. Önceden sadece insan ve hayvan beslenmesi için düşünülen mısır tanesi, kompozisyonunda taşıdığı besin maddeleriyle nişasta bazlı şeker sanayinin, bitkisel yağ sanayinin ve biyoetanol yakıt üretiminde ham madde olmuştur. Mısır sözü edilen önemi sebebiyle de dünyada ekim alanı bakımından ikinci sıraya yükselmiştir. Ülkemizde ise 2004'den bu yana mısırın hızla artan ekim alanı, üretimi ve verimine karşın talebi karşılayacak üretim miktarına ulaşılamamıştır. 2007 yılı itibariyle 550 bin ha üretim alanı ve 3.8 milyon ton üretimi olan mısırın tüketimi ise yaklaşık 4.8 milyon tondur. Üretim ile tüketim arasındaki yaklaşık 1 milyon tonluk fark dış alım ile karşılanmaktadır (Koca ve ark., 2010).

Mısır ekim alanı ve üretim bakımından genel tarla ziraatı içerisinde küçük bir yere sahip olan Konya'da, Konya Ovası Projelerinin (KOP) peyder pey devreye girmesiyle sulanan alanlarda mısırın münavebeye girme şansını giderek artırmakta ve önemli bir üretim potansiyelini ortaya çıkarmaktadır (Ayrancı ve Sade, 2004)

S.Ü. Ziraat Fakültesi önderliğinde 2000 yılında yöremizde başlayan mısır ekimi artarak devam etmekte olup, 2007 yılında tanelik 120.419 da silajlık 82.091 da olmak üzere toplam 202.500 da civarında bir ekim alanına ulaşmıştır (Anonim, 2008).

Mısırın bitkisinin vejetasyon süresi çeşidin erkenciliğine bağlı olarak 90 ile 130 gün arasındadır. Mısırın minimum çimlenme sıcaklığı 8-10 oC, uygun büyüme sıcaklığı ise 20-30oC'dir. Bölgelerimizin iklim durumu dikkate alındığında mısır ana ürün ekim zamanları Ege, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Nisan ayı başında, Marmara, Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgelerinde Nisan sonu, Doğu Anadolu Bölgesinde Mayıs ayıdır. O yılın iklim durumu da ekim zamanını belirlemede kuşkusuz önemlidir. Mısır ekimi, gerek ana üründe ve gerekse ikinci üründe olabildiğince erken

yapılmalıdır. Erken ekimler, mısır bitkisinin Kış ve İlkbahar yağışlarından daha iyi yararlanmasını sağlar. Mısır bitkisi, havaların sıcak veya yağışlı gitmesine ve çeşidin erkenciliğine bağlı olarak çiçeklenmeden 45 ile 55 gün sonra hasat olumuna gelir (Süzer, 2013).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Günümüze kadar bitki indeksi değerleri ile verim arasındaki ilişkilerin ortaya konulduğu bir çok araştırma yapılmıştır.

Khawas ve Bhattacharjee (1996) yaptıkları bir çalışmada, spektral ölçümlerle alınan kızıl ötesi ve görünür kırmızı dalga boyu yansıma oranlarının kullanarak hesapladıkları bitki indeksi ile yaprak alan indeksi arasında ve aynı zamanda da verim değerleri arasında yüksek kolerasyon değerine sahip doğrusal ilişkilerin var olduğu bulmuşlardır.

Peştemalcı ve ark. (1995), 1991 yılında Adana ilinde arpa ve buğday alanlarını Landsat-5 verileri kullanarak belirlemişlerdir. Yaptıkları sınıflandırmanın tam doğruluğunu tespit etmek için bu ilde bir test alanı belirlenerek sınıflandırma sonuçları gerçek yüzeyle karşılaştırmıştır. Sonuç olarak arpa ve buğday alanları yaklaşık %15 hesap hatası ile bulunmuştur.

Bolca ve ark. (2003), uzaktan algılama tekniği kullanılarak Batı Anadolu Bölgesinde yer alan 2002 yılı pamuk ekili alanları ile pamuk ürün rekoltesini saptanmışlardır. Bu amaçla 2002 yılı Mayıs ve Ağustos aylarına ait Landsat 7 TM uydu görüntülerinin 4-5-3 bantları kullanılmıştır. Pamuk bitkisi, spektral yansıma değerleri ile verim değerleri karşılaştırılarak 3 seviyeli verim grubu oluşturulmuştur. Uydu görüntüleri, verim gruplarının sayısal görülme aralıklarına göre eğitimli yöntem ile sınıflandırılmış ve ilçelere göre pamuk ekili alanların yüz ölçümleri ile dağılım alanları saptanmıştır. Arazi çalışmaları ile her grup için dekara verimleri yörelere göre belirlenmiş ve ekili alan değerleri ile çarpılarak ürün rekoltesi saptanmıştır.

Pinter ve ark. (1981), buğday ve arpa bitkilerine ait spektral yansımalarının gelişim dönemleri boyunca zamana bağlı değişimlerini belirlemek ve bu değişken değerlerin kullanılmasıyla hesaplanan bitki indeksi değerlerinden yararlanarak, verim tahminlerinin yapılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada, dane olum periyoduna kadar geçen gelişim süresinde iki buğday ve iki arpa çeşidinin spektral yansıma değerlerinden hesap edilmiş bitki indeksi değerleri ile verim arasında yüksek ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, geliştirdikleri bu model ile, farklı su stresi koşullarında yetişen buğday ve arpa bitkilerindeki verim değişiminin belirlenmesinde de %88'lik bir doğruluğa ulaşıldığını belirtmişlerdir.

Uz ve Çabuk (2005), yaptıkları bir çalışmada Eskişehir İli kent merkezine ait yeşil alanların, uydu görüntüleri, coğrafi bilgi ve uzaktan algılama sistemleri ve

multispektral uydu verileri ile farklı yöntemler ile belirlenebilirliğini ve bu sistemlerin planlama bilgi sistemi oluşturulmasında kullanılabilirliğini ortaya koymaya çalışmışlardır.

Yerdelen ve ark. (2008), uydu görüntüleri ve agrometeorolojik verileri kullanarak Edirne ilinde ürün deseni belirlenmesi ve ayçiçeği verim tahmini çalışması gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada uydu görüntülerinin sınıflanması sonucu Edirne ilinde ayçiçeği üretim alanı miktarı 114.562 ha olarak belirlenmiştir. Verim tahmininde FAO'nun geliştirmiş olduğu agrometeorolojik simulasyon modeli (AGROMETSHELL) kullanılmış, 2007 yılı verim değeri 151 kg/da bulunmuştur.

Yıldırım ve ark. (1997), Güney-Batı Anadolu'da bir bölgenin bitki örtüsü ve yoğunluğunu uzaktan algılama yöntemiyle Mayıs 1993 Landsat TM uydu görüntüsü kullanarak tespit etmeye çalışmışlardır. Arazi gözlemleri yapılarak mevcut farklı bitki türlerinin tespiti yapılmıştır. Uydu görüntülerinin spekteral yansıma değerleri kullanılarak çalı, orman, step sınıflarına örnek oluşturan piksellerin her bandaki ortalama değerleri, standart sapmaları, kovaryans matrisleri gibi istatistiksel değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra en yakın mesafe metoduyla farklı bitki türlerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Bitki sınıflarının indeksleri ile piksel bazda uygulanan doğrusal model 17 yöntemiyle bitki yoğunluk değerleri hesaplanmış olup arazinin bitki örtü sınıfları ve doğrusal modelle bitki yoğunlukları hesaplanıp haritalanmıştır.

Şimşek ve ark. (2007), Agrometshell modeli kullanılarak Türkiye'de buğdayın verim tahmini üzerine çalışmışlardır. Çalışmada AgroMetShell modelinin çalıştırılabilmesi için gerekli olan meteorolojik veriler, bitki katsayıları, fenolojik gözlemler, toprak özellikleri ve NDVI görüntüleri hazırlanmıştır. Sonuçta 2005 ve 2006 yılları için il bazında verim tahminleri elde edilmiştir, tahmin edilen verim değerleri ile geçekleşen değerler arasında $r^2 = 0.9067$ düzeyinde bir ilişki tespit edilmiştir.

Li (1990) , yaptığı çalışmada Çin' de buğday üretimini uzaktan algılama ile belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada NOAA uydusu verileri ve Landsat MSS ve TM5 görüntüleri kullanılmıştır. 140 ilçedeki 400 gözleme sahip yer uygulaması agronomik bilgiler ve bazı spektroradyometrik ölçümler elde edilmiştir. Buğday verim tahmini %2.3 ile %4.5 arasında değişen hata ile yapılmıştır.

Çelik ve Sönmez (2013) Kızıltepe İlçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerin MODIS NDVI verileri kullanılarak izlenmesi ve incelenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kırmızı ve yakın infrared band kullanılarak hesaplanan, 16 günlük zamansal çözünürlüğü ve 250 m'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS NDVI

verileri kullanılmıştır. CBS ortamında kontrolsüz sınıflandırmada ISODATA yöntemi ile yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahaları ve diğer sahalar (çıplak sahalar, su yüzeyleri, hasatlı tarla) olmak üzere 2 sınıf oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda Kızıltepe'de 2001 yılının ağustos ayında 41 bin hektar civarında olan yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahalarının, sulamalı tarımın yaygınlaşmasına paralel olarak 2006 yılında 72 bin hektara çıkmış olduğu ve 2011 yılında 83 bin hektar civarına yükselmiş olduğu görülmüştür. Hâlbuki aynı yılların buğday hasadının tamamlandığı haziran ayında yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahaları 2001'de 2 bin, 2006 yılında 3200 ve 2011 yılında yalnızca 760 hektar civarlarında olduğu görülmüştür.

Genç ve ark. (2008) bitki örtme oranının spektral filtreler yardımıyla belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada sürekli ve istenilen zamanda görüntü çekebilmeye olanak tanıyan yersel görüntü alabilen kameralar kullanılarak bitki örtme oranları (BÖO) hesaplanması araştırılmıştır. Klorofil Okumaları (KO), spektroradyometre ölçümlerinden hesaplanan Normalize Edilmiş Vejetasyon Farklılık İndeks (NDVI) değerleri ve bitki alan indeks (BAI) değerleri, BÖO'nın tahmin edilmesi regresyon analizleri yapılarak araştırılmıştır. Görünür bölge geçirgenlik özelliğine sahip filtreler kullanılarak hesaplanan BÖO sonuçları KO %36.9 (R^2), yeşil band kullanımıyla elde edilen Normalize Edilmiş Vejetasyon Farklılık İndeks GNDVI değerleriyle %50.7, NDVI değerleriyle %53.2 ve BAI değerleriyle %42.2 bir doğruluk göstermektedir. Aynı karşılaştırma kızıl ötesi geçirgenliğe sahip filtre kullanıldığında ise sırasıyla %72.4, %66.8, %72.3 ve %46.9 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak kızıl ötesi geçirgenliğe sahip filtrelerin görünür bölge geçirgen filtrelere oranla daha yüksek oranda bir tahminleme yaptığı görülmüştür.

Evsahibioğlu ve Kodal (1992), yaptıkları çalışmada uzaktan algılama teknikleri ile Ankara ve Çankırı illerinde buğday üretiminin belirlemesini amaçlayarak buğday ekim alanlarını uzaktan algılama tekniklerini ile verim değerlerini tarımsal meteorolojik yaklaşımla tahmin etmişlerdir. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak buğday ekim alanlarının istatiksel olarak yüksek doğruluk ile tahmin edilebileceğini ve bu değerler agroklimatolojik yaklaşımlarla geliştirilen verim modelleri ile birleştirildiğinde bitkisel üretimle ilgili önemli bulguların sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Ünal ve Aydoğdu (2012) yaptıkları çalışmada Çankırı meralarında biyokütle ve vejetasyon indeks ilişkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada, Çankırı meralarının gelişme ve büyüme dönemindeki vejetasyon indekslerinin toplamı ile oluşturulan tümleşik NDVI değerinin (TNDVI), hem arazi çalışması hem de uydu verilerinden

hesaplanan biyokütle değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, arazide ölçülen biyokütle ve TNDVI arasındaki ilişki orta seviyede (r^2=0,45) bulunurken uydu verisinden Işık Kullanım Etkinliği (LUE) modeli ile hesaplanan biyokütle ve TNDVI değişkenleri arasındaki ilişki ise daha yüksek bulunmuştur (r^2=0,69). Bu ilişkiler %95 güven aralığında istatistiksel olarak (t=4,03, $p<0,05$) önemli bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak silajlık mısır ekimi için yaklaşık bir dekarlık arazi, ekim için BC-532 silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Havadan fotoğraflama için uçurtma sistemi kullanılmıştır. Arazide hasat sırasında bitkilerden ölçüm almak amacı ile 0.01 mm hassasiyete sahip elektronik kumpas, Dikomsan marka 1 gram hassasiyetinde 4 V' luk şarjlı terazi ve metre, arazide parselleri boyutlandırmak için 50 m' lik şeritmetre kullanılmıştır (Şekil 3.1., Şekil 3.2.). Uzaktan algılama verilerini almak amacıyla multispektral kamera, verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi amacı ile bilgisayar ve yazılım kullanılmıştır. Arazide parselleri konumlarını belirlemek amacı ile RTK-GPS ve bir metrelik demir çubuklara ile sabitlenen teflon plakalar kullanılmıştır.



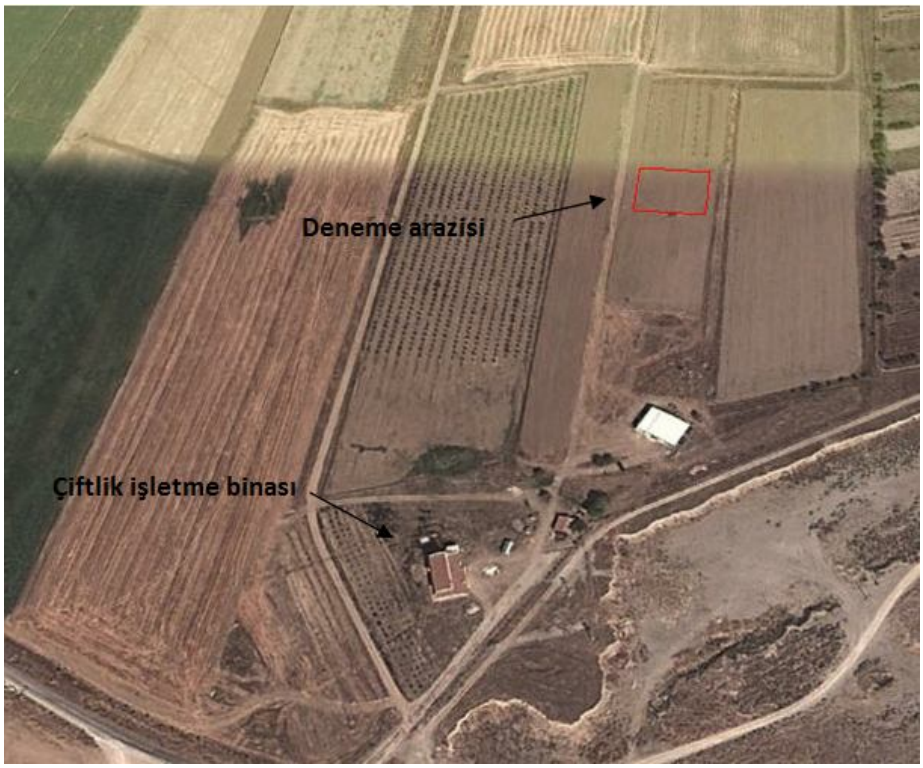
Şekil 3.1. Ölçümlerde kullanılan şeritmetre, dijital kumpas ve metre



Şekil 3.2. Ölçümlerde kullanılan şarjlı terazi

3.1.1. Deneme Alanı

Bu çalışmada, Konya ilinde Selçuk Üniversitesi Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliği' nde bulunan 1 dekarlık arazi kullanılmıştır. Şekil 3.3.' de arazinin uydu görüntüsü görülmektedir. Arazi üzerinde toprak işleme ve tohum yatağı hazırlama işlemleri önceden yapılmıştır. Ekim yapılan alandan toprak örnekleri alınarak analiz yaptırılmış ve organik madde içeriği 3.85 olarak bulunmuştur.



Şekil 3.3. Deneme arazisinin uydu görüntüsü

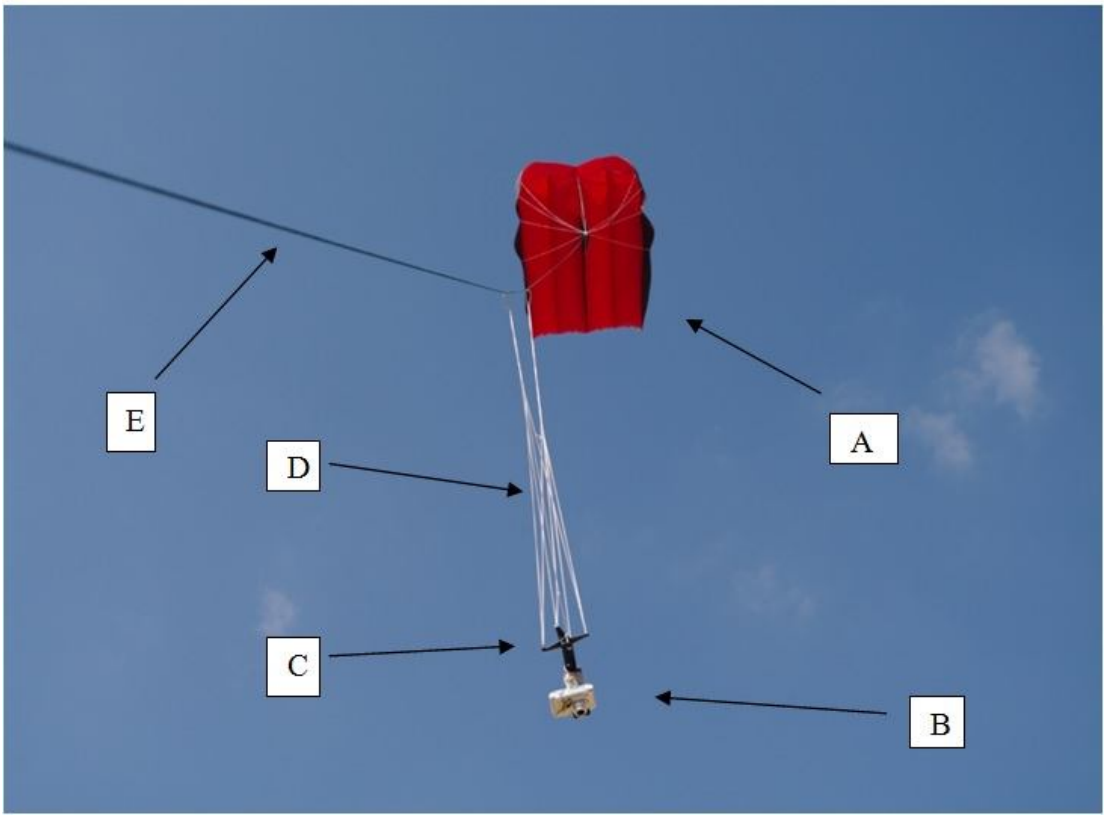
İç Anadolu bölgesinin güney kısmında bulunan Konya'da (Şekil 3.4.) kışlar sert, soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 11,5°C'dir. Rastlanan en yüksek sıcaklık 40°C, en düşük ise -28,2°C'dir. Yılın ortalama 10 gününde sıcaklık -10°C'den düşüktür. Don olayı görülen gün sayısı 100'dür. Don 14 Eylül ile 15 Mayıs arasında görülebilir. Ortalama nispi nem % 60'tır. Konya'da yıllık ortalama yağış 326 mm olup, 45.4 mm ile Mayıs ayı başta gelir. Yıllık yağış 143.7 mm ile 544.9 mm arasında değişir. Yağışlı gün sayısı 82'dir (Anonim, 2012a).



Şekil 3.4. Konya ili (Anonim, 2012b)

3.1.2. Uçurtma Sistemi

Araziden hava fotoğrafları çekebilmek amacı ile Şekil 3.5. ' te görülen paraşüt tipindeki uçurtma sistemi kullanılmıştır. Kullanılan uçurtma 2.25 m boyunda, 4 m^2 alana sahip dört hücreli bir uçurtmadır. Uçurtma yaklaşık 500 m uzunluğunda 120 kg taşıyabilen özel bir ipe sahiptir. Uçurtmaya kameranın monte edildiği düzenek, uçurtmaya özel bir düğüme sahip ip sistemi ile bağlanmıştır. Bu sistem uçurtma havada hangi pozisyonda olursa olsun kameranın yatay konumda olmasını sağlamıştır.



Şekil 3.5. Uçurtma sistemi

Burada;

A-Uçurtma bezi

B-Kamera

C-Kamera bağlantı aparatı

D-Kameranın yatay kalmasını sağlayan özel ip sistemi

E-Taşıyıcı ip

3.1.3. Multispektral Kamera

Görüntülerin alınmasında bu tez projesi için Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün desteğiyle alınan multispektral fotoğraf makinası kullanılmıştır (Şekil 3.6.). Bu kamera 3.2 megapiksel (2048 x 1536 piksel) CMOS sensora sahip olup landsat uydusunun TM2, TM3 and TM4 bantlarına eşdeğer yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi bantlarını kaydedebilir özelliktedir. Kameranın çalışma voltajı 5-12 V ile olup kamera ile arazide görüntü alınırken 2 hücreli lityum polimer batarya kullanılmıştır.



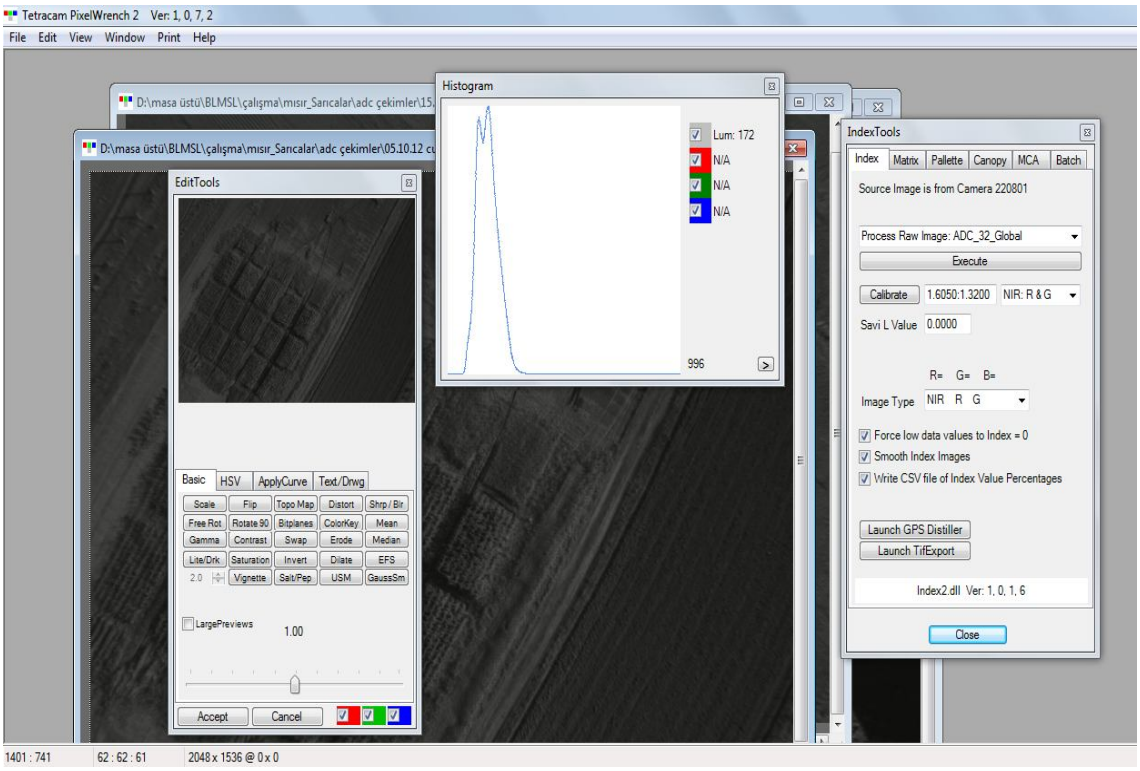
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan multispektral fotoğraf makinası

3.1.4. Bilgisayar

Araziden alınan görüntülerin analizinde Asus marka Intel Core i5 2.4 GHz işlemciye, 4 GB belleğe ve 320 GB sabit sürücüye sahip standart bir dizüstü bilgisayar kullanılmıştır.

3.1.5. Yazılım

Araziden alınan görüntülerden parsellere ait NDVI değerlerini hesaplamak amacıyla multispectral fotoğraf makinesi ile birlikte gelen Tetracam PixelWrench2 yazılımı kullanılmıştır (Şekil 3.7.). Verilerin değerlendirilerek istatistiki analizlerinin yapılması amacı ile Excel ve SPSS programları kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Tetracam PixelWrench2 yazılımı ekran görüntüsü

3.1.6. RTK-GPS Sistemi

Deneme alanının konumunu belirlemede RTK-GPS Sistemi (Şekil 3.8.) kullanılmıştır. RTK-GPS Sistemi, sabit noktaya kurulan bir adet GPS aleti, noktaların koordinatlarını belirlemede kullanılan gezici GPS aleti ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Sistemi kullanabilmek için arazide üzerine GPS aleti bağlanabilen demir bir profilin deneme alanının yakınına açılan bir çukura beton dökülerek sabitlenmesi ile bir adet sabit ölçüm noktası oluşturulmuştur.



Şekil 3.8. RTK-GPS Sistemi

Deneme alanında GPS ile ölçüm alınacak noktalara 1 m boyunda demir profilin üzerine sabitlenen 20 cm çapında teflon plakalar konulmuştur (Şekil3.9., Şekil 3.10.). Teflon kullanılmasının amacı: Güneş radyasyonunu iyi yansıtarak araziden alınan çok bantlı görüntülerde kalibrasyon yapabilmek içindir. DCM formatında elde edilen resimler PixelWrench programı kullanılarak ilk önce kalibrasyon yapılmalıdır. Doğru kalibrasyon yapabilmek için yazılımda kalibrasyon şekli, NIR:R & G yada NIR / Green olarak seçilmelidir.



Şekil 3.9. Teflon plaka



Şekil 3.10. Teflon plakanın arazide kurulu hali

3.2. Yöntem

3.2.1. Silajlık Mısır Yetiştirilmesi

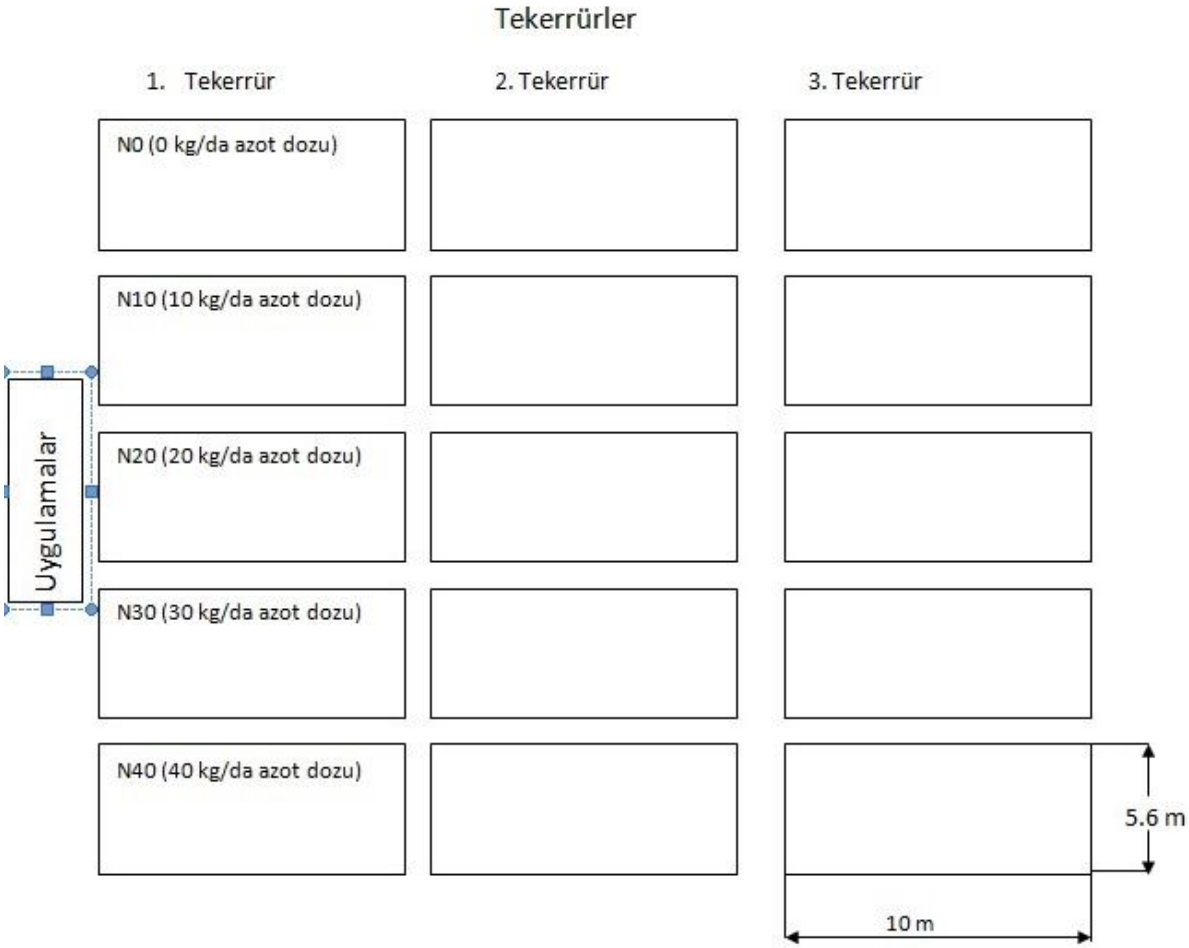
Bu çalışmada uzaktan algılama verileri ile verim karşılaştırılacağından arazinin Şekil 3. 11.' deki gibi parsellere bölünerek farklı verimler elde edilmesi amaçlanmıştır. Bunu sağlamak verime etkili parametrelerden olan azot dozu kullanılmıştır (Tunalı ve ark., 2012). Ekim 2012 yaz döneminde yapılmış olup farklı verimler elde etmek amacı ile azotun 0, 10, 20, 30, 40 kg N/dekar dozları kullanılmıştır. Deneme Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup her tekerrür 10 metre uzunluğunda 0.7 metre sıra arası mesafeye sahip 8 sıradan oluşmaktadır.

Ekim yapılacak arazi üzerinde önceden pullukla birinci toprak işleme, kazayağı kültivatör ile ikileme ve dişli-döner tırmık kombinasyonu ile tohum yatağı hazırlığı yapılmıştır. Ekim işlemi ise 25.07.2012 tarihinde yapılmıştır. Pnömatik hassas ekim mibzeri kullanılmış ve ekim derinliği 7 cm, sıra üzeri mesafe, 25 cm, sıra arası mesafe 0.7 metre olarak ayarlanmıştır. Ekim yapıldığı gün toprak sıcaklığı 17^{o}C, hava sıcaklığı 30^{o}C olarak ölçülmüştür. Ekim normu 2.5 kg/da olarak belirlenmiştir.

Uygulanan azot dozlarına göre parseller N0, N10, N20, N30, ve N40 olarak adlandırılmış, sırasıyla bu parsellere toplamda 0, 10, 20, 30, 40 kg dekara azot uygulaması yapılmıştır. Ekimden sonra N0 parseline dekara 10 kg P gelecek şekilde TSP gübresi, diğer parsellere dekara 4 kg N ve 10 kg P gelecek şekilde DAP gübresi uygulanmıştır. Azotun geri kalan kısmı üre formunda ikinci çapalama işleminden sonra verilmiştir.

Ekimden 7 gün sonra çıkış başlamış ve bitki gelişimi boyunca sırasıyla birinci çapa ikinci çapa boğaz doldurma yabancı ot ilaçlaması işlemleri uygulanmıştır. Arazide sulama işle 2. Çapalama işlemine kadar yağmurlama daha sonra karığa olmak üzere toplam 5 defa sulama yapılmıştır.

Bitkiler ekimden 70 gün sonra çiçeklenme dönemine girmiş ve 98 gün sonra hasat edilmiştir.



Şekil 3.11. Arazide parsel düzeni

3.2.1.1. Hasat Ve Bitkiden Hasat Sırasında Alınan Ölçümler

Hasat işlemi; el testeresi kullanılarak bitkilerin toprak seviyesinden kesilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Verim ölçümü yapılırken parsellerden ölçülen iki sıra hasat edilerek hasat edilen bitkiler şarjlı terazi ile tartılmıştır. Daha sonra iki sıra arası mesafe ile bu uzunluk çarpılmış ve hasat edilen sıraların alanı bulunmuştur. Tartım sonucu bulunan değerin bu alana oranlanması ile verim hesaplanmıştır. Bu işlem her parselde üçer defa farklı sıralarda yapılmış ve ortalamaları alınarak verim bulunmuştur. Şekil 3.12.'de arazide mısırın hasat öncesi durumu görülmektedir.

Bitkilerde hasat sırasında her parselden belirlenen 20 bitkide bitki boyu, koçan sayısı, koçan yüksekliği, sap çapı, yaprak uzunluğu, yaprak eni, bitki ağırlığı, yaprak ağırlığı, koçan ağırlığı ve sap ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler yapılırken bitki

boyu, koçan yüksekliği, yaprak uzunluğu, yaprak eni ölçümünde metre, sap çapı ölçümünde elektronik kumpas, bitki ağırlığı, yaprak ağırlığı, koçan ağırlığı ve sap ağırlığı ölçümlerinde şarjlı terazi kullanılmıştır. Bitki hasat edilmeden önce bitkinin toprağa bağlandığı yerden tepe noktasına kadar olan uzunluğun ölçülmesi ile bitki yüksekliği elde edilmiştir. Bitkideki gelişen koçanların sayılması ile koçan sayısı elde edilmiştir. Koçan yüksekliği değeri en iyi gelişen koçanın bitkiye bağlandığı yerin yerden yüksekliğinin ölçülmesi ile elde edilmiştir. Aynı koçanın altındaki yaprağın uzunluğunun ölçülmesi ile yaprak uzunluğu, en geniş olduğu noktanın genişliğinin ölçülmesi ile de yaprak genişliği elde edilmiştir. Koçana yakın bir noktadan sap çapı ölçümü yapılmıştır. Belirlenen bitkiler toprak seviyesinden kesilerek bitkinin tamamı tartılarak bitki ağırlığı, yaprakları ayrılıp tartılarak yaprak ağırlığı, gelişen koçanları ayrılıp tartılarak koçan ağırlığı, geriye kalan sap tartılarak sap ağırlığı değerleri elde edilmiştir.



Şekil 3.12. Arazide mısırın hasat öncesi durumu

3.2.2. RTK (Real Time Kinematik) GPS ölçümü

Çalışma sahası yakınında bir GPS noktası Şekil 3.13.' te görüldüğü gibi tesis edildi.



Şekil 3.13. Sarıcalar çalışma alanında tesis edilen sabit istasyon

İki saat sürekli GPS ölçümü yaparak, sabit noktanın koordinatları hesaplandı. Parselleri çevreleyecek şekilde 5 tane nokta Şekil 3.14.' te görüldüğü gibi tesis edilerek bu noktalara teflon plakalar yerleştirildi.



Şekil 3.14. Sarıcalar çalışma alanında RTK yöntemi ile tesis edilen 5 nokta

Sabit noktaya bir GPS aleti kuruldu. Gezici ikinci bir GPS aleti ile Şekil 3.15.' de görüldüğü gibi her bir noktada 10 saniye bekleyerek 5 nokta koordinatlandırıldı. Koordinatlar Coğrafi koordinatlar formatında hesaplandı. Tüm koordinatlar WGS84, Dünya Geodezik Sistemi datumunda elde edilmiştir. Bu sayede Şekil 2'de yeni koordinatları hesaplanan noktalar Google Earth programında görüntülenmiştir. Hesaplanan noktaların doğruluğu görsel olarak da doğrulandı.



Şekil 3.15. Gezici GPS aleti ile noktaların koordinatlandırılması

RTK yöntemi ile yeni hesaplanan koordinatlar aşağıdaki Tablo 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma alanındaki tesis edilen noktaların koordinatları

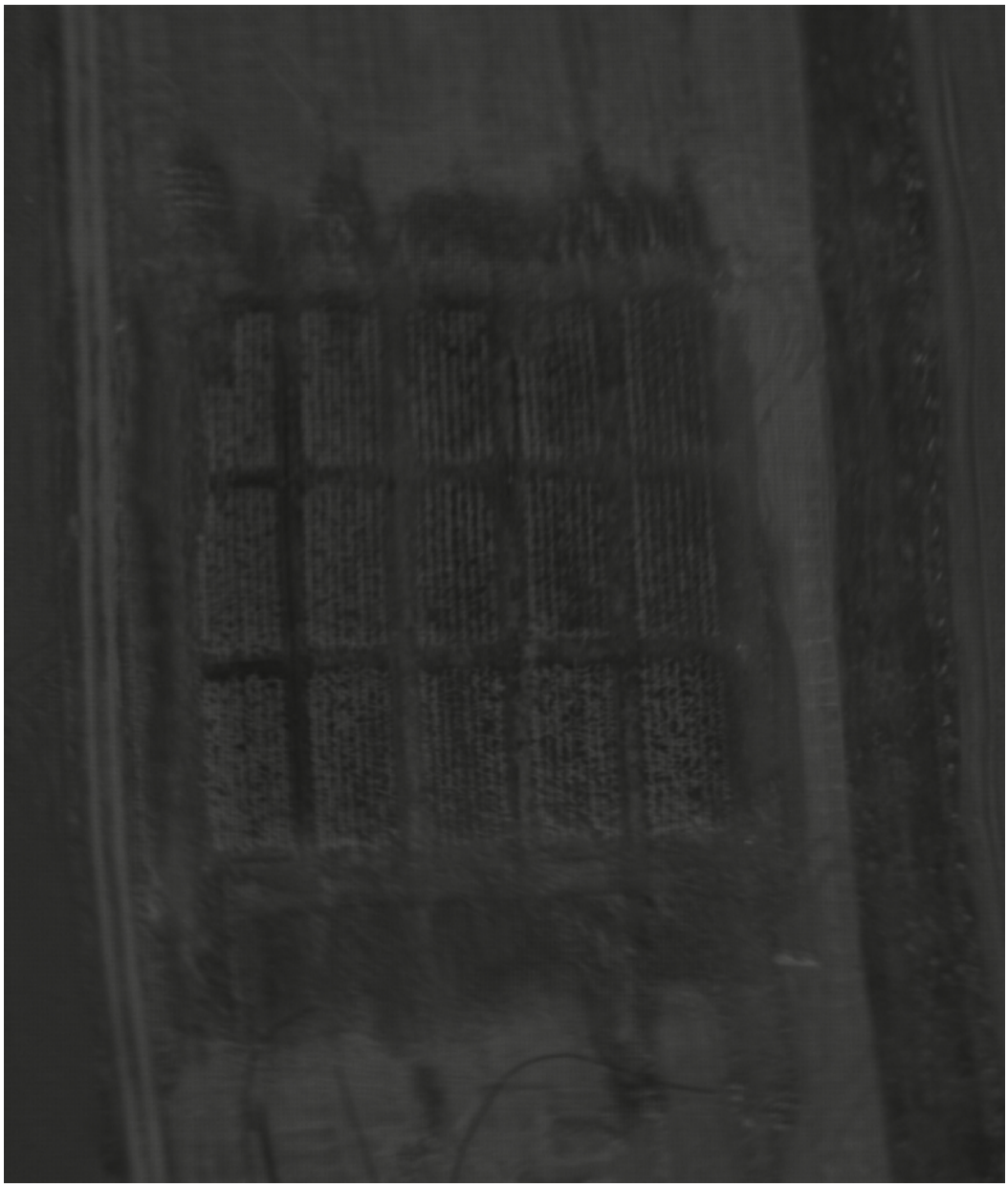
Noktalar	Enlem (^{o})	Boylam Enlem (^{o})	Yükseklik (m)
1	32.60875	38.09319	1042.76000
2	32.60880	38.09351	1042.66198
3	32.60923	38.09348	1042.92102
4	32.60920	38.09326	1042.75500
5	32.60918	38.09316	1042.72302

3.2.3. Araziden Çok Bantlı Fotoğraf Alınması ve Analiz Edilmesi

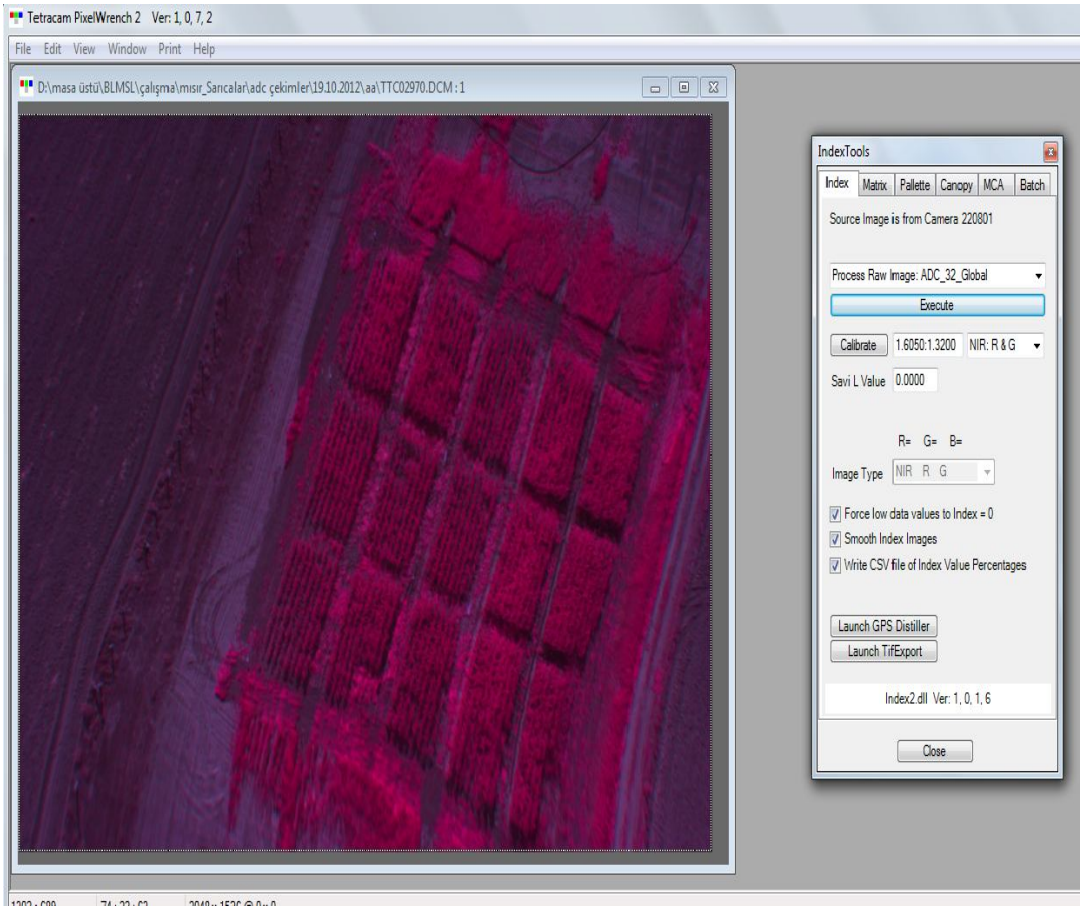
Bu çalışmada verim değerleri ile karşılaştırmak ve verim tahmin çalışmasında kullanılabilirliğini belirlemek amacı ile araziden alınan görüntüler üzerinden uzaktan algılamada verim ile yüksek ilişkisi bulunan NDVI değerlerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Araziden NDVI hesaplamasında kullanılmak üzere 3 farklı dönemde görüntü alınmıştır. Görüntüler bitkilerin çiçeklenme başlangıcından 15 gün önce, çiçeklenme döneminde ve çiçeklenme bitiminden 10 gün sonra alınmıştır.

Çekimlerden önce görüntülerin elde edileceği çok bantlı fotoğraf makinesi her on saniyede bir çekim yapacak şekilde otomatik moda ayarlanmıştır. Arazide resim çekimini yapabilmek için uygun yön ve uygun hızda rüzgarın olduğu gün ve saatler Meteoroloji Genel Müdürlüğü' nün sitesinden takip edilerek belirlenmiştir. Rüzgar hızının 10-15 km/saat arasında olması gerekmektedir. Bunun nedeni de rüzgâr hızı bu değerlerin altında ise sistem kaldırılamamakta, bu değerin üzerinde ise sürüklenme riski oluşmaktadır. Uygun rüzgar yönü ve hızı yakalandıktan sonra uçurtma uçurulmuş ve bir müddet havada seyri izlenmiştir. Havada sabit uçtuğu durumlarda yaklaşık 50-60m ip salınarak kamera sistemi uçurtmaya bağlanmıştır. İp, uçurtma parsellerin üzerine gelene kadar salınmıştır. Bu şekilde uçurtma yaklaşık 300-500m yüksekliğe çıkarılmıştır. Uçuş sırasında uçurtmanın parsellerin üzerinde olup olmadığı sürekli kontrol edilmiştir. Kameranın yaklaşık iki saat arazi üzerinde çekim yapmasından sonra çekim işlemi bitirilmiştir.

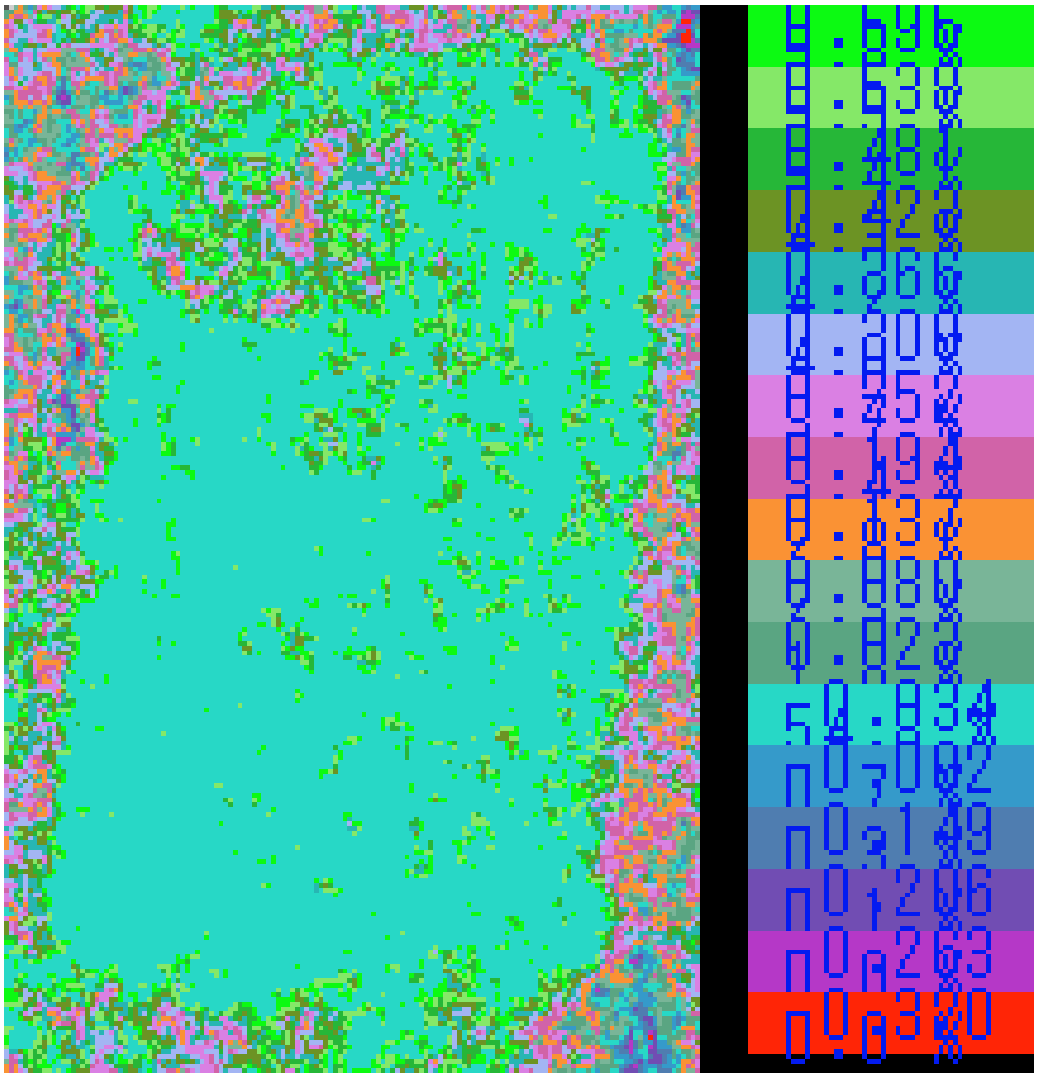
Çekim işlemi bittikten sonra görüntüler tek tek incelenerek en uygun arazi görüntüleri analiz edilmek üzere seçilmiştir (Şekil 3.16). Seçilen görüntüler Tetracam PixelWrench2 yazılımı ile analiz edilmiştir. Görüntüler programa yüklenmiş, daha sonra 'index' menüsünden kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Kalibrasyon işlemi ile resimlerdeki NIR ve kırmızı bölgedeki ışınların maksimun yansımaları tespit edilmiş olup bu sayede programın bu değerlerle kıyaslama yaparak bitkilerden % yansıma değerlerini hesaplayabilmesi sağlanmıştır. Daha sonra aynı menüden NDVI hesaplaması seçilmiş ve her parsele ait ortalama NDVI değerleri, programın NIR ve görünür kırmızı bölgedeki ışınların yansıma yüzdelerinin farklarını, toplamlarına oranlaması ile tek tek hesaplanmıştır (Şekil 3.17., Şekil 3.18.).



Şekil 3.16. Arazinin çok bantlı kamera ile havadan çekilen görüntüsü



Şekil 3.17. Tetracam PixelWrench2 yazılımı ile görüntülerin analiz edilmesi



Şekil 3.18. Analiz edilmiş parsel görüntüsü

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Yetiştirilen Mısır Bitkisine Ait Ölçümler

Farklı verimler elde etmek amacı ile yapılan dekara azot uygulamasına göre N0 (0kg N), N10 (10kg N), N20 (20kg N), N30 (30kg N), N40 (40kg N) olarak adlandırılan ve üçer tekerrürlü mısır parsellerinden hasat sırasında ölçümü yapılarak tekerrür ortalamaları hesaplanan bitki boyu, koçan sayısı, koçan yüksekliği, sap çapı, yaprak uzunluğu, yaprak eni, bitki ağırlığı, yaprak ağırlığı, koçan ağırlığı, sap ağırlığı değerleri Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme parsellerinde hasat sırasında bitkilerden alınan ölçümler

Azot dozu	Boy	Koçan sayısı.	Koçan yüksekliği	Sap çapı	Yaprak uzunluğu	Yaprak genişliği	Bitki ağırlığı	Yaprak ağırlığı	Koçan ağırlığı	Sap Ağırlığı
(kg/da)	(mm)	(tane)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(g)	(g)	(g)
N0 (0kg N/da)	1380,67	0,73	855,83	19,14	719,73	84,93	478,07	86,17	178,50	272,90
N10 (10kg N/da)	1731,67	1,23	524,29	20,53	782,67	122,00	697,93	115,03	257,23	325,67
N20 (20kg N/da)	1917,33	1,07	630,00	19,67	750,07	92,07	633,33	105,50	255,99	271,84
N30(30kg N/da)	1997,33	1,12	468,78	20,87	777,17	99,18	921,33	130,23	375,40	415,70
N40 (40kg N/da)	2075,24	1,37	615,61	21,52	795,11	101,88	1088,34	133,76	518,13	436,46

Tüm uygulama parselleri ve tekerrürlerine ait elde edilen verim değerleri varyans analizi yapılarak değerlendirilmiş ve elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Uygulamalar ve tekerrürler arası verim değerlerine göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	S.D.	K.O.	F Değeri	P Değeri
Uygulama	1.19	4	2974736	248.1	0.00**
Tekerrür	106306.6	2	53153.3	4.4	0.51
Hata	95908	8	11988		
Genel	1.2	14			

**P<0.01

Çizelge 4.2. incelendiğinde hasat sonrasında elde edilen verim değerlerinin uygulamalar arasındaki dağılımının %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı olduğu ($P<0.01$), tekerrürler arasında ise %5 düzeyinde istatistiksel olarak farksız olduğu bulunmuştur.

Hasat sırasında tüm parsellerden üçer veri alınarak ortalamaları hesaplanan dekara verim değerleri Çizelge 4.3.' te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme parsellerinin azot dozu uygulamasına göre verim değerleri

Azot dozu (kg/da)	Verim (kg/da)
N0 (0kg N)	1807
N10 (10kg N)	2673,66
N20 (20kg N	3542,49
N30(30kg N)	4093,78
N40 (40kg N)	4118,425

Araziden alınan değerler üzerinden yapılan istatistiki analizlere göre parsellere ait verim değerlerinde uygulamalar arasında %1 önem seviyesine göre fark olduğu, tekerrürler arasında ise %5 önem seviyesine göre fark olmadığı belirlenmiştir.

Hasat sırasında parsellerden alınan örnek bitkilerin etüv fırınında 72 saat bekletilmesiyle elde edilen kuru madde içeriği değerleri Çizelge 4.4.' te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Parsellerden alınan örneklerin uygulamalara göre kuru madde içeriği

Azot dozu (kg/da)	Kuru madde içeriği (%)
N0 (0kg N)	15,85
N10 (10kg N)	13,18
N20 (20kg N	17,25
N30(30kg N)	31,65
N40 (40kg N)	37,69

4.2. Uzaktan Algılama İle Elde Edilen Verilerin Analiz Sonuçları

Araziden alınan ve uzaktan algılama verisi olarak kullanılan görüntüler, çiçeklenme öncesi (15 gün önce), çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası (10 gün sonra) olmak üzere üç farklı zamanda alınmıştır. Arazide N0 (0kg N), N10 (10kg N), N20 (20kg N), N30 (30kg N), N40 (40kg N) olarak adlandırılan ve üçer tekerrürü

bulunan parsellere ait elde edilen NDVI değerleri varyans analizi yapılarak değerlendirilmiş ve elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Uygulamalar ve tekerrürler arası NDVI değerlerine göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları

Görüntülerin alındığı dönem	Varyasyon kaynağı	K.T	S.D.	K.O.	F Değeri	P Değeri
Çiçeklernme öncesi	Uygulama	0.03	4	0.007	2.231	0.155
	Tekerrür	0.006	2	0.003	0.829	0.471
	Hata	0.027	8	0.003		
	Genel	0.062	14			
Çiçekenme dönemi	Uygulama	0.099	4	0.025	10.691	0.003**
	Tekerrür	0.003	2	0.001	0.569	0.588
	Hata	0.019	8	0.002		
	Genel	0.12	14			
Çiçeklenme sonrası	Uygulama	0.048	4	0.012	1.542	0.279
	Tekerrür	0.002	2	0.001	0.140	0.871
	Hata	0.027	8	0.003		
	Genel	0.113	14			

**P<0.01

Çizelge 4.5. incelendiğinde çiçeklenme döneminde elde edilen NDVI değerlerinin uygulamalar arasındaki dağılımının %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı olduğu (P<0.01), tekerrürler arasında ise %5 düzeyinde istatistiksel olarak farksız olduğu bulunmuştur. Çiçeklenme öncesi ve sonrasında elde edilen NDVI değerlerinin uygulamalar arasındaki ve tekerrürler arasındaki dağılımının %5 düzeyinde istatistiksel olarak farksız olduğu bulunmuştur.

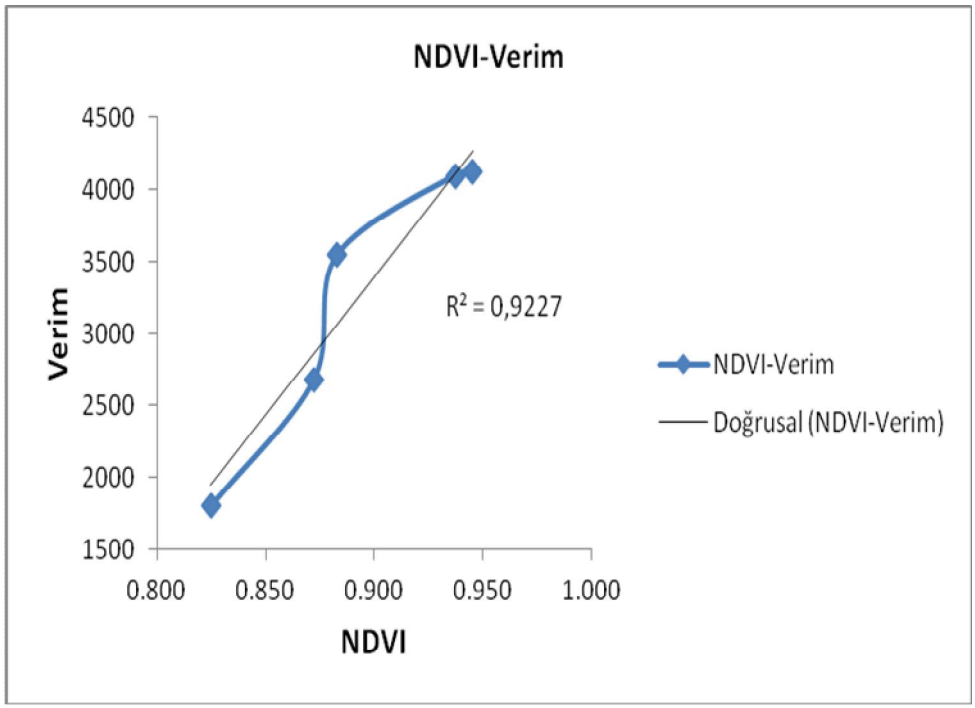
Arazi üzerinden çiçeklenme öncesi çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası olmak üzere her üç dönemde alınan görüntülerden hesaplanan farklı azot dozu uygulamalarına ait parsellerin ortalama NDVI değerleri Çizelge 4.6.' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Parsellere ait azot dozu uygulamalarına göre ortalama NDVI değerleri

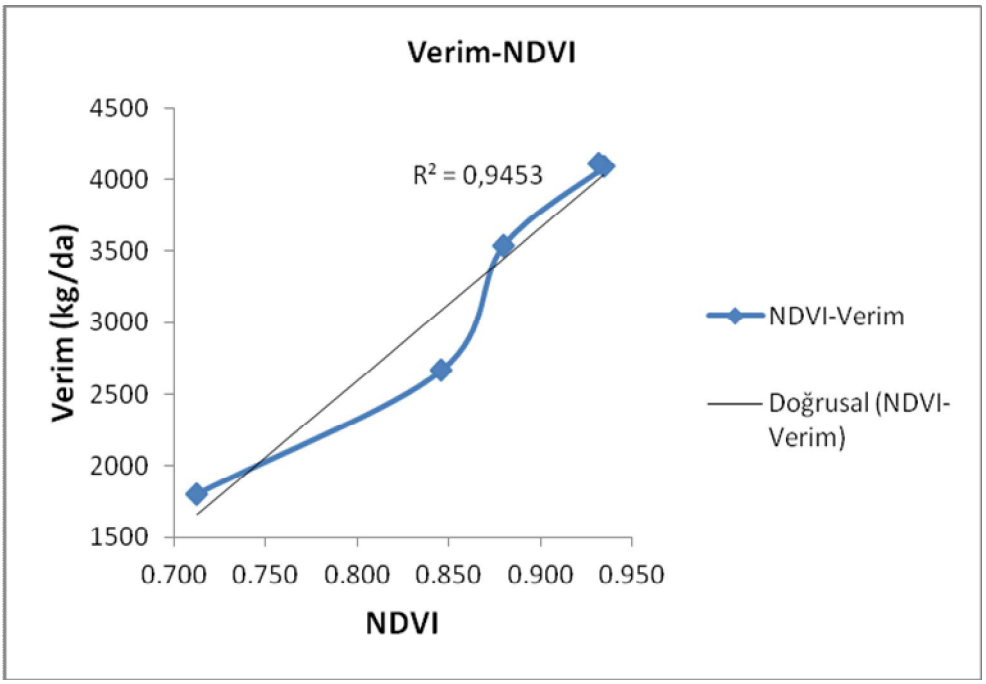
Uygulamalar	**Çiçeklenme öncesi NDVI değerleri**	**Çiçeklenme dönemi NDVI değerleri**	**Çiçeklenme sonrası NDVI değerleri**
N0 (0kg N)	0.825	0.713	0.769
N10 (10kg N)	0.872	0.846	0.859
N20 (20kg N	0.883	0.880	0.881
N30(30kg N)	0.937	0.935	0.936
N40 (40kg N)	0.945	0.932	0.939

4.3. Uzaktan Algılama İle Elde Edilen NDVI Değerleri İle Verim Değerleri Arasındaki İlişki

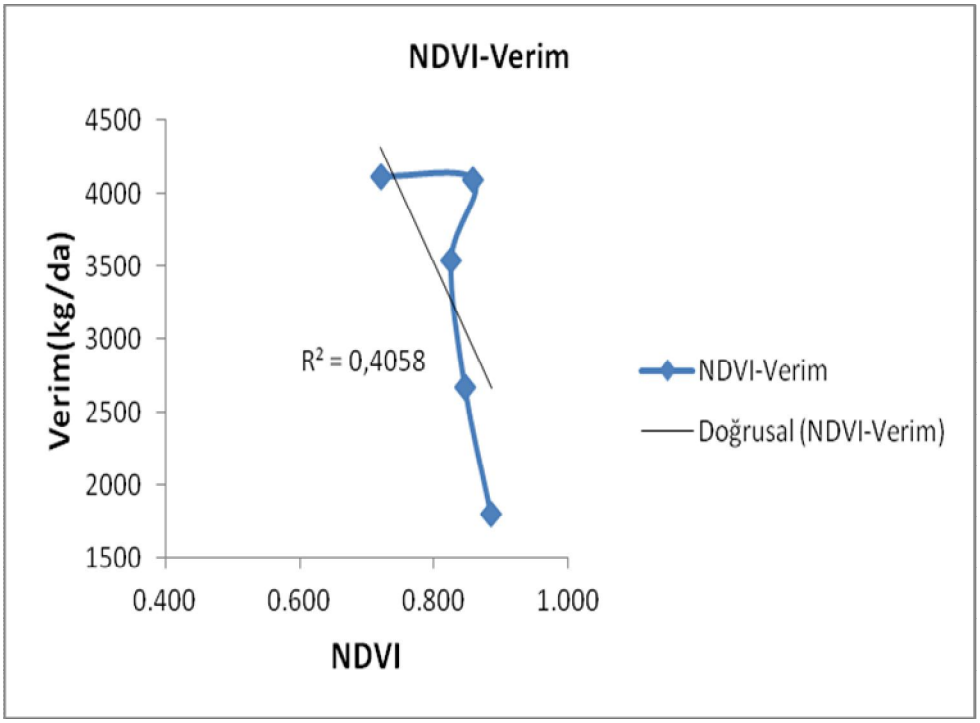
Arazide hasat sonrası ölçülen verim değerleri ile arazi üzerinden çiçeklenme öncesi çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası uzaktan algılama verisi olarak alınan görüntülerden hesaplanan NDVI değerleri Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.' te görülmektedir.



Şekil 4.1. Çiçeklenme öncesi NDVI değerlerinin verim ile ilişkisi



Şekil 4.2. Çiçeklenme dönemi NDVI değerlerinin verim ile ilişkisi



Şekil 4.3. Çiçeklenme sonrası NDVI değerlerinin verim ile ilişkisi

Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.' teki grafiklere ait sırasıyla 4.1, 4.2, ve 4.3 denklemleri aşağıda verilmiştir.

$$y = 19{,}208x - 13894 \quad (4.1)$$

$$y = 10{,}651x - 5923{,}8 \quad (4.2)$$

$$y = -9{,}9988x + 11515 \quad (4.3)$$

Şekillerde görülen grafiklere ait denklemlerde y verimi, x ise NDVI değerini ifade eder. Burada iki değişken arasındaki ilişkinin ne kadar yüksek olduğunu anlamak için belirleme katsayısı (R^2) değerleri hesaplanarak şekillerde belirtilmiştir. Belirleme katsayısı 1' e yaklaştıkça ilişkinin yüksek olduğu, 1' den uzaklaştıkça düşük olduğu kabul anlaşılmaktadır.

Görüldüğü üzere verim ve NDVI değerleri arasındaki ilişki çiçeklenme döneminde alınan görüntüler kullanıldığında çok yüksek (R^2=0.945) bunmuştur. Buda çiçeklenme döneminde alınan verilerden hesaplanan NDVI değerleri ile mısır bitkisinde yüksek doğrulukla verim tahmini yapılabileceğini gösterir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Konya ilinde Selçuk Üniversitesi Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliği' nde ekimi yapılan Silajlık mısır bitkisi üzerinden uzaktan algılama amacı ile alınan görüntüler analiz edilmiş. Arazi üzerinden görüntüler uzaktan algılama tekniğinde kullanılan yakın kızılötesi, kırmızı ve yeşil bantlarda kayıt yapabilen özel sensorlu kamera ile paraşüt sistemi kullanılarak çekilmiştir. Görüntüler üzerinden bu bantlar kullanılarak NDVI değerleri hesaplanmıştır ve verim ile ilişkisine bakılarak verim tahmininde bu verilerin yeterliliği tespit edilmiştir.

Araştırmada yetiştirilen bitkinin boyu, koçan sayısı, koçan yüksekliği, sap çapı, yaprak uzunluğu, yaprak eni, bitki ağırlığı, yaprak ağırlığı, koçan ağırlığı, sap ağırlığı değerleri saptanmıştır. Yetiştirilen silajlık mısır bitkisinde hangi dönemde uzaktan algılamanın verim tahmininde kullanılabileceği belirlenmiştir. Vejetatif aksamın en belirgin olduğu çiçeklenme döneminin uzaktan algılama verilerinin alınmasında en uygun zaman olduğu tespit edilmiştir. Bitkinin çiçeklenme döneminde verim ile uzaktan algılama verilerinden hesaplanan NDVI değerleri arasındaki ilişkinin çok yüksek olduğu (R^2=0.945) tespit edilmiştir. Bunda verilerin alçaktan alınarak (300-500m), uydu gibi yüksek platformlara göre atmosferik koşullardan (bulutluluk, yağış vs.) daha az etkilenilmesi ve çözünürlüğün çok daha yüksek olması etkili olmuştur. önceki çalışmalar ile karşılaştırma yapılacak olursa Şimşek ve ark. (2007), buğdayda verim tahmini üzerine yaptıkları bir çalışmada tahmin edilen verim değerleri ile geçekleşen değerler arasında $r^2 = 0.9067$ düzeyinde bir ilişki tespit etmiş Ünal ve Aydoğdu (2012) biyokütle ve vejetasyon indeks ilişkisini inceledikleri çalışmada uydu verisinden Işık Kullanım Etkinliği (LUE) modeli ile hesapladıkları biyokütle ve TNDVI değişkenleri arasındaki ilişkiyi (r^2=0,69) olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada görüntülerin alınmasında kullanılan uçurtma sistemi, yukarıdan resim çekme sistemleri arasında en ucuz olan sistemdir. Çünkü sistem uçurtma, ip ve resim çekme sisteminden oluşmakta ve başka bir masraf yapmadan tekrar tekrar kullanılabilmektedir (Üstüntaş ve Bacaksız, 2010).

Bu sistem kullanılarak yapılacak çekimlerde açık alan gerekmektedir. Sistem tarlada kullanılabilir. Resim çekimleri açık alanda uygun rüzgar estiğinde yapılabilmiştir. Resim çekimleri hava şartlarına bağlı olarak rüzgar hızının 10-15 km/saat olduğu zamanlarda yapılabilmektedir. Bu değerlerin altında uçurtma kaldırılamamakta, üzerinde ise kontrol edilmesi güçleşmektedir.

Çalışma sonucunda çiçeklenme verim-NDVI ilişkisinin en yüksek olduğu çiçeklenme dönemine ait NDVI değerleri ve verim arasındaki ilişki kullanılarak linear bir denklem oluşturulmuştur. Bu denklem, bulunan yüksek ilişki sayesinde benzer verim tahmin çalışmalarında kullanılabilir niteliktedir. Çalışmada uzaktan algılama platformunun alçalmasının verim tahmininde doğruluğu arttırdığı görülmektedir.

Daha önce bu bölgede silajlık mısır bitkisinde bu tür alçak platform kullanılarak yapılan verim tahmin çalışması bulunmamakla birlikte bu çalışmada elde edilen veriler alçak yada yüksek uzaktan algılama platformları kullanılarak yapılacak verim tahminlerinde kullanılabilir niteliktedir. Bu tür çalışmalar bölgede mısır ekiminin artması ve mısırdaki yüksek ithalattan dolayı önemli bir ticari bitki olması nedeniyle önem teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2008, İl Tarım İstatistik Şube Müdürlüğü 2007 Yılı Verileri, Konya.

Anonim, 2012a, http://www.cografya.gen.tr/tr/konya/iklim.html [Ziyaret Tarihi: 5 Temmuz 2012].

Anonim, 2012b, http://www.uyduharita.org/konya-haritasi-resimleri/ [Ziyaret Tarihi: 10 Haziran 2012].

Anonim, 2013, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/tr/c/cb/Elektromanyetik_Tayf_TR.jpg [Ziyaret Tarihi: 5 Haziran 2013].

Ayrancı, R., Sade, B., 2004, Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilebilecek Atdişi Melez Mısır (Zea Mays L. İndentata Sturt.) Çeşitlerinin Belirlenmesi, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2 : 6-14.

Baumann, P. R., 2001, History of Remote Sensing, Aerial Photogrammetry, Department of Geography State University of New York, ABD.

Bilgi, S., 2007, Fotogrametri ve Uzaktan Algılamada Veri Elde Etme Yöntemlerinin Gelişimi ve Kısa Tarihçeleri, *hkm Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2007/1, Sayı 96.

Bolca, M., Kurucu, Y. ve Altıntaş, Ü., 2003, Batı Anadolu Bölgesi 2002 Yılı Pamuk Ekili Alanlarının ve Ürün Rekoltesinin Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 40(2): 89-96

Çelik, M.A. ve Sönmez, M.E., 2013, Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerin modıs ndvı verileri kullanılarak izlenmesi ve incelenmesi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 27, S. 262-28.

Duran, C., 2007, Uzaktan Algılama Teknikleri ile Bitki Örtüsü Analizi, Doğu Akdeniz *Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Doa Dergisi (Journal of DOA)*, Sayı: 13 Sayfa: 45-67.

Estes, J. E., 2005, Some Important Dates in the Chronological History of Aerial Photography and Remote Sensing Lecture Notes, (revised 2005 by Jeff Hemphill), University of California, ABD.

Evsahibioğlu, A.N. ve Kodal, S., 1992, Uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılarak Ankara ve Çankırı illerinde buğday üretim tahminleri, *IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi*, Atatürk üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.

Khawas, B. And I., Bhattacharjee, 1996, Growth And Yield Analysis Of Summer Mung Bean (Vigna Radiata L. Wilczek) By Canopy Reflectance, Annals Of Agricultural Research, 17(4): 379-381.

Koca, Y. O., Turgut, İ. ve EREKUL, O., 2010, Tane Üretimi İçin Yetiştirilen Mısırın Birinci ve İkinci Üründeki Performanslarının Belirlenmesi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,* 47 (2): 181-190 ISSN 1018 – 8851.

Li, Y.Z. 1990, Estimating production of winter wheat by remote sensing and unifield ground network. II. Nationwide Estimation of Wheat Yields, *Academy of Meteorolojical Science*, Beijing, China.

Lillesand, T. M., and Kiefer, R. W., 1987, Remote Sensing and Image Interpretation, 2nd edition (Newyork: John Wiley & Sons).

Lillesand, T. M., 1990, Remote sensing and geographic ınformation systems, Forest Science, Chapter 13

Maktav, D., Sunar, F. 1991, Uzaktan algılama-kantitatif yaklaşım (Remote Sensing-A Quantitative Approach; Swain/Davis), Çeviri Kitap, *Hürriyet Ofset*, İstanbul.

Peştemalcı, V.,Dinc, U.,Yeğingil,İ., Kandırmaz, M., Çullu, M.A., Öztürk, N., Aksoy, E., 1995, Acreage estimation of wheat and barley field in the province of Adana, Turkey, Int. J. Remote Sensing, Vol:16, No:6, s.1075-1085.

Pinter, P.J., R.D., Jackson, S.B., Idso And R.J., Reginato, 1981, Multidate Spectral Reflectance As Predictors Of Yield In Water Stressed Wheat And Barley, International Journal Of Remote Sensing, 2(1):43-48.

Sönmez, N.K. ve M. Sarı, 2005, Verim Tahmini Çalışmalarında Yeni Yaklaşımlar, Uzaktan Algılama ve Agrometeorolojik Yöntemler, *Derim*, 21(2), 5-18.

Süzer, S., 2013 , Mısır Tarımı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Misir-Tarimi.pdf [Ziyaret Tarihi: 1 Haziran 2002].

Şimşek, O., Mermer, A., Yıldız, H., Özaydın, K. A., Çakmak, B., 2007, AgroMetShell Modeli Kullanılarak Türkiye'de Buğdayın Verim Tahmini, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (3) 299-307.

Tunal, M.M., Çarpıcı, E.B. Ve Çelik, N., 2012, Farklı azot dozlarının bazı mısır çeşitlerinde klorofil içeriği, yaprak alan indeksi ve tane verimi üzerine etkileri, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 131-133.

Uz Ö., Çabuk, A., 2005, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Planlama Bilgi Sistemi: Eskişehir Kenti Yeşil Alanlarının Tespiti, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul.

Ünal, E. Ve Aydoğdu, M., 2012, Biyokütle ve vejetasyon indeks ilişkisi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5 (2), 118-121.

Üstüntaş, T., Bacaksız, P., 2010, Fotogrometride Küresel Yüzeyli Objelerin Resim Çekim Ve Değerlendirmesi Üzerine Deneysel Bir Uygulama, 5. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, ZKÜ Merkez Kampusu Zonguldak.

Vatandaş, M., Güner, M. ve Türker, U., 2005, Hassas Tarım Teknolojileri, *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi*, 3–7 Ocak, 347–365, Ankara.

Yerdelen, A., Mermer A., Dedeoğlu, F., Yıldız, H., Kaya, Y., Süzer, S., Öcal, M. B., 2008, Edirne İlinde Ürün Deseninin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri Kullanılarak Belirlenmesi ve Ayçiçeği Verim Tahmini, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17 (1-2).

Yücel, E., Ceyhan İlçesi Bağ Alanlarının Uzaktan Algılama Sistemleri Kullanılarak Saptanması ve Üzüm Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Adana.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurettin KAYAHAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Edremit, 9.11.1987
Telefon : 05468732027
Faks : -
e-mail : nkayahan@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Ayvalık Anadolu Lisesi, Ayvalık, Balıkesir	2005
Üniversite	:	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Merkez, Tokat	2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2013

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Uzaktan Algılama, Hassas Tarım

YABANCI DİLLER

İngilizce