

**T.C.  
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**HAŞHAŞ VE KENEVİRİN SPEKTRAL İMZALARININ  
BELİRLENMESİ VE KAYIT KÜTÜKLERİNİN OLUŞTURULMASI**

**Seda GÜLPER BİLECİK**

**Danışman  
Prof. Dr. Levent BAŞAYIĞIT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2019**

© 2019 [Seda GÜLPER BİLECİK]

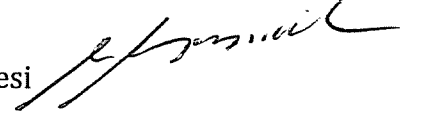
## TEZ ONAYI

**Seda GÜLPER BİLECİK** tarafından hazırlanan "**Haşhaş ve Kenevirin Spektral İmzalarının Belirlenmesi ve Kayıt Kütüklerinin Oluşturulması**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

**Danışman**

**Prof. Dr. Levent BAŞAYİĞİT**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. N. Kemal SÖNMEZ**


Akdeniz Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Hüseyin ŞENOL**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



**Enstitü Müdürü**

**Prof. Dr. Yusuf UÇAR**

.....

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Seda GÜLPER BİLECİK**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Spektroradyometrik Yöntemlerin Esasları ve Spektroradyometreler .....	4
2.2. Bitkilerin Yansıma Karakteristikleri .....	6
2.3. Narkotik Bitkiler ve Spektral Çalışmalar .....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Çalışma alanının genel özellikleri .....	16
3.1.2. Çalışmada kullanılan bitkilerin morfolojik özellikleri .....	16
3.1.3. Spektroradyometre .....	19
3.1.4. Spektral imza kütüklerinin oluşturulması .....	23
3.2. Yöntem .....	25
3.2.1. Denemenin kurulması.....	25
3.2.2. Denemenin bakımı .....	26
3.2.3. Spektral Ölçümler .....	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	29
4.1. Spektroradyometrik Ölçümler.....	29
4.1.1. Erken dönem (11.06.2016).....	29
4.1.2. Gelişme (24.06.2016).....	35
4.1.3. Yapraklanma (08.07.2016) .....	39
4.1.4. Olgunlaşma (22.07.2016) .....	44
4.1.5. Geç gelişme (06.08.2016) .....	50
4.1.6. Dönem sonu (20.08.2016).....	55
4.2. Spektral Yansımayı Etkileyen Faktörler .....	59
4.3. Bitkilerde Yansımayı Etkileyen İç ve Dış Faktörler .....	60
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR .....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	69

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## HAŞHAŞ VE KENEVİRİN SPEKTRAL İMZALARININ BELİRLENMESİ VE KAYIT KÜTÜKLERİNİN OLUŞTURULMASI

Seda GÜLPER BİLECİK

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Levent BAŞAYIĞIT

Bu çalışmada uyuşturucu ile mücadelede uydu görüntülerinin işlenmesi için gerekli olan spektral verilerin toplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla tarım alanları içerisinde bulunan kenevir ve haşhaş üretim alanlarında yansıma karakteristikleri belirlenmiş ve vejetasyon dönemi boyunca izlenerek veri kayıtları oluşturulmuştur. Spektral ölçümlerden her bir tür için reflektans değerlerine ait grafikler elde edilmiştir.

Spektral ölçümler deneme alanında ve bitkiler üzerinde 20 deneme parselinde 15 günde bir olmak üzere toplamda 6 kez yapılmıştır. Spektral ölçümlerin alınmasında taşınabilir ASD FieldSpec HandHeld Spektrometre cihazı kullanılmıştır. Her parselden 3 bitki, 1 toprak olmak üzere toplamda 4 ölçüm yapılmıştır. Verilerin bilgisayar ortamında toplanmasında ve işlenmesinde ASD RS3 ve ViewSpec Pro yazılımları kullanılmıştır. Spektral verilerin işlenmesine öncelikle olarak her bir parseldeki bitkilerden elde edilen yansıma değerlerinin ortalamaları alınmış, böylelikle her bir bitkiye ait 1 tane yansıma eğrisi oluşturulmuştur.

Çalışma sonunda; altı dönemlik spektral okumalar ve morfolojik gözlemler dikkate alındığında bitkilerin olgunlaşma döneminde spektral yansıma eğrilerinin karakteristik özellik gösterdiği, yalın ekimlerin bu dönemde rahatlıkla ayırt edilebileceği, ancak karışık ekimlerde haşhaş ve kenevir bitkisini ayırt etmek için alışıla gelmiş sınıflandırma yöntemlerinin yeterli olmayacağı bu dönemde yansıma karışımlarını çözümlenmeye yönelik ayırım modellerinden faydalanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kenevir, haşhaş, karışık ekim, uydu izleme, bitki deseni

**2019, 69 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **DETERMINATION OF SPECTRAL SIGNATURES AND CREATION OF SIGNATURE LIBRARY OF POPPY AND CANNABIS**

**Seda GÜLPER BİLECİK**

**Isparta University of Applied Sciences  
The Institute of Graduate Education  
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Prof. Dr. Levent BAŞAYIĞIT**

The aim of this study was to collect the spectral data necessary for the processing of satellite images on the fight against drugs. For this purpose, reflection characteristics were determined for hemp and poppy. The plants were monitored during the vegetation period. The signature library of hemp and poppy was created. Reflectance curves were plotted for each species using spectral measurements.

The study was carried out on twenty experimental parcels. The reflectance values were measured at intervals of 15 days and 6 measurements were made totally. A portable ASD FieldSpec HandHeld Spectroradiometer was used for spectral measurements. One soil reflectance and three plants reflectance were obtained from each parcel. ASD RS3 and ViewSpec Pro software were used to collect and process data. In the data processing stage, the averages reflectance value was calculated using plant spectra. And a reflection curve for parcel each plant was created.

According to the reflection curves for six-period and morphological observations, the spectral reflection of the plants was determined as characteristic in the ripening period. It was determined that poppy and cannabis on monoculture could be easily distinguished in this period. But the classification methods for mixed plantings would not be sufficient. It was concluded that discrimination models should be used to analyze reflection mixtures in the ripening period.

**Keywords:** Cannabis, poppy, mixed culture, monitoring, plant pattern

**2019, 69 pages**

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni ynlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrbesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Levent BAŐAYIĐT' e teŐekkrlerimi sunarım. Arazi alışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Ziraat Mühendisi Hüseyin YIĞITOĞLU, Ziraat Mühendisi Ali İNCİ, Furkan MERİÇ'e, ve program kullanımında yardımcı olan Yük. Ziraat Mühendisi Rabia ERSAN'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşime ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Bu tez alışması TÜBİTAK 215 O 618 numaralı proje imknları kullanılarak yapılmıştır.

Seda GÜLPER BİLECİK  
ISPARTA, 2019



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1. Bitkilerin elektromanyetik ışımının farklı dalga boylarındaki yansıma karakteristikleri .....	7
Şekil 2. Taze ve kuru yapraklarda yansıma ve iletme değerleri.....	8
Şekil 3. Sağlıklı (solda) ve hastalıklı (sağda) şekerpancarında yansıma değerleri .....	9
Şekil 4. Kenevir .....	18
Şekil 5. Haşhaş .....	19
Şekil 6. ASD Spektroradyometre.....	21
Şekil 7. Spektroradyometre ölçümlerine ait resimler .....	22
Şekil 8. Spektral ölçümlere ait deneme görünümler.....	24
Şekil 9. 11.06.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri.....	35
Şekil 10. 24.06.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri .....	39
Şekil 11. 08.07.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri .....	44
Şekil 12. 22.07.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri .....	50
Şekil 13. 06.08.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri .....	55
Şekil 14. 20.08.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri .....	59

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1. Deneme ekim modeli .....	25

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASCII	Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi (American Standard Code for Information Interchange)
ASD	Analytical Spectral Devices (Analitik Spektral Cihazlar)
DSİ	Devlet Su İşleri
IR	Kızılötesi (Infrared)
m <sup>2</sup>	Metrekare
mm	Milimetre
nm	Nanometre
PLSDA	Kısmi En Küçük Alan Ayırma Analizi
r <sup>2</sup>	Doğruluk Katsayısı
REP	Kırmızı Kenar Pozisyonu
TM	Thematic Mapper (Tematik Harita)
VNIR	Görünür yakın Kızıl Ötesi Bölge (Visible near infrared region)
°C	Derece Santigrat
µm	Mikrometre

## 1. GİRİŞ

Haşhaş ve kenevir uyuşturucu yapımında kullanılan, ihtiyaca göre belirli miktar ve alanlarda kayıtlara dayalı olarak yetiştirilen en yaygın bitkilerdendir. Bu bitkiler yasal olarak uluslararası kuruluşların kontrolünde üretilmektedir. Ancak yasadışı üretimine de rastlanılmaktadır. Yasadışı ekimi yerleşim yerlerinden uzak ve ulaşılması zor bölgelerde yapılabildiği gibi diğer kültür bitkileri ile karıştırılarak da üretilebilmektedir. Dünyada haşhaş ve özellikle kenevir bitkisinin yasadışı ekimi ve kullanımının artması, araştırmacıların bu bitkilerin belirlenmesi ve izlenmesi üzerinde yoğunlaşmalarına neden olmuştur.

Türkiye'nin jeopolitik durumu ve uyuşturucudan sağlanan gelirin terör faaliyetleri için kullanılıyor olması ülkede yasadışı ekim yapılan alanların takibini daha da önemli hale getirmektedir. Türkiye'de Birleşmiş milletlerin izin verdiği ölçüde bakanlık gözetiminde haşhaş ve kenevir üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde yasadışı üretimi yapılan alanlarının tespiti ise en fazla ihbarlar ile olmaktadır. Dünyada, bu bitkilerin belirlenmesinde uzaktan algılamanın kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Haşhaş ve kenevirin kendilerine özgü yansıma karakteristikleri belirlendikten sonra yansıma değerlerinin hava araçları kullanarak belirleme yöntemlerine gidilmiştir. Bitkilerin spektral yansımalarının belirlenmesi ve vejetasyondan ayrılabilmesi için, çok bantlı algılama kullanılmaktadır.

Uydu görüntülerinde spektral yansıma karakteristiklerindeki farklılıklar ile bitki desenlerinin birbirinden ayrılmasında bitkilerin yansıma karakteristiklerinin zamansal değişimi o bitki için izlenebilirliğini sağlamaktadır. Bu nedenle bir bitkinin yetiştirildiği alanları belirlemek ve takibini yapabilmek için yansıma karakteristiklerinin belirlenmesi ve vejetasyon boyunca değişiminin kaydedilmesi ve kayıt kütüklerinin oluşturulmasını gerektirmektedir.

Ülkemizde uydu verileri ve hiperspektral yansıma tekniklerinin kullanımı konusunda araştırmalar devam etmektedir. Yasa dışı kenevir üretim alanlarının

saptanmasında kolay, başarılı ve ucuz bir yöntem olan uzaktan algılama teknikleri kullanılması, terörün para kaynaklarından birisi olan uyuşturucu ile mücadelede önemli katkılar sağlayacaktır. Bu amaçla, ülkedeki yetiştirme tekniklerine ve gizleme uygulamalarına göz önünde bulundurularak haşhaş ve kenevirin üretimi yapılan alanların tespiti için spektral imzalarının toplanması ve vejetasyon dönemi boyunca veri kayıtlarının oluşturulması tezin konusunu oluşturmaktadır.

Yasadışı üretim yapanlar, kenevir veya haşhaş gizlemek için bazı yöntemlere başvururlardır. Bunların başında üretim alanlarının yerleşim birimlerinden uzakta ve ulaşılması zor bölgelerden seçilmesi gelmektedir. Bu amaçla 1000 m ile 2000 m arasında yükseklikleri değişen dağlık bölgelerde üretim yapmaktadırlar. Böylece hem ulaşılması zor alanlarda yetiştiricilik yapılmakta hem de bu alanlarda bulutların çok olması nedeni ile uydu görüntülerinden ve hava keşiflerinden gizlenebilmektedirler (Chuinsiri vd., 1997).

Yapılan çeşitli araştırmalar ile haşhaş ve kenevir bitkileri, değişik bitki çeşitleri ile birlikte yetiştirilerek vejetasyonun yansıma karakteristikleri ortaya konmakta haşhaşın ve kenevirin yansımaları diğer bitkilerden ayrılarak uydu verilerinde karışık ekim alanları tespit edilmeye çalışılmaktadır (Charles vd; Azaria vd, 2002; CPRC, 2007; Daughtry, C.S.T, Walthall, C.L, 1998; Jia vd, 2011).

Kenevir ve haşhaş bitkilerini belirlemede yansıma karakteristikleri ve uzaktan algılama teknikleri uygulamalarındaki gelişmeler, dünyada emniyet teşkilatları, iç işleri bakanlıkları ve savunma bakanlıklarının da dikkatini çekmiştir. Kanada polis teşkilatı 2007 yılında yaptıkları Ar-Ge çalışmalarında, kenevir bitkisinin yansıma karakteristiklerinden yararlanarak tespit edilebilmesi üzerine detaylı çalışmalar yapmıştır. Kanada polis teşkilatı havadan elde edilen çok bantlı verilerle uydu görüntülerinden elde edilen verileri karşılaştırarak, yerinde yapılan ölçümlerin 450-500 nm ve 630-690 nm dalga boyları arasında kenevir bitkisi diğer otsu bitkilerden hatasız olarak ayrılabilmiş, havadan yapılan gözlemlerde ise kenevir bitkisi diğer vejetasyon ürünlerinden ayrılarak tanımlanabilmiştir. Fakat İncelenen yüksek çözünürlüklü uydu verilerinde ise

vegetasyonun az olduğu yerlerde kenevir bitkisi ayrılabilmiş, yoğun vegetasyon altında ise ayrılamamıştır. Operasyon için kesinlikle multispektral veri incelenmesi önerilmiştir (CPRC, 2007).

Bu çalışmanın amacı, uyuşturucu ile mücadelede uydu görüntülerinin işlenmesi için gerekli olan spektral verilerin toplanmasıdır. Bu amaçla tarım alanları içerisinde bulunan kenevir ve haşhaş üretim alanlarında yansıma karakteristiklerinin belirlenmesi ve vegetasyon dönemi boyunca izlenerek veri kayıtlarının oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca başarılı bir ayırım için gizleme aracı olarak kullanılan ayçiçeği ve mısır ile farklı oranlarda karışımlar için de yansıma karakteristikleri tespit edilmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Spektrometrik Yöntemlerin Esasları ve Spektrometreler

Spektrometre uygulamaları atomların, molekül veya iyonların bir enerji düzeyinden bir diğerine geçişi esnasında absorblanan veya yayılan elektromagnetik ışımının ölçülmesi ve matematiksel metotlar ile yorumlanması esasına dayanmaktadır. Spektrometrik cihazlar spektrometrik ölçümlerin radyometrik kalibrasyonlarının sağlandığı aygıtlardır. Spektrometreler uydu ve diğer uzaktan algılama sensörlerinde olduğu gibi radyans (radiance) , irradyans (irradiance), reflektans (reflectance) ya da transmisyonun kantitatif ölçümlerine dayanırlar. Spektrometrik yöntemlerde temel dayanak ise objelerin elektromagnetik bölgelerde kendine özgü bir yansıma (reflectance/radiance) değerlerinin bulunmasıdır. Bu yansıma değeri objeye renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır (Başayığit vd., 2008).

Bitkiler de her obje gibi tipik yansıma değerlerine sahiptir. Bitkinin kompozisyonunda yer alan -CH, -OH, -NH, C=O ve -SH gibi organik yapılarıdaki atomları arasında bulunan bağların esnemesi ve eğilmeleri sonucu ortaya çıkan enerji IR bölgede absorbe edilmektedir (Chang vd., 2001; Pasquini, 2003; Viscarra Rossel vd., 2006). Bunun sonucu olarak görülebilir yakın kızılötesi bölgede (VNIR) belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar Spektrometreler yardımıyla her bir dalga boyu için belirlenmekte ve grafik verileri olarak sunulmaktadır (Başayığit vd., 2008).

Spektrometrik yöntemler, her hangi bir objeden yansıyan enerjinin reflektans, radyans ya da irradyans değerlerinde ölçümüne dayanmaktadır. Burada güneş ya da yapay ışıklar radyasyon kaynağı olarak kullanılabilir (Başayığit vd., 2008).

Spektrometreler bir fotokotlandırıcı veya IR algılayıcı olarak kullanılan sistemlerdir. Işık kaynağından gelen radyasyon dağıtım sisteminde dalga

boylarına ayrılarak fotokotlandırıcı veya IR kaydedici tarafından 1-10 nm arasında yüksek çözünürlükte kaydedilmektedir. Spektrometreler 375-2500 nm dalga boylarında yansıma ölçümü yapabilen cihazlardır. Bu cihazlar 700 nm de 3.5 nm spektral çözünürlüğe sahiptir. Her bir spektral adım 1.6 nm dir. Radyometrenin dalga boyu doğruluğu  $\pm 1$  nm dir. Spektrometre 512 kanalda topladığı 16 bitlik analog veriyi sayısal hale dönüştürmektedir. Cihazın kalibrasyonunda beyaz referans olarak alçı bloktan imal edilmiş spektralon kullanılmaktadır. Işınım algılanması 1°, 2°, 3°, 3.5°, 4°, 5°, 7.5°, 8°, 10° ve 25° lik mercekler (foreoptic) ya da kontak prob ve bitki probu ile yapılmaktadır. Arazide kullanmak için tasarlanmış bataryaları ve şarj cihazı, laboratuvar çalışmaları için enerji sağlayıcı adaptörü, ışık kaynağı olarak kullanılan spot lambası (pro lamb), açısı ayarlayıcısı su düzeneği ve üç ayaklı sehpa aparatları bulunmaktadır. Verilerin toplanmasında bir ara yüz ve işlenmesinde ise özgün yazılımlar kullanılmaktadır. Bu sayede ölçüm sonucu anında dizüstü bilgisayarda grafik ya da ASCII dosyası olarak görülebilmektedir. Yine arazide bu dosyalarda yer alan rakamlar kullanılarak uygun tahmin modeli kurulabilmektedir (Başayığı vd., 2008).

Spektrometrik uygulamalar analitik yöntemlerle karşılaştırıldığında çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu avantajlardan en önemlisi tüm aparatları ile birlikte arazide taşınabilir olmasıdır. Bu sayede örnekleme ile analiz aynı anda, kısa bir sürede ve arazide yapılabilmektedir. Bu araçlar ile canlı bitkiler üzerinde ve bitki yaprağı ya da dokusu tahrip edilmeden analiz yapılabilmektedir. Geleneksel analiz metotlarına göre çok hızlıdır. Birkaç saniyelik ölçüm ile yüzlerce rakam elde etmek mümkündür (her bir dalga boyunda 325-2500 nm arasında reflektans ve radyans olarak). Elde edilen bu değerler ile birden fazla parametre veya bileşen için tahmin yapılabilmektedir. Bu rakamlar kullanılarak uygun modelleme ve istatistiksel sonuca ulaşmak mümkün olabilmektedir. Bu sistemlerde örneklerin analize hazırlanması için özel bir çalışmaya gereksinim duyulmamaktadır. Analitik metotlarda olduğu gibi çözelti hazırlama ve kimyasal madde kullanılmadığından özel bir kimya bilgisi gerektirmeyen çevre dostu bir metot olacaktır (Başayığı vd., 2008).

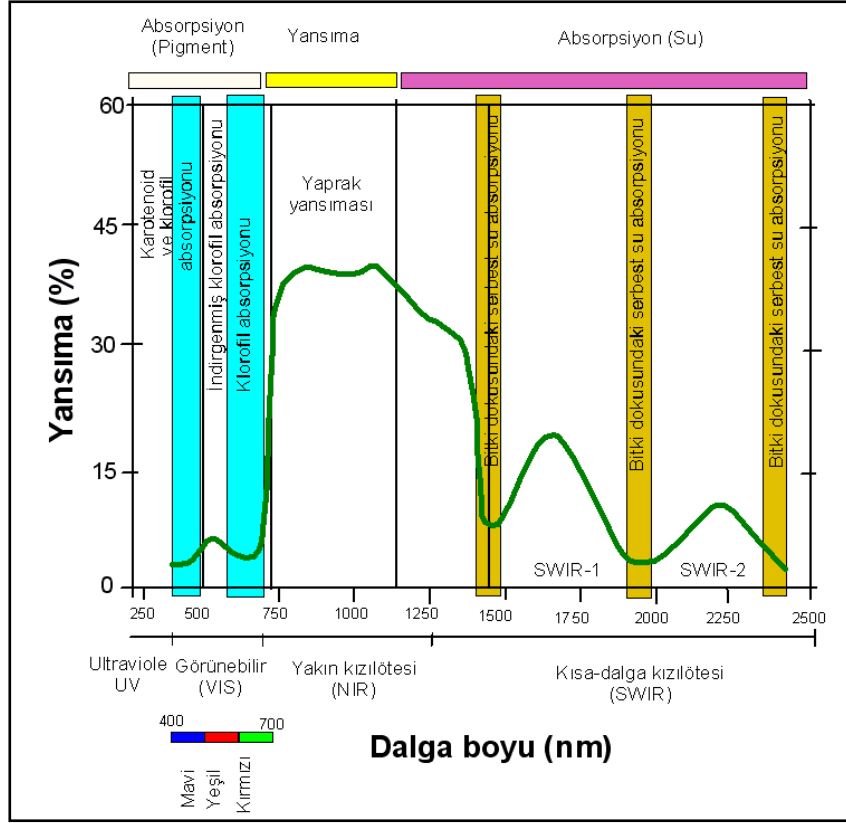


Spektroradyometre uygulamalarının avantajları yanında dezavantajları da bulunmaktadır. En önemli dezavantajı ise mevcut hali ile tüm bitkilerin istatistik olarak değerlendirilebileceği kadar veri kaydının bulunmamasıdır. Bu nedenle uzun bir süre tek başına kullanılabilmesi mümkün görünmemektedir. Spektroskopik yöntemlerin doğruluğu kalibrasyona ve kullanılan referans metodun hassasiyeti ve doğruluğuna bağlıdır. Benzer olarak spektroradyometrede de karşılaştırmaların yapılabildiği doğruluğu kabul edilmiş olan referans metodların kullanılması gerekmektedir. Her şeye rağmen spektroradyometre uygulamaları gelecek için ümit vermektedir (Başayığı vd., 2008).

## **2.2. Bitkilerin Yansıma Karakteristikleri**

Bitkiler de ışımaya teorisine uygun olarak herhangi bir kaynaktan gelen radyasyonu absorbe ederler, yansıtırlar, yayarlar veya dağıtırlar (Dinç vd., 2001). Bu işlemler genellikle bitki yapraklarında gerçekleşir ve hücre duvarından epidermise, hücreler arası boşluktan stomalara her bir yaprak parçası elektromagnetik ışımaya farklı tepkiler gösterirler. Absorpsiyon, özellikle atomlar içindeki elektronların dönme ve açılma ivmelerine bağlı olarak değişmektedir. Elektron yörüngeleri arasındaki geçiş ve çok atomlu moleküllerdeki titreşimsel ve döngüsel hareketler ışık geçişini etkilemektedir (Chandrasekharan, 2005).

Bitkiler farklı dalga boylarında farklı absorpsiyon ve yansıma özellikleri gösterirler (Şekil 1). Görünür bölge (visible) olarak ifade edilen dalga boyları mavi, yeşil ve kırmızı renklerden oluşmakta ve bunlardan mavi dalga boyları klorofil ve karotenid pigmentleri tarafından, kırmızı dalga boyları ise sadece klorofil pigmenti tarafından soğurulmakta, sadece yeşil renk yansıtılmaktadır. Bu nedenle bitkiler yeşil görülmektedir. Absorbe edilen dalga boyları ise çoğunlukla fotosentezde kullanılmaktadır. Fotosentez bitki hücresinin dış kısmında yoğunlaşan kloroplastlarda gerçekleşmektedir. Farklı bitki hücresi kısımlarında soğurulan ışık dalga boyları farklılık göstermektedir (Merzlyak vd., 2003).

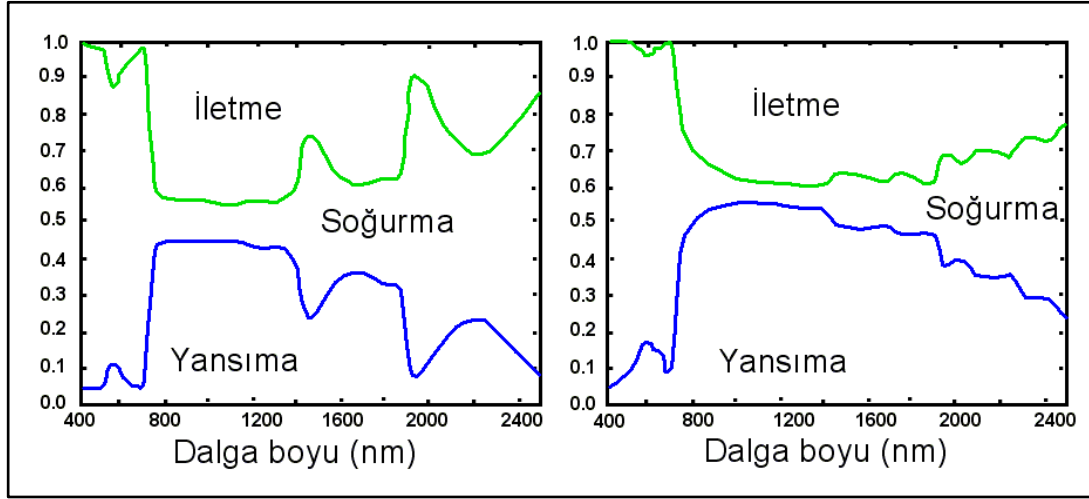


Şekil 1. Bitkilerin elektromanyetik ışımının farklı dalga boylarındaki yansımaya karakteristikleri

Klorofil 500-700 nm dalga boyları arasında enerjiyi absorbe ederken, su ve hücre duvarı ise 1500-2500 nm dalga boylarında daha fazla enerjiyi absorbe etmektedir. Bitkilerde en büyük yansımaya değerleri yakın kızılötesi olarak ifade edilen 700-1300 nm dalga boylarında elde edilmekte ve birçok bitki özelliği bu dalga boylarındaki farklılıklarla ortaya koyulabilmektedir (Başayığı vd., 2008).

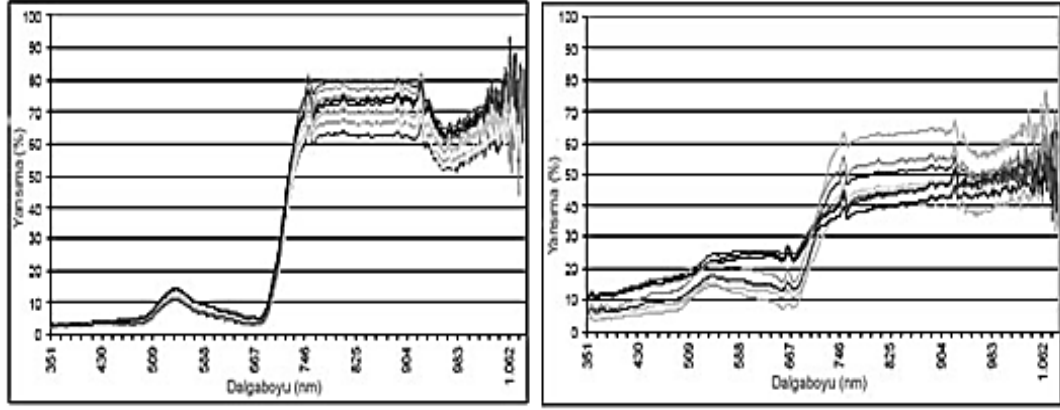
Bitkilerde yansımaya etkileyen bazı faktörler vardır. Bu faktörler bitkiden kaynaklanabileceği gibi bazı dış etkilere bağlı da olabilirler. Yaprığın morfolojik yapısı yansımaya etkileyen faktörlerden birisidir. Yaprığın morfolojik yapısı özellikle yakın kızılötesi bölgede oluşan yansımaya üzerinde etkilidir. Zira bu bölgede çok az absorbe olmaktadır. Bu dalga boylarında absorbe edilecek enerji yaprak sıcaklığının fazla yükselmesine neden olur. Bu da proteinlerin zarar görmesine sebep olacağından bitki gerektiği kadar enerjiyi absorbe ederken aşırı ısınmayı önlemek için kızılötesi ışınları yansıtmaktadır. Öte yandan yaşlı yapraklarla genç yaprakların yansımaya değerleri farklıdır. Genç yapraklar yaşlı

yapraklara göre daha az yansıma yaparlar (Chandraseharan, 2005). Yaprak yaşının yanında yaprağın taze veya kuru olması da yansımayı etkilemektedir. Kuru yapraklar taze yapraklara göre daha fazla yansımaya neden olmaktadır (Şekil 2) (Başayığı vd., 2008).



Şekil 2. Taze ve kuru yapraklarda yansıma ve iletme değerleri

Bitkilerin büyüme dönemleri, bitkilerin yaprak yapısı (geniş yapraklı yada iğne yapraklı olması) gibi etkenlerde yansımayı etkilemektedirler (Dinç vd., 2001). Yüksek tuzluluk, besin elementi eksiklikleri veya hastalık ve zararlılar nedeniyle yapraklarda oluşan kloroz veya diğer belirtiler de yansıma özelliklerinde değişime neden olmaktadır (Şekil 3). Şekerpancarında hasta ve sağlıklı bitkilerden oluşan yansımalar karşılaştırıldığında özellikle yakın kızılötesi bölgede hastalıklı bitkiler sağlıklı bitkilere göre daha az yansıma göstermişlerdir (Laudien vd., 2003). Yapılan çalışmalarda, bitkilerin en tipik yansımayı yakın kızılötesi bölgede (400-1100 nm) gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bitkilerde yapılan spektrometrik ölçümler yakın kızılötesi bölgede yoğunlaşmıştır (Jacquemoud ve Ustin, 2001).



Şekil 3. Sağlıklı (solda) ve hastalıklı (sağda) şekerpancarında yansımaya değerleri

Yansımaya karakteristiklerinin yaprak klorofil miktarı ve mineral içeriği ile doğrudan ilişkili olduğu gerçeği (Jacquemoud ve Ustin, 2001), besin elementi eksikliklerinin de spektral yöntemlerle belirlenebileceği yolunu açmıştır. Yapılan ilk çalışmalarda bitki gelişimi dolayısıyla besin elementi alımının en önemli belirtisi olan klorofil gelişimi üzerine olmuştur. Bütün besin elementi eksiklikleri de klorofil azalması ya da deformasyonu şeklinde ortaya çıkmakta, klorofil gelişimi ise görünür bölgede (400-700 nm) ve kızılötesi (700-1100 nm) bölgesindeki yansımalarda artışla belirlenmektedir. Klorofilin yapısında en fazla bulunan besin elementi ise N ve Mg 'dur. Bu nedenle N ve Mg eksikliğini yansımaya değerlerinde çok yüksek artışlara neden olmaktadır. Bu artış % 90'lara kadar ulaşabilmektedir (Silva ve Beyl, 2005). Hiperspektral yansımaya teknikleri, toprak, bitki, su ve mineral gibi birçok doğal objenin fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik özelliklerini belirlemeye yönelik geliştirilmekte olan genç sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler geleneksel olarak uygulanmakta olan laboratuvar yöntemlerine bir alternatif olarak gösterilmektedir. Spektrometreler hiperspektral yansımaya tekniklerinin en yaygın kullanım şeklidir (Başayığit ve Dedeoğlu, 2012).

Sağlıklı, yeşil bitkilere ait spektral yansımaya eğrileri çoğunlukla birbirini takip eden tepe ve çukurlar şeklindedir. Spektrumun görülen kısmındaki çukurlar, bitki yapraklarındaki pigmentler nedeniyle oluşur. Çünkü klorofil a ve klorofil b adı verilen maddeler yaklaşık 0.45 ve 0.67  $\mu\text{m}$  değerlerine, merkezlenmiş dalga

boyu bantlarındaki enerjiyi kuvvetli bir şekilde soğurur (Senanda, 1986; Kavak, 1998).

Gözlerin sağlıklı bir bitki örtüsünü yeşil renkte algılanmasının sebebi, mavi ve kırmızı enerjinin sözü edilen bu değerlerde bitki yaprakları tarafından soğurulması ve yeşil enerjinin de bu oranda yansımadır. Eğer bir bitki türü normal büyüme ve verimliliğini engelleyen bazı zorlamalara konu oluyorsa klorofil üretimi azalmış veya durmuş demektir. Bu durumda mavi ve kırmızı bantlarda daha az enerji soğurulup sağlıklı yeşil renginde bozulmalar görülecektir (Kavak, 1998). Besin elementi eksiklikleri, su kaybı, yüksek tuzluluk veya hastalık ve zararlılar nedeniyle yapraklarda oluşan kloroz veya diğer belirtiler özellikle görünebilir yakın kızılötesi bölgede (400-1100 nm) farklı stres koşulları altındaki bitkiler sağlıklı bitkilere göre daha az yansıma göstermektedir (Laudien vd., 2003).

Klorofil içeriği ile yansıma arasındaki ilişki farklı açılardaki foreoptik mercekle ve bitki probu kullanılarak tespit edilmektedir. Tahmin denklemlerinin oluşturulmasında doğrudan yansıma değerleri kullanılabildiği gibi yansımaların logaritmaları yada türevleri kullanılarak  $r^2$  değerleri belirlenebilmektedir (Başayığit vd., 2009).

Günümüzde ise gelişen teknolojiye bağlı olarak, arazi koşullarında taşınabilir spektrometrelerin geliştirilmesi arazide kullanılabilirliğini artırmış, pratikte kullanılabilirliğini cazip hale getirmiştir. Bunun sonucu olarak bitkilerde beslenme, stres, yeterlilik ve kalite konularında spektrometrelerin kullanılabilirliği araştırılmaya başlanmıştır. Bu amaçla spektrometreler kullanılarak ölçülen farklı dalga boylarındaki yansıma değerleri ve bu değerlerden türetilen (logaritma, türev, integral) yeni veriler istatistiksel modeller ile laboratuvar analizleri sonucu belirlenen besin elementi içerikleri karşılaştırılmış ve en iyi yaklaşım belirlenmeye çalışılmıştır (Başayığit vd., 2008).

Spektral özelliklerin analizi neticesinde spektrumun hangi bölgesinde bitki türlerinin ayırt edilebilir olduğu belirlenebilmektedir. Bu özellik sayesinde oluşturulan spektral kütüphane uydu görüntüsünün seçiminde önemli bir kaynak durumundadır ve bölgede gerçekleştirilecek sonraki çalışmalar için önemli bir kaynak niteliğindedir. Spektral kütüphane kontrollü sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesinde ön koşul olan ve sınıflandırma başarısını direkt olarak etkileyebilen yeterli sayıda, dağılımda ve doğrulukta örnekleme alanlarının tespitinde büyük rol oynamaktadır (Çölkesen, 2015).

### **2.3. Narkotik Bitkiler ve Spektral Çalışmalar**

Haşhaş (*Papaversomniferum*) uyuşturucu üretiminde kullanılan bitkilerden birisidir. Dünyada 2010 yılında yaklaşık 195.700 ha alanda yetiştirildiği tahmin edilmektedir (UNODC, 2011). Bu alanın yaklaşık 123.000 ha'ı Afganistan'da bulunmaktadır. Geçmiş yıllara göre haşhaş üretiminin azaldığı istatistiksel değerlerden anlaşılacakla birlikte, bu azalmanın arz talep dengesinden olmadığı daha çok 2010 yılında Afganistan'da haşhaş bitkisinde meydana gelen hastalıklardan kaynaklandığı Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç komisyonun raporunda belirtilmektedir (UNODC, 2011). Bir diğer yöntem uyuşturucu yapımında kullanılan haşhaşın mısır, ayçiçeği, çeltik ve bağların arasında yetiştirilerek saklanmasıdır (Tian vd., 2011).

Uzaktan algılama tekniklerinin uyuşturucu yapımında kullanılan bitkilerin tespiti amacıyla kullanımı 1990'lı yıllara dayanmaktadır. Landsat TM uydusu Taylan'da 1993 ve 1995 yıllarında yapılan çalışmalarda denenmiş ve kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada uydu verilerinde yorumlar yapılmış, hava ve yer gözlemleri ile desteklenerek uydu verilerinin başarısı ortaya konulmuştur (Chuinsuri vd., 1997).

Bu konudaki çalışmalar ilerledikçe uyuşturucu yapımında kullanılan bitkilerin farklı yetiştirme faaliyetleri ve gelişim dönemlerinde belirlenmesine yönelik zorunluluklar ortaya çıkmıştır. Nitekim marihuana bitkisinin farklı vejetasyon dönemlerinde yapraklarının yansıma karakteristikleri periyodik olarak

belirlenmiş ayrıca bu bitkiler farklı yoğunlukta ekildiği ve azotlu gübreleme yapıldığı zaman yansıma karakteristiklerindeki değişiklikler tarla denemeleri ile ortaya konmuştur. Azotlu gübreleme, bitkinin klorofil miktarında bir artış meydana getirdiği için özellikle 550 nm dalga boyunda önemli değişimler meydana getirdiği belirlenmiştir. Marihuananın yansıma karakteristikleri çift çenekli otsu bitkilerle önemli düzeyde benzetmekle birlikte farklı ağaç türlerinin ve tek çenekli bitkilerin yansıma karakteristikleri önemli derecede marihuanadan farklılık gösterdiği, yansıma özelliklerindeki bu farklılığın yeşil ve yakın kızılötesi bölgede meydana geldiği görülmüştür. Sonuç olarak marihuananın diğer bitkilerden yansıma karakteristikleri bakımından ayrılmasında yeşil (550 nm), kırmızı (670, 720nm) ve yakın kızıl ötesi (800 nm) dalga boylarının kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Daughtry ve Walthall, 1998).

Kenevirin kendilerine özgü yansımalarının yüksekliğe bağlı olarak değişimini incelemek amacıyla çok bantlı veri alan kameralar kullanılarak 25 m ve 80 m'den eğik yansıma verileri alınmıştır. Daha sonra bu veriler, hava araçları kullanılarak yüksek mesafelerden çok bantlı düzeyde alınan veriler ile birincil içerik analizi ile karşılaştırılmıştır. Birincil içerik analizleri sonucunda, kenevir bitkisinin yansıma karakteristikleri uzaklıkla alakalı olarak değişmekle birlikte 530-550, 670-680 nm ve 705-720 nm dalga boylarında kenevir bitkisinin önemli yansıma karakteristikleri verdiği saptanmıştır (Azaria vd., 2002).

Kanada polis teşkilatı 2007 yılında yaptıkları Ar-Ge çalışmalarında, kenevir bitkisinin yansıma karakteristiklerinden yararlanarak tespit edilebilmesi üzerine detaylı çalışmalar yapmıştır. Kanada polis teşkilatı havadan elde edilen çok bantlı verilerle uydu görüntülerinden elde edilen verileri karşılaştırarak, yerinde yapılan ölçümlerin 450-500 nm ve 630-690 nm dalga boyları arasında kenevir bitkisi diğer otsu bitkilerden hatasız olarak ayrılabilmiş, havadan yapılan gözlemlerde ise kenevir bitkisi diğer vejetasyon ürünlerinden ayrılarak tanımlanabilmiştir. Fakat İncelenen yüksek çözünürlüklü uydu verilerinde ise vejetasyonun az olduğu yerlerde kenevir bitkisi ayrılabilmiş, yoğun vejetasyon

altında ise ayrılamamıştır. Operasyon için kesinlikle multispectral veri incelenmesi önerilmiştir (CPRC, 2007).

Dünyada, uzaktan algılama tekniklerinin haşhaş ve kenevir bitkilerini belirlemede yansıma karakteristiklerinin kullanabileceği kanıtlanmasının ardından araştırmacılar matematiksel modellemelerle bu verilerin güvenilirliğini artırmak veya denetlemek için denemeler yapılmıştır. Örneğin haşhaş bitkisinin kendilerine has yansıma karakteristikleri Mann-Whitney U-test, Jeffries-Matusita uzaklık ve bant kolerasyon test metotları kullanılarak incelenmiştir. Haşhaşın yansıma karakteristiklerinin kısa dalga boyunda ve görünür dalga boyunda diğer bitkilerden farklı olduğu ve en belirgin ayrımın haşhaşın çiçeklenme dönemi olduğunu belirlenmiştir (Jia vd., 2011).

Araştırmacılar, haşhaş ile diğer bitkiler arasındaki spektral özelliklerin farkını tanımak ve hiperspektral bir veri kullanarak yasadışı haşhaş alanlarını tespit etmek için bir yöntem geliştirme amaçlanmış ve analiz yöntemleri olarak, Kırmızı Kenar Pozisyonu (REP) ve Kısmi En Küçük Alan Ayırma Analizi (PLSDA) olmak üzere iki bant kullanarak doğrusal ayırıcı analizi araştırılmıştır. Buğday tarlalarıyla karıştırılmış olan alanlar daha önce kurulmuş olan izleme sistemindeki birincil işleme göre tespit edildiğinde, haşhaş tarlalarında bitkiyi yetiştirmeden önce elde edilen hiperspektral görüntülerden hesaplanan REP kullanılarak buğday tarlalarından doğru olarak ayırım yapılabildiğini görmüşlerdir. Ayrıca, REP analizinin doğru sonucu, PLSDA kullanarak büyük ölçekli analiz için eğitim verileri olarak kullanılabilirliğini, REP ve PLSDA kombinasyonu, birkaç alan için beklenenin dışında sınıflandırılmış olsa da geniş bir alanda haşhaş alanları tespit etme imkânına sahip olmuştur. Bu yöntemin yasadışı haşhaş alanlarının erken teşhis edilmesi ve yok edilmesi için daha önce kurulan izleme sistemi ile birleştirilerek etkili olacağını belirtmişlerdir (Nakazawa vd., 2012).

Yasadışı esrar üretimi tespiti eğitilmiş hava gözlemcileri tarafından yönlendirilen alçak uçuş yapan uçaklarla gerçekleştirilmektedir. Bu da uçuş ekibi için fiziksel olarak yorucu, geniş veya karmaşık alanlar için verimsizdir. Genellikle kamufle



edilebilmektedir. ABD'deki birçok yasadışı ekim alanı diğer bitki türleri ile dağıtılmış ve birkaç bitki türüyle izole edilmiştir. Dağınık kültürler için, yüksek mekansal çözünürlüklü imgeler için şartlar önem kazanmakta ve alternatif bir imza yaklaşımı uygun görülmektedir. Kenevirin laboratuvar, arazi ve hava araçlarından elde edilen spektral imzaları, absorbe edilen enerji özelliği yönüyle dünyanın her yerinde kullanılacak standart bir karakteristiğin eksik olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kenevir yaprakları, hava gözlemcileri tarafından "zümrüt yeşili" görünüm olarak tasvir edilen özel bir yansıma özelliğine sahiptir. Bu özellik kenevirin belirlenmesinde en önemli unsurdur. Benzer olarak kenevirin yaprak şekli ve bitki mimarisi, görüntüde tekstür analizi kullanılarak oluşturulan konuma dayalı spektral imzalar hazırlama potansiyeli sunar. Bu konuma dayalı imzalar daha fazla araştırma yapılmasını da gerektirdiğini belirtmişlerdir (Walthall vd., 2006).

Arazide bir yersel ölçüm yapabilen hiperspektral dedektör kullanılarak kenevir bitkilerine ait yansımalar ölçülmüştür. Cihaz ile yüksek spektral çözünürlükte 400 nm ile 1000 nm dalga boylarında ölçüm yapılmıştır. Bitkiden 75 m yükseklikten yapılan ölçümler sonucu kenevir bitkisinin spektral özelliklerinin yalnızca 500-750 nm dalga boyu aralığında benzersiz olduğu belirlenmiştir. Yeşil bitki örtüsü için uzaktan algılama teknolojisi, bitkinin kromoforlarının birkaçı hakkında bilgi çıkarılmasına olanak tanımaktadır. Spesifik dar dalga bandlarındaki spektral değişim kenevir, narenciye ve çim türleri arasındaki fizyolojik ve biyokimyasal farklılıklar ile açıklanabilmektedir (Martin vd., 2007). Genel olarak, kenevir tespiti VIS-NIR-SWIR spektral bölgedeki yeşil bitki örtüsünün spektral ayrımcılığındaki bazı kısıtlamalara ve kenevirin test edilen diğer bitkilerle spektral benzerliğine rağmen, önemli klorofil bantlarından spektrum sağlayan önemli bilgiler çıkarılabileceği ifade edilmiştir (Azaria vd., 2012).

Aynı şekilde Tayland'da kenevir bitkisi üzerine yapılan çalışmalarda, laboratuvar, havadan gözlemler ve uydu verilerinden elde edilen yansıma karakteristikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında kenevir bitkisinin yansıma karakteristiklerini diğer yeşil bitkilerden farklılık gösterdiği, nadir yansıma

karakteristiklerinin durağan olmadığı ve yansımaların özel absorpsiyon özelliklerini kullanmanın daha doğru sonuçlar verdiğini, yansıma kontrastının kırmızı, yeşil ve yakın kızılötesinde önemli derecede ayrıldığını, kenevirin kanopiye yansıma karakteristiğinin özellikle yakın kızılötesi banda izole etmenin çok güç olduğunu belirtmiştir (Walthall vd., 2003).

Brezilya'nın Pernambuco Eyaleti'nin yarı kurak güney kesiminde yer alan yasadışı kenevir tarlalarının potansiyel bölgelerini tespit etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışma yüksek çözünürlüklü geometrik (SPOT-5 HRG) görüntülerin nesne tabanlı görüntü analizi (OBIA) kullanılarak yapılmıştır. OBIA, hedefin bağlamsal ve geometrik niteliklerini, üreticinin tarlalarını gizlemeye yönelik stratejileriyle bağlantılı yasadışı bitkileri tespit etme konusundaki zorlukların üstesinden gelmek ve arazi örtüsü haritaları oluşturmak için çıkarılan spektral bilgileri optimize etmek için kullanılmıştır. Uydu görüntüleriyle birlikte yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bantlarının yüksek su içeriği ile otsu bitki örtüsünü ayırt etmeye katkıda bulunmuştur. 17 Haziran 2007 tarihinde yapılan polis operasyonları sırasında tespit edilen önceden bilinen 15 kenevir bölgesi arasında, sekiz bölge maksimum uyarı alanları olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada yarı kurak bölgelerde yasadışı kenevir yetiştiriciliğinde aranacak alanı azaltmak için uygulanabilir olduğu önerilmiştir (Lisita, vd.,2013).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Çalışma alanının genel özellikleri**

Çalışma alanı, Burdur ili, Bucak ilçesi, Atilla mahallesi, Carım köyü mevki, 43 pafta 235 ada 2 nolu parselde bulunan 27234 metrekare büyüklüğündeki tarla vasfındaki parselden oluşmuştur. 279000-4147200; 279150-4146750 m koordinatları arasında bulunmaktadır.

Deneme alanının bulunduğu ilçe de geçiş iklimi görülmektedir. İlçenin ortalama yükseltisi 807 metre, yıllık ortalama sıcaklığı 13.6 °C, yıllık yağış miktarı 548 mm'dir. İlçeye en fazla yağış aralık ayında 94 mm, en az yağış ise ağustos ayında 7 mm'dir (Topay,2011).

Çalışma alanının bulunduğu yer DSİ (Devlet Su İşleri) tarafından kurutulan Kestel ovası tarafında bulunan arazi alüvyal toprak grubuna girmektedir. İyi drenajlı, düz, killi tın, nötr, orta-yüksek kireçli ve organik madde oranı düşük bir yapıya sahiptir (Topay,2011).

##### **3.1.2. Çalışmada kullanılan bitkilerin morfolojik özellikleri**

###### **3.1.2.1. Kenevir**

Kenevir 4 m'ye kadar derine inebilen kazık kök ile 15-20 cm derinliğinde 80 cm yatayda boylanabilen ağ şeklinde yayılmış kuvvetli bir kök sistemine sahiptir. Kenevir yetiştiği çevreye ve çeşidine bağlı olarak 1-6 m arasında boylanabilen, sert otsu bir yapıya sahiptir. Genç dönemde sareli olan kenevir sapı yaşlanınca odunlaşır. Boy erkek kenevirlerde dişilere göre daha uzundur. Beyaz olan odunsu kısmını, yeşil kabuk sarmıştır. Sapın kesiti, hypocotyl kısmında yuvarlak, bunun üstünde 4, daha yukarıda ise 6 köşelidir. Hatta 4 köşenin her biri üçer çıkıntı meydana getirerek sapın 12 köşeli ve boydan boya oluklu bir

görünüm kazanmasına yol açar. Kenevir yaprakları sapın boğumları üzerinde sap içerisinde karşılıklı, bunun üzerinde ise almaşıklı olarak yer alırlar. Dişi bitkilerde uçtaki çiçek durumu sık yapraklı, erkek bitkilerde uçtaki çiçek durumu çok daha seyrek yapraklıdır. Yaprakçıklar dar uzun ve kenarları kabaca dişlidir. En uzun yaprak ortadadır. Yaprakçıklar parçalıdır ve sapın ortasında 9-11 adet yaprakçık birleşiktir. Çiçekler; İki evcikli bir bitkidir. Erkek bitkilerde sarımsı- yeşil görünümlü erkek çiçeklerden oluşan seyrek çiçek salkımları; dişi bitkilerde de yine yeşil görünümlü dişi çiçeklerden oluşan sık çiçek demetleri, yaprak koltuklarında yer almıştır. Erkek bitki üzerinde açan çiçekler, salkım sapına kısa sapçıklarla birleşmişlerdir. Erkek çiçeklerde en dışta 3 adet koruyucu yaprak, bunların içerisinde 5 adet periant kalıntısı; onlarında içerisinde, ince filamentleri beyaz yuvarlak başçıkları ile 5 adet erkek organ yer alır. Dişi çiçekler, dişi bitkiler üzerinde, çiçek durumu ekseninde sapsız olarak, sık, başak benzeri bir şekilde karşılıklı olarak çift çift yerleşmişlerdir. Periant kalıntıları birleşerek yumurtalık etrafında fincan şeklinde kesintisiz bir kılıf oluşturmuşlardır (Şekil 4) (Sencar vd., 1991).

Kenevir meyvesi yeşilimsi-kahverengi bir minyatür cevizciktir. Cevizcik içerisinde bulunan tohum endospermikolup, embriyo, meyve içerisinde kıvrılmış durumdadır.



Şekil 4. Kenevirin morfolojik görünümü ve fotoğrafları

### 3.1.2.1. Haşhaş

Haşhaş 30-100 cm yükseklikte, tüsüz, sütlü, bir yıllık ve otsu bir kültür bitkisidir. Yapraklar dişli kenarlıdır. Çiçekler büyük, dallar ucunda tek başına, beyaz veya mor renklidir. Meyve küre ve ya fıçı biçiminde, çok tohumlu, stigmanın altında delikler ile açılır. (Açık haşhaş) veya açılmaz (Kör haşhaş). Tohumlar küçük, böbrek biçiminde, üzerinde ağimsı, deve tüyü veya mor renklidir. Birçok alt tür ve kültür formu bulunmaktadır. Memleketimizde afyon elde etmek için kör haşhaş ekimi yapılır. Haşhaş gövdesine saran şekilde yaprakları vardır. En yaşlı yaprak en üsttedir. Çünkü haşhaş aşağıdan yukarı doğru büyür ve yapraklanır (Şekil 5) (Gümüşçü ve Gümüşçü, 1996).

Türkiye’de haşhaşın daha çok *Papaver somniferum* ve *Papaver natolicum*’un beyaz ve mor çiçekli çeşitleri ekilmedir (TMO, 2011). Birleşmiş milletlerin izin verdiği ölçüde, Türkiye’de Isparta, Burdur, Konya, Denizli, Uşak, Afyon, Manisa, Kütahya, Eskişehir, Balıkesir, Çorum, Amasya ve Tokat illerinde 700.000 ha alanda haşhaş tarımı yapılmaktadır (TMO, 2011). Türkiye’de başka bir uyuşturucu hammaddesi olan yaygın bitki ise kenevir (*Cannabis Sativa*) dir. Kastamonu, Samsun, Amasya, Kayseri, Sivas, İzmir, Kütahya illerinde birleşmiş milletlerin ve bakanlığın izni ile üretilmektedir.





Şekil 5. Haşhaşın morfolojik görünümü ve fotoğrafları

### 3.1.3. Spektrometre

Uzaktan algılama bilim ve teknolojisinin yersel olarak uygulanmakta olan hiperspektral ölçüleme tekniğine spektrometrik ölçümler denilmektedir. Spektrometrik cihazlar spektrometrik ölçümlerin radyometrik kalibrasyonlarının sağlandığı aygıtlardır. Spektrometrik yöntemlerde

temel dayanak ise objelerin elektromanyetik bölgelerde kendine özgü bir yansıma (reflectance/radiance) değerlerinin bulunmasıdır. Bu yansıma değeri objeye renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır (Başayığıit vd., 2008).

Hiperspektral yansıma ölçümlerinin en yaygın kullanım şekli ise spektrometrelerdir. Spektrometreler ile dar bant aralıklarında birçok sayısal veri elde edilebilmektedir. Bu cihazlar ile cisimlerin yansıma-dalga boyu eğrileri olarak da bilinen spektralar nanometre seviyesinde ölçülebilmektedir. Daha çok görülebilir yakın kızılötesi bölgede yansıyan enerjinin (VNIR) ölçümünü temel alan bu sistemler ile yapılan ölçümlerin bitkilerin kimyasal içeriklerini belirlemede kullanılabilirliğine ait çalışmalar ise devam etmektedir. Geleneksel olarak kullanılan laboratuvar yöntemlerine alternatif olarak gösterilen bu tekniklerin temeli, bitkilerin yeşil aksamlarından olan yansıma değerleri ile kimyasal kompozisyonu arasındaki ilişkinin çeşitli istatistiksel yöntemlerle tahminine dayanmaktadır (Başayığıit vd., 2008).

### **3.1.3.1. Spektrometrenin kullanım alanları**

ASD Spektrometreler (Şekil 6), genellikle değişik tipteki malzemelerin spektral ölçümleri için kullanılmaktadır. Bu tür spektroskopi ölçümlerinin kullanıldığı birçok alan bulunmaktadır (Anonim, 2011).





Şekil 6. ASD Spektroyometre (Anonim, 2011)

**Uzaktan Algılama ve Araştırmalar:** ASD FieldSpec serisi spektroyometreler, gerek arazi gerekse laboratuvar ortamlarında çalışmaya olanak verir ve hızlı bir şekilde araziden spektra toplanmasına yardımcı olur. Bu cihaz genellikle uzaktan algılama çalışmalarında yersel doğrulama, kalibrasyon, radyans ve irradyans ölçümleri için kullanılmaktadır (Anonim, 2011).

**Tarım Uygulamaları:** ASD Laboratuvar tipi veya taşınabilir modelleri gerek toprak parametreleri, gerekse bitkilerin sağlığı, su stresi gibi parametrelerinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Anonim, 2011).

**Madencilik ve Maden Özellikleri:** ASD Spektrometreler, en iyi madencilik verimi için hızlı ve doğru mineral analizleri sağlarlar (Anonim, 2011).

**Orman ürünleri:** ASD, ıslak kağıt hamurunun Kappa sayısını ve parlaklığını işlem sırasında sürekli olarak ölçebilen bir sistemi ilk olarak geliştirmiştir. Ayrıca mobilya endüstrisinin de ve diğer başka ahşap kullanılan uygulamalarda



nem, reçine ve benzeri özellikleri hızlı bir şekilde ortaya koyabilmenizi sağlar (Anonim, 2011).

**Eczacılık Uygulamaları:** Laboratuvar ya da farklı ortamlarda, taşınabilir veya sabit tip modelleri ile ilaçların bileşenlerini ASD hassas bir şekilde sağlar (Anonim, 2011).

**Diğer Uygulama Alanları:** Hammaddelerin incelenmesi, gıda, biyoyakıt, biomass, plastik ve plastik filmler, kozmetik sanayi, patlayıcıların tanımlanması ve analizleri, nem ölçümleri, tane ve çekirdek analizleri, kimyasal ve petrol ürünleri analizleri, VNIR spektrumda optik radyans ölçümleridir (Anonim, 2011).

Arazi çalışmalarında yapılan spektrometre ölçümlerine ait resimler şekil 7 de yer almaktadır.



Şekil 7. Spektrometre ölçümlerine ait resimler

### 3.1.4. Spektral imza kütüklerinin oluşturulması

Deneme alanında çalışma iş planında belirtilen, imza kütüklerinin oluşturulması için yapılan spektral ölçümler her biri yaklaşık 1000 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki 20 deneme parselinden yapılmıştır. Spektral ölçümler deneme alanında ve canlı bitkiler üzerinde yapılmıştır. Spektral ölçümlerin alınmasında taşınabilir ASD FieldSpec HandHeld Spektrometre cihazı kullanılmıştır. Kullanılan cihaz 750 sürekli bandta veri toplama kapasitesine sahiptir. Ölçümler 400 ile 1000 nanometre (nm) arasında ve 1 nm aralığında yapılmıştır. Kullanılan sensör sistemi (algılayıcı), optik lens, kontrol ünitesi ve taşınabilir bilgisayardan oluşmaktadır. Ölçümlerde 1 derecelik (fore) optik kullanılmıştır. Sensör hedeften yaklaşık 1.5 metre mesafede tutularak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Reflektans verileri toplanmadan önce ilk olarak güneş ışığı optimizasyonu yapılmış, daha sonra da beyaz referans olan alçı bloktan imal edilmiş spektral referans alınarak cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. Her parselden 3 bitki, 1 toprak olmak üzere toplamda 4 ölçüm diz üstü bilgisayar aracılığıyla yapılmıştır. Cihaz her 10 okumada bir defa spektral ile kalibre edilmiştir. Spektral ölçümlere ait fotoğraflar şekil 8'de yer almaktadır.

Verilerin bilgisayar ortamında toplanmasında ve işlenmesinde ASD RS3 ve ViewSpec Pro yazılımları kullanılmıştır. Spektral verilerin işlenmesine öncelikle olarak her bir parseldeki bitkilerde yapılan 3 spektrometre ölçümleri sonucu elde edilen yansıma değerlerinin ortalamaları alınarak başlanmıştır. Böylelikle her bir bitkiye ait 1 tane yansıma eğrisi elde edilmiştir. Özellikle 400 nm'nin altında ve 1000 nm'nin üzerindeki veriler içerisindeki gürültü hataları istenmediği için eğriler bu aralıkta grafiklendirilmiştir.

Ölçümler 2016 yılının haziran-ağustos ayları arasında 15 günde bir 6 kez yapılmıştır. Ölçümlerin tamamı bulutsuz ve güneşli günlerde, saat 11.30-13.00 arasında yapılmıştır. Bu saatlerde ölçüm yapılarak güneş dikliğinde meydana gelen değişimlerin etkisinin minimum düzeyde tutulması amaçlanmıştır. Spektral ölçümler neticesinde her bir tür için elde edilen reflektans değerleri için grafikler oluşturulmuştur.



Şekil 8. Deneme alanında spektral ölçümlere ait görüntüler

Her hafta için ayrı ayrı 5'er grafik oluşturulmuştur. Bu grafiklerin ilki yalın ekim yapılan parseller ve toprağın yansımısını göstermektedir. Diğer grafikler ise haşhaş ve kenevir bitkisinin yalın, mısır ve ayçiçeği ile birlikte ekim yapılan parsellerin spektral yansımalarıdır.



## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Denemenin kurulması

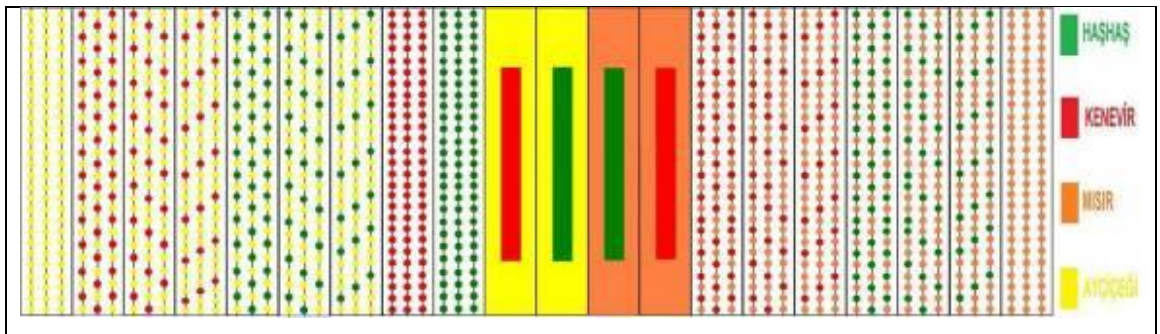
Çalışma; mısır, ayçiçeği, haşhaş ve kenevir bitkilerinin birlikte ekim sistemi kullanılarak Burdur-Bucak ilçesi sınırları içerisinde 2016 yılında yürütülmüştür. Bu amaçla bir deneme kurulmuştur. Deneme deseni çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme ekim modeli

Ekim Parselleri	Ekim Normu	Ekim Parsel Kodu
Yalın Mısır	Kapama	YM 300
Mısır Haşhaş	3 M,1 H	HM 133
Mısır Haşhaş	2 M, 1 H	HM 132
Mısır Haşhaş	1 M, 1 H	HM 131
Mısır Kenevir	3 M, 1 K	KM 233
Mısır Kenevir	2 M, 1 K	KM 232
Mısır Kenevir	1 M, 1 K	KM 231
Mısır İçinde Kenevir Öbeği	KAPAMA ÖBEK	MK 320
Mısır İçinde Haşhaş Öbeği	KAPAMA ÖBEK	MH 310
Ayçiçeği İçinde Haşhaş Öbeği	KAPAMA ÖBEK	AH 410
Ayçiçeği İçinde Kenevir Öbeği	KAPAMA ÖBEK	AK 420
Yalın Haşhaş	KAPAMA	YH 100
Yalın Kenevir	KAPAMA	YK 200
Ayçiçeği Haşhaş	3 A, 1 H	HA 143
Ayçiçeği Haşhaş	2 A, 1 H	HA 142
Ayçiçeği Haşhaş	1 A, 1 H	HA 141
Ayçiçeği Kenevir	3 A, 1 K	KA 243
Ayçiçeği Kenevir	2 A, 1 K	KA 242
Ayçiçeği Kenevir	1 A, 1 K	KA 241
Yalın Ayçiçeği	Kapama	YA 400

1-Haşhaş, 2- Kenevir, 3- Mısır,  
4- Ayçiçeği

Kapama: Tek Çeşit Ürün  
H: Haşhaş, K: Kenevir, M: Mısır,  
A: Ayçiçeği, Y:Yalın



Birlikte ekim yöntemleri (aynı sıraya ve şeritvari birlikte ekim) kullanılarak haşhaş ve kenevir tohumları mısır ve ayçiçeği ile birlikte 1/3, 1/2 ve 1/1 oranlarında sıra ile mısır, ayçiçeği bitkilerinin içerisinde kenevir ve haşhaş öbekleri oluşturularak ve yalın olarak ekilmiştir (Çizelge 1). Her bir parsel uzunluğu 60 m ve 15 m genişliğinde 21 sıra olarak doğu batı doğrultusunda düzenlenmiş, denemede parseller arasında 2.5 m boşluk bırakılmıştır. Buna göre denemede, parsel boyutları: 60 m x 15 m = 900 m<sup>2</sup>'dir. Deneme; toplam 22 parselden oluşmakta, parsel arası mesafeler dahil yaklaşık 24000 m<sup>2</sup>'lik alanda kurulmuştur. Denemede makinalı hasada uygun olması bakımından sıra arası 70 cm sabit tutulmuş, sıra üzeri ise 30 cm olacak şekilde (ekim sıklığı: 70 cm x 30 cm) mısır ve ayçiçeği 5-6 cm, kenevir 2-3 cm ve haşhaş ise 0.5-1 cm derinliğe daha önce açılan çizilere her tohumdan 2-3 adet elle ekilmiş ve çıkıştan sonra tekleme yapılmıştır.

Deneme alanında imza kütüklerinin oluşturulması için yapılan spektral ölçümler 20 deneme parselinden yapılmıştır. YA 400, KA 241, KA 242, KA 243, HA 131, HA 132, HA 133, YK 200, YH 100, KM 321, KM 322, KM 323, HM 131, HM 132, HM 133, YM 300, AK 420, AH 410, MK 320, MH 310 kodlu yaklaşık 1000 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki parsellerden spektral veriler toplanmıştır.

### **3.2.2. Denemenin bakımı**

#### **3.2.2.1. Deneme parsellerinin gübrenmesi**

Deneme alanının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için toprak örnekleri alınmış, ekim öncesi NO<sub>3</sub>-N ve NH<sub>4</sub>-N'u analizi sonucu dikkate alınarak dekara 20 kg saf azot olacak şekilde 1/2'si ekimle ve 1/2'si bitki 35-40 cm boyuna ulaştığı zaman amonyum sülfat formunda verilmiştir. Son toprak işleme sırasında, dekara 10 kg saf P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gelecek şekilde triple süper fosfat gübresi tamamı ekimden önce toprağa karıştırılarak verilmiştir.

### **3.2.2.2. Deneme parselleri hastalık, zararlı, yabancı ot mücadelesi ve çapalama**

Denemede mısıra ait hastalık ve zararlı ekonomik zarar eşiği üzerinde görülmediğinden ilaçlı mücadele yapılmamıştır. Çıkıştan sonra fideler 5-6 cm iken birinci çapa yapılmış, bitki boyu 25-30 cm boylarına geldiğinde 2. çapayla birlikte boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Parsel araları ve parsel etrafı total herbisit ile otomatik sırt pompası ile 300 ml/da dozunda uygulama yapılmıştır.

### **3.2.2.3. Sulama dönemlerinin planlanması**

Tohumların çimlenip çıkış sağlaması için ekimden sonra sıralara damlama sulama sistemiyle sulama yapılmıştır. İlk sulamadan sonra topraktaki neme bağlı olarak çıkış garantisi için 3 gün aralıkla 2 sulama daha yapılmıştır. Çıkıştan sonra topraktaki nem göz önünde bulundurularak sulama işlemi daimi solma noktasının üzerinde toprağı nemli tutacak şekilde bitki su tüketimi hesabına göre yapılmıştır.

### **3.2.3. Spektral Ölçümler**

Spektral ölçümler deneme alanında ve canlı bitkiler üzerinde yapılmıştır. Ölçümler 2016 yılının haziran-ağustos ayları arasında 15 günde bir 6 kez yapılmıştır. Ölçümlerin tamamı bulutsuz ve güneşli günlerde, saat 11.30-13.00 arasında yapılmıştır. Bu saatlerde ölçüm yapılarak güneş dikliğinde meydana gelen değişimlerin etkisinin minimum düzeyde tutulması amaçlanmıştır. Spektral ölçümler neticesinde her bir tür için elde edilen reflektans değerleri için grafikler oluşturulmuştur.

Spektral ölçümlerin alınmasında taşınabilir ASD FieldSpec HandHeld Spektrometre cihazı kullanılmıştır. Kullanılan cihaz 750 sürekli bandta veri toplama kapasitesine sahiptir. Ölçümler 400 ile 1000 nanometre (nm) arasında ve 1 nm aralığında yapılmıştır. Kullanılan sensör sistemi (algılayıcı), optik lens, kontrol ünitesi ve taşınabilir bilgisayardan oluşmaktadır. Ölçümlerde

1 derecelik (bare) optik lens kullanılmıştır. Sensör hedeften yaklaşık 1.5 metre mesafede tutularak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Reflectance verileri toplanmadan önce ilk olarak güneş ışığı optimizasyonu yapılmış, daha sonra da beyaz referans olan alçı bloktan imal edilmiş spektralon referans alınarak cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. Her parselden 3 bitki, 1 toprak olmak üzere toplamda 4 ölçüm diz üstü bilgisayar aracılığıyla yapılmıştır. Cihaz her 10 okumada bir defa spektralon ile kalibre edilmiştir.

Verilerin bilgisayar ortamında toplanmasında ve işlenmesinde ASD RS3 ve ViewSpec Pro yazılımları kullanılmıştır. Spektral verilerin işlenmesine öncelikle olarak her bir parseldeki bitkilerde yapılan 3 spektrometre ölçümleri sonucu elde edilen yansıma değerlerinin ortalamaları alınarak başlanmıştır. Böylelikle her bir bitkiye ait 1 tane yansıma eğrisi elde edilmiştir. Özellikle 400 nm'nin altında ve 1000 nm'nin üzerindeki veriler içerisindeki gürültü hataları istenmediği için eğriler bu aralıkta grafiklendirilmiştir.

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **4.1. Spektrometrik Ölçümler**

Spektrometre uygulamaları atomların, molekül veya iyonların bir enerji düzeyinden bir diğerine geçişi esnasında bitki, toprak ve diğer objelerde absorblanan veya yayılan elektromanyetik ışımının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Bitkilerde yansıma eğrileri ve imza kütüklerinin oluşturulmasında en etkili spektral tayf aralığı 700-1300 nm aralığında olmaktadır. Spektral ölçümlerde en fazla kullanılan tayf aralıkları 400-700 nm görünebilir bölge olarak adlandırılan aralık ile 700 – 1000 nm arasında yakın kızılötesi olarak adlandırılan aralıktaki algılanan ölçümler kullanılmaktadır.

#### **4.1.1. Erken dönem (11.06.2016)**

Deneme alanındaki deneme parsellerinden belli aralıklarla yapılan ölçümler oluşturulan spektral yansıma eğrilerinin grafikleri, yalın ekim parselleri (YH 100, YK 200, YM 300, YM 400 ve Toprak), yalın kenevir (YK 200) ve kenevirli birlikte ekili parseller (KM 231, KM 232, KM 233 ve KA 241, KA 242, KA 243), yalın haşhaş (YH100) ve haşhaşlı birlikte ekilen parseller (HM 131, HM 132, HM 133 ve HA 141, HA 142, HA 143) şeklinde oluşturulmuştur.

Yalın ayçiçeği (YA 400), yalın mısır (YM 100), yalın kenevir (YK 200), yalın haşhaş (YH 100) ve toprağın spektral okumalarının ortalamalarının 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Görülebilir dalga boyu aralığında en yüksek yansımayı toprak vermektedir. Bu da toprağın mineralojik karakteristiğinden kaynaklanmaktadır. Yakın kızılötesi bölgedeki yansıma ayçiçeği göstermektedir. Bu durum ayçiçeğinin deneme alanında en erken ve en hızlı gelişme bitki göstermesi ve yaprak morfolojisi fizyolojisi diğer bitkilere oranla ölçüm zamanında daha uzun yapılı olması etkilemiş bu dalga boyu aralığında yüksek bir yansıma karakteristiği göstermiştir. Haşhaş ve kenevir birbirine yakın yansıma eğrisi oluşturmasının nedeni de haşhaş yapraklarının yere yakın olması ve kenevirin yaprak morfolojisi parçalı oluşu benzer yansıma



eğrisi çıkarmıştır. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisini toprakta görülmektedir. Bu tarihten önce (11.06.2016) yapılan morfolojik ölçüm verileri irdelendiğinde ölçüm yapılan dönemde bitkilerin spektral yansımasını etkileyen etmenlerin ortalama değerleri YA 400 parselinde ortalama boy 60 cm, ortalama taç genişliği 0.03 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.005 m<sup>2</sup>'dir. YM 300 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 40 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.012 m<sup>2</sup>'dir. YH 100 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 20 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.0007 m<sup>2</sup>'dir. YK 200 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 50 cm, ortalama taç genişliği 0.04 m<sup>2</sup>, kenevirlerin yaprak yapısı parçalı olduğu için yaprak ayası ortalaması ölçülmemiştir. Deneme alanında yetiştirilen 4 deneme bitkisinin karakteristik morfolojik verileri arasında alınan değerler irdelendiğinde en yüksek ortalama boyu ayçiçeğindedir. Ayçiçeğinin yaprak yapısının geniş ve kalın olması en yüksek yansıma değerini vermiştir. Haşhaş ve kenevir birbirine yakın yansıma eğrisi göstermiştir. Deneme bitkilerinin yerden yükseklikleri farklı olmasına rağmen yaprak yapılarındaki morfolojik ve fizyolojik değişkenler ortalama bitki boyundaki farklılıktan dolayı yakın yansıma değeri vermiştir. Mısır parselindeki mısırların 40 cm boya sahip olması ve yaprak yapısındaki morfolojik farklılıktan dolayı en düşük yansıma değerinin vermiştir. Yukarıdaki veriler irdelendiğinde deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermektedir. Arazide en erken çimlenen ayçiçeği morfolojik verilerin alındığı tarihte yansıma değerlerinin en yüksek yansıma eğrisi alınan deneme bitkisidir. Toprak görünür bölgedeki yansıtması nedeniyle 0.4-0.7 nanometre aralığında en yüksek yansımayı göstermiştir. Yakın kızılötesi bölgede en düşük yansımayı göstermesi gelen enerjiyi absorbe etmesindedir.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Deneme alanında yetiştirilen kenevirin çeşitli oranlarda ekimi yapılan parsellerden yapılan ölçümlerden elde edilen yansıma karakteristiğidir. Ölçüm yapılan tarihten önce yapılan (11.06.2016) morfolojik ölçümlerde elde edilen verilerin ortalama değerleri alınıp belirlenen bitki boyu, taç genişliği ve mısırın ortalama yaprak ayası değerlerinden elde edilmiştir. YK 200, KM 231, KM 232,

KM 233 parsellerindeki bitkisi kenevirin ortalama boy 50 cm, ortalama ta genişliği 0.04 m<sup>2</sup>, kenevirin parçalı yaprak yapısı nedeniyle yaprak ayası değeri ölçülmemiştir. Ara ekim kenevir ekili mısır parselleri ve yalın ekim mısır parselindeki mısırlardan elde edilen ortalama boy 40 cm, ortalama ta genişliği 0.01 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.001 m<sup>2</sup>'dir. Elde edilen veriler yukarıdaki yansıma karakteristik grafiği ile ilişkilendirildiğinde en yüksek yansıma eğrisi YK 200 parselinden elde ölçülmüştür. Sonra KM 241 nolu parselden elde edilen yansıma eğrisi mısır ve kenevirin birlikte yansıma değerini göstermektedir. Bu değerin yüksek olması mısır ve kenevirin aynı boylarda olması ve yaprak kalınlıklarının birbirine yakın olmasından ileri gelmiştir. KM 232 ve KM 233 parsellerinden alınan yansıma karakteristik eğrisi birbirine yakın bir eğri oluşturmuştur. Bunun nedeni de kenevirin mısırla aynı gelişim göstermesinden kaynaklanmaktadır. Yukarıdaki değerlerden de anlaşılacağı üzere mısır ve kenevir birlikte ekimlerde gelişim dönemleri birbirine yakın ivmede seyretmektedir. Deneme bitkilerinin birlikte olduğu yansıma eğrilerinin yalın kenevirden düşük ama yalın mısırdan yüksek bir karakteristik göstermesine neden olmuştur.

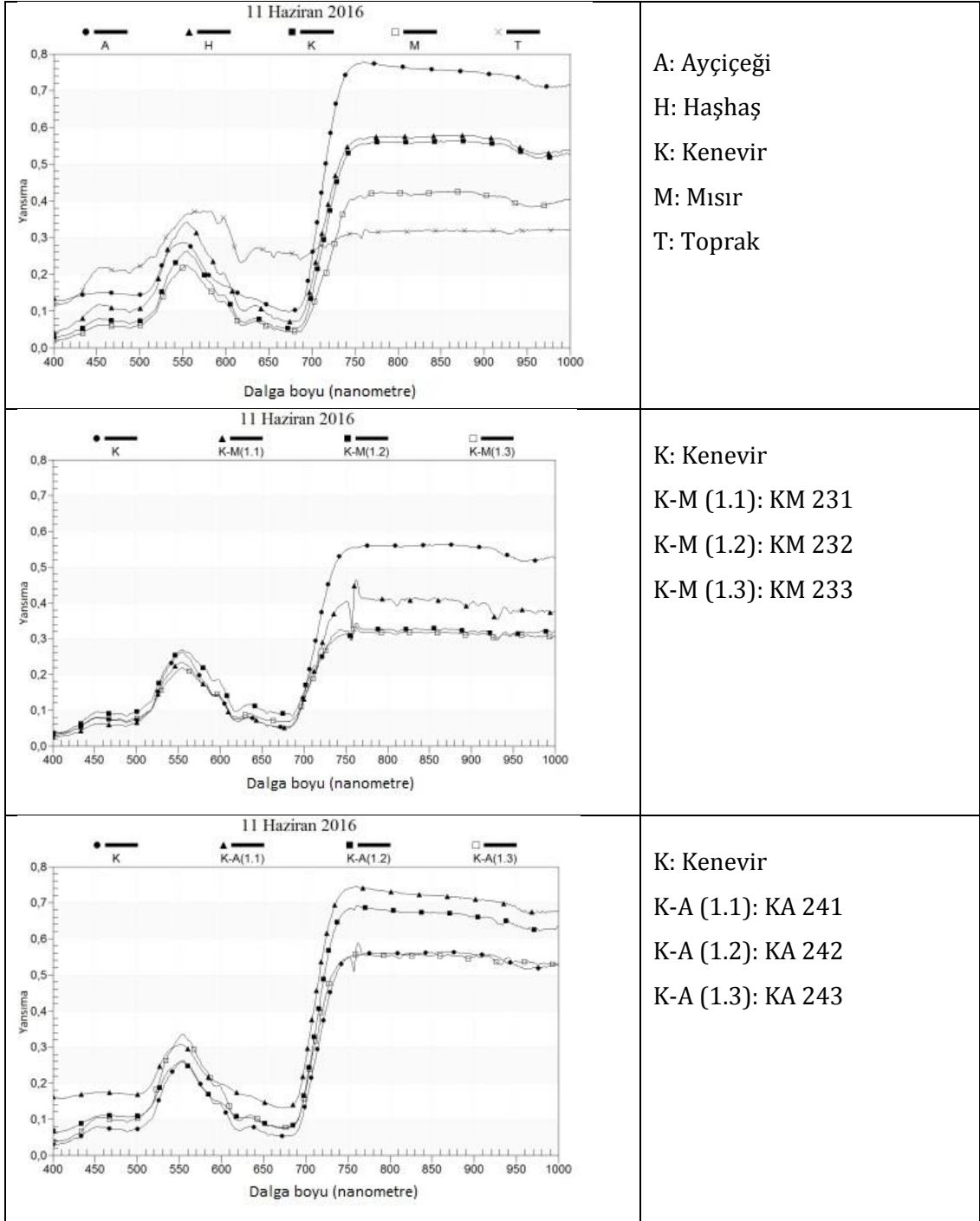
Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral lm yapılan parsellerin 09.06.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde kenevirin ortalama boy 34 cm, ortalama ta genişliği 0.04 m<sup>2</sup>'dir. Kenevirin parçalı yaprak ayası olduğu için değer ölçülmemiştir. Ayçiçeğinin ortalama boyu 40 cm, ortalama ta genişliği 0.03 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.005 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi KA 241 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nm görünür bölgedeki yansıma değeri KA 243 parselinde yapılan ölçümden düşük yansıma gösterse de bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıma değerini vermiştir. Buda kenevir ve ayçiçeğinin boylarının ve ortalama ta genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımada etkileşim gösterdiği görülmektedir. KA 242 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda YK 200 ve KA 241 parsellerinden düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. KA 242

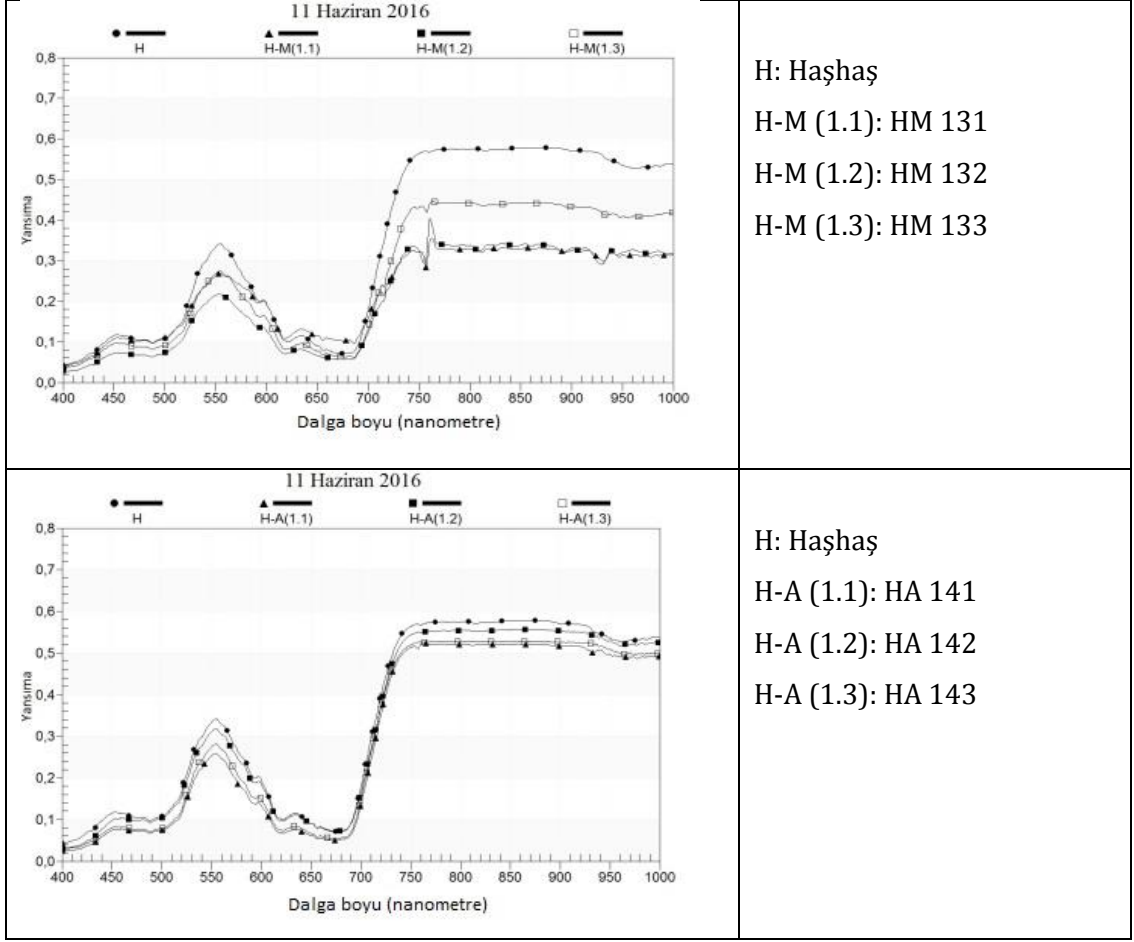
parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma eğrisini oluşturmuştur. Bu deneme parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri gözlenmektedir. Yalın kenevirde alınan ölçümden daha yüksek yansıma vermektedir. KA 243 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre en yüksek yansımayı vermiştir. KA 243 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 nanometreden sonra YK 200 parselinden yapılan spektral yansıma ölçümüne yakın bir yansıma karakteristiği göstermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-mısır birlikte ekim parsellerinin (HM 131, HM 132, HM 133) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 11.06.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 20 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.005 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Mısırın ortalama boyu 40 cm, ortalama taç genişliği 0.01 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.01 m<sup>2</sup> dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi YH 100 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma karakteristiği en yüksektir. YH 100 parselinde yapılan ölçüm değeri, bitki ayrımında kullanılan 700-1000 nanometre arasında da en yüksek yansıma değeri vermiştir. Buda YH 100 parselinde taç genişlik değerlerinin ve spektrometre cihazının algıladığı alanda daha fazla haşhaştan yansıma almasındandır. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda YH 100 düşük, HM 131 parselindeki ölçümle eşit ve HM 132 parselinde alınan yansıma değerinden yüksek yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselindeki ölçüm değeri diğer birlikte ekim parsellerden yüksek yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma eğrisini oluşturmuştur. Bu deneme parselindeki deneme bitkilerinin etkileşimleri gözlenmektedir. Yalın haşhaştan alınan ölçümden daha düşük yansıma vermektedir. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda 2. en yüksek yansımayı HM 131 ile eşit vermiştir. HM 131 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 nanometre

ve daha büyük dalga boylarında HM 132 parselinden yapılan spektral yansımaya ölçümüne yakın bir yansımaya karakteristiği göstermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (HA 141, HA 142, HA 143) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansımaya grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 09.06.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 20 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.005 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Ayçiçeğinin ortalama boyu 50 cm, ortalama taç genişliği 0.03 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.01 m<sup>2</sup>'dir. Yansımaya karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansımaya eğrisi YH 100 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansımaya eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansımaya değeri en yüksek YH 100 parselinden ölçülmüştür. YH 100 parselinde yapılan ölçümde bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında da en yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir. Diğer birlikte ekim yapılan haşhaş ayçiçeği parsellerinden (HA 141, HA 132, HA 133) ölçülen yansımaya karakteristikleri birbirine yakın değerler göstermiştir. Buda haşhaş ve ayçiçeğinin ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımadaki etkileşimi görülmektedir. HA 142 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansımaya eğrisi 550 nanometre dalga boyunda HA 141 ve HA 143 parsellerinden yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir. HA 142 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma karakteristiğini göstermiştir. Bu denem parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri HA 141 ve HA 143 parselinden yüksek olduğu gözlenmektedir. Yalın haşhaş parselinden alınan ölçüm en yüksek yansımaya vermektedir. Diğer birlikte ekim parseller birbirlerine yakın yansımaya karakteristiği göstermiştir. Buda ayçiçeği ve haşhaşın birlikte ekimlerinde etkileşimini göstermektedir. Şekil 9'de 11.06.2016 tarihli spektral yansımaya grafikleri yer almaktadır.





Şekil 9. 11.06.2016 tarihli spektral yansıma grafikleri

#### 4.1.2. Gelişme (24.06.2016)

Bu tarihte (24.06.2016) yapılan morfolojik ölçüm verileri irdelendiğinde ölçüm yapılan dönemde bitkilerin spektral yansımasını etkileyen etmenlerin ortalama değerleri YA 400 parselinde ortalama boy 100 cm, ortalama taç genişliği 0.29 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.026 m<sup>2</sup>'dir. YM 300 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 60 cm, ortalama taç genişliği 0.07 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.062 m<sup>2</sup>'dir. YH 100 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 30 cm, ortalama taç genişliği 0.05 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.018 m<sup>2</sup>'dir. YK 200 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 60 cm, ortalama taç genişliği 0.019 m<sup>2</sup>, kenevirlerin yaprak yapısı parçalı olduğu için yaprak ayası ortalaması ölçülmemiştir. Deneme alanında yetiştirilen 4 deneme bitkisinin karakteristik morfolojik verileri arasında alınan değerler irdelendiğinde en yüksek ortalama boyu en yüksek ayçiçeğindedir. Ayçiçeğinin yaprak yapısı da geniş ve kalın

olması en yüksek yansıma değerini vermiştir. Deneme bitkilerinin yerden yükseklikleri ve yaprak yapılarındaki morfolojik ve fizyolojik değişkenler ortalama bitki boyundaki farklılıktan dolayı ilk hafta dışında her ölçümde değişkenlik göstermiştir. Yukarıdaki veriler irdelendiğinde deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermektedir. Arazide en erken çimlenen ayçiçeği morfolojik verilerin alındığı tarihte en yüksek verilerin alınması yansıma değerlerinin en yüksek yansıtma eğrisi alınan deneme bitkisidir. Toprak görünür bölgedeki yansıtması nedeniyle 0.4-0.7 nanometre aralığında en yüksek yansımayı göstermiştir. Yakın kızılötesi bölgede en düşük yansımayı göstermesi gelen enerjiyi absorbe etmesindedir.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Deneme alanında yetiştirilen kenevirin çeşitli oranlarda ekimi yapılan parsellerden yapılan ölçümlerden elde edilen yansıma karakteristiğidir. Morfolojik ölçümlerde elde edilen verilerin ortalamaları alınıp belirlenen bitki boyu, taç genişliği ve mısırın ortalama yaprak ayası değerlerinden elde edilmiştir. YK 200, KM 231, KM 232, KM 233 parsellerindeki kenevirin ortalama boy 55 cm, ortalama taç genişliği 0.17 m<sup>2</sup>, kenevirin parçalı yaprak yapısı nedeniyle yaprak ayası değeri ölçülmemiştir. Ara ekim kenevir ekili mısır parselleri ve yalın ekim mısır parselindeki mısırlardan elde edilen ortalama boy 62.5 cm, ortalama taç genişliği 0.07 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.045 m<sup>2</sup>'dir. Elde edilen veriler yukarıdaki yansıma karakteristik grafiği ile ilişkilendirildiğinde en yüksek yansıma eğrisi KM 231 parselinden elde ölçülmüştür. Sonra KM 232 nolu parselden elde edilen yansıma eğrisi mısır ve kenevirin birlikte yansıma değerini göstermektedir. Bu değer yüksek olması kenevirin boyunun artması ve yaprak kalınlıklarının birbirine yakın olmasından ileri gelmiştir. YK 200 parseli de bu iki karışım parseline yakın yansıma göstermektedir. Onlardan daha düşük olmasının sebebi yaprak yapısının parçalı olmasından kaynaklanmaktadır. KM 233 parsellerinden alınan yansıma karakteristik eğrisi en düşük yansımayı göstermiştir.

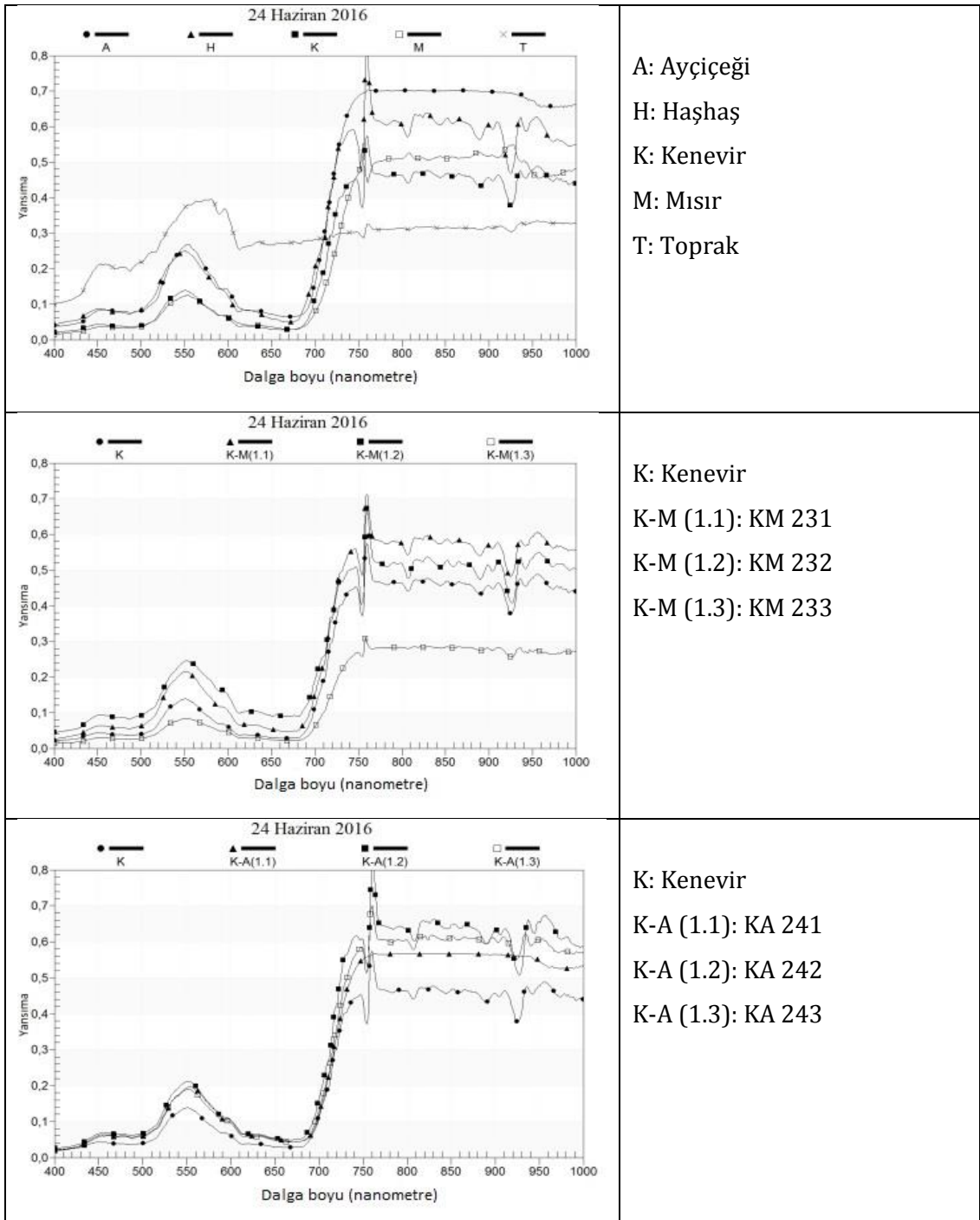
Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 25.06.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde kenevirin ortalama boy 65.5 cm, ortalama taç genişliği 0.13 m<sup>2</sup>'dir. Kenevirin parçalı yaprak ayası olduğu için değer ölçülmemiştir. Ayçiçeğinin ortalama boyu 92.5 cm, ortalama taç genişliği 0.33 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.036 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi KA 242 parselinden ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda KA 241, KA 242 ve KA 243 parsellerinde yansıma karakteristiğini eşit göstermiştir. KA 243 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma eğrisini oluşturmuştur. Bu deneme parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri gözlenmektedir.

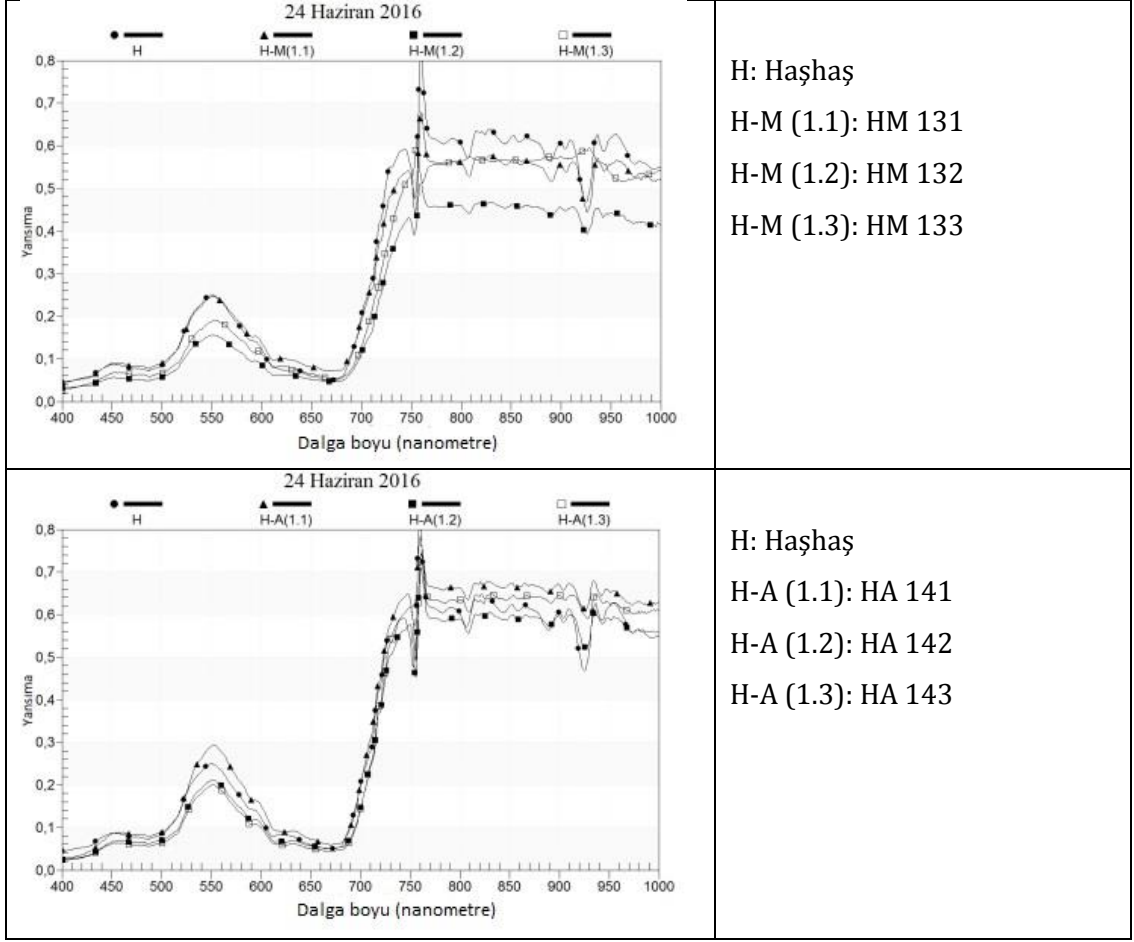
Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-mısır birlikte ekim parsellerinin (HM 131, HM 132, HM 133) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 25.06.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 30 cm, ortalama taç genişliği 0.04 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.012 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Ayçiçeğinin ortalama boyu 117.5 cm, ortalama taç genişliği 0.28 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.029 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi HA 141 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma değeri en yüksek HA 141 parselinden ölçülmüştür. HA 141 parselinde yapılan ölçümde bitki ayrımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında da en yüksek yansıma karakteristiği göstermiştir. Diğer ekim yapılan haşhaş ayçiçeği parsellerinden ve yalın haşhaş (YH 100, HA 142, HA 143) ölçülen yansıma karakteristikleri birbirine yakın değerler göstermiştir. Buda haşhaş ve ayçiçeğinin ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımadaki etkileşimi görülmektedir. YH 100 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda HA 142 ve HA 143 parsellerinden yüksek yansıma karakteristiği göstermiştir. HA 143 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den



sonra en yüksek 2. yansıtma karakteristiğini göstermiştir. Bu deneme parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri HA 142 ve YH 100 parselinden yüksek olduğu gözlenmektedir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (HA 141, HA 142, HA 143) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir (Şekil 10).





Şekil 10. 24.06.2016 tarihli spektral yansıtma grafikleri

#### 4.1.3. Yapraklanma (08.07.2016)

Yalın ayçiçeği (YA 400), yalın mısır (YM 100), yalın kenevir (YK 200), yalın haşhaş (YH 100) ve toprağın spektral okumalarının ortalamalarının 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıtma grafiğidir. Görülebilir dalga boyu aralığında en yüksek yansıtmayı toprak vermektedir. Bu da toprağın mineralojik karakteristiğinden kaynaklanmaktadır. Yakın kızılötesi bölgedeki yansıtma haşhaş göstermektedir. Ayçiçeği ve kenevir birbirine yakın yansıtma eğrisi oluşturmasının nedeni de kenevirin boyunun uzaması ve yapraklarındaki artış benzer yansıtma eğrisi çıkarmıştır. Bu bölgede en düşük yansıtma eğrisi mısırdadır. Bu tarihten (08.07.2016) yapılan morfolojik ölçüm verileri irdelendiğinde ölçüm yapılan dönemde bitkilerin spektral yansıtmasını etkileyen etmenlerin ortalama değerleri YA 400 parselinde ortalama boy 190 cm, ortalama taç genişliği 0.30 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.039 m<sup>2</sup>'dir. YM 300

parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 160 cm, ortalama ta genişliği 0.13 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.078 m<sup>2</sup>'dir. YH 100 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 70 cm, ortalama ta genişliği 0.02 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.012 m<sup>2</sup>'dir. YK 200 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 110 cm, ortalama ta genişliği 0.53 m<sup>2</sup>, kenevirlerin yaprak yapısı parçalı olduğu için yaprak ayası ortalaması ölçülmemiştir. Deneme alanında yetiştirilen 4 deneme bitkisinin karakteristik morfolojik verileri arasında alınan değerler irdelendiğinde ortalama boyu en yüksek ayçiçeğindedir. Mısır parselindeki mısırların yaprak yapısındaki morfolojik farklılıktan dolayı en düşük yansıma değerinin vermiştir. Yukarıdaki veriler irdelendiğinde deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermektedir.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Deneme alanında yetiştirilen kenevirin çeşitli oranlarda ekimi yapılan parsellerden yapılan ölçümlerden elde edilen yansıma karakteristiğidir. Ölçüm tarihinde yapılan (08.07.2016) morfolojik ölçümlerde elde edilen verilerin ortalama değerleri alınıp belirlenen bitki boyu, ta genişliği ve mısırların ortalama yaprak ayası değerlerinden elde edilmiştir. YK 200, KM 231, KM 232, KM 233 parsellerindeki kenevirin ortalama boy 100 cm, ortalama ta genişliği 0.26 m<sup>2</sup>, kenevirin parçalı yaprak yapısı nedeniyle yaprak ayası değeri ölçülmemiştir. Ara ekim kenevir ekili mısır parselleri ve yalın ekim mısır parselindeki mısırlardan elde edilen ortalama boy 140 cm, ortalama ta genişliği 0.14 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.066 m<sup>2</sup>'dir. Elde edilen veriler yukarıdaki yansıma karakteristik grafiği ile ilişkilendirildiğinde en yüksek yansıma eğrisi YK 200 parselinden elde ölçülmüştür. Sonra KM 231 nolu parselden elde edilen yansıma eğrisi mısır ve kenevirin birlikte yansıma değerini göstermektedir. Bu değerin yüksek olması mısır ve kenevirin aynı boylarda olması ve yaprak kalınlıklarının birbirine yakın olmasından ileri gelmiştir. KM 232 ve KM 233 parsellerinden alınan yansıma karakteristik eğrisi birbirine yakın bir eğri oluşturmuştur. Bunun nedeni de kenevirin mısırla aynı gelişim göstermesinden kaynaklanmaktadır. Yukarıdaki değerlerden de anlaşılacağı üzere mısır ve kenevir birlikte ekimlerde gelişim dönemleri birbirine yakın ivmede

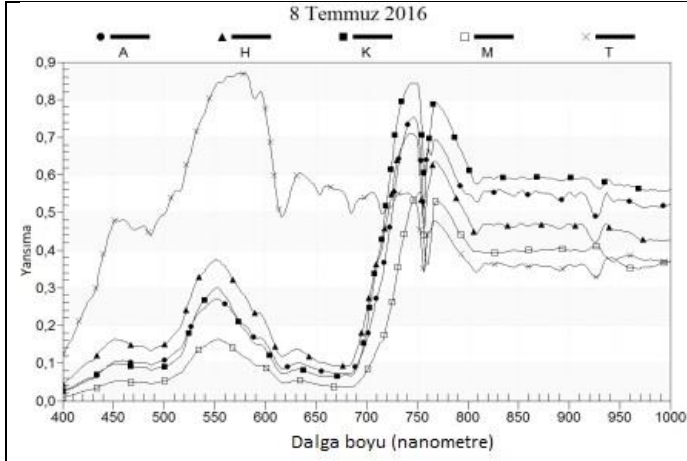
seyretmektedir. Buda deneme bitkilerinin beraber yansıma eğrilerinin yalın kenevirden düşük ama yalın mısırdan yüksek bir karakteristik göstermesine neden olmuştur.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 08.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde kenevirin ortalama boy 100 cm, ortalama taç genişliği 0.21 m<sup>2</sup>'dir. Kenevirin parçalı yaprak ayası olduğu için değer ölçülmemiştir. Ayçiçeğinin ortalama boyu 192.5 cm, ortalama taç genişliği 0.37 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.043 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi KA 241 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nm görünür bölgedeki yansıma değeri KA 243 parselinde yapılan ölçümden düşük yansıma gösterse de bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıma değeri vermiştir. Buda kenevir ve ayçiçeğinin boylarının ve ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımada etkileşim görülmektedir. KA 242 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda KA 241 ve KA 243 parsellerinden düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. YK 200, KA 242 ve KA 243 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra birbirine eşit yansıtma eğrisini oluşturmuşlardır. YK 200 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 mikrometre en düşük yansımayı vermiştir.

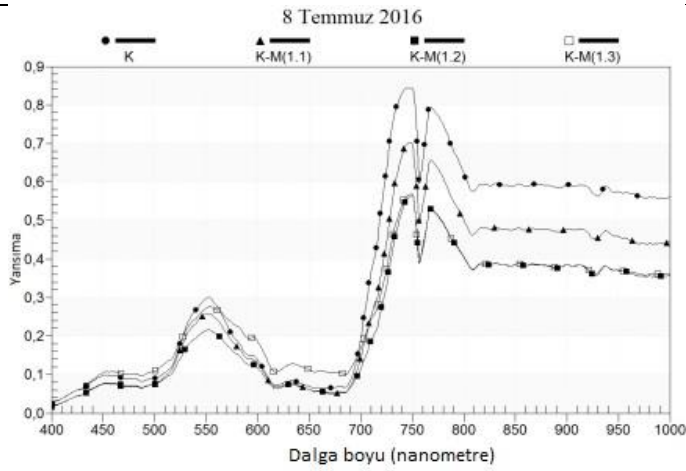
Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-mısır birlikte ekim parsellerinin (HM 131, HM 132, HM 133) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 08.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde Haşhaşın ortalama boy 67.5 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0,011 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Mısırın ortalama boyu 150 cm, ortalama taç genişliği 0.12 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.069 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi YH 200 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma karakteristiği en yüksek 2.

yansıma eğrisidir. YH 100 parselinde yapılan ölçüm değeri, bitki ayırımında kullanılan 700-1000 nanometre arasında da en yüksek yansıma değeri vermiştir. Buda YH 100 parselinde taç genişlik değerlerinin ve spektrometre cihazının algıladığı alanda daha fazla haşhaştan yansıma almasındandır. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 mikrometre dalga boyunda diğer parsellerdeki ölçümlerden düşüktür. HM 131, HM 132 ve HM 133 parsellerinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra eşit yansıma eğrisi göstermiştir. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 mikrometre dalga boyunda en düşük yansımayı vermiştir.

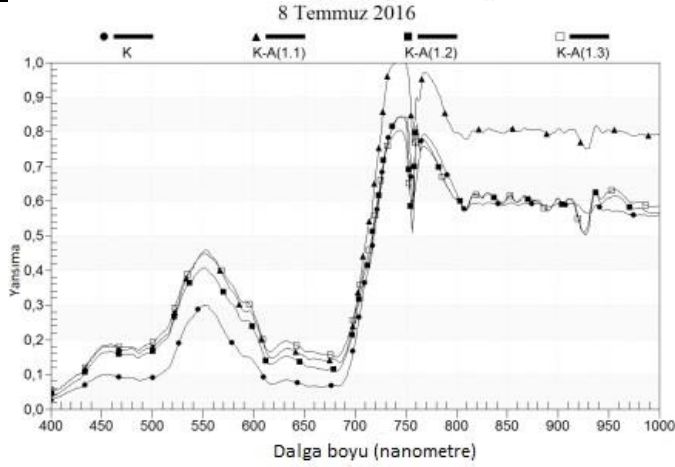
Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (HA 141, HA 142, HA 143) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 08.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 55 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.007 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Ayçiçeğinin ortalama boyu 187.5 cm, ortalama taç genişliği 0.34 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.043 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi HA 141 parselinden ölçülmüştür. YH 100 parselinden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma değeri en yüksek bu parselden ölçülmüştür. HA 141 parselinde yapılan ölçümde bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında da en yüksek yansıma karakteristiği göstermiştir. Diğer parseller (YH 100, HA 142, HA 143) ölçülen yansıma karakteristikleri birbirine eşit değerler göstermiştir. Buda haşhaş ve ayçiçeğinin ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımadaki etkileşimi görülmektedir. HA 142 ve HA 143 parsellerinde yapılan ölçümde elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda birbirine yakın yansıma karakteristiği göstermiştir (Şekil 11).



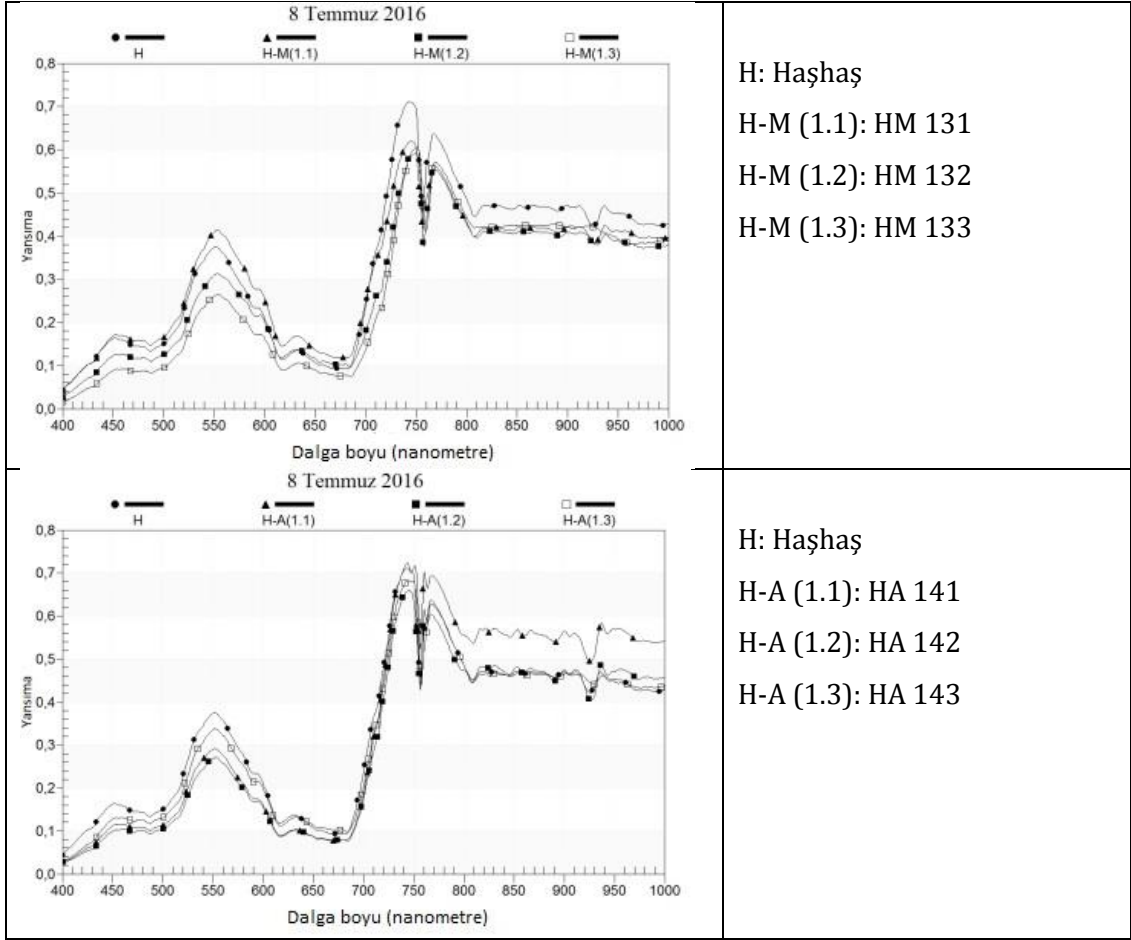
A: Ayçiçeği  
H: Haşhaş  
K: Kenevir  
M: Mısır  
T: Toprak



K: Kenevir  
K-M (1.1): KM 231  
K-M (1.2): KM 232  
K-M (1.3): KM 233



K: Kenevir  
K-A (1.1): KA 241  
K-A (1.2): KA 242  
K-A (1.3): KA 243



Şekil 11. 08.07.2016 tarihli spektral yansıtma grafikleri

#### 4.1.4. Olgunlaşma (22.07.2016)

Spektrometre uygulamaları atomların, molekül ve ya iyonların bir enerji düzeyinden bir diğerine geçişi esnasında bitki, toprak ve diğer objelerde absorblanan veya yayılan elektromanyetik ışımının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Bitkilerde yansıtma eğrileri ve imza kütüklerinin oluşturulmasında en etkili spektral tayf aralığı 700-1300 nm aralığında olmaktadır. Spektral ölçümlerde en fazla kullanılan tayf aralıkları 400-700 nm görünebilir bölge olarak adlandırılan aralık ile 700 – 1000 nm arasında yakın kızılötesi olarak adlandırılan aralıktaki algılanan ölçümler kullanılmaktadır. Deneme alanındaki deneme parsellerinden belli aralıklarla yapılan ölçümlerden oluşturulan spektral yansıtma eğrilerinin grafikleri, yalın ekim parselleri (YH 100, YK 200, YM 300, YM 400 ve Toprak), yalın kenevir (YK 200) ve kenevirli birlikte ekim parseller (KM 231, KM 232, KM 233 ve KA 241, KA 242,

KA 243), yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaşlı birlikte ekim parseller (HM 131, HM 132, HM 133 ve HA 141, HA 142, HA 143) şeklinde oluşturulmuştur.

Yalın ayçiçeği (YA 400), yalın mısır (YM 100), yalın kenevir (YK 200), yalın haşhaş (YH 100) ve toprağın spektral okumalarının ortalamalarının 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Yakın kızılötesi bölgedeki yansıma ayçiçeği göstermektedir. Bu durum ayçiçeğinin deneme alanında en erken ve en hızlı gelişme bitki göstermesi ve yaprak morfolojisi ve fizyolojisi diğer bitkilere oranla ölçüm zamanında daha uzun yapılı olması etkilemiş bu dalga boyu aralığında yüksek bir yansıma karakteristiği göstermiştir. Haşhaş ve mısır birbirine yakın yansıma eğrisi oluşturmasının nedeni de haşhaş parselinde yabancı otların fazla olması benzer yansıma eğrisi çıkarmıştır. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisini kenevirde görülmektedir. Bu tarihten sonra (22.07.2016) yapılan morfolojik ölçüm verileri irdelendiğinde ölçüm yapılan dönemde bitkilerin spektral yansımasını etkileyen etmenlerin ortalama değerleri YA 400 parselinde ortalama boy 220 cm, ortalama taç genişliği 0.56 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.063 m<sup>2</sup>'dir. YM 300 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 200 cm, ortalama taç genişliği 0.15 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.091 m<sup>2</sup>'dir. YH 100 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 60 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.008 m<sup>2</sup>'dir. YK 200 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 200 cm, ortalama taç genişliği 0.51 m<sup>2</sup>, kenevirlerin yaprak yapısı parçalı olduğu için yaprak ayası ortalaması ölçülmemiştir. Deneme alanında yetiştirilen 4 deneme bitkisinin karakteristik morfolojik verileri arasında alınan değerler irdelendiğinde en yüksek ortalama boyu en yüksek ayçiçeğindedir. Ayçiçeğinin yaprak yapısı da geniş ve kalın olması en yüksek yansıma değerinin vermiştir. Yukarıdaki veriler irdelendiğinde deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermektedir. Yakın kızılötesi bölgede en düşük yansımayı kenevir göstermiştir.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki



yansıma grafiğidir. Deneme alanında yetiştirilen kenevirin çeşitli oranlarda ekimi yapılan parsellerden yapılan ölçümlerden elde edilen yansıma karakteristiğidir. Ölçüm yapılan tarihten sonra yapılan (22.07.2016) morfolojik ölçümlerde elde edilen verilerin ortalama değerleri alınıp belirlenen bitki boyu, taç genişliği ve mısırın ortalama yaprak ayası değerlerinden elde edilmiştir. YK 200, KM 231, KM 232, KM 233 parsellerindeki kenevirin ortalama boy 185 cm, ortalama taç genişliği 0.46 m<sup>2</sup>, kenevirin parçalı yaprak yapısı nedeniyle yaprak ayası değeri ölçülmemiştir. Ara ekim kenevir ekili mısır parselleri ve yalın ekim mısır parselindeki mısırlardan elde edilen ortalama boy 204 cm, ortalama taç genişliği 0.14 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.079 m<sup>2</sup>'dir. Elde edilen veriler yukarıdaki yansıma karakteristik grafiği ile ilişkilendirildiğinde en yüksek yansıma eğrisi YK 200 parselinden elde ölçülmüştür. Sonra KM 232 nolu parselden elde edilen yansıma eğrisi mısır ve kenevirin birlikte yansıma değerini göstermektedir. Bu değer yüksek olması mısır ve kenevirin aynı boylarda olması ve yaprak kalınlıklarının birbirine yakın olmasından ileri gelmiştir. Yukarıdaki değerlerden de anlaşılacağı üzere mısır ve kenevir birlikte ekimlerde gelişim dönemleri birbirine yakın ivmede seyretmektedir. Buda deneme bitkilerinin beraber yansıma eğrilerinin yalın kenevirden düşük ama yalın mısırdan yüksek bir karakteristik göstermesine neden olmuştur.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 22.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde kenevirin ortalama boy 150 cm, ortalama taç genişliği 0.25 m<sup>2</sup>'dir. Kenevirin parçalı yaprak ayası olduğu için değer ölçülmemiştir. Ayçiçeğinin ortalama boyu 230 cm, ortalama taç genişliği 0.59 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.068 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi KA 241 parselinden ölçülmüştür. Elde edilen yansıma eğrisinde 550 nm görünür bölgedeki yansıma değeri KA 241, KA 242 ve KA 243 parsellerinde yapılan ölçümler eşit yansıma göstermiştir. Bitki ayrımında kullanılan 700 mikrometre den sonra KA 242 en düşük yansıma değeri vermiştir. Buda kenevir ve ayçiçeğinin boylarının ve ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımada etkileşim görülmektedir. KA 241 parselinden yapılan

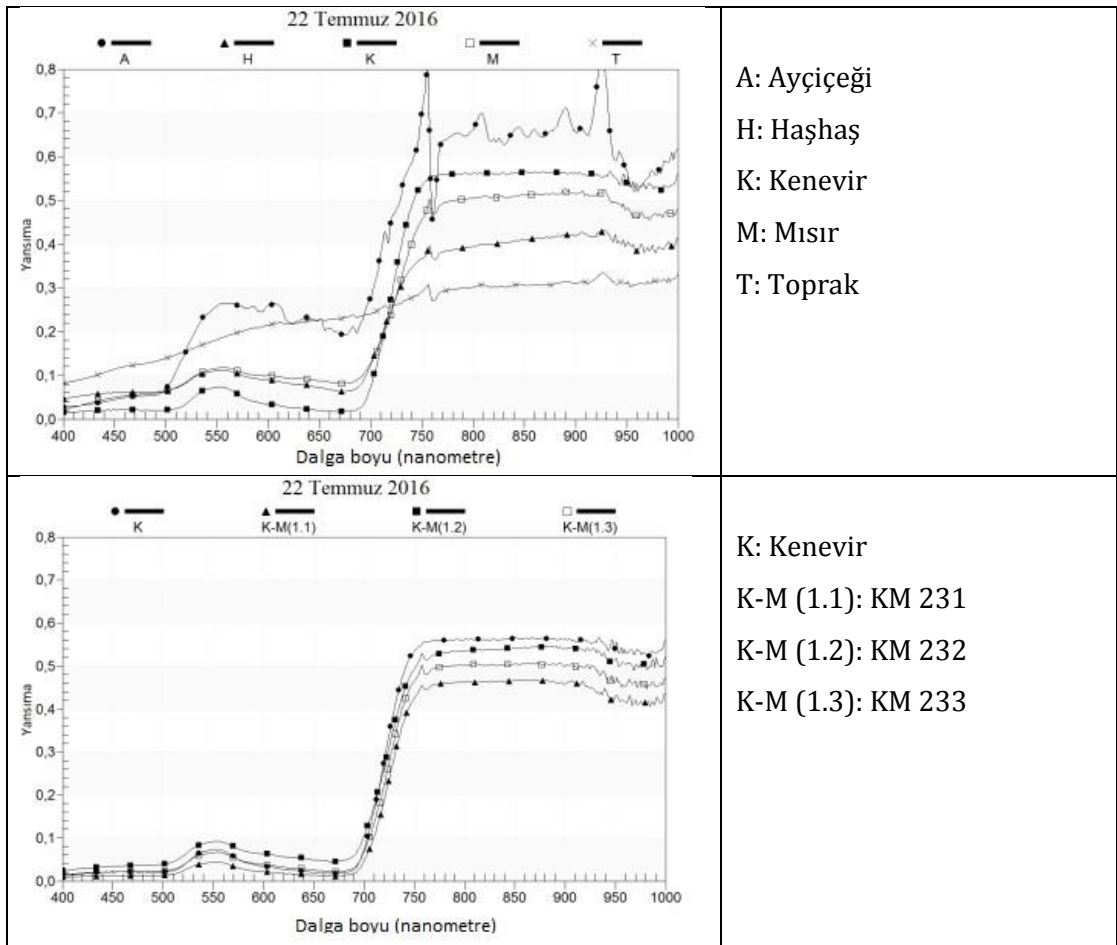
spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıtma eğrisini oluşturmuştur. Bu deneme parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri gözlenmektedir. KA 241 yalın kenevirden alınan ölçümden daha yüksek yansıma vermektedir. KA 243 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre en yüksek yansımayı vermiştir. KA 243 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 mikrometreden sonra YK 200 parselinden yapılan spektral yansıma ölçümüne yakın bir yansıma karakteristiği göstermiştir.

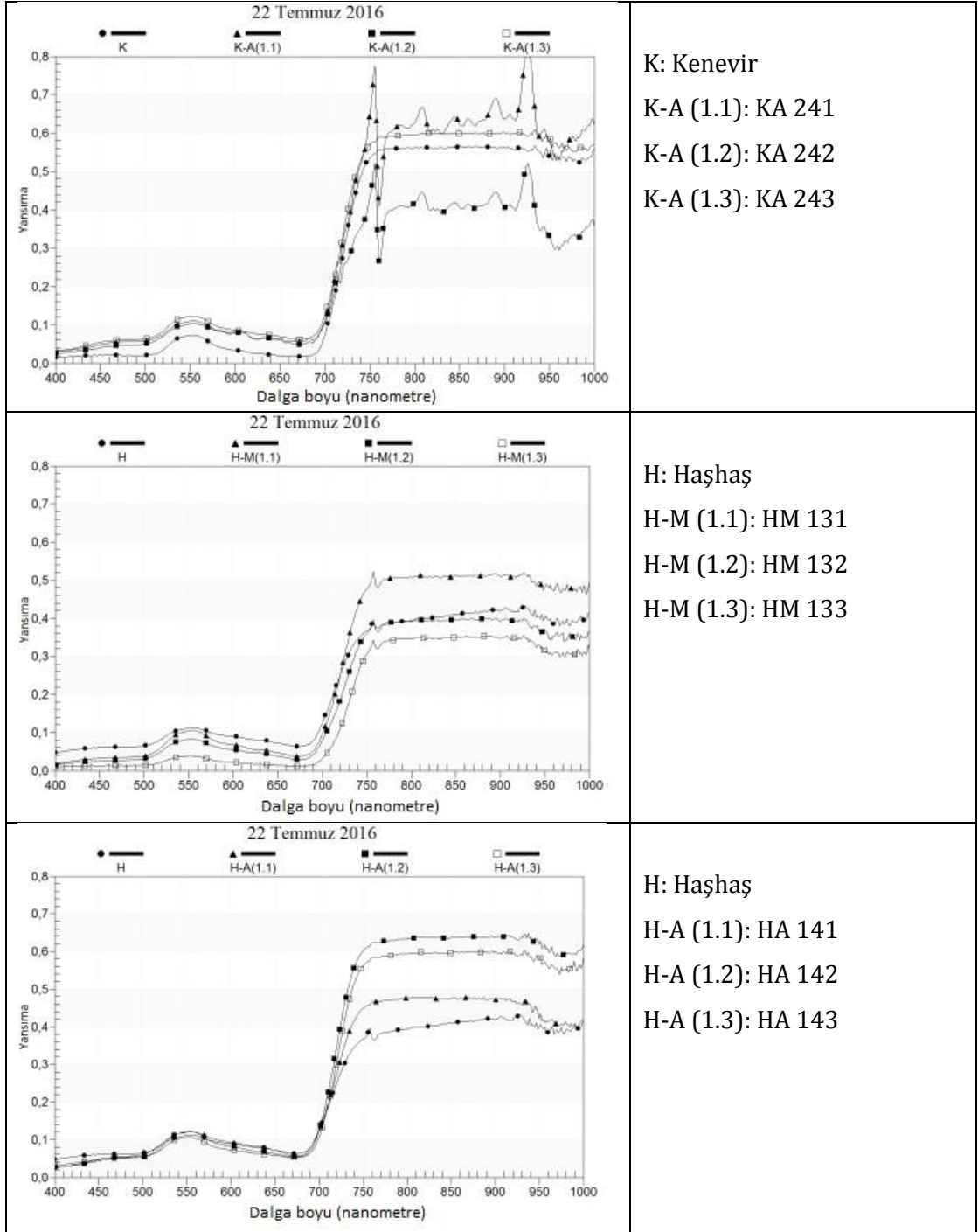
Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 22.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 55 cm, ortalama taç genişliği 0.01 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.005 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Mısırın ortalama boyu 217.5 cm, ortalama taç genişliği 0.17 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.086 m<sup>2</sup> dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi HM 131 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma karakteristiği en yüksek yansımadan sonra gelir. HM 131 parselinde yapılan ölçüm değeri, bitki ayrımında kullanılan 700-1000 nanometre arasında da en yüksek yansıma değeri vermiştir. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda diğer parsellerde alınan yansıma değerinden düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselindeki ölçüm değeri diğer birlikte ekim parsellerden düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en düşük yansıtma eğrisini oluşturmuştur. Bu deneme parselindeki deneme bitkilerinin etkileşimleri gözlenmektedir. Yalın haşhaştan alınan ölçümden daha düşük yansıma vermektedir. HM 131 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 mikrometre dalga boyunda 2. en yüksek yansımayı vermiştir. YH 100 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında HM 132 parselinden yapılan spektral yansıma ölçümüne yakın bir yansıma karakteristiği göstermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-mısır birlikte ekim parsellerinin (HM 131, HM 132, HM 133) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 22.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 55 cm, ortalama taç genişliği 0.01 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.005 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Mısırın ortalama boyu 217.5 cm, ortalama taç genişliği 0.17 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.086 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi HM 131 parselden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma karakteristiği en yüksek yansımadan sonra gelir. HM 131 parselinde yapılan ölçüm değeri, bitki ayırımında kullanılan 700-1000 nanometre arasında da en yüksek yansıma değeri vermiştir. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda diğer parsellerde alınan yansıma değerinden düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselindeki ölçüm değeri diğer birlikte ekim parsellerden düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en düşük yansıtma eğrisini oluşturmuştur. Bu deneme parselindeki deneme bitkilerinin etkileşimleri gözlenmektedir. Yalın haşhaştan alınan ölçümden daha düşük yansıma vermektedir. HM 131 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 mikrometre dalga boyunda 2. en yüksek yansımayı vermiştir. YH 100 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 mikrometre ve daha büyük dalga boylarında HM 132 parselden yapılan spektral yansıma ölçümüne yakın bir yansıma karakteristiği göstermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (HA 141, HA 142, HA 143) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 22.07.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 60 cm, ortalama taç genişliği 0.12 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.004 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Ayçiçeğinin ortalama boyu 215 cm, ortalama taç genişliği 0.50 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.052 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi HA 142 parselden ölçülmüştür. Parsellerin yansıma eğrisinde

550 nanometre görünür bölgedeki yansımaya değerleri eşit ölçülmüştür. YH 100 parselinde yapılan ölçümde bitki ayrımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında da en düşük yansımaya karakteristiği göstermiştir. Diğer birlikte ekim yapılan haşhaş ayçiçeği parsellerinden HA 142 ve HA 143 ölçülen yansımaya karakteristikleri birbirine yakın değerler göstermiştir. HA 142 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıtma karakteristiğini göstermiştir. Bu deneme parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri HA 141 ve HA 143 parselinden yüksek olduğu gözlenmektedir (Şekil 12).





Şekil 12. 22.07.2016 tarihli spektral yansımaya grafikleri

#### 4.1.5. Geç gelişme (06.08.2016)

Yalın ayçiçeği (YA 400), yalın mısır (YM 100), yalın kenevir (YK 200), yalın haşhaş (YH 100) ve toprağın spektral okumalarının ortalamalarının 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansımaya grafiğidir. Görülebilir dalga boyu aralığında en yüksek yansımaya toprak vermektedir. Bu da toprağın mineralojik

karakteristiğinden kaynaklanmaktadır. Yakın kızılötesi bölgedeki yansıma ayçiçeği göstermektedir. Bu durum ayçiçeğinin yaprak morfolojisi fizyolojisi diğer bitkilere oranla ölçüm zamanında daha uzun yapılı olması etkilemiş bu dalga boyu aralığında yüksek bir yansıma karakteristiği göstermiştir. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisini haşhaşa görülmektedir. Bu tarihten sonra (06.08.2016) yapılan morfolojik ölçüm verileri irdelendiğinde ölçüm yapılan dönemde bitkilerin spektral yansımasını etkileyen etmenlerin ortalama değerleri YA 400 parselinde ortalama boy 190 cm, ortalama taç genişliği 0.50 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.044 m<sup>2</sup>'dir. YM 300 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 220 cm, ortalama taç genişliği 0.16 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.079 m<sup>2</sup>'dir. YH 100 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 80 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup> dir. YK 200 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 210 cm, ortalama taç genişliği 0.46 m<sup>2</sup>, kenevirlerin yaprak yapısı parçalı olduğu için yaprak ayası ortalaması ölçülmemiştir. Deneme alanında yetiştirilen 4 deneme bitkisinin karakteristik morfolojik verileri arasında alınan değerler irdelendiğinde en yüksek ortalama boyu en yüksek her ölçümde olduğu gibi ayçiçeğindedir. Haşhaş parselindeki haşhaşlar vejetasyonunu tamamladığı için en düşük yansıma değerinin vermiştir. Yukarıdaki veriler irdelendiğinde deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermektedir. Her bitki farklı yansıma göstermiştir.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Deneme alanında yetiştirilen kenevirin çeşitli oranlarda ekimi yapılan parsellerden yapılan ölçümlerden elde edilen yansıma karakteristiğidir. Ölçüm yapılan tarihten sonra yapılan (06.08.2016) morfolojik ölçümlerde elde edilen verilerin ortalama değerleri alınıp belirlenen bitki boyu, taç genişliği ve mısırın ortalama yaprak ayası değerlerinden elde edilmiştir. YK 200, KM 231, KM 232, KM 233 parsellerindeki kenevirin ortalama boy 185 cm, ortalama taç genişliği 0.44 m<sup>2</sup>, kenevirin parçalı yaprak yapısı nedeniyle yaprak ayası değeri ölçülmemiştir. Ara ekim kenevir ekili mısır parselleri ve yalın ekim mısır parselindeki mısırlardan elde edilen ortalama boy 225 cm, ortalama taç genişliği 0.22 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.084 m<sup>2</sup>'dir. Elde edilen veriler yukarıdaki

yansıma karakteristik grafiği ile ilişkilendirildiğinde en yüksek yansıma eğrisi KM 233 parselinden elde ölçülmüştür. Sonra KM 231 nolu parselden elde edilen yansıma eğrisi mısır ve kenevirin birlikte yansıma değerini göstermektedir. Bu değerlerin yüksek olması mısır ve kenevirin aynı boylarda olması ve yaprak kalınlıklarının birbirine yakın olmasından ileri gelmiştir. YK 200 ve KM 232 parsellerinden alınan yansıma karakteristik eğrisi birbirine yakın bir eğri oluşturmuştur.

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 06.08.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde kenevirin ortalama boy 160 cm, ortalama taç genişliği 0.21 m<sup>2</sup> dir. Kenevirin parçalı yaprak ayası olduğu için değer ölçülmemiştir. Ayçiçeğinin ortalama boyu 212.5 cm, ortalama taç genişliği 0.43 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.038 m<sup>2</sup> dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi KA 242 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nm görünür bölgedeki yansıma değeri diğer karışım ve yalın kenevirden yüksek, bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre den sonra yalın kenevirle aynı yansıma değeri vermiştir. Buda kenevir ve ayçiçeğinin boylarının ve ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması spektral yansımada etkileşim görülmektedir. KA 241 ve YK 200 parsellerinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre dalga boyunda çok yakın yansıma karakteristiği göstermiştir. KA 242 ve YK 200 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıtma eğrisini oluşturmuşlardır. Bu denem parselindeki deneme bitkileri etkileşimleri gözlenmektedir. KA 243 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 nanometre en yüksek 2. yansımayı vermiştir. KA 243 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 nanometre den sonra en düşük yansıma karakteristiği göstermiştir.

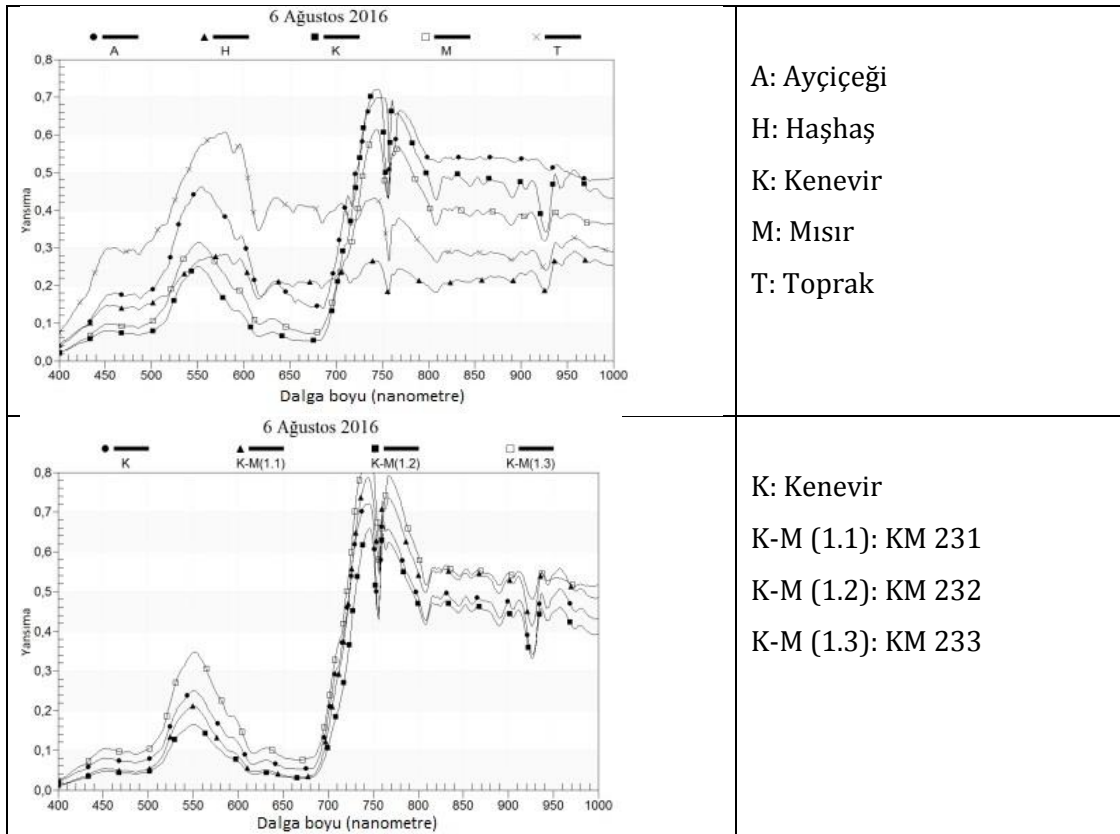
Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-mısır birlikte ekim parsellerinin (HM 131, HM 132, HM 133) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 06.08.2016 tarihinde yapılan

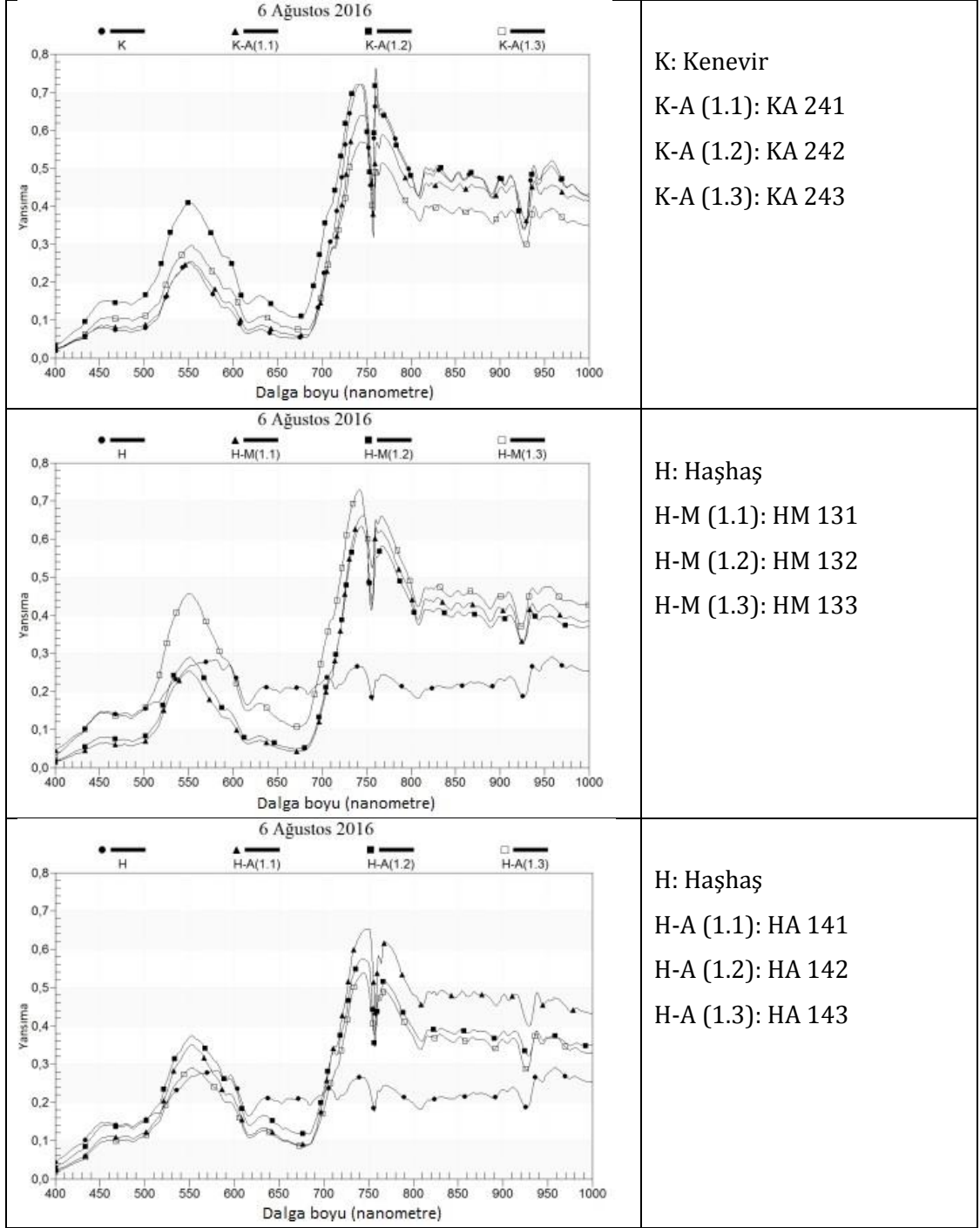
morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 57.5 cm, ortalama taç genişliği 0.01 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Mısırın ortalama boyu 227.5 cm, ortalama taç genişliği 0.18 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.079 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi HM 133 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma karakteristiği en yüksektir. YH 100 parselinde yapılan ölçüm değeri, 550 nanometre görünür bölgede 2. en yüksek yansımayı gösterse de, bitki ayırımında kullanılan 700-1000 mikrometre arasında en düşük yansıma değeri vermiştir. Buda YH 100 parselinde taç genişlik değerlerinin ve spektrometre cihazının algıladığı alanda daha az haşhaştan yansıma almasındandır. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansıma eğrisi 550 mikrometre dalga boyunda YH 100 yüksektir. HM 133 parselindeki ölçüm değeri diğer birlikte ekim parsellerden yüksek yansıma karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıtma eğrisini oluşturmuştur, diğer birlikte ekim parselleri yakın yansıma eğrisi vermiştir. Bunun sebebi mısır bitkisinin büyük ve geniş olması yansımayı etkilemiştir. HM 131 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 mikrometre ve daha büyük dalga boylarında HM 132 parselinden yapılan spektral yansıma ölçümüne yakın bir yansıma karakteristiği göstermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (HA 141, HA 142, HA 143) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 07.08.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 55 cm, ortalama taç genişliği 0.01 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Ayçiçeğinin ortalama boyu 220 cm, ortalama taç genişliği 0.44 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.045 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en düşük yansıma eğrisi YH 100 parselinden ölçülmüştür. HA 142 parselinden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansıma değeri en yüksek ölçülmüştür. YH 100 parselinde yapılan ölçümde bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında da en düşük yansıma karakteristiği göstermiştir. Buda haşhaş bitkisinin vejetasyonunu tamamlamasından kaynaklanmaktadır. Ayçiçeğinin



ortalama taç genişlik değerlerinin büyük olması spektral yansımadaki etkileşimi görülmektedir. HA 142 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansımaya eğrisi 550 mikrometre dalga boyunda HA 141 ve HA 143 parsellerinden yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir. HA 142 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma karakteristiğini göstermiştir. Bu bölgede HA 141 parseli en yüksek yansımaya eğrisi vermiştir. Yalın haşhaş parselinden alınan ölçüm en düşük yansımaya vermektedir. Diğer birlikte ekim parseller birbirlerine yakın yansımaya karakteristiği göstermiştir. Buda ayçiçeği ve haşhaşın birlikte ekimlerinde etkileşimini göstermektedir (Şekil 13).





Şekil 13. 06.08.2016 tarihli spektral yansıtma grafikleri

#### 4.1.6. Dönem sonu (20.08.2016)

Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-mısır birlikte ekim parsellerinin (KM 231, KM 232, KM 233) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıtma grafiğidir. Görülebilir dalga boyu aralığında en yüksek yansıtmayı toprak vermektedir. Bu da toprağın mineralojik karakteristiğinden kaynaklanmaktadır.

Yakın kızılötesi bölgedeki yansıma kenevir göstermektedir. Bu durum kenevir bitkisinin deneme alanında gelişme göstermeye devam etmesi ve yapraklarının diğer bitkilere oranla ölçüm zamanında daha fazla olması etkilemiş bu dalga boyu aralığında yüksek bir yansıma karakteristiği göstermiştir. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisini haşhaşa görülmektedir. Bu tarihten sonra (20.08.2016) yapılan morfolojik ölçüm verileri irdelendiğinde ölçüm yapılan dönemde bitkilerin spektral yansımasını etkileyen etmenlerin ortalama değerleri YA 400 parselinde ortalama boy 220 cm, ortalama taç genişliği 0.27 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.038 m<sup>2</sup>'dir. YM 300 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 210 cm, ortalama taç genişliği 0.17 m<sup>2</sup>, ortalama yaprak ayası 0.070 m<sup>2</sup>'dir. YH 100 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 70 cm, ortalama taç genişliği 0.02 m<sup>2</sup>, dir. YK 200 parselinde aynı tarihte alınan ortalama boy 220 cm, ortalama taç genişliği 0.47 m<sup>2</sup>, kenevirlerin yaprak yapısı parçalı olduğu için yaprak ayası ortalaması ölçülmemiştir. Deneme alanında yetiştirilen 4 deneme bitkisinin karakteristik morfolojik verileri arasında alınan değerler irdelendiğinde en yüksek ortalama boyu en yüksek ayçiçeği ve kenevirdedir. Ayçiçeğinin yaprak yapısı da geniş ve kalın olması en yüksek yansıma değerinin vermiştir. Kenevirinde boyunun yüksek oluşu ve taç genişliğinin artmasından kaynaklanmıştır. Yukarıdaki veriler irdelendiğinde deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermektedir.

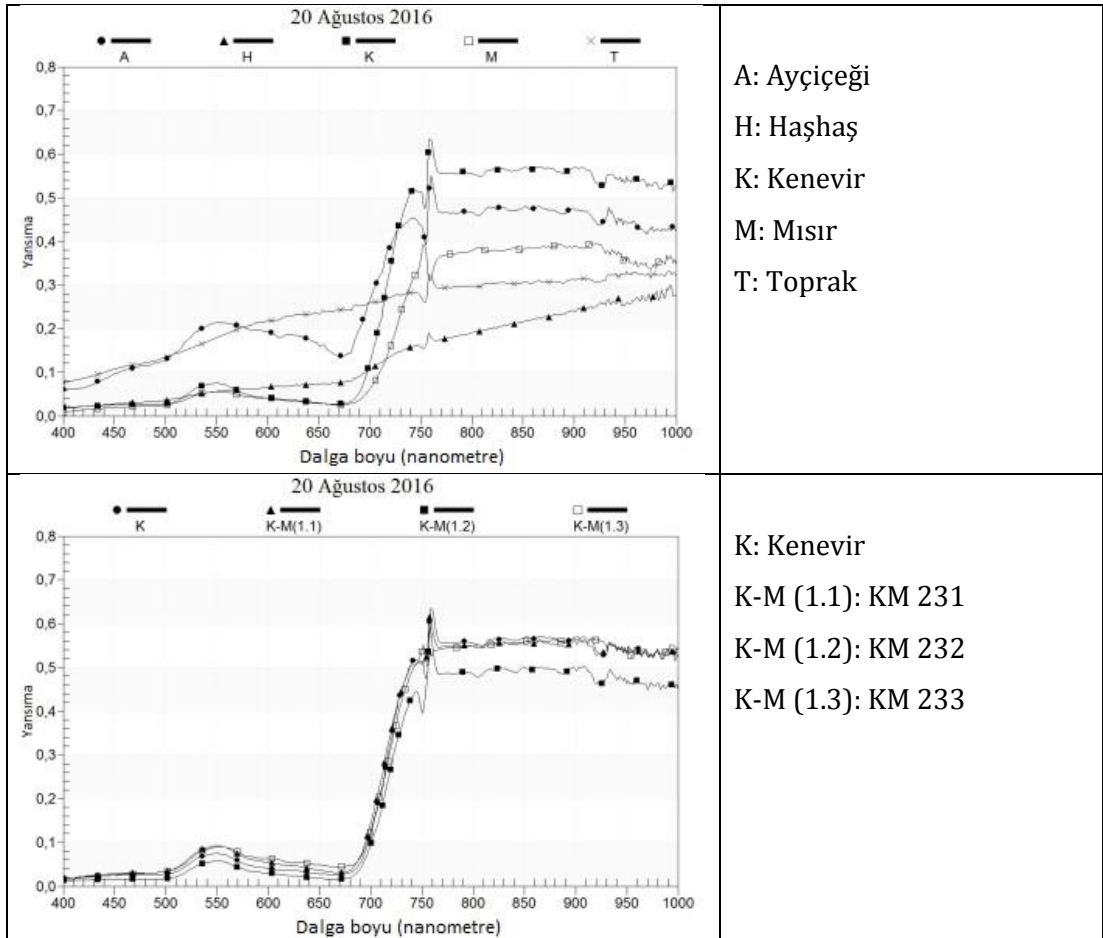
Yalın kenevir (YK 200) ve kenevir-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (KA 241, KA 242, KA 243) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansıma grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 20.08.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde kenevirin ortalama boy 157.5 cm, ortalama taç genişliği 0.19 m<sup>2</sup>'dir. Kenevirin parçalı yaprak ayası olduğu için değer ölçülmemiştir. Ayçiçeğinin ortalama boyu 227.5 cm, ortalama taç genişliği 0.43 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.048 m<sup>2</sup>'dir. Yansıma karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansıma eğrisi KA 241 parselinden ölçülmüştür. Bu parselden elde edilen yansıma eğrisinde 550 nm görünür bölgedeki yansıma değeri KA 242 parselinde yapılan ölçümden düşük yansıma gösterse de bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek yansıma değeri vermiştir. Buda kenevir ve ayçiçeğinin boylarının ve ortalama taç genişlik değerlerinin yakın olması

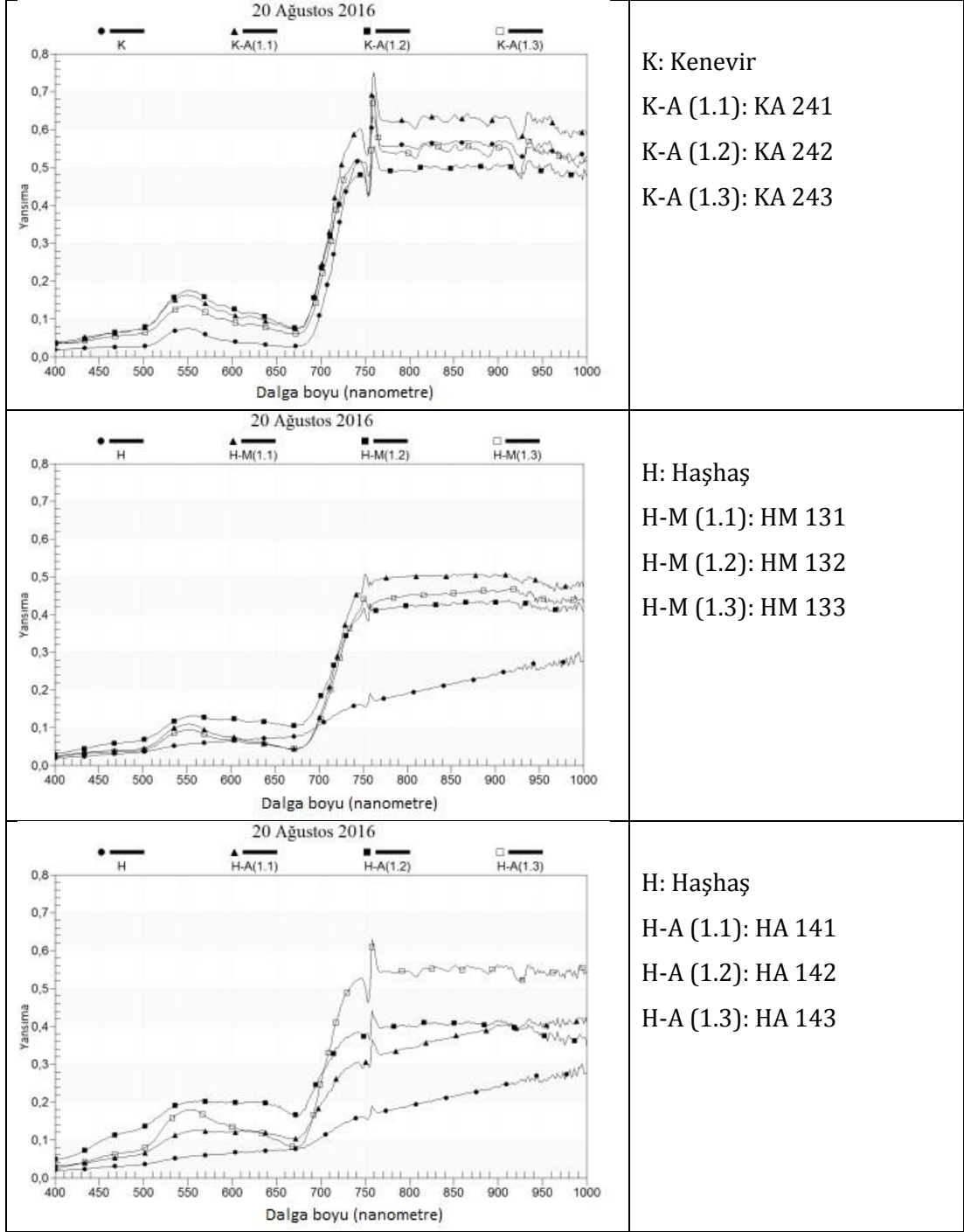
spektral yansımada etkileşim görülmektedir. KA 242 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansımaya eğrisi 550 nanometre dalga boyunda KA 241 ve KA 243 parsellerinden yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir. YK 200 ve KA 243 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra birbirine eşit yansıtma eğrisini oluşturmuşlardır. YK 200 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansımaya eğrisi 550 nanometre en düşük yansımaya vermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-mısır birlikte ekim parsellerinin (HM 131, HM 132, HM 133) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansımaya grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 20.08.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 60 cm olarak ölçülmüştür. Mısırın ortalama boyu 217.5 cm, ortalama taç genişliği 0.22 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.072 m<sup>2</sup>'dir. Yansımaya karakteristik eğrileri incelendiğinde en yüksek yansımaya eğrisi HM 131 parselinden ölçülmüştür. HM 132 parseli yansımaya eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansımaya karakteristiği en yüksektir. YH 100 parselinde yapılan ölçüm değeri, 550 nanometre görünür bölgede en düşük yansımaya göstermiştir. HM 133 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansımaya eğrisi 550 nanometre dalga boyunda YH 100 yüksektir. HM 132 parselindeki ölçüm değeri diğer birlikte ekim parsellerden yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir. HM 133 parselinden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayırımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma eğrisini oluşturmuştur. HM 131 parselinin bitki karakteristiği için kullanılan dalga boyu 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında en yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir.

Yalın haşhaş (YH 100) ve haşhaş-ayçiçeği birlikte ekim parsellerinin (HA 141, HA 142, HA 143) 400-1000 nanometre dalga boyu arasındaki yansımaya grafiğidir. Spektral ölçüm yapılan parsellerin 20.08.2016 tarihinde yapılan morfolojik verilerinde haşhaşın ortalama boy 45 cm olarak ölçülmüştür. Ayçiçeğinin ortalama boyu 220 cm, ortalama taç genişliği 0.39 m<sup>2</sup> ve ortalama yaprak ayası 0.044 m<sup>2</sup>'dir. Yansımaya karakteristik eğrileri incelendiğinde en düşük yansımaya eğrisi YH 100 parselinden ölçülmüştür. HA 142 parselinden elde

edilen yansımaya eğrisinde 550 nanometre görünür bölgedeki yansımaya değeri en yüksek ölçülmüştür. YH 100 parselinde yapılan ölçümde bitki ayrımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında da en düşük yansımaya karakteristiği göstermiştir. Buda haşhaş bitkisinin vejetasyonunu tamamlamasından kaynaklanmaktadır. Ayçiçeğinin ortalama taç genişlik değeri büyük olması spektral yansımadaki etkileşimi görülmektedir. HA 142 parselinde yapılan ölçümden elde edilen yansımaya eğrisi 550 nanometre dalga boyunda HA 141 ve HA 143 parsellerinden yüksek yansımaya karakteristiği göstermiştir. HA 142 parselden yapılan spektral ölçüm değeri, bitkiler ayrımı için kullanılan 700 nanometre den sonra en yüksek 2. yansıtma karakteristiğini göstermiştir. Bu bölgede HA 143 parseli en yüksek yansımaya eğrisi vermiştir. Yalın haşhaş parselinden alınan ölçüm en düşük yansımaya vermektedir. HA 141 ve HA 142 parselleri birbirlerine yakın yansımaya karakteristiği göstermiştir. Buda ayçiçeği ve haşhaşın birlikte ekimlerinde etkileşimini göstermektedir (Şekil 14).





Şekil 14. 20.08.2016 tarihli spektral yansımaya grafikleri

#### 4.2. Spektral Yansımaya Etkileyen Faktörler

Spektral imza kütükleri oluşturulmasında bitkilerden yansımaya karakteristiklerine etkili olan deneme alanında ekili olan bitki, toprak ve yabancı otlardan kaynaklı faktörler olarak incelenmiştir. Spektral yansımaya da etkili olan deneme bitkilerinin morfolojik ve fizyolojik değişikliklere sebep olan

iç faktörler ve dış faktörler olarak ayrılmıştır. Bitkilerden olan yansımayı etkileyen iç faktörler deneme bitkilerindeki morfolojik ve fizyolojik özelliklerden kendilerine has yansıma karakteristiği göstermelerindeki özellikleri ve dış faktörler bitkinin gelişimini etkileyen yapraktan aşırı su kaybı, bitki besin elementleri noksanlığı, bitki hastalıkları ve zararlıları, bitki boyu ve sıklığıdır. Toprak yüzeyinden yansımayı etkileyen faktörlerin arazide görülen toprak rengi, tekstür, organik madde, toprak nem doygunluğu, yüzey şekli ve eğim olarak irdelenmiştir. Yabancı otlar ise deneme alanındaki deneme bitkileri dışındaki diğer bitkiler yabancı ot olarak isimlendirilmiştir. Bu yabancı otların deneme kurulması sırasında ve sonrasındaki kültürel ve kimyasal uygulamalardan sonra gelişme gösteren, parsel arası boşluklar ve sıra arası ve sıra üzerindeki parselde yansımayı etkileyecek oranda olanların spektral yansımaları alınmış ve teşhis edilmiştir.

#### **4.3. Bitkilerde Yansımayı Etkileyen İç ve Dış Faktörler**

Bitkilerde yansımaya etkisi olan iç faktörler; Bitkinin su içeriği, klorofil içeriği ve hücre yapısıdır. Görünür dalga boyları bitki pigmentleri tarafından absorbe edilmekte, geçirmekte ve yansıtılarak bize bilgi vermektedir. Bitki hücre yapısı - yakın infrarad dalga boyunda ve su içeriği orta infrared dalga boylarından bilgi elde edilebilir. Yakın infrared (700-900 nanometre) bölgesinde elektromanyetik enerjinin büyük bir bölümü (%30-%50) yansır ve geri kalanı iletilir. Çok az bir enerji soğurur. Her bitkinin hücre yapısı farklı olduğundan yakın infrared (NIR) bitki ayırımında kullanılmakta ve bilgi üretilmektedir. Bitkilerde yapısal bozulmalar ve fizyolojik değişiklikler yakın kızılötesi bölgeden üretmek mümkündür.

Bitkilerde yansımaya etkisi olan dış faktörler; Yapraklarda aşırı su kaybı toprak nemi ile doğrudan alakalıdır. Bu durum gün içerisindeki aşırı sıcaklık değişimi ve günlük sıcaklık farkının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bitkilerde su eksikliği hücre içindeki dengeyi bozmakta ve turgor basıncını düşürmektedir. Deneme alanında bu değişiklik ayçiçeklerinde görülmüştür. Yapraklar oluştuğu zaman nem durumu da, yapraklardan olan yansımayı etkilemektedir. Yüksek

nemli durumlarda oluşan yapraklar bütün dalga boylarında daha az yansıma gösterirken, düşük nem durumunda gelişmiş olan yapraklarda daha fazla yansımaya neden olmaktadır. Besin elementi noksanlıkları da bitkilerde yansımayı etkilemektedir. Bitki besin noksanlıkları bitki yaprağı, meyvesi ve gövdesinde kloroz nekrotik semptomların görülmesine, aşırı çiçek büyümesine ve büyümemesine, gövdenin gelişmesine ve ya bodur kalmasına neden olmaktadır. Bunlar her bitki besin için farklı ve her bitki için değişik belirtiler gösterirler. Arazide deneme bitkilerinden ayçiçeği ve haşhaşa gübre uygulamasından sonra aşırı vejetatif gelişmeden dolayı bazı bitkilerde azot noksanlığı yaşlı yapraklarda görülmüştür. Bitki hastalıkları bitki besin noksanlığı gibi toprak üstü aksamında yansımayı etkileyecek değişikliklere sebep olmaktadır. Bu değişiklikler nekrotik, hipoplastik ve hiperplastik (hipertrofik) semptomlar görülmektedir. Bitki zararlıları hem kendileri yaprakta meyvede ve diğer aksamalarda zarar vermektedir. Ayrıca zararlı böcekler diğer hastalık yapıcı etmenlerinde taşınmasına ve bitkilere bulaşmasına sebep olmaktadır. Bitkilere hastalık ve zararlıların vermiş olduğu morfolojik ve fizyolojik bozunmaya neden olan etmenlerden dolayı yansıma etkilenmektedir. Bu bozukluklar yakın kızılötesi dalga boyunda yansımaya etkisini ayırt etmek mümkündür. Deneme alanında görülen hastalık ve zararlılar mücadele eşiğini geçmediği için ve mısırdaki görülen rastık (ustilajo maydis) hastalığının ekonomik kimyasal mücadelesi olmadığı için deneme parselinde ilaçlama yapılmamıştır. Deneme bitkilerinde ayçiçeğinde tablalarında kuruma zararlı böceklerin çiçeklenme döneminde verdiği zarardan dolayı semptomlar gösteren bitkiler görülmüştür. Bitki sıklığı ve boyu ise arazide bitkilerin yeryüzünü kapama oranı arttıkça yansımaları değişmektedir. Bitkilerin yansıtma değerleri yakın kızıl ötesi bölgede görünür bölgedekinden çok farklı değişmektedir. Bitki boyu arttıkça yansıtma değerlerinin çok az değişir. Bunun nedeni yeşil bitkilerin 0.5-0.7 nanometre dalga boyu aralığında ışığı soğurmasıdır. Deneme bitkilerinin ekili olduğu parsellerde kültürel işlemler ve tekleme yapılmasına rağmen ayçiçeği ve mısır kapama oranları ve boylanmaları yüksektir. Kenevirin koltuk atmasından kaynaklı olarak güneşlenme sıkıntısı çekmediği parsellerde kapama ve boylanma oranı oldukça yüksektir. Haşhaş parsellerinde kardeşlenme ve sapa kalkma döneminden önce



deneme alanı kapama oranı oldukça yüksektir. Geniş yapraklı olduğu içinde yansıma değeri yüksektir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, uyuşturucu yapımında kullanılan en önemli bitkilerden olan haşhaş ve kenevirin tespitinde uydu görüntülerinin işlenmesi için gerekli olan spektral veriler toplanmıştır. Tarım alanları içerisinde bulunan kenevir ve haşhaş üretim alanlarında yansıma karakteristikleri belirlenmiş ve vejetasyon dönemi boyunca izlenerek veri kayıtları oluşturulmuştur. Ayrıca gizleme aracı olarak kullanılan ayçiçeği ve mısır ile farklı oranlarda karışımlar oluşturulmuş ve yansıma karakteristikleri tespit edilmiştir.

Çalışma süresince spektral okumalar yapılırken bitkilerin morfolojileri de izlenmiştir. Spektral okumalar 400-1000 nanometre dalga boyu aralığında grafiklendirilmiştir. Buna bağlı olarak erken dönemde yapılan spektral okumaların grafiklerinde görülebilir dalga boyu aralığında en yüksek yansımayı toprak vermiştir. Bu durum toprağın mineralojik karakteristiğinden kaynaklanmaktadır. Yakın kızılötesi bölgedeki yansıma ayçiçeğini göstermektedir. Bu da ayçiçeğinin deneme alanında en erken ve en hızlı gelişme gösteren bitkisidir. Yaprak morfolojisi ve fizyolojisi diğer bitkilere oranla ölçüm zamanında daha uzun yapılı olmasını etkilemiş bu dalga boyu aralığında yüksek bir yansıma karakteristiği göstermiştir. Haşhaş ve kenevir birbirine yakın yansıma eğrisi oluşturmasının nedeni ise haşhaş yapraklarının yere yakın olması ve kenevirin yaprak morfolojisinin parçalı oluşu benzer yansıma eğrisi çıkarmıştır. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisi ise toprakta görülmektedir.

Gelişme döneminde ayçiçeğinin yaprak yapısı geniş ve kalın olması en yüksek yansıma değerini vermiştir. Deneme bitkilerinin yerden yükseklikleri ve yaprak yapılarındaki morfolojik ve fizyolojik değişkenler ortalama bitki boyundaki farklılıktan dolayı erken dönem dışında her ölçüm zamanında değişkenlik göstermiştir. Bitkilerin morfolojik gelişimleri nedeniyle deneme bitkileri farklı gelişim eğrisi göstermişlerdir. Arazide ayçiçeği morfolojik verilerin alındığı tarihte yansıma değerlerinin en yüksek yansıma eğrisi alınan deneme bitkisidir. Toprak görünür bölgedeki en yüksek yansımayı göstermiştir. Yakın kızılötesi bölgede en düşük yansımayı göstermesi gelen enerjiyi absorbe etmesinden

kaynaklanmaktadır. Bu dönemde bitki ayırımında kullanılan 700 nanometre ve daha büyük dalga boylarında en yüksek yansıma karakteristiğini haşhaş ve ayçiçeği karışımının art arda ekildiği parselde görülmüştür.

Yapraklanma döneminde yapılan okumaların yansıma grafiklerinde yine toprak görülebilir bölgede en yüksek yansımayı vermiştir. Yakın kızılötesi bölgede ise en yüksek yansımayı haşhaş göstermiştir. Ayçiçeği ve kenevir birbirine yakın yansıma eğrisi oluşturmuştur. Bunun nedeni de kenevirin boyunun uzaması ve yapraklarındaki artışı benzer yansıma eğrisi çıkarmıştır. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisi mısırdaki görülmüştür. Bu da mısır bitkisinin yapraklarının morfolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Mısır ve kenevir birlikte ekimlerde gelişim dönemleri birbirine yakın ivmede seyretmiştir. Buda deneme bitkilerinin beraber yansıma eğrilerinin yalın kenevir parselinden düşük ama yalın mısır parselinden yüksek bir karakteristik göstermesine neden olmuştur. Yalın ekim yapılan parsellerdeki yansıma eğrilerinde en yüksek değeri haşhaş parseli vermiştir. Bunun sebebi bitkinin taç genişlik değerlerinin ve spektrometre cihazının algıladığı alanda daha fazla haşhaştan yansıma almasındandır.

Olgunlaşma döneminde yapılan okumalarda spektral yansıma grafiklerinde eğriler bitkilerin morfolojik yapısına göre farklılıklar göstermiştir. Yakın kızılötesindeki bölgede yansıma ayçiçeğini göstermiştir. Bu durum ayçiçeğinin deneme alanında en erken ve en hızlı gelişen bir bitki olduğunun göstergesidir. Yaprak morfolojisi ve fizyolojisi diğer bitkilere oranla ölçüm zamanında daha uzun yapılı olması etkilemiştir. Bu dalga boyu aralığında yüksek bir yansıma karakteristiği göstermiştir. Haşhaş ve mısır birbirine yakın yansıma eğrisi oluşturmasının nedeni de haşhaş parselinde yabancı otların fazla olması benzer yansıma eğrisi çıkarmıştır. Bu bölgede en düşük yansıma eğrisini kenevirde görülmüştür.

Geç gelişme dönemindeki yansıma eğrilerine bakıldığında ise yalın ve karışık ekim yapılan kenevirli parseller daha yüksek eğriler çizmiştir. Bunun sebebi ise kenevir bitkisinin diğer bitkilere göre spektrometre cihazının algıladığı

alandanda yansıma yapmış olmasındır. Kenevir bitkisi ayçiçeği ve mısırd bitkileriyle karışık ekim yapılan parsellerde de kendini göstermektedir. Bazı parsellerde bitki boyu diğer bitkileri geçmektedir ve genişliği artmıştır. Kenevirin bu morfolojik yapısı spektral okumalar sırasında yansımayı etkilemiştir.

Bazı spektral yansıma grafiklerinde eğrilerde ani değişimler görülmüştür. Bunun birden fazla sebebi olabilmektedir. Bitki yapraklarının morfolojisi, yaprakların su kaybı, güneş ışığının geliş açısı ve rüzgâr gibi etmenler eğrilerdeki değişmelere sebep olmaktadır. Diğer bir etken ise ölçüm yapılan spektrometre cihazının sıcaklığa olan duyarlılığı eğrilerdeki ani değişimlerin başında gelmektedir. Arazide güneş ışığının dik geldiği saatlerde parsellerde ölçüm yapılmıştır. Düzenli aralıklarla kalibrasyonu yapılmasına rağmen cihazın ısısı bazı dönemlerde kontrol altına alınamayıp sabit tutulmasını engellemiştir. Buda eğrilerdeki değişime sebep olmuştur.

Sonuç olarak altı dönemlik spektral okumalar ve morfolojik gözlemler dikkate alındığında bitkilerin olgunlaşma döneminde spektral yansıma eğrilerinin karakteristik özellik gösterdiği, saf ekimlerin bu dönemde rahatlıkla ayırt edilebileceği, ancak karışık ekimlerde haşhaş ve kenevir bitkisini ayırt etmek için alışlagelmiş sınıflandırma yöntemlerinin yeterli olmayacağı bu dönemde yansıma karışımlarını çözümlenmeye yönelik ayırım modellerinden faydalanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2011. <http://www.sdu.edu.tr/sablon/fakulteler/ziraat/bolumler/toprak> Erişim Tarihi: 30.04.2011.
- Azaria, I., Goldshleger, N., Ben-Dor, E., Bar-Hamburger, R., 2002. Detection of Cannabis Plants by Hyper-Spectral Remote Sensing Means, 6th Earsel SIG 15 Workshop Tel Aviv Üniversitesi.
- Azaria, I., Goldschleger N., Ben-Dor, E., 2012. Identification of Cannabis Plantations Using Hyperspectral Technology, Israel Journal of Plant Sciences, 60:1-2, 77-83.
- Başayığıt, L., Albayrak, S., Şenol, H., Akgül, H., 2008. Spektrometre Verileri ile Bitki Besin Elementi İçeriğinin Tahmin Edilebilirliği. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Konya.
- Başayığıt, L., Albayrak, S. Şenol, H., 2009. Analysis of VNIR Reflectance for Prediction of Macro and Micro Nutrient and Chlorophyll Contents in Apple Trees (*Malus communis*). Asian Journal of Chemistry. 21, 1302-1308.
- Başayığıt, L., Dedeoğlu, L., 2012. Elma Ağaçlarında Çinko Noksanlığının Görünür Yakın Kızılötesi (VNIR) Spektroskopik Yöntemle Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(2), 64-67.
- Chandrasekharan, 2005. Recent Advances and Current Developments in Tissue Scaffolding.
- Chuinsiri, S. , Blasco, F. , Bellan, M-F. Kergoat, L., 1997. A Poppy Survey Using High Resolution Remote Sensing Data. International Journal of Remote Sensing, 18, 393-407.
- CPRC, 2007. Harnessing Science and Technology for Canada's Emergency Responders Summary Report, Canadian Police Research Centre, 14 pp, Canadian.
- Çölkesen, İ., 2015. Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Kullanarak Benzer Spektral Özelliklere Sahip Doğal Nesnelerin Ayırt Edilmesine Yönelik Bir Metodoloji Geliştirme. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 248s, İstanbul.
- Daughtry, C. S. T., Walthall, C.L. 1998. Spectral Discrimination of Cannabis sativa L. Leaves and Canopies. Remote Sensing of Environment, 64, 192– 201.
- Dinç, U., Yeğingil, İ., Peştemalçı, V., Dinç, O., Kandırmaz, H.M., 2001. Uzaktan Algılamanın Temel Esasları ve Bazı Uygulamalar. Lisans Üstü Yaz Okulu, Ders Notları.

- Gümüşçü, A., Gümüşçü, O., 1996. Türkiye' de Haşhaş ve Haşhaş Tarımının Coğrafi Dağılımı. III. Coğrafya Sempozyumu, 15-19 Nisan 1996, Ankara, 123-148.
- Jacquemoud, S. Ustin, S. I., 2001. Leaf Optical Properties: A State of the art. Proc. 8th Int. Symp. "Physical Measurements and Signatures in Remote Sensings" (Aussois, France, Jan. 8-12). CNES, 2001, pp 223-232.
- Jia, K., B. Wu, Y. Tian, Q. Li, and X. Du, 2011. "Spectral Discrimination of Opium Poppy Using Field Spectrometry." IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 49, No. 9, pp. 3414-3422. Geoscience and Remote Sensing, Vol. 49, No. 9, September 2011.
- Kavak, K., Ş., 1998. Uzaktan Algılamanın Temel Kavramları ve Jeolojideki Uygulama Alanları. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 52, 63-74.
- Laudien, R., Bareth, G. Doluschitz, R., 2003. Analysis Hyperspectral Field Data for Detection of Sugar Beet Diseases. EFITA 2003 Conference, Debrecen. Hungary.
- Lisita, A., Sano, Edson E., Durieux, L., 2013. Identifying potential areas of Cannabis sativa plantations using object-based image analysis of SPOT-5 satellite data. International Journal of Remote Sensing. Vol. 34, Pages 5409-5428.
- Martin, R., Asner, G., Sack, L. 2007. Genetic Variation in Leaf Pigment, Optical and Photosynthetic Function Among Diverse Phenotypes of *Metrosideros polymorpha* Grown in a Common Garden. *Oecologia* 151: 387-400
- Merzlyak, M. N., Gitelson, A.A., Chivkunova, O. B., Solovchenko, A. E. Pogosyan, S. I. 2003. Application of Reflectance Spectroscopy for Analysis of Higher Plant Pigments. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50, 704-710.
- Nakazawa, A., Kim, J.-H., Mitani, T., Odagawa, S., Takeda, T., Kobayashi, C., Kashimura, O., 2012. A Study on Detecting the Poppy Field Using Hyperspectral Remote Sensing Techniques. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 22-27 July 2012, Munich, 4829-4832.
- Senanda, E., 1986. Physical Fundamentals of Remote Sensing. Berlin, Springer Verlag.
- SENCAR, Ö., GÖKMEN, S., YILDIRIM, A., KANDEMİR, N., 1991. Tarla Bitkileri Üretimi, Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları: 11, Ders Kitabı 4, Tokat.

- Silva, T.A., Beyl, C.A., 2005. Changes Spectral Reflectance of Weath Leaves in Respons to Spesific Makronutrients Deficiency. Advances in Spaces Research. COSPAR Publication. 35: 305-317.
- Topay, M. H., 2011. Bucak İlçesinin (Burdur) Beşeri ve Ekonomik Coğrafya Özellikleri. Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 89s, Konya.
- Walthall, C.L., Daughtry, C.S., Vanderbilt, V., Pachepsy, L., Lydon, J., Erbe, E., Higgins, M., Bobbe, T. 2006. Detection of illegal cannabis cultivation using remote sensing. Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium, July 31-August 4, Denver, Colorado. Vol, 1 2281-2284.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Seda GÜLPER BİLECİK

Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1989

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : sedagulper@hotmail.com

## **Eğitim Durumu**

Lise : Isparta Şehit Ali İhsan Kalmaz Lisesi, 2007

Önlisans : SDÜ, Isparta Meslek Yüksekokulu, Pazarlama, 2010

Lisans : SDÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, 2014

## **Yayınlar**

Başayığit, L., Gülper, S., 2015. Gölcük Gölü Su Toplama Havzası CORINE Arazi Kullanım Sınıfları Haritasının Oluşturulması, Uluslar arası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 01-04 Eylül 2015. Kahramanmaraş.