T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

İSOT YAPRAKLARINDAN ALINAN SPEKTRAL YANSIMALARDAN HASTALIKLARIN ERKEN TEŞHİSİ

Kerim KARADAĞ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET…… i
ABSTRACT …… ii
TEŞEKKÜR …... iii
ŞEKİLLER DİZİNİ …… iv
ÇİZELGELER DİZİNİ …… v
SİMGELER DİZİNİ …… vi
1. GİRİŞ …… 1
1.1. Sinyal …… 2
1.2. Bitki…… 3
1.2.1. Bitkilerin yansıma karakteristikleri …… 3
1.2.1.1. Bitkilerde yansımayı etkileyen faktörler …… 4
1.2.2. Bitki özelliklerinin belirlenmesi…… 5
1.3. İsot…… 6
1.3.1. Biber yetiştiriciliği…… 6
1.3.2. Biber'in insan sağlığı ve beslenme açısından Önemi …… 6
1.3.3. Biber'e ait iklim özellikleri …… 6
1.3.4. Biber fidelerinin yetiştirilmesi…… 7
1.3.4.1. Biber fidelerinin ekimi…… 7
1.3.5. Ekili arazide bakım işleri …… 8
1.3.6. Gübreleme…… 9
1.3.7. Biber'e ait toprak özelliği …… 10
1.3.7.1. Perlit …… 10
1.3.7.2. Cocopeat …… 11
1.4. Bir Organizmanın Gelişimi ve Hastalık …… 13
1.4.1. Biber fusarium kök çürüklüğü hastalığı …… 15
1.4.1.1. Hastalık etmeninin belirtileri (Simptomları) …… 16
1.5. İsot'da Su Stresi …… 16
1.6. Spektroradyometre Cihaz ve Özellikleri …… 17
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR …… 21
3. MATERYAL ve YÖNTEM …… 28
3.1. Materyal …… 28
3.2. Dataların Elde Edilmesi…… 28
3.3. Yöntem …… 43
3.3.1. Dalgacık Dönüşümü (DD)…… 43
3.3.2. K-en Yakın Komşu Algoritması (KNN) …… 46
3.3.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)…… 49
3.3.4. Naive Bayes (NB) …… 51
3.3.5. İstatistik…… 52
3.3.5.1. Standart sapma …… 52
3.3.5.2. Aritmetik ortalama …… 53
3.3.5.3. Çarpıklık (Skewness)…… 53
3.3.5.4. Basıklık (Kurtosis)…… 54
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA…… 55
4.1. Sınıflandırma Tespitinde Önerilen Sistem …… 56
4.2. Çalışmada Kullanılan Birinci Uygulama Veri Setleri …… 57
4.3. Özelliklerin Elde Edilmesi…… 67
4.4. Çalışmada Kullanılan Birinci Uygulama Sonuçların Karşılaştırılması …… 68
4.5. Çalışmada Kullanılan İkinci Uygulama Veri Setleri …… 82
4.6. Çalışmada Kullanılan İkinci Uygulama Sonuçların Karşılaştırılması …… 91
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER …… 100
KAYNAKLAR …… 102
ÖZGEÇMİŞ …… 106

ÖZET

Doktora Tezi

İSOT YAPRAKLARINDAN ALINAN SPEKTRAL YANSIMALARDAN HASTALIKLARIN ERKEN TEŞHİSİ

Kerim KARADAĞ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN
Yıl: 2017, Sayfa: 106

Yapılan tez çalışması, farklı bitki ve meyvelere ait spektral yansımaların karşılaştırılmasından oluşmuştur. Daha özel alanda ise bibere (isot) ait iki ayrı uygulama üzerine çalışılmıştır. Birinci uygulamada, Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (GAPTEAM) sera gruplarından elde edilen, topraktan isota verilmiş mukorizal fungus (faydalı fungusların) ve fusarium hastalık etmenli (zararlı fungusların) isot yapraklarından alınan spektral yansımaların sınıflandırılması gerçeklenmiştir. Sağlıklı ve hastalıklı isot ile su stresine maruz kalmış isotun spektroradyometre ile kaydının tespiti bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan birinci uygulamaya ait veri seti dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup negatif kontrol grubu zararlı ve faydalı fungus içermemektedir (H-M-). İkinci grup pozitif kontrol grubu zararlı fungus içermekte, faydalı fungus içermemektedir (H+M-). Üçüncü grup zararlı fungus içermemekte, faydalı fungus içermektedir (H-M+). Dördüncü grup ise zararlı ve faydalı fungus içermektedir (H+M+). İkinci uygulamada ise, Şanlıurfa Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü sera gruplarından temin edilen, isot'a ait su stresine maruz kalmış yapraklardan alınan spektral yansımaların sınıflandırılması yapılmıştır. Su stresine maruz kalmış isot ve normal oranda su almış isot'un spektroradyometre ile kayıtları alınmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup'a % 100, ikinci grup'a % 75 ve üçüncü grup'a % 50 su uygulanmıştır. Her iki uygulamada elde edilen isot'a ait durum tespiti iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşama öznitelik vektörünün temini, ikinci aşamada ise verilere ilişkin öznitelik vektörlerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Öznitelik için Dalgacık Dönüşümü (DD)(Symlets5 (sym5), Daubiches2 (dB2) ve Haar yöntemleri) kullanılmıştır. İstatistiksel değerler olarak; maximum, minimum, ortalama, standart sapma, mod, çarpıklık basıklık gibi parametreler kullanılmıştır. Sınıflandırma yöntemleri olarak da; K en yakın komşuluk (K-NN), Naive Bayes (NB) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılmıştır. Birinci uygulama için, isot ile ilgili durum tespitinde ilk iki grubun kendi arasında karşılaştırılması ve daha sonra tüm grupların karşılaştırması yapılmış. İkinci uygulama için ise üç grubun kendi aralarında karşılaştırmaları farklı topraklar göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Sonuç olarak bitkiler ile ilgili hastalık veya durum tespitlerinde laboratuvar ve geleneksel yöntemler yerine bilgisayar teknikleri kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Dalgacık Dönüşümü, Sınıflandırma, Naive Bayes, K en yakın komşuluk, Yapay Sinir Ağları

ABSTRACT

PhD Thesis

EARLY DIAGNOSIS OF DISEASES FROM SPECTRA REFLECTIONS FROM PEPPER LEAF

Kerim KARADAĞ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN
Year: 2017, Pages: 106

The thesis study was made by comparing the spectral reflections of different plants and fruits. In the more special area, two separate applications of pepper were studied. In the first application, classification of spectral reflections from mushroom fungi (beneficial fungi) and fusarium disease-causing (harmful fungi) pepper leaves obtained from the greenhouse groups of the Şanlıurfa GAPTEAM. The aim of this study was to determine the record of the pepper spectroradiometer which was exposed to water stress with healthy and diseased pepper. The dataset used in the study is divided into four groups. The first group Negative control group does not contain harmful and beneficial fungus (H-M-). Second group Positive control group contains harmful Fungus, does not contain beneficial fungus (H+M-). Third group contains beneficial Fungus, does not contain harmful fungus (H-M+). In the second application, it was realized to classify with the spectral reflections obtained from leaves exposed to water stress of pepper obtained from Sera groups of the Department of Garden Plants of Harran University. Pepper exposed to water stress and normal-watered pepper were recorded by spectroradiometer. The data set used in the study is divided into three groups. The second group received 100 % water. The third group received 75 % water. The first group received 50 % water. The status of the pepper obtained in both applications is composed of two steps. The first stage feature vector has been derived. In the second phase, classification of the feature vectors related to the data is done. Wavelet Transform (WT) (Symlets5 (sym5), Daubiches2 (dB2) and Haar) methods are used for the attribute. As statistical values; parameters such as maximum, minimum, mean, standard deviation, mode, skewness and kurtosis are used. As the classification methods; K nearest neighbors (K-NN), Naive Bayes (NB) and Artificial Neural Networks (ANN) were used. For the first application, the first two groups were compared between themselves and then all the groups were compared. For the second application, the three groups were compared with each other considering different lands. As a result, successful results have been obtained by using computer techniques instead of laboratory and traditional methods in determining diseases or conditions related to plants.

KEY WORDS: Wavelet Transform, Classification, Naive Bayes, K closest neighbor, Artificial neural networks

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın başlamasından, en verimli şekilde tamamlanmasına kadar geçen süre içerisinde yardımlarını hiç bir zaman benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ramazan TAŞALTIN'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Çalışmalarım boyunca yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ, Arş. Gör. M. Emin TENEKECİ, Arş. Gör. Selçuk SÖYLEMEZ, Ziraat Müh. Ayşin BİLGİLİ ve Ziraat Müh. Murat AYDOĞDU hocalarıma çok teşekkür ederim. Destekleri ile her zaman yanımda olan aileme, eşime, çocuklarıma Ayrıca tez izleme jüri üyesi olarak bulunan Harran Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Sayın Prof. Dr. Hüsamettin BULUT, Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünden Sayın Yrd. Doç. Dr. Bahattin KURT hocalarıma değerli katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Biber fide dikim şekli ……. 09
Şekil 1.2. Gartengold cocopeat ……..…… 12
Şekil 1.3. Husk chips ……..…… 13
Şekil 1.4. Coco-peat grow bag ……..……. 13
Şekil 1.5. Spektroradyometre Cihazı..…… 18
Şekil 1.6. Mercekler (foreoptic) ……... 19
Şekil 1.7. Bitki probları ……. 20
Şekil 3.1. Bitki yaprak ve çiçek görüntüsü……..... 30
Şekil 3.2. Bitki yaprağına ait yansıma değerleri……..... 30
Şekil 3.3. Bitki çiçeğine ait yansıma değerleri……... 31
Şekil 3.4. Aspir bitkisi ……. 32
Şekil 3.5. Apir'e ait yansıma değerleri ……..…… 33
Şekil 3.6. Buğday görüntüsü ve spektral yansımanın alınması ……..……...…..... 33
Şekil 3.7. Buğday'a ait yansıma değerleri……..…… 34
Şekil 3.8. Pamuk görüntüsü ve spektral yansımanın alınması..... 34
Şekil 3.9. Pamuk'a ait yansıma değerleri..... 35
Şekil 3.10. Mısır'a ait görüntü ……..……..…… 35
Şekil 3.11. Mısır'a ait yansıma değerleri ……..…… 36
Şekil 3.12. Patlıcan'a ait yaprak ve çiçeğin görüntüsü……... 37
Şekil 3.13. Patlıcan'a ait yansıma değerleri ……..... 37
Şekil 3.14. Birinci gruba ait bitkilerin saksıları ……..... 39
Şekil 3.15. Birinci işlem için bitki büyütme odasında yetiştirilen isot çeşitleri ……..….. 40
Şekil 3.16. Spektroradyometre cihazı ile isot bitkisinden alınan spektral yansıma alma işlemi.... 40
Şekil 3.17.Spektroradyometre cihazı bitki probu ile isot yapraklarından spektral yansıma alma işlemi …… 41
Şekil 3.18. Su stresine maruz bırakılmış isot çeşitlerinin yetiştirildikleri seralar…….. 42
Şekil 3.19. Su stresine maruz bırakılmış isot'dan görüntüler …… 43
Şekil 3.20. İsot yaprağının bitki probuna yerleştirilmesi …….. 45
Şekil 3.21. Ölçüm esnasında isot yaprağının bitki probuna yerleştirilerek ölçüm yapılması…..... 45
Şekil 3.22.Bazı dalgacık türlerinin gösterilimi …….. 47
Şekil 3.23. Dalgacık dönüşümü çalışma mantığı ……..… 48
Şekil 3.24. Dalgacık dönüşümü seviyesi değişimine göre, detay ve yaklaşım katsayılarının değişimini gösteren blok diyagram …….. 49
Şekil 3.25. KNN çalışma şeması ……... 50
Şekil 3.26. KNN algoritmasının akış şeması ……... 51
Şekil 3.27.YSA çalışma şeması ……. 53
Şekil 3.28. Sola ve Sağa çarpıklık gösterilimi ……... 57
Şekil 4.1. İsot'a ait birinci işlem çalışmanın akış şeması ……..... 59
Şekil 4.2. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış tüm gruplara ait yansımalar …… 60
Şekil 4.3. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış birinci grup, zararlı fungus ve faydalı fungus içermemiş (H-M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar …… 61
Şekil 4.4. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış ikinci grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H+M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar… 62
Şekil 4.5. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış üçüncü grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H-M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar… 63
Şekil 4.6. İsot meyvesine ait birinci işlem için, beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış dördüncü grup yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermiş (H+M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar……..…….. 64
Şekil 4.7. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış tüm gruplara ait yansımalar ……..... 65
Şekil 4.8 Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış birinci grup, zararlı fungus ve faydalı fungus içermemiş (H-M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar……. 66
Şekil 4.9 Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış ikinci grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H+M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar…. 67

Şekil 4.10. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış üçüncü grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H-M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar…. 68
Şekil 4.11. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış dördüncü grup yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermiş (H+M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar……. 69
Şekil 4.12. İsot'a ait ikinci uygulama çalışmasının akış şeması …… 86
Şekil 4.13. Cocopeat toprağından alınmış tüm gruplara ait yansımalar…….. 87
Şekil 4.14. Cocopeat toprağından alınmış birinci grup, % 100 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar…… 88
Şekil 4.15. Cocopeat toprağından alınmış ikinci grup, % 75 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar……... 89
Şekil 4.16. Cocopeat toprağından alınmış üçüncü grup, % 50 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar…… 90
Şekil 4.17. Perlit toprağından alınmış tüm gruplara ait yansımalar ……. 91
Şekil 4.18. Perlit toprağından alınmış birinci grup, % 100 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar ……... 92
Şekil 4.19. Perlit toprağından alınmış ikinci grup, % 75 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar …… 93
Şekil 4.20. Perlit toprağından alınmış üçüncü grup, % 50 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar…… 94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Farklı bitki ve meyvelere ait istatistiksel değerler……. 38
Çizelge 3.2. Dalgacık dönüşüm yöntemlerinden bir kısmı…… 46
Çizelge 4.1.Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış isot'a ait dört grubun istatistiksel değerleri…….……. 71
Çizelge 4.2. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış isot'a ait dört grubun istatistiksel değerleri…….. 71
Çizelge 4.3. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grubu için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……..…… 73
Çizelge 4.4. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grup için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……..…... 74
Çizelge 4.5. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grubu için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……... 75
Çizelge 4.6. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grup için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları…….. 76
Çizelge 4.7. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların tüm gruplar için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……..... 77
Çizelge 4.8. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların tüm gruplar için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları…….. 78
Çizelge 4.9. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların tüm gruplar için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları…….. 80
Çizelge 4.10. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grup için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları…….…… 81
Çizelge 4.11. Beyaz zeminde yalnızca DD uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların YSA Sınıflandırma Sonuçları……..…. 82
Çizelge 4.12. Siyah zeminde yalnızca DD uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların YSA Sınıflandırma Sonuçları……... 83
Çizelge 4.13. Beyaz zeminde DD ve İstatistik yöntemler uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların NB Sınıflandırma Sonuçları……. 84
Çizelge 4.14.Siyah zeminde DA ve İstatistik yöntemler uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların NB Sınıflandırma Sonuçları……..... 85
Çizelge 4.15. Cocopeat ortamında yetiştirilmiş isot'a ait üç grubun istatistiksel değerleri…….. 95
Çizelge 4.16. Perlit ortamında yetiştirilmiş isot'a ait üç grubun istatistiksel değerleri……..… 95
Çizelge 4.17. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitlerinden bazılarını uygulaypı KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……..... 95 96
Çizelge 4.18. Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitlerinden bazılarını uygulaypı KNN sınıflandırma yöntemi

kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları…… 97
Çizelge 4.19. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara DA uygulamadan direk istatistiksel analiz uygulayıp KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……..…… 99
Çizelge 4.20.Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara DA uygulamadan direk istatistiksel analiz uygulayıp KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları……. 100
Çizelge 4.21. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri ile birlikte bazı istatistik yöntemler uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları……..…….. 102
Çizelge 4.22. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları……... 103
Çizelge 4.23. Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri ile birlikte bazı istatistik yöntemler uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları……..……..... 104
Çizelge 4.24. Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları……...…… 105

SİMGELER DİZİNİ

ADD	Ayrık Dalgacık Dönüşümü
ANN	Artificial Neural Networks
B	Bor
BDT	Bagged Decision Trees
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
Co	Kobalt
Cu	Bakır
dB	Daubechies
DD	Dalgacık Dönüşümü
DVM	Destek Vektor Makineleri
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Demir
FFT	Fast Fourier Transform-Hızlı Fourier Dönüşümü
GAPTEAM	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Haar	Haar
H+M-	Zararlı Madde İçeren, Hastalıklı Madde İçermeyen
H-M+	Zararlı Madde İçermeyen, Hastalıklı Madde İçeren
H-M-	Zararlı ve Hastalıklı Madde içermeyen
H+M+	Zararlı ve Hastalıklı Madde içeren
IMF	Intrinsic Mode Function
KNN	K en yakın Komşu
KZFD	Kısa Zamanlı Fourier Dönüşümü
LDA	Linear Discriminant Analysis
LR	Logistic Regression
MCARI	Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
MLR	Multiple Linear Regression
Mo	Molibden
N	Azot
Na	Sodyum
NB	Naive Bayes
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
nm	Nanometre
P	Fosfor
PCA	Principal Component Analysis
PLS	Partial Least Squares
pH	Power of Hydrogen
PSSR	Pigment Spesifik Sımple Ratio
QDA	Quadratic Discriminant Analysis
S	Kükürt
SDD	Sürekli Dalgacık Dönüşümü
Si	Silisyum
SIMCA	Soft Independentmodeling of Classification Analogies
SIPI	Structural Independent Pigment Index
SR	Sımple Ratio
SVM	Support Vector Machines
Sym	Symlets
VNIR	Visible and Near Infrared
WBI	Water Band Index
YSA	Yapay Sinir Ağları
ZM	Zarco and Miller Index
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Bitki/meyve analizlerinde volümetrik, spektrometrik, gravimetrik, alevfotometrik ve fotometrik gibi yöntemler uygulanabilmektedir. Fakat günümüzde daha çok spektrometrik analiz yöntemleri tercih edilmektedir. Spektroskopik cihazların fiyatlarının yüksek, kullanımının zaman alıcı ve zor olması gibi dezavantajları olsa da, birden fazla örneği aynı anda okuyabilmesi, birden çok dalga boyunda analizine olanak sağlaması, hassasiyetinin yüksek olması, değerlendirmenin hızlı ve kolay olması gibi özelliklerden dolayı tercih edilir. Son zamanlarda analiz işlemleri için; doğruluğu, güvenirliği ve kesinliği yüksek sonuçlar elde etmek için yeni yöntemlere ihtiyaç artmıştır (Daş, 2013).

Yapılan tez çalışmasında; veri setleri biberden (yöresel adıyla isot'dan) alınacak işaretlerden oluşmuştur. Bitkilerde özellikler 300 nm ile1200 nm arası belirlenebilmektedir. Fieldspec4 Spektroradyometre cihazı 300-2500 nm dalga boyları arasında yansıma ölçümü yapılabilir. Bu cihazların spektral çözünürlüğü 700 nm de 3.5 nm dir. Cihaz 1.6 nm lik spektral adıma sahiptir. Spekroradyometrenin dalgaboyu hassasiyeti ±1 nm dir. Spektroradyometre 16 bitlik analog veriyi 512 kanalda toplayıp sayısal hale dönüştürebilmektedir. Bitkilerin karakteristik özelliklerinin yapraklardan belirlenebilmesi ve spektroradyometre cihazlarıyla yapraklardan bilgi elde edilebilmesi sonucu isot'un hastalıklı, sağlıklı veya su stresine maruz kalmış gibi durumlarının tespit edilebilmesi için, spektroradyometre cihazıyla yapraklardan yansıma değerleri alınıp işleme konulmuştur. Alınan yansımalar sonucunda bilgisayar sınıflandırma teknikleri kullanılarak isot'un hastalıklı veya su stresine maruz kalmış durumunun laboratuvar ihtiyacı hissetmeden erkenden tespit edilip; zaman, maliyet ve önlem alma açısından kazanç hedeflenmiştir.

Yapılan çalışmada kullanılan isot yapraklarına ait durum tespiti iki evreden oluşmuştur. Birinci evrede öznitelik vektörleri oluşturulmuş, ikinci evrede ise verilere ait

öznitelik vektörlerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Öznitelik yöntemi olarak Dalgacık Dönüşümü (DD) çeşitlerinden, Symlets5 (sym5), Daubiches2 (dB2) ve Haar yöntemleri kullanılmış. İstatistiksel değerler olarak; maximum, minimum, ortalama, standart sapma, mod, çarpıklık basıklık gibi değerler kullanılmıştır. Sınıflandırma yöntemleri olarak da; Naive Bayes (NB), K en yakın komşuluk (K-NN) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılmıştır. Birinci uygulama için, isot ile ilgili durum tespitinde ilk iki grubun kendi arasında karşılaştırılması ve daha sonra tüm grupların karşılaştırması yapılmıştır. İkinci uygulama için ise üç grubun kendi aralarında karşılaştırmaları farklı topraklar göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Sonuç olarak bitki-meyve ile ilgili hastalık veya durum tespitlerinde laboratuvar ve geleneksel yöntemler yerine bilgisayar teknikleri kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilip edilemiyeceği araştırılmıştır. Daha özel anlamda isot yapraklarından alınan spektral yansıma sonuçları incelenerek hasta ve sağlıklı isot tespit edilmeye çalışılmıştır.

Günümüzde disiplinler arası çalışmalar ile birçok konunun aydınlatıldığı görülmektedir. Tarımsal kontrol ve ilaçlama konusu, disiplinler arası çalışmalardan bir tanesi olup, bilişim ve ziraat alanındaki uzmanların ortak çalıştığı bir alandır. Bu tez çalışması da, giriş niteliğinde tarımsal kontrol ve ilaçlama konusunda yapılan çalışmaları kısmi olarak tarama ve konuya ilişkin bir uygulama içermektedir. Giriş bölümünde, konunun daha iyi anlaşılması açısından kısaca, sinyal, bitki, isot, spektroradyometre cihazı, tezin hedefi ve çalışmaların içeriği anlatılmıştır.

1.1. Sinyal

Sinyallerin ayrıştırılması doğrudan kendisiyle veya sinyalin görünüşünün farklı boyutlara (zaman, frekans, ölçek-zaman gibi) dönüştürülmesiyle yapılmaktadır. Bu şekilde yapılmasının amacı, sinyalde herhangi bir bilgi kaybı olmadan bu boyutlardan birine dönüştürülerek ham verilerden düzgün seçilemeyen anlamlı detay bilgilerine ulaşmaktır. Bu işlem esnasında ilk başta dönüştürme işlemlerine gerek duyulur. İşleme konulan sinyallerden daha çok bilgi elde etmek için sayısal dönüştürme tekniği

uygulanır. Bilinen dönüştürme yöntemlerinden birçoğu çeşitli türde sinyal ve amaçlarda kullanılır. Örnek olarak; Kısa zamanlı fourier dönüşümü, Wavelet, Hilbert, Radon, Running Fourier, Zak Fourier ve Wigner dönüşümü gibi. Sayılan dönüşüm tekniklerinin kendine göre avantajları ve dezavantajları vardır (Batar, 2005).

Sinyallerin çoğu zaman alanında görülür. Bir sinyalin zaman alanında çizilmesi zaman genlik gösterilişi olarak ifade edilir. Sinyal işleme uygulamalarında, bu şekil gösterimler iyi gösterim olmamaktadırlar. Sinyallerde önemli bilgiler, sinyalin yapılarına bağlı olmanın yanısıra çoğu zaman ayırt edici frekans bileşenlerinde saklı bulunurlar (Batar, 2005).

Doğrusal zamanda değişmeyen filtreler sinyallerin spektrumunu biçimlendirir. Yüksek enerjiye sahip düşük frekanslı sinyal, yüksek geçiren filtre ile söndürebilir. Eğer sinyal çok fazla gürültülü ve yüksek frekanslarda ise alçak geçiren filtre onu söndürebilir. Yalnızca f1 ve f2 arasındaki frekansların geçirilmesi isteniyorsa, band geçiren filtre kullanılarak band aralığı dışındaki eklenen dalgalardan ve gürültülerden arındırabilir. Genellenecek olunursa, bir sinyalin bazı frekans bandlarının genliği istenenden küçük, bazı frekans bandlarının genliği ise istenenden büyük olur. Böyle durumlarda doğrusal filtre kullanılarak sinyalin farklı frekanslardaki genliğini arttırıp azaltılarak sinyali istenen şekle getirebilir.

1.2. Bitki

1.2.1. Bitkilerin yansıma karakteristikleri

Bitkiler, herhangi bir kaynaktan gelen radyasyonu, ışıma teorisine uygun olarak; yansıtırlar, yayarlar, dağıtırlar veya absorbe ederler. Genellikle bu işlemler bitki yaprağında oluşur. Her bir yaprak parçası elektromanyetik ışımaya farklı tepki gösterir. Absorpsiyon atomlar içerisindeki elektronların dönmelerine ve açısal ivmelerine göre değişmektedir. Elektron yörüngeleri arası geçişler ve çok atomlu moleküllerdeki

döngüsel ve titreşimsel hareketler ışık geçişini etkilemektedir. Dalga boyları farklı bitkiler, değişik yansıtma ve absorbsiyon özellikleri gösterirler. Görünür bölge (visible) olarak adlandırılan dalga boyları; kırmızı, yeşil ve mavi renklerden oluşmaktadır. Bu dalga boylarından, mavi klorofil ve karotenid pigmentleri tarafından, kırmızı sadece klorofil pigmenti tarafından soğurulmakta, sadece yeşil yansıtılmaktadır. Bundan dolayı bitkiler, yeşil görülmektedir. Genellikle absorbe edilen dalga boyları fotosentezde kullanılmaktadır. Fotosentezin gerçekleştiği yer bitki hücresinin dışında çok bulunan kloroplastlardadır. Her bitkinin, bitki hücresi kısmında soğurulan ışık dalga boyu değişiklik göstermektedir. Klorofil, 500-700 nm dalga boylarında enerjiyi absorbe ederken, hücre duvarı ve su 1500-2500 nm dalga boyları arasında daha fazla enerjiyi absorbe etmektedir. Bitkilerin en büyük yansıma değerleri ise 700-1300 nm dalga boylarında elde edilmektedir ve bu dalga boylarındaki farklılıklarla birçok bitki özelliği ortaya koyulabilmektedir (Başayiğit, 2008).

1.2.1.1. Bitkilerde yansımayı etkileyen faktörler

Bitkilerde yansımaya etki eden birçok faktör vardır. Bu faktörler bitkilerden de kaynaklanabilir veya çeşitli dış etkilere de bağlı olabilir. Bu faktörlere bakılacak olunursa; Yaprağın morfolojik yapısı yansımayı etkiler. Yaprağın morfolojik yapısı, yakın kızılötesi bölgede oluşan yansıma üzerinde etkilidir. (çünkü bu kısımda absorbe çok az olmaktadır) Yakın kızılötesi bölgesinde absorbe edilecek enerji, yapraklarda sıcaklığın artmasına sebep olur. Sıcaklık artışı proteinlerin hasar görmesine neden olduğundan, bitki gereken enerjiyi absorbe ettiğinde yüksek ısıyı engellemek için kızılötesi ışınları yansıtmaktadır. Yapraklarda ayrıca yaşlılık da yansıma değerlerini etkiler. Yaşlı yapraklar genç yapraklara göre daha çok yansıma yaparlar. Yapraklardaki yansımayı etkileyen bir diğer husus ise, yaprağın taze veya kuru olmasıdır. Taze yapraklar, kuru yapraklara göre daha az yansımaya sebep olmaktadır (Başayiğit, 2008).

Bitkilerde yansımayı etkileyen diğer hususlar ise büyüme dönemleri, bitkilerin yaprak yapısı gibi etkenlerdir. Yapraklardaki yansımayı etkileyen dış etkenlerden biri su

kaybıdır. Farklı bitkilerde yapraklar koparıldıktan sonra zaman geçtikçe yaprağın içindeki su kaybından dolayı yansımalarda farklılıkların görüldüğü tespit edilmiştir. Bitkilerde yansıma özelliklerinde değişime sebep olan diğer etkiler; Yüksek oranda tuzluluk, hastalık ve zararlılar yüzünden yapraklarda oluşan klorozlar ve besin elementi noksanlıklarıdır (Başayiğit, 2008).

Bitkilerin en belirgin yansımaları, 400-1100 nm arasında görülmektedir. Bu yüzden bitkilerde spektroradyometrik ölçümler, yakın kızılötesi olarak ifade edilen bölgede yoğunlaşmıştır (Başayiğit, 2008).

1.2.2. Bitki özelliklerinin belirlenmesi

Spektral yöntemlerin kullanılmasında, yapraklardaki klorofil miktarı, minerallerin içeriklerinin yansıma karakteristikleri ile doğrudan ilişkili olması ve besin elementi eksikliklerinin de bu yöntemler ile belirlenebilmesi etkili olmuştur. Bu alanda yapılan ilk çalışmalar, bitkilerin gelişimi üzerine olmuştur. Bitkilerin gelişiminde besin elementi almanın en önemli belirtisi klorofil gelişimi olduğu için dolayısıyla ilk çalışmaların klorofil üzerinde yapıldığı söylenebilir. Besin element eksikliği klorofil azalması veya klorofil deformasyonu şeklinde görünmektedir. Klorofil gelişimi, görünür bölge ve kızılötesi bölgesindeki yansımalardaki artışlarla yani (400-1100 nm) dalga boyları arasında belirlenmektedir. Klorofilin yapısında Azot (N) ve magnezyum (Mg) en fazla bulunan besin elementleridir. Bu yüzden, Mg ve N eksikliği yansıma değerlerinde çok büyük artışlara sebep olmaktadır. Elektromanyetik ışımanın aynı bölgeleri diğer besin elementlerinin eksikliğinin belirlenmesinde de doğru sonuçlar verir (Başayiğit, 2008).

1.3. Biber

1.3.1. Biber yetiştiriciliği

Ülkemizin tüm bölgelerinde isot (biber) üreticiliği yapılmaktadır. Dünyada ve Türkiyede biber, farklı biçimlerde sıklıkla tüketilen önemli bir meyvedir. Taze olarak tüketilmekle birlikte, salça, sos, pul biber, közleme, turşu ve birçok yemeğin içinde farklı şekillerde değerlendirilmektedir (TCTKB, 2011).

1.3.2. Biberin insan sağlığı ve beslenme açısından önemi

Biber, salça yapılarak yemeklerin renk ve tadı verilir. Birçok şekilde sofralarımızda kullanılır; etli ve zeytinyağlı yemekleri yapılır. Kahvaltılarda kızartması yapılır. Ayrıca sanayide biber tozu yaygın olarak kullanılmaktadır. Biber tozu çeşitli ilaç yapımının yanında ülkemizde sıklıkla tüketilen pastırma yapımında da kullanılır (TCTKB, 2011).

1.3.3. Biber'e ait iklim özellikleri

Biber, ılıman iklim meyvesidir. 2O-30°C sıcaklık biber için en uygun sıcaklıktır. 5°C ye kadar bitkiler hayati işlevlerini sürdürürler. Yalnızca, çiçek tomurcuklarının oluşumu 8°C'den aşağıda durur. Bitkiler, nadiren çok kısa süreli soğuktan (O°C) donmadan atlatırlar. Soğukların uzun süre devam etmesi durumunda O°C'nin altındaki sıcaklıklarda bitki ölümleri oluşabilir. 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bitki büyümesi ve gelişmesi çok yavaşlar. 45°C'nin üstündeki sıcaklıklarda ise bitkilerin büyümesi tamamen durur. Meyvelerde yüksek sıcaklıklarda acılaşma da başlar. Biber, sıcaklığın yanısıra toprak nemini de sever. Bitkilerin düzenli sulanması iyi bir gelişme göstermesini sağlar. Aynı şekilde bitkileri, gereğinden fazla sulamadan da kaçınılmalıdır. Biberlerde, meyve bağlama ve olgunlaşma üzerine de sıcaklığın etkisi vardır. Biberler gün uzunluğuna karşı nötr'dürler. Fakat bununla birlikte, ışık

şiddetinden hoşlandıkları görülür. Işık yoğunluğunun azalması ile bitkilerde bol yapraklı bir görünüm oluşur. Meyve verimi düşer. Çiçek tomurcuk oluşumu durur. Bunun aksine, ışık şiddetinin artması ile meyve oluşumu artar. Gece sıcaklığı gündüze nispeten düşük olduğundan; biberler, döllenme olmadan (yani partenokarpik tohuma sahip) meyve meydana getirmektedirler. Tam çiçeklenmeden önce düşük sıcaklığın etkisi, tam çiçeklenme sonrasından daha yüksektir. Bu durum tohum üretiminde yararlı değilken, meyve üretiminde üstünlük olarak sayılabilmektedir (TCTKB, 2011).

1.3.4. Biber fidelerinin yetiştirilmesi

Biber tohumları küçük saksılara (Viyol) ekilir. Fidelerin yetişmesi ve bakım işlerinin kolaylığı için ekim alanı olarak, viyoller tercih edilmelidir. Standart tohum kullanırken 3-4 katı derinliğe, hibrit tohum kullanırken viyollere 1 adet tohum, tohumun 2-3 katı derinliğe ekilir (TCTKB, 2011).

Bölgelere göre tohum ekim zamanı değişir. Tohum ekim zamanı, fidelerin dışardaki yerleri dikkate alınarak belirlenir. İki hafta içinde tohumlar çimlenir ve çıkışlar başlar. Biber fidelerinin bulunduğu alanda sıcaklığın, güdüz 20-25 °C'nin, gece ise 10 °C, nin altına düşmemesi gerekmektedir. Tohum çıkışının viyolede iyi olması için, toprak nemi korunmalıdır. Fazla nem olursa tohumlarda çürümeler oluşur. Biber fidelerinin bulunduğu alanda yapılacak bakım işleri; zamanında sulama, ot alma, hastalık ve zararlılarla mücadele ve gübrelemedir(TCTKB, 2011).

1.3.4.1. Biber fidelerinin ekimi

Biber yetiştirilecek alan, toprak işlemesi yapılır ve istenen gübrelerle gübrelenir. Biberler genellikle karık usulü sulama ile düzenli sulanarak yetiştirildiklerinden, yetiştirme bölgesinde masuralar hazırlanır. Özellikle damla sulama yapılması, kök boğazı yanıklığı hastalığını önleyecek en etkili kültürel yöntemdir. Bu şekilde hastalığın su ile yayılması engelleneceğinden, etkili bir mücadele edilmiş olur. Bu işlemler için çift

veya tek sıralı yetiştirme yapılacağına göre: tek sıralılarda 0.25-0.30 m eninde, çift sıralılarda ise 0.40-0.60 m eninde ve masuralar uygun uzunlukta hazırlanır. Sıra üzerindeki aralıklar ise türe ve bölge faktörlerine göre 0.20-0.50 m olabilir. Sıcaklık 15°C civarında olduğunda ve don riski ortadan kalktıktan sonra dikime başlanır. Biber fideleri çok hassas olmadıklarından, topraksız da dikilebilirler. Fideler, kök bölgesine kadar toprağa dikilmelidir. Fideler derin dikilirse, ilk baştan birçok hastalığın bitkilere zarar vermesine yol açılmış olunur (TCTKB, 2011).

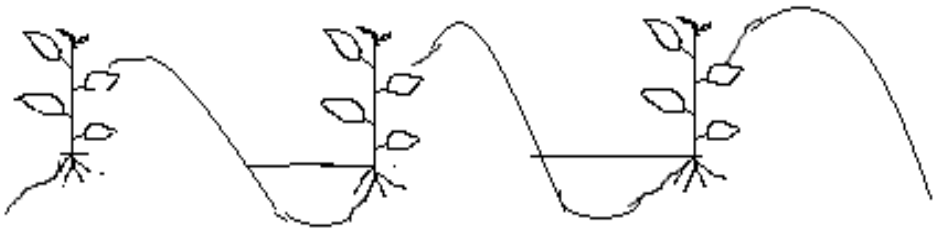
Fide köklerinin çıkarılmasında zedelenmemesine dikkat edilir. Fidelerin kolay sökülmesi için sökülmeden önce sulanması gerekmektedir. Viyollerde sökme işlemi tek tohum atılmış ise fideler toprağıyla çıkarılarak dikimleri yapılır. Eğer hastalıklar var ise bu şekilde dikim yöntemi önerilmez (özellikle bu dikim sistemi, biber'de kök boğazı yanıklığı hastalığı olan yerlerde önerilmez). Bu dikim yerine karık usulü yetiştiricilik yapılmalıdır. Karık usulü yetiştiricilik Şekil 1'de gösterilmiştir. Toprağında hastalık bulunan bölgeler için, en uygun sulama damla sulamadır (TCTKB, 2011).

1.3.5. Ekili arazide bakım işleri

Fidelerde bakım işleri açık alandaki yerlerde gelişme görüldüğü andan itibaren başlar. Dikimden yaklaşık üç hafta sonra ilk çapa, 7-8 hafta sonra ikinci ve 11 hafta sonra da üçüncü çapa yapılır (TCTKB, 2011).

Hastalık, su ihtiyacı, yabani ve Zararlı ot gibi durumların denetimi için ekili alan sürekli kontrol edilmelidir. Sulama işlemi çok hassas bir şekilde uygulanmalıdır. Sulamanın amacı, sürekli bir nemliliği devam ettirmektir. Biberde su eksikliği çiçek ve küçük meyvelerin düşmesine, su fazlalılığıysa yaprak dökümüne sebep olur. Bu yüzden ilk meyveler görünene kadar sulamadan uzak durulmalıdır. Bu süreçte meyveye gerekli olan su, belli aralıklarla çapa yapmak suretiyle toprakta korunur. Biber yetiştiriciliğinde kumlu topraklar, sıcak havalarda 2-3 günde bir sulama gereksinimi duyarlar. Ağır topraklardaysa, bölgenin iklim özelliklerine bağlı olmak şartıyla 3-7 gün aralıklar ile

olabilir. Bitkiler birkaç meyve tuttuğu zaman az miktarda gübreye ihtiyaç duyarlar. Büyüme süresinde 2.5 - 4 cm suya ihtiyaç duyulur (TCTKB, 2011).



Şekil 1.1. Biber fide dikim şekli

1.3.6. Gübreleme

Biber tarımı, tarlada 3-4 yıl aralıklarla, serada ise 2-3 yıl aralıklarla aynı yere getirilmelidir. Oysa biber yetiştiriciliği ardısıra aynı yerde yapılabilir. Biberden önce lahanagiller, baklagiller, şemsiyegiller familyasından bir bitki gelmesinde bir problem yoktur. Bu bitkilerin olması biber için iyi bir toprak bırakır (TCTKB, 2011).

Biberler, topraklardaki organik maddelerden hoşlanır. Tarla hazırlığı sırasında dekar başına 3 - 5 ton yanmış ahır gübresinin toprağa karıştırılmasının birçok faydası vardır. Aynı şekilde dekar başına 25 - 30 kg potasyum, 8 - 15 kg fosfor, 25 - 30 kg azot ve 10 - 12 kg kalsiyumlu gübre verilmelidir. Azotun %50'si dikimden önce toprak işlemede, %25'i ara çapada, geri kalan %25'i de çiçeklenmeden önce verilmelidir. Fosforun tümü dikim öncesinde toprak işlemede verilmelidir. Potasyumun %60-65'i dikimden önce toprak işlemede, geri kalanı ise çiçeklenmeden önce toprağa verilmelidir. Kalsiyum azotlu gübre şeklinde verilmelidir. Biberin gübre ihtiyacı, toprak yapısına göre değişir En doğru gübreleme; toprak analizi yaptırdıktan sonra hazırlanan gübreleme programına göre yapılmaktadır (TCTKB, 2011).

1.3.7. Biber'e ait toprak özelliği

Genelde biber, toprak isteği açısından çok seçici değildir. Fakat verimlilik ve iyi bir gelişim için; geçirgen, oldukça derin, besin ve organik madde olarak zengin, su tutma özelliği iyi, bahçe toprağı diye tabir edilen tınlı topraklarda yüksek sonuç alınmaktadır. Köklerin yapısı narin olduğundan ağır killi, havasız ve su tutucu topraklarda iyi yetiştiricilik yapılamaz. Erken üretim amacıyla yapılan yetişmelerde ilave edilmiş kumlu topraklar ve bilhassa kumlu-tınlı topraklar önerilir. Bunun yanında geç olmakla birlikte bol ürün almak istendiğinde kumlu-tınlı topraklar önerilebilir. Biberler tınlı - hafif killi, tınlı - kumlu, organik madde olarak zengin topraklar üzerinde en iyi verim ve gelişmeyi gösterir. Biber toprağının pH'sı 6.0-6.5 olmalıdır. Denemelerde kullanılan toprakların özellikleri aşağıda verilecektir (TCTKB, 2011).

1.3.7.1. Perlit

Perlit; serada, bitki yetiştiriciliğinde, toprak kullanılmayan tarım uygulamalarında, mantarcılık, çiçekçilik ve fidecilik gibi alanlarda kullanılan toprak düzenleyici hafif bir malzemedir. Tarım alanında perlit tek başına kullanılabilir. Ayrıca, ağaç kabuklarıyla, kum ve torf gibi diğer maddelerle de karıştırılarak kullanılabilir (Bahçenet, 2008).

Perlit toprağının özellikleri; Ömrü uzundur. Radyoaktif içermez. Anorganik bir malzemedir (yüksek ısıya duyarlı). Bol miktarda hava boşluğu bulunur (yalıtım malzemesi özelliği gösterir). Karalı kimyasal yapıya sahiptir (nötr' dür). Suda erimez. Çürümez, kimyasal reaksiyona girmez (bitkilerin hastalıklardan korunmasına yardımcı olur). Gözenek sayısı fazla olduğu için buharlaşmayı azaltır ve su ihtiyacını azaltarak tasarruf sağlar. İyon çözünürlüğünün azlığından dolayı tuz ve alkalik sebeplerden dolayı problem olmaz, nötr olmasından dolayı pH kolay düzenlenir, ısı izolasyon özelliğinden dolayı bitkileri sıcaklıktan korur, göllenme, şişme, balçıklaşma, kötü drenaj, çatlama gibi özellikler göstermez (Bahçenet, 2008).

Toprak kullanılmadan yapılan tarım uygulaması dünyada çok kullanılmaya başlamıştır. Toprak olmadan yapılan üretimde, Perlit tek başına veya perlitli karışım koyu plastik örtü üstüne farklı kalınlıkta dağıtılarak, fideler belli mesafeler ile katman üzerine yerleştirilek, besin maddesi ve su istekleri sulama ile birlikte verilmektedir (Bahçenet, 2008).

Perlit, toprağı düzenler. Kullanım alanı olarak; park, bahçe, yürüyüş parkurları, futbol sahası, golf alanı gibi birçok yerde görülmektedir. Ayrıca, çim yetiştiriciliğinde, farklı sebze, çiçek gibi tarım ürünlerinin tohum çimlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Bahçenet, 2008).

Uygulama alanlarında sağladığı yararları şu şekilde örnekleyebiliriz, çimleri dış etkilerin tehlikelerinden korur. Perlit kullanarak çimlerin yayılma alanı genişlemekte ve belli bölgedeki çimlenme sayısı artmaktadır. Perlit hazırlanan kaplar içinde uygun şekilde yerleştirilir ve tohumlar ekilir. Fideler büyütülüp söküldükten sonra üretim yapılacak alana dikilir. Perlit, bitki köklendirmede de kullanılır. Yalnız veya diğer malzemelerin karıştırılması ile köklendirme süresini kısalttığı için yaygın kullanım alanı bulmuştur. Hafif bir malzeme ve iyi bir yalıtıma sahip olduğu için taşımada ve farklı bitkilerin saklanması, paketlenmesinde başarı ile kullanılmaktadır (Bahçenet, 2008).

1.3.7.2. Cocopeat

Cocopeat, hindistan cevizi kabukları ve liflerinden yapılan doğal bir karışımdır. bitki yetiştirme ortamları ortalama 5,5 ile 6,4 pH aralığındadır. Kullanım alanlarına göre birkaç çeşidi vardır. Bunlardan bazıları; Gartengold cocopeat, hindistan cevizi Parçalara bölünür ve iki defa yıkanıp tuzdan arındırıldıktan sonra, magnezyum ve kalsiyum eklenir. Yapılan bu işlem buffering ile isimlendirirlir. Sonra kurutulur, kurutma işleminden sonra yüksek ısıda steril edilip preslenir. Tüm bitkilerin üretiminde kullanılabilir. Kullanım esnasında preslenen bloklar ıslatılır, suyu emen bloklar yumuşayıp dağılır, dağılan bloklardan oluşan karışım ihtiyaç duyulan yerde kullanılır.

Cocopeatin özelliklerinden biri ağırlığının 9 katı su besini emebilmesidir. Bu yüzden bitkinin ihtiyacı oldukça onu besleyebilir. Uzun ömürlüdür. Birçok yönden tasarruf sağlar (zaman, su, gübre…) ve kesekleşme olmaz (Şekil 1.2.) (Gençziraat, 2008).



Şekil 1.2. Gartengold cocopeat

Şekil 1.3' de gösterilen, husk chips, süs bitkilerinde olmak üzere 10-20 mm kalınlığındaki bu tür, dekoratif amaçla kullanılır (Gençziraat, 2008).



Şekil 1.3. Husk chips

Cocopeat grow bag, her bitki için farklı karışımlardan oluşan 100x20x15 ebatlarındaki slablardan oluşur. Bunda da buffering işlemi yapılır. İnce orta ve kalın olmak üzere üç kattan oluşur. En üstte ince katmanda fazla su tutucu kapasitesi, orta katman ve alt katmandaysa drenej sağlayıcı ve yüksek hava kapasitesi yer almış olur.

Diğer yetiştirme ortamları ile kıyaslandığında cocopeat daha ucuzdur. Ayrıca Sterildir, yabani tohum ve hastalık taşımaz (Gençziraat, 2008).



Şekil 1.4. coco-peat grow bag

1.4. Bir Organizmanın Gelişimi ve Hastalık

Organizmanın gelişmesi ve enerji kaynağı için ihtiyaç duyduğu kimyasal maddeler besin olarak adlandırılmaktadırlar. Bitkiler de, dünya üzerinde yaşayan tüm canlılar gibi beslenmek zorundadır. Fakat bitkiler, diğer canlılardan farklı olarak hayatsal faaliyetlerini sürdürmek için yetiştikleri ortamdan organik olmayan maddeleri alıp sentezleyerek organik madde şekline dönüştürürler ve güneşten fiziksel enerjiyi kimyasal gıda enerjisine dönüştürürler (Daş, 2013).

Toprak bitkilerin temel besin kaynağıdır. Bitkiler topraktan birçok element alır. Bitkilerin farklı organlarda 74 element tespit edilmiştir. Fakat bu elementlerin çok azı bitki gelişimi için mutlaka gereklidir. Bitkilerin gelişiminde mutlaka gerekli olan besin elementlerine mutlak gerekli besin elementi denilmektedir. Bu elementler; karbon (C), magnezyum (Mg), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N), potasyum (K), fosfor(P), kalsiyum (Ca), demir (Fe), kükürt (S), mangan (Mn), bakır (Cu), molibden (Mo), bor (B), klor (Cl), çinko (Zn), sodyum (Na), vanadyum (V) silisyum (Si) ve kobalt (Co)' dır (Daş, 2013).

Hastalıklar İnsanlara özgüymüş gibi bilinir, fakat insanlık tarihinden önce de hastalıkların olduğu, hayvan ve bitkilerin de hastalıklara yakalandıkları bilinmektedir. Bitkilerin verim artışı ve sağlıklı gelişimleri için gerekli besin maddeleriyle mutlak

dengeli beslenmesi gereklidir. Bitkiler tarafından alınabilen formdaki besin elementlerinin noksanlığı bitki gelişimini ve toprak verimliliğini büyük oranda etkiler (Daş, 2013).

Bitkiler dünyanın temel besin kaynağını oluşturmaktadırlar. Fakat tüm canlılarda olduğu gibi, bitkiler de birçok zararlı ve hastalığa karşı duyarlıdırlar. Günümüz de bulunan hastalıkların sayıları 80.000 - 100.000 civarındadır. Bunların 1600 tanesi, 80.000 böcek türünden ise 10.000 tanesi ve yaklaşık 30.000 yabancı ot ile diğer zararlılar (bakteri, virüs, nematod), bitkilere ve bitkilerden meydana gelen ürünlere büyük miktarda zarar vermektedir. Yapılan araştırmalar göre tarım ürünlerinin yaklaşık üçte biri, işte bu zararlılar yüzünden tahrip edilmektedir. Bu zararlılar yüzünden % 60–70 bazen %100 civarında ürün kayıplarına neden olunmaktadır. Bu yüzden hastalıklar, zararlı ve yabancı otlar ile mücadele edilip sebep oldukları zarar miktarını düşürerek ve hatta mümkünse önleyerek insanlık için önemli bir meseleyi çözmek gerekmektedir (DPT, 2001).

Bitkisel üretim için müsait toprak işleme, kaliteli tohum kullanılması ve yüksek verimli, uygun sulama ve gübreleme gibi verimi artıran tüm yöntemler yapılsa da, kaliteli ve bol ürün elde etmek için hastalık etmenleri, zararlılar ve yabancı otlar ile etkili bir şekilde mücadele edilmelidir. Ne yazık ki insanlar, ektiklerini değil, zararlılar ve hastalıklardan geriye kalan ürünü almakta ve bunların bir kısmı da depolarda yine onlara kaptırılmaktadır. Dünyada tarımı yapılan bitkilerde yabancı ot ve hastalıklar yüzünden hasattan önce meydana gelen ortalama %35 ürün kaybı görülmektedir. Yine bu kayıpların bir kısmı depolarda zararlılara kaptırılmaktadır. Bu ürün kayıplarının yaklaşık %11'i hastalıklardan, %14'ü zararlılardan ve %10 civarında da yabancı otlardan oluşmaktadır. Hasattan sonra ise kuşlar, kemirgenler, mikroorganizmalar ve böcekler ortalama %14 gibi ilaveten bir zarara sebep olmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bunlarla mücadele edilmediğinde bazı ürünlerde bu kayıpların iki kat artabileceği görülmüştür. İstatistiklere göre dünyada hastalık, zararlı ve yabancı otların yol açtığı ürün kayıpları, 27 – 60 milyar dolar arasında değişmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve

Tarım Örgütü (FAO, Food And Agriculturule Organization) kayıtlarına göre, yalnızca hububatta hastalık ve zararlılardan ileri gelen kayıp 150 milyon insanın yıllık ihtiyacı olan 23 milyon ton olmaktadır (Erik ve İnam, 2007).

Genelde tüm bitki besin elementinin kendine has eksiklik belirtileri bulunmaktadır. Bazen bu belirtiler göz ile görülecek kadar belirgin olabilir. Fakat bu eksiklikler göz ile görülebilse bile bitki analizi yapılarak eksikliğin tanımlanması mutlaka gereklidir. Bazen göz ile belirlenebilen eksiklikler oluşmadığı halde gizlenmiş eksiklikler yüzünden bitkilerde ürün azalması oluşur. Bu durumlar bitki analizleri yapıldıktan sonra görülebilir (Katkat ve Çil, 1996).

1.4.1. Biber fusarium kök çürüklüğü hastalığı

İsotde fusarium kök çürüklüğü hastalığı tepe ve kök çürüklüğü ve bilhassa kazık kök çürüklüğü ile başlayan, aşırı bir ürün kaybına neden olan toprak kaynaklı fungal bir hastalıktır. Belirtileri olarak, genelde bileşik yaprağın bir kısmında veya bitkide tek yönlü olarak görülür. Solgunluk belirtileri ise alttaki yapraklardan başlar ve üstlere doğru gider. Yaprakların alt taraflarından üstlere doğru sararmasıyla karakterize edilir. Yaprakların genel görüntüsünde sararma başladıktan sonra solgunluk tüm sürgünlerde görülür. Hastalanan bitkilerin alt tarafındaki iletim demetleri esmerleşir ve kök sistemi kahverengileşir (Bitkisaglığı, 2004).

Biber'de fusarium kök çürüklüğü hastalığı, toprakta uzun süre spor olarak canlılığını koruyabilmektedir. Genelde düşük sıcaklıklarda gelişir. İlk önce bitkinin taze taraflarında iç doku kararmalarına ve ölü doku oluşmasına sebep olur. Genç bitki dokularında oluşan bu işaretler virüs belirtilerine benzer. Çiçeklerde belirtiler de nekrotik şeklinde olabilir. Toprak üstü belirtileri ise tek bir dal ile sınırlı olabilir. Yan kökler üstünde 1-3 cm uzunluğunda koyu kahverengi lekeler oluşur (Bitkisaglığı, 2004)

1.4.1.1. Hastalık etmeninin belirtileri (Simptomları)

Bitkilerde ilkönce görülebilir hastalık belirtileri alt yaprakların dökülmesiyle başlar. Bu aşamada bitkinin toprak altındaki gövde ve kökünde çürümeler oluşur ve bitkide solgunluk görülür. Genç sürgünler de ölümler başlar ve sonrasında kahverengiye dönüşür. Genelde hastalık yan köklerin ana köklere bağlandığı yerlerde oluşur ve bu lekeler çökük ve koyu kahverengidir. Bu lekelerin olduğu kısımda ana kök zamanla tüm ana kökü saracak şekilde gider ve bitkinin su besinleri alması engellenmiş olduğu için üst aksamlarının solmasına neden olur. Daha sonra bitki tüm kök hastalık etmeni tarafından sarılır, kökler yumuşar ve su ile ıslanmış gibi bir görüntü verir. Kök ve gövde bölgeleri de zaman geçtikçe kahverengi renk almaya başlar, gevşeyen kabuk dokuları soyulduğu zaman odun kısmının karardığı görülür. Rutubetli topraklarda bitki gövdesinin toprağa yakın kısımları fungus'un mavi yeşil veya beyaz üreme organlarıyla kaplanabilir. Bitkiler yeterli büyüklüğe ulaştıklarında ölümler ortaya çıksa da, meyveler kurtarılabilir, ancak meyveler küçük olduğunda ise buruşma ve zamanla dökülme olur (Bitkisaglığı, 2004).

1.5. İsot'da Su Stresi

Tarımsal üretimde, bitki gelişimini en fazla sınırlandıran faktörler arasında yer alan su noksanlığı, beraberinde birçok problem getirmektedir. Bu amaçla, son yıllarda bitki yetiştirilen ortamlarda organik veya inorganik kökenli yetiştirme materyallerinin kullanımı büyük önem kazanmıştır. Başarılı bir üretim için, toprağın yararlanılabilir su düzeyinin uygun olması, kök gelişimi ve metabolizma için uygun havalanma sağlaması, yeterli miktarda ve dengede besin maddesi içermesi gerekmektedir. Özellikle, sera veya örtü altı yetiştiriciliğinde tarımsal uygulamaların yapıldığı alanlar çoğunlukla toprak ortamı olduğu için, sık işlenen bu topraklarda zamanla bazı sorunlarla karşılaşılmaktadır. Topraklarda meydana gelen bu sorunların giderilmesi ve olumlu koşulların devam ettirilebilmesi için, uygun yetiştirme materyalinin uygun oranlarda toprağa karıştırılması çok yararlı olmaktadır. su tutma kapasitesinin yüksek olması, hafif, kolay taşınabilir ve

kolay kullanılabilir olması ve hastalıklardan korunabilmesi gibi birçok önemli özelliklere sahiptir. Bu nedenle zamanla bozulan toprak yapısında düzenlemeler yap ı lmas ı amac ı yla tercih edilen doğ al kaynaklardır. (Markovic ve ark., 1995), domates ve biber fidelerini 8 farklı ortam içinde yetiştirdiklerinde, en iyi fide geli şiminin 2:1 oranında peat karıştırılmış zeoplant kullanımı ile sağ landığını belirtmişlerdir.(Oktay ve ark., 1995), dolmalık biber üretiminde en uygun ortamların, yetiştirme materyalinin toprakla karıştırılmasıyla sağlandığını açıklamışlardır. Ülkemizde yağışlı bölgelerde bile yağış dağılımının genellikle tarımın taleplerine cevap verememesi ve istenilen yağışların uygun zamanda düşmemesi nedeniyle kuraklık oluşması, sebze tarımında sulamayı kaçınılmaz hale getirmektedir (Küvetin ve Türkeş, 1987). Bu olumsuzluklar, ancak kontrollü olarak yapılan sulamalarla ve organik madde kapsamı ile su tutma kapasitesi yüksek yetiştirme materyalinin kullanılmasıyla dengelenmeye çalışılmaktadır (Özbek ve ark., 1993). Özellikle suyun yetersiz olduğu yerlerde, bitkilerin hangi gelişme dönemlerinde su noksanlığından daha fazla etkilendiğinin bilinmesi, bu dönemlerdeki sulamalarla bitki gelişiminin artırılmasını sağlayacaktır.

1.6. Spektroradyometre Cihaz ve Özellikleri

Spektrometre uygulamaları maddenin bir enerji seviyesinden bir başka enerji düzeyine geçişi anında emilen ya da yayılan elektromanyetik ışımanın ölçümü ve matematiksel yöntemler kullanarak yorumlanması temeline dayanır (Başayiğit, 2008).

Spektroradyometrik cihazlarsa, spektrometrik ölçümlerde radyometrik kalibrasyonlarının elde edildiği cihazlardır. Spektroradyometreler uydu ve diğer uzaktan algılama sensörlerinde olduğu gibi radyans, reflektans, irradyans veya transmisyonun niceleyici ölçümlerine dayanırlar. Spektroradyometrik metodlarda temel dayanak, nesnelerin elektromanyetik bölgelerde kendine ait bir yansıma değerlerinin bulunmasıdır.(yapay ışımalar veya güneş radyasyon kaynağı olarak kullanılabilir) Bu yansıma değeri nesneye parlaklık, renk, doku ve görünüş gibi hususiyetler katan kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır (Başayiğit, 2008).



Şekil 1.5. Spektroradyometre cihazı

Spektroradyometreler bir IR algılayıcı kullanılan ya da fotokotlandırıcı sistemlerdir. Işık kaynağından gelen radyasyon dağıtım sisteminde dalga boylarına ayrılarak IR kaydedici veya fotokotlandırıcı tarafından 1-10 nm arasında yüksek çözünürlükte kaydedilmektedir. Spektroradyometrelerin yansıma ölçümleri 375 - 2500 nm dalga boyları arasındadır. Bu cihazların spektral çözünürlüğü 700 nm de 3.5 nm dir. Tek bir spektral adımı 1.6 nm dir. Radyometrenin dalgaboyu hassasiyeti ±1 nm dir.

Spektroradyometre 16 bitlik analog veriyi 512 kanalda toplayıp sayısal hale dönüştüren cihazdır. Alçı bloktan imal edilmiş beyaz referans spektralon, bu cihazların kalibrasyonunda 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.



Şekil 1.6. Mercekler (foreoptic)

Bu cihazda laboratuvar çalışmalarında enerji sağlamak için kullanılan adaptör, arazi çalışmaları için tasarlanmış şarz cihazı ve batarya, ışık kaynağı için spot lamba (pro lamb), üçayaklı sehpa ve açı ayarlayıcısı su düzeneği gibi aparatlar bulunmaktadır. Verilerin elde edilmesinde bir arayüz ve işlenmesindeyse kendine özgü yazılımlar kullanılmaktadır. Ölçümlerin sonuçları bu yüzden o anda diz üstü bilgisayarda ASCII dosyası veya grafik olarak görülebilmektedir. Bu dosyalarda yer alan rakamlardan yararlanarak arazide uygun tahmin modeli kurulabilmektedir. (Başayiğit, 2008)

Bitkilerden ölçüm yapılabilmesine olanak sağlayan bitki probları da vardır. Şekil 1. 7. da bitki problarına yer verilmiştir.



Şekil 1.7. Bitki probları

Yapılan çalışmada, isot'a ait yapraklardan spektroradyometre cihazı kullanılarak elde edilen yansımalardan, laboratuvar olanakları kullanılmadan hastalık ve su stresine karşı gösterilen tepkinin bilgisayar teknikleri kullanılarak anlaşılması ve yeni bir yaklaşım olan bu tekniğin zaman ve maliyet açısından da uygunluğunun gösterilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, ziraatçiler açısından en önemli sonuçlardan biri olan meyve ve bitkiler için hastalıkların erken tespit edilip önlemlerin alınması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalar ve elde edilen temel yaklaşımlar aşağıda özetlenmiştir.

Zhang ve ark. (2002), çalışmalarında, Hastalıklı ve sağlıklı domates yapraklarından spektroradyometre cihazıyla elde ettikleri yansımaları temel bileşenler analizi ve spektral oran analizi yöntemleri kullanarak incelemişler ve yüksek başarı sonuçları elde etmişler.

Huang ve Apan (2006), çalışmalarında, Australyada Westview Gardens de spekrometre cihazı ile kereviz yapraklarından elde ettikleri 41 sağlıklı ve 30 hastalıklı verilerden hastalık tespiti yapmak için istatistiksel yöntemlerle birlikte, kısmi en küçük kareler regresyon yöntemi kullanmışlar. Sağlıklı kereviz yapraklarının dalga boyları (400 nm - 700 nm) ve hastalıklı yaprakların yansımalarının daha küçük olduğunu gözlemlemişler.

Köksal (2006), çalışmasında, şekerpanca ile ilgili yedi farklı sulama durumunu ele alıp incelemiş.

Eren (2008) çalışmasında, Alerjen proteinlerin yalnızca dizilim örneklerini kullanarak, bulanık k en yakın komşu, destek vektor makineleri (DVM), k en yakın komşu yöntemlerini kullanıp başarı sonuçlarını karşılaştırmıştır.

Larsolle ve Muhammed (2007), çalışmalarında, isveçte spektroradyometre cihazı kullanarak, arpa ve buğday yapraklarından iki farklı dönemde elde edilen spektral yansımaların normalizasyonu yaparak, k en yakın komşu yöntemi ile sınıflandırma işlemi yapmış ve başarılı sonuçlar elde etmişler.

Auynirundronkool ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada, spektroradyometre ve klorofilmetre kullanarak şeker kamışı yapraklarından aldıkları 40 örneğin görüntü işleme tekniklerini kullanarak farklı renklerde (kırmızı ve yeşil) yansımalarını incelemişler.

Çamoğlu ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, Çanakkale bölgesinde yetiştirilen tatlı mısırın yetişme periyodu boyunca sulama sonrası ve sulama öncesinde su stresine karşı gösterilen spektral tepkileri ölçülmüş ve bu ölçümlerden yararlanılarak basit oran, normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi, yapısal bağımsız pigment indeksi, su band indeksi, ayarlanmış klorofil absorpsiyon yansıma indeksi, pigment spesifik basit oran indeksi, zarco ve miller indeksi olmak üzere yedi çeşit spektral indeks hesaplanmıştır. Bahsedilen spektral indekslerin su stresini ayırabilme yetenekleri incelenmiştir. Hesaplanan indeksler yakın kızılötesi ve görünür bölgeden su stresine karşı farklı değerler almışlardır. Stres oranı yükseldikçe yapısal bağımsız pigment indeksi ve pigment spesifik basit oran indeksi değerleri yükselirken, diğer spektral indekslerin değerleri düşmüştür. Spektral indeksler genel olarak birbirine yakın stres derecelerini yeterince ayırt edememiştir. Fakat stres düzeyinin yükselmesiyle spektral indekslerin aldığı değerler belirgin şekilde farklılaşmıştır. Kısaca bu çalışma, su stresinin gözlemlenebileceğini uzaktan algılama yöntemlerini arazi çalışmalarında kullanarak göstermiştir**.**

Keskin (2007), çalışmasında, spektroradyometre cihazının yapısını, diğer cihazlardan farklılığını, çalışma prensibini ve tarım alanında kullanımı ile ilgili bilgi vermiştir.

Lıu ve arkadaşları (2010), çalışmalarında, pirinç salkımlarının yakın ve kızıl ötesi spektroskopiyle hastalıklı, sağlıklı ve boş durumlarının elde edilen değerlerinin; Temel Bileşenler Analizi (TBA) ve Destek Vektor Makineleri (DVM) kullanarak karşılaştırmasını yapmışlar.

Rahman ve arkadaşları (2010), çalışmalarında, Güney Afrikada Spektroradyometre cihazı yardımıyla elde etmiş oldukları şeker kamışı bitkisinin sağlıklı, az hastalıklı, orta hastalıklı ve çok hastalıklı durumlarının spektral yansımalarını incelemişiler.

Jusoff ve arkadaşları (2010), çalışmalarında, malezyada kauçuk ağaçlarının hastalıklı ve sağlıklı spektral yansımalarının verilerini spektroradyometre cihazı ile elde edip incelemişler.

Sankaran ve arkadaşları (2011), çalışmalarında, 350nm ve 2500 nm dalga boyu aralığında, a visible-near infrared spectroradiometer cihazı kullanarak, 100 sağlıklı, 93 Huanglongbing'li (narenciye ağaçlarındaki bakteri stresi) narenciye yapraklarından yansıma değerleri alıp, temel bileşenler analizi ile özniteliklerini almışlar. Doğrusal ayrımcılık analizi, ikinci dereceden ayrımcılık analizi, k en yakın komşuluk ve sınıflandırma benzetmelerinin yumuşak bağımsız modellenmesi yöntemleri kullanarak sınıflandırma işlemleri yapmışlar, her sınıflandırma için 90% civarında başarı oranları elde etmişler.

Ray ve arkadaşları (2011), çalışmalarında, Hindistanda spektroradyometre cihazı yardımıyla elde etmiş oldukları Patatesin farklı durumlarının Spektral yansımalarını incelemişiler.

Dedeoğlu (2011), yüksek lisans çalışmasında, kiraz ve elma ağaçlarında oluşan Zn eksikliğinin görünür yakın kızılötesi metod ile belirlenebilirliğini araştırmıştır. Çalışma üç farklı bölgede yürütülmüştür. Bu amaçla her bölgede sağlıklı kiraz ve elma ağaçlarıyla birlikte farklı şiddetlerde çinko eksikliğinin karakteristik özelliklerini gösteren on beş farklı kiraz ve elma bahçesi seçilmiş, her bahçeden dört farklı ağaç olmak üzere toplamda 120 ağaçtan yaprak örnekleri alınmıştır. Spektroradyometre cihazı bitki probu aparatı kullanılarak yaprakların spektral yansımaları ölçülmüş, yapraklarda klorofil ve çinko analizleri ile birlikte diğer bitki besin elementi içerikleri

belirlenmiştir. Spektral yansıma ölçümleriyle çinko elementi düzeyi stepwise çoklu lineer regresyon analiz tekniği ile değerlendirilmiştir. Tahmin modelleri en yüksek r2 değerli matematiksel ifadelerden oluşturulmuştur. Çinko elementinin belirlenmesi amacı ile kullanılabilecek dalga boylarının seçilmesi spektral eğrilerin türev grafikleri oluşturulmuştur. Seçilen 10 türev grafiklerinin dalga boyu ile çinko seviyeleri stepwise çoklu lineer regresyon analiz metodu ile değerlendirilmiştir.

Sankaran ve Ehsani (2012), çalışmalarında, Avokado yapraklarında solgunluk belirtisinin ağaç üzerindeki gelişiminin etkisini incelemişler. Yapraklardan hasarlı, sağlıklı, donmuş ve belirtisiz olacak şekilde bilgiler alınmış. Öznitelik çıkarıma işlemi için temel bileşenler analizi sınıflandırma yöntemi olarak ise; ikinci dereceden diskriminant analiz, doğrusal ayrımcılık analizi, naive bayes ve karar ağaçları kullanılmış. Çalışma sonucunda yüksek başarı oranları elde edilmiştir.

Mishra ve arkadaşları (2012), çalışmalarında, Narenciye bahçesinden, spektroradyometre cihazı ile 55 sağlıklı ve 80 hastalıklı yapraklardan olacak şekilde yansımalar almışlar. Sınıflandırma yöntemleri olarak; k en yakın komşuluk, lojistik regrasyon ve destek vektor makineleri kullanarak çalışmalarını yapıp yüksek başarı sonuçları elde etmişler.

Tavfik ve ark. (2013), çalışmalarında, Malezyada 2007 yılında aldıkları yağ palmiye bitkilerindeki veriler ile çalışmışlar. Bu bitkilerde sağlıklı, yarı sağlıklı ve tam hastalıklı olmak üzere üç farklı kategoride 24'er örnek almışlar. Çalışmada kullandıkları verileri, APOGEE Spektroradyometre (300 nm ile 1000 nm dalga boylarında ve 0,5 nm çözünürlükle) cihazıyla elde etmişler. Görüntü işleme tekniklerinden The Modified Red Edge Simple Ratio (MSR705) yöntemi kullanarak değerlendirilmişler.

Mitra ve ark. (2013), çalışmalarında, Domates, Salatalık ve Arpagillerden aldıkları verilerden hastalık yoğunluğu ve şiddetini incelemişler. Her bitki için ayrı ayrı 16 grup olacak şekilde farklı etmenleri incelemişler.

Mahlaein ve Arkadaşları (2013), çalışmalarında, ekin, şeker pancarı ve üç yapraklı bitkilerde yaprak lekeleri, pas ve küllenme gibi hastalıkların spektral yoğunlukları incelemişler. Çalışma için 450 nm ve 900 nm dalga boylarının uygun olduğu görülmüş. Sağlıklı ve hastalıklı şeker pancarı yapraklarının sınıflandırılması normalizasyon ve dalgacık ilişkileri test edilmiş ve sırasıyla; sağlıklı, yaprak lekesi, pas ve küllenme başarı oranları; 89%, 92%, 87%, 85% olmuştur.

Yuan ve arkadaşları (2014), çalışmalarında, Çinde buğday mevsiminde deneme bahçesinde yetiştirdikleri buğday yapraklarından sağlıklı, sarı pas hastalıklı, küllenme mantarı hastalıklı ve buğday bitli spektroradyometre cihazı ile elde edilen spektral yansımalardan normalizasyon ve regression katsayıları bularak çalışmalarını yapmışlar.

Ashourloo ve ark (2014), çalışmalarındaki amaç, Buğday yaprağındaki pası tespit edebilmek için spektral hastalığın indekslerini geliştirmektir. Farklı hastalık aşamalarında buğdayın enfekte olan ve olmayan yapraklarında yansıtma spektrumları spektroradyometre kullanılarak elde edilmiştir. Buğday yapraklarının sarı, turuncu ve kahverengi durumlarında görüntü işleme tekniklerini kullanarak çalışmalarını tamamlamışlar.

Fletcher ve arkadaşları (2014), çalışmalarında, Amerika'da Soya bitkisi dokusundaki kömür çürüklüğü hastalığını incelemişler. Spektroradyometre cihazı ile soya bitkisinden elde ettikleri verilerden, istatistiksel dönüşüm teknikleri kullanarak sonuç elde etmişler.

Özyiğit ve Bilgen (2014), çalışmalarında, Antalya'da normal alanda ve sera ortamında yetiştirdiği buğdaygillerden olan koyun yumağı adlı bitkilere fosfor ve potasyum yüklemesi yaparak elektromanyetik spektrum ile 325-1075 nm dalga boyları arasında veriler almışlar. Kademeli regrasyon analizi yöntemi kullanarak yapılan çalışmada bitkinin potasyum ve fosfor seviyesi ile ilgili dalga boyları belirlenmiştir.

Liu ve ark. (2010), Çinde yaptıkları çalışmalarında; Pirinç tarlasından 2008 ve 2009 yıllarında aldıkları pirinç yapraklarındaki dört farklı durumu incelemişler. Öznitelik çıkarma yöntemi olarak temel bileşenler analizi kullanılmış. Sınıflandırma yöntemi olarak ise yapay sinir ağları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen başarı oranı % 90'dan yüksek çıkmıştır.

Rumpf ve ark. (2010), Almanyada yaptıkları çalışmada farklı günlerde şeker bitkisi yapraklarından aldıkları üç farklı hastalık durumlarının spektral yansımalarını, yapay sinir ağları, karar ağaçları, k kümeleme, k en yakın komşuluk ve destek vektör makinaları sınıflandırma yöntemlerini kullanarak başarı karşılaştırması yapmışlar ve başarı sonuçlar elde etmişler.

Li ve He (2008), Çin'de yaptıkları çalışmalarında üç farklı çay tarlasından spektral yansımalar almışlar. Öznitelik çıkarma yöntemi olarak dalgacık analiz kullanılmış. Sınıflandırma yöntemi olarak ise yapay sinir ağları kullanımış ve başarı oranı % 90'dan yüksek çıkmıştır.

Mishra ve ark. (2011), Amerikada yaptıkları çalışmalarında Trunçgil yapraklarındaki üç farklı durumun spektral verileri alınmış ve beş farklı sınıflandırma yöntemi; destek vektör makinaları, logistic regression, yapay sinir ağları, k en yakın komşuluk ve karar ağaçları kullanılıp karşılaştırılmış.

Moshou ve ark. (2014), İngilterede yaptıkları, çalışmalarında sağlıklı ve su stresli bitkilerden örnekler alıp en küçük kareler destek vektör makinaları yöntemi kullanmışlardır.

Wu ve ark. (2008), Çinde yaptıkları çalışmalarında spektroradyometre cihazı ile patlıcandaki hastalıklı ve sağlıklı bitkilerden spektral yansımalar almışlar. Elde ettikleri yansımalara öznitelik çıkarma işlemi olarak temel bileşenler analizi kullanmışlar. Sınıflandırma yöntemi olarak da geri beslemeli yapay sinir ağları kullanmışlar.

Liaghat ve ark. (2014), Amerikada yaptıkları çalışmalarında, çeşitli zararlara uğramış ve sağlıklı palmiye yapraklarından dört grup oluşturup spektral yansımalarını almışlar. İstatistiksel olarak türev alma ve standart sapma işlemlerini uygulamışlar. Öznitelik alma işleminde temel bileşenler analizi uygulayıp sınıflandırma yöntemi olarak da, k en yakın komşuluk, doğrusal ve ikinci dereceden ayrıştırma analizi ve naive bayes kullanmışlardır.

Zhang ve ark. (2011), Çinde yaptıkları çalışmalarında, prinç örneklerinden alınan spektral yansımalar, Sağlıklı ve hastalıklı olmak üzere gruplandırılıp aralarındaki korelasyonlara bakılmış.

Salman ve ark. (2010), İsrailde yaptıkları çalışmalarında bitkilerdeki mantarları altı farklı duruma göre gruplayıp spektral yansımalarını almışlar. Temel bileşenler analizi ve doğrusal ayrıştırma analizi yöntemlerini kullanmışlar.

Krishna ve ark. (2014), Hindistanda yaptıkları çalışmalarında buğday yapraklarından aldıkları sağlıklı ve hastalıklı spektral yansımaları çoklu doğrusal regresyon ve kısmi en küçük kareler yöntemleri kullanarak incelemişler.

Yu ve ark. (2013), Almanyada yapmış oldukları çalışmalarında, arpa bitkisinin yaprak hastalığı ve klorofil eksikliği ile ilgili bir incelemede bulunmuşlar.

Siwek ve Libik (1999), çalışmalarında tatlı biberin erken çeşidi olan mira kullanmışlar. Fideleri polietilen film ile kaplanmış veya farklı renklerde dokunmamış polipropilen ile kaplı tünellerde denemişler. Ayrıca tünel dışında kontrol fideleri de bulundurmuşlar. Spectroradyometre kullanarak yapraklardan dalga boylarına bakıp istatistiksel karşılaştırma yapmışlar.

Kolton ve ark. (2012), Polonyada yapyıkları çalışmalarında, biber'in çeşitli ışık koşullarının ve farklı azot formlarının metabolizma üzerine etkisini spektroradyometre cihazı ile elde ettikleri yansımalar üzerine çalışmışlar.

Leuning ve ark. (2006), çalışmalarında çok açılı spektrometre ile bitkilerin saatlik yansımalarının ölçümü ile ilgili çalışma yapmışlar.

Kamlapurkar (2016), çalışmasında bitki hastalıkların farklı sınıflandırmalar ile yapılan çalışmaları incelemiş ve kullanılan bazı yöntemler hakkında bilgi vermiş.

Önceki çalışmalarda görüldüğü gibi özelde biber yapraklarında fusarium hastalık ve su stresi üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bizde çalışmamızda biber fusarium hastalığı ve biber su stresi durumlarının tespit edilebilmesi için, spektroradyometre cihazı kullanarak biber yapraklarından yansımalar elde ettik. Yapılan çalışmada kullanılan biber yapraklarına ait durum tespiti iki evreden oluşmuştur. Birinci evrede öznitelik vektörleri oluşturulmuş, ikinci evrede ise verilere ait öznitelik vektörlerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Öznitelik yöntemi olarak Dalgacık Dönüşümü (DD) çeşitlerinden, Symlets5 (sym5), Daubiches2 (dB2) ve Haar yöntemleri kullanılmış. İstatistiksel değerler olarak; maximum, minimum, ortalama, standart sapma, mod, çarpıklık basıklık gibi değerler kullanılmıştır. Sınıflandırma yöntemleri olarak da; Naive Bayes (NB), K en yakın komşuluk (K-NN) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında spektroradyometre cihazı kullanılarak elde edilen isotlara ait yansımalardan birinci uygulama için hastalıklı ve sağlıklı, ikinci uygulama için ise su stresine karşı gösterilen tepkilerin karşılaştırılmaları yapılmıştır. Çalışmada yapılan işlem basamağı kısaca özetlenecek olursa, spektroradyometre cihazından elde edilen yansımalar uygun formata dönüştürüldükten sonra matlab programı kullanılarak bilgisayar ortamında grupların kendi aralarında karşılaştırılmaları yapılmıştır. Elde edilen yansımalar incelendiğinde çok bariz farklılıklar ayrıştırılamayabilir. Fakat Uzmanlar tecrübeleri ile veya laboratuvar sonuçlarına göre karar verebilirken, yapılan çalışmada bu karar verme süreci bazı öznitelik çıkarma yöntemleri ve birkaç sınıflandırma yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

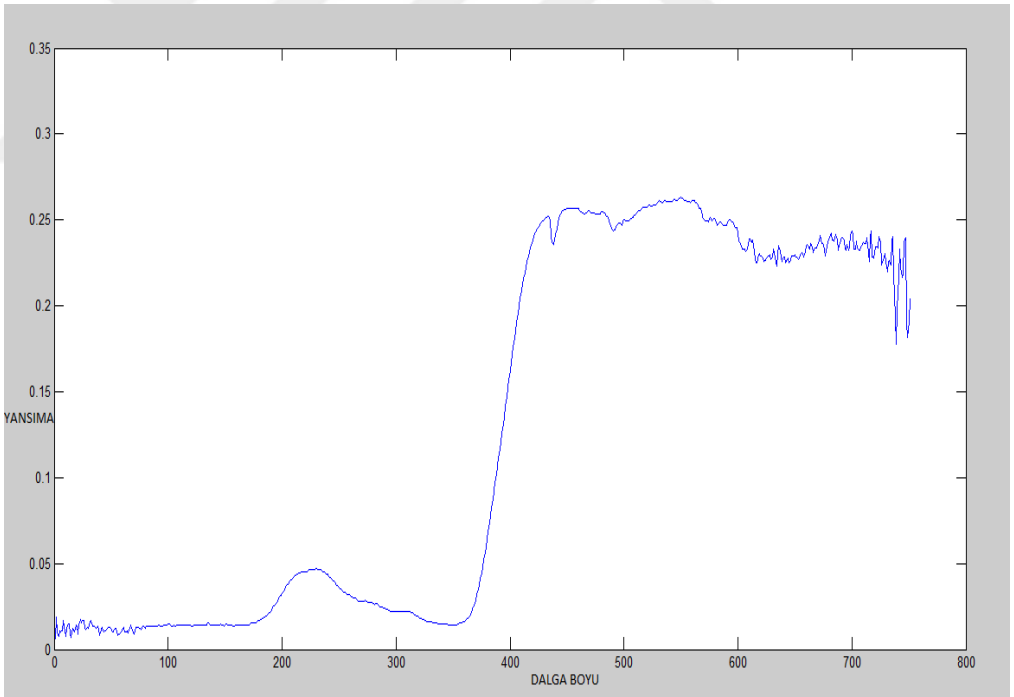
3.2. Dataların Elde Edilmesi

Yapılan çalışma kapsamında spektroradyometre cihazı ile ilgili araştırma yapılmış ve cihazın yapılacak çalışmaya uygun olduğuna karar verilmiştir. Cihaz temin aşamasında iki cihaza ulaşılmış ve iki cihazlardan da bitkilerin yansıma değerleri alınmıştır.

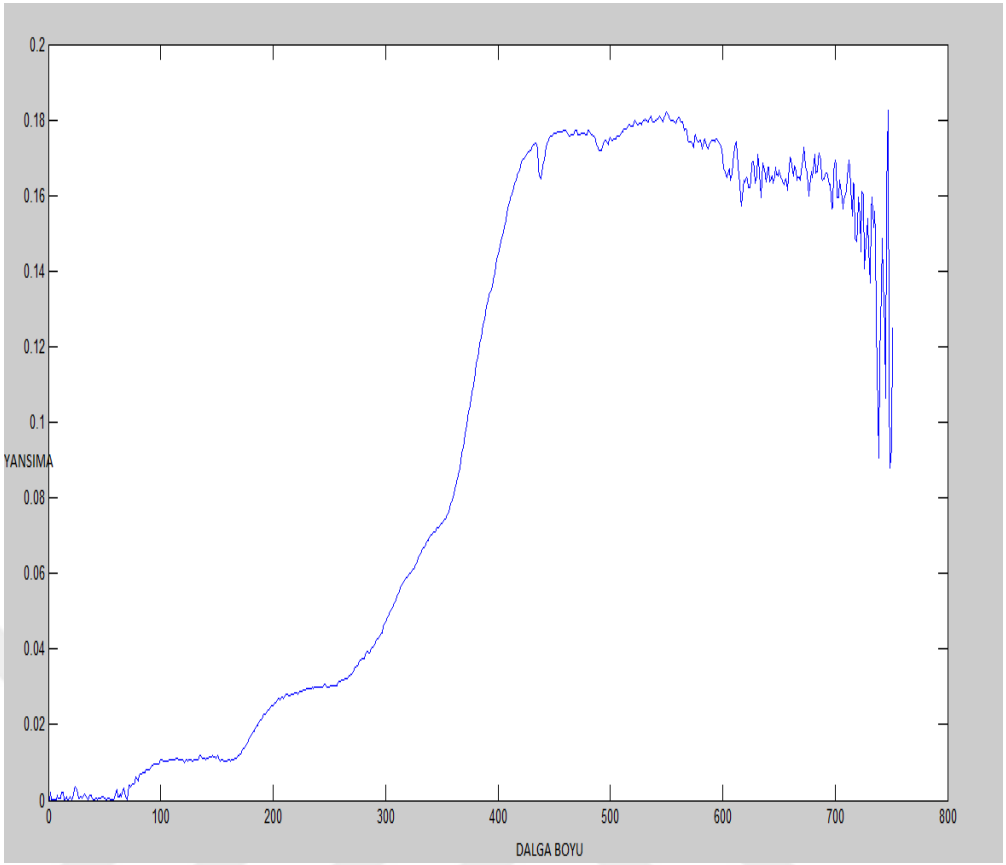
Bitkilerden yansıma değerleri alınırken; ilk önce aynı bitkinin çiçek ve yaprağının spektral yansımaları alınıp, kendi aralarında karşılaştırmaları yapılmıştır. Şekil 3.1.'de aynı bitkiye ait yaprak ve çiçeğin görüntüsüne yer verilmiş ve hemen sonrasındaki iki görüntüde de yaprak ve çiçeklerin spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansıma değerlerine ait grafiklere yer verilmiştir.(Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.)



Şekil 3.1. Bitki yaprak ve çiçek görüntüsü



Şekil 3.2. Bitki yaprağına ait yansıma değerleri



Şekil 3.3. Bitki çiçeğine ait yansıma değerleri

Cihazın kullanımın öğrenmek ve hassasiyetini kavrayabilmek için ve başarı sonuçlarının karşılaştırmasını yapabilmek adına birçok deneme yapılmıştır. Örnek olarak farklı arazi özelliklerine sahip buğday, pamuk, mısır, patlıcan, aspir, kimyon gibi meyve ve bitki yapraklarının spektral yansımaları alınmıştır. Elde edilen yansımalara matlab programı yardımıyla sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Sınıflandırma karşılaştırmasında önce iki farklı bitkinin karşılaştırılması, daha sonra da aynı bitkinin farklı arazi özelliklerinden kaynaklanan farklılıkların saptanıp saptanamayacağına bakılmıştır.

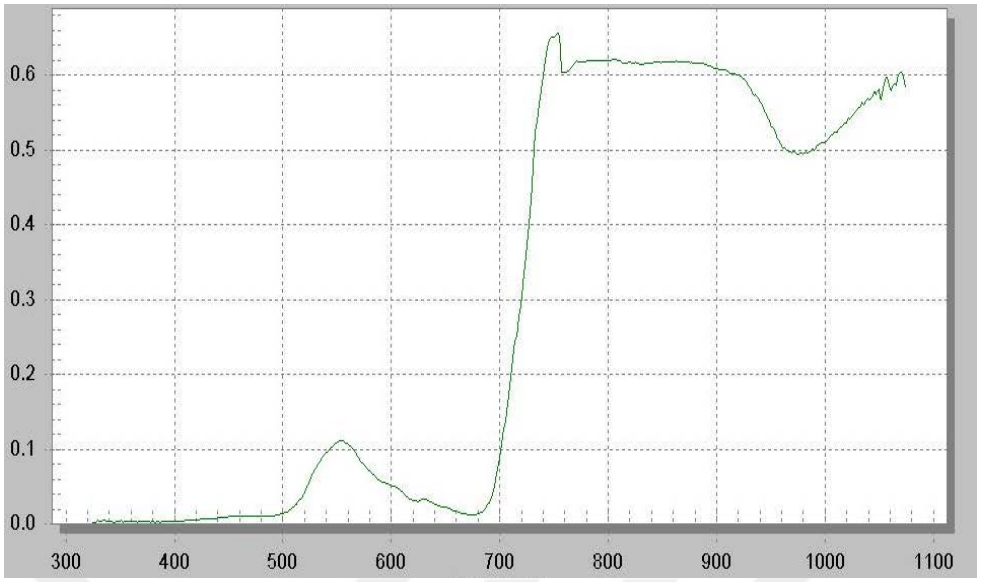
Ayrıca GAPTEAM kurumunda, Şanlıurfa'da yetiştirilen bitkilere ait spektral yansımaların data bankasının olduğu tespit edilmiş. Aynı şekilde kurumdaki yansımalarda alınarak matlab programı yardımıyla öznitelik çıkarma ve sınıflandırma yöntemleri kullanarak karşılaştırmaları yapılmıştır.

GAPTEAM kurumunun yaptığı çalışmada; pamuk, nohut, mercimek, aspir, kimyon, buğday, arpa, soya, kanola, mısır ve fiğ bitkilerinden spektral yansımalar alınmıştır. Şanlıurfa'da ekilen bitkiler fieldspec handheldpro spektroradyometresi kullanılarak 1 derece ve 10 derece fov mercekleri ile 50 cm ve 100 cm'den yükseklikten nadir açıdan spektral yansımaları alınmıştır. Ayrıca aynı yükseklik ve açıdan bitkiler fotoğraflanmıştır. Ölçüm yapılan zamana ait iklim verileri de kaydedilmiştir.

Farklı bitki yapraklarına ait yansımalara örnekler verilecek olunur ise; Şekil 3.4.'de aspir bitkisine ait yaprakların görüntüsü verilmiştir. Bir sonraki görüntü (Şekil 3.5.) de ise aspir'in spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansıma değerlerine ait grafik yer almıştır.



Şekil 3.4. Aspir'e ait görüntü

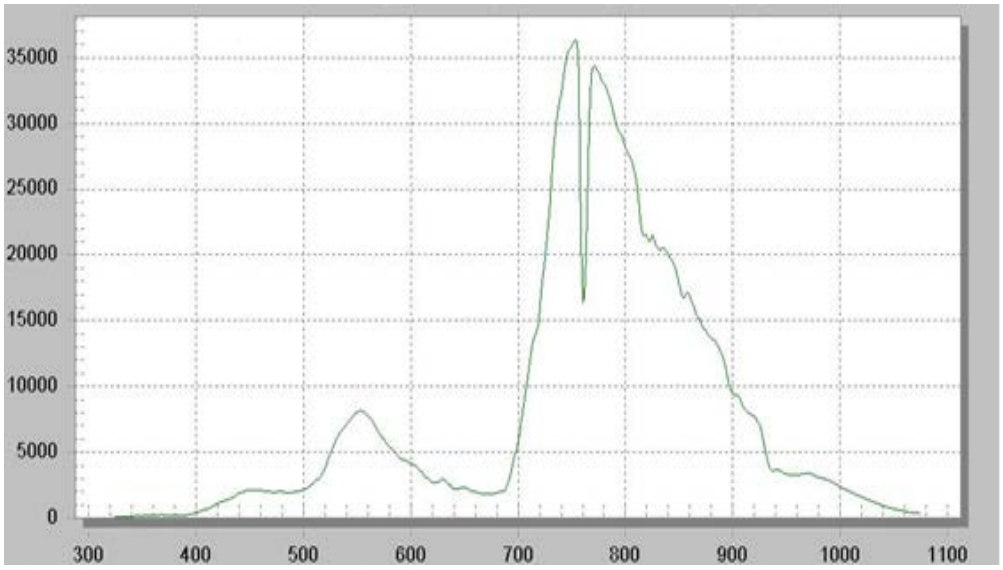


Şekil 3.5 Apir'e ait yansıma değerleri

Şekil 3.6.'da buğday'a ait yaprakların görüntüsü ve spektroradyometre cihazı ile verilerin elde ediliş şekli verilmiştir. Bir sonraki görüntü (Şekil 3.7.) de ise buğday bitkisinin spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansıma değerlerine ait grafik yer almıştır.



Şekil 3.6. Buğday görüntüsü ve spektral yansımanın alınması

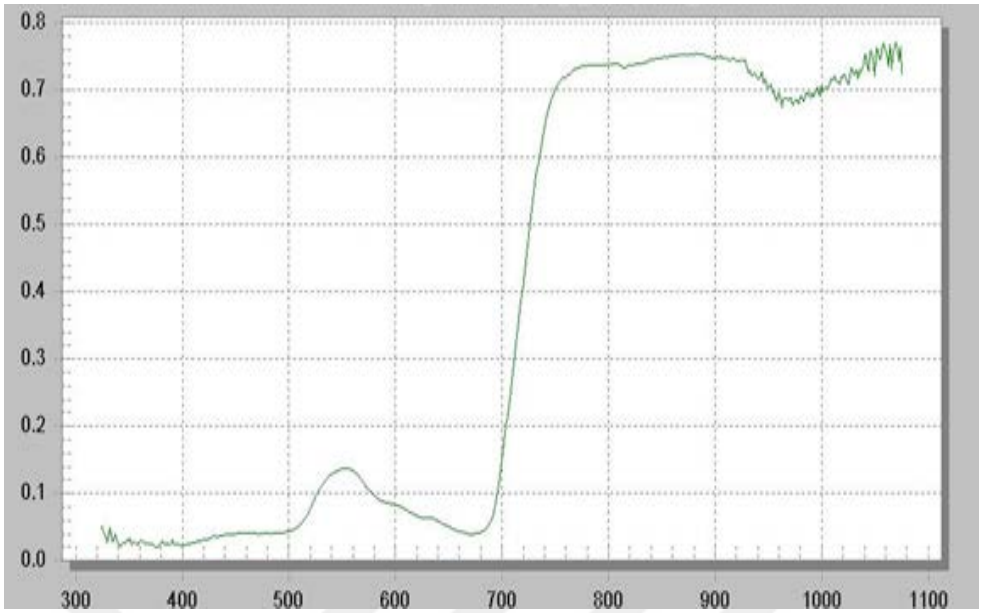


Şekil 3.7. Buğday'a ait yansıma değerleri

Şekil 3.8.'de pamuk'a ait yaprakların görüntüsü ve spektroradyometre cihazı ile verilerin elde ediliş şekli verilmiştir. Bir sonraki görüntü (Şekil 3.9.) da ise pamuk'un spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansıma değerlerine ait grafik yer almıştır.



Şekil 3.8. Pamuk görüntüsü ve spektral yansımanın alınması



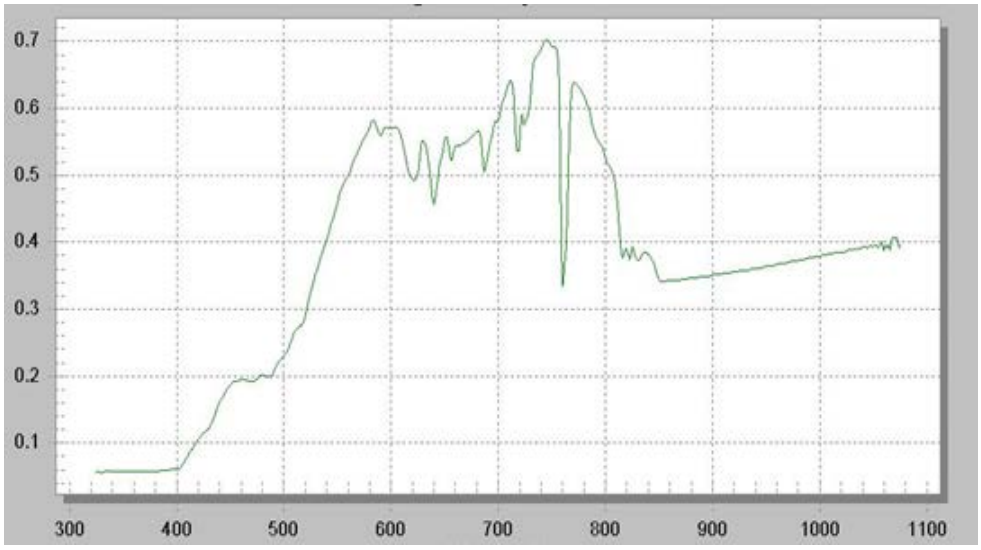
Şekil 3.9. Pamuk'a ait yansıma değerleri

Şekil 3.10.'da mısır bitkisine ait yaprakların görüntüsüne yer verilmiştir.



Şekil 3.10. Mısır'a ait görüntü

Aynı şekilde Şekil 3.11.'de ise mısır'ın spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansıma değerlerine ait grafik yer almıştır.

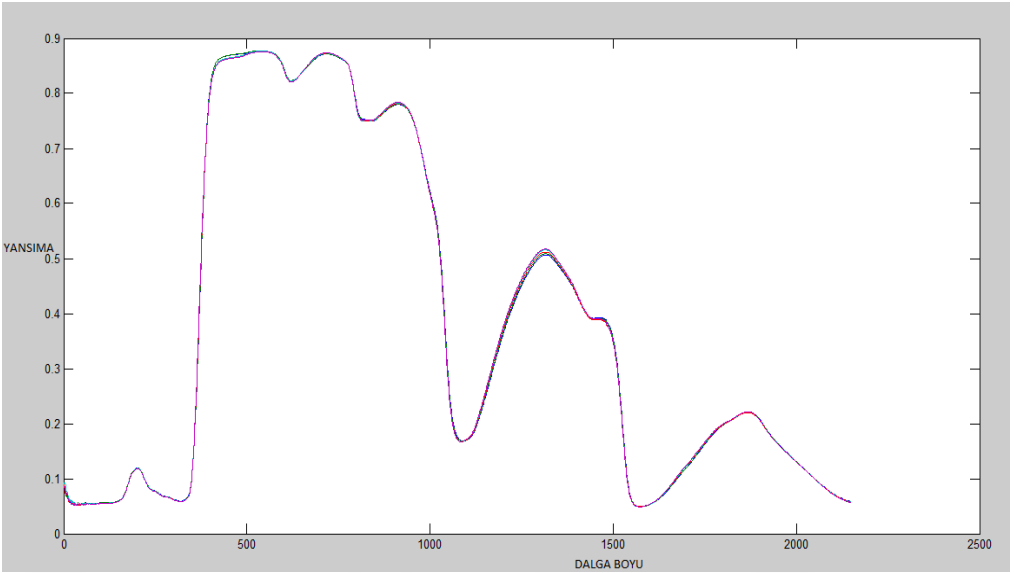


Şekil 3.11. Mısır'a ait yansıma değerleri

Şekil 3.12.'de patlıcan'a ait yaprak ve çiçeğin görüntüsüne yer verilmiş ve bir sonraki görüntü (Şekil 3.13.) de ise patlıcanın spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansıma değerlerine ait grafik yer almıştır.



Şekil 3.12. Patlıcan'a ait yaprak ve çiçeğin görüntüsü



Şekil 3.13. Patlıcan'a ait yansıma değerleri

Spektroradyometre cihazı ile elde edilen farklı bitkilerin 300 nm ile 2500 nm arası yapılan ölçümlerin yansıma değerlerine göre farklı istatistiksel değerlere sahip oldukları görülmüştür. Çizelge 3.1.'de farklı bitkilerin istatistiksel değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Farklı bitki ve meyvelere ait istatistiksel değerler

	Ortalama	Min.	Max.	Standart Sapma
Bugday	1.91969E+14	114	9.63304E+14	2.10234E+14
Aspir	4.39583E+12	1.59163E+12	9.9374E+12	2.18736E+12
Pamuk	4.96688E+12	2.42266E+12	9.94449E+12	1.97869E+12
Soya	4.70197E+12	1.40588E+12	9.95835E+12	2.26248E+12
Mısır	8.75376E+13	1373	9.87519E+14	1.82482E+14
Domates	2.39477E+12	64319409430	9.95252E+12	1.58244E+12
Patlıcan	5.73801E+12	2.901.843.257.782	9.98787E+12	1.75901E+12

Bitki yansımaları ve kullanılacak cihazlar hakkında bilgi edindikten sonra kullanılacak cihaz modeli ve tezde kullanılacak bitki/meyve ye karar verilmiştir.

Tezde kullanılmak üzere biber'a ait iki farklı uygulama değerlendirmeye alınmış; birinci uygulamada biber'a ait hastalıklı ve sağlıklı durum tespiti, ikinci uygulamada ise, biber su stresine maruz bırakılıp tepkisi karşılaştırılmıştır.

Birinci uygulama için Şanlıurfa GAPTEAM kurumunda, fiziksel şartlar ve ortam koşullarının eşit olduğu kapalı bir alanda isot'a ait dört durum oluşturulmuştur.

Birinci durum, Negatif kontrol grubu zararlı ve faydalı fungus içermemektedir (H-M-). Şekil 3.14.'de birinci gruba ait bitkilerin saksıları gösterilmiştir. Bu grup bizim sağlıklı tabir ettiğimiz herhangi bir maddeye maruz bırakılmamış isot'dan oluşmuştur.



Şekil 3.14. Birinci gruba ait bitkilerin saksıları

İkinci durum, Pozitif kontrol grubu zararlı Fungus içermekte, faydalı fungus içermemektedir (H+M-). Bu grup, fusarium hastalığı bulunan isot'dan oluşmuştur.

Üçüncü durum, zararlı fungus içermemekte, faydalı fungus içermektedir (H-M+). Bu grupta yer alan isot'da hastalık yok, fakat bitkiye olumlu yönde etkisi olan mukorizal fungus maddesi bulunmaktadır.

Dördüncü ve son durum da ise isot zararlı ve faydalı fungus içermektedir (H+M+). Bu grupta yer alan isotlarda ise her iki maddeden de bulunmaktadır.

Tez çalışmasında birinci uygulama için kullanılan isot, Şanlıurfa GAPTEAM kurumunda, fiziksel şartlar ve ortam koşullarının eşit olduğu kapalı bir alanda yetiştirilmiştir. Şekil 3.15.'de birinci uygulamada kullanılacak olan isot dört grubunun (sağlıklı - hastalıklı - yalnızca faydalı funguslu – hastalıklı ve faydalı funguslu) yetiştirildiği ortam gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Birinci işlem için bitki büyütme odasında yetiştirilen isot çeşitleri

İsot'dan spektroradyometre cihazı ile ölçüm yapma işlemi isotların yetiştirildiği ortamda yapıldı. Şekil 3.16.'da ölçüm yapma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Spektroradyometre cihazı ile isot'dan yansıma alma işlemi

Bitkilerden/meyvelerden yansımalar alınırken yapraklar dallarda veya koparılarak çok kısa süre içinde alınır. Yapraklar spektroradyometre cihazı için özel olarak tasarlanmış bitki probuna yerleştirilerek yansıma değerleri ölçülür. Şekil 3.17.'de isot'a ait yaprağının spektroradyometre cihazı bitki probuna yerleştirilerek ölçüm yapılması gösterilmiştir.



Şekil 3.17. Spektroradyometre cihazı bitki probu ile isot yapraklarından spektral yansıma alma işlemi

Tezde kullanılan isot'un ikinci uygulamada kullanılmak üzere elde edilen spektral yansımaları, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümüne ait Eyyübiye yerleşkesindeki seralardan elde edilmiştir. Şekil 3.18.'de su stresine maruz bırakılmış isotların yetiştirildiği ortam verilmiştir.



Şekil 3.18. Su stresine maruz bırakılmış isot çeşitlerinin yetiştirildikleri seralar

Tezde kullanılacak ikinci uygulama için elde edilen yansımalar, üç farklı grup ve iki farklı toprakta yetiştirilmiş isot'dan oluşmuştur. Toprak farklılıklarına ilaveten aynı toprak için suyu daha fazla tutabilme özelliğine sahip waterped kullanarak farklı bir grup daha oluşturulmuştur. Şekil 3.19.'da isot'dan örneklere yer verilmiştir.



Şekil 3.19. Su stresine maruz bırakılmış isot'dan görüntüler

Su stresine maruz bırakılmış isot'a ait elde edilen gruplar kısaca özetlenecek olunursa;

Toprak olarak perlit kullanılarak yetiştirilen isot, kullanılan su oranına göre üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup isot'a % 100 su verilmiş, ikinci grup isot'a % 75 su verilmiş ve son olarak üçüncü grupta isot'a % 50 su verilmiştir.

Aynı şekilde suyu daha fazla tutabilme özelliğinden dolayı perlit ile birlikte waterped kullanılarak isot için tekrar üç grup oluşturulmuştur. Birinci grup isot'a % 100 su verilmiş, ikinci grup isot'a % 75 su verilmiş ve son olarak üçüncü grupta isot'a % 50 su verilmiştir.

Toprak olarak cocopeat kullanılarak yetiştirilen isot, kullanılan su oranına göre üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup isot'a % 100 su verilmiş, ikinci grup isot'a % 75 su verilmiş ve son olarak üçüncü grupta isot'a % 50 su verilmiştir.

Aynı şekilde suyu daha fazla tutabilme özelliğinden dolayı cocopeat ile birlikte waterped kullanılarak biber için tekrar üç grup oluşturulmuştur. Birinci grup isot'a % 100 su verilmiş, ikinci grup isot'a % 75 su verilmiş ve son olarak üçüncü grupta isot'a % 50 su verilmiştir.

Ölçüm esnasında isot'a ait yapraklar dalından koparılmadan direk bitki probuna yerleştirilerek alınmıştır. Ayrıca herhangi bir farklılık gözlemlenebilir mi diye yapraklar dallarından koparılarak ölçümler yapılmıştır. Şekil 3.20. ve Şekil 3.21.'de isot'a ait yaprakların bitki probuna yerleştirilip ölçüm yapılışına yer verilmiştir.



Şekil 3.20. İsot yaprağının bitki probuna yerleştirilmesi



Şekil 3.21. Ölçüm esnasında biber yaprağının bitki probuna yerleştirilerek ölçüm yapılması

3.3. Yöntem

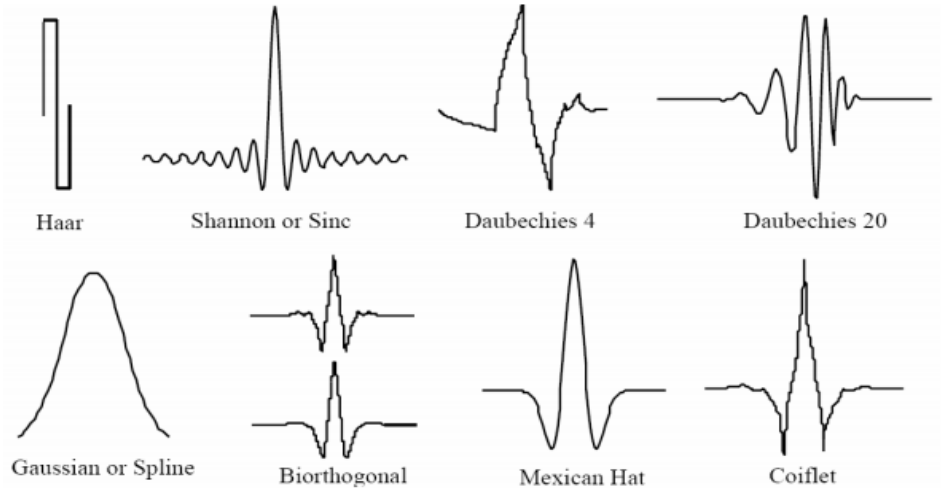
Elde edilen biber yapraklarının yansımaları, Dalgacık Dönüşümü (DD), Yapay Sinir Ağları (YSA), K-en yakın komşu algoritması (kNN), Naive Bayes, Çapraz Doğrulama gibi yöntemler ve standart sapma, aritmetik ortalama, maximum, minimum, çarpıklık, basıklık gibi bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Dalgacık Dönüşümü (DD)

Elde edilen verilerin öznitelik vektörünün oluşturulması için dalgacık dönüşümü yöntemleri kullanılmıştır. Dalgacık dönüşümü değişken boyutlu alanlarda bölütleme yöntemidir. Alçak frekans bilgisini uzun zaman aralığında, yüksek frekans bilgilerini ise kısa zaman aralığında belirlemeye yardımcı olur(Şekil 3.23.) (Graps, 2006). Birçok dalgacık çeşidi vardır. Çizelge 3.2.'de bir kısmı gösterilmiştir. Şekil 3.22.'de ise dalgacık çeşitlerinin grafiksel gösterilişine yer verilmiştir (Fugal, 2009).

Çizelge 3.2. Dalgacık dönüşüm yöntemlerinden bir kısmı

Haar	Coiflet	Meksika Şapkası
Symlet	Shannon	Morlet
Gaussian	Meyer	Biortogonal
Daubechies	Spline	Ters Biortogonal



Şekil 3.22.Bazı dalgacık türlerinin gösterilimi

Nümerik işaret işleme ve durağan olmayan işaretler üzerine dalgacık temelli işaret analizinin birçok uygulama imkânı vardır. Dalgacık dönüşümü değişik frekanslarda durağan olmayan zaman serisi işaretlerinin analizinde kullanılabilir. DD tekniği, durağan ya da durağan olmayan işaretlerin zaman ölçek analizi için imkân sağlar. DD tekniğinde temel dalgacıklar kullanılır. Dalgacıklar sonlu süreli olduklarından, yerel işaret özelliklerinin analizine imkân sağlarlar. Dalgacık dönüşümleri tüm işaret frekans zaman bilgilerini korurlar. Bu yüzden durağan olmayan gerçek doğal işaretlerin dalgacık temelli yöntemler ile işlenmesi geleneksel yöntemlerden daha iyi sonuçlar verirler. Sürekli dalgacık dönüşümü önemli bilgiler üretir, fakat fazla miktarda hesaplama ve dönüşüm yaptığı için kompleks hesaplamalara yol açmaktadır. (Falamarzi ve ark., 2014).

Sürekli dalgacık dönüşümü fonksiyonunun temel niteliklerini temsil eden bir kısım örnekler alınırsa, ayrık dalgacık dönüşümü elde edilir. Sürekli dalgacık formülünde kaydırma ve ölçek parametreleri u=n ve $a=2^m$. 2^m=n.a ile ayrık dalgacık işlemi (3.1) eşitliğinde verilmektedir.

$$DD(j,k) = \sum_j \sum_k x(n) 2^{-m/2} \psi\,(2^{-m} n - k) \tag{3.1}$$

İşareti diğer frekans aralıklarına ayrıştırmak için, işaretin peşpeşe yüksek ve alçak geçiren filtrelerden geçirilmesi gerekir. İşaret, önce yarım bantlı yüksek geçiren filtreden ve ardından alçak geçiren filtreden geçirilir.

Bu süreçte kullanılan filtrelerin matematiksel ifadeleri eşitlik (3.2)'de verilmiştir.

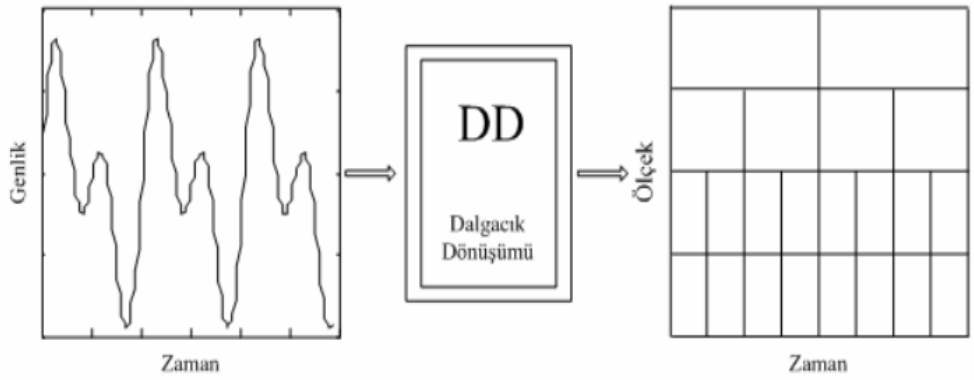
$$g(k) = \sum_n x(t) g[2k - t]$$

$$h(k) = \sum_n x(t) h[2k - t] \tag{3.2}$$

x(t) : İşaret

g(k) : Yarım bantlı yüksek geçiren filtre

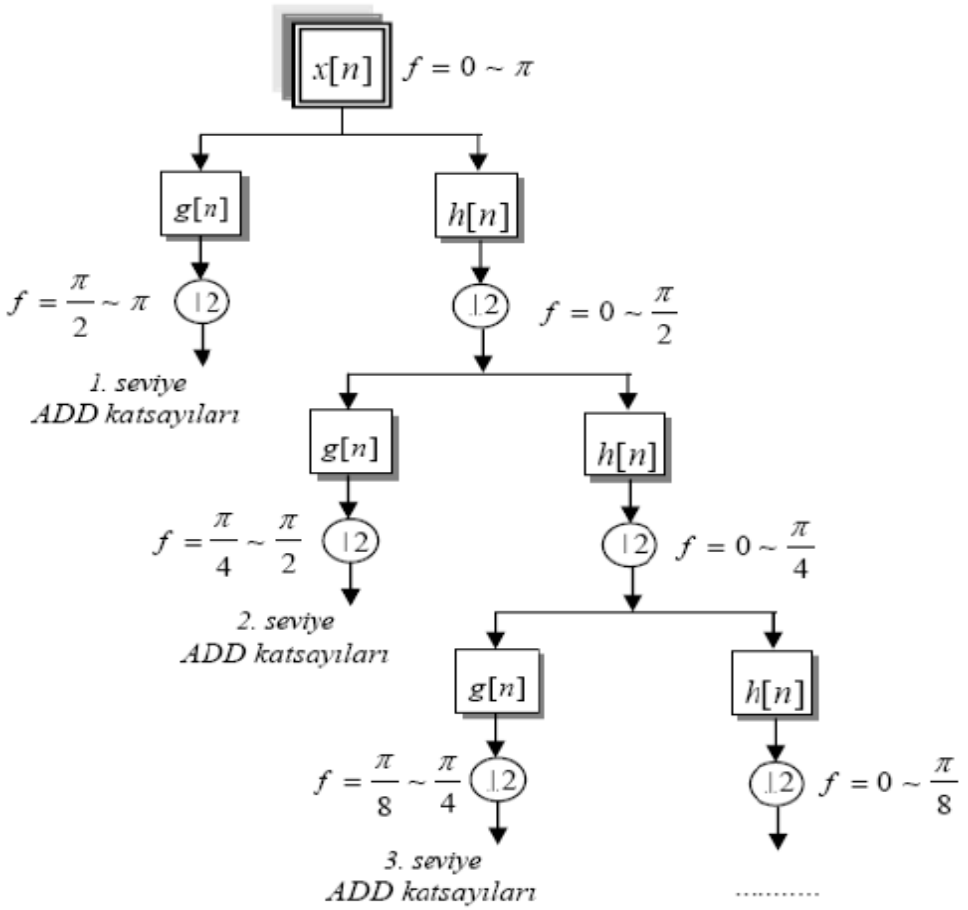
h(k) : Alçak geçiren filtre



Şekil 3.23. Dalgacık Analizin Çalışma Mantığı

Ayrık dalgacık dönüşümüyle işaret, yüksek ve alçak frekans bileşenlerine ayrıştırılır. Bu bileşenler approximations (yaklaşım) ve details (detay) bileşenleri olarak adlandırılır. Yaklaşım bileşeni yüksek ölçek değerlerine sahip olmasına rağmen işaretin alçak frekans değerleri ile gösterilir. Detay bileşenleriyse işaretin

düşük değerlerine sahip olmasına rağmen yüksek frekans değerlerini gösterir. (Şekil 3.24.) (Hariharan ve ark., 2013).

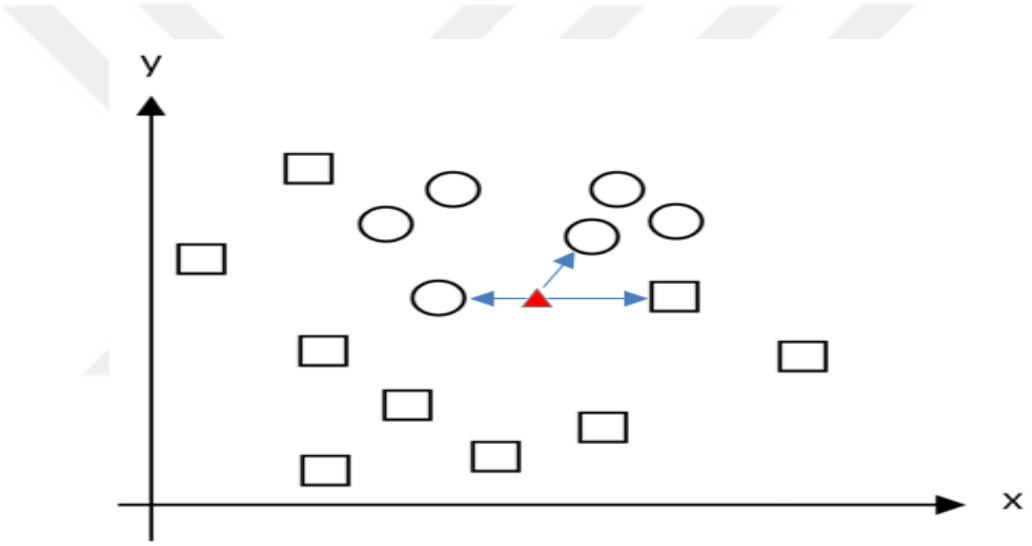


Şekil 3.24. Dalgacık Dönüşümü seviyesi değişimine göre, detay ve yaklaşım katsayılarının değişimini gösteren blok diyagram

3.3.2. K en Yakın Komşu Algoritması (KNN)

K en yakın komşu algoritması, örnek tabanlı ve eğiticili bir sınıflandırma algoritmasıdır. Diğer yöntemlerle kıyaslandığında uygulaması daha kolaydır. Bu tip algoritmalarda eğitime ihtiyaç yoktur. KNN, örüntü tanıma sistemleri, genetik ve biyo-enformatiğin birçok alanında, veri madenciliğinde, bilgi güvenliğinin sağlanmasında, saldırı tespit sistemleri gibi birçok benzeri sistemde kullanılmaktadır (Pilavcılar, 2007).

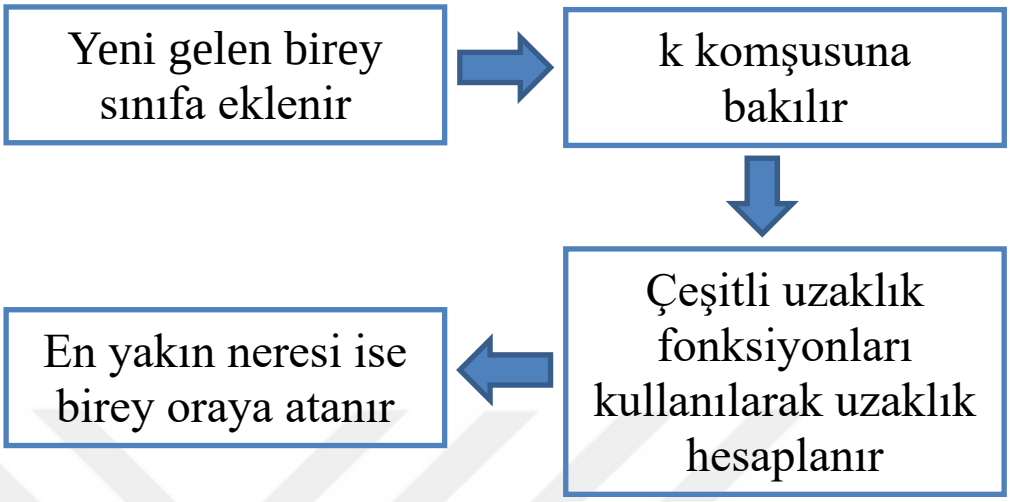
KNN'de sınıflandırılma işlemi, sınıfı bilinen değerler kullanılarak yapılmaktadır. Test edilen örnek, eğitilmiş kümedeki diğer örnekler ile teker teker işleme alınır. Test edilmek istenen örneğin hangi sınıfta olduğunu tespit etmek için eğitim kümesindeki o örneğe en yakın k tane örnek seçilir, O örneklerden oluşan kümede hangi sınıfa ait daha çok örnek var ise test edilen örnek o sınıfa aittir denilir. Öklit uzaklığı ile örnekler arası uzaklıklar bulunur. Bu yöntem ile hesaplanan tüm uzaklık değerleri sıralanır. k sayısına bağlı olarak sıralı değerler içinden en küçük k tanesi belirlenir. Böylece test edilen örnek için en yakın k tane komşu örnek seçilmiş olur. Test edilen örnek sınıflandırılması için bulunan k tane komşunun sınıf grupları kullanılır (Pilavcılar, 2007).



Şekil 3.25. kNN çalışma şeması

Sınıf grupları "○" ve "□" olarak belirlenir ise; test edilen örnek ile eğitim örnekleri arasındaki uzaklık hesaplandıktan sonra, k tane en yakın örneğin sınıf gruplarına bakılır. Sınıf grubu "○" olanlar "□" olanlardan fazla ise test örneğinin sınıfı "○" dır. Sınıf grubu "□" olanlar "○" olanlardan fazla ise "□" olarak sınıflandırılır. Test sınıfına karar verilmesi anında k değerini seçmek için iki durum yaşanabilir. İlk durumda k değeri tek sayı seçilerek "○" ve "□" örneklerin sayısının eşit çıkması önlenir. k değeri çift sayı seçilir ise k tane örnek için her bir sınıfa ait örnekler kendi aralarında toplanarak ortalamaları bulunur. Ortalaması en küçük olan sınıf, test edilen örneğe daha yakın olduğu için test örneğinin sınıfı en küçük ortalamaya sahip olan sınıf olur. Bu algoritma için sınıf sayısında bir kısıtlama

yoktur. İstenilen kadar sınıf belirleyerek sınıflandırma işlemi yapılabilir. KNN algoritmasında izlenen akış şeması Şekil 3.26.'da belirtilmiştir.



Şekil 3.26. kNN algoritmasının akış şeması

KNN yöntemi için kullanılan uzaklık fonksiyonları; Minkowski Uzaklık Fonksiyonu, Manhattan Uzaklık Fonksiyonu, Öklid Uzaklık Fonksiyonudur. KNN yönteminde kullanılan komşuluk yaklaşımının avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar;

KNN sınıflandırma yönteminin avantajları, uygulanabilirliğinin basit olması, eğitim örüntü sayısının fazla olması ve gürültülü eğitim dokümanlarına karşı dayanıklı olması olarak sayılabilir.

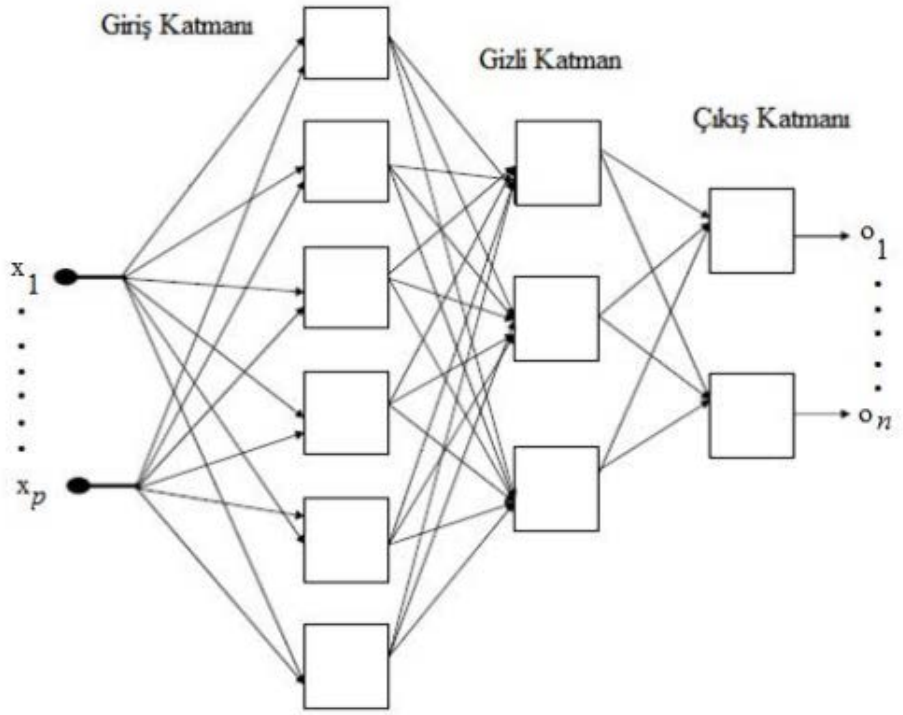
Dezavantajları ise uzaklığa dayalı öğrenme algoritması, en iyi sonuca ulaşmak için, hangi özelliğin ve hangi uzaklık tipinin kullanılacağı konusunda net değildir. Hesaplama maliyeti ciddi oranda yüksektir, çünkü her bir sorgu örneği için tüm eğitim örneklerine olan uzaklığını hesaplaması gerekir. En yakın komşuluk ilkesine dayanır. k tane parametreye ihtiyaç duyar (Pilavcılar, 2007).

3.3.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay Sinir Ağları, herhangi bir programcının klasik yöntemlerine gereksinim duymadan kendiliğinden öğrenebilen bilgisayar sistemleridir. Öğrenme ile birlikte veriler arasında ilişki kurma ve ezber yapabilir. Geleneksel yöntemler bu yeteneklere sahip olmadıkları için, YSA, klasik yöntemlerle hesaplanması zor olan durumlar için geliştirilmiştir. YSA, insan beyninden ilham alınarak tasarlandığı için insan beynindeki sinir hücrelerine benzeyen yapay sinir hücrelerinden meydana gelmiştir ve bu hücrelerin birbirine bağlanması ile oluşur (Öztemel, 2006), (Elmas, 2003).

Doğrusal olmayan formlarda da YSA, tek ya da çoklu giriş ve çıkış parametreleri arasında bağlantı kurabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı; mühendislik, tıp, tıbbi tanı koyma, tıbbi görüntü işleme, imalat, tarımsal alan, biyomedikal ve askeri uygulamalar gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Filiz, 2013).

Yapay sinir hücreleri birbirlerine bağlı yapay sinir ağından meydana gelir. Genel olarak ileri beslemeli bir ağda üç katman vardır; giriş, çıkış ve gizli katman. Gizli katman sayısı ihtiyaç halinde arttırılabilir. Şekil 3.27'de örnek bir ağ gösterilmektedir. Verilerin ağa girildiği katman giriş katmanıdır. Veriler herhangi bir işleme tabi tutulmadan bir sonraki gizli katmana gönderilir. Gizli katman, giriş katmanındaki veriyi uygun fonksiyonla işleyerek sonrasındaki katmana gönderme işini yapar. Gizli katmandan alınan veri, ağın kullandığı fonksiyonda işlenerek çıktıyı oluşturur.



Şekil 3.27.YSA çalışma şeması

Öğrenme biyolojik sistemlerde nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların ayarlanmasıyla gerçekleştirilir. Öğrenme işlemi ise YSA için eğitme aracılığı ile örnekler kullanılarak yapılır. Girdi ve çıktı işlenerek eğitim işleminde nöronların ağırlıkları değiştirilir. Hata, belirlenen bir eşik değerinin altına düşüne kadar bu işlem tekrarlanarak devam ettirilir. (Şekil 3.27.) YSA'lar, ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış birçok işlem nöronlarından oluşan matematiksel sistemlerdir. Bir işlem birimi, transfer fonksiyonu olarak tanımlanan bir denklemdir. Bu işlem birimi, diğer nöronlardan sinyalleri alıp, bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır. Genellikle, işlem birimleri kabaca gerçek nöronlara karşılık gelirler ve bir ağ içinde birbirlerine bağlanırlar. Bahsedilen bu yapı YSA nın ağlarını oluşturur. Birbirinden farklı birçok YSA modeli vardır.

Yapılarına göre YSA;

- İleri Beslemeli Ağlar (Radyal Tabanlı Fonksiyon Sinir Ağları, Tek Katmanlı Ağlar, Çok Katmanlı Ağlar)
- Geri Beslemeli Ağlar (Rekabetçi Ağlar, Kohenen Ağı, ART Modeli, Hopfield Ağı)

Öğrenme tekniklerine göre YSA;

- Danışmalı Öğrenme (Perceptron, Geri Yayılım Ağı, Çok Katmanlı Perceptron, İşlevsel Bağ Ağı, Daha Yüksek Düzeyli Sinir Ağı)
- Danışmasız Öğrenme (Hopfield Ağı, Uyarlanır Rezonans Ağı, Olasılıksal Sinir Ağı, Öz örgütlemeli Harita Ağı, Hamming Ağı, , Boltzmann Makinesi, Geri yayma İçine Öz örgütlemeli Harita Ağı, Yığın Ağı, İki Yönlü Çağrışım Belleği, Rekabetçi Öğrenme Ağları, Karşı Yayma Ağı, Öğrenme Vektör Nicelendirmesi)

YSA uygulama alanları;

Tahmin; ÇKA (Ağın girdilerinden bir çıktı değeri tahmin edilmesi)

Sınıflandırma; LVQ, ART ve Olasılık Sinir Ağları (Girdilerin hangi sınıfa ait olduklarının belirlenmesi

Veri ilişkilendirme; Hopfield, Boltzmann Makinesi ve İki Yönlü Çağrışım Belleği (Girdi içerisindeki hatalı bilgilerin bulunup, eksik bilgilerin tamamlanması)

3.3.4. Naive Bayes (NB)

Naive Bayes sınıflandırıcılar, bayes olasılık kuralı temeline dayanan sınıflandırma algoritmalarıdır. Elde edilen verilere göre hipotezin doğru olma olasılığına göre davranır. Gelen veriye göre maksimum olasılığa sahip hipotez seçilir. Tüm nitelikler aynı oranda ehemmiyetli ve birbirinden bağımsızdır. NB sınıflandırıcılar, bilinen bir sınıf için terim olasılıklarının hesaplanma tekniğine göre multinominal (çok terimli) ve multivariate (çok değişkenli) olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Çok değişkenli tekniklerde terimlerin yalnızca var olup olmadıklarına bakılırken, çok terimli teknikte terimlerin geçiş sayıları dikkate alınır (Kaya, 2014).

NB sınıflandırıcısı, bayes teoreminin bağımsızlık önermesiyle basitleştirilmiş halidir. Aşağıdaki denklemle (3.3) bayes teoremi ifade edilir;

$$P(x|y) = (P(y|x)P(x))/P(y) \quad (3.3)$$

P(x|y): y olayı gerçekleştiği durumda x olayının meydana gelme olasılığıdır.

P(y|x): x olayı gerçekleştiği durumda y olayının meydana gelme olasılığıdır.

P(x), P(y): x ve y olaylarının önsel olasılıklarıdır.

Burada önsel olasılık, bayes teoremine öznellik katar. Başka bir ifadeyle örneğin P(x) henüz elde veri toplanmadan x olayı hakkında sahip olunan bilgidir. Başka bir yönden P(y|x) ardıl olasılıktır. Çünkü veri toplandıktan sonra, x olayının gerçekleşmiş olduğu durumlarda y olayının gerçekleşme olasılığı hakkında bilgi verir (Kaya, 2014).

3.3.5. İstatistik

İstatistik, belli bir amaç için veri toplama, toplanan verileri tablo ve grafiklerle özetleme, sonuçları yorumlama, sonuçların güven derecelerini açıklama, örneklerden elde edilen sonuçları genelleme, özellikler arası ilişkiyi araştırma, farklı konularda geleceğe ait tahminde bulunma, deney ve gözlem ilkelerini kapsayan bir bilimdir.

3.3.5.1. Standart Sapma

İki veri grubunun aritmetik ortalamaları eşit veya birbirine yakın ise veri gruplarında yer alan çok büyük ve çok küçük değerler, verilerin dağılımını etkiler. Bu durumda verilerin düzgün bir dağılım gösterdiğini anlamak için çeyrekler açıklık, açıklık gibi merkezi yayılma ölçülerine bakılır. Çeyrekler açıklığı ve açıklık değerleri veri gruplarının alt ve üst kısımlarında yer alan ve verilerin yayılımını etkileyen değerler hakkında yeterince bilgi vermeyebilir. Bu durumda standart sapma hesaplanır. Kısaca, standart sapma verilerin aritmetik ortalamaya göre nasıl bir yayılım gösterdiğini açıklar.

Standart sapma uygulama adımları aşağıdaki gibi olur;

1- İlk önce verilerin aritmetik ortalaması hesaplanır.

2- Her bir veri ve aritmetik ortalama arasındaki fark hesaplanır.

3- Hesaplanan farkların her birinin karesi alınarak, elde edilen sayılar toplanır.

4- Elde edilen toplam, veri sayısının 1 eksiğine bölünerek bölümün karekökü hesaplanır.

Standart sapma (3.4.) formülü ile hesaplanır.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{N-1}} \qquad (3.4)$$

S : Standart Sapma

N : Dizinin Eleman Sayısı

x_i : Dizinin x. Elemanı

x: Dizideki Sayıların Aritmetik Ortalaması

3.3.5.2. Aritmetik Ortalama

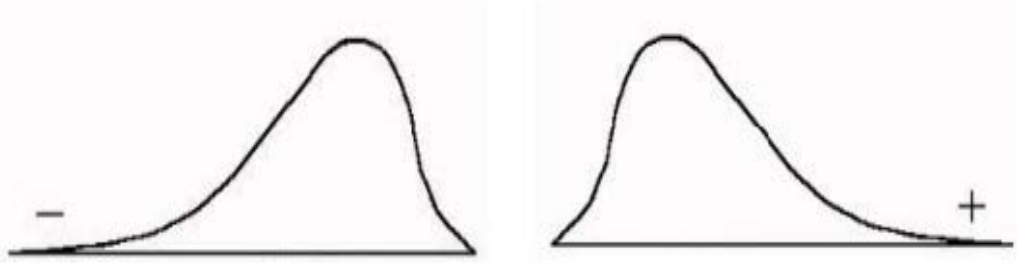
Bir sayı dizisindeki elemanlar toplanarak eleman sayısına bölünür. Bu işleme aritmetik ortalama denir. Aritmetik ortalama eşitlik (3.5.) te verilmektedir.

$$x = \frac{a1+a2+\cdots+an}{n} \qquad (3.5)$$

X: Aritmetik ortalama a1: İlk değer an: Son değer n: Örnek sayısı

3.3.5.3. Çarpıklık (Skewness)

Veri dağılımının normalden uzaklaşıp sola ya da sağa doğru meyledip yamuk bir şekil almasına çarpıklık denir. Normal bir dağılımda çarpıklık katsayısı olmalıdır. Çarpıklık arttıkça ortalama ve mod birbirinden uzaklaşır. Çarpıklık katsayısı $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değerler alabilir. Negatif ve Pozitif olmak üzere iki tür çarpıklıktan bahsedilebilir. (Şekil 3.18.) Eğer ortalama medyandan küçükse dağılım negatif (sola) çarpık olur. Eğer ortalama medyandan büyükse dağılım pozitif (sağa) çarpık olur (Doymus, 2009).



Şekil 3.18. Sola ve Sağa çarpıklık gösterilimi

3.3.5.4. Basıklık (Kurtosis)

Normal dağılım eğrisi ne kadar basık ya da dik ise bu durum basıklık olarak ifade edilir. Tam çan eğrisinin basıklık katsayısı sıfır "o" dır. Basıklık katsayısı negatif ise eğri normale göre daha basıktır, pozitif ise, eğri normale göre daha diktir (Doymus, 2009).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tez çalışmamızda kullandığımız biber yapraklarına ait yansıma değerleri iki farklı uygulama olarak ele alınmıştır.

Birinci uygulama için, Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (GAPTEAM) bitki yetiştirme laboratuarında sıcaklık, toprak özellikleri, nem gibi tüm fiziksel durumların sabit olduğu bir ortamda isot'un yapraklarından spektroradyometre cihazıyla elde edilmiş yansıma değerleri kullanılmıştır. Alınan kayıtlar (H-M-), (H+M-), (H-M+) ve (H+M+) veri setlerinden oluşmuştur. (H-M-) veri seti negatif kontrol grubu zararlı ve faydalı fungus içermiş. (H+M-) veri seti pozitif kontrol grubu zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemeştir. (H-M+) veri seti zararlı fungus içermemiş, faydalı fungus içermiştir. (H+M+) veri seti ise zararlı ve faydalı fungus içermiştir. Bu veri setlerini kısaca A, B, C ve D olarak tanımlarsak. A, B, C ve D veri setlerinin her biri 2151x10 boyutunda işaretten oluşmuştur. Toplamda 2151x40 Spektroradyometre verisi mevcuttur. Kayıtlar;

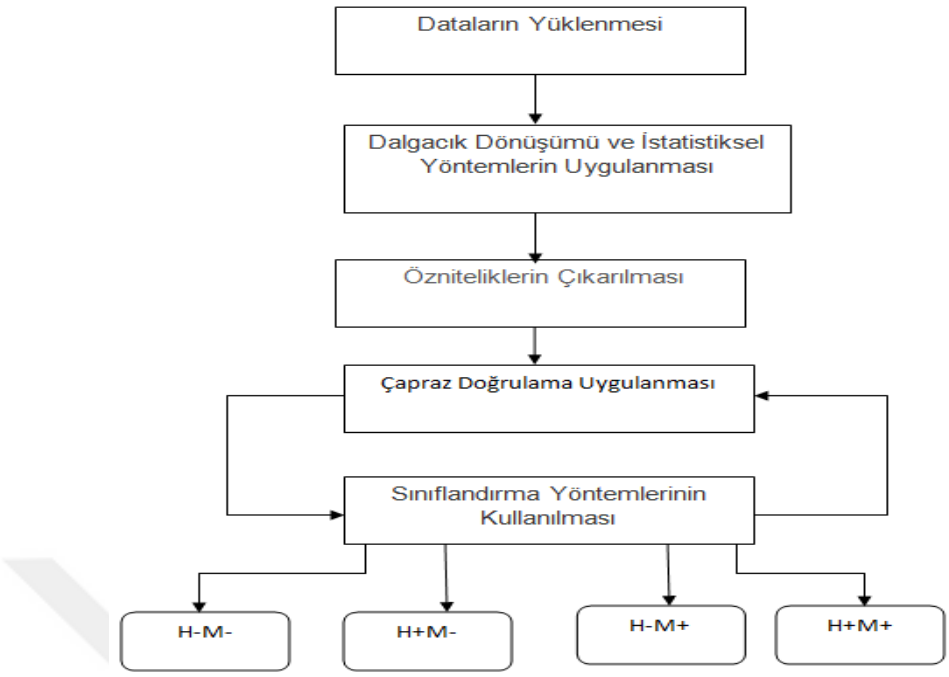
[A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10], [B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10], [C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7,C8,C9,C10] ve [D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10] olacak şekilde etiketlendirilmiştir. Her bir etiket 2151x1 özelliğinde bir vektörü ifade etmektedir.

İkinci uygulama için kullanılan isot ise Harran Üniversitesi Bahçe Bitkileri bölümüne ait Eyyübiye yerleşkesindeki seralarda yetiştirilmiştir. isot'a ait yapraklardan spektroradyometre cihazıyla alınmış yansıma değerleri kullanılmıştır. Alınan kayıtlar perlit için (%100 Psu), (%75 Psu) ve (%50 Psu), perlit ile birlikte waterped için (%100 PWsu), (%75 PWsu) ve (%50 PWsu), cocopeat için (%100 Csu), (%75 Csu) ve (%50 Csu), cocopeit ile birlikte waterped için (%100 CWsu), (%75 CWsu) ve (%50 CWsu) veri setlerinden oluşmuştur. Bu veri setlerini de kısaca X-Y ve Z olarak tanımlarsak. X-Y ve Z herbir veri seti 2151x10

büyüklüğünde işaretten oluşmakta olup, toplam 2151x30 spektroradyometre verisi mevcuttur.

4.1. Sınıflandırma Tespitinde Önerilen Sistem

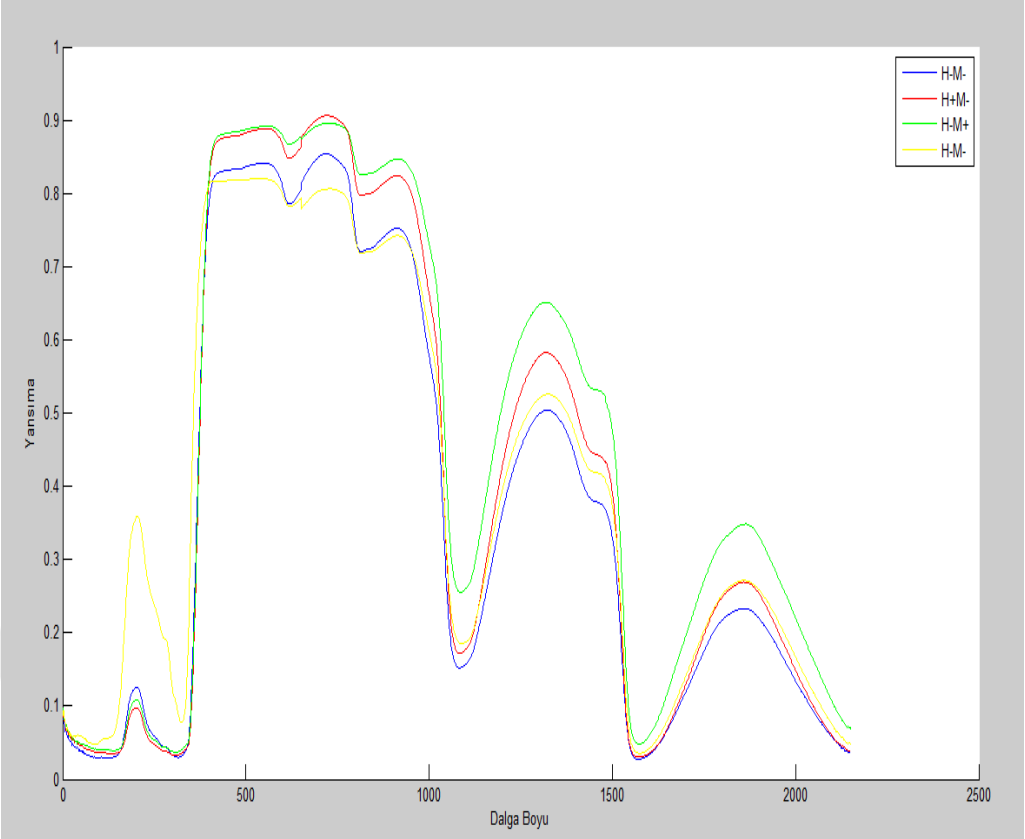
Bu çalışma kapsamında birinci uygulama isot yapraklarından oluşan spektral yansımaların veri bankası için izlenen çalışma akış şeması Çizelge 4.1.'de verilmiştir. İlk başta kayıtların isot yapraklarından alınan spektral yansımalar çalışılabilecek uygun formata dönüştürülmüştür. Daha sonra dalgacık dönüşüm uygulanarak örneklerin öznitelik vektörleri elde edilmiş. Oluşturulan dalgacık katsayıların istatistiksel değerleri (standart sapma, ortalama, minimum, maksimum çarpıklık, basıklık, varyans, enerji …vs) kullanılarak boyutların daha da küçültülmesi istenmiştir. İstatistiksel denenip sonuca katkısı olanlar kullanılmıştır. Sistemin performansının doğru saptanması için veriler önce kendi aralarında harmanlanmış ve ardından çapraz doğrulama (cross validation) yapılarak harmanlayarak test ve eğitim küme örüntüleri değiştirilmiştir. Çapraz doğrulama uygulayarak tüm örüntüler hem eğitim hem de test sürecinde kullanılmıştır. Böylece programın eğitim ve test değerlerinin ezberlenmesinin önüne geçilmiştir. Son olarak üç sınıflandırma (k-NN, NB ve YSA) yöntemi uygulanıp çıkış değerleri birinci işlem için (A, B,C ve D) olarak saptanmıştır.



Şekil 4.1. İsot'a ait birinci uygulama çalışma akış şeması

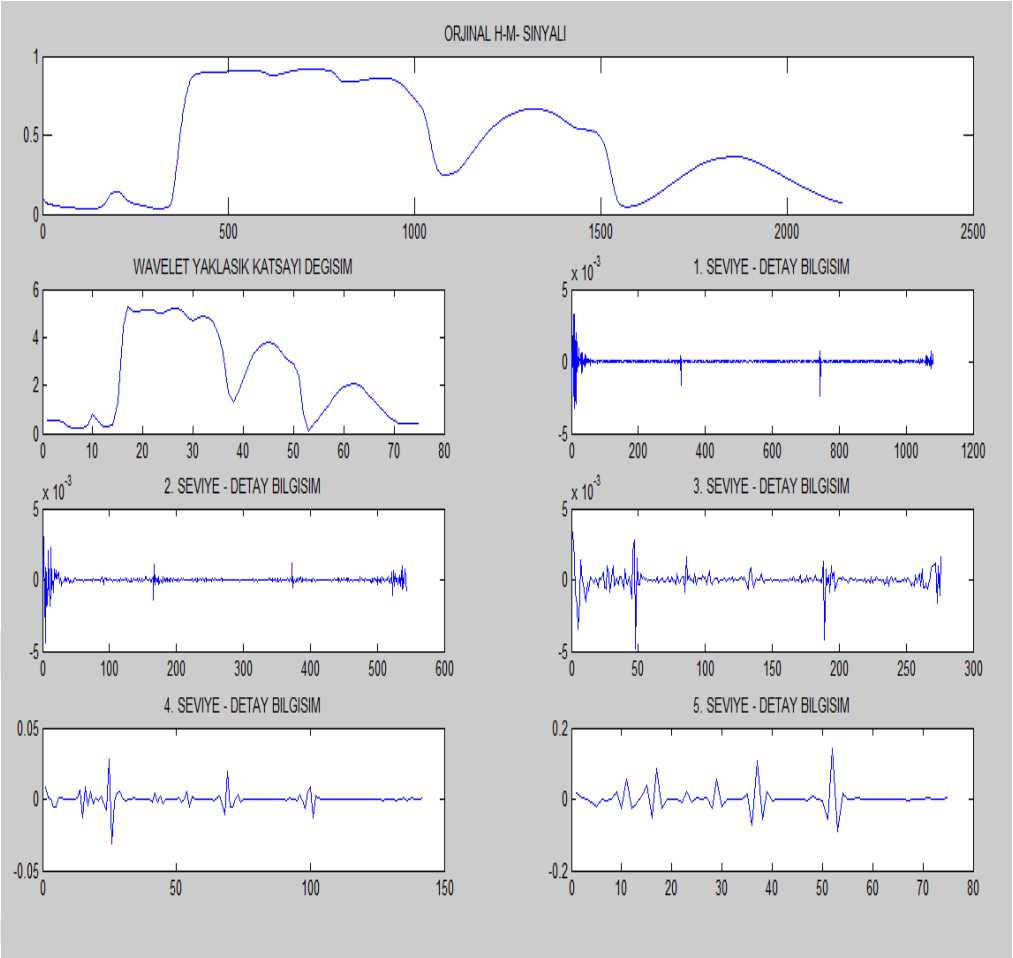
4.2. Çalışmada Kullanılan Birinci Uygulama Veri Setleri

Bu çalışmada, isot'a ait iki uygulama için oluşturulan dört veri seti ve üç veri setine ait kayıtlara ilişkin, elde edilen spektral yansımaların sınıflandırılması amaçlanmıştır. Tüm kayıtların öznitelik vektörleri, dalgacık yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Birinci uygulamaya ait isot yapraklarının beyaz zeminde kalibrasyonu yapılarak elde edilen spektral yansımalar Şekil 4.2.'de yer almıştır.



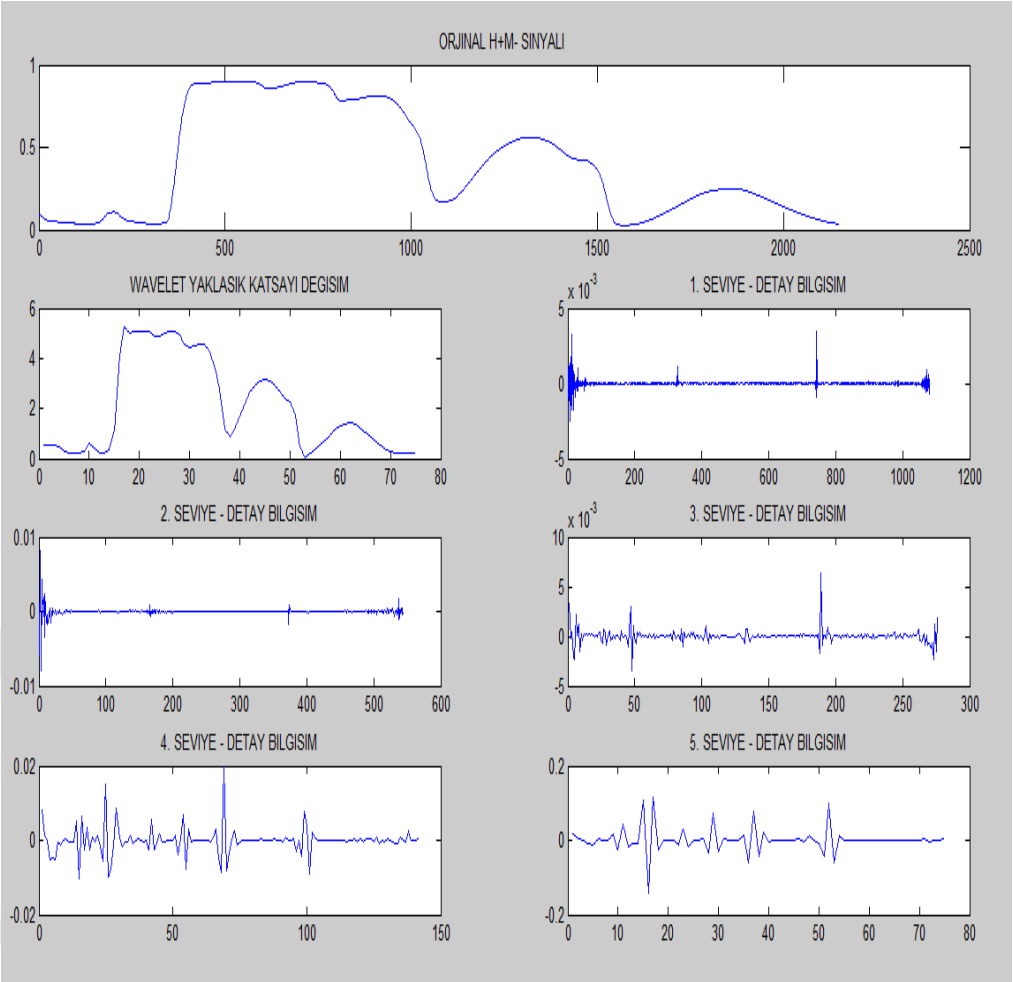
Şekil 4.2. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış tüm gruplara ait yansımalar

Şekil 4.3.'de, beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış birinci grup, yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermemiş (H-M-) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



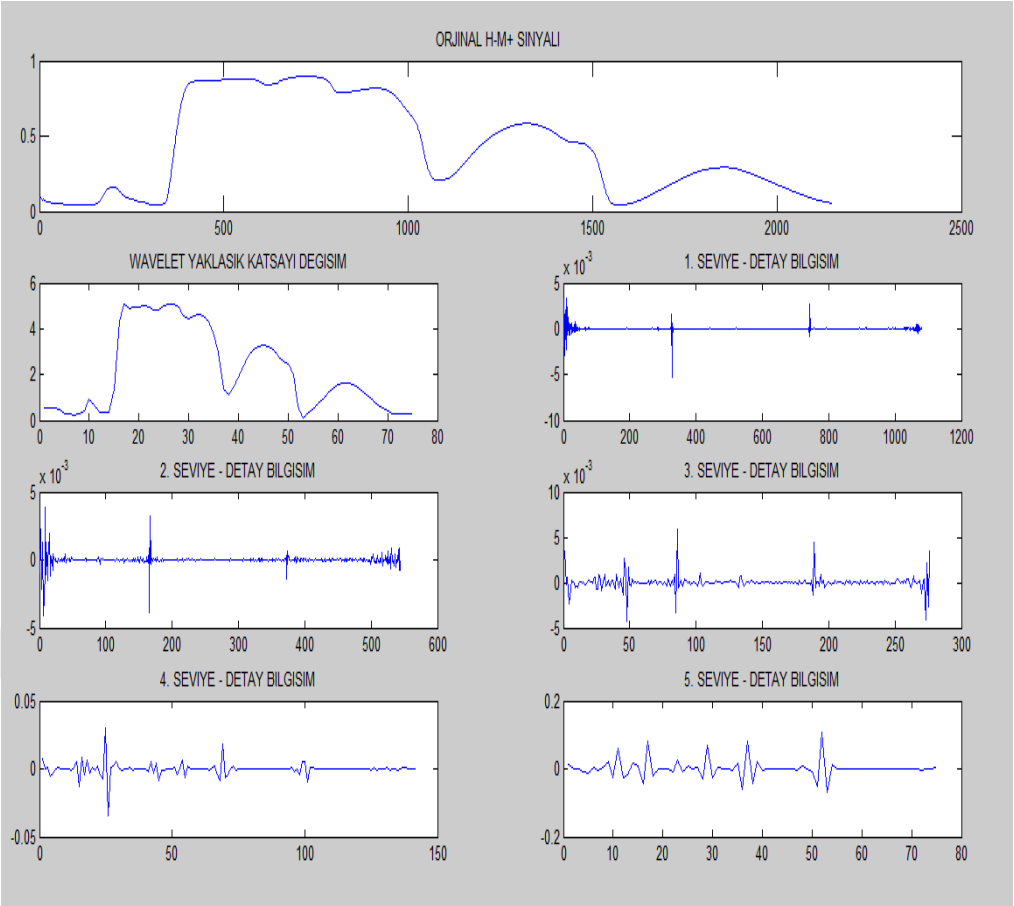
Şekil 4.3. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış birinci grup, zararlı fungus ve faydalı fungus içermemiş (H-M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.4.'de, beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış ikinci grup, yani zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H+M-) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



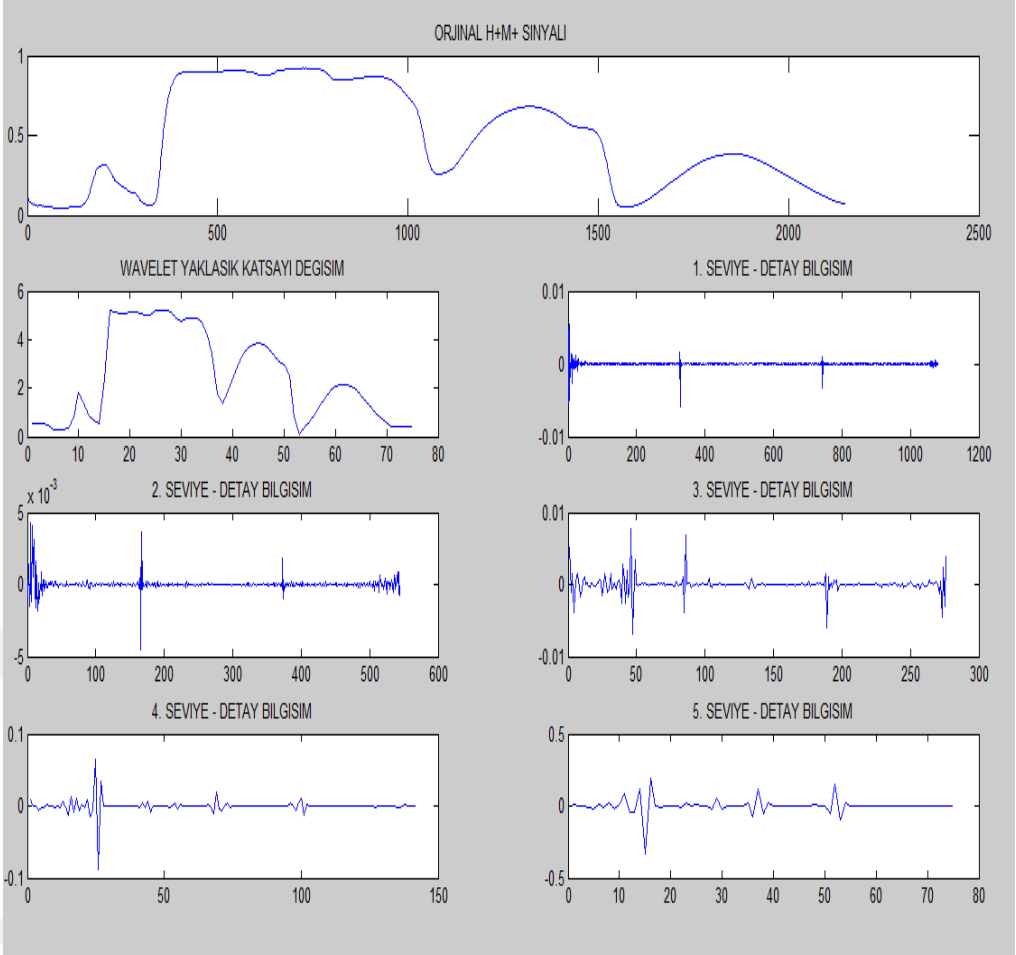
Şekil 4.4. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış ikinci grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H+M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.5.'de, beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış üçüncü grup, yani zararlı fungus içermemiş, faydalı fungus içermiş (H-M+) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



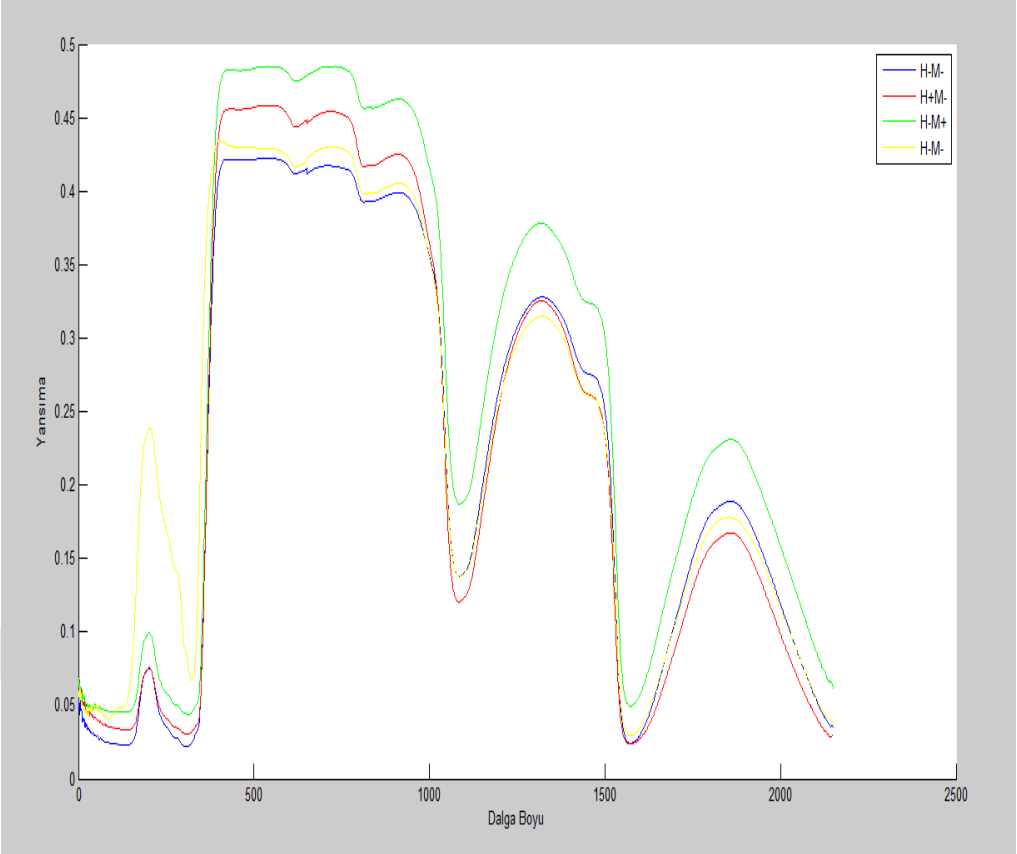
Şekil 4.5. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış üçüncü grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H-M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.6.'da, beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış dördüncü grup, yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermiş (H+M+) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



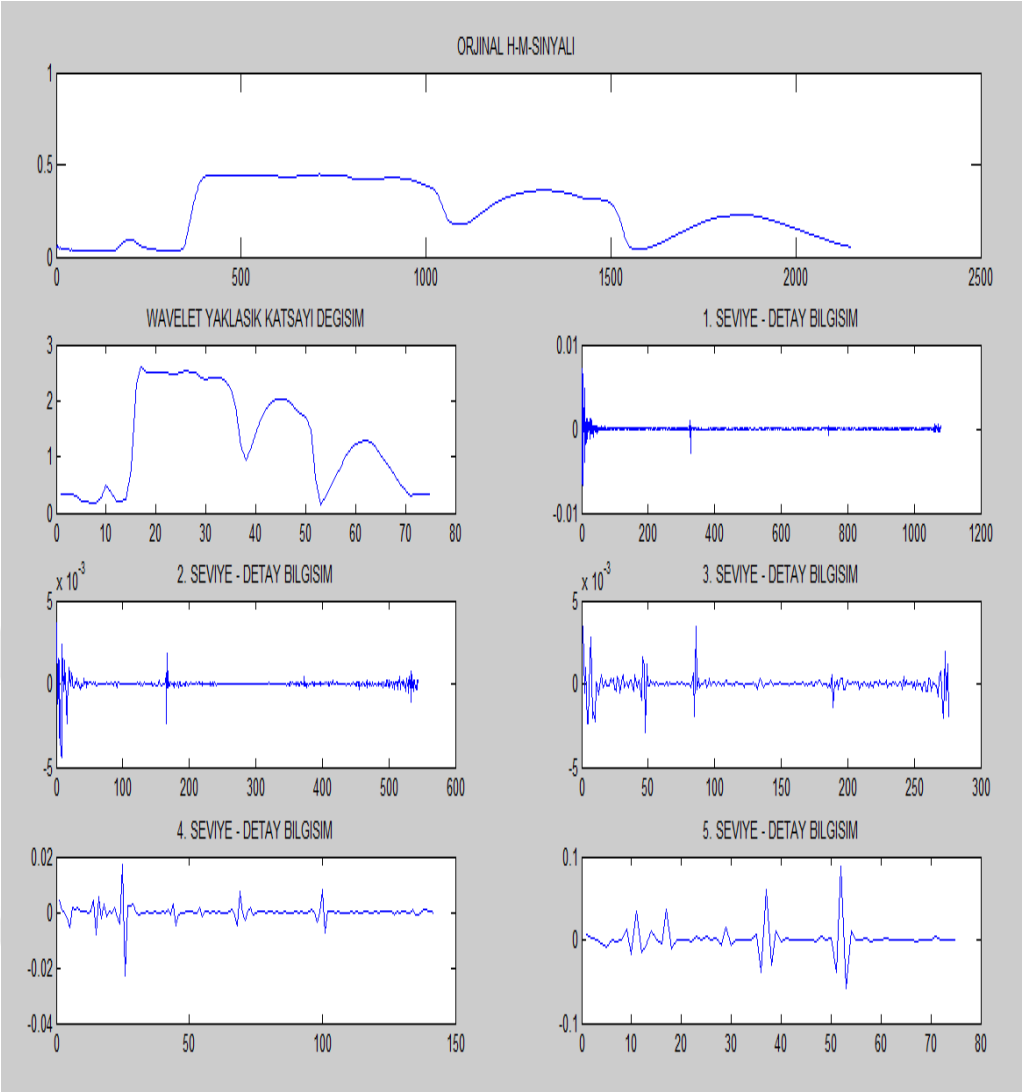
Şekil 4.6. İsot'a ait birinci işlem için, beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış dördüncü grup yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermiş (H+M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Aynı şekilde siyah zeminde de kalibrasyonu yapılarak biber yapraklarının yansımalarının alınma işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.7'de siyah zeminde elde edilmiş, dört gruba ait spektral yansımalara yer verilmiştir.



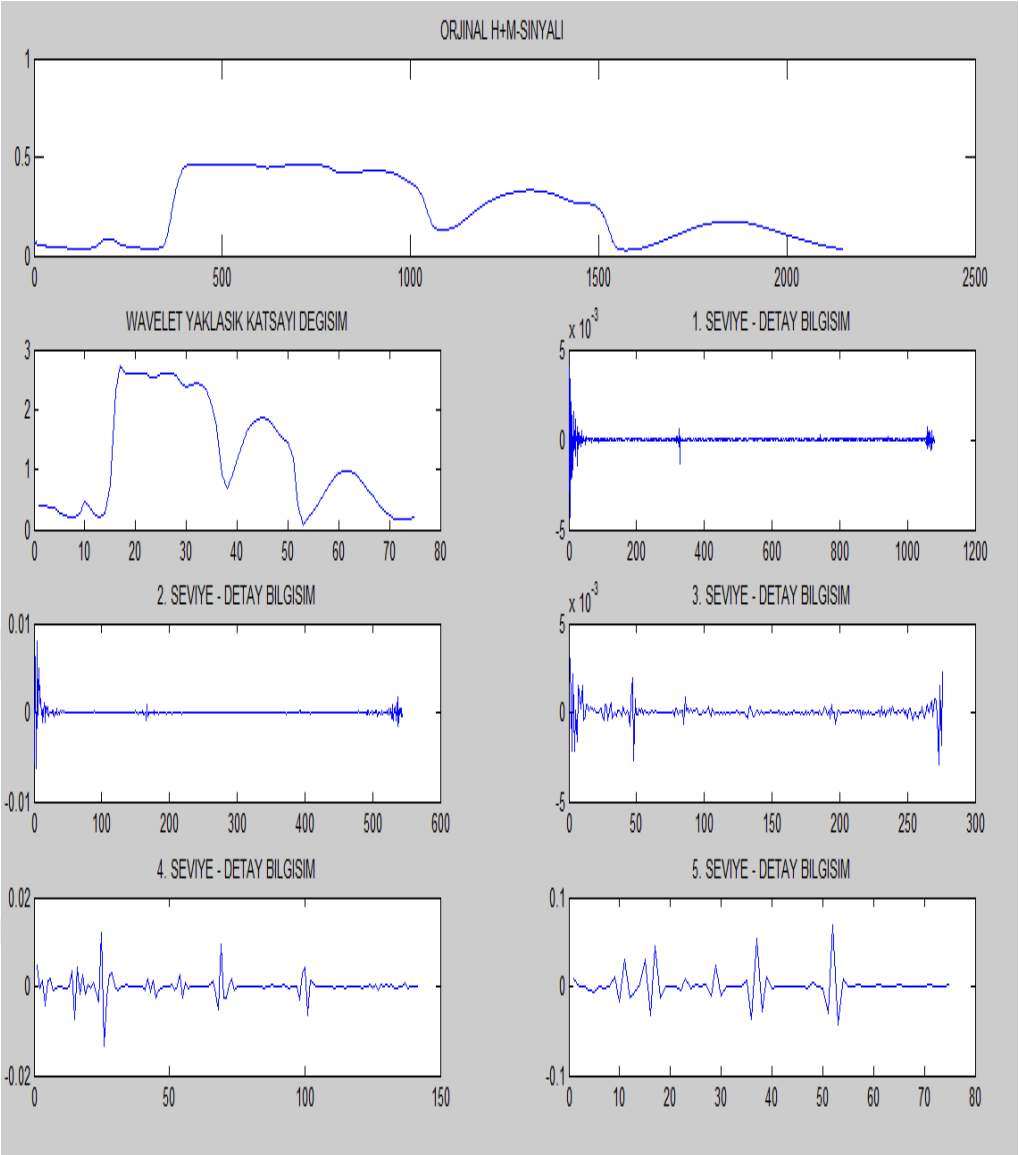
Şekil 4.7. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış tüm gruplara ait yansımalar

Şekil 4.8.'de, siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış birinci grup, yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermemiş (H-M-) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



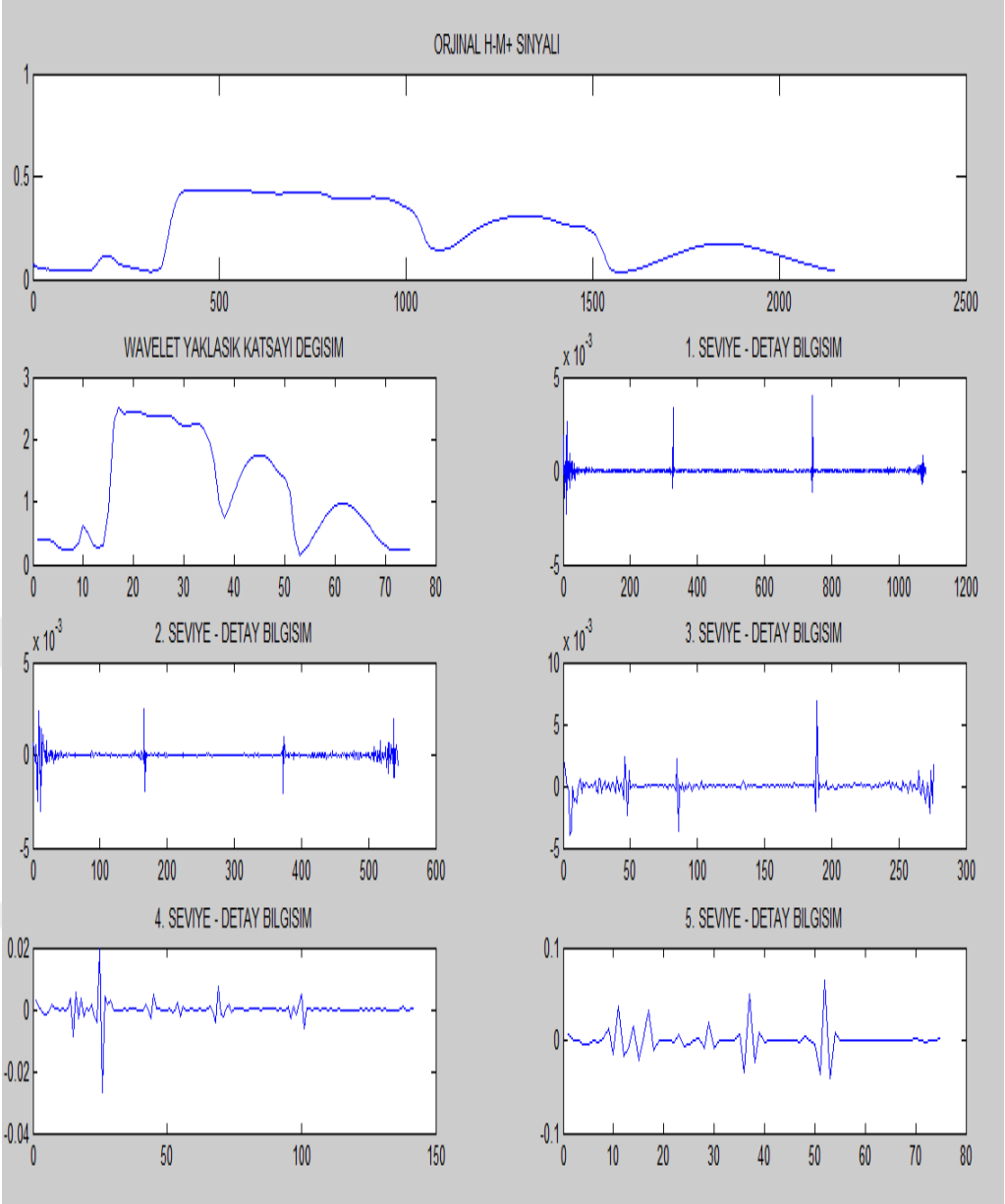
Şekil 4.8. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış birinci grup, zararlı fungus ve faydalı fungus içermemiş (H-M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.9.'da, siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış ikinci grup, yani zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H+M-) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



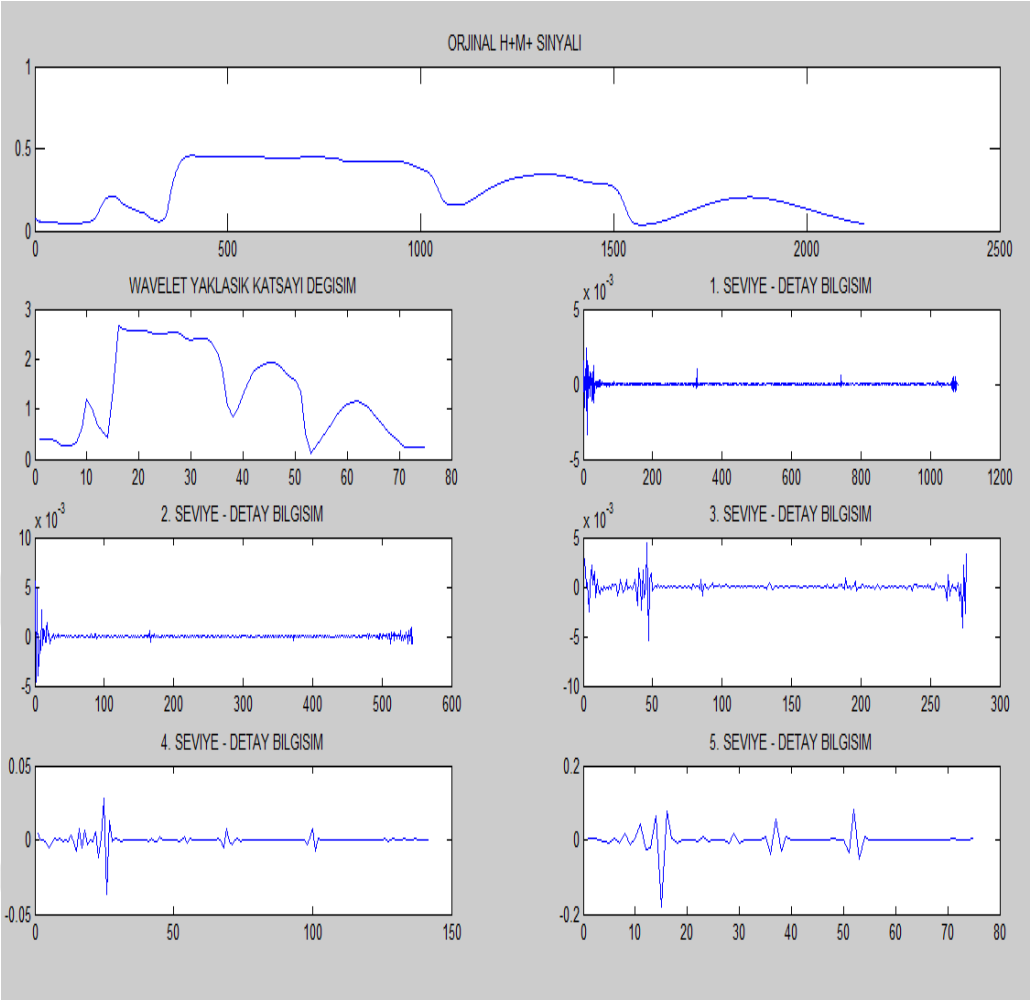
Şekil 4.9. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış ikinci grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H+M-) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.10.' da, siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış üçüncü grup, yani zararlı fungus içermemiş, faydalı fungus içermiş (H-M+) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



Şekil 4.10. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış üçüncü grup, zararlı fungus içermiş, faydalı fungus içermemiş (H-M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.11.' de, siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış dördüncü grup, yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermiş (H+M+) örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



Şekil 4.11. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış dördüncü grup yani zararlı fungus ve faydalı fungus içermiş (H+M+) ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

4.3. Özelliklerin Elde Edilmesi

Elde edilen verileri sınıflandırmaya uygun hale getirmek için yansımalara ait özelliklerin iyi belirlenmesi gerekir. Özellikler iki durumda ele alınmıştır. Birinci durumda dalgacık dönüşümü uygulamadan direkt istatistiksel değerlerden yararlanarak, ikinci durumda ise dalgacık dönüşümü ile birlikte istatistiksel değerlerden yararlanılmıştır. Dalgacık dönüşümü uygulamalarında uygun bir ayrıştırma seviyesinin kullanılması spektral bant ayrıştırması için önemlidir. Çalışmamızda, isot'a ait spektral yansımaların analizi ve özellik çıkarımı için yalnız istatistiksel değerler; maximum, minimum, standart sapma, ortalama değer, difarensiyel, difarensiyelin ortalaması, difarensiyelin maximumu, difarensiyelin

minimumu, çarpıklık, basıklık, mod ve medyan gibi bazı özelliklerden yararlanılmıştır.

İsot'a ait spektral yansımaların analizi ve özellik çıkarımı için 5. Seviye Ayrık Dalgacık dönüşümü (ADD) kullanılmasına yapılan tekrar tekrar denemeler sonucunda karar verilmiştir. Uygulamalarda cA5 dalgacık yaklaşım katsayısı kullanılmıştır. Aşağıda elde edilen yaklaşım katsayısının alınan istatistiksel değerlerinden bazıları verilmiştir;

1. Yaklaşım katsayısının ortalaması
2. Yaklaşım katsayısının standart sapması
3. Yaklaşım katsayısının maksimumu
4. Yaklaşım katsayısının minimumu

Bu istatistiksel özellikler alınarak elde edilen yansımaların özellik vektörleri oluşturulmuştur.

Ayrıca eğitimde verilerin ezberlenmesinin önüne geçmek için çapraz doğrulama yapılmıştır. Çapraz doğrulama da, eğitim için kullanılacak olan veriler alt kümelere bölünür. Eğitim için bir alt küme kullanırken diğer bütün kümeler doğrulama işlemi için kullanılır. Böylece bütün alt kümeler çapraz bir şekilde tekrarlanmış olunur. Yapılan bu işleme çapraz doğrulama denilir. Ve bu tekrarlar, belirlenen n sayısı kadar yapılır. Sonuç olarak veri eşit sayıda n parçaya bölünür ve n kez değerlendirilmiş olur. Çapraz doğrulama sayesinde bütün değerler eğitilmiş ve test edilmiş olurlar.

4.4. Çalışmada Kullanılan Birinci Uygulama Sonuçların Karşılaştırılması

Sonuçların başarı karşılaştırmaları yapılırken, Öznitelik çıkarma yöntemi olarak DD yöntemlerinden 'sym5, dB2 ve Haar' uygulanmış. Sınıflandırma yöntemleri olarak da k-NN, YSA ve NB kullanılmıştır. Sınıflandırmada kullanılan örneklerin başarı saptamaları yapılırken önce ilk iki grubun karşılaştırılmasına bakılmış. Daha sonra tüm grupların karşılaştırılması yapılmış. Sonuçların performans değerlerinin artmasına yönelik yapılan çalışmalarda, ilk önce yalnızca DD uygulanıp

sınıflandırma işlemine konulmuş ve daha sonra DD uygulamasının yanında bazı istatistiksel değerlerden de yararlandıktan sonra sınıflandırma işlemine konulmuştur. Çizelge 4.1.'de kalibrasyonun beyaz zeminde yapılması ile elde edilen örneklerin bazı istatistiksel değerlerine ait sonuçlar yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış biber'a ait dört grubun istatistiksel değerleri

	Grup Türü	Ortalama	Standart Sapma	Max.	Min.
Beyaz Zemin	H-M-	1.1120e12	1.6536e10	1.0000e13	0.0272
	H+M-	1.2858e12	1.7957e10	1.0000e13	0.0279
	H-M+	1.1552e12	8.8252e10	9.9900e12	0.0366
	H+M+	9.4268e11	4.1785e10	1.0000e13	0.0353

Aynı şekilde kalibrasyonun siyah zeminde yapıldığı örneklere ait istatistiksel değerlerin sonuçları Çizelge 4.2.'de yer almıştır.

Çizelge 4.2. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış biber'a ait dört grubun istatistiksel değerleri

	Grup Türü	Ortalama	Standart Sapma	Max.	Min.
Siyah Zemin	H-M-	1.2056e12	9.7654e10	1.0000e13	0.0223
	H+M-	1.4337e12	8.1156e8	9.9900e12	0.0234
	H-M+	1.3906e12	3.3373e10	1.0000e13	0.0359
	H+M+	1.1438e12	1.6295e10	1.0000e13	0.0292

İstatistiksel değerlerde küçük farklılıklar görülse de, direk olarak bir bakışta fark edilemeyeceği anlaşılmıştır. Daha hassas ve etkin karşılaştırma yapabilmek için birkaç işleme ihtiyaç olduğu görülmüştür. Çalışmanın verimliliğini artırmak ve başarı performansını doğru saptayabilmek için öznitelik çıkarma işlemi ve sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır.

İlk iki grubun karşılaştırılması yapılırken, yani isot'un hastalıklı veya sağlıklı oluşunu tespit etmeye çalışırken; cihazın tekrarlanan değerleri ezberlememesi için harmanlama işlemi ve çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak tekrar tekrar sınıflandırma işlemine konulup ortalama değerleri alınmıştır. Veri setinin %75 eğitim %25 i test olarak uygulanmıştır.

İsot yapraklarına ait yansımalardan isotun sağlıklı ve hastalıklı oluşunun tespit edilebilmesi için, yalnızca istatistiksel yöntemlerden yararlanarak KNN sınıflandırma yöntemine uygun hale getirilip başarı karşılaştırmaları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Spektroradyometre cihazı bitki probunun kalibrasyonu ise beyaz zeminde yapılmıştır. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.3. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grubu için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)	K=3 (%)	K=5 (%)
1	100	85	70
2	100	90	70
3	100	90	50
4	100	80	80
5	100	90	70
6	100	90	70
7	100	90	70
8	100	90	70
9	100	80	70
10	100	90	70
Ortalama	100	87.5	69

İlk iki grup için 5. Seviye ADD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Ve spektroradyometre cihazı bitki probunun kalibrasyonu ise beyaz zeminde yapılmıştır. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.4. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grup için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)			K=3 (%)			K=5 (%)		
	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar
1	100	100	100	100	100	100	100	100	85
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	85	100	85
4	100	100	100	100	100	100	85	85	75
5	100	100	100	100	100	100	100	65	85
6	100	100	100	100	100	100	85	85	100
7	100	100	100	100	80	100	100	70	100
8	100	100	100	100	100	100	100	85	85
9	100	80	100	100	100	100	85	75	100
10	100	100	100	100	100	100	85	85	100
Ortalama	100	98	100	100	98	100	92.5	85	91.5

Sonuç olarak; izlenen metodoloji ve kullanılan yöntemler, sonuç alma ve performans yükseltme işlemleri için yapılan denemeler sonucunda en yüksek başarı oranlarına sahip olanlardan seçilmiştir. Kısaca özetlenecek olursa, DD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar uygulandıktan sonra bazı istatistiksel değerlerden de yararlanılarak sınıflandırma işlemi olarak KNN sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen başarı oranlarına bakıldığında; DD yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında en iyi sonucu Sym5 in verdiği ve en düşük başarı sonucunu ise dB2 nin verdiği gözlemlenmiştir. K komşuluk değerlerine göre başarı durumları karşılaştırıldığında ise, komşuluk sayısının artması ile birlikte başarı oranında azalmaların gözlemlendiği görülmüştür. Yani en yüksek başarı oranı komşu sayısı k=2 olduğunda ve en düşük başarı oranı k=5 olduğunda elde edilmiştir.

Aynı şekilde DD uygulamadan alınan istatistiksel değerlerden sonra KNN sınıflandırma yöntemi ile DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerlerde kullanılarak yapılan KNN sınıflandırma yöntemlerinin başarı oranları

karşılaştırıldığında, DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden yararlanarak yapılan sınıflandırma performansının daha yüksek olduğu görülmüştür.

İsot yapraklarına ait yansımalardan isotun hastalıklı veya sağlıklı oluşunu tespit etmek için yapılan çalışmada, yansımalardaki dış faktörlerin etkisini ayırt edebilmek için cihaz kalibrasyonu siyah zeminde yapılarak, datalar elde edilmiştir. Datalardan ilk iki grup için, yani hastalıklı ve sağlıklı karşılaştırılması yapılırken; öncelikli olarak; DD uygulamadan doğrudan istatistiksel değerlerden yararlanılıp, KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları yapılmıştır. Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.5. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grubu için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)	K=3 (%)	K=5 (%)
1	100	80	60
2	100	75	55
3	100	90	65
4	90	90	60
5	100	75	60
6	100	70	70
7	85	80	60
8	100	100	55
9	100	70	60
10	100	60	50
Ortalama	97.5	79	59.5

İlk iki grup için DD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Spektroradyometre cihazı bitki probunun kalibrasyonu ise siyah zeminde yapılmıştır. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer

dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.6. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grup için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)			K=3 (%)			K=5 (%)		
	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar
1	100	100	100	100	100	100	100	100	85
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	85	70	80
4	100	100	100	100	100	100	85	85	70
5	100	80	100	100	100	100	100	65	85
6	100	100	100	100	100	100	85	85	100
7	100	100	100	100	80	100	100	70	100
8	100	100	100	100	100	100	100	85	85
9	100	80	100	100	100	100	85	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100	85	100
Ortalama	100	96	100	100	98	100	94	84.5	90.5

Başarı oranlarına bakıldığında kalibrasyonun siyah zeminde yapılması ile elde edilen dataların beyaz zeminde elde edilen dataların sonuçları ile yaklaşık değerlerde olduğu görülmüştür. Spektroradyometre cihazının ışık kaynağının kendinden olması dış etkilerden daha az etkilendiğini göstermiştir.

Aynı şekilde tüm gruplara ait örnekler için DD uygulamadan bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Cihazın tekrarlanan değerleri ezberlememesi için harmanlama işlemi ve çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak tekrar tekrar sınıflandırma işlemine konulup ortalama değerleri alınmıştır. Veri setinin %75 eğitim %25 i test olarak uygulanmıştır. Burada elde edilen sonuçlar bitki

probunun kalibrasyonunun beyaz zeminde yapılması ile elde edilmiş verilere aittir. Ayrıca sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.7. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların tüm gruplar için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan kNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)	K=3 (%)	K=5 (%)
1	100	86.6	76.6
2	100	100	70
3	100	100	80
4	90	100	80
5	100	86.6	66.6
6	100	86.6	90
7	100	90	66.6
8	100	100	73.3
9	100	86.6	76.6
10	100	90	80
Ortalama	99	96.66	80

Tüm gruplara ait örnekler için DD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Spektroradyometre cihazı bitki probunun kalibrasyonu ise siyah zeminde yapılmıştır. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.8. Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların tüm gruplar için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)			K=3 (%)			K=5 (%)		
	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar
1	100	100	100	97.5	100	100	87.5	92.5	77.5
2	100	100	100	87.5	100	100	97.5	62.5	92.5
3	97,5	100	100	100	90	90	90	77.5	100
4	97,5	100	100	90	100	100	85	62.5	85
5	100	100	100	97.5	100	100	57.5	92.5	100
6	100	100	100	77.5	100	100	77.5	85	92.5
7	100	80	100	90	100	100	90	85	77.5
8	97.5	100	100	97.5	90	90	95	82,5	85
9	100	100	100	100	100	100	75	82.5	92.5
10	100	100	100	97.5	100	100	85	77.5	75
Ortalama	99.25	98	100	93.5	98	98	84	80	87.75

Tüm örnekler karşılaştırıldığında başarı oranlarında ilk iki grubun karşılaştırılmasına göre düştüğü görülmüştür. Aynı şekilde DD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar uygulandıktan sonra bazı istatistiksel değerlerden de yararlanılarak sınıflandırma işlemi olarak KNN sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen başarı oranlarına bakıldığında; DD yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında en iyi sonucu Sym5 in verdiği ve en düşük başarı sonucunu ise dB2 nin verdiği gözlemlenmiştir. K komşuluk değerlerine göre başarı durumları karşılaştırıldığında ise, komşuluk sayısının artması ile birlikte başarı oranında azalmaların gözlemlendiği görülmüştür. Yani en yüksek başarı oranı komşu sayısı k=2 olduğunda ve en düşük başarı oranı k=5 olduğunda elde edilmiştir.

Aynı şekilde DD uygulamadan alınan istatistiksel değerlerden sonra KNN sınıflandırma yöntemi ile DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerlerde

kullanılarak yapılan KNN sınıflandırma yöntemlerinin başarı oranları karşılaştırıldığında, DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden yararlanarak yapılan sınıflandırma performansının daha yüksek olduğu görülmüştür.

İlk iki grupta yapıldığı gibi yansımalardaki dış faktörlerin etkisini ayırt edebilmek için cihaz kalibrasyonu siyah zeminde yapılarak, datalar elde edilmiştir. Datalardan tüm gruplar için, yani hastalıklı, sağlıklı, hastalık ve faydalı funguslu ve yalnızca faydalı funguslu durumların karşılaştırılması yapılırken; öncelikli olarak; DA uygulamadan doğrudan istatistiksel değerlerden yararlanılıp, KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları yapılmıştır. Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.9. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların tüm gruplar için, DD uygulamadan yalnızca istatistiksel değerler alınarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)	K=3 (%)	K=5 (%)
1	100	86.6	76.6
2	100	100	70
3	100	100	80
4	90	100	80
5	100	86.6	66.6
6	100	86.6	90
7	100	90	66.6
8	100	100	73.3
9	100	86.6	76.6
10	100	90	80
Ortalama	99	92.64	80

Aynı şekilde tüm gruplara ait örnekler için DD ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar bitki probunun kalibrasyonunun siyah zeminde yapılması ile elde edilmiş verilere aittir. elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir.

Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.10. Siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış bitki probundan alınan spektral yansımaların ilk iki grup için, DD birlikte bazı istatistiksel yöntemler uygulanarak yapılan KNN sınıflandırma yönteminde komşuluk sayısı 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)			K=3 (%)			K=5 (%)		
	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar
1	100	100	100	97.5	100	100	87.5	92.5	77.5
2	100	100	100	87.5	100	100	97.5	62.5	92.5
3	97.5	100	100	100	90	90	90	77.5	100
4	97.5	100	100	90	100	100	85	62.5	85
5	100	100	100	97.5	100	100	57.5	92,5	100
6	100	100	100	77.5	100	100	77,5	85	92.5
7	100	90	100	90	100	100	90	85	77.5
8	97.5	100	100	97.5	100	80	95	82.5	85
9	100	100	100	100	100	100	75	82.5	92.5
10	100	100	100	97.5	100	100	85	77.5	75
Ortalama	99.25	99	100	95	99	97	85.35	87.5	89

Başarı oranlarına bakıldığında kalibrasyonun siyah zeminde yapılması ile elde edilen dataların beyaz zeminde elde edilen dataların sonuçları ile yaklaşık değerlerde olduğu görülmüştür.

KNN sınıflandırma yönteminin dışında diğer yöntemleri de deneyecek olursak; Beyaz zeminde kalibrasyonu yapılmış biber yapraklarından alınan spektral yansımalardan ilk iki grup ve dört grup için yalnızca DD uygulayıp YSA sınıflandırma yöntemi kullanarak yapılan çalışmada başarı oranları Çizelge 4.11.'de

verilmiştir. Datalara öncelikli olarak normalizasyon işlemi uygulanıp % 60'ı eğitim, % 40'ı test olarak kullanılmış ve başarı oranları yüzdelik olarak verilmiştir.

Çizelge 4.11. Beyaz zeminde yalnızca DD uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların YSA Sınıflandırma Sonuçları

		DD alınarak YSA Sınıflandırma	
		(H-M-) ile (H+M-) (%)	Tüm veriler (%)
Beyaz Zemin	1	75	100
	2	100	93.75
	3	100	81.25
	4	100	93.75
	5	100	100
	6	100	81.25
	7	100	75
	8	100	100
	9	100	81.25
	10	100	75
	Ortalama	97.5	88.125

Yalnızca DD uygulanıp YSA çok katmanlı perseptron sınıflandırma yöntemi uygulandığında ilk iki grup için başarı oranı %97.5 ve tüm grupların başarı oranı %88.125 olmuştur. Grup sayısı arttıkça performans düzeyinde azalma gözlemlenmiştir.

Aynı şekilde Çizelge 4.12.'de ise siyah zeminde kalibrasyonu yapılmış isot yapraklarından alınan spektral yansımalardan ilk iki grup ve dört grup için yalnızca DD uygulayıp YSA sınıflandırma yöntemi kullanarak yapılan çalışmada başarı oranları Çizelge 4.11. de verilmiştir. Datalara öncelikli olarak normalizasyon işlemi uygulanıp % 60'ı eğitim, % 40'ı test olarak kullanılmış ve başarı oranları yüzdelik olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12. Siyah zeminde yalnızca DD uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların YSA sınıflandırma sonuçları

		DDalınarak YSA Sınıflandırma	
Deneme		(H-M-) ile (H+M-)	Tüm Veriler
Siyah Zemin	1	100	62.5
	2	100	50
	3	100	75
	4	100	75
	5	100	75
	6	100	75
	7	100	75
	8	100	75
	9	100	56.25
	10	100	100
	Ortalama	100	71.875

Yalnızca DA uygulanıp YSA çok katmanlı perseptron sınıflandırma yöntemi uygulandığında ilk iki grup için başarı oranı %97.5 ve tüm grupların başarı oranı %88,125 olmuştur. Grup sayısı arttıkça performans düzeyinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra sonuçlar karşılaştırıldığında kalibrasyonun beyaz zemin veya siyah zeminde yapılmış olması sonuçlarda bazen farklılıklara sebep olsa da direk olarak sonuca katkı yapmadığı gözlemlenmiştir.

Yukarıda kullanılan sınıflandırma yöntemleri dışında farklı bir yöntemin de başarı performansını görmek için NB yöntemi kullanılmıştır. İlk iki grup ve tüm grupların durumlarının karşılaştırılması için, DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerler de kullanılarak sınıflandırma işlemi yapıldı. Dataların elde edilmesi sırasında cihaz kalibrasyonu beyaz zeminde yapılıp değerler oluşturuldu. Çizelge 4.13.'de yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.13. Beyaz zeminde DD ve istatistik yöntemler uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların NB sınıflandırma sonuçları

Sınıflandırma		DD ve İstatistik yöntemler uygulanarak NB -M-) ile (H+M-) (%)	Tüm veriler (%)
Beyaz Zemin	1	80	90
	2	80	70
	3	100	80
	4	60	100
	5	100	90
	6	80	80
	7	100	80
	8	100	60
	9	100	80
	10	100	90
	Ortalama	90	82

DA uygulanması ile birlikte bazı istatistiksel değerler de kullanılarak NB sınıflandırma yöntemi uygulandığında ilk iki grup için başarı oranı %90 ve tüm grupların başarı oranı %82 olmuştur. Grup sayısı arttıkça performans düzeyinde azalma gözlemlenmiştir.

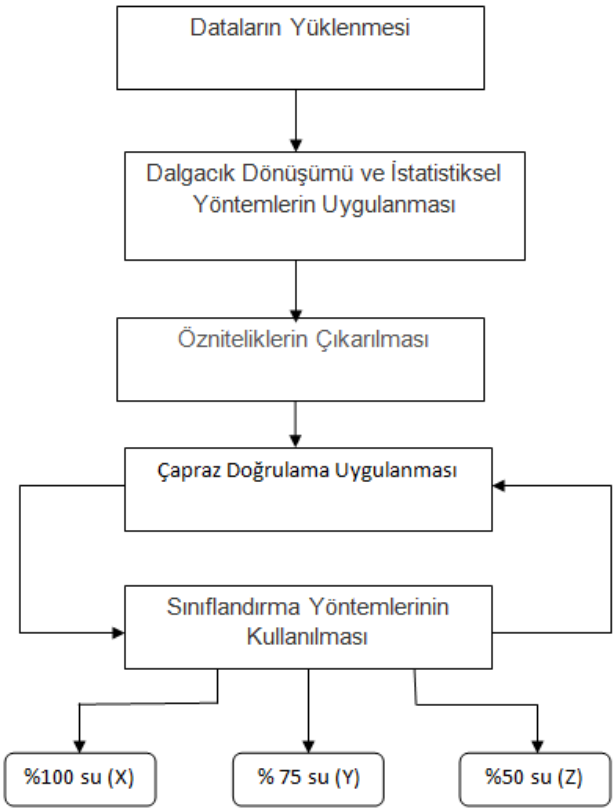
Çizelge 4.14. de ise İlk iki grup ve tüm grupların durumlarının karşılaştırılması için, DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerler de kullanılarak sınıflandırma işlemi yapıldı. Dataların elde edilmesi sırasında cihaz kalibrasyonu siyah zeminde yapılıp değerler oluşturuldu. Çizelge 4.13.'de yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için dörtte biri test edilip kaydırılarak diğer dörtte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer dört sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.14. Siyah zeminde DD ve İstatistik yöntemler uygulanarak ilk iki grup ve tüm grupların NB sınıflandırma sonuçları

		DD ve İstatistik yöntemler uygulanarak NB Sınıflandırma	
		(H-M-) ile (H+M-) (%)	Tüm veriler (%)
Siyah Zemin	1	100	70
	2	100	100
	3	80	80
	4	100	70
	5	100	100
	6	60	90
	7	100	80
	8	80	90
	9	100	90
	10	100	70
	Ortalama	92	84

DD uygulanması ile birlikte bazı istatistiksel değerler de kullanılarak NB sınıflandırma yöntemi uygulandığında ilk iki grup için başarı oranı %92 ve tüm grupların başarı oranı %84 olmuştur. Grup sayısı arttıkça performans düzeyinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra sonuçlar karşılaştırıldığında kalibrasyonun beyaz zemin veya siyah zeminde yapılmış olması sonuçlarda bazen farklılıklara sebep olsa da direk olarak sonuca katkı yapmadığı görülmüştür.

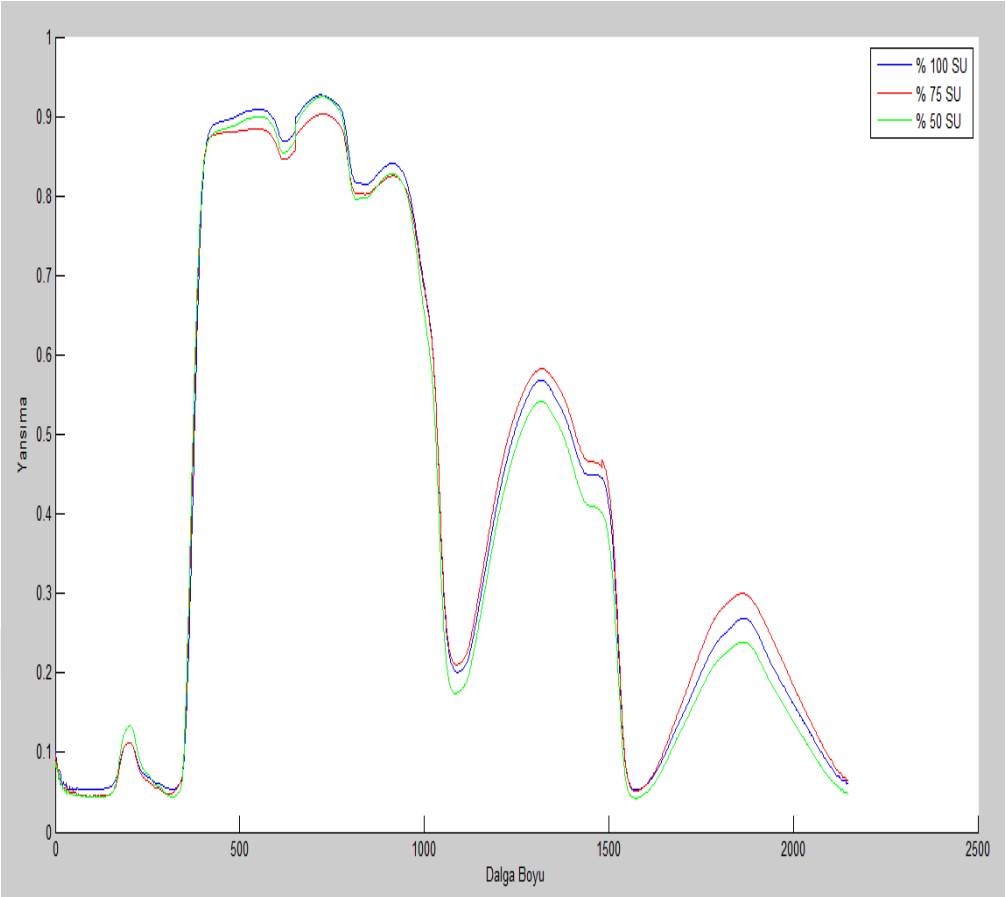
Bu çalışma kapsamında ikinci uygulama isot yapraklarından oluşan spektral yansımaların data bankası için izlenen çalışma akış şeması Şekil 4.12.'de verilmiştir Öncelikle kayıtların isot yapraklarından alınan spektral yansımaları çalışılabilecek uygun formata dönüştürülmüştür. Daha sonra dalgacık dönüşüm uygulanarak örneklerin öznitelik vektörleri elde edilmiş. Oluşturulan dalgacık katsayıların istatistiksel değerleri (standart sapma, ortalama, maksimum, minimum ve enerji) kullanılarak boyutların daha da küçültülmesi istenmiştir. Sistemin performansının doğru saptanması için veriler önce kendi aralarında harmanlanmış ve ardından çapraz doğrulama yapılarak harmanlaşmış bir şekilde eğitim ve test küme örüntüleri değiştirilmiştir. Çapraz doğrulama uygulanarak tüm örüntüler hem test hem de eğitim sürecinde kullanılmıştır. Böylece programın eğitim ve test değerlerinin ezberlenmesinin önüne geçilmiştir. Son olarak üç sınıflandırma (k-NN, NB ve YSA) yöntemi uygulanıp çıkış değerleri ikinci işlem için (X, Y ve Z) olarak saptanmıştır.



Şekil 4.12. İsot'a ait ikinci uygulama çalışmasının akış şeması

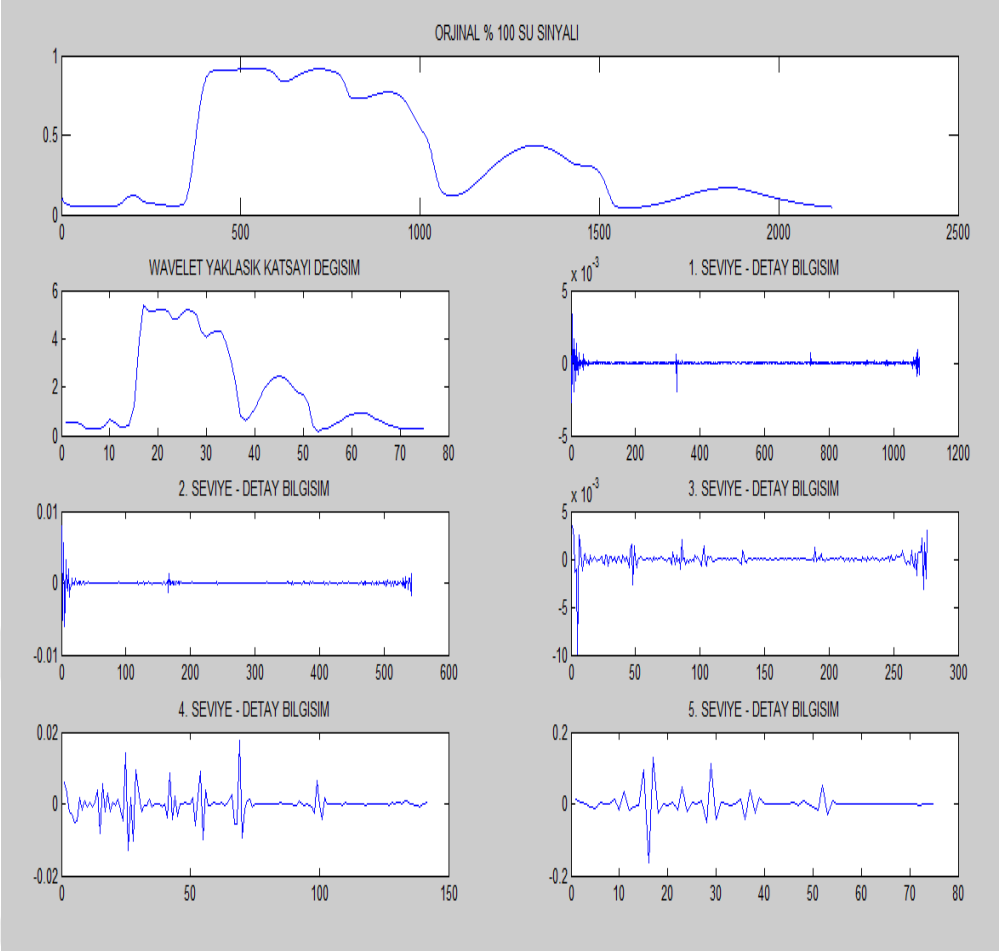
4.5. Çalışmada Kullanılan İkinci Uygulama Veri Setleri

Bu çalışmada, ikinci uygulama olan isot su stresi için; üç veri setine ait, yani % 100 suya maruz bırakılmış, % 75 su kullanılmış ve % 50 su kullanılmış kayıtlara ilişkin, elde edilen spektral yansımaların sınıflandırılması amaçlanmıştır. Her bir veri seti kendi arasında iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta toprak olarak cocopeat kullanılmış. İkinci grupta toprak olarak perlit kullanılmıştır. Her kaydın öznitelik vektörleri, dalgacık dönüşümü yöntemi ile elde edilmiştir. Şekil 4.13.'de cocopeat toprağında yetişmiş üç veri setine ait biber yapraklarından alınmış spektral yansımalar yer almıştır.



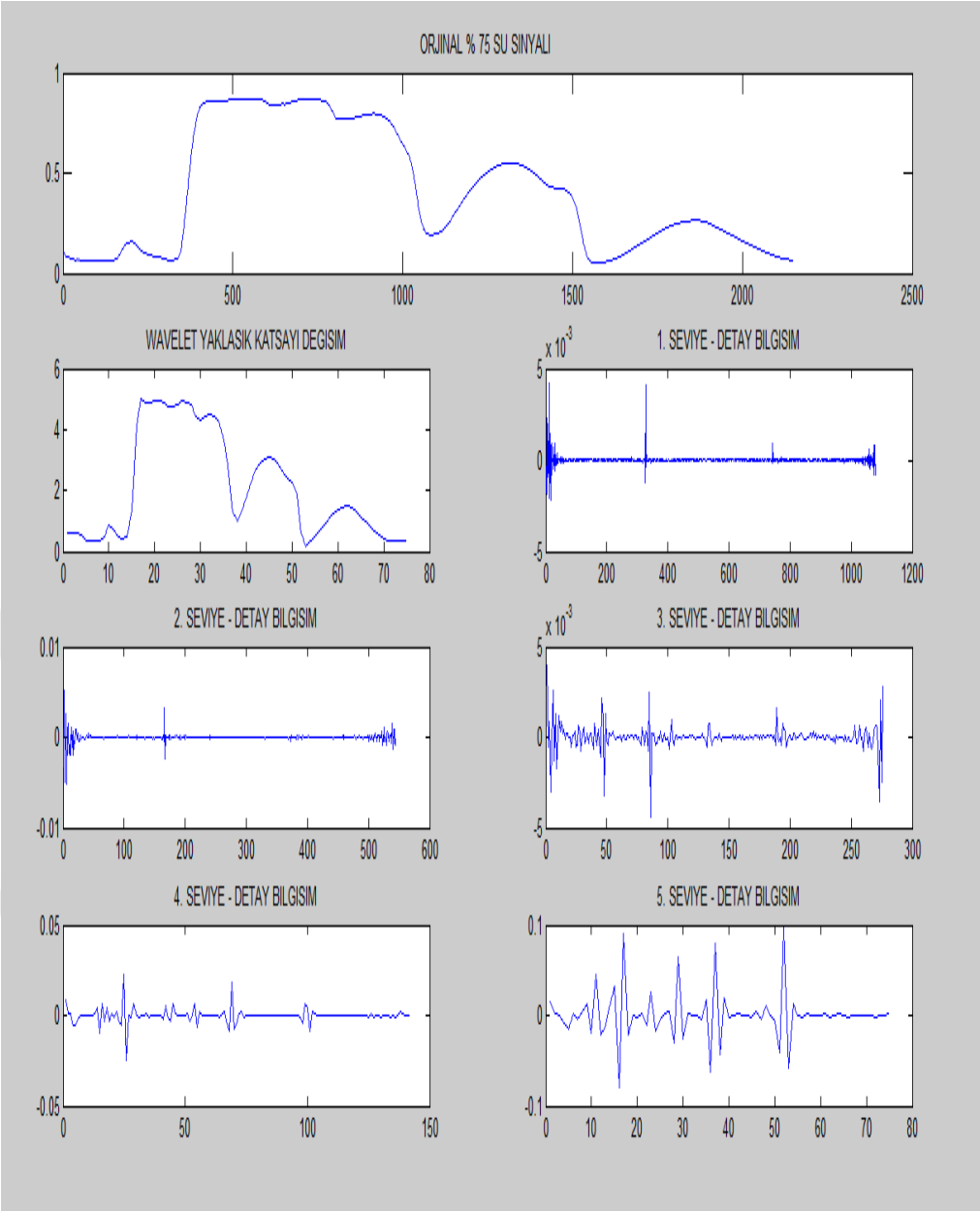
Şekil 4.13. Cocopeat toprağından alınmış tüm gruplara ait yansımalar

Şekil 4.14.' de, cocopeat toprağında yetiştirilmiş isot yapraklarından alınmış birinci grup, yani % 100 suya maruz bırakılmış örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



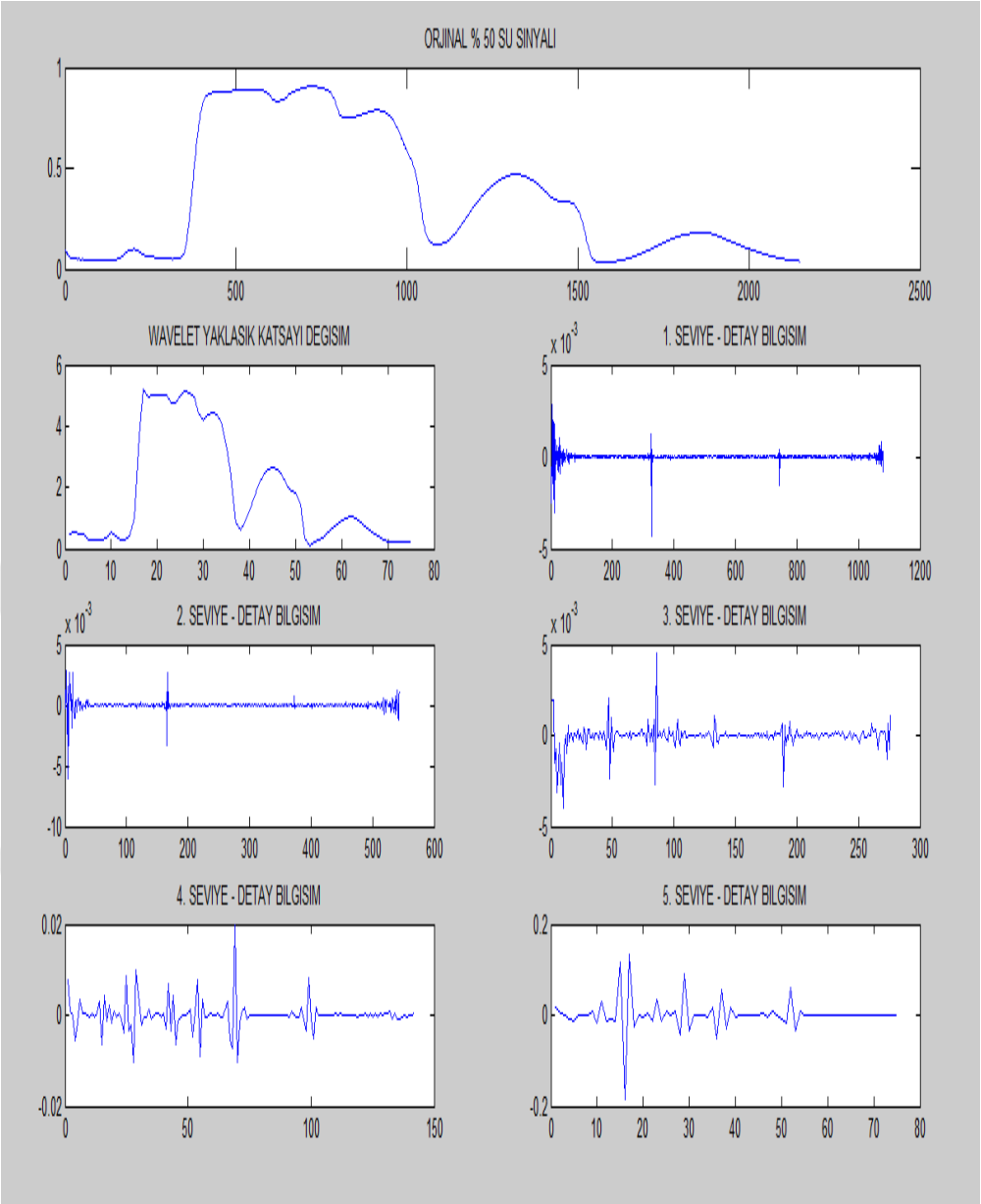
Şekil 4.14. Cocopeat toprağından alınmış birinci grup, % 100 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.15.'de, cocopeat toprağında yetiştirilmiş isot yapraklarından alınmış birinci grup, yani % 75 suya maruz bırakılmış örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



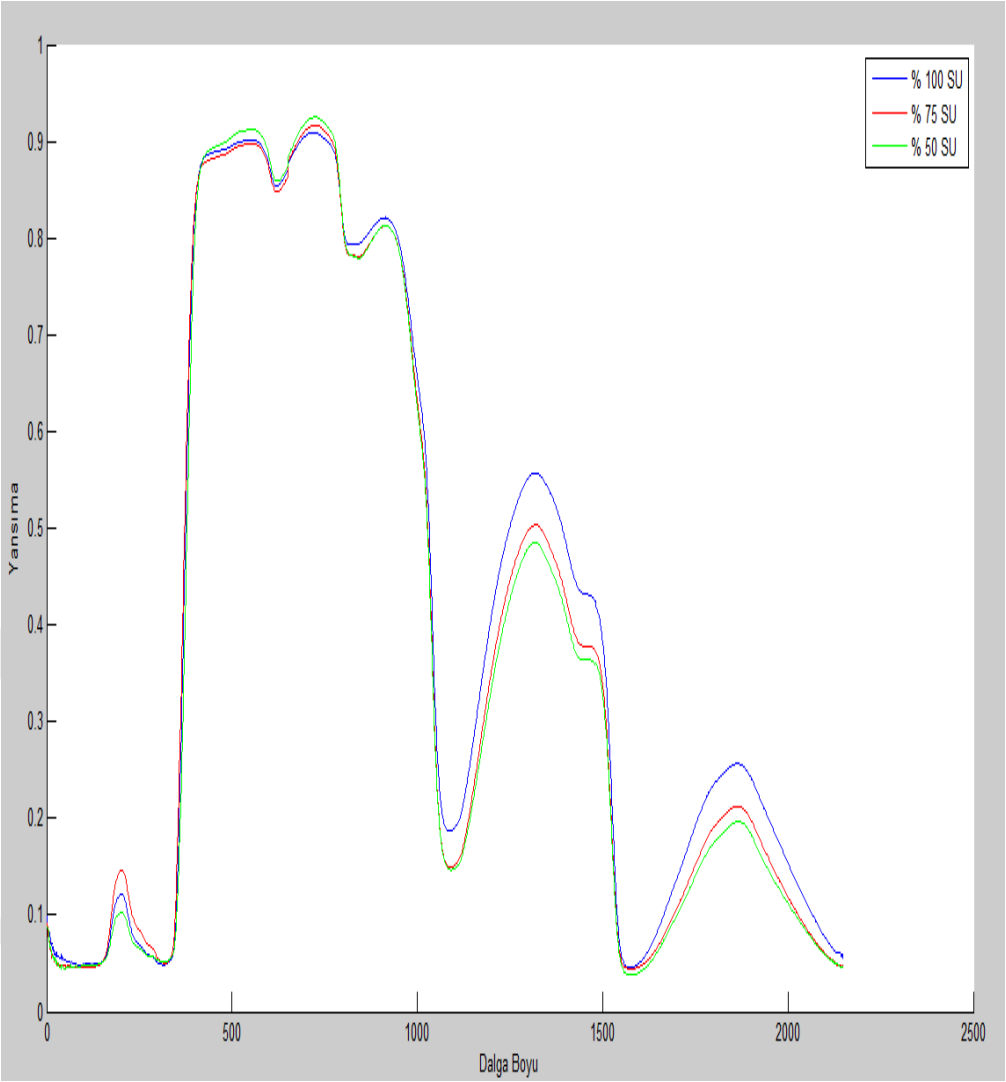
Şekil 4.15. Cocopeat toprağından alınmış ikinci grup, % 75 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.16.'da, cocopeat toprağında yetiştirilmiş isot yapraklarından alınmış birinci grup, yani % 50 suya maruz bırakılmış örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



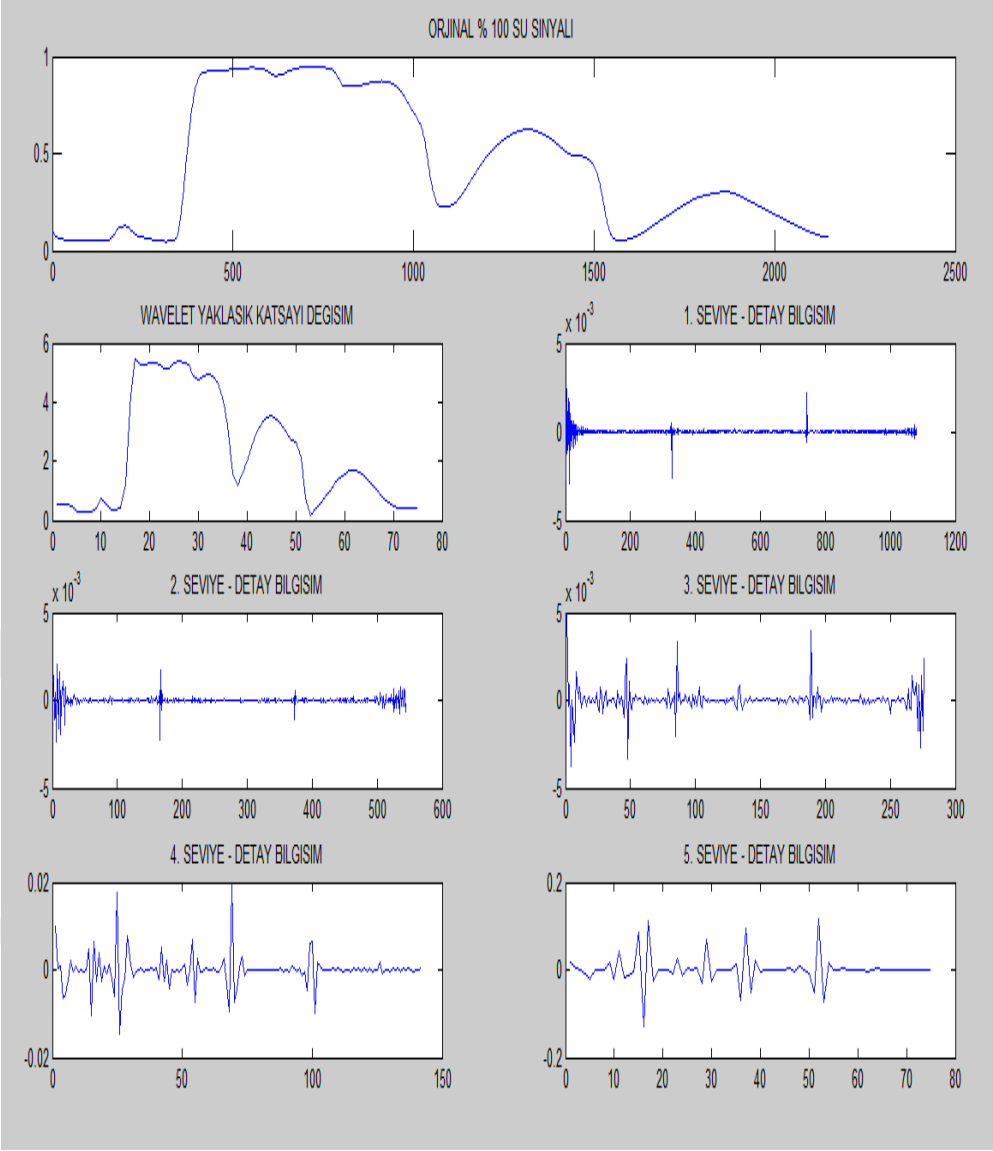
Şekil 4.16. Cocopeat toprağından alınmış üçüncü grup, % 50 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınmış üç veri setine ait, yani % 100 suya maruz bırakılmış, % 75 su kullanılmış ve % 50 su kullanılmış spektral yansımalar Şekil 4.17.'de yer almıştır.



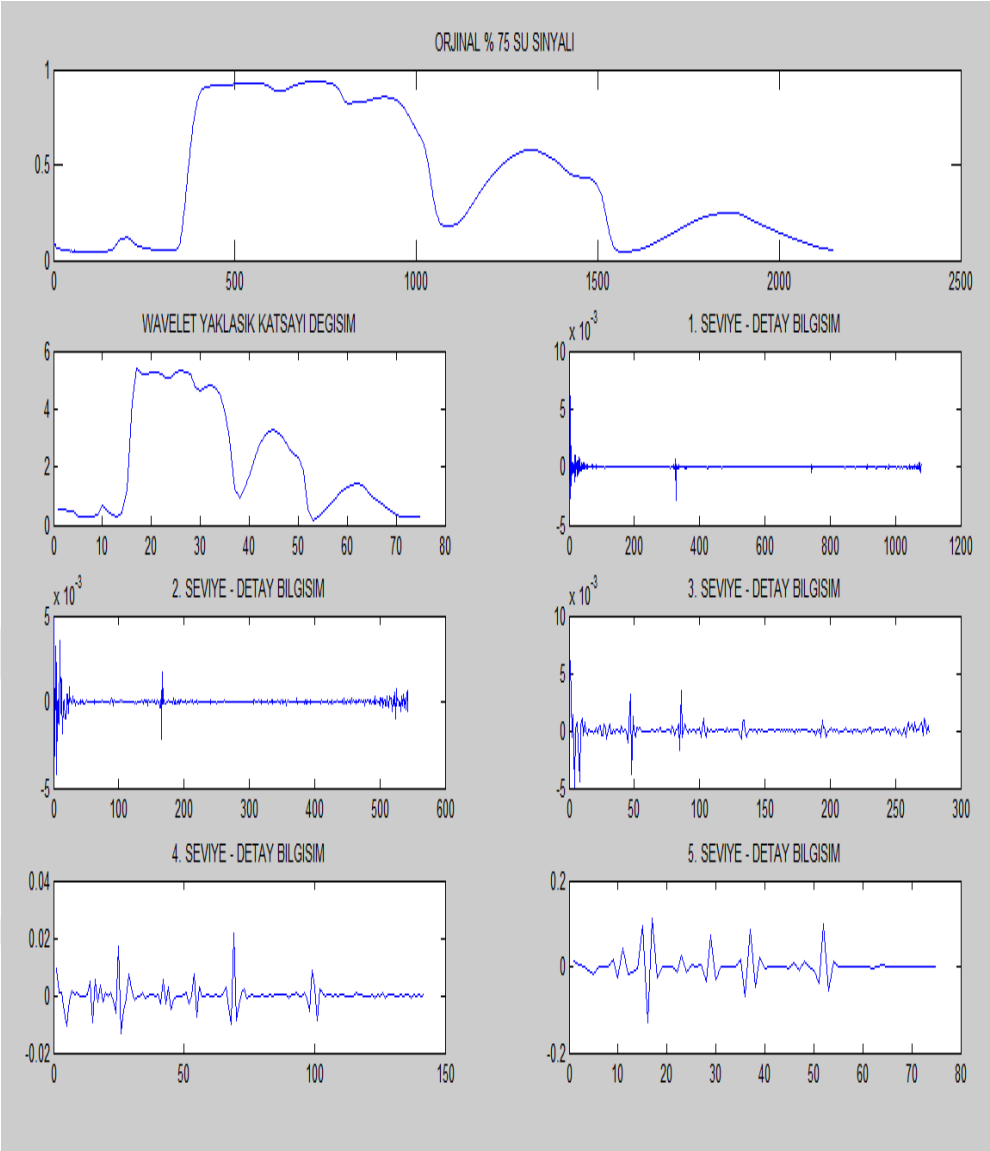
Şekil 4.17. Perlit toprağından alınmış tüm gruplara ait yansımalar

Şekil 4.18.'de, perlit toprağında yetiştirilmiş isot yapraklarından alınmış birinci grup, yani % 100 suya maruz bırakılmış örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



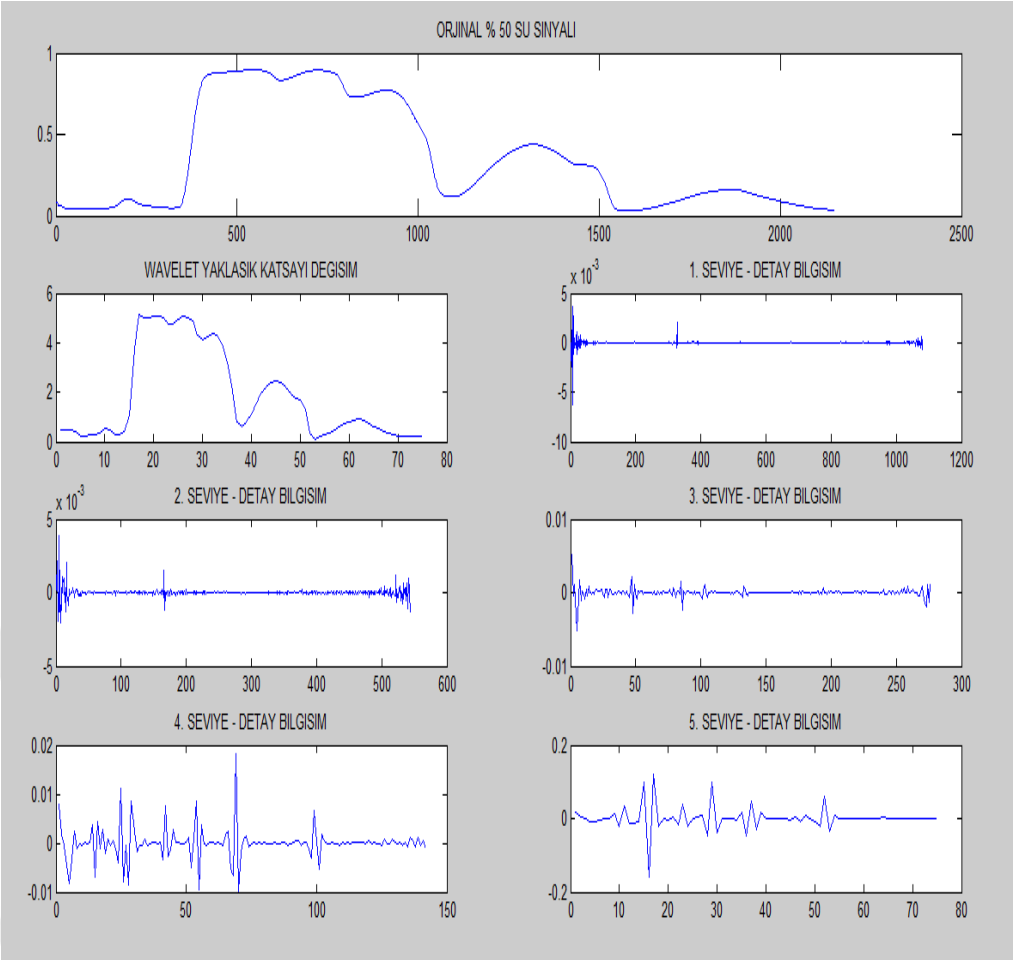
Şekil 4.18. Perlit toprağından alınmış birinci grup, % 100 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.19.'da, perlit toprağında yetiştirilmiş isot yapraklarından alınmış birinci grup, yani % 75 suya maruz bırakılmış örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



Şekil 4.19. Perlit toprağından alınmış ikinci grup, % 75 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Şekil 4.20.'de, perlit toprağında yetiştirilmiş isot yapraklarından alınmış birinci grup, yani % 50 suya maruz bırakılmış örneklerden oluşmuştur. Grafiklerden üste olan, ham verilerin yansımalarından oluşmuştur. Hemen altında ise o gruba ait spektral yansımalara DD uygulanmış yaklaşım ve detay katsayılarının yer aldığı grafikler mevcuttur. Grafiklerin yatay boyutu dalga boyunu, düşey boyutu da yansımayı göstermektedir.



Şekil 4.20. Perlit toprağından alınmış üçüncü grup, % 50 suya maruz bırakılmış ham veriler ve dalgacık alınmış verilere ait yansımalar

Çizelge 4.15.'de cocopeat ortamında yetiştirilmiş isot'un su stresine maruz kalmış üç grubun spektral yansımalarının bazı istatistiksel değerlerine ait sonuçlar yer almaktadır.

Çizelge 4.15. Cocopeat ortamında yetiştirilmiş isot'a ait üç grubun istatistiksel değerleri

	Grup Türü	Ortalama	Standart Sapma	Max.	Min.
Cocopeat	% 100 Su	1.1120e12	1.6536e10	1.0000e13	0.0272
	% 75 Su	1.2858e12	1.7957e10	1.0000e13	0.0279
	% 50 Su	1.1552e12	8.8252e10	9.9900e12	0.0366

Aynı şekilde perlit ortamında yetiştirilmiş isot'a ait üç grubun spektral yansımalarının bazı istatistiksel değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.16.'da yer almıştır.

Çizelge 4.16. Perlit ortamında yetiştirilmiş isot'a ait üç grubun istatistiksel değerleri

	Grup Türü	Ortalama	Standart Sapma	Max.	Min.
Perlit	% 100 Su	1.1120e12	1.6536e10	1.0000e13	0.0272
	% 75 Su	1.2858e12	1.7957e10	1.0000e13	0.0279
	% 50 Su	1.1552e12	8.8252e10	9.9900e12	0.0366

4.6. Çalışmada Kullanılan İkinci Uygulama Sonuçların Karşılaştırılması

İsot'a ait yapraklardan alınan spektral yansımalarının su stresine maruz bırakılmaları karşılaştırılması yapılırken, cihazın tekrarlanan değerleri ezberlememesi için harmanlama işlemi ve çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak tekrar tekrar sınıflandırma işlemine konulup ortalama değerleri alınmıştır. Veri setinin 3 te 2 si eğitim, 3 te 1 i test olarak uygulanmıştır.

Cocopeat toprağında yetişmiş isot'a ait yansımalarının üç grubu için 5. Seviye ADD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için üçte biri test edilip kaydırılarak diğer üçte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer üç sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.17. Cocopeat toprağında yetişmiş biber yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitlerinden bazılarını uygulayıp KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)			K=3 (%)			K=5 (%)		
	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar
1	100	100	100	86.6	100	86.6	83.3	70	73.3
2	100	100	96.6	100	100	100	80	80	70
3	100	100	100	100	83.3	100	76.6	80	80
4	96.6	100	100	86.6	100	100	90	96.6	80
5	100	100	100	100	83.3	96.6	96.6	73.3	56.6
6	100	100	83.3	100	100	96.6	86.6	80	76.6
7	100	100	100	100	86.6	96.6	73.3	56.6	76.6
8	100	96,6	100	100	100	83,3	83.3	80	70
9	100	100	100	96,6	100	96.6	70	70	96.6
10	100	100	100	100	100	96.6	100	90	70
Ortalama	99.66	99.66	98.14	96.98	95.32	95.29	83.97	77.65	74.97

Aynı şekilde perlit toprağında yetişmiş isot'a ait yansımalarının üç grubu için 5. Seviye ADD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar ile birlikte bazı istatistiksel değerlerden de yararlanarak elde edilen örneklerin KNN sınıflandırma yöntemi ile karşılaştırılmaları Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için üçte biri test edilip kaydırılarak diğer üçte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer üç sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur. Çapraz doğrulama yapılarak 3 döngü yapıldıktan sonra, 10 tekrar değerleri alınmış.

DA uygulamadan, bazı istatistiksel değerlerden yararlanıp KNN sınıflandırma yöntemi uygulayarak komşu sayısı k=2, k=3 ve k=5 için ortalama değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitlerinden bazılarını uygulayıp KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)			K=3 (%)			K=5 (%)		
	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar	Sym5	dB2	Haar
1	96.6	96.6	93.3	83.3	93.3	80	73.3	86.6	96.6
2	93.3	93.3	93.3	76.6	96.6	96.6	73.3	86.6	80
3	96.6	93.3	93.3	53.3	90	96.6	73.3	76.6	83.3
4	96.6	96.6	96.6	70	96.6	96.6	83.3	80	83.3
5	93.3	96.6	93.3	93.3	96.6	80	60	86.6	66.6
6	96.6	93.3	96.6	93.3	96.6	83.3	76.6	63.3	66.6
7	96.6	96.6	93.3	83.3	96.6	96.6	83.3	73.3	76.6
8	96.6	93.3	96.6	93.3	96.6	96.6	73.3	86.6	90
9	96.6	93.3	93.3	96.6	96.6	96.6	73.3	96.6	46.6
10	96.6	93.3	93.3	96.6	96.6	96.6	63.3	70	70
Ortalama	95.94	94.62	94.29	83.96	95.61	91.95	73.3	80.62	75.96

Kısaca özetlenecek olursa, cocopeat toprağında ve perlit toprağında yetiştirilmiş isot'un spektral yansımalarının KNN sınıflandırma yöntemlerinin başarı durumları karşılaştırılmıştır. DD yöntemlerinden Sym5, dB2 ve Haar uygulandıktan sonra bazı istatistiksel değerlerden de yararlanılarak sınıflandırma işlemi olarak KNN sınıflandırma yöntemi kullanılmış ve komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Elde edilen başarı oranlarına bakıldığında; DD yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında en iyi sonucu Sym5 in verdiği ve en düşük başarı sonucunu ise dB2 nin verdiği gözlemlenmiştir. K komşuluk değerlerine göre başarı durumları karşılaştırıldığında ise, komşuluk sayısının artması ile birlikte başarı oranında azalmaların gözlemlendiği görülmüştür. Yani en yüksek başarı oranı komşu sayısı k=2 olduğunda ve en düşük başarı oranı k=5 olduğunda elde edilmiştir. İsot'un yetiştirildiği toprak özelliği göz önünde bulundurulduğunda ise cocopeat toprağında yetişen meyvenin durum tespiti ortalama başarı oranlarının daha yüksek çıktığı görülmüştür.

İsot yaprağına ait yansımalardan isot'un su stresine karşı gösterdiği tepkiyi ayırt edebilmek için, cocopeat toprağında yetişmiş isotlardan alınan yansımalara yalnızca istatistiksel yöntemler uygulayarak KNN sınıflandırma yöntemine uygun hale getirilip çalışılmıştır. Başarı karşılaştırmaları Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için üçte biri test edilip kaydırılarak diğer üçte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer üç sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.19. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara DA uygulamadan direk istatistiksel analiz uygulayıp KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)	K=3 (%)	K=5 (%)
1	100	86.6	76.6
2	100	100	70
3	100	100	80
4	90	100	80
5	100	86.6	66.6
6	100	86.6	90
7	100	90	66.6
8	100	100	73.3
9	100	86.6	76.6
10	100	90	80
Ortalama	99	92.64	75.97

İsot yaprağına ait yansımalardan isotun su stresine karşı gösterdiği tepkiyi ayırt edebilmek için, perlit toprağında yetişmiş isotlardan alınan yansımalara yalnızca istatistiksel yöntemler uygulayarak KNN sınıflandırma yöntemine uygun hale getirilip çalışılmıştır. Başarı karşılaştırmaları Çizelge 4.20.'de verilmiştir. Burada elde edilen sonuçlar komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. Yüzdelik olarak verilen değerler, çapraz doğrulama uygulandığı için üçte biri test edilip kaydırılarak diğer üçte biri test edilmiştir ve böylece tüm değerler eğitim ve test işlemine konulmuştur. Yani verilen her bir değer üç sınıflandırma işleminin yüzdelik olarak ortalaması olmuştur.

Çizelge 4.20 Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara DA uygulamadan direk istatistiksel analiz uygulayıp KNN sınıflandırma yöntemi kullanarak komşuluk değeri 2, 3 ve 5 için başarı sonuçları

Deneme No	K=2 (%)	K=3 (%)	K=5 (%)
1	100	86.6	70
2	100	100	76.6
3	100	60	70
4	90	86.6	46.6
5	100	100	56.6
6	100	83.3	70
7	83.3	86.6	80
8	100	100	66.6
9	100	86.6	70
10	100	86.6	66.6
Ortalama	97.33	87.63	67.3

Cocopeat ve perlit toprağında yetiştirilen isot'a ait yansımalara bazı istatistiksel yöntemler uygulandıktan sonra sınıflandırma işlemi olarak k-NN sınıflandırma yöntemi kullanılmış ve komşuluk sayısı k=2, k=3 ve k=5 den meydana gelmiştir. K komşuluk değerlerine göre başarı durumları karşılaştırıldığında ise, komşuluk sayısının artması ile birlikte başarı oranında azalmaların gözlemlendiği görülmüştür. Yani en yüksek başarı oranı komşu sayısı k=2 olduğunda ve en düşük başarı oranı k=5 olduğunda elde edilmiştir. İsot'un yetiştirildiği toprak özelliği göz önünde bulundurulduğunda ise cocopeat toprağında yetişenlerin ortalama başarı oranlarının daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Yapılan çalışmalar ve uygulanan yöntemlerden elde edilen sonuçlara göre KNN sınıflandırma yönteminin yanı sıra diğer yöntemlerinde biber ile ilgili durum tespitlerinde etkin olduğu görülmüştür.

Yapay sinir ağları kullanılarak yapılan çalışmada, tezde kullanılan cocopeat toprağında yetiştirilmiş yansımalara DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerlerde kullanılarak YSA sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Cihazın sonuçları ezberlemesinin önüne geçmek için harmanlama işlemi yapılıp tekrar tekrar sonuçlarına bakılmıştır. Dataların üçte ikisi eğitim, üçte biri ise test olarak kullanılmıştır. DD 5. Seviye için Sym5, dB2 ve Haar yöntemleri uygulanıp elde edilen başarı sonuçları Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Çizelgede öncelikli olarak test de

kullanılan değer, sonrasında sınıflandırma sonucu elde edilen değer ve en son kısımda ise yuvarlatılmış değerler yer almıştır.

Çizelge 4.21. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri ile birlikte bazı istatistik yöntemler uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları

Sym5	**Beklenen Değer**	3	1	3	2	1	3	1	3	2	3
	Test Sonucu	2.8	1.0	1.0	2.6	1.0	2.9	1.0	1.2	2.9	2.9
	Yuvarlama	3	1	1	3	1	3	1	1	3	3
dB	**Beklenen Değer**	1	1	1	3	2	3	3	3	1	2
	Test Sonucu	1.1	1.2	1.0	2.7	2.4	2.9	2.8	1.1	1.2	1.2
	Yuvarlama	1	1	1	3	2	3	3	3	1	1
Haar	**Beklenen Değer**	3	2	1	3	3	3	2	2	2	2
	Test Sonucu	3.0	3.0	1.0	3.0	3.0	3.0	1.3	3.0	1.0	1.0
	Yuvarlama	3	3	1	3	3	3	1	3	1	1

Çizelgede 4.21.'de görüldüğü gibi DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerler uygulayarak YSA yöntemi kullanarak sınıflandırma yapıldığında sayılar yuvarlanıp beklenen değerler ile karşılaştırıldığında; DD çeşitlerinden dB2 kullanıldığında başarı oranı diğer çeşitlere göre yüksek iken Haar çeşidinin ise en düşük olduğu görülmüştür.

Tezde kullanılan cocopeat toprağında yetiştirilmiş yansımalara yalnızca DD kullanılarak YSA sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Cihazın sonuçları ezberlemesinin önüne geçmek için harmanlama işlemi yapılıp tekrar tekrar sonuçlarına bakılmıştır. Dataların üçte ikisi eğitim, üçte biri ise test olarak kullanılmıştır. DD 5. Seviye için Sym5, dB2 ve Haar yöntemleri uygulanıp elde edilen başarı sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Çizelgede Öncelikli olarak test de kullanılan değer, sonrasında sınıflandırma sonucu elde edilen değer ve en son kısımda ise yuvarlatılmış değerler yer almıştır.

Çizelge 4.22. Cocopeat toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları

	Beklenen Değer	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Sym5	**Test Sonucu**	1.0	1.0	1.0	1.0	1.9	2.1	2.2	2.4	2.9	2.7	2.8	2.9
	Yuvarlama	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	Beklenen Değer	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
dB	**Test Sonucu**	1.1	1.1	1.0	1.0	2.1	2.0	2.3	2.0	3,1	2.8	2.9	3.0
	Yuvarlama	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	Beklenen Değer	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Haar	**Test Sonucu**	1.0	1.0	1.1	1.0	2.1	2.2	2.0	2.0	2.9	2.8	3.1	3.0
	Yuvarlama	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3

Çizelge 4.22.'de görüldüğü gibi DD uyguladıktan sonra doğrudan YSA yöntemi kullanarak sınıflandırma yapıldığında sayılar yuvarlanıp beklenen değerler ile karşılaştırıldığında test edilen 12 değerin yaklaşık olarak doğru tahmin edildiği görülmüştür. Ayrıca DD ile birlikte istatistiksel yöntemler kullanılarak yapılan sınıflandırma ve Yalnızca DD kullanılarak yapılan sınıflandırma başarı oranları karşılaştırıldığında Yalnızca DD kullanılarak yapılan YSA sınıflandırma yönteminin performansının daha iyi olduğu görülmüştür.

Yapay Sinir Ağları kullanılarak yapılan çalışmada, tezde kullanılan perlit toprağında yetiştirilmiş yansımalara DD uygulaması ile birlikte bazı istatistiksel değerlerde kullanılarak YSA sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Cihazın sonuçları ezberlemesinin önüne geçmek için harmanlama işlemi yapılıp tekrar tekrar sonuçlarına bakılmıştır. Dataların üçte ikisi eğitim, üçte biri ise test olarak kullanılmıştır. DD 5. Seviye için Sym5, dB2 ve Haar yöntemleri uygulanıp elde edilen başarı sonuçları Çizelge 4.23.'de verilmiştir. Çizelgede Öncelikli olarak test de kullanılan değer, sonrasında sınıflandırma sonucu elde edilen değer ve en son kısımda ise yuvarlatılmış değerler yer almıştır.

Çizelge 4.23. Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri ile birlikte bazı istatistik yöntemler uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları

	Beklenen Değer	3	1	3	2	1	3	1	3	2	3
Sym5	**Test Sonucu**	2.8	1.0	1.0	2.6	1.0	2.9	1.0	1.2	2.9	2.9
	Yuvarlama	3	1	1	3	1	3	1	1	3	3
	Beklenen Değer										
dB		1	3	3	2	3	2	1	1	2	2
	Test Sonucu	1.2	2.2	2.7	2.6	3.1	2.2	1.7	1.2	2.9	2.1
	Yuvarlama	1	2	3	3	3	2	2	1	3	2
	Beklenen Değer										
Haar		2	3	1	1	1	2	2	3	2	1
	Test Sonucu	2.8	2.6	1.0	1.8	1.1	2.3	2.0	2.2	2.8	1.3
	Yuvarlama	3	3	1	2	1	2	2	2	3	1

Çizelgede 4.23.' de görüldüğü gibi DD uygulması ile birlikte bazı istatistiksel değerler uygulayarak YSA yöntemi kullanarak sınıflandırma yapıldığında sayılar yuvarlanıp beklenen değerler ile karşılaştırıldığında; DD çeşitlerinden dB2 kullanıldığında başarı oranı diğer çeşitlere göre yüksek iken Haar çeşidinin ise en düşük olduğu görülmüştür.

Tezde kullanılan perlit toprağında yetiştirilmiş yansımalara yalnızca DD kullanılarak YSA sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Cihazın sonuçları ezberlemesinin önüne geçmek için harmanlama işlemi yapılıp tekrar tekrar sonuçlarına bakılmıştır. Dataların üçte ikisi eğitim, üçte biri ise test olarak kullanılmıştır. DD 5. Seviye için Sym5, dB2 ve Haar yöntemleri uygulanıp elde edilen başarı sonuçları Çizelge 4.22. de verilmiştir. Çizelgede Öncelikli olarak test de kullanılan değer, sonrasında sınıflandırma sonucu elde edilen değer ve en son kısımda ise yuvarlatılmış değerler yer almıştır.

Çizelge 4.24. Perlit toprağında yetişmiş isot yapraklarından alınan spektral yansımalara dalgacık dönüşüm çeşitleri uygulayarak YSA sınıflandırma yöntemi için başarı sonuçları

	Beklenen Değer	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Sym5	**Test Sonucu**	1.0	1.0	1.0	1.0	1.9	.2	2.2	2.1	2.9	2.9	2.9	2.9
	Yuvarlama	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	Beklenen Değer	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
dB	**Test Sonucu**	1.0	1.1	1.0	1.2	2.1	.2	2.2	2.0	2.9	3.1	3.1	2.9
	Yuvarlama	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	Beklenen Değer	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Haar	**Test Sonucu**	0.9	1.0	1.0	1.1	1.9	.0	2.1	2.0	3.2	2.9	2.9	3.0
	Yuvarlama	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3

Çizelgede 4.22.'de görüldüğü gibi DD uyguladıktan sonra doğrudan YSA yöntemi kullanarak sınıflandırma yapıldığında sayılar yuvarlanıp beklenen değerler ile karşılaştırıldığında test edilen 12 değerin yaklaşık olarak doğru tahmin edildiği görülmüştür. Ayrıca DD ile birlikte istatistiksel yöntemler kullanılarak yapılan sınıflandırma ve Yalnızca DD kullanılarak yapılan sınıflandırma başarı oranları karşılaştırıldığında Yalnızca DD kullanılarak yapılan YSA sınıflandırma yönteminin performansının daha iyi olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasında, isot'a ait iki uygulama yapılmıştır. Birinci uygulamada isot'da sıklıkla karşılaşılan isot fusarium hastalığının tespit edilmesi, laboratuvar ortamına ihtiyaç duymadan spektroradyometre cihazı kullanılarak, yapraktan alınan yansımalardan bilgisayar teknikleri kullanılarak yapılmıştır. İkinci uygulamada ise, isot'a ait su stresi aynı teknikler kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada; Öznitelik için Dalgacık Dönüşümü (DD) (Symlets5 (sym5), Daubiches2 (dB2) ve Haar) kullanılmış. İstatistiksel değerler olarak; max., min., mean., standart sapma, mod, çarpıklık basıklık gibi değerler kullanılmıştır. Sınıflandırma teknikler olarak da; Naive Bayes (NB), K en yakın komşuluk (KNN) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılmıştır.

Alanda uzman kişilerin beklentileri ve önceki çalışmalar incelendiğinde, meyve ve bitkilerdeki olası hastalıkların erken tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bunun yanında kullanılacak yöntemlerin daha ucuz ve kullanılabilirlik açısından da basit olması istenmektedir. Fakat bu tip analizler laboratuvar ortamı gerektirdiği için hem maliyet olarak yüksek fiyat, hem de uygulanabilirlik açısından biraz zaman alabilmektedir. Son zamanlarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte alternatif yöntemler oluşmuştur. Spektroradyometre cihazı da ihtiyaçlar sonucunda ziraat alanında kullanılmaya başlanmıştır. Spektroradyometre cihazı ile yapılan çalışmalar çok fazla bir geçmişe sahip değiller, bu tür çalışmalar gerek fotometre gerekse spektrometre uygulamaları gibi standart bir analiz metodu olarak kullanılmamaktadır. Fakat yapılan araştırmalardan anlaşıldığı kadarı ile yakın gelecekte standart bir metot olarak kullanılabilecektir. Nanoteknoloji geliştikçe bu tür cihazların daha küçük, taşınabilir ve sahada kullanılabilir boyutlarda olması ve pratik kullanıma ulaşması sonucunda spektroradyometri uygulamaları ile yapılacak çalışmalar hakkında daha fazla araştırma yapmak zorunlu hale gelecektir.

Spektroradyometrik çalışmalar analitik metodlar ile karşılaştırıldığında birkaç avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. En önemli avantajlarından biri tüm

aparatları ile birlikte arazide taşınıp kullanılabilir olmasıdır. Bu yüzden örnekleme ile analiz aynı zamanda, kısa bir sürede ve sahada yapılabilmektedir. Bu cihazlar ile canlı bitkiler üzerinde ve bitki yaprağı ve ya dokusu tahrip edilmeden inceleme yapılabilmektedir. Geleneksel analiz yöntemlerine kıyasla çok hızlıdır. Çok kısa süre içerisinde (birkaç saniye gibi) yüzlerce rakam elde etmek mümkündür (her bir dalga boyu 300-2500 nm arasında radyans ve reflektans). Oluşturulan bu değerler ile birden çok parametre ya da bileşen için tahminde bulunabilmektedir. Elde edilen rakamlar kullanılarak uygun modelleme ve istatistiksel sonuca ulaşılabilmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalarda, örneklerin analiz için hazırlanmasında özel bir çalışmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Analitik yöntemlerde yapıldığı gibi kimyasal madde kullanılmak ve çözelti hazırlanmadığından çevre dostu ve kimya bilgisi gerektirmeyen bir yöntem olacaktır.

Dezavantajları ise; Spektroskopik tekniklerin doğruluğu kalibrasyona ihtiyaç duyması ve kullanılan referans tekniğin doğruluğu ve hassasiyetine bağlıdır. Aynı şekilde spektroradyometrede de kıyaslamaların yapılabildiği doğruluğu kabul edilmiş olan referans tekniklerin kullanılması gerekmektedir.

Sonuç olarak meyve ve bitkilerden spektroradyometre cihazı ile elde edilen yansımaların sınıflandırılmasında daha önce fazla denenmemiş yöntemler ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre sağlıklı ve hastalıklı meyve/bitki ayırt edilebilmiştir. Aynı şekilde meyve/bitkiye verilen su oranına göre elde edilen yansımalarında ayırt edilebildiği görülmüştür. Uygulanılan bu tekniğin, tarım alanında etkin bir şekilde kullanılması maliyet ve zaman açısından oldukça faydalı olacaktır.

Daha sonra yapılacak çalışmalar da, bir çok bitki ve meyve'ye ait hastalıkların data bankası oluşturularak, daha pratik kullanıma sahip cihazların üretilmesi ile birlikte kullanılan yöntemler yardımı ile yazılan programlar cihazlara yüklenerek; basit, kullanışlı ve ekonomik uygulamalar üzerine çalışılacaktır.

KAYNAKLAR

ASHOURLOO, D., MOBASHERI, M.R. and HUETE, A., 2014. Developing Two Spectral Disease Indices for Detection of Wheat Leaf Rust (Pucciniatriticina). Remote Sens., 6(6): 4723-4740.

AUYNIRUNDRONKOOL, K., DEEUDOMCHAN, K., PRAKOBYA, A., JARNKOON, V., RATCHASEMA, M. T. and SEECHAN, M., 2009. Analysis of Economic Crop Reflectance by Field Spectral Signature: Case Study Sugarcane. Journal of Sugarcane Research, Thailand, 1: 62–73.

BAHÇENET, 2008. Tarımda Perlitin Kullanımı. http://www.bahcenet.com/perlit-nedir-tarimda-perlit-in-kullanimi.html, Erişim tarihi:15.02.2016.

BATAR, H., 2005. EEG İşaretlerinin Dalgacık Analiz Yöntemleri Kullanılarak Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 89s.

BİTKİSAGLIĞI, 2004. Fusarium Oxysporum f.sp. Vasinfectum Biber Solgunluğu, http://www.bitkisagligi.net/Biber/ozellik.asp?patlatin=Fusarium%20oxysporum%20f.sp.%20vasinfectum 2004, Erişim Tarihi: 15.02.2016.

ÇAMOĞLU, G., AŞIK, Ş. ve GENÇ, L., 2010. Mısır Bitkisinin Su Stresine Karşı Spektral Tepkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (1): 37-43

DAŞ, Ö. B., 2013. ICP-OES Kullanılarak Bitkilerdeki Makro ve Mikro Elementlerin Birlikte Tayininde Çok Değişkenli Kalibrasyon Tekniklerinin Uygulanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 65s.

DEDEOĞLU, M., 2011. Elma ve Kiraz Ağaçlarında Çinko Noksanlığının Görünür Yakın Kızılötesi (VNIR) Spektroradyometrik Yöntemle Belirlenebilirliğinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 57s.

Devlet Planlama Teşkilatı, 2001. Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu Tarım İlaçları Alt Komisyonu Raporu, Ankara, 4: 1-2.

DOYMUS, K. 2009, https://kemaldoymus.files.wordpress.com/2009/12/ders_3.ppt, Erişim tarihi: 15.02.2016.

EKOSOLVER, 2014. Biberde Fusarium Hastalığı Nedenleri Çözümleri, http://www.ekosolver.com/makale-detay/bberde-fusarum-hastaliinedenlerzmler, Erişim tarihi: 15.02.2016.

ELMAS Ç., 2003. Yapay Sinir Ağları (kuram, mimari, eğitim, uygulama). Seçkin Yayıncılık, 192s.

EREN, Ö., 2008. Alerjen proteinlerin otomatik sınıflandırılması. Başkent üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, yüksek lisans tezi, Ankara, 80s.

ERİK E. Z., 2007. Tifensülfüron-Metil Herbisitinin Difarensiyel Puls Polarografisiyle Tayini. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 92s.

FALAMARZİ, Y. PALİZDAN, N. HUANGB, Y. F. LEE, T.S. 2014. Estimating evapotranspiration from temperature and wind speeddata using artificial and wavelet neural networks (WNNs) Agricultural Water Management. 140: 26–36.

FLETCHER, R. S., SMITH, J.R., MENGISTU, A., RAY, J. D., 2014. Relationships between Microsclerotia Content and Hyperspectral Reflectance Data in

Soybean Tissue Infected by Macrophomina phaseolina. American Journal of Plant Sciences, 5: 3737-3744

FUGAL, D. L., 2009. Conceptual Wavelets In Digital Signal Processing, http://www.conceptualwavelets.com, Erişim tarihi: 10.02.2006.

GENÇZİRAAT, 2008, "Cocopeat" http://www.gencziraat.com/Bitki-/Cocopeat-7.html, Erişim tarihi: 15.02.2016.

GRAPS, A. 2006. Introduction to wavelets World Wide Web, http://www.amara.com., Erişim tarihi: 10.02.2006.

HARİHARAN, M., FOOK, C. Y., SİNDHU, R., ADOMA, A. H., YAACOB, S., 2013. Objective evaluation of speech dysfluencies using wavelet packet transform with sample entropy. Digital Signal Processing 23: 952–959.

HUANG, J. F. And APAN, A., 2006. Detection of Sclerotinia Rot Disease on Celery Using Hyperspectral Data and Partial Least Squares Regression. Journal of Spatial Science, 51(2): 129-142.

JUSOFF, K., JUSOFF, M. M., ALI, N.H.M., 2010. Spectral Signatures of Leaf Fall Diseases in Hevea Brasiliensis Using a Handheld Spectroradiometer. Modern Applied Science, 4(2): 78.

KATKAT, V., Çil, N., 1996. Bitki besleme ve uygulama kılavuzu. Uludağ Üniversitesi yayınları, Bursa, 96s.

KAYA, Y., 2014. KNN, NN, BAYES, DT ve SVM Kullanılarak EKG Vurularının Sınıflandırılması. ısıtes2014,18-20 Haziran, Karabük, 1413-1423.

KESKİN M., 2007. Spektroradyometreler ve tarımda kullanım alanları. tarımsal mekanizasyon 24. Ulusal kongresi, 5-6 Eylül, Kahramanmaraş, 326-329.

KÖKSAL, E.S., 2006. Sulama suyu düzeylerinin şekerpancarının verim, kalite ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin, infrared termometre ve spektroradyometre ile belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 112s.

KRISHNA, G., SAHOO, R. N., PARGAL, S., GUPTA, V.K., SINHA, P., BHAGAT, S., SAHARAN, M. S., SINGH, R., CHATTOPADHYAY, C., 2014. Assessing Wheat Yellow Rust Disease Through Hyperspectral Remote Sensing, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Technical Commission VIII Symposium, Hyderabad, 9-12 December, India, 1413-1416.

KÜVETİN, Z. ve TÜRKEŞ, T., 1994. Sebzecilik Genel Sebze Tarımı Prensipleri ve Pratik Sebzecilik Yöntemleri. Inkılap Kitabevi, İstanbul, 309s.

LARSOLLE, A., and MUHAMMED, H. H., 2007. Measuring crop status using multivariate analysis of hyperspectral field reflectance with application to disease severity and plant density. Precision Agric, 8: 37–47.

LI, X., He, Y., 2008. Discriminating varieties of tea plant based on Vis/NIR spectral characteristics and using artificial neural networks. biosystems engineering, 99: 313 – 321.

LIAGHATA, S., EHSANI, R., MANSORA, S., SHAFRIA, H. Z. M., MEONC, S., SANKARAN, S. and AZAM, S. H. M. N., 2014. Early detection of basal stem rot disease (Ganoderma) in oil palms based on hyperspectral reflectance data using pattern recognition algorithms. International Journal of Remote Sensing, 35: 3427–3439.

LIU, Z.Y., SHI, J.J., ZHANG, L. W. and HUANG, J.F., 2010. Discrimination of rice panicles by hyperspectral reflectance data based on principal component analysis and support vector classification. Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology), 1673-1581.

MAHLEIN, A. K., RUMPF,T., WELKE, P., DEHNE, H.W., PLÜMER, L., STEINER, U. and OERKE, E.C., 2013. Development of spectral indices for detecting and identifying plant diseases. Remote Sensing of Environment 128: 21–30.

MARKOVİC, A., TAKAC, A. ILİN, Z. ITO, T(ed.), TOGNONİ, F.(ed.), NAMİKİ, T.(ed.), NUKAYA, A.(ed.) and MARUO, T. 1995. Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. Acta-Horticulturae, 396: 321-328.

MISHRA, A. R., KARIMI, D., EHSANI, R. and LEE, W. S. 2012. Identification Of Cıtrus Greening (HLB) Using a Vıs-Nır Spectroscopy Technique. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 55(2): 711-720.

MISHRA, A., KARIMI, D., EHSANI, E. and ALBRIGO, L.G., 2011. Evaluation of an active optical sensor for detection of Huanglongbing (HLB) disease. biosystems engineering 110: 302 – 309.

MITRA, J., BHUVANESHWARI, V. and PAUL, P.K., 2013. Broad spectrum management of plant diseases by phylloplane microfungal metabolites. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46: 1993–2001.

MOSHOU, D., PANTAZI, X. E., KATERİS, D. and GRAVALOS, L., 2014. Water stress detection based on optical multisensor fusion with a least squares support vector machine classifier. biosystems engineering 117: 15 -22.

OKTAY, M., OKUR, B. ESİYOK D. ve SEVİMLİ, E. 1995. The effect of different growing media on beli pepper (Capsicum annuum var. grossom cv. Kandil) production. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32: 167-174.

ÖZBEK, H., KAYA, Z. GÖK, M. ve KAPTAN, H. 1993. Toprak Bilimi, Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın, Adana, 73: 16.

ÖZENÇ, D. B. ve ÖZKAN, İ., 2003. Toprağa Karıştırılan Peat ve Perlitin Su Stresi Altındaki Biber Bitkisinin (Cap.sicum annuum var. grossum cv. 11B-14) Gelişimi Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 9: 305-312.

ÖZTEMEL E., 2012. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, 3. Baskı, İstanbul, 231s.

ÖZYİĞİT, Y. ve BİLGEN, M., 2014. Uzaktan Algılama Sistemi Kullanılarak Koyun Yumağı (Festuca ovina L.) Bitkisinde Fosfor ve Potasyum Konsantrasyonlarının Belirlenme Olanakları. Anadolu Tarım Bilim Derg., 29(1):63-69.

RAHMAN, E.M.A., AHMED, F. B., BERG, M. V. D. and WAY, M.J., 2010. Potential of spectroscopic data sets for sugarcane thrips (Fulmekiola serrata Kobus) damage detection. International Journal of Remote Sensing, 31: 4199–4216.

RAY, S. S., JAIN, N., ARORA, R.K., CHAVAN, S. and PANIGRAHY, S., 2011. Utility of Hyperspectral Data for Potato Late Blight DiseaseDetection. J Indian Soc Remote Sens, 39(2): 161–169.

RUMPF, T., MAHLEIN, A. K., STEINER, U., OERKE, E. C., DEHNE, H. W. and PLUMER, L. 2010. Early detection and classification of plant diseases with

Support Vector Machines based on hyperspectral reflectance. Computers and Electronics in Agriculture, 74: 91–99.

SALMAN, A., POMERANTZ, A., TSROR, L., LAPIDOT, I., ZWİELLY, A., MOREH, R., MORDECHAI, S. and HULEIHEL, M., 2011. Distinction of Fusarium oxysporum fungal isolates (strains) using FTIR-ATR spectroscopy and advanced statistical methods. Analyst, 136: 988-995.

SANKARAN, S., EHSANI, R., INCH, S.A. and PLOETZ, R.C., 2012. Evaluation of Visible-Near Infrared Reflectance Spectra of Avocado Leaves as a Non-destructive Sensing Tool for Detection of Laurel Wilt. Plant Disease, 96 (11): 1683-1689.

SANKARAN, S., MISHRA, A., MAJA, J. M. and EHSANI, R., 2011. Visible-near infrared spectroscopy for detection of Huanglongbing in citrus orchards, Computers and Electronics in Agriculture 77 (2): 127–134.

TAWFIK, O. H., SHAFRI, H. Z. M. and MOHAMMED, A.A., 2013. Dısease Detection From Field Spectrometer Data. IIUM Engineering Journal, 14: 2.

TCTKB, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2011. Biber Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele, Ankara, 60s.

WU, D., FENG, L., ZHANG, C. and HE, Y. 2008. Early detection of Botrytis cinerea on eggplant leaves based on visible and near-infrared spectroscopy. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 51(3): 1133-1139.

YU, K., LEUFEN, G., HUNSCHE, M., NOGA, G., CHEN, X. and BARETH, G., 2014. Investigation of Leaf Diseases and Estimation of Chlorophyll Concentration in Seven Barley Varieties Using Fluorescence and Hyperspectral Indices. Remote sensing, 6: 64-86.

YUAN, L., HUANG, Y., LORAAMM, R. W., NIE, C., WANG, J. and ZHANG, J. 2014. Spectral analysis of winter wheat leaves for detection and differentiation of diseases and insects. field crops research, 156: 199-207.

ZHANG, H., HU, H., ZHANG, X. B., ZHU, L. F., ZHENG, K.F., JIN, Q.Y. and ZENG; F.P., 2011. Estimation of rice neck blasts severity using spectral reflectance based on BP-neural network. Acta Physiol Plant, 33(6): 2461–2466.

ZHANG, M., LIU, X., and O'NEILL, M., 2002. Spectral discrimination of Phytophthora infestans infection on tomatoes based on principal component and cluster analyses. International Journal of Remote Sensing, 23 (6): 1095–1107.