T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PAMUK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE AZOT YÖNETİM SİSTEMİ İÇİN BAZI SPEKTRAL VE FİZYOMORFOLOJİK İNDİSLERDEN FAYDALANMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

SERKAN KILIÇASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
Haziran 2019

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Serkan KILIÇASLAN tarafından yapılan "**Pamuk Yetiştiriciliğinde Azot Yönetim Sistemi İçin Bazı Spektral Ve Fizyomorfolojik İndislerden Faydalanma Olanaklarının Araştırılması**" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Prof. Dr. Sema BAŞBAĞ.....

Üye : Doç. Dr. Remzi EKİNCİ.....

Üye : Doç. Dr. Enver KENDAL.....

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 10/06/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../20

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesi ve yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan bilgi, öneri ve deneyimlerini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Sayın Doç. Dr. Remzi EKİNCİ' ye,

Araştırmanın yürütülmesinde her türlü desteği ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşaım Mustafa POLAT'a, Tarım ve Orman Bakanlığı, Mardin İl Müdürlüğündeki değerli arkadaşlarım Cemal AY'a ve Abdülkadir GEZER'e,

Uydu fotoğraflarının temini konusunda bizi destekleyen Nik İnşaat Tic. Ltd. Şti. adına Sayın A. Yücel ERBAY'a, ayrıca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve tüm yaşantımda bana her türlü destek olan ve yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

Bu tez, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından ZİRAAT.18.022 proje numarası ile desteklenmiş olup, Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi'ne desteğinden ötürü teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR……. I

İÇİNDEKİLER……..... II

ÖZET……..... IIV

ABSTRACT……..... V

ÇİZELGE LİSTESİ……..... VI

ŞEKİL LİSTESİ……..... VIII

KISALTMA VE SİMGELER……..... XIII

1. GİRİŞ……..... 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR…….…… 5

3. MATERYAL ve METOT…….…… 13

3.1. Materyal……..... 13

3.1.1. Materyal olarak kullanılan Pamuk Çeşidinin Özellikleri…… 13

3.1.2. Deneme Yeri ve Yılı…… 13

3.1.3. Toprak özellikleri……. 15

3.1.4. İklim Özellikleri……... 16

3.2. Metot……..... 18

3.2.1.. İncelenen Özellikler ve Saptama Yöntemleri……. 18

3.2.2. Uydu Görüntüleri Teknik Özellikleri……... 19

3.2.3. Uydu Görüntüleri İşleme Protokolü…… 21

3.2.4. Hesaplanan/Test edilen Vejetasyon İndisleri…….. 23

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi…… 28

4. BULGULAR VE TARTIŞMA…….. 29

4.1. İncelenen Fizyo-Morfolojik Özellikler…….. 29

4.1.1. Yaprak SPAD Değeri……..... 29

4.1.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI)…….. 32

4.1.3. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)…….. 34

4.1.4. Kütlü Pamuk Verimi (kg/da)…… 36

4.2. İkili İlişkiler (Korelasyon) Analizi……..……... 38

4.2.1. Yapraktaki Azot içeriği (%) ve incelenen Fizyomorfolojik özellikler arası ikili ilişkiler……. 38

4.2.2. Yapraktaki Azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları arasındaki ikili ilişkiler……. 38

4.2.3. Yapraktaki Azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler……. 40

4.3. Regrasyon Analizleri……..……. 46

4.3.1. Yapraktaki Azot İçeriği (%) ve İncelenen Uydu bantları/indisler arası Regrasyon ve Ters Regrasyon Analizleri……..…… 46

5. SONUÇ VE ÖNERİLER……..……..... 69

6. KAYNAKLAR……..... 71

ÖZGEÇMİŞ…….....83

ÖZET

PAMUK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE AZOT YÖNETİM SİSTEMİ İÇİN BAZI SPEKTRAL VE FİZYOMORFOLOJİK İNDİSLERDEN FAYDALANMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERKAN KILIÇASLAN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

2019

Bu çalışma, pamuk bitkisinin farklı yaprak azot içeriklerinin uydu görüntülerinde oluşan değişimlerini saptamak, uydu görüntüleri yardımı ile bitkideki azot durumunu tahmin etmek, gelecekte uydu görüntülerini kullanarak geniş pamuk üretim alanlarında azot gereksinimlerini saptayarak azot uygulama tavsiyelerinde bulunmak amacı ile Mardin ekolojik koşullarında, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak, 6 adet farklı lokasyonda yürütülmüştür. Çalışmada, fizyomorfolojik özellikler (yaprak azot İçeriği, yaprak SPAD değeri, yaprak alan indeksi, normalize edilmiş farklılık bitki örtüsü indeksi (NDVI) ve kütlü pamuk verimi) incelenmiştir. Çalışmada, SCOPE ve RAPIDEYE uydu görüntüleri kullanılmıştır. İncelenen tüm fizyomorfolojik özellikler yönünden yaprak azot içerikleri arasında farklılıklar, istatistiki olarak önemli olduğu; yaprak azot içeriği ile incelenen tüm fizyomorfolojik özellikler aralarında ikili ilişkiler, istatistiki olarak önemli olduğu; yaprak azot içeriği ile yaprak SPAD değeri, yaprak alan indeksi arasında linear ilişki, NDVI, kütlü pamuk verimi özellikleri arasında ise quadratik ilişkinin olduğu sonucuna verılmış; yaprak azot içeriği tahmin edilmesinde incelenen uydu bandı/vejetatif indislerden RE_RED ve GI_RE kullanılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, azot, spectral indisler, fizyomorfoloji, SPAD, uydu görüntüleri, Rapidye, Scope

ABSTRACT

INVESTIGATION OF UTILIZATION OPPORTUNITIES FROM SOME PHYSIO-MORPHOLOGICAL AND SPECTRAL INDICES FOR NITROGEN MANAGEMENT SYSTEMS IN COTTON CULTIVATION

MASTER OF SCIENCE THESIS

SERKAN KILIÇASLAN

DICLE UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF CROP SCIENCE

2019

This study was carried out to determine the changes in satellite images of different leaf nitrogen content of cotton plant, to estimate the nitrogen status in the plant with the help of satellite images, to determine the nitrogen requirements in the areas of wide cotton production by using satellite images and to make recommendations for the application of nitrogen, in 6 different locations with 3 replications in randomized plot design in Mardin ecological conditions. In this study, physiomorphological traits (leaf nitrogen content, leaf SPAD value, leaf area index, normalized difference vegetation index (NDVI) and seed cotton yield) were investigated. SCOPE and RAPIDEYE satellite images were used in this study. In terms of all the physico-morphological traits examined, differences between the leaf nitrogen contents were statistically significant. It was concluded that the correlation between all the physico-morphological traits examined with the leaf nitrogen content is statistically significant. Althought the linear relation between leaf nitrogen content and leaf SPAD value, leaf area index was determined, there was a quatratic relationship between leaf nitrogen content and NDVI, seed cotton yield. It is recommended to use RE_RED and GI_RE from the studied satellite bands/vegetative indices to estimate the leaf nitrogen content.

Key Words: Cotton, nitrogen, spectral indices, physiomorphology, SPAD, satellite images, Rapideye, Scope

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 3.1.	Denemenin yürütüldüğü lokasyonlara ilişkin koordinatlar	14
Çizelge 3.2.	Denemenin yürütüldüğü parsellere ait toprak yapısı ve özellikleri	16
Çizelge 3.3.	Denemenin yürütüldüğü 2018 yılına ait iklim verileri	17
Çizelge 3.4.	Yaprak azot içeriği sınıf değerleri	18
Çizelge 3.5.	RapidEye ve Planet Scope uydularına ilişkin teknik özellikler	20
Çizelge 3.6.	Çalışma kapsamında kullanılan RapidEye ve Planet Scope uyduları ile ASD Spektroradyometre cihazı bant dalga boyları	21
Çizelge 3.7.	Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri	23
Çizelge 4.1.	Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile yaprak SPAD Değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.2.	Yaprak SPAD değeri, yaprak alan indeksi, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi ve pamuk kütlü verimi (kg/da) ortalama değerleri ve EGF testine göre oluşan gruplar	30
Çizelge 4.3.	Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile yaprak alan indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.4.	Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.5.	Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	36

Çizelge 4.6. Yapraktaki azot içeriği (YAİ) (%) ve incelenen fizyo-morfolojik özellikler arası ikili ilişkiler 38

Çizelge 4.7. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları arasındaki ikili ilişkiler 39

Çizelge 4.8. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler 40

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri 46

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 3.1.	Lokasyonlara ilişkin makro harita görüntüleri	14
Şekil 3.2.	Lokasyonlara ilişkin mikro harita görüntüleri	14
Şekil 3.3.	Mardin/Kızıltepe/Tanrıverdi ve Mardin/Artuklu/Küçükköy lokasyonlarında bulunan deneme parsellerinin SCOPE ve RAPIDEYE uydu görüntüleri	15
Şekil 3.4.	Smoothing (low-passing) filter (3x3) uygulama örneği	22
Şekil 3.5.	Uydu görüntüleri işleme iş akış protokolü	22
Şekil 4.1.	Yaprak azot İçeriği ile yaprak SPAD değeri arasındaki değişim	31
Şekil 4.2.	Yaprak azot içeriği ile yaprak alan indeksi arasındaki değişim/regrasyon analizi	33
Şekil 4.3.	Yaprak azot içeriği ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi arasındaki değişim	35
Şekil 4.4.	Yaprak azot içeriği ile kütlü pamuk verimi arasındaki değişim	37
Şekil 4.5.1.	Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_BLUE uydu bandı regresyon analiz sonuçları	53
Şekil 4.5.2.	Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_BLUE uydu bandı ters regresyon analiz sonuçları	53
Şekil 4.6.1.	Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_GREEN uydu bandı regresyon analiz sonuçları	54
Şekil 4.6.2.	Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_GREEN uydu bandı ters regresyon analiz sonuçları	54

Şekil 4.7.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_RED uydu bandı regrasyon analiz sonuçları 54

Şekil 4.7.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_RED uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları 54

Şekil 4.8.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_BLUE uydu bandı regrasyon analiz sonuçları 55

Şekil 4.8.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_BLUE uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları 55

Şekil 4.9.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_GREEN uydu bandı regrasyon analiz sonuçları 56

Şekil 4.9.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_GREEN uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları 56

Şekil 4.10.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_RED uydu bandı regrasyon analiz sonuçları 56

Şekil 4.10.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_RED uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları 56

Şekil 4.11.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 57

Şekil 4.11.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 57

Şekil 4.12.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_PS indisi regrasyon analiz sonuçları 58

Şekil 4.12.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_PS indisi ters regrasyon analiz sonuçları 58

Şekil 4.13.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 58

Şekil 4.13.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 58

Şekil 4.14.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI2_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 59

Şekil 4.14.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI2_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 59

Şekil 4.15.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen GI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 60

Şekil 4.15.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen GI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 60

Şekil 4.16.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MCARI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 60

Şekil 4.16.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MCARI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 60

Şekil 4.17.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MTCARI/GOSAVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 61

Şekil 4.17.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MTCARI/GOSAVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 61

Şekil 4.18.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NDVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 62

Şekil 4.18.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NDVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 62

Şekil 4.19.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NIR_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 62

Şekil 4.19.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NIR_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 62

Şekil 4.20.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NR_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 63

Şekil 4.20.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NR_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 63

Şekil 4.21.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen OSAVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 64

Şekil 4.21.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen OSAVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 64

Şekil 4.22.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 64

Şekil 4.22.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 64

Şekil 4.23.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SAVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 65

Şekil 4.23.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SAVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 65

Şekil 4.24.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SIPI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 66

Şekil 4.24.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SIPI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 66

Şekil 4.25.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TCI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 66

Şekil 4.25.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TCI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 66

Şekil 4.26.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları 67

Şekil 4.26.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları 67

KISALTMA VE SİMGELER

ASD : Analytical Spectral Devices

RE : RapidEye

PS : Planet Scope

B : Blue

G : Green

R : Red

Re : Rededge

NIR : Near Infrared

BNDVI : Blue-Normalized Difference Vegetation Index

CCCI : Canopy Chlorophyll Content Index

CVI : Chlorophyll Vegetation Index

EVI : Enhanced Vegetation Index

EVI2 : Enhanced Vegetation Index2

CIG : Chlorophyll Index Green

GDVI : Green Difference Vegetation Index

GEMI : Global Environment Monitoring Index

GNDVI : Green Normalized Difference Vegetation Index

GOSAVI : Green Optimal Soil Adjusted Vegetation Index

GLI : Green Leaf Index

GRVI : Green Ratio Vegetation Index

GRDVI : Green Re-normalized Different Vegetation Index

GSAVI : Green Soil Adjusted Vegetation Index

GWDRVI : Green Wide Dynamic Range Vegetation Index

GI : Greenness Index

MCARI1/GOSAVI	: Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index/ Green Optimal Soil Adjusted Vegetation Index
MCARI1/MRETVI	: Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index / Modified Red Edge Transformed Vegetation Index
MCARI2/GOSAVI	: Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance index/ Green Optimal Soil Adjusted Vegetation Index
MCCCI	: Modified Canopy Chlorophyll Content Index
MCARI1	: Modified Chlophyll Absorption in Reflectance Index1
MCARI2	: Modified Chlophyll Absorption in Reflectance Index2
MCARI	: Modified Chlophyll Absorption in Reflectance Index
MDD	: Modified Double Difference Index
MEVI	: Modified Enhanced Vegetation Index
MSRG	: Modified Green Simple Ratio
MGSAVI	: Modified GSAVI
MNDI	: Modified Normalized Difference Index
MNDRE	: Modified Normalized Difference Red Edge
MSRRE	: Modified Red Edge Simple Ratio
MRESAVI	: Modified Red Edge Soil Adjusted Vegetation Index
MRETVI	: Modified Red Edge Transformed Vegetation Index
MTCARI	: Modified Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index
MTCARI/GOSAVI	: Modified Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index/ Green Optimal Soil Adjusted Vegetation Index

MTCARI/MRETVI	: Modified Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index/Modified Red Edge Transformed Vegetation Index
NDRE/GOSAVI	: Normalized Difference Red Edge/ Green Optimal Soil Adjusted Vegetation Index
NDRE	: Normalized Difference Red Edge
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NG	: Normalized Green
NGI	: Normalized Green index
NIR	: Normalized NearInfrared
NNIR	: Normalized-NIR index
NR	: Normalized Red
NREI	: Normalized Red Edge Index
OSAVI	: Optimized Soil Adjusted Vegetation Index
RVI	: Ratio Vegetation Index
$CI_{(RE)}$	: Red Edge chlorophyll index
REDVI	: Red Edge difference vegetation index
REGNDVI	: Red Edge Green Normalized Difference Vegetation Index
REGDVI	: Red Edge Green Difference Vegetation Index
REGRVI	: Red Edge Green Ratio Vegetation Index
REOSAVI	: Red Edge Optimal Soil Adjusted Vegetation Index
RERVI	: Red Edge Ratio Vegetation Index
RERDVI	: Red Edge Re-normalized Different Vegetation Index
RESAVI	: Red Edge Soil Adjusted Vegetation Index
RETVI	: Red Edge Transformed Vegetation Index

REWDRVI	: Red Edge Wide Dynamic Range Vegetation Index
SR	: Simple Ratio
DVI	: Simple Ratio NIR/RED Difference Vegetation Index
SAVI	: Soil Adjusted Vegetation Index
SIPI	: Structure Insensitive Pigment Index
TCARI/OSAVI	: Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index/ Optimized Soil Adjusted Vegetation Index
TCARI	: Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index
TCI	: Triangular Chlorophyll Index
TVI	: Triangular Vegetation Index
VI	: Vejetasyon İndisi
LAI	: Yaprak Alan İndeksi
N	: Nitrogen
K	: Potasyum
Chl	: Klorofil
R	: Reflectance
NNI	: Nitrogen Nutriton Index
CCI	: Canopy Chlorophyll Index
CNI	: Canopy Nitrogen Index
DCNI	: Duoble-peak Canopy Nitrogen Index
PNC	: Plant Nitrogen Concentration
AB	: Dry Above Ground Biomass
TGA	: Total Green Area
GA	: Greean Area Without Spikes
AN	: Above Ground Nitrogen Content

DI	: Digital Camera Index
CC	: Canopy Cover
PLSR	: Kısmi En Az Kareler Regresyonu
TLS	: Karasal LİDAR
PNU	: Plant Nitrogen Uptake
GGC	: Green Ground Cover
AGB	: Above Ground Biomass
İHA	: İnsansız Hava Aracı
Kg	: Kilogram
gr	: Gram
mg	: Miligram
da	: Dekar
mm	: Milimetre
mic	: Micron
nm	: Nanometre
gr/tex	: Lif Kopma Dayanıklılık Birimi
Ph	: Power of Hydrogen
SFI	: Kısa Lif İçeriği
TTSM	: Tohum Tescil ve Sertifikasyon Merkezi
SD	: Serbestlik Derecesi
KT	: Kareler Toplamı
KO	: Kareler Ortalaması
DK	: Değişim Katsayısı
KPV	: Kütlü Pamuk Verimi
YAİ	: Yaprak Azot İçeriği

$MtCO_2$: Milyon ton karbondioksit

m^2 : Metrekare

m : Metre

r : Korelasyon Katsayısı

R^2 : Regresyon Katsayısı

1.GİRİŞ

Pamuk; tekstil, yağ, yem ve kimya sanayi sektörleri başta olmak üzere birçok sanayi sektörlerinin hammaddesini oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun artışı ile tüm sektörlere olan talep hızla artarken, pamuk üretim miktarlarında yeterli düzeyde artış sağlanamamaktadır. Bu durum, yıllara göre pamuk ve pamuk üretimine olan talebi daha da artırmaktadır.

Dünya üzerinde pamuk üretim alanında birinci ülke, Çin iken, son zamanlardaki üretim artışları ile Hindistan üretimde ilk sırayı almıştır. 2017-2018 üretim sezonuna göre Dünya'da pamuk üretimindeki ilk 5 ülke sırasıyla; Hindistan, Çin, ABD, Pakistan ve Brezilya'dır. Tüketim verilerine göre ise ilk 5 ülke Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye ve Bangladeş'tir. 2017-2018 pamuk üretim sezonunda birim alandan elde edilen verim değerleri bakımından Avustralya, İsrail, Türkiye, Çin ve Meksika ülkelerinin önde olduğu dikkati çekmektedir.

Türkiye'de pamuk geniş kullanım alanı, oluşturduğu istihdam ve katma değer ile ülke ekonomisine büyük faydalar sağlayan önemli ve stratejik bir üründür. Türkiye'de pamuk tarımının büyükten küçüğe göre sırası ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%58), Ege Bölgesi (%21), Çukurova (%17) ve Antalya (%1,1) bölgelerinde yapılmaktadır. Yıllara göre özellikle son yıllarda üretim maliyetlerinin artması, Ege ve Çukurova bölgelerinde üretimin azalış trendine girmesine neden olmuştur (Anonim, 2018). En fazla pamuk üretiminin yapıldığı iller olarak Şanlıurfa, Aydın, Hatay ve Diyarbakır olduğu görülmektedir (Başbağ ve ark., 2010).

Tüm bitkiler için önemli bir besin kaynağı olan azot, pamuk bitkisinin büyüme ve gelişiminde diğer makro ve mikro bitki besin maddelerine göre daha etkili olan, birçok farklı yollardan sağlanan, bitkilerde meydana gelen fizyolojik olaylarda görev alan, nitrat ve amonyum iyon formlarında alınan hayati öneme sahip mobil bir bitki besin maddesidir (Kaçar, 2014). Bitkisel üretimde gereksinim ve kayıpları oldukça fazla ve aynı zamanda hızlı olduğundan, eksikliği çok yaygındır. Vejetatif gelişme döneminde bitkide bulunma oranı/miktarı ve ihtiyaç oldukça artmaktadır. Bitkilerin tür, çeşit, yaş, verim potansiyeli, kök, gövde ve yaprak yapılarına göre bitkideki miktarı ve ihtiyacı, değişim göstermektedir (Kaçar ve Katkat, 2015).

Azot (N) bitki besin maddesinin gerekli olan miktarından daha az alımı durumunda, bitki vejetatif ve generatif olarak yeterli düzeyde büyüme ve gelişme sağlayamamakta; fazla kullanılması durumunda ise insan sağlığına ve çevre kirliliğine olumsuz yönde etki etmektedir (Sutton ve ark., 2011a, b; 2013). Bioçeşitliliğin azalması, sularda nitrat oranında artış, asidifikasyon, azot-oksit emisyonu sonucunda küresel ısınma ve stratosferik ozon tabakasının incelmesi, ekolojik faktörlerin değişimi, iklim değişimi ile insanoğlunun yaşamı ve sağlığına olumsuz etkileri de ortaya çıkmaktadır. Yaklaşık olarak Dünya insan nüfusunun 2030 yılında 8.5 milyara, 2050 yılında 9.7 milyara (UN, 2016) ulaşacağı projeksiyonu dikkate alındığında, artması tahmin edilen nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için tarımsal üretimde azot kullanım etkinliğinin artmasına yönelik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerektiği, böylece kullanılan kimyasal gübrelerden daha fazla fayda sağlanabileceği; kimyasal gübre kullanım oranlarının azaltılacağı, üretimin ekonomik, çevre ve sağlık yönünden büyük faydalar sağlaması büyük önem taşımaktadır. Ancak, hızlı nüfus artışına paralel olarak üretimin artma gerekliliğinden yola çıkarak kimyasal gübre tüketiminde de artış olacağı öngörülmektedir. Türkiye'de gübre tüketim miktarları incelendiğinde, 2015 yılında 5,5 milyon/ton, 2016 yılında 6.7 milyon/ton, 2017 yılında 6.3 milyon/ton, 2018 yılında ise ortalama 5.3-5.5 milyon/ton olarak gerçekleştiği görülmektedir. Tarımsal üretimde kullanılan bu gübrelerin yaklaşık %66-67'si azotlu gübreler oluşturmaktadır (TÜİK, 2016a; BÜGEM, 2016). Ülkemizde tarımsal üretim alanlarında azot etkinlik oranı %49-82 arasında değişim göstermek ile beraber, ortalama % 62 civarındadır (Özbek ve Leip, 2015).

Türkiye'nin 2014 yılında toplam seragazı emisyonun (467,60 $MtCO_2$) %10.6'sı (49.50 $MtCO_2$ eşdeğeri) tarımdan kaynaklandığı belirtilmektedir. Türkiye'nin sunduğu "Ulusal Olarak Belirlenmiş Niyet Edilen Katkı Belgesi"ne göre tarım sektöründe uygulanacak emisyon azaltma stratejilerinin içinde "kimyevi gübre kullanılmasını azaltmak ve gübrenin kontrollü kullanımı" şeklinde bir strateji belirlemek, geleceğimiz için büyük önem arz etmektedir.

Tarımsal üretimde gübre kayıplarının azaltılması için uygulanacak gübre dozlarının bitki ihtiyacına göre belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaç ile bitki ihtiyacının belirlenmesi için toprak veya yaprak analizi, en fazla uygulanan yöntemlerdendir. Ancak

çok büyük alanlarda bitkinin gübre ihtiyacının belirlenmesi büyük zorluklar içermekte, pahalı yöntemler olmasının yanında zaman almakta ayrıca bitkiye de belirli oranda zarar vermektedir. Bu amaç ile bitkinin azot ihtiyaç durumunun optik sensörler yardımı belirlenmesi, günümüz teknoloji kullanımı yönünden büyük önem taşımaktadır (Cassman ve ark., 2002, Raun ve ark., 2002, Mullen ve ark., 2003). Bitkilerin farklı azot ihtiyaçlarının anlık durumlarının farklı dalga boylarında nasıl bir yansıma değeri vereceği ve bu yansıma değerleri ile oluşturulan vejetasyon indisleri yardımı ile saptanmasına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bitkinin azot başta olmak üzere diğer birçok bitki besin maddelerinin anlık durumları ve gereksinim miktarlarının saptanmasına yönelik yeni teknolojilerin kullanımı ve yeni hesap yöntemlerinin geliştirilerek doğru tahmin edilmesi, tarımsal üretim ve çevreye daha duyarlı üretim mahsulleri için önemlidir.

Uzaktan algılama, bitkinin yeşil aksamında oluşan fizyomorfolojik özelliklerin değişiminin ortaya konulması ve geniş alanlarda anlık tahmin etmede hataların azaltılması yönünden önemli veriler ortaya koyabilmektedir (Mutanga ve ark., 2004). Nesnelere doğrudan dokunmadan uzaktan yapılabilecek ölçümler ile nesneler hakkında bilgi edinmeyi olanak sağlayan uzaktan algılama sistemleri yakın zaman içerisinde başta tarım olmak üzere birçok alanda başarılı şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Wright ve ark., 2005). Bitki besin maddelerinin eksikliğinde oluşan renk farklılıkları, direk olarak bitkilerin spektral yansıma değerlerine etkide bulunmaktadır (Carter ve Knapp, 2001). Bu yöntemler, geniş alanlarda veri üretirken bitkiye ve çevreye zararlı etkileri bulunmamaktadır.

Bu çalışma, pamuk bitkisinin farklı azot dozlarının uydu görüntülerinde oluşan değişimleri saptamak, uydu görüntüleri yardımı ile bitkideki azot durumunu tahmin etmek, gelecekte uydu görüntülerinin kullanılarak geniş pamuk üretim alanlarında azot gereksinimlerini saptamak ve azot uygulama tavsiyelerinde bulunmayı amaçlamaktadır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bruckner ve Morey, (1988), yaptıkları çalışmada, buğdayda bitkide dane verimi ve kullanılan azot miktarının arasında linear ilişkinin olduğunu; bitkileri azot ihtiyacının tam karşılanamaması durumunda, dane verimde azalmaların olabileceğini bildirmişlerdir.

Filella ve ark., (1995), buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde uzaktan algılama yöntemleri ile yaprak klorofil A içeriği ve Azot (N) durumunun belirlenmesi amacı ile yaptıkları çalışmada, Kanopi klorofil A içeriği ile Reflectance (R) 550, R680 ve tüm kırmızı kenar (Red Edge) parametreleri arasında anlamlı korelasyon saptandığını; optik tekniklerin kullanılmasıyla, buğdayın N durumunu belirlemek/değerlendirmek için bir yöntem olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Koç ve Barutçular, (2000), yüksek miktarda azot kullanımı sonucunda yaprak alanının arttığı ve azot miktarının belirli bir değerin üstüne çıkmasıyla büyüme ve gelişiminin sınırlandığını bildirmişlerdir.

Serrano ve ark., (2000), buğday bitkisinde N kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, azot kullanımının, bitki büyümesi ve Vejetasyon İndisleri (VI) ile yaprak alan indeksi (LAI) arasındaki ilişkiyi önemli derecede etkilediğini, farklı N uygulama koşulları altında VI'nin LAI'yi tahmin etmede güvenilmez hale getirdiğini bildirmişlerdir.

Costa ve ark., (2001), 1996 ve 1997 yıllarında Ottawa ve Montreal/ Kanada'da mısır bitkisinde SPAD okumaları ile bitki N içeriği ve verim tahmini arasındaki ilişkiyi araştırmış, SPAD okumaları ile uygulanan N oranları arasında önemli, tane verimi ile düşük korelasyonlu ilişki bulunduğunu bildirmiştir.

Porro ve ark., (2002), asmada klorofil ölçme aleti (SPAD) kullanarak klorofil miktarlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, yapraklarda olgunlaşma ilerledikçe SPAD değerinin de arttığını; SPAD değerleri ile potasyum, mağnezyum ve kalsiyum değerleri arasında olumlu (pozitif) korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Read ve ark., (2002), pamuk bitkisinde azot kullanımını incelemek için yaprak klorofil durumu ve azot içeriğinin belirlemek için 350-950 nm dalga boylarında yaptıkları çalışmada, yaprak N içeriği, yaprak klorofil içeriği ve azot içeriği arasında zayıf korelasyonun (r=0.32) saptandığını, yaprak klorofil ve R415/R695 arasında olumlu

(r=0.72); yaprak azot içeriği ile R415/R710 arasında olumlu (r=0.70) korelasyon saptandığını; pamukta N durumunun uzaktan algılanmasının, spektrumun menekşe (Violet) veya mavi (Blue) bölgesi (400 450 nm) ile Kırmızı Kenar (Red Edge) (690-730nm) bölgesinin yansıma oranları kullanılarak yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Fridgen ve ark., (2004), 1999 ve 2000 yıllarında pamuk bitkisinde uzaktan algılama teknikleri kullanarak bitki N ve Potasyum (K) durumunu tahmin etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, bitki N durumunu maksimum % 77 (R^2 =0.77) oranında tahmin edilebildiğini bildirmiştir.

Zhao ve ark., (2005), pamuk bitkisinde yaprak N ve klorofil (Chl) konsantrasyonları arasındaki ilişkiyi spektroradyometre kullanarak belirlemek amacı ile Mississipi (ABD)'de 2 yıl boyunca yaptıkları çalışmada, R517/R413 nm 'deki yansıma değerlerinin yaprak N konsantrasyonuyla (R^2 =0,65/0,78), R708 / R915 veya R551 / R915'in yansıtma oranlarının yaprak klorofil konsantrasyonu ile (R^2 = 0.67-0.76) yakından ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Júnior ve ark., (2006), Viçosa/Brezilya' da Sinyal Çimi *(Brachiaria decumbens)* bitkisinde vejetasyon indisleri (VI) ile yaprak N içeriği ve kuru madde miktarı arasındaki korelasyonu değerlendirmiş ve GNDVI 'ın en iyi korelasyonu gösterdiğini bildirmişlerdir.

Freeman ve ark., (2007), Oklahoma (ABD)'da mısır bitkisinde bitki gelişiminin farklı safhalarında bitki boyu değerleri ile optik algılama değerlerini kullanarak bitki biokütlesi ve azot tüketiminin tahmin edilebilirliğini saptamak amacı ile 3 yıl süre ile yaptıkları çalışmada, NDVI x bitki boyu ile biokütle (r=0.77) ve azot tüketimi (r=0.77) arasında anlamlı ikili ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çekiç ve ark., (2008), buğday bitkisinin azot kullanma kapasitesini artırmak için üretim sezonu döneminde azotlu gübre idaresinin arttırılması için yaptıkları çalışmada, erken dönemden itibaren azotlu gübrelemenin NDVI ve Insey değerlerini arttırcı bir etkiye sahip olduğunu, azot dozu ile dane verimi arasında quadratik bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir.

Eroğlu ve ark., (2008), Ege Bölgesinde bitkilerin beslenme durumlarının saptanması amacıyla uydu görüntülerinin kullanılabilirliğinin, SPOT-2 ve LANDSAT

uydu görüntüleri ve el spektroradyometresi kullanarak yaptıkları çalışmada, pamuk ve buğday bitkilerinde azot miktarları ile NIR arasında istatistiki olarak önemli (%5) ilişki saptandığı bildirmişlerdir.

Ziadi ve ark., (2008), Mısır *(Zea mays* L.*)* bitkisinde klorofil metre değerleri ve N beslenme indeksi (NNI) arasındaki ilişkiyi araştırmak amacı ile 7 yıl boyunca 7 adet azot gübreleme dozunun kullanarak yaptıkları çalışmada, klorofil değerleri (CM) ve N beslenme indislerinin (NNI), artan azot dozlarına paralel olarak artış gösterdiğini; CM ile NNI arasındaki ilişkinin saptandığını ancak yer/yıl göre ilişkinin farklılık oluşturduğundan güvenilir bir şekilde kullanılmasının uygun olmadığını; ancak mısır bitkisinde azot eksikliğinin tespit edilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Fitzgerald ve ark., (2009), Avusturalya'da buğday bitkisinde vejetasyon indisi geliştirmek amacı ile 3 yıl boyunca yürüttükleri çalışmada, kanopi klorofil indisi (CCI) ile kanopi azot indisi 'ni (CNI) birleştirerek, alan başına düşen azot miktarı (g/m^2) cinsinden, daha güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Chen ve ark., (2010), Kanada'nın üç farklı bölgesinde mısır ve buğday bitkilerinin azot içeriği ölçümü ile bitkide Azot Beslenme İndisi (The Nitrogen Nutrition Index) (NNI) ve ASD Spektroradyometre ile ilgili yaptıkları çalışmada, Double-peak Canopy Nitrogen Index (DCNI) adlı yeni bir vejetasyon indisi üreterek, bu indisin bitki N konsantrasyonunu tahmin etmek için iyi bir potansiyele (mısır için $R^2 = 0.72$, buğday için $R^2=0.44$) sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Li ve ark., (2010), 2005-2007 yılları arasında Kuzey Çin Ovası'ndaki kış buğdayının *(Triticum aestivum* L.*)* bitki N konsantrasyonunu (PNC), farklı büyüme aşamalarında ve yıllarında 350-1075 nm aralığında tahmin etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, PNC'deki değişimin, erken evrelerde modifiye klorofil absorpsiyon oranı indisinin (MCARI) %22 'sini ve R763 / R761 'in % 43 'ünü, geç büyüme aşamalarında R700 / R670 'ın %51'ini ve R418 / R405 'in %57'sini açıklayabileceğini; kırmızı kenar (Red Edge) ve yakın kızılötesi (NIR) bantlarının erken evrelerde PNC tahmini için daha etkili olduğunu; görünür bantların, özellikle morötesi (Ultraviyolet), menekşe (Violet) ve mavi (Blue) bantların geç evrelerde daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Rosolem ve ark., (2010), Sao Paulo/Brezilya'da pamuk bitkisinde SPAD ile klorofil okumaları yaparak yaprak N içeriğini tespit etmeye çalışmışlardır. SPAD okumalarının çiçeklenmenin ikinci haftasından sonra kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Cabrera-Bosquet ve ark.,(2011), 4 adet buğday çeşidinde, farklı su ve azot koşulları altında, NDVI ölçümleri için aktif sensöre sahip spektroradyometre kullanarak, NDVI ölçümleri ile kuru toprak üstü biokütle (dry aboveground biomass) (AB), toplam yeşil alan (total green area) (TGA), başaksız yeşil alan (green area without spikes) (GA) ve toprak üstü N içeriği (aboveground N content) (AN) arasındaki ilişkileri araştırmış olup, NDVI ile AB, TGA, GA ve AN arasında önemli ikili ilişki bulmuşlardır,

Erdle ve ark., (2011), 7 adet buğday *(Triticum aestivum* L.) çeşidinde aktif ve pasif algılama sistemlerinin agronomik parametreleri tanıma yetenekleri açısından karşılaştırmak amacıyla 2 yıl boyunca yürüttükleri çalışmada, farklı azot dozlarının, çeşitli bitki parametreleri üzerindeki etkisinin sensörler arasında farklılık gösterdiğini; biokütle parametreleri ile N dozları arasında yüksek ilişki (r=0.96) bulunduğunu; yakın kızılötesi (NIR) tabanlı indislerin (R760/R730), buğdayın N durumunu gösteren en güçlü ve kararlı indis olduğunu bildirmişlerdir.

Wang ve ark., (2011), 2006-2009 yılları arasında Sincan/Çin'de pamuk bitkisinde dijital kamera ve spektroradyometre kullanarak yaprak azot içeriğini tahmin modeli geliştirmeye çalışmışlardır. Sonuçta dijital kamera indisleri (DI) ile önemli derecede ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Vigneau ve ark., (2011), hiperspektral görüntüler kullanarak, laboratuvar ve tarla koşullarında uygun kalibrasyon ile yaprak azot konsantrasyonunu tahmin etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, hiperspektral görüntüleme yönteminin ümit verici (R^2=0.875) bir teknoloji olduğunu bildirmişlerdir.

Clevers ve ark., (2012), Hollanda'da patates bitkisinde kanopi klorofil içeriğini ve azot içeriğini uzaktan algılama teknikleriyle tahmin etmek amacıyla yürüttükleri çalışmada, hiperspektral verilerle simule ettiği PROSAIL radyasyon transfer modeli kullanılarak Red-Edge tabanlı klorofil indislerinin kanopi klorofil içeriği ile doğrusal ilişkili (R^2 = 0.65-0.94) olduğunu bildirmişlerdir.

Ramoelo ve ark., (2012), Güney Afrika'nın kuzeydoğu kesimlerinde savana bitkilerinde bitki azot içeriğinin bölgesel ölçekte haritalanabilmesi amacıyla yapılan çalışmada, Red Edge tabanlı indislerin bu konuda önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Cao ve ark., (2013), Çin'de çeltik bitkisinin büyüme aşamalarında Green, Red Edge ve NIR bantlarına sahip Crop Circle aktif kanopi sensörü kullanılarak azot içeriğini tahmin etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, 43 farklı vejetasyon indisi ile yaptıkları değerlendirmede MCARI1 indisinin büyüme aşamaları boyunca bitki toprak üstü biokütlesini (R^2 =0.79) ve bitki azot alımını (R^2 = 0.83) tahmin edebildiğini bildirmişlerdir.

Chen ve ark., (2013), Shandong (Çin)'de mısır bitkisinde bitki N konsantrasyonunu belirlemek ve Azot Beslenme İndisini (Nitrogen Nutrition Index) (NNI) mevcut modellere göre daha doğru tahmin edebilen bir model geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, Temel Bileşen Analizi yöntemine (Principal Component Analysis) ve Geri Yayılım Yapay Sinir Ağı (Back Propagation Artificial Neural Network) modeline dayandırdığı tahmin yönteminin faydalı (R^2 = 0.81) bir araç olduğunu bildirmişlerdir.

Muñoz-Huerta ve ark., (2013), doku analizi, optik metre ölçümleri ve yaprak sap-elektrik metre ölçüm yöntemleri kullanarak bitkide azot içeriğini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, bu yöntemlerin bazı avantaj ve dezavantajlarının olduğunu bildirmişlerdir.

Lee ve ark., (2013), Suwon (Kore)'da çeltik bitkisinde renkli dijital kamera görüntüleri kullanarak bitki büyümesi ve azot beslenme indisini tahmin edebilmeye yönelik yöntem oluşturmak amacıyla 3 yıllık yürüttükleri çalışmada, kanopi örtüsünün (CC) (Canopy Cover), büyüme ve azot beslenme parametreleri ile en yüksek korelasyonu gösterdiğini bildirmiştir.

Li ve ark., (2013), Almanya ve Çin'de buğday bitkisinde 3 yıl süre ile pasif spektroradyometre kullanarak bitki azot içeriğini tahmin etmeye yönelik yaptıkları çalışmada, "seyreltme etkisinin" çeşit, alan ve yıl etkileri nedeniyle tatmin edici sonuç vermediğini, kısmi en az-karelerin regresyonu (PLSR) metodunun daha iyi sonuç (R^2 =%76.8 ve R^2 =%75.5) verdiğini bildirmişlerdir.

Eitel ve ark., (2014), erken dönem buğday azot (N) durumunu değerlendirmek için Karasal LİDAR (TLS) 'ın uygunluğu test etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, %N ile TLS arasında zayıf (R^2=0.10-0.75), azot beslenme indisi (NNI) ile TLS arasında orta (R^2=0.45-0.54) derecede ilişki bulduğunu bildirmişlerdir.

Patane ve ark., (2014), uzaktan algılama görüntüsü işleme tekniği kullanılarak yaptıkları çalışmada, tekniğin bitkide klorofil ve azot tahmini için oldukça kullanışlı olduğu bildirmişlerdir.

Chen, (2015), Yucheng (Çin)'de kışlık buğday çeşitlerinde azot beslenme indisinin (The Nitrogen Nutrition Index) (NNI) tahmini için mekanistik ve yarı deneysel metotların karşılaştırıldığı çalışmada, mekanistik metodun NNI'yi tahmin etmek için daha iyi performans gösterdiğini ve daha uygun olduğunu (R^2=0.82-0.94) bildirmişlerdir.

Huang ve ark., (2015), Heilongjiang (Çin)'de çeltik bitkisinde azot kullanım durumunu belirlemek amacıyla FORMOSAT-2 uydu görüntülerini kullanılarak azot beslenme indisinin (The Nitrogen Nutrition Index) (NNI) tahmini için yaptıkları çalışmada, vejetasyon indisleri ile direkt olarak NNI değişkenliğinin %45'ini açıklanabilir olduğunu, bitki azot alımı PNU (Plant Nitrogen Uptake) yoluyla NNI değişkenliğinin %52'sinin açıklanabildiğini bildirmişlerdir.

Schönert ve ark., (2015), Sazony-Anhalt (Almanya) ve Idaho-Washington (ABD)'da buğday bitkisinde RapidEye görüntüleri kullanarak çeşitli vejetasyon indislerin hesaplanması amacıyla yaptıkları çalışmada, bitkinin yaşlanmasıyla birlikte değişen klorofil miktarının, bu indislerle korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Xiong ve ark., (2015), çeltik, mısır, soya fasulyesi, domates, pamuk, fıstık ve zizania bitki türlerinde, SPAD okumaları ile yaprak azot içeriği ve yaprak klorofil içeriği ve hareketlerini incelemişlerdir. Sonuçta SPAD okumaları ile yaprak klorofil içeriği arasında önemli ikili ilişki (r:0.57-0.90), SPAD okumaları ile yaprak N içeriği arasında da önemli ikili ilişki (r=0.57-0.96) olduğunu bildirmişlerdir.

Yegül ve ark., (2015), buğday bitkisini materyal olarak kullandığı çalışmada, azotlu gübre kullanımı ile verim arasında quadratik bir regrasyonun olduğunu; sensör yardımı ile elde edilen NDVI verileri ile gübre oranı arasında linear bir ilişkinin olduğunu ve NDVI=0.0341 N+0.6073 (R^2=0.92) denkleminin elde edildiğini bildirmişlerdir.

Zillmann ve ark., (2015), Saxony-Anhanlt (Almanya)'da buğday bitkisinde Kanopi Klorofil İçeriği (Canopy Chlorophyll Content) CCC ile Yeşil Toprak Örtüsü (Green Ground Cover) GGC'nin haritalamak amacıyla RapidEye uydu görüntüleri ile karşılaştırılarak yaptıkları çalışmada, CCC ile SPAD'ı %77 doğrulukla tahmin edildiğini bildirmişlerdir.

Magney ve ark., (2016), Idaho ve Washington (Amerika)'da buğday bitkisinde Azot beslenme indisini (Nitrogen Nutrition Index) (NNI) mevcut modellere göre daha doğru tahmin etmek amacıyla, Red Edge tabanlı vejetasyon indisleri kullanarak yaptıkları çalışmada, Normalleştirilmiş fark kırmızı kenar indisinin (The normalized difference red-edge index) (NDRE) buğday azot alımının %81'ini açıklayabileceğini bildirmişlerdir..

Spitkó ve ark., (2016), mısır bitkisinin çeşitli büyüme dönemlerinde, spektroradyometre kullanarak alınan NDVI ölçümleri ile verim tahmini yapmak amacı ile yaptıkları çalışmada, erken evrelerde zayıf korelasyon, çiçeklenme evresinde en yüksek korelasyon ve olgunlaşma safhalarında yavaşça azalan korelasyon bulduklarını bildirmişlerdir.

Xia ve ark., (2016), Kuzeydoğu Çin'de mısır bitkisinde farklı büyüme dönemlerinde GreenSeeker aktif optik sensörünün kullanarak azot içeriğini tahmin edebilmek amacıyla yaptıkları çalışmada, GreenSeeker sensör tabanlı bitki örtüsü indisleri (NDVI, RVI), büyüme aşamaları boyunca yaprak alan indeksi (LAI) (R^2 =0.87-0.89), toprak üstü biokütle (AGB: above ground biomass) (R^2=0.87-0.89) ve bitki azot alımı PNU (plant N uptake) (R^2=0.83-0.84) arasında ilişkili olduğunu; GreenSeeker (RI-NDVI) indisinin, azot durumunu doğrudan büyüme devrelerine göre değişmek ile birlikte en fazla %81'e varan oranlarda açıklayabildiğini bildirmişlerdir.

Huang ve ark., (2017), Heilongjiang (Çin)'de çeltik bitkisinde uydu görüntüleri kullanarak azot durumunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Red-Edge tabanlı vejetasyon indisleri ile toprak üstü biokütle (AGB: above ground biomass) değişkenliğini %53-64, bitki azot alımı PNU (plant N uptake) değişkenliğini %62-65 oranında açıklayabildiğini; performans yönünden WorldView-2, RapidEye ve Formosat-2 sıralamasının oluştuğunu bildirmişlerdir.

Delloyea ve ark., (2018), Belçika'da buğday bitkisinde Sentinel-2 uydu görüntülerini kullanarak bitkide azot beslenme indisinin (The Nitrogen Nutrition Index) (NNI) tahmin edilmesi amacı ile yaptıkları çalışmada, çeşitli bant kombinasyonları denenmiş ve S bant setlerinin önemli olabileceğini bildirmişlerdir.

Klema ve ark., (2018), Banin Çek Cumhuriyeti'nde buğday bitkisinde, azot (N) açığının uzaktan algılama verileri ile etkileşimli etkilerinin inceledikleri çalışmada, azot eksikliğinin çeşitli durumları ile spektral indislerin bu etkileşimlere bakılmaksızın verim, toprak üstü biokütle ve azot alımı ile ilgili güvenilir bir tahmin sağladığını bildirmişlerdir.

Wang ve ark., (2018), Flakkebjerg (Danimarka)'da iki çim bitki türünde (Kırmızı Yumak *(Festuca rubra* L.*)* ve İngiliz çimi *(Lolium perenne* L.*)*) tohum üretimi için bitkilerdeki N konsantrasyonunu, biokütleyi, N alımını ve Azot Beslenme İndisini (NNI) tahmin etmek amacıyla 2 faklı İHA'ya monte edilmiş multispektral kamera kullanma potansiyelini araştırdıkları çalışmada, Red Edge tabanlı vejetasyon indislerinden NDRE ve $CI_{(RE)}$ N konsantrasyonu tahmin etmede en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir, (sırasıyla R^2=0.69-0.88) N alımı (sırasıyla R^2=0.41-0.84), ve NNI'yı (sırasıyla R^2=0.47-0.86).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Mardin ekolojik koşullarında, *Gossypium hirsutum* L. türüne ait ST-468 pamuk çeşidi, çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak, 6 lokasyonda bitkide farklı azot içeriğinin oluşumu için 0, 10, 15, 30, 35, 40, 45, 50 ve 70 kg/da gübre dozları ilk sulama öncesi (04 Temmuz 2018 tarihinde) verilmiştir. Her parsel 50 m uzunluk ve 17.5 m (25 adet sıra x 0.7 m=17.5 m) genişliğinde olacak şekilde yapılandırılmıştır.

3.1.1. Materyal olarak kullanılan Pamuk Çeşidinin Özellikleri:

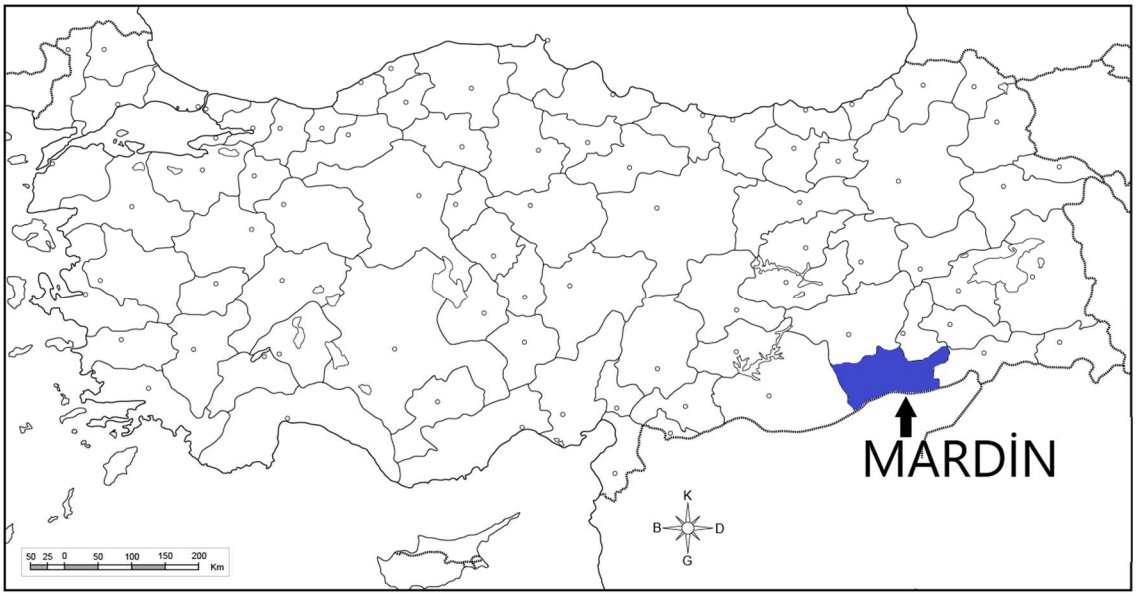
ST-468: 2006 yılında May-Çukonar Tohumculuk A.Ş tarafından tescil ettirilmiştir. ABD'de 1995 yılında pedigri seleksiyon yöntemi ile ıslah edilmiş olup, introdüksiyon olarak Türkiye'ye getirilmiştir. Koza açma süresi 122 gün, ilk el toplama oranı %75 olan çeşit orta erkencidir. Bitkiler orta boylu ve yayvan bitki şekline sahiptir. Odun dalı sayısı 1-2, meyve dalı sayısı ise 13-14 adettir. Meyve dalları uzundur. Yapraklar, palmiye şeklinde, orta büyüklükte olup, orta tüylüdür. Yaprak yoğunluğu ortadır. Kozaları büyük ve ovaldir. Tohum hav yoğunluğu ortadır. 100 tohum ağırlığı ortalama, 9.6 gram'dır. Tescil denemelerindeki ortalama kütlü pamuk verimi; Ege Bölgesinde 418 kg/da, Akdeniz Bölgesinde 559 kg/da, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 499 kg/da olup, genel ortalama verimi, 492 kg/da 'dır. Solgunluk hastalığına toleranslıdır. Çırçır randımanı, %43; lif uzunluğu (mm), 28 mm; lif inceliği (mic.), 4.7 mic., lif kopma dayanıklılığı (gr/tex), 31.2 gr/tex; lif yeknesaklık oranı (%), %85.6, kopma anında lif uzama oranı (%), %6.8, kısa lif içeriği (SFI), %8.3 civarındadır (TTSM, 2006).

3.1.2. Deneme Yeri ve Yılı:

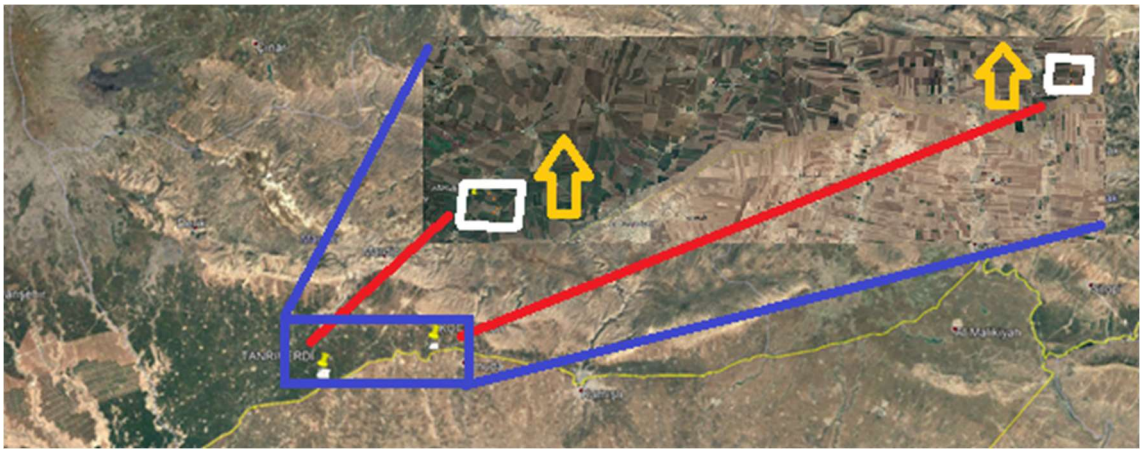
Deneme, 2018 yılı üretim sezonunda Mardin ili Artuklu ilçesi Küçükköy ve Kızıltepe ilçesi Tanrıverdi köyü sınırlarında 6 lokasyonda yürütülmüştür. Lakosyonlara ilişkin koordinatlar, Çizelge 3.1'de; harita görüntüleri, Şekil 3.1'de; Tanrıverdi ve Küçükköy lokasyonlarında bulunan deneme parsellerinin SCOPE ve RAPIDEYE uydu görüntüleri Şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü lokasyonlara ilişkin koordinatlar

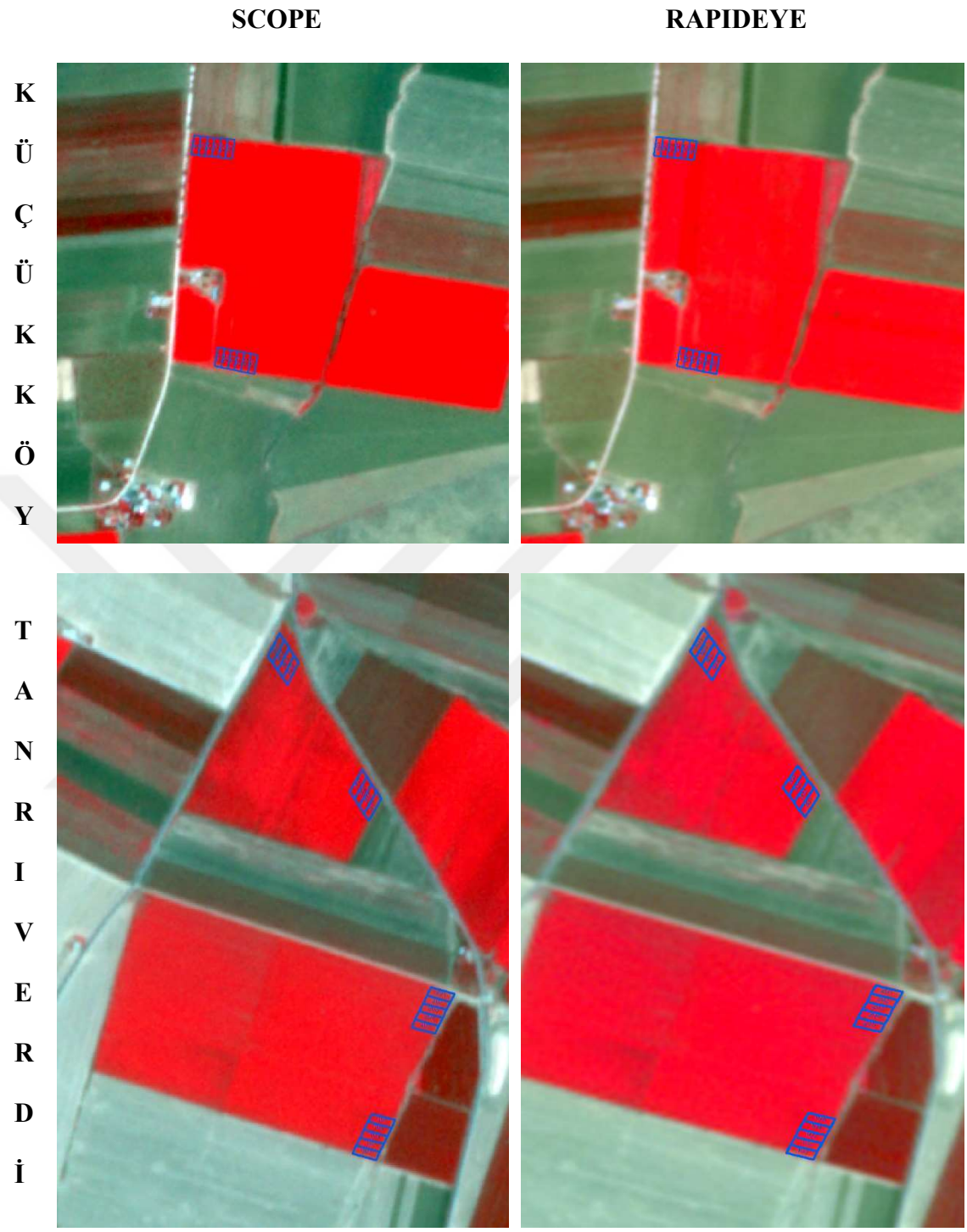
LOKASYON	ENLEM	BOYLAM
TANRIVERDİ-1	37º 4.634ʿ K	40º 35.227ʿ D
TANRIVERDİ-2	37º 4.808ʿ K	40º 35.340ʿ D
TANRIVERDİ-3	37º 5.015ʿ K	40º 35.244ʿ D
TANRIVERDİ-4	37º 5.193ʿ K	40º 35.103ʿ D
KÜÇÜKKÖY-1	37º 7.989ʿ K	40º 51.366ʿ D
KÜÇÜKKÖY-2	37º 8.320ʿ K	40º 51.341ʿ D



Şekil 3.1. Lokasyonlara ilişkin makro harita görüntüleri (Anonim 2019a)



Şekil 3.2. Lokasyonlara ilişkin mikro harita görüntüleri (Anonim 2019b)



Şekil 3.3. Mardin/Kızıltepe/Tanrıverdi ve Mardin/Artuklu/Küçükköy lokasyonlarında bulunan deneme parsellerinin SCOPE ve RAPIDEYE uydu görüntüleri

3.1.3. Toprak özellikleri:

Denemenin yürütüldüğü Tanrıverdi ve Küçükköy lokasyonlarındaki parsellere ait ekim öncesi alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları, Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemenin yürütüldüğü parsellere ait toprak yapısı ve özellikleri

Parsel	pH	Tuz (%)	Kireç (%)	Tekstür	Organik Madde (%)	P_2O_5 (mg/kg)	K_2O (mg/kg)
Tanrıverdi-1	7.9	4.2	9.1	Siltli-Killi	1.9	9.4	131
Tanrıverdi-2	8.1	4.7	8.6	Siltli-Killi	2.2	10.0	136
Tanrıverdi-3	8.2	5.3	9.0	Siltli-Killi-Tın	2.3	8.8	158
Tanrıverdi-4	8.2	5.0	8.7	Siltli-Killi-Tın	2.5	9.2	166
Küçükköy-1	8.6	5.6	8.9	Siltli-Killi	2.2	11.1	175
Küçükköy-2	8.5	5.1	8.9	Siltli-Killi	2.4	10.6	183

Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi siltli killi toprak yapısına sahip deneme yeri, tuz oranı bakımından normal değerlere sahip, pH ve kireç oranı bakımından çok yüksek, fosfor ve çinko bakımından yetersiz, potasyum ve demir içeriği bakımından yeterli bir seviyeye sahiptir.

3.1.4. İklim Özellikleri:

Karasal iklim hakim olup, yazları çok sıcak ve kurak, kışları ise ılımandır. Yıllık yağış ortalaması 350 mm'dir. Genellikle kuraklıklar yaşanmaktadır. Kızıltepe ve Artuklu ilçeleri nemlilik düzeyi oldukça düşüktür. Denemenin yürütüldüğü 2018 yılına ait iklim verileri, Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemenin yürütüldüğü 2018 yılına ait iklim verileri (T: Tanrıverdi Köyü; K: Küçükköy) (Anonim 2018)

	Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim	
	T	**K**	**T**	**K**	**T**	**K**	**T**	**K**	**T**	**K**	**T**	**K**	**T**	**K**
Ortalama Sıcaklık (°C)	15.1	15.5	20.5	21.2	26.5	27.2	30.3	31.1	29.7	30.6	25.5	26.3	19.3	19.9
Minimum Sıcaklık (°C)	8.7	9.3	13	13.9	18	18.9	21.5	22.5	20.8	21.9	16.5	17.7	11.5	12.6
Maksimum Sıcaklık (°C)	21.5	21.7	28.1	28.5	35	35.5	39.2	39.7	38.7	39.3	34.5	34.9	27.1	27.3
Ortalama Nem (%)	59.2	59.9	68.9	70.2	79.7	81	86.5	88	85.5	87.1	77.9	79.3	66.7	67.8
Minimum Nem (%)	47.7	48.7	55.4	57	64.4	66	70.7	72.5	69.4	71.4	61.7	63.9	52.7	54.7
Maksimum Nem(%)	70.7	71.1	82.6	83.3	95	95.9	102.6	103.5	101.7	102.7	94.1	94.8	80.8	81.1
Yağış/Yağış Miktarı(mm)	64	66	41	38	1	1	0	0	0	0	1	1	23	23

Pamuk ekimi, 26 Nisan 2018 tarihinde makine ile dekara 2.5 kg/da tohum kullanılarak yapılmıştır. Tüm parsellere ekim ile beraber 20.20.0 kompoze gübre formunda 45 kg/da uygulanmıştır. Uygulama parsellerinde yapraktaki azot oranı varyasyonu oluşturmak için 25 Haziran 2018 tarihinde (ekimden 60 gün sonra) Üre (%46 N) formunda 0, 10, 15, 30, 35, 40, 45, 50 ve 70 kg/da dozlarında gübreleme uygulanmıştır.

Uydu görüntüleri çekim tarihi (25.07.2018) (ekimden 90 gün sonra) ile aynı günde parsellerdeki yer gözlemleri alınmıştır. 09.10.2018 tarihinde (ekimden 166 gün sonra) hasat elle yapılmıştır. Arazi gözlemleri ve alınma yöntemleri aşağıda verilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. İncelenen Özellikler ve Saptama Yöntemleri

Çalışmada incelenen özellikler ve saptama yöntemleri aşağıda verilmiştir.

Yaprak SPAD Değeri (leaf SPAD value): Ekimden 90 gün sonra her parselden rastgele seçilen 10 adet bitkinin en üst beşinci boğumundaki yapraktan, Minolta-SD502 (Minolta Corp , Osaka, Japonya) cihazı ile okuma yapılarak, ortalamaları alınmıştır.

Yaprak Azot İçeriği (%)(leaf nitrogen content): Ekimden 90 gün sonra her parselden rastgele seçilen 25 adet bitkinin en üst beşinci boğumda (normal büyüklüğe ulaşmış, gelişmesini tamamlamış genç yaprak) bulunan yapraklar koparılarak toplanmış, delikli naylon torbalara konularak, parsel bilgisi ile etiketlenmiştir. Yapraklar, etüvde 120 C'de 48 saat kurutulduktan sonra XDS NIR cihazı (FOSS, Eden Prairie, Kuzey Amerika) ile AOAC 992–23 yöntemine uygun olarak okuma yapıldı (Anonim, 1990).

Çizelge 3.4. Yaprak Azot içeriği sınıf değerleri

	Yaprak Azot Değeri (%)			Yaprak Azot Değeri (%)	
Azot Skala Sınıfı	Alt Sınır Değeri	Üst Sınır Değeri	Azot Skala Sınıfı	Alt Sınır Değeri	Üst Sınır Değeri
1	3.500	3.575	**11**	4.26	4.335
2	3.576	3.651	**12**	4.336	4.411
3	3.652	3.727	**13**	4.412	4.487
4	3.728	3.803	**14**	4.488	4.563
5	3.804	3.879	**15**	4.564	4.639
6	3.88	3.955	**16**	4.64	4.715
7	3.956	4.031	**17**	4.716	4.791
8	4.032	4.107	**18**	4.792	4.867
9	4.108	4.183	**19**	4.868	4.943
10	4.184	4.259	**20**	4.944	5.019

Yaprak Alan İndeksi (Leaf area indeks: LAI): Ekimden 90 gün sonra SS1 Sunscan Canopy Analysis System (Delta-T Devices, Cambridge, İngiltere) cihazı kullanılarak her parselden 10 adet ölçüm yapılıp, ortalaması alınarak saptanmıştır.

Analytical Spectral Devices (ASD) Spektroradyometre: Ekimden 90 gün sonra ASD FieldSpec® 3 Spectroradyometre (Analytical Spectral Devices Inc., Boulder, Amerika Birleşik Devletleri) cihazı kullanılarak her parselden 5 adet ölçüm yapılıp, ortalaması alınarak saptanmıştır.

Normalize Edilmiş Farklılık Bitki Örtüsü İndeksi (normalized difference vegetation index: NDVI): Ekimden 90 gün sonra Trimble marka Greenseeker^{TM} Handheld (Trimble, N-Tech Industries, Ukiah, Amerika Birleşik Devletleri) sensor cihazı kullanılarak her parselde ölçülmüştür.

Kütlü Pamuk Verimi (kg/da) (seed cotton yield): Her parselin hasat alanından (parsel başı ve sonundan 1'er m hariç) birinci ve ikinci elde toplanan kütlü pamuklar, 0.005 kg hassasiyetinde tartılmış ve kütlü pamuk verimi toplam dekara dönüştürülmüştür.

3.2.2. Uydu Görüntüleri Teknik Özellikleri

Çalışmada kullanılarak veri elde edilen RapidEye ve Planet Scope uydularına ilişkin teknik özellikler, Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. RapidEye ve Planet Scope Uydularına İlişkin Teknik Özellikler (Anonim 2019c)

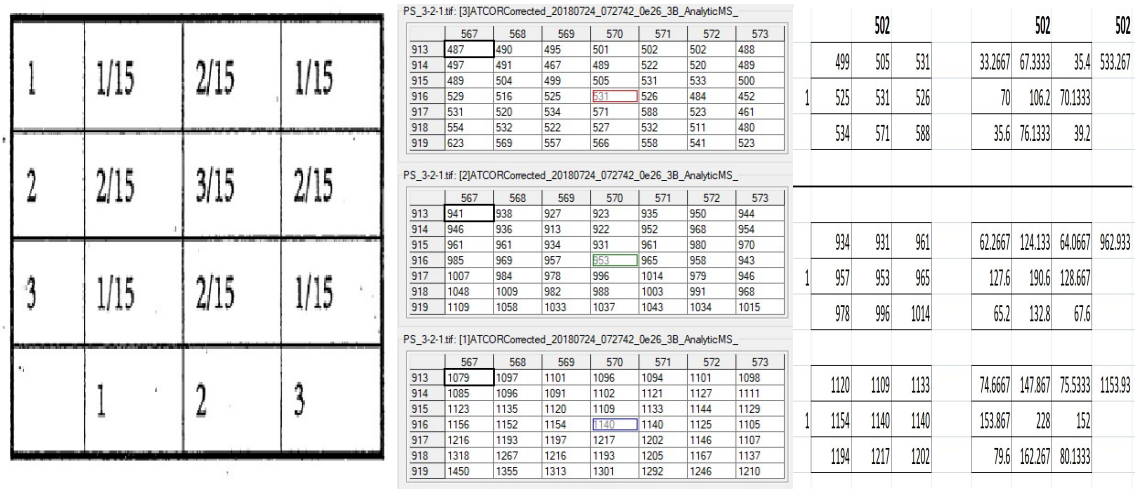
Özellikler		**RapidEye**	**Planet Scope**
Uydu Sayısı		5	-
Yörünge Yüksekliği		630 km. Sun-synchronous	475 km.
Ekvator Geçiş Zamanı		11:00 am (tahmini)	9:30-11:30 am
Spektral Bantlar (nm)	Blue	440 - 510	455 - 515
	Gren	520 - 590	500 - 590
	Red	630 - 685	590 - 670
	NIR	760 - 850	780 - 860
	Red Edge	690 - 730	
Yersel Örnekleme mesafesi (nadir)		6.5 m.	3.7 m.
Piksel Boyutu (ortorektifiye edilmiş)		5 m.	3.7 m.
Çerçeve Genişliği		77 km.	24.6 km x 16.4 km
Yeniden geçiş zamanı		5.5 gün (Nadir), Hergün (Off-nadir)	Her gün (nadir)
Dinamik Aralığı		12 bit	12 bit

Çizelge 3.6. Çalışma kapsamında kullanılan RapidEye ve Planet Scope uyduları ile ASD Spektroradyometre cihazı bant dalga boyları

Spektral Bantlar (nm)	**RapidEye**	**Planet Scope**	**ASD Spektroradyometre (RapidEye için kullanılan bant)**	**ASD Spektroradyometre (Planet Scope için kullanılan bant)**
Blue (B)	**(RE_BLUE)** 440 - 510 nm	**(PS_BLUE)** 455 - 515 nm	**(ASD_B475)** 475 nm	**(ASD_B485)** 485 nm
Green(G)	**(RE_GREEN)** 520 - 590 nm	**(PS_GREEN)** 500 - 590 nm	**(ASD_G555)** 555 nm	**(ASD_G545)** 545 nm
Red(R)	**(RE_RED)** 630 - 685 nm	**(PS_RED)** 590 - 670 nm	**(ASD_R657)** 657 nm	**(ASD_R630)** 630 nm
NIR	**(RE_NIR)** 760 - 850 nm	**(PS_NIR)** 780 - 860 nm	**(ASD_NIR805)** 805 nm	**(ASD_NIR820)** 820 nm
Red Edge(Re)	**(RE_REDEDGE)** 690 - 730 nm	-	**(ASD_RE710)** 710 nm	-

3.2.3. Uydu Görüntüleri İşleme Protokolü

25 Temmuz tarihli RapidEye ve Planet Scope uydu görüntüleri NİK A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Görüntüler orthorektifiyeli olarak temin edildiğinden herhangi bir geometrik düzeltme işlemi uygulanmamıştır. Uydu fotoğraflara yapılan işlemlere ilişkin iş akış protokolü, Şekil 3.5'de verilmiştir. Fotoğraflara TNT Mips (MicroImages, Inc., Nebraska, Amerika Birleşik Devletleri) yazılımı ile kontrast düzeltme yapılmış, ardından bulut, nem, sis gibi harici etkileri temizlemek amacıyla PCI Geomatica (PCI Geomatics, Markham, Kanada) programı ile atmosferik düzeltme işlemi uygulanmıştır. Görüntülerin hücre piksel değerleri Smoothing (low-passing) filter (3x3) ile filtrelenerek elde edilen değerler Microsoft Excel-2013 (Microsoft, Washington, Amerika Birleşik Devletleri) formatında deneme parsel numaraları ve uydu bant sırasına göre kaydedilmiştir.



Şekil 3.4. Smoothing (low-passing) filter (3x3) uygulama örneği



Şekil 3.5. Uydu görüntüleri işleme iş akış protokolü

3.2.4. Hesaplanan/Test edilen Vejetasyon İndisleri

Çalışma kapsamında Rapideye uydusu ve vejetasyon indisi formülasyonunda kullanılan banda karşılık gelen değeri olduğunda Planet Scope uydusu ile bu uyduların bantlarına karşılık gelen ASD spektroradyometre spectral bantları için ayrı ayrı test edilen vejetasyon indisleri, Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri

Sıra No	**Vejetasyon İndisleri**	**Denklem/Eşitlik**	**Kaynak**
1	Blue-Normalized Difference Vegetation Index (BNDVI)	(NIR-B) / (NIR+B)	Yang ve ark. (2004)
2	Canopy Chlorophyll Content Index (CCCI)	(NIR-Re/NIR+Re)/(NIR-R/NIR+R)	Barnes ve ark. (2000)
3	Chlorophyll Vegetation Index (CVI)	NIR × R (Re) / (G2)	Vincini ve ark. (2008)
4	Enhanced Vegetation Index (EVI)	(2.5×(NIR-R) / (NIR+6×R-7.5×B+1))	Huete (2002)
5	Enhanced Vegetation Index2 (EVI2)	(2.5×(NIR-R) / (NIR+(2.4*R)+1)	Jiang (2008)
6	Chlorophyll Index Green (CIG)	(NIR/G) - 1	Gitelson ve ark. (2005)
7	Green difference vegetation index (GDVI)	NIR - G	Tucker (1979)
8	Global Environment Monitoring Index (GEMI)	(n(1−0.25n)−(R(Re)−0.125/1−R(Re)) (n = (2 * (NIR ^2 - R(Re) ^2) + 1.5 * NIR + 0.5 * R(Re)) / (NIR + R(Re) + 0.5)	Pinty ve ark. (1992)
9	Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	(NIR – G) / (NIR + G)	Gitelson ve ark.(1996)

Çizelge 3.7. Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri (devamı)

10	Green optimal soil adjusted vegetation index (GOSAVI)	(1 + 0.16)(NIR - G)/(NIR + G + 0.16)	Rondeaux veark.(1996)
11	Green Leaf Index (GLI)	2*(G-R(Re)-B)/2*(G+R(Re)+B)	Gobron ve ark. (2000)
12	Green ratio vegetation index (GRVI)	NIR/G	Buschmann and Nagel (1993)
13	Green re-normalized different vegetation index (GRDVI)	(NIR - G)/√(NIR + G)	Roujean and Breon (1995)
14	Green soil adjusted vegetation index (GSAVI)	1.5 * [(NIR - G)/(NIR + G + 0.5)]	Sripada ve ark. (2006)
15	Green wide dynamic range vegetation index (GWDRVI)	(a * NIR - G)/(a * NIR + G) (a = 0.12)	Gitelson (2004)
16	Greenness Index (GI)	G / R	Zarco-Tejada ve ark. (2001)
17	MCARI1/GOSAVI	MCARI1/GOSAVI	Zarco-TejadaveArk. (2004)
18	MCARI1/MRETVI	MCARI1/MRETVI	Eitel ve ark. (2007)
19	MCARI2/GOSAVI	MCARI2/GOSAVI	Daughtry ve ark. (2000)
20	Modified canopy chlorophyll content index (MCCCI)	NDRE/GNDVI	Barnes ve ark. (2000)
21	Modified Chlophyll Absorption in Reflectance Index1 (MCARI1)	1.2x[2.5x(NIR-R)-1.3x(NIR-G)]	Daughtry ve ark. (2000)

Çizelge 3.7. Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri (devamı)

22	Modified chlorophyll absorption in reflectance index 2 (MCARI2)	1.5[2.5(NIR-Re)-1.3(NIR-G)]/√(2NIR+1)2-(6NIR-5√Re)-0.5	Haboudane ve ark. (2004)
23	Modified chlorophyll absorption in reflectance index (MCARI)	[(Re - R) - 0.2 * (Re - G)](Re/R)	Daughtry ve ark. (2000)
24	Modified double difference index (MDD)	(NIR - Re) - (Re - G)	Le Maire ve ark. (2004)
25	Modified enhanced vegetation index (MEVI)	2.5 * (NIR - Re)/(NIR + 6 * Re - 7.5 * G + 1)	Justice ve ark. (1998)
26	Modified green simple ratio (MSR G)	(NIR/G - 1)/√(NIR/G + 1)	Chen (1996)
27	Modified GSAVI (MGSAVI)	0.5 * [2 * NIR + 1 - √((2 * NIR + 1)2 - 8 * (NIR - G))]	Qi ve ark. (1994)
28	Modified normalized difference index (MNDI)	(NIR - Re)/(NIR - G)	Datt (1999)
29	Modified normalized difference red edge (MNDRE)	[NIR - (Re - 2 * G)]/[NIR + (Re - 2 * G)]	Wang ve ark. (2012)
30	Modified red edge simple ratio (MSR RE)	(NIR/Re - 1)/√(NIR/Re + 1)	Chen (1996)
31	Modified RESAVI (MRESAVI)	0.5 * [2 * NIR + 1 - √((2 * NIR + 1)2 - 8 * (NIR - Re))]	Qi ve ark. (1994)
32	Modified RETVI (MRETVI)	1.2 * [1.2 * (NIR - G) - 2.5 * (Re - G)]	Haboudane ve ark. (2004)
33	Modified transformed CARI (MTCARI)	3 * [(NIR - Re) - 0.2 * (NIR - G)(NIR/Re)]	Haboudane ve ark. (2002)

Çizelge 3.7. Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri (devamı)

34	MTCARI/GOSAVI	MTCARI/GOSAVI	Haboudane ve ark. (2002)
35	MTCARI/MRETVI	MTCARI/MRETVI	Cao ve ark. (2013)
36	NDRE/GOSAVI	NDRE/GOSAVI	Cao ve ark. (2013)
37	Normalized difference red edge (NDRE)	(NIR - Re)/(NIR + Re)	Barnes ve ark. (2000)
38	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	(NIR – R) / (NIR + R)	Rouse ve ark. (1974
39	Normalized Green (NG)	G / (NIR + R + G)	Sripada ve ark. (2006)
40	Normalized green index (NGI)	G/(NIR + Re + G)	Sripada ve ark. (2006)
41	Normalized NearInfrared (NIR)	NIR / (NIR + R + G)	Sripada ve ark. (2006)
42	Normalized NIR index (NNIR)	NIR/(NIR + Re + G)	Sripada ve ark. (2006)
43	Normalized Red (NR)	R / (NIR + R + G)	Sripada ve ark. (2006)
44	Normalized red edge index (NREI)	Re/(NIR + Re + G)	Sripada ve ark. (2006)
45	Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (OSAVI)	[(NIR – R) / (NIR + R +L)] ×(1 + L) (L=0.16)	Rondeaux ve ark. (1996)
46	Ratio Vegetation Index (RVI)	(NIR / R)	Birth ve McVey (1968)

Çizelge 3.7. Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri (devamı)

47	Red edge chlorophyll index (CIRE)	(NIR/Re) - 1	Gitelson ve ark. (2005)
48	Red edge difference vegetation index (REDVI)	NIR - Re	Tucker (1979)
49	Red edge GNDVI (REGNDVI)	(Re - G)/(Re + G)	Gitelson ve ark. (1994)
50	Red edge green difference vegetation index (REGDVI)	Re - G	Tucker (1979)
51	Red edge green ratio vegetation index (REGRVI)	Re/G	Buschmann ve Nagel (1993)
52	Red edge optimal soil adjusted vegetation index (REOSAVI)	(1 + 0.16)(NIR - Re)/(NIR + Re + 0.16)	Rondeaux ve ark. (1996)
53	Red edge ratio vegetation index (RERVI)	NIR/Re	Jasper ve ark. (2009)
54	Red edge re-normalized different vegetation index (RERDVI)	(NIR - Re)/√(NIR + Re)	Roujean and Breon (1995)
55	Red edge soil adjusted vegetation index (RESAVI)	1.5 * [(NIR - Re)/(NIR + Re + 0.5)]	Sripada ve ark. (2006)
56	Red edge transformed vegetation index (RETVI)	0.5 * [120 * (NIR - G) - 200 * (Re - G)]	Broge and Leblanc (2000)
57	Red edge wide dynamic range vegetation index (REWDRVI)	(a * NIR - Re)/(a * NIR + Re) (a = 0.12)	Gitelson (2004)
58	Simple Ratio (SR)	R800/R680	Blackburn (1998)

Çizelge 3.7. Çalışma kapsamında test edilen vejetasyon indisleri (devamı)

59	Simple Ratio NIR/RED Difference Vegetation Index (DVI)	NIR/R(Re)	Birth ve McVey (1968)
60	Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	((NIR-R)/(NIR+R +L))*(1+L) (L=0.5)	Huete ve ark. (1988)
61	Structure Insensitive Pigment Index (SIPI)	(NIR-B) / (NIR-R)	Penuelas ve ark. (1995)
62	TCARI/OSAVI	TCARI/OSAVI	Haboudane (2002)
63	Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index (TCARI)	3×((NIR(Re)-R)-0.2×(NIR(Re)-G)×(NIR(Re)/R)	Haboudane (2002)
64	Triangular Chlorophyll Index (TCI)	1.2 (Re-G)-1.5(R-G)*√Re/R	Hunt ve ark. (2011)
65	Triangular Vegetation Index (TVI)	0.5 + NDVI	Haboudane (2004)

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi:

Çalışmada kapsamında incelenen fizyomorfolojik özellikler için elde edilen veriler, F testi ile incelenmiş; ortalamalar, EGF testi uyarınca gruplandırılmıştır. İncelenen yaprak azot içeriği ile uydu bantları ve vejetasyon indisleri arasındaki ilişkilerin (basit korelasyon katsayıları) saptanması yapılarak, istatistiki olarak *yaprak azot içeriği-bant&vejetasyon indisleri* arası ikili ilişki (korelasyon) analizleri önemli olduğu saptananlar, regresyon (*yaprak azot içeriği-bant&vejetasyon indisleri*) ve ters regresyon (*bant&vejetasyon indisleri-yaprak azot içeriği*) analizleri yapılmıştır. Yapılan istatistiki analizler, JMP 5.0 (SAS Institute Inc., Kuzey Carolina, Amerika Birleşik Devletleri) paket programı yardımı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İncelenen Fizyo-Morfolojik Özellikler

4.1.1. Yaprak SPAD Değeri

Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri(%) ile yaprak SPAD verilerine ilişkin varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri (%) ile yaprak SPAD Değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F Değeri	Prob > F
Yaprak N İçeriği	11	1443.6251	131.239	13.927	<.0001**
Hata	75	706.6883	9.423		
Genel	86	2150.3134			
DK (%)	6.08				

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.1'den, yaprak SPAD değerleri özelliği yönünden yaprak azot içeriği (%) istatistiki olarak %1 düzeyinde birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

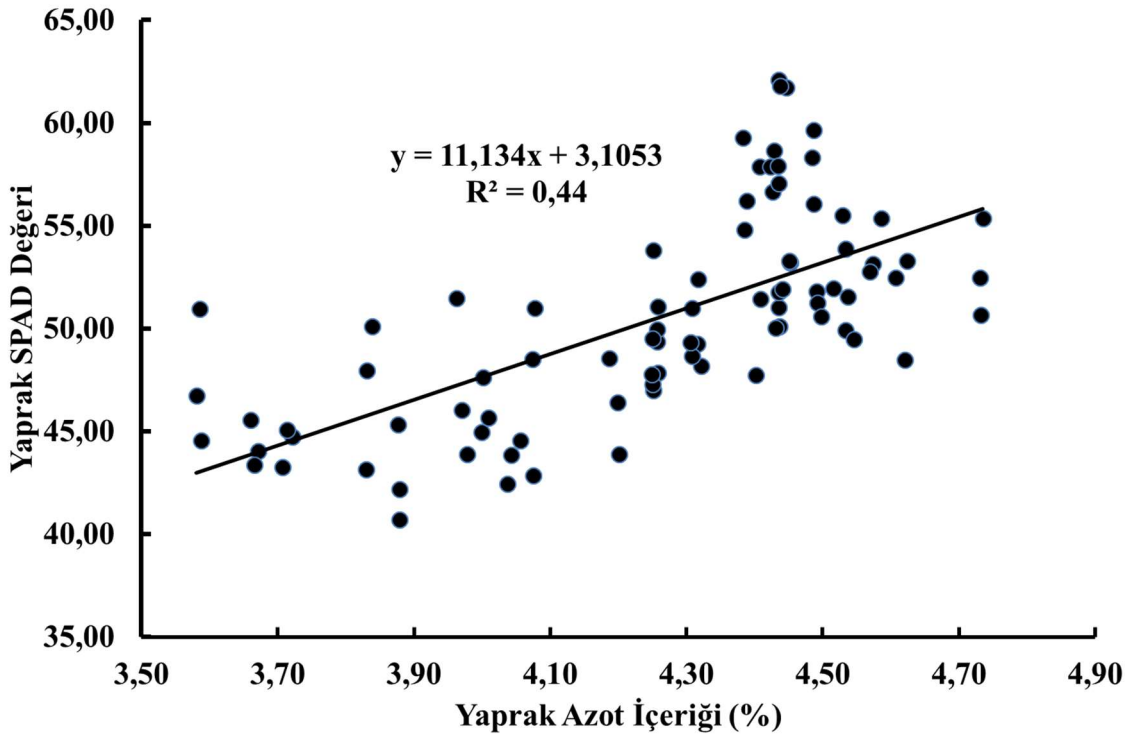
Yaprak SPAD değeri (SPAD), yaprak alan indeksi (LAI), normalize edilmiş farklılık bitki örtüsü indeksi (NDVI) ve kütlü pamuk verimi (kg/da) (KPV) ortalama değerleri ve EGF testine göre oluşan gruplar, Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yaprak SPAD değeri, yaprak alan indeksi, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi ve pamuk kütlü verimi (kg/da) ortalama değerleri ve EGF testine göre oluşan gruplar

YAİ Skalası	SPAD	LAI	NDVI	KPV (kg/da)
2 (3.576-3.651)	47.42 def	6.68 e	0.68 f	315.00 d
3 (3.652-3.727)	44.35 f	6.24 f	0.83 f	344.00 cd
5 (3.804-3.879)	44.90 f	6.94 e	0.82 de	387.00 ab
7 (3.956-4.031)	46.61 def	6.98 e	0.84 abc	395.00 ab
8 (4.032-4.107)	45.54 ef	7.60 d	0.81 e	397.50 ab
10 (4.184-4.259)	48.54 de	7.76 d	0.82 cde	398.25 ab
11 (4.26-4.335)	49.80 cd	7.79 cd	0.84 ab	394.00 ab
12 (4.336-4.411)	54.56 ab	8.35 b	0.84 ab	**411.00 a**
13 (4.412-4.487)	**56.06 a**	8.05 cd	**0.85 a**	390.83 ab
14 (4.488-4.563)	51.77 bc	8.49 b	**0.84 a**	392.33 ab
15 (4.564-4.639)	52.58 bc	8.34 b	0.84 abcd	369.00 bc
17 (4.716-4.791)	52.84 abc	**8.90 a**	0.84 abc	365.00 bcd
Ortalama	50.44	7.75	0.83	385.86
$EGF_{0.05}$	2.04	0.47	0.01	37.41

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, yaprak SPAD ortalama değerinin, 50.44; değerlerinin ise, 44.35 ile 56.06 arasında değişim gösterdiği; 12 (4.336-4.411), 13 (4.412-4.487) ve 17 (4.716-4.791) nolu gruplardan yaprak azot içeriği bakımından en yüksek değerler elde edilmiş; 2 (3.576-3.651), 3 (3.652-3.727), 5 (3.804-3.879), 7 (3.956-4.031) ve 8 (4.032-4.107) nolu gruplardan ise yaprak azot içeriği bakımından en düşük değerleri elde edilmiştir.

Yaprak azot içeriğinin artışı ile yaprak SPAD değerlerinin arttığı, görülmektedir. Bu durum, yaprak SPAD değeri ve yaprak azot içeriği arasında olumlu bir ilişkinin var olduğu yargısını ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriği ve yaprak SPAD değeri arasında pozitif ikili ilişkinin (r=+0.67**) varlığı, bu yargıyı desteklemektedir. Yaprak SPAD değeri ile azot içeriği arasındaki değişimi, Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Yaprak azot içeriği ile yaprak SPAD değeri arasındaki değişim

Şekil 4.1'de, yaprak azot içeriği ile yaprak SPAD değeri arasında linear (y=11.134*N+3.1053) (R^2=0.44) bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. Yaprak azot içeriği ile yaprak SPAD değeri arasındaki doğrusal ve önemli ilişkinin var olması, yaprak azot içeriğinin belirlenmesinde yaprak SPAD değerinin kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriğinin artması ile yaprak klorofil miktarında artış meydana gelmektedir. (Bruinsma, J., 1963). Oluşan bu artış, yaprak SPAD değerinin artmasına neden olmaktadır.

Elde ettiğimiz bulgular, Bruinsma, (1963), Fiella ve ark., (1995), Porro ve ark., (2002), Costa ve ark., (2001), Rosolem ve ark., (2010), Xiong ve ark., (2015)' Zillmann ve ark., (2015), nın bulgularını destekler niteliktedir.

4.1.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI):

Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri (%) ile yaprak alan indeksi verilerine ilişkin varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile yaprak alan indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

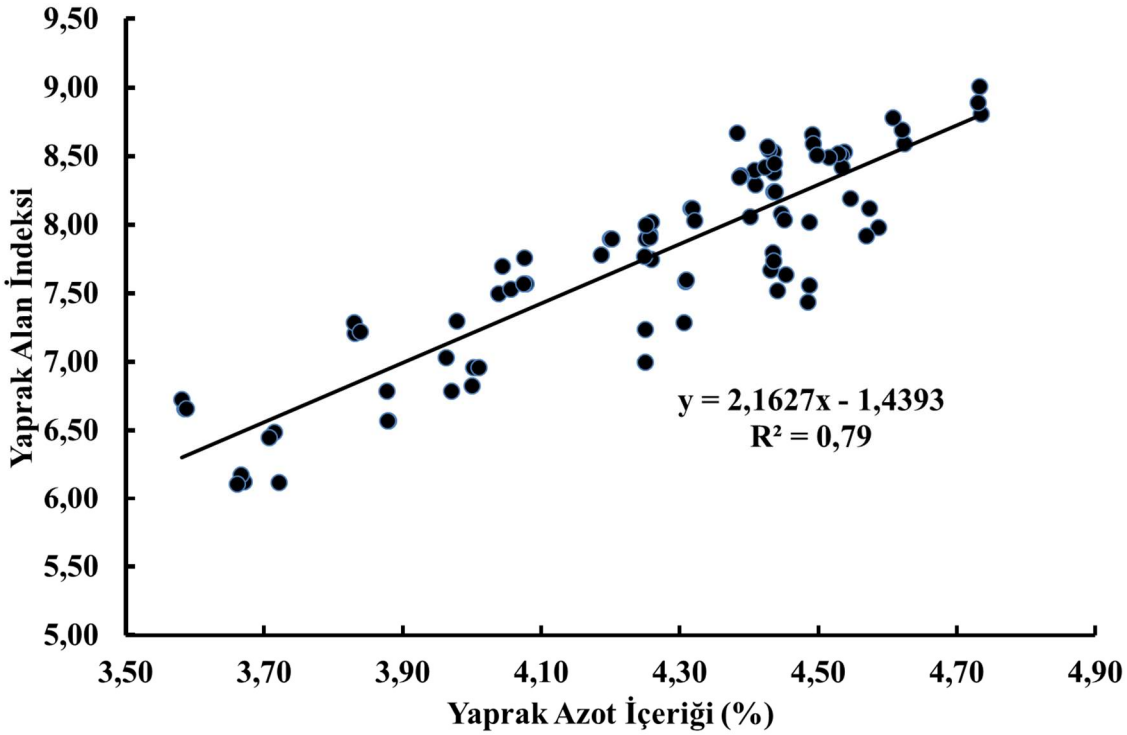
Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F Değeri	Prob > F
Yaprak N İçeriği	11	39.48101	3.58918	42.687	<.0001**
Hata	75	6.3061	0.08408		
Genel	86	45.78711			
DK (%)	3.74				

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3'te, yaprak alan indeksi özelliği yönünden yaprak azot içeriğinin %1 düzeyinde birbirinden istatistiki olarak farklılıklar gösterdiği izlenmektedir.

Çizelge 4.3'ten, yaprak alan indeksi ortalama değerinin, 7.75; değerlerin, 6.24 ile 8.90 arasında değişim gösterdiği; 17 (4.716-4.791) nolu grubun yaprak azot içeriği en yüksek grubu oluşturduğu; 3 (3.652-3.727) nolu grubun ise yaprak azot içeriği en düşük grubu oluşturduğu görülmektedir.

Yaprak azot içeriğinin artışı ile yaprak alan indeksi değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durum, yaprak alan indeksi değeri ve yaprak azot içeriği arasında olumlu bir ilişkinin var olduğu yargısını ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriği ve yaprak alan indeksi özelliği arasında pozitif ikili ilişkinin (r=+0.89**) var olması, bu yargıyı desteklemektedir. Yaprak alan indeksi ile azot içeriği arasındaki değişim, Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Yaprak azot içeriği ile yaprak alan indeksi arasındaki değişim/regrasyon analizi

Şekil 4.2'de, yaprak azot içeriği ile yaprak alan indeksi arasında linear (y = 2.1627*N – 1.4393) (R^2=0.79) bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. Yaprak azot içeriği ile yaprak alan indeksi arasındaki doğrusal ve önemli ilişkinin var olması, yaprak azot içeriğinin belirlenmesinde yaprak alan indeksi değerinin kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriğinin artması ile bitkideki vejetatif gelişmeyi artırmakta, dolayısıyla yaprak sayısı ve büyüklüklerinde artışlar meydana getirmektedir (Coombs ve ark., 1982). Yaprak sayısı ve büyüklüğünde oluşan artışlar, yaprak alan indeksinin artmasını sağlamaktadır. Pamuk bitkisinde yaprak alan indeksinin yüksek olması, bitkinin vejetatif gelişmesinin oldukça iyi olduğu, bu gelişmesinin sağlayabilmesi için gerekli su ve bitki besin elementlerinin yeterli ve stres koşullarının sınırlı olabileceği yargısının ortaya koymaktadır.

Elde ettiğimiz bulgular, Coombs ve ark., (1982), Frederick ve Camberato (1994), Serrano ve ark., (2000), Koç ve Barutçular, (2000)'nin bulgularını desteklememektedir.

4.1.3. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI):

Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi verilerine ilişkin varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.4'te verilmiştir.

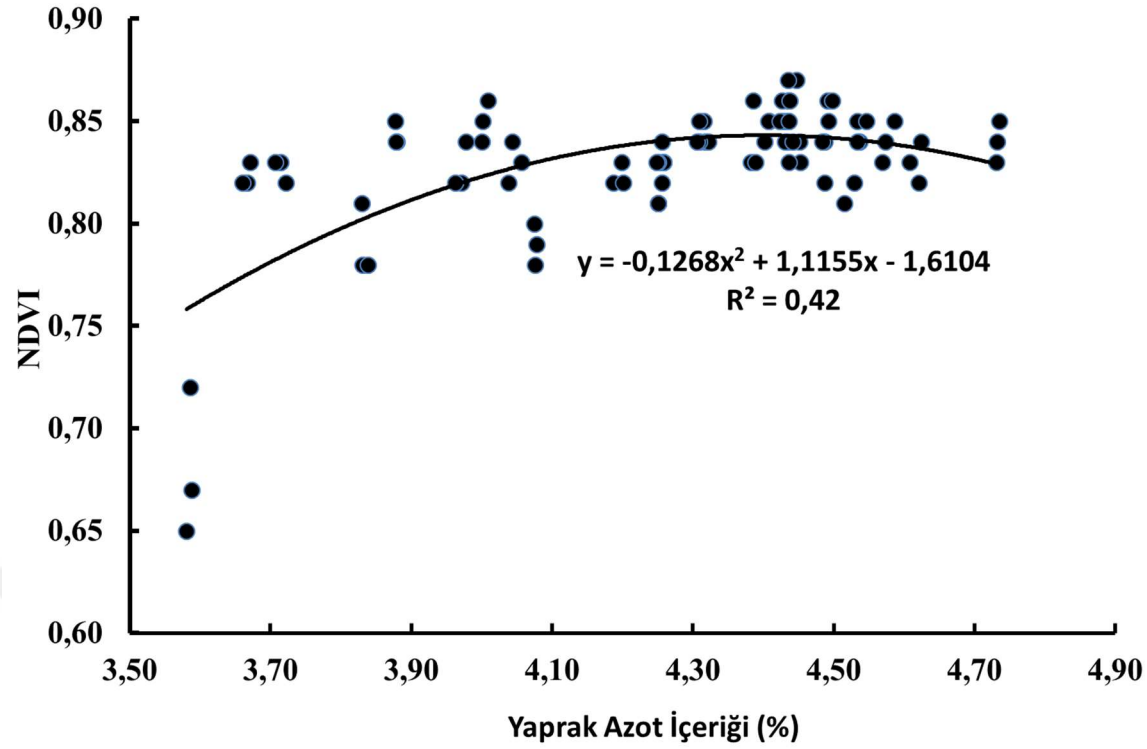
Çizelge 4.4. Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F Değeri	Prob > F
Yaprak N İçeriği	11	0.0809	0.0073	27.5790	<.0001**
Hata	75	0.0200	0.0002		
Genel	86	0.1009			
DK (%)	1.96				

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.4'den, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi özelliği yönünden yaprak azot içerikleri arasındaki farklılıklar, %1 düzeyinde birbirinden istatistiki olarak önemli olduğu izlenmektedir.

Yaprak azot içeriğinin artışı ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durum, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi özelliği ile yaprak azot içeriği arasında olumlu bir ilişkinin var olduğu yargısını ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriği ve normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi özelliği arasında pozitif ikili ilişkinin (r=+0.55**) var olması bu yargıyı desteklemektedir. Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi ile azot içeriği arasındaki değişim, Şekil 4.3'te verilmektedir.



Şekil 4.3. Yaprak azot içeriği ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi arasındaki değişim

Şekil 4.3'te, yaprak azot içeriği ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi arasında quadratik (R^2=0.42) (y=-0.1268*N^2+1.1155*N-1.6104) bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. Elde edilen denkleme göre en yüksek normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (0.84) için %4.40 yaprak azot içeriğinin (YAİ) olması gerektiği saptanmıştır. Yaprak azot içeriği ile normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi arasındaki olumlu ve önemli ilişkinin var olması, yaprak azot içeriğinin belirlenmesinde normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi değerinin kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriğinin artması ile bitkideki vejetatif gelişme artırmakta, dolayısıyla bitki büyüme ve gelişiminin daha iyi hale gelmesini sağlamaktadır. Yapraktaki azot içeriği saptanmasında daha doğrusu bitki azot durumu belirleme, eksik ve fazlalık durumlarını saptamalarda NDVI okumalarının rahatlıkla yapılabileceği, bununda tarımsal üretim ve gübre kullanımının etkinliğinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesinde önemli faktörler olduğu saptanmıştır.

Elde ettiğimiz bulgular, Freeman ve ark., (2007), Çekiç ve ark., (2008), Cabrera-Bosquet ve ark., (2011), Xia ve ark., (2016)'nın bulguları ile benzerlik gösterirken, linear ilişkinin olduğunu saptayan Yegül ve ark., (2015)'nin bulguları ile farklılık göstermektedir. Bu farklılığın materyal-metot farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.4. Kütlü Pamuk Verimi (kg/da):

Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları, Çizelge 4.5'te verilmiştir.

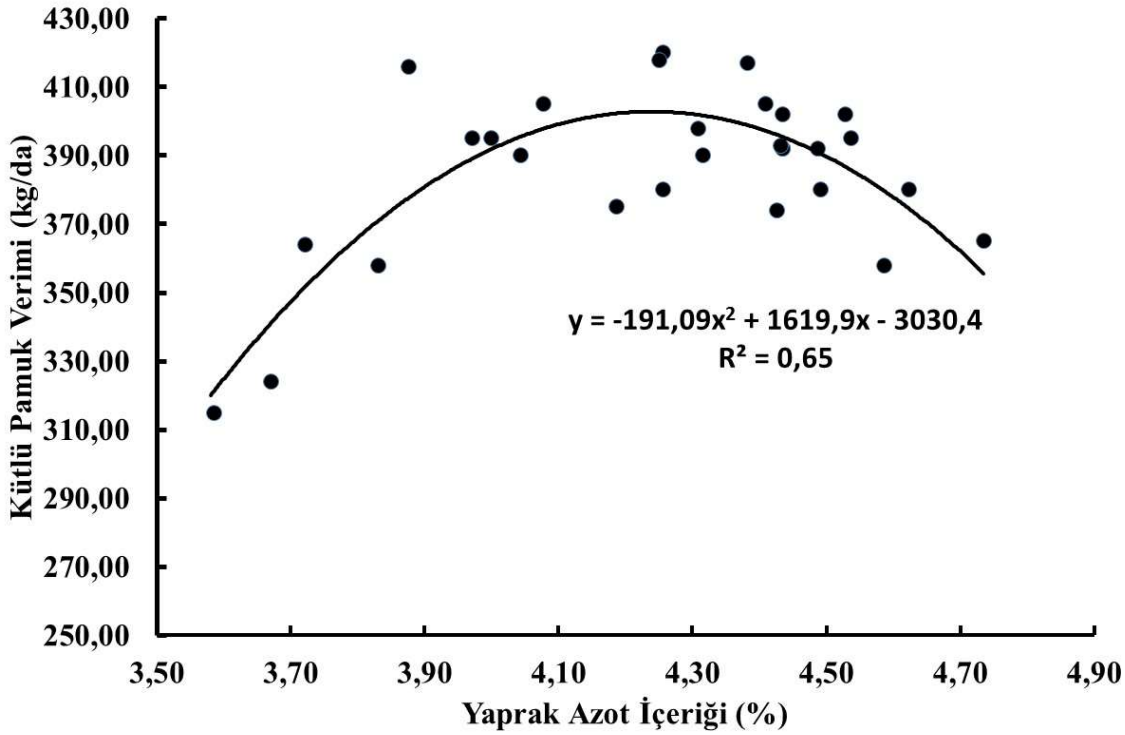
Çizelge 4.5. Materyal olarak kullanılan yaprak azot içerikleri ile kütlü pamuk verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F Değeri	Prob > F
Yaprak N İçeriği	11	12254.70	1114.06	15.63	0.0097**
Hata	75	5346.75	71.29		
Genel	86	17601.45			
DK (%)	4.59				

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5'te, kütlü pamuk verimi değerleri yönünden yaprak azot içerikleri arasındaki farklılıklar, istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli olduğu izlenmektedir.

Yaprak azot içeriğinin artışı ile kütlü pamuk verimi değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durum, kütlü pamuk verim değeri ve yaprak azot içeriği arasında olumlu bir ilişkinin var olduğu yargısını ortaya koymaktadır. Yaprak azot içeriği ve kütlü pamuk verim değeri arasında pozitif ikili ilişkinin (r=+0.36*) var olması bu yargıyı desteklemektedir. Kütlü pamuk verim değeri ile azot içeriği arasındaki değişim, Şekil 4.4'de verilmektedir.



Şekil 4.4. Yaprak azot içeriği ile kütlü pamuk verimi arasındaki değişim

Şekil 4.4'te, yaprak azot içeriği ile kütlü pamuk verimi arasında quadratik (y =-191.09*N^2+1619,95*N+3030,35) (R^2=0.65) bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. Yaprak azot içeriği ile pamuk kütlü verim değeri arasındaki quadratik ve önemli ilişkinin var olması, anlık/dinamik yaprak azot içeriğinin belirlenmesi ile pamuk kütlü verim değerinin artırılmasında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen denkleme göre en yüksek kütlü pamuk verimi (402,90 kg/da) için %4.24 yaprak azot içeriğinin (YAİ) olması gerektiği saptanmıştır.

Elde ettiğimiz bulgular, Bruckner ve Morey, (1988); Kimball ve Mauney, (1993); Fiez ve ark., (1994), Bell ve ark., (2003); Prasad ve Siddique, (2004); Salemm ve ark., (2010); Seilsepour ve Rashidi, (2011), Yegül ve ark., (2015)'nın bulgularını desteklemektedir.

4.2.İkili İlişkiler (Korelasyon) Analizi

4.2.1. Yapraktaki Azot Içeriği (%) Ve İncelenen Fizyomorfolojik Özellikler Arası İkili İlişkiler:

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen Fizyo-Morfolojik özellikler arası ikili ilişkiler, Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yapraktaki azot içeriği (YAİ) (%) ve incelenen Fizyo-Morfolojik özellikler arası ikili ilişkiler

Fizyo-Morfolojik özellikler	r	Olasılık (Probality)
Yaprak SPAD Değeri	0.67	0.0000**
Yaprak Alan İndeksi	0.89	0.0000**
NDVI	0.55	0.0000**
Kütlü Pamuk Verimi	0.36	0.045*

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.6'da, yapraktaki azot içeriği ile incelenen fizyo-morfolojik özelliklerden, yaprak alan indeksi (r=+0.89**), yaprak SPAD değeri (r=+0.67**), normalize edilmiş farklılık bitki örtüsü indeksi (NDVI) (r=+0.55**) özellikleri arası olumlu (pozitif) yönde ikili ilişkiler istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken, pamuk kütlü verimi (r=+0.39*) özelliği arası ikili ilişkiler, istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli bulunduğu görülmektedir.

4.2.2. Yapraktaki Azot İçeriği (%) Ve İncelenen Uydu Bantları Arasındaki İkili İlişkiler:

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları arasındaki ikili ilişkiler, Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları arasındaki ikili ilişkiler

Bant/İndis	**r**	**Olasılık (Probality)**
PS_BLUE	-0.54	0.0000**
PS_GREEN	-0.43	0.0000**
PS_NIR	0.10	0.3549 öd
PS_RED	-0.42	0.0001**
RE_BLUE	-0.58	0.0000**
RE_GREEN	-0.46	0.0000**
RE_NIR	0.14	0.1853 öd
RE_RED	-0.67	0.0000**
RE_RED_EDGE	-0.23	0.0296*
ASD_BLUE_475	-0.22	0.0402*
ASD_BLUE_485	-0.23	0.0308*
ASD_NIR_805	-0.15	0.1611 öd
ASD_NIR_820	-0.07	0.5103 öd
ASD_RE_710	-0.07	0.5511 öd
ASD_RED_630	-0.06	0.6146 öd
ASD_GREEN_545	-0.14	0.2152 öd
ASD_GREEN_555	-0.15	0.1777 öd
ASD_RED_657	-0.18	0.1057 öd

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.9'da, yapraktaki azot içeriği ile incelenen uydu bantlarından, RE_RED (r=-0.67**), RE_BLUE (r=-0.58**), PS_BLUE (r=-0.54**), RE_GREEN (r=-0.46**), PS_GREEN (r=-0.43**), PS_RED (r=-0.42**), RE_RED_EDGE (r=-0.23*), ASD_BLUE_485 (r=-0.23*), ASD_BLUE_475 (r=-0.22*), ASDRED_657 (r=-0.18), ASD_NIR_805 (r=-0.15), ASDGREEN_555 (r=-0.15), ASDGREEN_545 (r=-0.14), ASD_NIR_820 (r=-0.07), ASD_RE_710 (r=-0.07), ASD_RED_630 (r=-0.06) bantlar

arası olumsuz (negatif) yönde ikili ilişkiler saptanırken, PS_NIR (r=+0.1) ve RE_NIR (r=+0.14) bantlar arasında ise olumlu (pozitif) yönde ikili ilişkiler saptanmıştır.

Elde ettiğimiz bulgular, Filella ve ark., (1995), Read ve ark., (2002), Fridgen ve ark., (2004), Wang ve ark., (2011), Eitel ve ark., (2014), Patane ve ark., (2014), Huang ve ark., (2015), Schönert ve ark., (2015), Huang ve ark., (2017)'nın bulguları benzerlik gösterirken, Zhao ve ark., (2005), Eroğlu ve ark., (2008), Chen ve ark., (2010), Erdle ve ark., (2011) ve Spitkó ve ark. (2016) 'nin bulgularından farklılık göstermektedir. Bu durum, çalışmanın bitkisel materyalleri, ekolojik koşullar ve çalışmada kullanılan metottan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2.2. Yapraktaki Azot Içeriği (%) Ve İncelenen Vejetatif İndisler Arasındaki İkili İlişkiler:

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler, Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler

İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r
BNDVI_ASD_PS	0.24 *	GI_RE	0.69 **	MCARI1_PS	0.17 öd	NDRE_RE	0.26 *	RERVI_ASD_RE	-0.07 öd
BNDVI_ASD_RE	0.18 öd	GLI_ASD_PS	0.03 öd	MCARI1_RE	0.32 **	NDVI_ASD_PS	0.12 öd	RERVI_RE	0.25 *
BNDVI_PS	0.43 **	GLI_ASD_RE	-0.18 öd	MCARI2/GOSAVI_ASD_RE	-0.15 öd	NDVI_ASD_RE	0.12 öd	RESAVI_ASD_RE	-0.09 öd
BNDVI_RE	0.40 **	GLI_PS	-0.07 öd	MCARI2/GOSAVI_RE	0.34 **	NDVI_PS	0.29 **	RESAVI_RE	0.26 *
CCCI_ASD_RE	-0.11 öd	GLI_RE	-0.19 *	MCARI2_ASD_RE	-0.10 öd	NDVI_RE	0.52 **	RETVI_ASD_RE	-0.15 öd
CCCI_RE	-0.25 *	GNDVI_ASD_PS	0.12 öd	MCARI2_RE	0.23 *	NG_ASD_PS	-0.12 öd	RETVI_RE	0.19 öd
CIG_ASD_PS	0.10 öd	GNDVI_ASD_RE	0.09 öd	MCCCI_ASD_RE	-0.11 öd	NG_ASD_RE	-0.09 öd	REWDRVI_ASD_RE	-0.03 öd
CIG_ASD_RE	0.08 öd	GNDVI_PS	0.28 **	MCCCI_RE	0.17 öd	NG_PS	-0.28 **	REWDRVI_RE	0.26 *

Çizelge 4.8. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler (devamı)

İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r
CIG_PS	0.28 **	GNDVI_RE	0.30 **	MDD_ASD_RE	-0.15 öd	NG_RE	-0.24 *	RVI_ASD_PS	0.02 öd
CIG_RE	0.28 **	GOSAVI_ASD_PS	0.08 öd	MDD_RE	0.19 *	NGI_ASD_RE	-0.12 öd	RVI_ASD_RE	0.16 öd
(CIRE)_ASD_RE	-0.07 öd	GOSAVI_ASD_RE	0.01 öd	MEVI_ASD_RE	-0.06 öd	NGI_RE	-0.30 **	RVI_PS	0.29 **
(CIRE)_RE	0.25 *	GOSAVI_PS	0.28 **	MEVI_RE	0.18 *	NIR_ASD_PS	0.09 öd	RVI_RE	0.5 **
CVI_ASD_PS	0.14 öd	GOSAVI_RE	0.30 **	MGSAVI_ASD_PS	0.06 öd	NIR_ASD_RE	0.12 öd	SAVI_ASD_PS	-0.04 öd
CVI_ASD_RE	0.16 öd	GRDVI_ASD_PS	0.00 öd	MGSAVI_ASD_RE	0.00 öd	NIR_PS	0.29 **	SAVI_ASD_RE	-0.08 öd
CVI_PS	0.25 *	GRDVI_ASD_RE	-0.09 öd	MGSAVI_PS	0.28 **	NIR_RE	0.43 **	SAVI_PS	0.29 **
CVI_RE	0.27 *	GRDVI_PS	0.18 *	MGSAVI_RE	0.30 **	NNIR_ASD_RE	0.01 öd	SAVI_RE	0.52 **
DVI_ASD_PS	-0.07 öd	GRDVI_RE	0.21 *	MNDI_ASD_RE	-0.09 öd	NNIR_RE	0.28 **	SIPI_ASD_PS	0.12 öd
DVI_ASD_RE	-0.15 öd	GRVI_ASD_PS	0.10 öd	MNDI_RE	0.20 öd	NR_ASD_PS	-0.03 öd	SIPI_ASD_RE	0.01 öd
DVI_PS	0.15 öd	GRVI_ASD_RE	0.08 öd	MNDRE_ASD_RE	-0.20 öd	NR_ASD_RE	-0.11 öd	SIPI_PS	-0.2 öd
DVI_RE	0.19 *	GRVI_PS	0.28 **	MNDRE_RE	-0.28 **	NR_PS	-0.29 **	SIPI_RE	-0.57 **
EVI_ASD_PS	-0.11 öd	GRVI_RE	0.28 **	MRESAVI_ASD_RE	-0.08 öd	NR_RE	-0.54 **	SR_ASD_PS	0.02 öd
EVI_ASD_RE	-0.12 öd	GSAVI_ASD_PS	0.02 öd	MRESAVI_RE	0.26 *	NREI_ASD_RE	0.05 öd	SR_ASD_RE	-0.07 öd
EVI_PS	0.18 *	GSAVI_ASD_RE	-0.06 öd	MRETVI_ASD_RE	-0.17 öd	NREI_RE	-0.24 *	SR_PS	0.29 **

Çizelge 4.8. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler (devamı)

İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r
EVI_RE	0.56 **	GSAVI_PS	0.28 **	MRETVI_RE	0.20 öd	OSAVI_ASD_PS	0 öd	SR_RE	0.25 *
EVI2_ASD_PS	-0.04 öd	GSAVI_RE	0.30 **	MSRG_ASD_PS	0.09 öd	OSAVI_ASD_RE	-0.01 öd	TCARI/OSAVI_ASD_PS	0.01 öd
EVI2_ASD_RE	-0.10 öd	GWDRVI_ASD_PS	0.12 öd	MSRG_ASD_RE	0.15 öd	OSAVI_PS	0.29 **	TCARI/OSAVI_ASD_RE	-0.28 *
EVI2_PS	0.29 **	GWDRVI_ASD_RE	0.09 öd	MSRG_PS	0.28 **	OSAVI_RE	0.52 **	TCARI/OSAVI_PS	-0.28 **
EVI2_RE	0.52 **	GWDRVI_PS	0.28 **	MSRG_RE	0.29 **	REDVI_ASD_RE	-0.15 öd	TCARI/OSAVI_RE	-0.31 **
GDVI_ASD_PS	-0.05 öd	GWDRVI_RE	0.30 **	MSRRE_ASD_RE	0.13 öd	REDVI_RE	0.19 öd	TCARI_ASD_PS	0.02 öd
GDVI_ASD_RE	-0.14 öd	MCARI_ASD_RE	0.10 öd	MSRRE_RE	0.26 *	REGDVI_ASD_RE	0.02 öd	TCARI_ASD_RE	-0.28 **
GDVI_PS	0.14 öd	MCARI_RE	0.58 **	MTCARI/GOSAVI_ASD_RE	0.06 öd	REGDVI_RE	0.04 öd	TCARI_PS	-0.28 **
GDVI_RE	0.18 öd	MCARI1/GOSAVI_ASD_PS	-0.13 öd	MTCARI/GOSAVI_RE	-0.39 **	REGNDVI_ASD_RE	0.22 *	TCARI_RE	0.26 *
GEMI_ASD_PS	0.07 öd	MCARI1/GOSAVI_ASD_RE	-0.15 öd	MTCARI/MRETVI_RE	-0.27 *	REGNDVI_RE	0.27 **	TCI_ASD_RE	0.01 öd
GEMI_ASD_RE	0.05 öd	MCARI1/GOSAVI_PS	0.11 öd	MTCARI/MRETVI_RE1	0.02 öd	REGRVI_ASD_RE	0.22 *	TCI_RE	0.61 **
GEMI_PS	-0.14 öd	MCARI1/GOSAVI_RE	0.33 **	MTCARI_ASD_RE	0.07 öd	REGRVI_RE	0.26 *	TVI_ASD_PS	0.05 öd
GEMI_RE	-0.17 öd	MCARI1/MRETVI_ASD_RE	0.02 öd	MTCARI_RE	-0.33 **	REOSAVI_ASD_RE	-0.06 öd	TVI_ASD_RE	0.12 öd
GI_ASD_PS	-0.05 öd	MCARI1/MRETVI_RE	0.29 **	NDRE/GOSAVI_ASD_RE	-0.11 öd	REOSAVI_RE	0.26 *	TVI_PS	0.29 öd

Çizelge 4.8. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen vejetatif indisler arasındaki ikili ilişkiler (devamı)

İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r	İndis	r
GI_ASD_RE	0.10 öd	MCARI1_ASD_PS	-0.09 öd	NDRE/GOSAVI_RE	0.17 öd	RERDVI_ASD_RE	-0.11 öd	TVI_RE	0.52 öd
GI_PS	0.18 *	MCARI1_ASD_RE	-0.14 öd	NDRE_ASD_RE	-0.03 öd	RERDVI_RE	0.21 *		

*: Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli
** : Uygulamalar arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8'de, yapraktaki azot içeriği ile incelenen vejetatif indislerden GI_RE (r=+0.69**), TCI_RE (r=+0.61**), MCARI_RE (r=+0.58**), EVI_RE(r=+0.56**), EVI2_RE (r=+0.52**), NDVI_RE (r=+0.52**), OSAVI_RE (r=+0.52**), SAVI_RE (r=+0.52**), RVI_RE (r=+0.5**), BNDVI_PS (r=+0.43**), NIR_RE (r=+0.43**), BNDVI_RE (r=+0.40**), MCARI2/GOSAVI_RE (r=+0.34**), MCARI1/GOSAVI_RE (r=+0.33**), MCARI1_RE (r=+0.32**), GNDVI_RE (r=+0.30**), GOSAVI_RE (r=+0.30**), GSAVI_RE (r=+0.30**), GWDRVI_RE (r=+0.30**), MGSAVI_RE (r=+0.30**), EVI2_PS (r=+0.29**), MCARI1/MRETVI_RE (r=+0.29**), MSRG_RE (r=+0.29**), NDVI_PS (r=+0.29**), NIR_PS (r=+0.29**), OSAVI_PS (r=+0.29**), RVI_PS (r=+0.29**), SAVI_PS (r=+0.29**), SR_PS (r=+0.29**), CIG_PS (r=+0.28**), CIG_RE (r=+0.28**) GNDVI_PS (r=+0.28**) GOSAVI_PS (r=+0.28**), GRVI_PS (r=+0.28**) GRVI_RE (r=+0.28**) GSAVI_PS (r=+0.28**), GWDRVI_PS (r=+0.28**), MGSAVI_PS (r=+0.28**), MSRG_PS (r=+0.28**), NNIR_RE (r=+0.28**), REGNDVI_RE (r=+0.27**), CVI_RE (r=+0.27*), MRESAVI_RE (r=+0.26*), MSRRE_RE (r=+0.26*), NDRE_RE (r=+0.26*), REGRVI_RE (r=+0.26*), REOSAVI_RE (r=+0.26*), RESAVI_RE (r=+0.26*), REWDRVI_RE (r=+0.26*), TCARI_RE (r=+0.26*), (CIRE)_RE (r=+0.25*) CVI_PS (r=+0.25*), RERVI_RE (r=+0.25*), SR_RE (r=+0.25*), BNDVI_ASD_PS (r=+0.24*), MCARI2_RE (r=+0.23*), REGNDVI_ASD_RE (r=+0.22*), REGRVI_ASD_RE (r=+0.22*), GRDVI_RE (r=+0.21*), RERDVI_RE (r=+0.21*), DVI_RE (r=+0.19*), MDD_RE (r=+0.19*), EVI_PS (r=+0.18*), GI_PS (r=+0.18*) GRDVI_PS (r=+0.18*), MEVI_RE (r=+0.18*) arasında olumlu (pozitif) ve istatistiki olarak önemli ikili ilişkiler (korelasyon) saptanırken; TVI_PS (r=+0.29^{öd}), MNDI_RE (r=+0.20^{öd}), MRETVI_RE (r=+0.20^{öd}), REDVI_RE (r=+0.19^{öd}). RETVI_RE (r=+0.19^{öd}), BNDVI_ASD_RE (r=+0.18^{öd}), GDVI_RE (r=+0.18^{öd}), MCARI1_PS (r=+0.17^{öd}), MCCCI_RE (r=+0.17^{öd}),

NDRE/GOSAVI_RE (r=+0.17^{öd}), CVI_ASD_RE (r=+0.16^{öd}), RVI_ASD_RE (r=+0.16^{öd}), DVI_PS (r=+0.15^{öd}), MSRG_ASD_RE (r=+0.15^{öd}), CVI_ASD_PS (r=+0.14^{öd}), GDVI_PS (r=+0.14^{öd}), MSRRE_ASD_RE (r=+0.13^{öd}), GNDVI_ASD_PS (r=+0.12^{öd}), GWDRVI_ASD_PS (r=+0.12^{öd}), NDVI_ASD_PS (r=+0.12^{öd}), NDVI_ASD_RE (r=+0.12^{öd}), NIR_ASD_RE (r=+0.12^{öd}), SIPI_ASD_PS (r=+0.12^{öd}), TVI_ASD_RE (r=+0.12^{öd}), MCARI1/GOSAVI_PS (r=+0.11^{öd}), CIG_ASD_PS (r=+0.10^{öd}), GI_ASD_RE (r=+0.10^{öd}), GRVI_ASD_PS (r=+0.10^{öd}), MCARI_ASD_RE (r=+0.10^{öd}), GNDVI_ASD_RE (r=+0.09^{öd}), GWDRVI_ASD_RE (r=+0.09^{öd}), MSRG_ASD_PS (r=+0.09^{öd}), NIR_ASD_PS (r=+0.09^{öd}), CIG_ASD_RE (r=+0.08^{öd}), GOSAVI_ASD_PS (r=+0.08^{öd}), GRVI_ASD_RE (r=+0.08^{öd}), GEMI_ASD_PS (r=+0.07^{öd}), MTCARI_ASD_RE (r=+0.07^{öd}), MGSAVI_ASD_PS (r=+0.06^{öd}), MTCARI/GOSAVI_ASD_RE (r=+0.06^{öd}), GEMI_ASD_RE (r=+0.05^{öd}), NREI_ASD_RE (r=+0.05^{öd}), TVI_ASD_PS (r=+0.05^{öd}), REGDVI_RE (r=+0.04^{öd}), GLI_ASD_PS (r=+0.03^{öd}), GSAVI_ASD_PS (r=+0.02^{öd}), MCARI1/MRETVI_ASD_RE (r=+0.02^{öd}), MTCARI/MRETVI_RE1 (r=+0.02^{öd}), REGDVI_ASD_RE (r=+0.02^{öd}), RVI_ASD_PS (r=+0.02^{öd}), SR_ASD_PS (r=+0.02^{öd}), TCARI_ASD_PS (r=+0.02^{öd}), GOSAVI_ASD_RE (r=+0.01^{öd}), NNIR_ASD_RE (r=+0.01^{öd}), SIPI_ASD_RE (r=+0.01^{öd}), TCARI/OSAVI_ASD_PS (r=+0.01^{öd}), TCI_ASD_RE (r=+0.01^{öd}) arasında ise olumlu (pozitif) ve istatistiki olarak önemsiz ikili ilişkiler (korelasyon) saptanmıştır.

Yapraktaki azot içeriği ile incelenen vejetatif indislerden SIPI_RE (r=-0.57**), NR_RE (r=-0.54**), MTCARI/GOSAVI_RE (r=-0.39**), MTCARI_RE (r=-0.33**), TCARI/OSAVI_RE (r=-0.31**), NGI_RE (r=-0.30**), NR_PS (r=-0.29**), MNDRE_RE (r=-0.28**), NG_PS (r=-0.28**), TCARI/OSAVI_PS (r=-0.28**), TCARI_ASD_RE (r=-0.28)**), TCARI_PS (r=-0.28**), TCARI/OSAVI_ASD_RE (r=-0.28*), MTCARI/MRETVI_RE (r=-0.27*), CCCI_RE (r=-0.25*), NG_RE (r=-0.24*), NREI_RE (r=-0.24*), GLI_RE (r=-0.19*) arasında olumsuz (negatif) ve istatistiki olarak önemli ikili ilişkiler (korelasyon) saptanırken, MNDRE_ASD_RE (r=-0.20^{öd}), SIPI_PS (r=-0.2^{öd}), GLI_ASD_RE (r=-0.18^{öd}), GEMI_RE (r=-0.17^{öd}), MRETVI_ASD_RE (r=-0.17^{öd}), DVI_ASD_RE (r=-0.15^{öd}), MCARI1/GOSAVI_ASD_RE (r=-0.15^{öd}), MCARI2/GOSAVI_ASD_RE (r=-0.15^{öd}), MDD_ASD_RE (r=-0.15^{öd}), REDVI_ASD_RE (r=-0.15^{öd}), RETVI_ASD_RE (r=-

0.15^{öd}), GDVI_ASD_RE (r=-0.14^{öd}), GEMI_PS (r=-0.14^{öd}), MCARI1_ASD_RE (r=-0.14^{öd}), MCARI1/GOSAVI_ASD_PS (r=-0.13^{öd}), EVI_ASD_RE (r=-0.12^{öd}), NG_ASD_PS (r=-0.12^{öd}), NGI_ASD_RE (r=-0.12^{öd}), CCCI_ASD_RE (r=-0.11öd), EVI_ASD_PS (r=-0.11^{öd}), MCCCI_ASD_RE (r=-0.11^{öd}), NDRE/GOSAVI_ASD_RE (r=-0.11^{öd}), NR_ASD_RE (r=-0.11^{öd}), RERDVI_ASD_RE (r=-0.11öd), EVI2_ASD_RE (r=-0.10^{öd}), MCARI2_ASD_RE (r=-0.10^{öd}), GRDVI_ASD_RE (r=-0.09öd), MCARI1_ASD_PS (r=-0.09^{öd}), MNDI_ASD_RE (r=-0.09^{öd}), NG_ASD_RE (r=-0.09^{öd}), RESAVI_ASD_RE (r=-0.09^{öd}), MRESAVI_ASD_RE (r=-0.08^{öd}), SAVI_ASD_RE (r=-0.08^{öd}), (CIRE)_ASD_RE (r=-0.07^{öd}), DVI_ASD_PS (r=-0.07^{öd}), GLI_PS (r=-0.07^{öd}), RERVI_ASD_RE (r=-0.07^{öd}), SR_ASD_RE (r=-0.07^{öd}), GSAVI_ASD_RE (r=-0.06^{öd}), MEVI_ASD_RE (r=-0.06^{öd}), REOSAVI_ASD_RE (r=-0.06^{öd}), GDVI_ASD_PS (r=-0.05^{öd}), GI_ASD_PS (r=-0.05^{öd}), EVI2_ASD_PS (r=-0.04^{öd}), SAVI_ASD_PS (r=-0.04^{öd}), NDRE_ASD_RE (r=-0.03^{öd}), NR_ASD_PS (r=-0.03^{öd}), REWDRVI_ASD_RE) (r=-0.03^{öd}), OSAVI_ASD_RE (r=-0.01^{öd}) arasında olumsuz (negatif) ve istatistiki olarak önemsiz ikili ilişkiler (korelasyon) saptanmıştır.

Elde ettiğimiz bulgular, Ziadi ve ark., (2008), Clevers ve ark., (2012), Ramoelo ve ark., (2012), Cao ve ark., (2013), Schönert ve ark., (2015), Huang ve ark., (2017), Klema ve ark., (2018)'nın bulgularını desteklerken, Júnior ve ark., (2006) Magney ve ark., (2016),Wang ve ark., (2018)'nin bulgularının desteklememektedir. Bu durum, çalışmanın bitkisel materyalleri, ekolojik koşullar ve çalışmada kullanılan metot farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.3. Regrasyon Analizleri

4.3.1. Yapraktaki Azot İçeriği (%) ile İncelenen Uydu Bantları/İndisler Arası Regrasyon ve Ters Regrasyon Analizleri:

Yapraktaki azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası ikili ilişki (korelasyon) analizinde istatistiki olarak önemli olduğu saptanan uydu bantların, regresyon ve ters egresyon analizleri ayrı ayrı yapılmıştır. Elde edilen denklemler, Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot İçeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri

Bant/İndis Adı	**Yaprak Azot İçeriği (%)-Bant/İndis**	**Bant/İndis-Yaprak Azot İçeriği (%)**	**R^2 (%)**
RE_BLUE	RE_BLUE = 67.08*N^2-632.67*N + 1 950.13	N=-0.00003*RE_BLUE^2+0.02440* RE_BLUE - 0.67547	38
RE_GREEN	RE_GREEN = 128.66*N^2-1 144.41*N + 3 394.14	N= -0.00002* RE_GREEN^2 + 0.03618* RE_GREEN - 10.34443	28
RE_RED	RE_RED = 258.98*N^2-2 382.98*N+ 6 179.39	N=-0.000005*RE_RED^2 + 0.005411*RE_RED + 2.828308	50
RE_REDEDGE	RE_REDEDGE = -61.58*N + 2 245.09	N= -0.001* RE_REDEDGE + 5.900	5
PS_BLUE	PS_BLUE = -62.69*N + 722.69	N = -0.005* PS_BLUE+ 6.398	30
PS_GREEN	PS_GREEN = -60.89*N + 1 176.12	N = -0.003*PS_GREEN+ 7.0278	18
PS_RED	PS_RED = 92.25*N2+1 453.98	N = -0.002*PS_RED+ 6.316	18
ASD_B475	ASD_B475 = -0.004*N+ 0.047	N = -11.39*ASD_B475+ 4.60	5
ASD_B485	ASD_B485 = -0.004*N+ 0.048	N = -11.92*ASD_B485+ 4.62	5
BNDVI_RE	BNDVI_RE=-0.02*N^2+0.21*N+ 0.33	N=-33.31*$BNDVI_RE^2$+ 60.49*BNDVI_RE -23.02	18
BNDVI_PS	BNDVI_PS =0.01*N^2-0.02*N+0.83	N= 43.21*$BNDVI_PS^2$-64.61* BNDVI_PS +28.04	19
CCCI_RE	CCCI_RE = 0.03*N^2-0.25*N+1.18	N = -78.49*$CCCI_RE^2$+ 94.33* CCCI_RE-24.02	11
CIG_RE	CIG_RE = -1.32*N^2+11.72*N-20.57	N = -0.09*CIG_RE^2+1.06*CIG_RE +1.26	12

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri (devamı)

Bant/İndis Adı	Yaprak Azot İçeriği (%)-Bant/İndis	Bant/İndis-Yaprak Azot İçeriği (%)	R^2 (%)
CIG_PS	CIG_PS = 0.20*N^2-1.08*N+5.70	N=-0.001*CIG_PS^2+0.1543*CIG_PS + 3.552	8
$CI_{(RE)}$_RE	$CI_{(RE)}$_RE = 0.22*N+0.84	N = -0.30*$CI_{(RE)}$_RE+3.72	7
CVI_RE	CVI_RE = 2.51*N+4.09	N =-0.03*CVI_RE+3.79	8
CVI_PS	CVI_PS = 0.51*N+4.41	N =-0.12*CVI_PS+3.43	6
EVI_RE	EVI_RE = -0.34*N^2+3.18*N-5.47	N = -0.98*EVI_RE^2+4.42*EVI_RE-0.53	35
EVI2_RE	EVI2_RE = 0.24*N+0.62	N = -1.17*EVI2_RE+2.36	28
EVI2_PS	EVI2_PS = 0.09*N+0.93	N = -0.88*EVI2_PS+3.08	8
GI_RE	GI_RE = -0.14*N^2+1.41*N-2.25	N = -5.27*GI_RE^2+14.08*GI_RE-4.95	52
GNDVI_RE	GNDVI_RE=-0.04*N^2+0.37*N-0.11	N=-37.45*GNDVI_RE^2+ 56.21* GNDVI_RE -16.78	11
GNDVI_PS	GNDVI_PS = 0.02*N^2-0.12*N+0.88	N=6.97*GNDVI_PS^2-6.53* GNDVI_PS+ 5.41	8
GOSAVI_RE	GOSAVI_RE=-0.05*N^2+0.43*N-0.12	N=-27.83*GOSAVI_RE^2+ 48.46* GOSAVI_RE-16.78	11
GOSAVI_PS	GOSAVI_PS=0.02*N^2-0.14*N+ 1.03	N=5.18*GOSAVI_PS^2-5.63* GOSAVI_PS + 5.41	8
GRDVI_RE	GRDVI_RE=-4.32*N^2+39.34*N-30.92	N=-0.002*GRDVI_RE^2+ 0.2404* GRDVI_RE- 2.9461	8
GRVI_RE	GRVI_RE=-1.32*N^2+11.72*N-19.57	N=-0.09*GRVI_RE^2+1.24* GRVI_RE+ 0.11	12
GRVI_PS	GRVI_PS = 0.20*N^2-1.08*N+6.70	N=-0.001*GRVI_PS^2+0.1563* GRVI_PS+ 3.3966	8
GSAVI_RE	GSAVI_RE=-0.06*N^2+0.55*N-0.16	N = -16.64*GSAVI_RE^2+37.47* GSAVI_RE-16.77	11
GSAVI_PS	GSAVI_PS = 0.03*N^2-0.18*N+1.33	N = 3.09*GSAVI_PS^2-4.34* GSAVI_PS +5.40	8
GWDRVI_RE	GWDRVI_RE=-0.04*N^2+0.37*N-0.11	N = -37.45*GWDRVI_RE^2+56.21* GWDRVI_RE-16.78	11

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri (devamı)

Bant/İndis Adı	**Yaprak Azot İçeriği (%)-Bant/İndis**	**Bant/İndis-Yaprak Azot İçeriği (%)**	**R^2 (%)**
GWDRVI_PS	GWDRVI_PS=0.02*N^2-0.12*N+0.88	N= 6.97*GWDRVI_PS^2-6.53* GWDRVI_PS+5.41	8
MCARI_RE	MCARI_RE=-791.89*N^2+7 611.81*N-15 252.77	N = -0.0000001*MCARI_RE^2 + 0.0009422*MCARI_RE + 2.6229015	36
MCARI1_RE	MCARI1_RE=-1 053.64*N^2+ 9 695.47*N-15 088.34	N=-6E-08*MCARI1_RE^2+0.0009* MCARI1_RE + 0.8644	14
MCARI2_RE	MCARI2_RE=-0.03*N^2+0.25*N-0.22	N = -3.99*MCARI2_RE^2+4.38* MCARI2_RE+3.18	5
MCARI1/ GOSAVI_RE	MCARI1/GOSAVI_RE=- 708.63*N^2+6 660.01*N-7 158.14	N=-7E-08*MCARI1/GOSAVI_RE^2 +0.0013*MCARI1/GOSAVI_RE-1.5645	14
MCARI2/ GOSAVI_RE	MCARI2/GOSAVI_RE=- 248.28*N^2+2 545.99*N+3 521.09	N=-9E-08*MCARI2/GOSAVI_RE^2+ 0.002*MCARI2/GOSAVI_RE-6.627	13
MCARI1/ MRETVI_RE	MCARI1/MRETVI_RE=- 220.54*N^2+2 062.40*N-1 827.09	N=-8E-07*MCARI1/MRETVI_RE^2+ 0.0049*MCARI1/MRETVI_RE-3.3731	13
MGSAVI_RE	MGSAVI_RE=-0.03*N^2+0.24*N+0.30	N=-71.22*MGSAVI_RE^2+122.56* MGSAVI_RE-48.40	11
MGSAVI_PS	MGSAVI_PS=0.01*N^2-0.09*N+0.97	N = 17.07*MGSAVI_PS^2-23.45* MGSAVI_PS+11.99	8
MNDRE_RE	MNDRE_RE=0.05*N^2-0.42*N+1.85	N = -52.15*MNDRE_RE^2+93.67* MNDRE_RE-37.75	15
MRESAVI_RE	MRESAVI_RE=- 0.03*N^2+0.26*N+0.04	N = -9.73*MRESAVI_RE^2+14.39* MRESAVI_RE-0.95	7
MSRG_RE	MSRG_RE = -0.25*N^2+2.24*N-2.46	N = -2.04*MSRG_RE^2+10.66* MSRG_RE-9.60	12
MSRG_PS	MSRG_PS = 0.05*N^2-0.31*N+2.78	N =- 0.09*MSRG_PS^2+0.27* MSRG_PS+3.11	8
MSRRE_RE	MSRRE_RE=-0.08*N^2+0.73*N+ 0.01	N = -3.26*MSRRE_RE^2+11.74* MSRRE_RE-6.23	8
MTCARI_RE	MTCARI_RE=532.98*N^2- 4 568.44*N+12 501.07	N=-3E-06*MTCARI_RE^2+0.0139* MTCARI_RE-13.548	16

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri (devamı)

Bant/İndis Adı	**Yaprak Azot İçeriği (%)-Bant/İndis**	**Bant/İndis-Yaprak Azot İçeriği (%)**	**R^2 (%)**
MTCARI/ GOSAVI_RE	MTCARI/GOSAVI_RE=822.04* N^2 -7 160.33*N+18 801.51	N = -0.000001* MTCARI/GOSAVI_RE^2 + 0.005420* MTCARI/GOSAVI_RE - 3.866968	23
MTCARI/ MRETVI_RE	MTCARI/MRETVI_RE=269.63* N^2-2 371.87*N+6 358.49	N=-9E-07*MTCARI/MRETVI_RE^2 +0.0015*MTCARI/MRETVI_RE +3.708	10
NDRE_RE	NDRE_RE = -0.03*N^2+0.30*N-0.23	N = -10.80*NDRE_RE^2+11.97* NDRE_RE+1.03	7
NDVI_RE	NDVI_RE =-0.07*N^2+0.69*N-0.83	N = -14.59*NDVI_RE^2+25.06* NDVI_RE-6.33	30
NDVI_PS	NDVI_PS = 0.01*N^2-0.04*N+0.66	N = 0.55*NDVI_PS^2+1.71*NDVI_PS +2.89	8
NG_RE	NG_RE = 0.01*N^2-0.13*N+0.41	N = -300.45*NG_RE^2+69.78*NG_RE + 0.26	9
NG_PS	NG_PS = -0.01*N^2+0.04*N+0.06	N = 29.93*NG_PS^2-16.61*NG_PS +5.89	8
NGI_RE	NGI_RE = 0.01*N^2-0.13*N+0.40	N = -450.29*NGI_RE^2+88.54* NGI_RE-0.03	13
NIR_RE	NIR_RE = -0.05*N^2+0.42*N-0.18	N = -44.13*NIR_RE^2+71.49* NIR_RE-24.60	21
NIR_PS	NIR_PS = 0.01*N^2-0.05*N+0.77	N = 7.48*NIR_PS^2-7.01*NIR_PS +5.40	8
NNIR_RE	NNIR_RE = -0.03*N^2+0.24*N +0.12	N = -45.86*NNIR_RE^2+63.13* NNIR_RE-17.40	9
NR_RE	NR_RE = 0.03*N^2-0.29*N+0.77	N = -102.03*NR_RE^2+14.23* NR_RE+3.93	32
NR_PS	NR_PS = -0.01*N+0.21	N = -6.21*NR_PS+5.17	8
NREI_RE	NREI_RE = 0.01*N^2-0.11*N+0.48	N = -62.73*NREI_RE^2+25.11* NREI_RE+1.84	6
OSAVI_RE	OSAVI_RE=-0.08*N^2+0.80*N-0.96	N = -10.84*OSAVI_RE^2+21.60* OSAVI_RE-6.33	30

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri (devamı)

Bant/İndis Adı	**Yaprak Azot İçeriği (%)-Bant/İndis**	**Bant/İndis-Yaprak Azot İçeriği (%)**	**R^2 (%)**
OSAVI_PS	OSAVI_PS = 0.01*N^2-0.05*N+0.77	N = 0.41*OSAVI_PS^2+1.47* OSAVI_PS+2.89	8
REGNDVI_RE	REGNDVI_RE=-0.04*N^2+0.37*N-0.42	N=-101.27*REGNDVI_RE^2 +82.13*REGNDVI_RE-12.32	16
REGNDVI_ASD_RE	REGNDVI_ASD_RE=-0.06*N^2+ 0.54*N -0.84	N=3.12*REGNDVI_ASD_RE^2 +0.25*REGNDVI_ASD_RE+3.82	8
REGRVI_RE	REGRVI_RE=-0.22*N^2+1.91*N-1.92	N = -3.52*REGRVI_RE^2+16.74* REGRVI_RE-15.55	15
REGRVI_ASD_RE	REGRVI_ASD_RE=-0.22*N^2+1.96*N-2.29	N = 0.18*REGRVI_ASD_RE^2-0.14*REGRVI_ASD_RE +3.81	8
REOSAVI_RE	REOSAVI_RE = -0.04*N^2+0.35*N-0.27	N = -8.03*REOSAVI_RE^2+10.32* REOSAVI_RE+1.03	7
RERDVI_RE	RERDVI_RE=-3.80*N^2+34.78*N-38.47	N=-0.0015*RERDVI_RE^2+0.1364* RERDVI_RE+1.2884	6
RERVI_RE	RERVI_RE=-0.28*N^2+2.57*N-3.01	N=-0.34*RERVI_RE^2+2.13* RERVI_RE+0.94	8
RESAVI_RE	RESAVI_RE=-0.05*N^2+0.45*N-0.34	N=-4.80*RESAVI_RE^2+7.98* RESAVI_RE+1.03	7
REWDRVI_RE	REWDRVI_RE = -0.03*N^2+0.30* N-0.23	N=-10.80*REWDRVI_RE^2+11.97* REWDRVI_RE+1.03	7
RVI_RE	RVI_RE = -2.39*N^2+22.11*N-43.17	N = -0.03*RVI_RE^2+0.60* RVI_RE+1.74	29
RVI_PS	RVI_PS = 0.57*N+2.50	N = 0.14*RVI_PS+3.54	8
SAVI_RE	SAVI_RE = -0.11*N^2+1.03*N-1.24	N =- -6.49*SAVI_RE^2+16.71* SAVI_RE-6.33	30
SAVI_PS	SAVI_PS = 0.01*N^2-0.06*N+1.00	N = 0.24*SAVI_PS^2+1.14* SAVI_PS+2.89	8
SIPI_RE	SIPI_RE = 0.05*N^2-0.44*N+2.05	N = -31.51*SIPI_RE^2+60.03* SIPI_RE-23.95	37
SR_RE	SR_RE = -0.28*N^2+2.57*N-3.01	N = -0.34*SR_RE^2+2.13* SR_RE+0.94	8

Çizelge 4.9. Yapraktaki azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları/indisler arası regrasyon ve ters regrasyon analizleri (devamı)

Bant/İndis Adı	**Yaprak Azot İçeriği (%)-Bant/İndis**	**Bant/İndis-Yaprak Azot İçeriği (%)**	**R^2 (%)**
SR_PS	SR_PS = 0.57*N+2.50	N = 0.14*SR_PS+3.54	8
TCARI_RE	TCARI_RE = -94.35*N^2+853.45*N-23.86	N = -6E-06*TCARI_RE^2+0.0242* TCARI_RE-18.927	12
TCARI_PS	TCARI_PS = 425.04*N^2-4 812.14 *N+12 365.24	N = -7E-09*TCARI_PS^2-7E-05* TCARI_PS+4.2414	8
TCARI_ASD_RE	TCARI_ASD_RE=0.06*N^2-0.56*N+1.38	N=-30.29*TCARI_ASD_RE^2-12.35*TCARI_ASD_RE+5.42	11
TCARI/OSAVI_RE	TCARI/OSAVI_RE=79.32*N^2-805.50*N+4 144.83	N=-5E-07*TCARI/OSAVI_RE^2 + 0.0018*TCARI/OSAVI_RE+2.9902	10
TCARI/OSAVI_PS	TCARI/OSAVI_PS=311.76*N^2-4 280.98*N+12 144.79	N=-3E-09*TCARI/OSAVI_PS^2-5E-05*TCARI/OSAVI_PS + 4.2443	8
TCARI/OSAVI_ASD_RE	TCARI/OSAVI_ASD_RE=0.09*N^2-0.76*N+1.85	N=22.92*TCARI/OSAVI_ASD_RE^2-10.92*TCARI/OSAVI_ASD_RE+ 5.47	18
TCI_RE	TCI_RE=-319.85*N^2+3 068.47*N-5 608.29	N = 0.0009*TCI_RE + 2.7712	40
TVI_RE	TVI_RE=-0.03*N^2+0.31*N+0.41	N = -65.91*TVI_RE^2+154.46* TVI_RE-86.04	30
TVI_PS	TVI_PS=0.0045*N-0.0217*N+1.086	N = 4.39*TVI_PS^2-4.22* TVI_PS +3.71	8

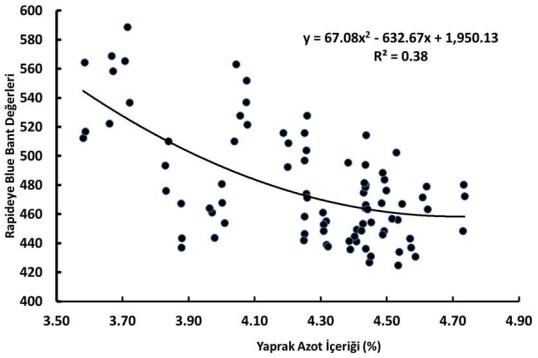
Yaprak azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları ve indisleri regrasyon analiz sonuçlarına göre düşük seviyede ilişki gösteren (R^2 <0.18) RE_REDEDGE, ASD_B475, ASD_B485, CCCI_RE, CIG_RE, CIG_PS, CI(RE)_RE, CVI_RE, CVI_PS, EVI2_PS, GNDVI_RE, GNDVI_PS, GOSAVI_RE, GOSAVI_PS, GRDVI_RE, GRVI_RE, GRVI_PS, GSAVI_RE, GSAVI_PS, GWDRVI_RE, GWDRVI_PS, MCARI1_RE, MCARI2_RE, MCARI1/ GOSAVI_RE, MCARI2/ GOSAVI_RE, MCARI1/ MRETVI_RE, MGSAVI_RE, MGSAVI_PS, MNDRE_RE, MRESAVI_RE, MSRG_RE, MSRG_PS, MSRRE_RE, MTCARI_RE, MTCARI/ MRETVI_RE, NDRE_RE, NDVI_PS, NG_RE, NG_PS, NGI_RE, NIR_PS, NNIR_RE, NR_PS, NREI_RE, OSAVI_PS, REGNDVI_RE, REGNDVI_ASD_RE, REGRVI_RE, REGRVI_ASD_RE, REOSAVI_RE, RERDVI_RE, RERVI_RE, RESAVI_RE,

REWDRVI_RE, RVI_PS, SAVI_PS, SR_RE, SR_PS, TCARI_RE, TCARI_PS, TCARI_ASD_RE, TCARI/OSAVI_RE, TCARI/OSAVI_PS, TCARI/OSAVI_ASD_RE TVI_PS, uydu bantları/ vejetatif indislere ait denklemlerin pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için kullanılmaması önerilmektedir.

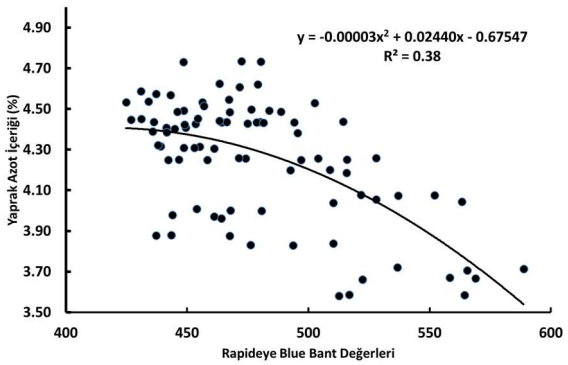
Yaprak azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları ve indisleri regrasyon analiz sonuçlarına göre orta ve yüksek seviyede anlamlı ilişki ifade eden yada edebilecek olan (R^2 =>0.18) RE_BLUE, RE_GREEN, RE_RED, PS_BLUE , PS_GREEN , PS_RED , BNDVI_RE , BNDVI_PS , EVI_RE , EVI2_RE , GI_RE , MCARI_RE, MTCARI/ GOSAVI_RE , NDVI_RE , NIR_RE , NR_RE , OSAVI_RE , RVI_RE , SAVI_RE , SIPI_RE , TCI_RE , TVI_RE uydu bantları/ vejetatif indislere ait denklemlerin pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için kullanılması önerilmektedir. Bu uydu bantları/indislere ait regrasyon ve ters regrasyon analiz sonuçlarından elde edilen grafik ve denklemler aşağıda verilmiştir.

Elde ettiğimiz bulgular, Fitzgerald ve ark., (2009), Li ve ark., (2010), Cabrera-Bosquet ve ark., (2011), Erdle ve ark., (2011), Wang ve ark., (2011), Vigneau ve ark., (2011), Cao ve ark., (2013), Chen ve ark., (2013), Muñoz-Huerta ve ark., (2013), Li ve ark., (2013), Eitel ve ark., (2014), Patane ve ark., (2014), Chen, (2015), Huang ve ark., (2015), Schönert ve ark., (2015), Spitkó ve ark., (2016), Delloyea ve ark., (2018), Klema ve ark., (2018)'nın bulgularını desteklerken, Chen ve ark., (2010), Clevers ve ark., (2012), Ramoelo ve ark., (2012), Lee ve ark., (2013), Magney ve ark., (2016), Huang ve ark., (2017), Wang ve ark., (2018)'nın bulgularından farklılık göstermektedir. Bu durum, çalışmanın bitkisel materyalleri, ekolojik koşullar ve çalışmada kullanılan metot farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_BLUE uydu bandı arasındaki regrasyon ve ters regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.5.1. ve 4.5.2.'de verilmiştir.



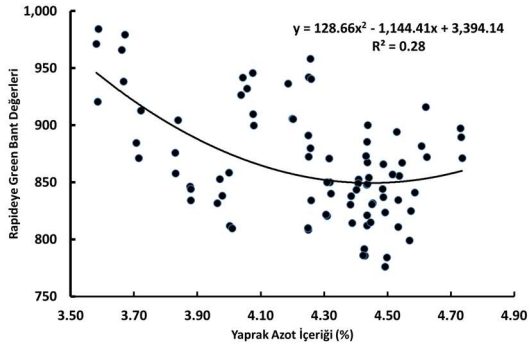
Şekil 4.5.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_BLUE uydu bandı regresyon analiz sonuçları



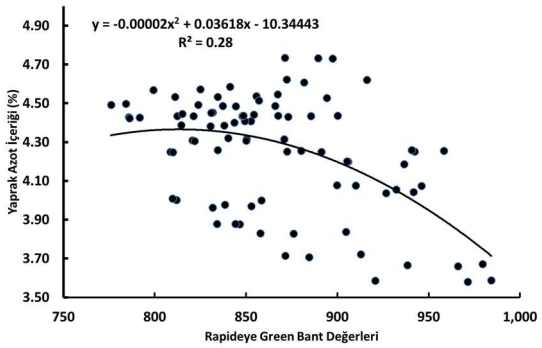
Şekil 4.5.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_BLUE uydu bandı ters regresyon analiz sonuçları

Şekil 4.5.1. ve 4.5.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_BLUE uydu bandı arasında quadratik (ikinci dereceden denklem ör: $y= ax^2+bx+c$)bir ilişkinin var olduğu, görülmektedir. Saptanan $RE_BLUE = 67.08*N^2-632.67*N+1950.13$ denklemi, var olan ilişkinin %38'ini ifade etmektedir. Uydu RE_BLUE yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regresyon analizinde, $N=-0.00003*RE_BLUE^2+0.02440*RE_BLUE- 0.67547$ denklemi ($R^2=0.38$) elde edilmiştir. **Uydu RE_BLUE bandı kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_GREEN uydu bandı arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.6.1. ve 4.6.2.'de verilmiştir.



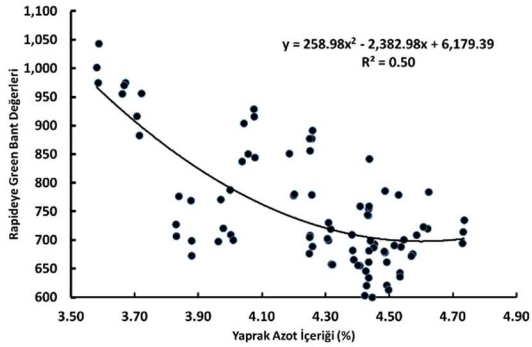
Şekil 4.6.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_GREEN uydu bandı regresyon analiz sonuçları



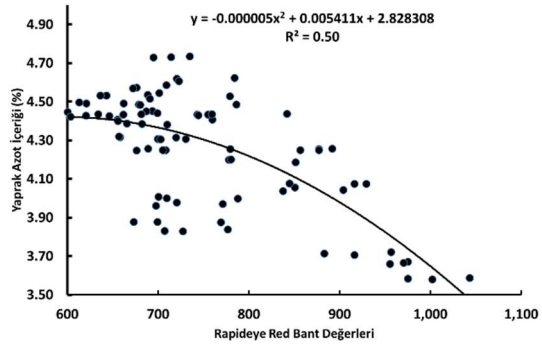
Şekil 4.6.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_GREEN uydu bandı ters regresyon analiz sonuçları

Şekil 4.6.1. ve 4.6.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_GREEN uydu bandı arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. RE_GREEN = 128.66*N^2-1 144.41*N+3 394.14 denklemi, var olan ilişkinin %28'ini ifade etmektedir. Uydu RE_GREEN yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regresyon analizinde, N= -0.00002* RE_GREEN^2 + 0.03618* RE_GREEN - 10.34443 denklemi (R^2=0.28) elde edilmiştir. **Uydu RE_GREEN bandı kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_RED uydu bandı arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.7.1. ve 4.7.2.'de verilmiştir.



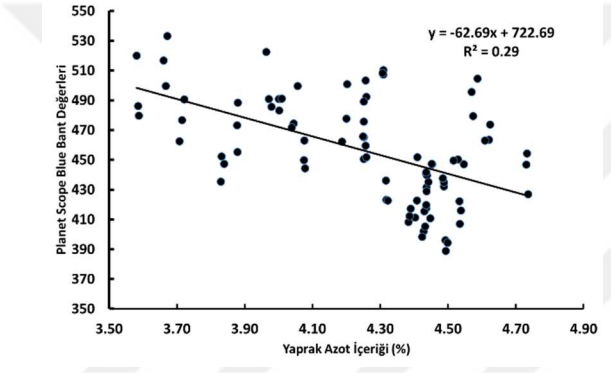
Şekil 4.7.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_RED uydu bandı regrasyon analiz sonuçları



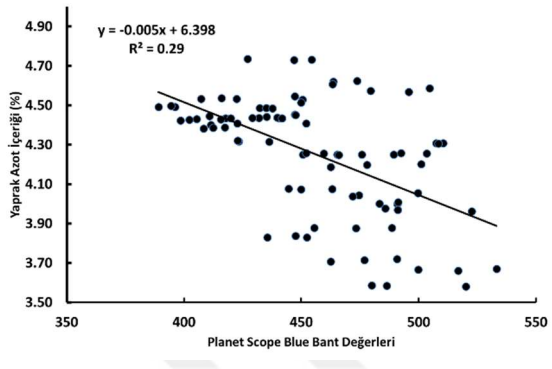
Şekil 4.7.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_RED uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.7.1. ve 4.7.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RE_RED uydu bandı arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. RE_RED = 258.98*N^2-2 382.98*N+6 179.39 denklemi, var olan ilişkinin %50'sini ifade etmektedir. Uydu RE_RED yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N=-0.000005*RE_RED^2 + 0.005411*RE_RED + 2.828308 denklemi (R^2=0.50) elde edilmiştir. **Uydu RE_RED bandı kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_BLUE uydu bandı arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.8.1. ve 4.8.1.'de verilmiştir.



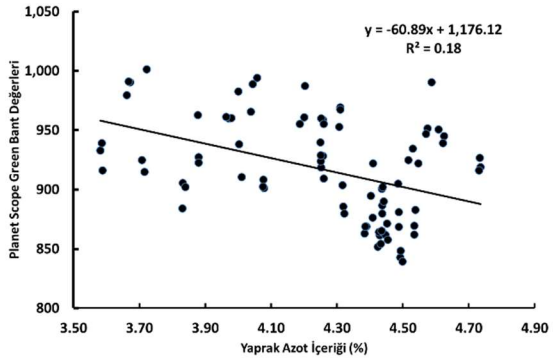
Şekil 4.8.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_BLUE uydu bandı regrasyon analiz sonuçları



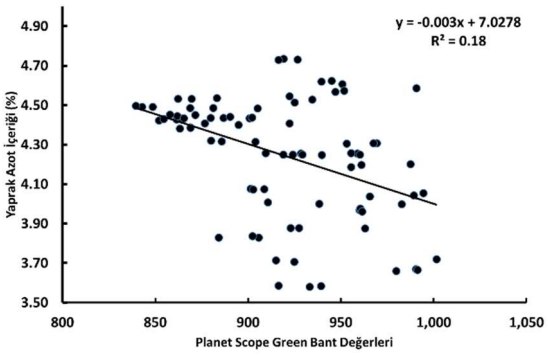
Şekil 4.8.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_BLUE uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.8.1. ve 4.8.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_BLUE uydu bandı arasında ters orantılı (Birbirine bağlı iki çokluktan biri artarken diğerinin aynı oranda azalması) linear (doğrusal, birinci dereceden denklem ör: y=ax+b)) bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. PS_BLUE = -62.69*N + 722.69 denklemi, var olan ilişkinin %29'unu ifade etmektedir. Uydu PS_BLUE yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.005* PS_BLUE+ 6.398 denklemi (R^2=0.29) elde edilmiştir. **Uydu PS_BLUE bandı kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_GREEN uydu bandı arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.9.1. ve 4.9.2.'de verilmiştir.



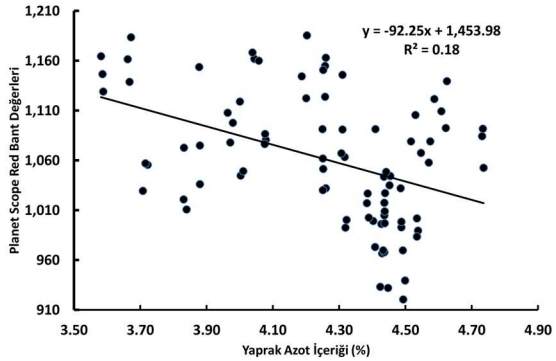
Şekil 4.9.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_GREEN uydu bandı regrasyon analiz sonuçları



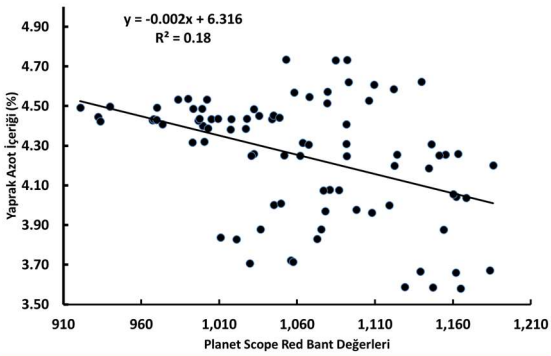
Şekil 4.9.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_GREEN uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.9.1. ve 4.9.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_GREEN uydu bandı arasında ters orantılı linear bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. PS_GREEN = -60.89*N + 1 176.12 denklemi, var olan ilişkinin %18'ini ifade etmektedir. Uydu PS_GREEN yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.003*PS_GREEN+ 7.0278 denklemi (R^2=0.18) elde edilmiştir. **Uydu PS_GREEN bandı kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_RED uydu bandı arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.10.1. ve 4.10.2.'de verilmiştir.



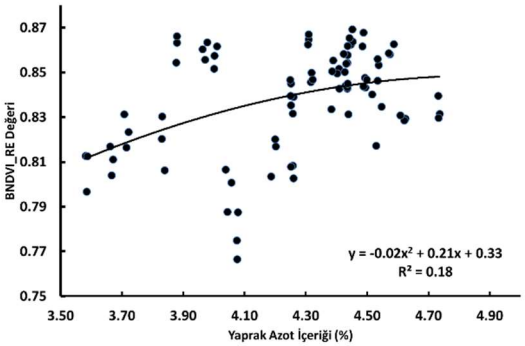
Şekil 4.10.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_RED uydu bandı regrasyon analiz sonuçları



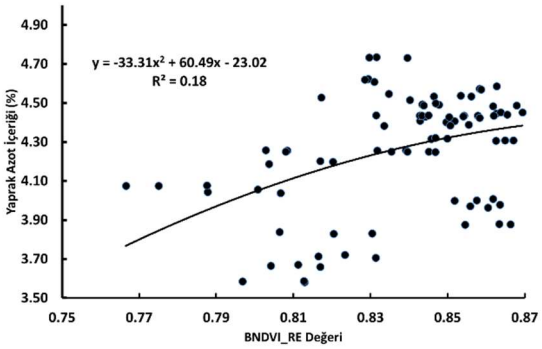
Şekil 4.10.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_RED uydu bandı ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.10.1. ve 4.10.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen PS_RED uydu bandı arasında ters orantılı linear bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. PS_RED = 92.25*N+1 453,98 denklemi, var olan ilişkinin %18'unu ifade etmektedir. Uydu PS_RED yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.002*PS_RED+ 6.316 denklemi (R^2=0.18) elde edilmiştir. **Uydu PS_RED bandı kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.11.1. ve 4.11.2.'de verilmiştir.



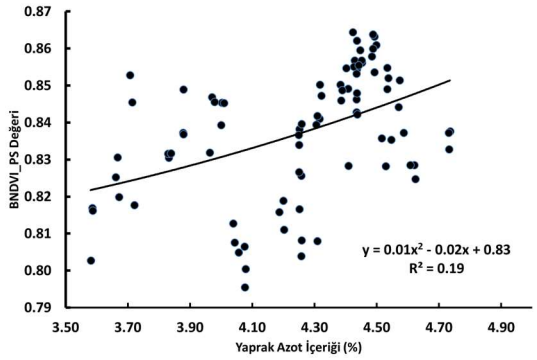
Şekil 4.11.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



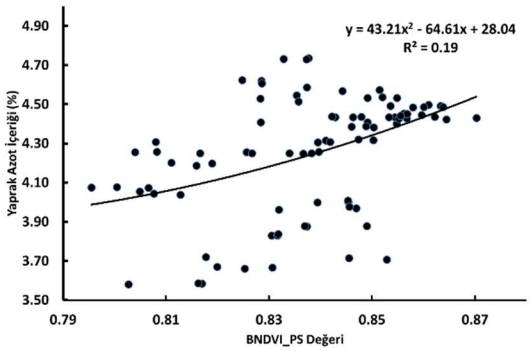
Şekil 4.11.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.11.1. ve 4.11.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. BNDVI_RE =-0.02*N^2+0.21*N+0.33 denklemi, var olan ilişkinin %18'ini ifade etmektedir. BNDVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N =-33.31*$BNDVI_RE^2$+60.49*BNDVI_RE-23.02 denklemi (R^2=0.18) elde edilmiştir. **BNDVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_PS indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.12.1. ve 4.12.2.'de verilmiştir.



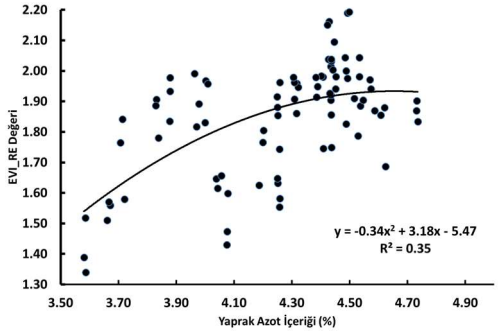
Şekil 4.12.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_PS indisi regrasyon analiz sonuçları



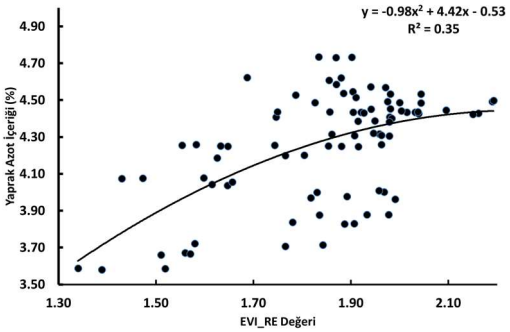
Şekil 4.12.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_PS indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.12.1. ve 4.12.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen BNDVI_PS indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. BNDVI_PS =0.01*N^2-0.02*N+0.83 denklemi, var olan ilişkinin %19'unu ifade etmektedir. BNDVI_PS değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N= 43.21*BNDVI_PS^2-64.61*BNDVI_PS+28.04 denklemi (R^2=0.19) elde edilmiştir. **BNDVI_PS indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.13.1. ve 4.13.2.'de verilmiştir.



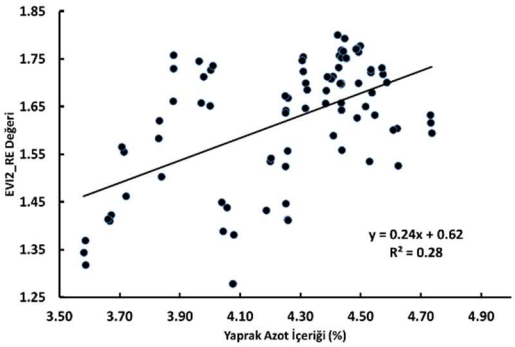
Şekil 4.13.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



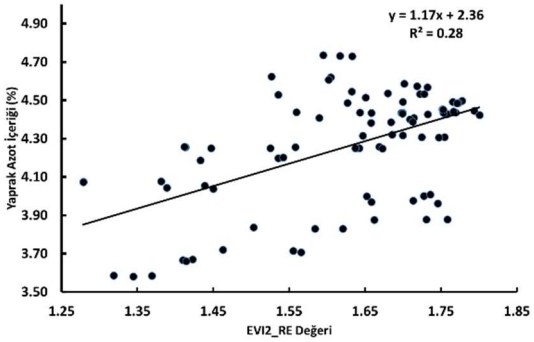
Şekil 4.13.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.13.1. ve 4.13.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. EVI_RE = -0.34*N^2+3.18*N-5.47 denklemi, var olan ilişkinin %35'ini ifade etmektedir. EVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.98*EVI_RE^2+4.42*EVI_RE-0.53 denklemi (R^2=0.35) elde edilmiştir. **EVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI2_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.14.1. ve 4.14.2.'de verilmiştir.



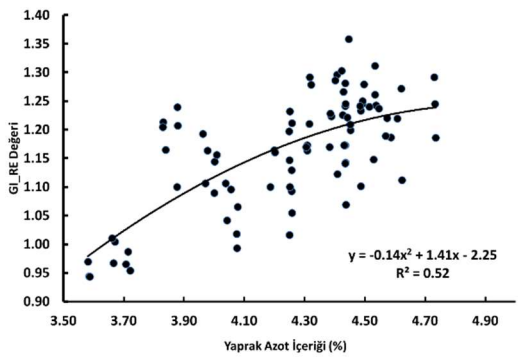
Şekil 4.14.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI2_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



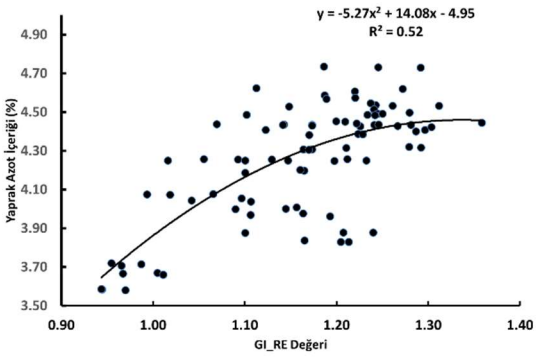
Şekil 4.14.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI2_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.14.1. ve 4.14.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen EVI2_RE indisi arasında ters orantılı linear bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. EVI2_RE = 0.24*N+0.62 denklemi, var olan ilişkinin % 28'ini ifade etmektedir. EVI2_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -1.17*EVI2_RE+2.36 denklemi (R^2=0.28) elde edilmiştir. **EVI2_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen GI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.15.1. ve 4.15.2.'de verilmiştir.



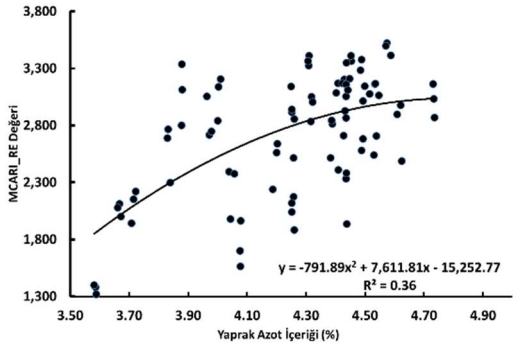
Şekil 4.15.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen GI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



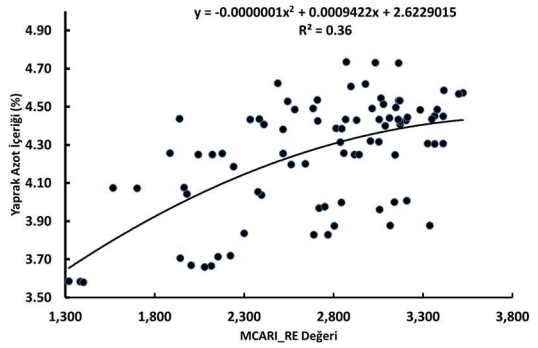
Şekil 4.15.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen GI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.15.1. ve 4.15.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen GI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. GI_RE = -0.14*N^2+1.41*N-2.25 denklemi, var olan ilişkinin %52'sini ifade etmektedir. GI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -5.27*GI_RE^2+14.08*GI_RE-4.95 denklemi (R^2=0.52) elde edilmiştir. **GI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MCARI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.16.1. ve 4.16.2.'de verilmiştir.



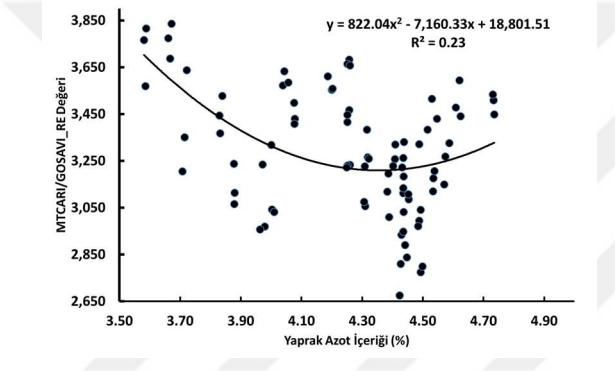
Şekil 4.16.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MCARI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



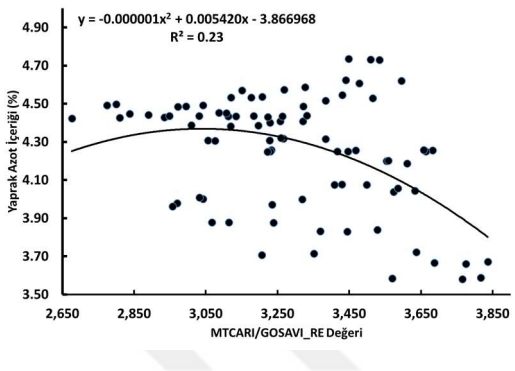
Şekil 4.16.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MCARI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.16.1. ve 4.16.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MCARI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. MCARI_RE = -791.89*N^2+7 611.81*N-15 252.77 denklemi, var olan ilişkinin %36'sını ifade etmektedir. MCARI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.0000001*$MCARI_RE^2$ + 0.0009422*MCARI_RE + 2.6229015 denklemi (R^2=0.36) elde edilmiştir. **MCARI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MTCARI/GOSAVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.17.1. ve 4.17.2.'de verilmiştir.



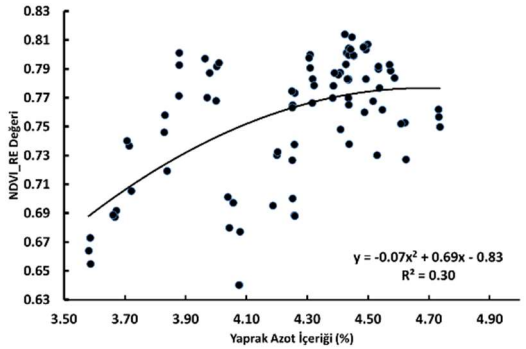
Şekil 4.17.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MTCARI/GOSAVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



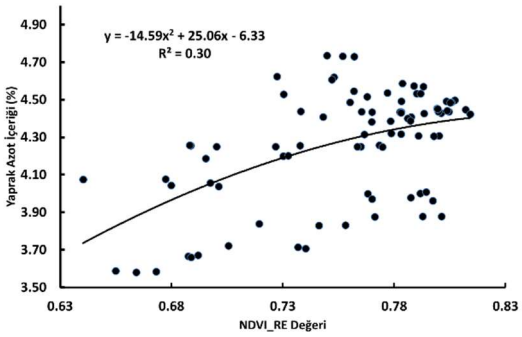
Şekil 4.17.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MTCARI/GOSAVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.17.1. ve 4.17.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen MTCARI/GOSAVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. MTCARI/GOSAVI_RE = 822.04*N^2-7 160.33*N+18 801.51 denklemi, var olan ilişkinin %23'ünü ifade etmektedir. MTCARI/GOSAVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.000001*$MTCARI/GOSAVI_RE^2$ + 0.005420*MTCARI/GOSAVI_RE - 3.866968 denklemi (R^2=0.23) elde edilmiştir. **MTCARI/GOSAVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NDVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.18.1. ve 4.18.2.'de verilmiştir.



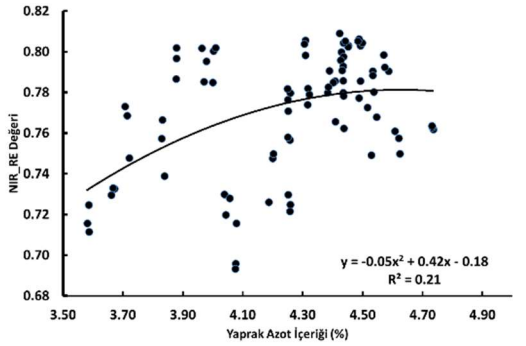
Şekil 4.18.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NDVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



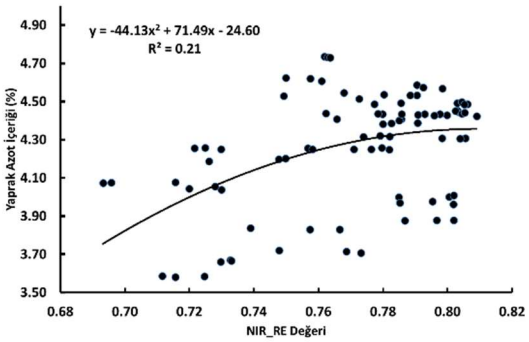
Şekil 4.18.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NDVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.18.1. ve 4.18.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NDVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. NDVI_RE = -0.07*N^2+0.69*N-0.83 denklemi, var olan ilişkinin %30'unu ifade etmektedir. NDVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -14.59*$NDVI_RE^2$+25.06*NDVI_RE-6.33 denklemi (R^2=0.30) elde edilmiştir. **NDVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NIR_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.19.1. ve 4.19.2.'de verilmiştir.



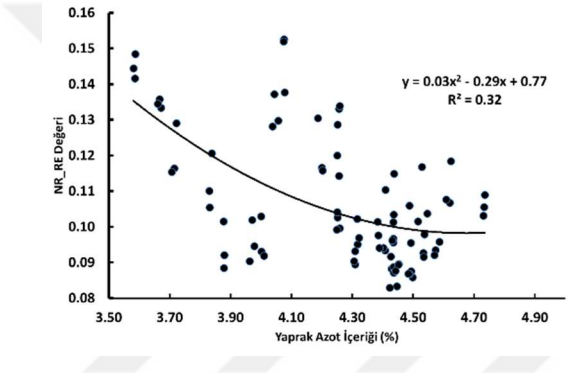
Şekil 4.19.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NIR_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



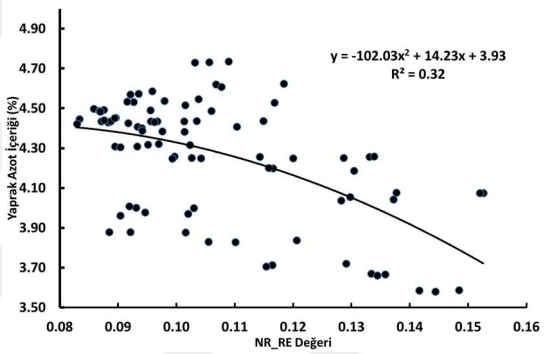
Şekil 4.19.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NIR_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.19.1. ve 4.19.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NIR_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. NIR_RE = -0.05*N^2+0.42*N-0.18 denklemi, var olan ilişkinin %21'ini ifade etmektedir. NIR_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -44.13*NIR_RE^2+71.49*NIR_RE-24.60 denklemi (R^2=0.21) elde edilmiştir. **NIR_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NR_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.20.1. ve 4.20.2.'de verilmiştir.



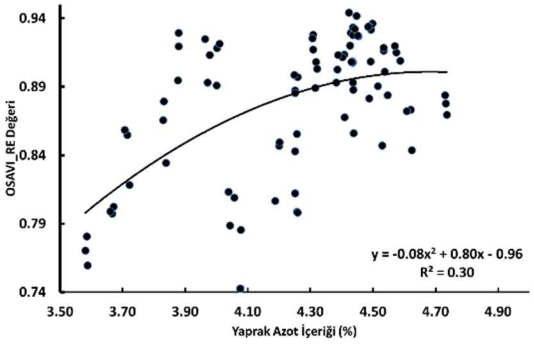
Şekil 4.20.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NR_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



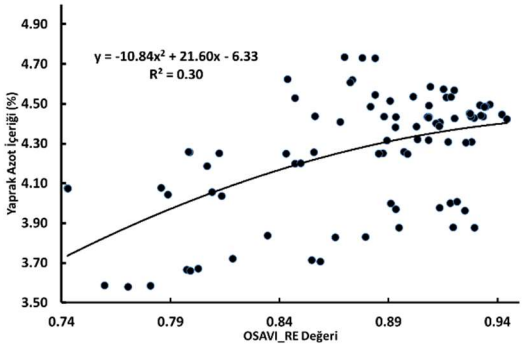
Şekil 4.20.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NR_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.20.1. ve 4.20.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen NR_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. NR_RE = 0.03*N^2-0.29*N+0.77 denklemi, var olan ilişkinin %32'sini ifade etmektedir. NR_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -102.03*NR_RE^2+14.23*NR_RE+3.93 denklemi (R^2=0.32) elde edilmiştir. **NR_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen OSAVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.21.1. ve 4.21.2.'de verilmiştir.



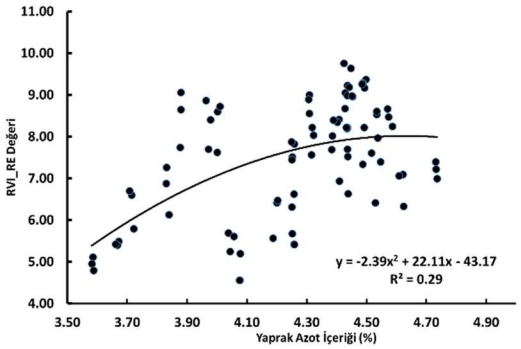
Şekil 4.21.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen OSAVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



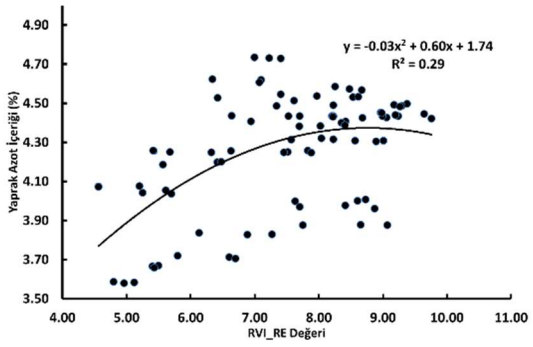
Şekil 4.21.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen OSAVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.21.1. ve 4.21.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen OSAVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. OSAVI_RE = -0.08*N^2+0.80*N-0.96 denklemi, var olan ilişkinin %30'unu ifade etmektedir. OSAVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -10.84*$OSAVI_RE^2$+21.60*OSAVI_RE-6.33 denklemi (R^2=0.30) elde edilmiştir. **OSAVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.22.1. ve 4.22.2.'de verilmiştir.



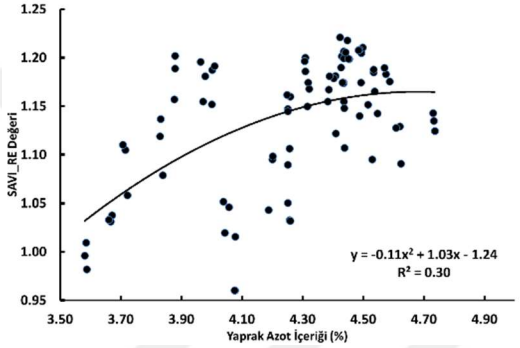
Şekil 4.22.1. Yapraktaki Azot içeriği (%) ve incelenen RVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



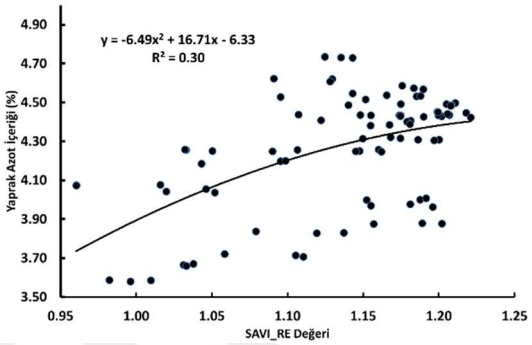
Şekil 4.22.2. Yapraktaki Azot içeriği (%) ve incelenen RVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.22.1. ve 4.22.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen RVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. RVI_RE = -2.39*N^2+22.11*N-43.17 denklemi, var olan ilişkinin %29'ini ifade etmektedir. RVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -0.03*RVI_RE^2+0.60*RVI_RE+1.74 denklemi (R^2=0.29) elde edilmiştir. **RVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SAVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.23.1. ve 4.23.2.'de verilmiştir.



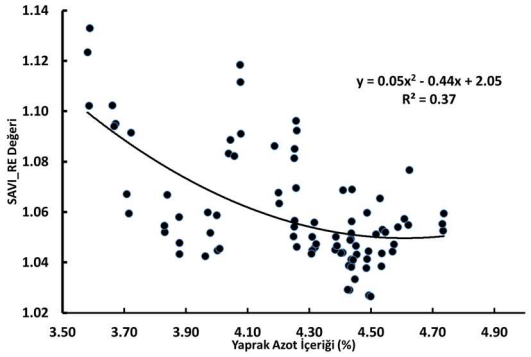
Şekil 4.23.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SAVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



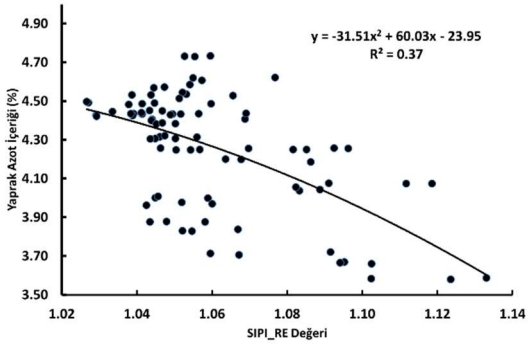
Şekil 4.23.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SAVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.23.1. ve 4.23.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SAVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. SAVI_RE = -0.11*N^2+1.03*N-1.24 denklemi, var olan ilişkinin %30'unu ifade etmektedir. SAVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N =- -6.49*$SAVI_RE^2$+16.71*SAVI_RE-6.33 denklemi (R^2=0.30) elde edilmiştir. **SAVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SIPI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.24.1. ve 4.24.2.'de verilmiştir.



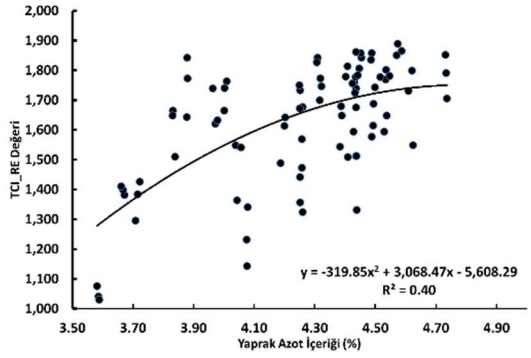
Şekil 4.24.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SIPI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



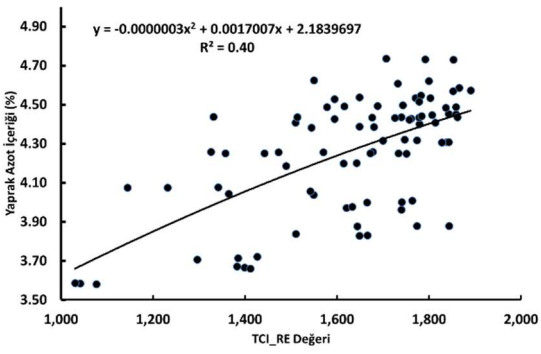
Şekil 4.24.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SIPI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.24.1. ve 4.24.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen SIPI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. SIPI_RE = 0.05*N^2-0.44*N+2.05 denklemi, var olan ilişkinin %37'sini ifade etmektedir. SIPI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -31.51*$SIPI_RE^2$+60.03*SIPI_RE-23.95 denklemi (R^2=0.37) elde edilmiştir. **SIPI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TCI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.25.1. ve 4.25.2.'de verilmiştir.



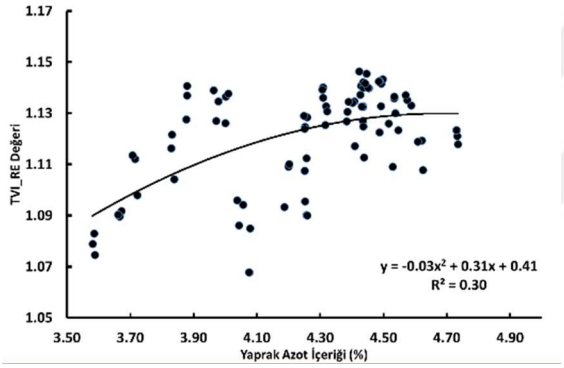
Şekil 4.25.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TCI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



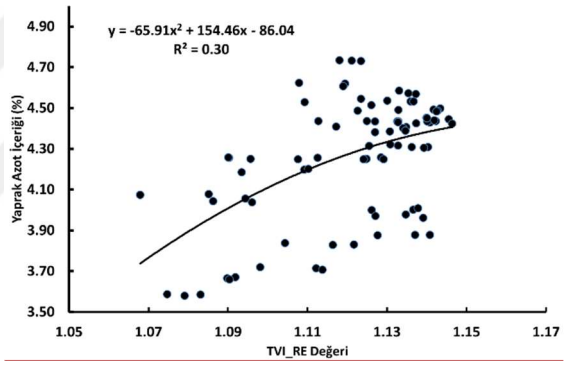
Şekil 4.25.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TCI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.25.1. ve 4.25.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TCI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. TCI_RE = -319.85*N^2+3 068.47*N-5 608.29 denklemi, var olan ilişkinin %40'ını ifade etmektedir. TCI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = 0.0009*TCI_RE + 2.7712 denklemi (R^2=0.40) elde edilmiştir. **TCI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TVI_RE indisi arasındaki regrasyon analiz sonuçları, Şekil 4.26.1. ve 4.26.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.26.1. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TVI_RE indisi regrasyon analiz sonuçları



Şekil 4.26.2. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TVI_RE indisi ters regrasyon analiz sonuçları

Şekil 4.26.1. ve 4.26.2.'de, yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen TVI_RE indisi arasında quadratik bir ilişkinin var olduğu görülmektedir. TVI_RE = -0.03*N^2+0.31*N+0.41 denklemi, var olan ilişkinin %30'unu ifade etmektedir. TVI_RE değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regrasyon analizinde N = -65.91*TVI_RE^2+154.46*TVI_RE-86.04 denklemi (R^2=0.30) elde edilmiştir. **TVI_RE indisi kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için bu denklemin kullanılabileceği saptanmış ve kullanılması önerilmektedir.**

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Pamuk yetiştiriciliğinde azot yönetim sistemi için bazı spektral ve fizyolojik indislerden faydalanma olanaklarının araştırılması amacıyla Mardin ekolojik koşullarında, *Gossypium hirsutum* L. türüne ait ST-468 pamuk çeşidi, çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılarak, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak, 6 lokasyonda yürütülen çalışmada yaprak azot içeriği ile bazı fizyomorfolojik özellikler, spektral bantlar, vejetatif indisler arasındaki ilişkiler belirlenmiş, istatistiki olarak önemlilik arz eden ilişkiler irdelenmiştir.

Yapılan çalışmadan, elde edilen sonuçlar, aşağıda özetlenmiştir.

1- İncelenen yaprak SPAD değeri, yaprak alan indeksi, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi, kütlü pamuk verimi özellikleri yönünden yaprak azot içerikleri arasında farklılıklar, % 1 düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu;

2- İncelenen yaprak SPAD değeri, 44.9-56.06; yaprak alan indeksi değerleri, 6.24-8.90; normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi değerleri, 0.68-0.85; kütlü pamuk verimi değerleri, 315.00-411.00 kg/da arasında değişim gösterdiği; incelenen yaprak alan indeksi, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi, kütlü pamuk verimi ortalama değerleri sırası ile 50.44, 7.75, 0.83 ve 385.86 kg/da olduğu;

3- Yaprak azot içeriği ile incelenen yaprak SPAD değeri (r=+0.67**), yaprak alan indeksi (r=+0.89**), normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (r=+0.54**), kütlü pamuk verimi (r=+0.39*) özellikleri arasında istatistiki olarak önemli ve olumlu ikili ilişki (korelasyon) olduğu;

4- Yaprak azot içeriği ile incelenen yaprak SPAD değeri (R^2=0.44; y=11.13*N+3.10), yaprak alan indeksi (R^2=0.79; y=2.16*N – 1.44) arasında linear ilişki saptanırken; normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (R^2= 0.42; y=-0.13*N^2+1.12*N-1.61), kütlü pamuk verimi (R^2=0.42; y=-191.09*N^2+1 619.95*N+3 030.35) özellikleri arasında ise quadratik ilişkinin olduğunu;

5- Yaprak azot içeriğini tahmin etmede, yaprak SPAD değeri, yaprak alan indeksi ve normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksinin kullanılabileceği,

6- En yüksek kütlü pamuk verimi (402.90 kg/da) için %4.24 yaprak azot içeriğinde (N) saptandığı;

7- Rapideye uydusu ve NIR tabanlı indislerin yapraktaki azot içeriği ile Scope uydusu ve Red Edge tabanlı indislere göre daha yüksek regrasyon ilişkisi yakaladığı,

8- Scope uydusu henüz yeni bir uydu olduğu için özelleştirilmiş indisi bulunmamakta, bu konuda yapılacak çalışmalar ile daha iyi sonuçların alınabileceği,

9- TVI_RE BNDVI, EVI, EVI2, GI, MCARI, MTCARI/ GOSAVI, NDVI, NIR, NR, OSAVI, RVI, SAVI, SIPI, TCI, TVI indislerinin umut verici değerlere sahip olduğu, farklı koşul ve metot altında denenerek yaprak azot içeriğini tahmin etmede daha iyi sonuçların alınabileceği,

10- Scope uydusu, Red Edge tabanlı indisler ve ASD Spektroradyometre ile yapılan çalışmada beklenenin aksine yüksek regrasyon yakalanamamıştır. Bu durumun kalibrasyon, kullanılan metot ve çevre şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

11- İncelenen RE_RED ($N=-0.000005*RE_RED^2 + 0.005411*RE_RED + 2.828308$) ($R^2=0.50$) bandı ile GI_RE ($N = -5.27*GI_RE^2+14.08*GI_RE-4.95$) ($R^2=0.52$) indisinin yüksek doğruluk payı ile uydu verilerinden yaprak azot içeriğinin tahmin edilmesi/belirlenmesi amacıyla kullanılması tavsiye edilmektedir.

6.KAYNAKLAR

Bruckner, P.L. Morey, D.D., 1988. Nitrogen effects on soft red winter wheat yield, agronomic characteristics, and quality. ***Crop Sci.***, 28: 152-157.

Başbağ, S., Ekinci, R., Akıncı, C., Akın, S., Öcal Kara, F., Tonçer, Ö., 2011. Diyarbakır ve Şanlıurfa İlleri'nde pamuk sektörü envanterinin hazırlanması projesi, dicle üniversitesi ziraat fakültesi, karacadağ kalkınma ajansı tarafından desteklenen TRC2-10-DFD-45 Nolu Proje sonuç Raporu, Diyarbakır

Barnes, E., Clarke, T., Richards, S., Colaizzi, P., Haberland, J., Kostrzewski, M., Waller, P.,Choi, C., Riley, E., Thompson, T., 2000. coincident detection of crop water stress,nitrogen status and canopy density using ground based multispectral data. In:Proc. 5th Int. Conf. Precis. Agric., Bloomington, MN, USA, pp. 16–19.

Broge, N.H., Leblanc, E., 2000. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. ***Remote Sens***. Environ. 76, 156–172.

Buschmann, C., Nagel, E., 1993. In vivo spectroscopy and internal optics of leaves as basis for remote sensing of vegetation. Int. ***J. Remote*** Sens. 14, 711–722.

Buschmann, C., Nagel, E. 1993. In vivo spectroscopy and internal optics of leaves as basis for remote sensing of vegetation. ***International Journal of Remote Sensing***, 14 (4), 711–722.

Bruinsma, J., 1963. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. ***Photochemistry and Photobiology*** 2(2):241 - 249

Birth, G. S., McVey, G. 1968. Measuring the color of growing turf with a reflectance spectrophotometer. ***Agronomy Journal*** Vol. 60 No. 6, p. 640-643

Blackburn, G. A. 1998. Spectral indices for estimating photosynthetic pigment concentrations: A test using senescent tree leaves. ***International Journal of Remote Sensing*** 19(4):657-675

Bell, P.F., Boquet, D.J., Millhollonc, E., Moored, S., Ebelhare, W., Mitchell, C.C., Varco, J., Funderburgh, E.R., Kennedya, C., Breitenbeck, G.A., Craig, C., Holman, M., Baker, W., McConnell, J. S. .2003. Relationships between leaf-blade nitrogen and relative seedcotton yields. ***Crop Science*** Vol. 43 No. 4, p. 1367-1374

BÜGEM., 2016. BÜGEM faaliyetleri, Erişim: http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/Sag MenuVeriler/BUGEM.pdf. Erişim Tarihi: 25.12.2018

Cassman, K.G., Doberman A. and Walters, D.T. 2002. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. ***Ambio*** 31, 132-140

Carter, G.A., Knapp, A.K. 2001. Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. ***American Journal of Botany*** 88(4): 677–684. 2001

Costa, C., Dwyer, L.M., Dutilleul, P., Stewart, D.W., Ma, B.L., Smith, D.L. 2001. Inter-relationships of applied nitrogen, spad, and yield of leafy and non-leafy maize genotypes. ***Journal of Plant Nutrition*** Volume 24, 2001 - Issue 8

Coombs, J., Hall, D.O. 1982. Techniques in bioproductivity & photosynthesis. ***Trends in Biochemical Sciences*** Volume 8, Issue 5, May 1983, Page 185

Chen, J.M., 1996. Evaluation of vegetation indices and a modified simple ratio for boreal applications. Can. ***J. Remote*** Sens. 22, 229–242.

Cabrera-Bosquet, L., Molero, G., Stellacci, A.M., Bort, J., Nogués, S. And Araus, J.L., 2011. NDVI as a potential tool for predicting biomass, plant nitrogen content and growth in wheat genotypes subjected to different water and nitrogen conditions. Cereal Research Communications · March 2011 DOI: 10.1556/CRC.39.2011.1.15

Cao, Q., Miao, Y., Wang, H., Huang, S., Cheng, S., Khosla, R., Jiang, R., 2013. Non-destructive estimation of rice plant nitrogen status with crop circle multispectral active canopy sensor. ***Field Crops Research*** 154 (2013) 133–144.

Chen P., Haboudane, D., Tremblay, N., Wang, J., Vigneault, P., Li, B. 2010. New spectral indicator assessing the efficiency of crop nitrogen treatment in corn and wheat. ***Remote Sensing of Environment*** 114 (2010) 1987–1997.

Chen, P., 2015. A comparison of two approaches for estimating the wheat nitrogen nutrition index using remote sensing. ***Remote Sens***. 2015, 7, 4527-4548; doi:10.3390/rs70404527.

Chen, P., Wang, J., Huang, W., Tremblay, N., Ou, Y. and Zhang, Q., 2013. Critical nitrogen curve and remote detection of nitrogen nutrition index for corn in the North Western Plain of Shandong Province, China. ***Ieee Journal of Selected Topics In Applied Earth Observatıons And Remote Sensing,*** Vol. 6, No. 2, Aprıl 2013.

Clevers, J. G. P.W., and Kooistra, L., 2012. Using hyperspectral remote sensing data for retrieving canopy chlorophyll and nitrogen content. ***Ieee Journal of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing,*** Vol. 5, No. 2, April 2012.

Çekiç, C., Savaşlı, E., Önder, O., Dayıoğlu, R., Gökmen, F., Dursun, N., Gezgin, S., Kalaycı, H.M., 2008. Bitkilerin azot kullanma etkinliğini artırmada mevsim içi azotlu gübre yönetiminin önemi, 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. Sayfa 83-91. 8-10 Ekim 2008 Konya.

Delloyea, C., Weissb, M., Defourny, P., 2018. Retrieval of the canopy chlorophyll content from Sentinel-2 spectral bands to estimate nitrogen uptake in intensive winter wheat cropping systems. ***Remote Sensing of Environment*** 216 (2018) 245–261 https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.06.037.

Datt, B., 1999. Visible/near infrared reflectance and chlorophyll content in Eucalyptus leaves. Int. J. ***Remote Sens***. 20, 2741–2759.

Daughtry, C., Walthall, C., Kim, M., De Colstoun, E.B., McMurtrey, J., 2000. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. ***Remote Sens.*** Environ. 74, 229–239.

Eitel, J., Long, D., Gessler, P., Smith, A., 2007. Using in–situ measurements to evaluate the new RapidEyeTM satellite series for prediction of wheat nitrogen status. Int. J. ***Remote Sens***. 28, 4183–4190.

Eitel, J.U.H., Magney, T.S., Vierling, L.A., Brown, T.T., Huggins, D.R., 2014. LiDAR based biomass and crop nitrogen estimates for rapid, non-destructive assessment of wheat nitrogen status. ***Field Crops Research*** Volume 159, 15 March 2014, Pages 21-32 https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.01.008.

Erdle ,K., Mistele, B., Schmidhalter, U., 2011. Comparison of active and passive spectral sensors in discriminating biomass parameters and nitrogen status in wheat cultivars. ***Field Crops Research*** Volume 124, Issue 1, 9 October 2011, Pages 74-84 https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.06.007.

Eroğlu, E., 2008. Bazı tarım ürünlerinin bitki besin element noksanlıkları ile elektromanyetik enerji yansıtma özellikleri arasındaki ilişkiler. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ABD., Yüksek Lisans Tezi Bornova/İzmir.

Fiez, T.E., Miller, B.C., Pan, W.L., 1994. Assessment of spatially variable nitrogen fertilizer management in winter wheat. J. Prod. ***Agric***., 7: 86-93.

Filella, I., Serrano, L., Serra, J. and Peñuelas, J., 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. ***Crop Science*** Vol. 35 No. 5, p. 1400-1405.

Fitzgerald, G., Rodriguez, D., O'Leary, G., 2010. Measuring and predicting canopy nitrogen nutrition in wheat using a spectral index—the canopy chlorophyll content index (CCCI). ***Field Crops Research*** 116 (2010) 318–324.

Freeman, K. W., Girma, K., Arnall, D. B., Mullen, R. W., Martin, K. L., Teal, R. K., and Raun, W. R., 2007. By-plant prediction of corn forage biomass and nitrogen uptake at various growth stages using remote sensing and plant height. ***Agronomy Journal***, Vol. 99, March–Aprıl 2007.

Fridgen, J.L., Varco, J.J. 2004. Dependency of cotton leaf nitrogen, chlorophyll, and reflectance on nitrogen and potassium availability. ***Agronomy Journal*** 96(1)

Frederick, J.R., Camberato, J.J. 1994. Leaf Net CO2-Exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. ***Crop Science*** Vol. 34 No. 2, p. 432-439

Gitelson, A.A., 2004. Wide dynamic range vegetation index for remote quantification of biophysical characteristics of vegetation. ***J. Plant*** Physiol. 161, 165–173.

Gitelson, A.A., Vina, ˜ A.s., Ciganda, V.n., Rundquist, D.C., 2005. Remote estimation of canopy chlorophyll content in crops. Geophys. Res. Lett. 32, L08403.

Gitelson, A.A., Merzlyak, M.N., Lichtenthaler, H.K. 1996. Detection of red edge position and chlorophyll content by reflectance measurements near 700 nm. ***Journal of Plant Physiology*** Volume 148, Issues 3–4, 1996, Pages 501-508.

Gitelson, A., Merzlyak, M.N. 1994. Quantitative estimation of chlorophyll-a using reflectance spectra: experiments with autumn chestnut and maple leaves. ***Journal of Photochemistry and Photobiology*** B: Biology Volume 22, Issue 3, March 1994, Pages 247-252

Gobron, N., Pinty, B., Verstraete, M. M., Widlowski, J. L. 2000. Advanced vegetation indices optimized for up-coming sensors: Design, performance, and applications. ***IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*** 38(6):2489 – 2505.

Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J., Dextraze, L., 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. ***Remote Sens***. Environ. 81, 416–426.

Haboudane, D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J., Strachan, I.B., 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture. ***Remote Sens.*** Environ. 90, 337–352.

Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., Ferreira, L. G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. ***Remote Sensing of Environment*** Volume 83, Issues 1–2, November 2002, Pages 195-213.

Huete, A.R., 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). ***Remote Sens***. Environ. 25, 295–309.

Huang, S., Miao, Y., Yuan, F., Gnyp, M. L., Yao, Y., Cao, Q., Wang, H., Lenz-Wiedemann, V. I. S. and Bareth, G., 2017. Potential of RapidEye and WorldView-2 satellite data for improving rice nitrogen status monitoring at different growth stages. ***Remote Sens***. 2017, 9, 227; doi:10.3390/rs9030227.

Huang, S., Miao, Y., Zhao, G., Yuan, F., Ma, X., Tan, C., Yu, W., Gnyp, M. L., Lenz-Wiedemann, V.I.S., Rascher, U. and Bareth, G., 2015. Satellite remote sensing-based in-season diagnosis of rice nitrogen status in Northeast China. ***Remote Sens***. 2015, 7, 10646-10667; doi:10.3390/rs70810646.

Hunt Jr., E. Raymond; Daughtry, C. S. T.; Eitel, Jan U. H.; Long, D. S. 2011. Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index. ***Agronomy journal*** 103(4):1090

Jiang, Z., Huete, A. R., Didan, K., Miura, T. 2008. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. ***Remote Sensing of Environment*** Volume 112, Issue 10, 15 October 2008, Pages 3833-3845.

Jasper, J., Reusch, S., Link, A., 2009. Active sensing of the N status of wheat using optimized wave-length combination: impact of seed rate, variety and growth stage. In: Henten, E.J.v., Goense, D., Lokhorst, C. (Eds.), Proc. 9th Eur. Conf. Precis. Agric. Wageningen. Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 23–30.

Justice, C.O., Vermote, E., Townshend, J.R.G., DeFries, R., Roy, D.P., Hall, D.K., Salomonson, V.V., Privette, J.L., Riggs, G., Strahler, A., Lucht, W., Myneni, R.B., Knyazikhin,Y., Running, S.W., Nemani, R.R., Zhengming, W., Huete, A.R., Van Leeuwen, W.,Wolfe, R.E., Giglio, L., Muller, J.P., Lewis, P., Barnsley, M.J., 1998. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for globalchange research. IEEE Trans. Geosci. ***Remote Sens***. 36, 1228–1249.

Júnior, M.C.D.S., Pinto, F.d.A.d.C., Queiroz, D.M.d., Alves, E.A., Gracia, L.M.N., Gil, J.G., 2006. Correlation between vegetation indices and nitrogen leaf content and dry matter production in (*Brachiaria decumbens)*. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 69ISSN 0947-7314 Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)

Klema, K., Záhorab, J., Zemeka, F., Trundaa, P., Tůmab, I., Novotnáa, K., Hodaňováa, P., Rapantováa, B., Hanuša, J., Vavříkováb, J., Holub, P., 2018. Interactive effects of water deficit and nitrogen nutrition on winter wheat. remote sensing methods for their detection Agricultural Water Management 210 (2018) 171–184 https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.004.

Koç, M., ve Barutçular, C., 2000. Buğdayda çiçeklenme dönemindeki yaprak alanı indeksi ile verim arasındaki ilişkinin çukurova koşullarındaki durumu, Turk ***J Agric***. For. 24 (2000) 585-593.

Kimball, B.A., Mauney, J.R., Nakayama, F.S., Idso, S.B. 1993. Effects of increasing atmospheric CO_2 on vegetation. ***CO2 and biosphere*** pp 65-76

Kacar, B. ve Katkat, A., 2011, Bitki Besleme, Nobel Akademik Yayincilik Eğitim Danişmanlik Tic. Ltd. Şti

Kacar, B., 2009, Toprak analizleri, Nobel Akademik Yayincilik Eğitim Danişmanlik Tic. Ltd. Şti,

Lee, K., Lee, B., 2013. Estimation of rice growth and nitrogen nutrition status using color digital camera image analysis. Europ. ***J. Agronomy*** 48 (2013) 57–65.

Le Maire, G., François, C., Dufrêne, E. 2004. Towards universal broad leaf chlorophyll indices using PROSPECT simulated database and hyperspectral reflectance measurements. ***Remote Sensing of Environment*** Volume 89, Issue 1, 15 January 2004, Pages 1-28

Li, F., Mistele, B., Hu, Y., Chen, X., Schmidhalter, U., 2013 Reflectance estimation of canopy nitrogen content in winter wheat using optimised hyperspectral spectral indices and partial least squares regression. Europ. ***J. Agronomy*** 52 (2014) 198–209.

Li, F., Miao, Y., Hennig, S.D., Gnyp, M.L., Chen, X., Jia, L., Bareth, G., 2010. Evaluating hyperspectral vegetation indices for estimating nitrogen concentration of winter wheat at different growth stages. ***Precision Agriculture*** August 2010, Volume 11, Issue 4, pp 335–357.

Magney, T.S., Eitel, J.U.H., Vierling, L.A., 2016. Mapping wheat nitrogen uptake from RapidEye vegetation indices. ***Precision Agric*** (2017) 18:429–451 DOI 10.1007/s11119-016-9463-8.

Muñoz-Huerta, R.F., Guevara-Gonzalez, R.G., Contreras-Medina, L.M., Torres-Pacheco, I., Prado-Olivarez, J., and Ocampo-Velazquez, R.V., 2013. A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent advances. Sensors 2013, 13, 10823-10843; doi:10.3390/s130810823.

Mullen, R. W., Freeman, K. W., Raun, W. R., Johnson, G.V., Stone, M. L. and Solie, J. B. 2003. Identifying an in-season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen. ***Agronomy Journal*** 95, 347-351

Mutanga, O., Skidmore, A.K., Prins, H.H.T. 2004. Predicting in situ pasture quality in the Kruger National Park, South Africa, using continuum-removed absorption features. ***Remote Sensing of Environment*** 89(3):393-408

Özbek, F.Ş., Leip, A., 2015. Estimating the gross nitrogen budget under soil nitrogen stock changes: a case study for Turkey. ***Agriculture, Ecosystems & Environment*** 2(1): 109.

Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A., Kerr, Y., Sorooshian, S., 1994. A modified soil adjusted vegetation index. ***Remote Sens***. Environ. 48, 119–126.

Patane, P., Vibhute, A., 2014. Chlorophyll and nitrogen estimation techniques: A Review. ***International Journal of Engineering Research and Reviews*** Vol. 2, Issue 4, pp: (33-41), Month: October - December 2014.

Pinty, B.; Verstraete, M. M. 1992. GEMI: a non-linear index to monitor global vegetation from satellites. ***Plant Ecology*** July 1992, Volume 101, Issue 1, pp 15–20.

Porro, D., Bertamini, M., Dorigatti, C., Stefanını, M., Ceschını, A., 2002. SPAD for the Diagnosis of the Nutritional Status of Vine. Hort. Abst., 72(4):3253

Prasad, G., Siddique, N.H., Warne, K., Maguire, L.P. 2004. Development of a hybrid PCA-ANFIS measurement system for monitoring product quality in the coating industry 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No.04CH37583)

Penuelas J., Baret F., Filella, I. 1995. Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. ***Photosynthetica*** 31(2):221-230

Raun, W.R., Solie, J.B., Johnson, G.V., Stone, M.L., Mullen, R.W., Freeman, K.W., Thomason, W.E., Lukina, E.V., 2002. Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. ***Agron***. J. 94, 815–820.

Ramoelo, A., Skidmore, A.K., Cho, M.A., Schlerf, M., Mathieu, R., Heitkönig, I.M.A., 2012. Regional estimation of savanna grass nitrogen using the red-edge band of the spaceborne RapidEye sensor. ***International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*** 19 (2012) 151–162.

Read, J.J., Tarpleyb, L., McKiniona, J.M. and Reddy, K.R., 2002. Narrow-Waveband reflectance ratios for remote estimation of nitrogen status in cotton. ***Journal of Environmental Quality*** Vol.31 No. 5, p. 1442-1452 doi:10.2134/jeq2002.1442.

Rosolem, C. A., Mellis, V. 2010. Monitoring nitrogen nutrition in cotton. R. Bras. Ci. Solo, 34:1601-1607, 2010

Rondeaux, G., Steven, M., Baret, F., 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices. ***Remote Sens***. Environ. 55, 95–107.

Roujean, J.-L., Breon, F.-M., 1995. Estimating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurements. ***Remote Sens***. Environ. 51, 375–384.

Rouse, J.W., Haas,R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. 1974. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. NASA, Proceedings of Thid Earth 21 Resources Technology Satellite-1 Symposium, NASA special publication 22 309–317

Sripada, R.P., Heiniger, R.W., White, J.G., Meijer, A.D., 2006. Aerial color infrared photography for determining early in-season nitrogen requirements in corn. ***Agron***. J. 98, 968–977.

Schönert, M., Zillmann, E., Weichelt, H., Eitel, J.U.H., Magney, T.S., Lilienthalc, H., Siegmannd, B., Jarmer, T., 2015. The tasselled cap transformation for RapidEye data and the estimation of vital and senescent crop parameters. The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 2015 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11–15 May 2015, Berlin, Germany.

Serrano, L., Filella, I., and Peñuelas, J., 2000. Remote Sensing of Biomass and Yield of Winter Wheat under Different Nitrogen Supplies. ***Crop Science*** Vol. 40 No. 3, p. 723-731.

Spitkó, T., Nagy, Z., Zsubori, Z.T., Szőke, C., Berzy, T., Pintér, J., Marton, C.L., 2016. Connection between normalized difference vegetation index and yield in maize. ***Plant Soil*** Environ. Vol. 62, 2016, No. 7: 293–298 doi: 10.17221/676/2015-PSE

Sutton, M.A., C.M. Howard, J.W. Erisman, G. Billen, A. Bleeker, P. Grennfelt, H. van Grinsven, B. Grizzetti., 2011a. The European Nitrogen Assessment: Sources, effects and policy perspectives. Cambridge, Cambridge University Press. ISBN: 978110700612.

Seilsepour, M., Rashidi, M. 2011. Effect of different application rates of nitrogen on yield and quality of cotton *(Gossypium hirsutum).* ***American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.,*** 10 (3): 366-370, 2011

Saleem, M. F., Bilal, M. F., Awais, M., Shahid, M. Q., Anjum, S. A. 2010. Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton *(Gossypium Hirsutum* L.) Cultivars. ***The Journal of Animal & Plant Sciences*** 20(1): 2010, Pages: 23-27

TÜİK., 2016. Bitkisel üretim istatistikleri Erişim: .http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id =1001. ErişimTarihi:25.12.2018

Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. ***Remote Sens***. Environ. 8, 127–150.

Vincini M., Frazzi, E. and D' Alessio, P. 2008. A broad-band leaf chlorophyll vegetation index at the canopy scale. ***Precision Agriculture*** Volume 9, Issue 5, pp 303–319.

Vigneau, N., Ecarnot, M., Rabatel, G., Roumet, P., 2011. Potential of field hyperspectral imaging as a non-destructive method to assess leaf nitrogen content in Wheat. ***Field Crops Research*** 122 (2011) 25–31.

Wang, W., Yao, X., Yao, X., Tian, Y., Liu, X., Ni, J., Cao, W., Zhu, Y., 2012. Estimating leaf nitrogen concentration with three-band vegetation indices in rice and wheat. ***Field Crops*** Res. 129, 90–98.

Wang, F., Wang, K., Li, S., Gao, S., Xiao, C., Chen, B., Chen, J., Lü Y. And Diao, W., 2011. Estimation of canopy leaf nitrogen status using imaging spectrometer and digital camera in cotton. ***Acta Agronomica Sinica*** 2011, 37(6): 1039-1048 Issn 0496-3490; Coden Tshpa9 Doi: 10.3724/Sp.J.1006.2011.01039

Wang, H., Mortensen, A. K., Mao, P., Boelt, B., Gislum, R., 2018. Estimating the nitrogen nutrition index in grass seed crops using a UAV-mounted multispectral camera. International Journal of Remote Sensing ISSN: 0143-1161 (Print) 1366-5901 https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1569783.

Wright, D.L., Rasmussen, V.P., Ramsey, R.D. 2005. Comparing the use of remote sensing with traditional techniques to detect nitrogen stress in wheat. ***Geocarto International*** Volume 20, 2005 - Issue 1

Xia, T., Miao, Y., Wu, D., Shao, H., Khosla, R., and Mi., G., 2016. active optical sensing of spring maize for in-season diagnosis of nitrogen status based on nitrogen nutrition index. ***Remote Sens***. 2016, 8, 605; doi:10.3390/rs8070605.

Xiong, D., Chen, J., Yu1, T., Gao, W., Ling, X., Li, Y., Peng, S., Huang, J., 2015. SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics. Scientific RepoRts | 5:13389 | DOi: 10.1038/srep13389

Yang, C., Everitt, J.H., Bradford, J.M. 2004. Airborne hyperspectral imagery and yield monitor data for mapping cotton yield variability. ***Precision Agriculture*** Volume 5, Issue 5, pp 445–461.

Yegül, U., Talebpour, B., Çolak, A., Türker, U., 2015. Kışlık buğdayda değişken oranlı makinalı azot uygulamaları için mevsim içi azot durumuna dayalı verim ve protein tahminine yönelik sensör yansıma indekslerinin geliştirilmesi. ***Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science),*** 2015, 11 (3), 239-246

Zhao, D., Reddy, K. R., Kakani, V. G., Read, J. J. and Koti, S., 2005. Selection of optimum reflectance ratios for estimating leaf nitrogen and chlorophyll concentrations of field-grown cotton. ***Agronomy Journal*** January 2005 DOI: 10.2134/agronj2005.0089 · Source: OAI.

Ziadi, N., Brassard, M., Bélanger, G., Cambouris, A. N., Tremblay, N., Nolin, M. C., Claessens, A., and Parent, L., 2008. Critical nitrogen curve and nitrogen nutrition index for corn in Eastern Canada. ***Agronomy Journal*** September 2008 DOI: 10.2134/agronj 2008.0016.

Zillmann, E., Schönert, M., Lilienthal, H., Siegmann, B., Jarmer, T., Rosso, P., Weichelt, H., 2015. Crop ground cover fractıon and canopy chlorophyll content mappıng usıng Rapıdeye imagery. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 2015 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11–15 May 2015, Berlin, Germany.

Zarco-Tejada, P.J., Miller, J., Morales, A., Berjón, A., Agüera, J., 2004. Hyperspectral indices and model simulation for chlorophyll estimation in open-canopy tree crops. ***Remote Sens. Environ***. 90, 463–476.

Zarco-Tejada, P. J., Miller, J. R., Noland, T. L., Mohammed, G. H., Sampson, P. H. 2001. Scaling-up and model inversion methods with narrow-band optical indices for chlorophyll content estimation in closed forest canopies with hyperspectral data. ***IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*** (Volume: 39 , Issue: 7 , Jul 2001) Pages 1491 – 1507.

Anonim, 1990. Approved methods of the american association of cereal chemists. 8th ed. St. Paul : AACC.

Anonim, 2018. [https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mardin/tanr%C4%B1verdi-751768/] [https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mardin/kuecuekkoey-640671/] Erişim Tarihi: 15.03.2019

Anonim, 2018. 2017 Yılı pamuk Raporu, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara

Anonim. 2019a. [http://cografyaharita.com/turkiye-dilsiz-haritalari.html] Erişim Tarihi: 01.05.2019

Anonim. 2019b. Google Earth Erişim Tarihi: 11.01.2019

Anonim 2019c.[http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=24] Erişim Tarihi: 20.01.2019

ÖZ GEÇMİŞ

15.05.1978 tarihinde Havsa/Edirne'de doğdum. İlk ve ortaokulu Havsa'da tamamladım. Liseyi İstanbul Halkalı Ziraat Meslek Lisesinde okudum. 1995 yılında mezun oldum. 1996 yılında Mardin Tarım İl Müdürlüğü kadrosuna atandım. 2017 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden, Fakülte ve Bölüm birincisi olarak mezun oldum. Halen Tarım ve Orman Bakanlığı Mardin İl Müdürlüğü Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şubesi ÇKS/CBS İl Sistem Sorumlusu olarak görev yapmaktayım. Evli ve iki çocuk babasıyım.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Serkan KILIÇASLAN
ÖĞRENCİ NO	17811001
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	Tarla Bitkileri
PROGRAM	Yüksek Lisans / Doktora
TEZ KONUSU	Pamuk Yetiştiriciliğinde Azot Yönetim Sistemi İçin Bazı Spektral Ve Fizyomorfolojik İndislerden Faydalanma Olanaklarının Araştırılması
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	83
BENZERLİK ORANI	% 20
RAPORLAMA TARİHİ	10/06/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 83 sayfalık kısmına ilişkin, 10/06/2019.. tarihinde tez danışmanım tarafından *turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 20'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐ Kaynakça hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Serkan KILIÇASLAN
(İMZA/TARİH)

.....Doç. Dr. Remzi EKİNCİ.....	.....Prof. Dr. Davut KARAASLAN....
Tez Danışmanı	**Anabilim Dalı Başkanı**
(İMZA/TARİH)	(İMZA/TARİH)
	13.06.2019

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.