



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**İNSANSIZ HAVA ARAÇLARINDAN ELDE
EDİLEN ÇOK BANTLI GÖRÜNTÜLER
YARDIMI İLE AYÇİÇEĞİ BİTKİLERİNDE
ÜRÜN REKOLTE TAHMİNİ**

Alperen ERDOĞAN

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-Konya
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Alperen ERDOĞAN tarafından hazırlanan “İnsansız Hava Araçlarından Elde Edilen Çok Bantlı Görüntüler Yardımı ile Ayçiçeği Bitkilerinde Ürün Rekolte Tahmini” adlı tez çalışması 06/12/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Danışman

Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Üye

Prof. Dr. Zeki BAYRAMOĞLU
(Selçuk Üniversitesi)

.....

Üye

Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ
(Aksaray Üniversitesi)

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Bilgehan MAKİNECİ
(Konya Teknik Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Alperen ERDOĞAN

Tarih: 06/12/2024

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARINDAN ELDE EDİLEN ÇOK BANTLI GÖRÜNTÜLER YARDIMI İLE AYÇİÇEĞİ BİTKİLERİNDE ÜRÜN REKOLTE TAHMİNİ

Alperen ERDOĞAN

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
II. Danışman: Doç. Dr. Önder GÜRSOY

2024, 64 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Prof. Dr. Zeki BAYRAMOĞLU
Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Bilgehan MAKİNECİ

Ayçiçeği verimi, hava, yükseklik, tohum çeşidi, bitki yoğunluğu, mevcut su, besin maddeleri ve ekim tarihine bağlı olarak mekânsal ve zamansal olarak değişir. Bunlar ürün verimini etkileyen ana faktörlerdir. İnsansız hava araçları (İHA) sayesinde zamansal çözünürlük kullanıcının isteğine, mekânsal çözünürlük ise kullanılan algılayıcının yeteneğine ve uçuş yüksekliğine göre ayarlanabilmektedir. Bu çalışmada, lineer regresyon modeli kullanılarak verim tahmini yapabilmek için çok bantlı kamera görüntüleri kullanılarak üretilen vejetasyon indeksleri kullanılmıştır. Yeşil, kırmızı, kırmızı kenar, yakın kızılötesi bantlar kullanılarak NDVI (Normalize edilmiş fark vejetasyon indeksi), MCARI (Ayarlanmış Klorofil Absorpsiyon Yansıma İndeksi), SAVI (Toprak Uyarlanmış Bitki Örtüsü İndeksi), CIRE (Klorofil İndeks Kırmızı Kenar), LCI (Yaprak Klorofil İndeksi) ve GNDVI (Yeşil Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) indeksleri oluşturulmuştur ve indekslerden elde edilen değerler çalışma sahasında yapılan beş farklı tarihli İHA uçuşu ile elde edilmiştir. Bant değerleri doğruluğu spektoradyometre ile yapılan yer ölçümleri ile kıyaslanarak korelasyon analizi yapılmıştır. İHA ve Spektoradyometre bant değerleri arasında yüksek ve orta pozitif yönlü ilişki görülmektedir. Bitki indekslerinden NDVI'ya ait olan R-5 evresi NDVI4 indeks değeri kullanılarak oluşturulan regresyon modelinde, 1. test alanında 336.72 kg, 2. test alanında 381.77 kg ve 3. test alanında 400.62 kg verim değerli elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İHA, Çok Bantlı Görüntü, Verim Tahmini, Vejetasyon İndeks, Regresyon, Korelasyon, Bitki Sayımı

ABSTRACT

PhD THESIS

CROP PREDICTION IN SUNFLOWER CROPS WITH THE HELP OF MULTIBAND IMAGES OBTAINED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES

Öğrencinin Adı SOYADI

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatics Engineering**

**Advisor: Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Önder GÜRSOY**

Year, 64 Pages

Jury

**Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU
Prof. Dr. Ferruh YILDIZ
Prof. Dr. Zeki BAYRAMOĞLU
Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ
Assoc. Prof. Dr. Hasan Bilgehan MAKİNECİ**

Sunflower yield varies spatially and temporally depending on factors such as weather, altitude, seed variety, plant density, available water, nutrients, and sowing date. These are the primary factors influencing crop yield. With the use of unmanned aerial vehicles (UAVs), temporal resolution can be adjusted according to the user's needs, while spatial resolution depends on the capabilities of the sensor and flight altitude. In this study, vegetation indices derived from multispectral camera imagery were used for yield estimation through a linear regression model. Vegetation indices such as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), MCARI (Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index), SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index), CIRE (Chlorophyll Index Red Edge), LCI (Leaf Chlorophyll Index), and GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index) were calculated using green, red, red-edge, and near-infrared (NIR) bands. The values of these indices were obtained from UAV flights conducted on five different dates in the study area. The accuracy of the band values was validated through ground measurements using a spectroradiometer, and a correlation analysis was performed. A high to moderate positive correlation was observed between the UAV and spectroradiometer band values. In the regression model developed using the NDVI4 index value for the R-5 growth stage of the plant, yield estimates were obtained as 336.72 kg for Test Area 1, 381.77 kg for Test Area 2, and 400.62 kg for Test Area 3.

Keywords: UAV, Multispectral Image, Yield Predict, Vegetation index, İHA, Çok Bantlı Görüntü, Verim Tahmini, Vejetasyon İndeks, Regression, Correlation, Plant Count

ÖNSÖZ

Akademik kariyerime başladığım ilk günden itibaren danışmanlığımı yaparak desteklerini eksik etmeyen danışmanım Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU'na, arazi çalışmasında ekimden ürün kaldırmaya kadar tüm arazi işlerinde yardımcı olan Suphi BAYINDIR ve oğlu Çağlar BAYINDIR'a, çalışmada kullandığım insansız hava aracını tedarik eden Mehmet Tahir Turan kardeşime, Spektroradyometre temininde ve kullanmada yardımcı olan 2. Danışmanım Doç. Dr. Önder GÜRSOY ve Arş. Gör. Dr. Rutkay ATUN'a, çalışmama fikirleri ile yön veren Prof. Dr. Zeki BAYRAMOĞLU, Prof. Dr. Ferruh YILDIZ ve Prof. Dr. Semih EKERCİN'e, katkı sağlayan tüm kıymetli dostlarıma minnettarlığımı sunarım.

Doktora süreci uzun ve emek isteyen bir süreç, bu süreçte desteklerini esirgemeyen aileme ve eşime teşekkür ederim.

Oğlum İlteriş Bilge'ye...

Alperen ERDOĞAN
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Bitki İndeksleri	11
3.2. Ayçiçeği Gelişim Evreleri	12
3.3. Çalışma Alanı	13
3.4. Kullanılan Alet ve Teçhizat	15
3.4.1. GNSS Alıcısı ve YKN	15
3.4.2. Spektrometre	16
3.4.3. İnsansız Hava Aracı ve Kamera.....	17
3.5. Yazılımlar	18
3.5.1. Pix4D Mapper ve Pix4D Field.....	18
3.5.2. Envi.....	18
3.5.3. Arcgis Pro	19
3.5.4. QGIS (Orfeo Toolbox).....	19
3.5.5. SPSS.....	20
3.5.6. ViewSpecPro	20
3.6. Çalışmalar	20
3.6.1. 1. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (Ekim Öncesi)	21
3.6.2. 2. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (Vejetatif Evre)	24
3.6.3. 3. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (R-3).....	27
3.6.4. 4. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (R-5).....	31
3.6.5. 5. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (R-9).....	35
3.6.6. Bitki Sayımı	37
3.6.7. Verim Tahmini.....	39
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	40
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	48
5.1 Sonuçlar	48
5.2 Öneriler	49
KAYNAKLAR	51
EKLER	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

Bİ	: Bitki İndeksi
CI-RE	: Klorofil İndeks Kırmızı Kenar
DAA	: Dekar
GNDVI	: Yeşil Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi
GNSS	: Küresel Navigasyon Uydular Sistemi
GPS	: Küresel Konum Belirleme Sistemi
LAI	: Yaprak Alan İndeksi
LCI	: Yaprak Klorofil İndeksi
MCARI	: Ayarlanmış Klorofil Absorpsiyon Yansıma İndeksi
NIR	: Yakın Kızıl Ötesi
NDVI	: Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi
SAVI	: Toprak Uyarlanmış Bitki Örtüsü İndeksi
USDA	: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
YKN	: Yer Kontrol Noktası
YÖA	: Yer Örneklem Aralığı
WV-2	: World View -2

1. GİRİŞ

Tarım doğaya bağlı olarak sürdürülebilir ekonomik bir faaliyettir. Tarımsal üretimde herhangi bir stres faktöründen dolayı önemli verim kalite kayıpları meydana gelebilmekte, hatta üretim sekteye uğrayabilmektedir. Küresel iklim değişikliği ile mücadele ve tarımsal üretim arzının sürdürülebilir şekilde arttırılabilmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Uzaktan algılama tekniği tarımda çok çeşitli alanlarda kullanılmakta, yapılan yeni araştırmalar ile kullanım alanı daha da artmaktadır. Tarım alanlarındaki bitki örtüsünün haritalanması, hassas tarım için uzaktan algılama uygulamalarında önemli bir bölümdür (Geipel ve diğ., 2014). Uçaklar, uydular ve insansız hava araçları (İHA) gibi platformlar yardımı ile elde edilen görüntüler bitki örtüsü ve bitki sağlığı hakkında bilgi üretmemizi ve çözüm önerileri sunmamızı sağlamaktadır (Adeleke ve Babalola, 2020).

Uzaktan algılama teknolojilerinin etkin olarak kullanıldığı çalışma alanlarından birisi de yeryüzündeki doğal nesnelerin izlenmesi, tespiti, ayırt edilmesi ve zaman içinde meydana gelen değişimlerin incelenmesini de içerisine alan uygulamalardır. Bu uygulamalar içerisinde sürdürülebilir çevre ve ekolojik denge açısından büyük önem arz eden bitki tiplerinin tespiti, bitki türlerine ilişkin çeşitliliğinin ve konumsal dağılımlarının belirlenmesi, bitki gelişiminin izlenmesi, bitki sağlığı ve hastalıklarının takibi ve bitki türlerine ait yapısal parametrelerin tespiti üzerine gerçekleştirilen çalışmalar öne çıkmaktadır (Kavzoğlu ve diğ., 2021). Söz konusu çalışmaların uzaktan algılanmış görüntüler yardımıyla gerçekleştirilmesinde doğal nesnelere ait spektral özelliklerin belirlenmesi ve analizi önemli bir ihtiyaçtır. Bu nedenle spektrometre ölçümleri ile belirlenen spektral özelliklerin de değerlendirmeye alındığı görülmektedir (Çölkesen ve Yomralıoğlu, 2014).

Uzaktan algılama yöntemleri ile bitkilerin kanopi yapıları en önemli bilgi kaynağıdır. Kanopi biyofiziksel değişkenlerinin nicel tahmini, meteoroloji, tarım ve ekoloji gibi farklı çalışmalarda çok önemlidir. Spektral indeksler, bitki özelliklerinin uzaktan algılanmasında çok popüler olmuştur. Ancak genellikle toprak ve kayaların yansımaları, bu alanlardaki seyrek bitki örtüsünün yansımalarından çok daha fazladır ve bu da bitki sinyallerinin ayrılmasını zorlaştırır. Multispektral kameralar ve hiperspektral kameralarının gelişmesi ile bant sayıları artmış, üretilebilecek bilgilere ulaşım kolaylaşmıştır (Orhan,2014)

İnsansız Hava Araçları (İHA) tabanlı uzaktan algılama, hassas tarım uygulamaları için saha verilerini hızlı ve kolay bir şekilde elde etmek için büyük olanaklar sunmaktadır.

Özellikle ürün sağlığını incelemek, çiftçi kaynakları yönetiminin yararları ve avantajları nedeniyle kullanımı hızla artmaktadır (Böhler ve diğ., 2019). Multispektral görüntüleri toplamak ve farklı bitki indeksini değerlendirmek için tarım çerçevesinde uygulanan yüksek çözünürlüklü İHA verilerinin ve uzaktan algılama tekniklerinin büyük potansiyelini göstermekte ve bu araçların hassas tarım için ürün değerlendirmesinde hızlı, güvenilir ve uygun maliyetli bir kaynak olduğunu öne sürmektedir (Demir, 2022).

Hassas tarım, tarladaki ürünlerin gözlemlenmesi, ölçülmesi ve değişkenliğine yanıt verilmesine dayalı bir yönetim konseptidir (Lindblom ve diğ., 2017). Hassas tarım teknolojisi, çiftçilerin tarlalardaki değişiklikleri tanımlarına ve değişken oranlı uygulamaları eskisinden çok daha hassas bir şekilde uygulamalarına olanak tanır. Tarladaki mekânsal ve zamansal değişkenliği belirlemek, tarım üzerindeki artan çevresel, ekonomik, pazar ve kamu baskılarının çoğunu karşılamak için mahsul yönetimi konseptlerini destekleme potansiyelini göstermektedir (Geipel ve diğ., 2014).

Uzaktan algılama, genellikle hassas tarım ve akıllı tarım için en önemli teknolojilerden biri olarak kabul edilir; çeşitli dalga boylarındaki görüntüler aracılığıyla birçok ürün ve bitki örtüsü parametresini izleyebilmektedir. (Tsouros ve diğ., 2019). İHA'ların geliştirilmesiyle, uzaktan algılama ve hassas tarımda kullanımları, tarla verilerinin kolay, hızlı ve kârlı bir şekilde elde edilmesi olasılığını sunarak yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilmesini sağlar. İHA dayalı uzaktan algılamanın başarılı bir şekilde benimsenmesi, bitki örtüsü indeksleri ve büyüme aşamalarındaki hassasiyetteki değişikliklere bağlıdır (Olson ve diğ., 2019). Farklı bitki örtüsü indekslerinin işlenmesi, bitki klorofil yapısı, canlılık, hava kütlesi, verim tahmini, bitki fizyolojisi ve stres gibi bitkinin fizyolojik parametreleri ile ilişkilendirilmiştir.

Uzaktan Algılama teknikleri; fiziki coğrafyanın hâlihazır durumun belirlenmesinde, haritalandırılmasında, planlanmasında, belirli periyotlarla takip edilmesinde, ortaya çıkan tahriplerin saptanmasında ve doğal ortamı oluşturan kaynakların yönetiminde en başarılı yöntem olarak kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerin sağlık ve stres durumunun izlenmesini, zararlı hastalık ve otların kontrolünü, bitkilerin su, sıvı azot-gübre ve ilaçlanma ihtiyaçlarının hassas ve bölgesel olarak belirlenmesinin sağlanması, rekolte tahminlerinin yapılması, yüksek verimlilikteki tarım arazisi yönetim planlarının oluşturulması uzaktan algılamanın önemli bir konusudur. Hasattan önce olası kayıpları önlemek için ürün gelişimi ve ürün verimi hakkında zamanında ve düzenli bilgi gereklidir (Szabo vd., 2019).

Ayçiçeği, besin ve tıbbi değeri nedeniyle şu anda dünyanın birçok ülkesinde yetiştirilen, Güney Amerika'ya özgü önemli bir yağ tohumu ürünüdür (Adeleke ve Babalola, 2020). Dünya genelinde önemli yağ bitkilerinden biri olan ayçiçeği Türkiye’de de en fazla ekim alanına ve üretim miktarına sahip yağlı tohum bitkisi olup, ülke bitkisel yağ ihtiyacının yaklaşık %50’sini ayçiçeğinden elde etmektedir (Semerci, 2019). Ayçiçeği, tohum içeriğindeki yüksek yağ miktarı (%22-50) nedeniyle bitkisel ham yağ üretimi bakımından önemli bir yağ bitkisidir. Türkiye’de bitkisel ham yağ üretiminin %46,00’ı ayçiçeğinden karşılanmaktadır (USDA, 2020). 2023 sezonu Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ayçiçeği ekili alanların toplamı 728 bin hektardır. Ayçiçeği ekili alanın %89.3’ü (650 bin ha) yağlık ayçiçeğidir. Tekirdağ (142 bin ha) ve Edirne (90 bin ha) ayçiçeği ekilen illere öncülük etmektedir. Tokat %2.5’lik (16.25 bin hektar) bir paya sahiptir.

Tez çalışmasında Tokat-Kazova bölgesinde ayçiçeği ekim alanı belirlenmiştir. Bu alan da belirli periyotlar da İHA platformunda bulunan çok bantlı kamera ile görüntüler alınarak ayçiçeği gelişim evreleri takip edilecektir. İHA görüntülerine ek olarak araziden spektrometre ile yer ölçümleri alınarak ayçiçeğine ait spektral kütüphane oluşturulacaktır. Çok bantlı görüntüler kullanılarak bitki indeksleri üretilerek ve verim tahmin modeli oluşturulması amaçlanmıştır.

Tez çalışması 7 bölümden oluşmaktadır, bunlar ilk olarak çalışma alanı belirlenmesi ve ekimin yapılması, İHA ile görüntü alma, spektrometre ile ölçümlerin yapılması, görüntülerin ve spektrometre ölçümlerinin değerlendirilmesi, vejetasyon indeks haritaların oluşturulması, bitki sayımı son olarak da verim tahmini yapılmasıdır. 22 Mayıs 2023’te başlayan ölçümler 21 Eylül 2023’te son bulmuştur. Bu tarihten sonraki süreç ofis çalışmaları ile tamamlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Uzaktan algılama teknolojileri sahip olduğu önemli avantajlarla yeryüzünün görüntülenmesi ve yeryüzüne ait önemli bilgilerin elde edilmesi noktasında önemli bir kaynak durumundadır. Yüksek mekânsal çözünürlüklü yer gözlem uydu sistemlerinin (Worldview, AVIRIS, IKONOS, QuickBird vb.) hızlı gelişimi sayesinde, mekânsal verileri daha etkin bir biçimde elde edilmeye başlanmış ve uzaktan algılama uygulamaları daha popüler bir hale gelerek yeni alanlara yayılmaya başlamıştır. Sensör tasarımıındaki son teknolojik gelişmeler, arazi örtüsü/kullanımı sınıflarında en karmaşık yeryüzü nesnelerinin bile tematik bilgi çıkarımının en üst seviyede incelenmesine olanak tanımakta ve neredeyse hava fotoğrafı hassasiyetinde veri kalitesi sağlamaktadırlar. Yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntülerde, arazi örtüsünün şekil, yapı, doku vb. özellikleri oldukça belirleyicidir ve bu nedenle tek bir pikselde farklı arazi örtülerinin karışımı azalmaktadır (Köhl ve diğ., 2006).

Jafari ve Lewis (2012), Güney Avustralya'daki kurak arazi bileşenlerinin Earth Observing 1 (EO-1) Hyperion hiperspektral görüntüler yardımıyla ayırt edilmesi üzerine bir çalışma yapmış ve kurak arazi bileşenlerinin spektral özelliklerinin belirlenerek gruplandırmasında ASD FielSpec spektrometre cihazından faydalanmıştır.

Gao ve diğ. (2012), büyüme evresindeki mera/otlak alanlarının biyokütlesinin tespit edilmesinde ASD FieldSpec spektrometre cihazı ve MODIS-NDVI görüntüleri kullanmıştır. Mukherjee ve diğ. (2010) Hindistan'da yürütülen bir çalışmada ürün çeşitliliğinin belirlenmesi ve tematik harita üretiminde 2006 yılının Şubat ve Mart aylarında görüntülenen IRS LISS-III ve AWiFS verileri ile birlikte ürünlere ait spektral özellikleri bir arada kullanmıştır. Xu ve diğ. (2011) MODIS uydusundan elde edilen NDVI (normalleştirilmiş bitki fark indeksi) kullanarak Pekin bölgesindeki geniş yapraklı orman alanlarının büyüme mevsiminin yılın hangi zaman aralıklarında olduğunu incelemişlerdir. Li ve diğ. (2005) hiperspektral yansıma ile salatalık bitkisinin gelişim durumunun incelenmesi amacıyla ASD FieldSpec cihazı ile elde edilen spektrometre ölçülerinden faydalanmışlardır. Ren ve diğ. (2008) hiperspektral uydu görüntüsü ve ASD spektrometre kullanarak pirinç ekili alanlarda su stresi değişimini incelemişlerdir.

Demir (2022), doktora tezinde deneme ve test alanı içerisindeki Isparta gülünün fenolojik, morfolojik ve biyokimyasal değişimleri dönemsel olarak incelemiş, vejetasyon süreci boyunca biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkileri belirlemiştir. Hiperspektral

veriler kullanılarak organik ve konvansiyonel tarım yapılan Isparta gülünün spektral imzaları oluşturulmuştur. Organik ve konvansiyonel tarım yapılan Isparta gülünün erken dönem verim değerlendirmesi için İnsansız Hava Araçları (İHA) kullanılarak multispektral görüntülerden NDVI, NDRE, MCARI, TGI, VARI, GNDVI, GRVI, SAVI, LCI, bitki vejetasyon indisleri türetmiş ve verim üzerine etkili toprak nemi, pH, ve toprak sıcaklığı özellikleri çoklu doğrusal regresyon (MLR), çok değişkenli uyarlanabilir regresyon eğrileri (MARS), karar ağaçları (CHAID, ExCHAID, CART, Random Forest) ve yapay sinir ağları (YSA) algoritmalarına fonksiyonlanarak tahmin modelleri geliştirmiştir.

Qiao ve diğ. (2020), mısır kanopisi klorofil içeriğinin teşhis doğruluğunu iyileştirmek için, spektral kamera ile donatılmış İHA kullanılarak çoklu büyüme aşamalarına sahip mısır gölgeliklerinin uzaktan algılama görüntüsünü elde etmiştir. Farklı segmentasyon yöntemlerine dayalı olarak, mahsul kanopisi spektral yansıması, kapsama alanı ve doku bilgisi, kanopi klorofil içeriği teşhis modeli oluşturmuşlardır. Tam büyümüş kanopi klorofil içeriği teşhis modeli oluşturmak için, kısmi en küçük kare regresyon algoritması kullanmıştır. Sonuç, görüntü arka planı kaldırılmadığında model doğruluğunun düşük olduğunu göstermiştir.

Günel ve diğ. (2021), İHA'lara monte edilen multispektral kameralar ile elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntülerin tarımsal izleme faaliyetleri için önemini ve klorofil içeriği ayçiçeği bitkisinin büyüme durumunun takip edilmesinde önemli parametrelerden bir tanesi olduğunu vurgulamıştır. Çalışmalarında, ayçiçek (*Helianthus annuus*) bitkisinin klorofil içeriklerinin uzaysal ve zamansal olarak izlenebilmesi için İHA'ların potansiyelinin test edilmesini amaçlamıştır. Bu amaçla İHA'dan alınan multispektral görüntülerden elde ettikleri klorofil ve vejetasyon indeksleri SPAD metre ile belirlenen klorofil ölçüm noktaları ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda hesaplanan indeksler ile klorofil değerleri arasında %99 önem seviyesinde korelasyonlar tespit edilmiştir. Büyük tarım alanlarında bitki türleri uydu görüntülerinden yararlanılarak sınıflandırma teknikleri ile ayırt edilebilmektedir. Fakat küçük tarım alanlarında mevcut uydu görüntülerinin çözünürlükleri yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle Böhler vd. (2019) yaptıkları araştırmada, İHA üzerine monte edilen multi-spektral kameradan elde edilen veriler yardımıyla İsviçre'de oldukça parçalı ve küçük tarım alanlarında yetiştirilen bitkilerin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda bitkilerin sınıflandırılmasında orta dönemde alınan İHA verileri ile en yüksek doğruluğun elde edilebileceği ve NIR bandının doğruluğu önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir.

Torres-Sanchez J. ve diğ. (2014), çalışmalarında bir buğday tarlası üzerinde ultra (Olympus PEN E-PM1) yüksek çözünürlüklü görüntü alımı için ticari bir kamera ile donatılmış bir İha kullanmışlardır. Bu görüntülerden, altı görünür spektral indeks (Bitkinin renk indeksi, Fazla yeşil, Fazla yeşil eksi fazla kırmızı, Woebbecke İndeksi, Normalize yeşil-kırmızı fark indeksi, Bitki örtüsü) ve bu indekslerin iki kombinasyonunu, uçuş irtifasına (30 ve 60 m) etkisini incelemek için vejetasyon haritalaması için hesaplayarak değerlendirmişlerdir. Fazla yeşil ve vejetasyon endeksleri, 30 m uçuş irtifasında %87,73 ila %91,99 ve 60 m uçuş irtifasında %83,74 ila %87,82 arasında değişen değerlerle vejetasyon haritalamasında en yüksek doğrululuğu elde etmişlerdir. İha'lara entegre edilen bir kamera, kullanılarak erken sezonda buğday tarlalarındaki bitki örtüsünü ayırt etmek için uygun bir araç olduğuna dair kanıt sağlar.

Barati S. ve diğ., (2011), çöl alanının bitki örtüsü için gösterge olarak beş farklı kategoride 20 bitki örtüsü indeksi ile değerlendirilmiştir. Çalışmalarının sonuçlarına göre, 0.668 belirleme katsayısı ile Fark Bitki Örtüsü indeksi en iyi fraksiyonel bitki örtüsü tahminini göstermiştir. Ancak çöl alanlarındaki seyrek bitki örtüsüne ve bu araştırmanın sonuçlarına göre, bu göstergelerin hiçbirinin tek başına bitki örtüsünün yüzdesini doğru bir şekilde tahmin edemeyeceğini söylemişlerdir.

Wan L. ve diğ. (2020), RGB ve multispektral kameralar taşıyan bir İHA platformu kullanarak Bitki örtüsü indeksleri (Bİ) kullanmıştır. İHA tabanlı görüntülerden Kanopi yüksekliği ve kanopi alanı, daha sonra tane verimi için rastgele orman tahmin modelleri geliştirmiştir. Araştırılan tüm Bİ'leri arasında, normalleştirilmiş sarılık farkı indeksinin (NDYI), tüm büyüme periyodu boyunca yaprak klorofil içeriğindeki değişiklikleri ve yaprak yeşilliğini izlemek için en yararlı indeks olduğu öne sürmüşlerdir. Bu arada, VI'lar, tarlada ölçülen toprak üstü biyokütle ve yaprak klorofil içeriğiyle karşılaştırılabilir bir tane verimi tahmini sağlamıştır.

Zhou X., ve diğ., (2017), mahsul veriminin zamanında ve tahribatsız değerlendirmesi, tarımsal uzaktan algılamanın önemli bir parçasıdır. Bu çalışmada, pirinç tane verimi, tek aşamalı bitki örtüsü indeksleri ve multispektral ve dijital görüntülerden elde edilen çok zamanlı bitki indeksleri ile tahmin edilmiştir. Sonuçlar hem dijital görüntü hem de multispektral görüntüsü için tek aşamada bitki indeksleri ile tane verimi tahmini için en uygun aşama olarak tanımlandığını göstermiştir. Çalışmanın İHA üzerine monte edilen hem MS hem de dijital sensörlerin pirinç büyümesi ve tane verimi tahmini için güvenilir platformlar olduğunu göstermiş ve pirinç tane verimi tahmini için en iyi dönemi ve en uygun bitki indekslerini belirlemiştir.

Yu N. ve diğ. (2016), Fenotipleme (Dışyapı) teknolojisindeki gelişmeler, ekinlerin genetik olarak iyileştirilmesinin gıda ve yakıt için gelecekteki küresel talepleri karşılamasını sağlamak için kritik öneme sahiptir. Alan tabanlı fenotipleme platformları, büyük ölçekli deneyler için gerekli çıktıyı sağlama ve gerçek dünya ortamlarında özellik performansının doğru bir tasvirini sağlama yetenekleri açısından değerlendirilmektedir. Bir iha üzerinde çift kameralı, yüksek verimli bir fenotipleme platformu geliştirdik ve büyük ölçekli soya fasulyesi gelişim sürecinde multispektral görüntüleri toplamıştır. Zamana dayalı multispektral görüntü verilerinden ikili bir tahmin modeli geliştirerek soya fasulyesi olgunluğunu sınıflandırmada %93'ün üzerinde doğruluk elde etmişlerdir. Bu tahmin modelini, farklı bir arsa tipi ile bağımsız bir üreme denemesinde doğrulamışlardır. Bu sonuçlar, İHA platformundan toplanan multispektral verilerin, modern bir soya fasulyesi yetiştirme programında verim tahmini doğruluğunu ve olgunluk kayıt verimliliğini iyileştirebileceğini göstermektedir.

Gago J. ve diğ. (2015), İHA'ların, tarımda su stresi yönetimini iyileştirebilen yüksek uzaysal ve zamansal çözünürlüklü uzaktan algılama ile ekin alanlarını izlemek için heyecan verici bir fırsat sunduğunu göstermektedir. Çalışmalarında, farklı uzaktan kumanda sensörleri kullanan farklı tipte İHA'ların uygulamalarını incelemiş ve performanslarını yer verileriyle karşılaştırmışlardır. İHA'lardan elde edilen NDVI, TCARI(Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index)/ OSAVI (Optimized Soil Adjusted Vegetation Index) ve PRInorm (Photochemical Reflectance Index)gibi çeşitli yansıma endeksleri, su stresi göstergeleriyle ilgili pozitif korelasyonlar göstermiştir. Termal görüntü aynı zamanda bitkilerdeki su stresini termal indeksler, gölgelik ve hava sıcaklığı arasındaki farkın tahminleri ve hatta yaprak enerji dengesi modellerinden türetilen gölgelik iletkenlik tahminleri aracılığıyla değerlendirmek için kullanılan yaygın bir uzaktan algılama teknolojisi olduğunu göstermiştir.

Aguilar ve diğ. (2013), kentsel alanlara ait arazi örtüsü ve kullanımın haritalanması probleminin çözümünde GeoEye-1 ve WV-2 görüntülerinin kullanımını incelemiştir. Çalışmada obje tabanlı yaklaşım kullanılmış ve segmentasyon sonucu üretilen görüntü objeleri için temel spektral özellikler, bant oranları, doku özellikleri, objelere ait çeşitli şekil ve geometrik özellikler yanında LIDAR görüntüsünden elde edilen sayısal yüzey modeli kullanılmıştır.

Ozdemir ve Karnieli (2011) orman yapısal parametrelerinin belirlenmesinde WV-2 uydu görüntüsünü temel veri seti olarak ele almışlardır. Uydu görüntüsünden elde edilen doku özellikleri ile orman yapısal parametreleri (ağaç sayısı, dip kaplama alanı,

gövde hacmi, ClarkEvans indeksi, Contagion indeksi gibi) arasındaki ilişkiyi korelasyon analizi ile incelemiş ve yapısal parametrelerin tahmini ve haritalanmasında doku özelliklerinin kullanılması için yeterli bir ilişki ve makul bir doğruluğun elde edildiğini belirtmişlerdir.

Peerbhay ve diğ. (2014), 6 farklı ağaç türünün sınıflandırılmasında temel veri seti olarak WV-2 uydu görüntüsünü kullanarak ağaç türlerinin %63-%100 doğruluklarında sınıflandırıldığını ifade etmiştir. Elde edilen sonuçlar WV-2'nin sahip olduğu spektral bantların ağaç türlerinin tespit edilmesinde, ağaç türlerine ilişkin dağılımların belirlenmesinde ve bitki sağlığının izlenmesi noktasında önemli bir veri kaynağı olduğunu destekler niteliktedir.

Eckert (2012) WorldView-2 uydu görüntüsünden elde edilen doku özellikleri kullanarak orman biyokütlesin ve karbon içeriğinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Spektral özelliklerden ziyade doku özelliklerinin karbon ve biyokütle ile daha fazla korelasyona sahip olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada WV-2 uydu görüntüsü ile birlikte, gri-düzey eş oluşum matrisinden elde edilen doku özelliklerini, WV-2 görüntüsünün bantları yardımıyla hesaplanan NDVI, ARVI, EVI, IPVI, OSAVI indekslerini ve temel bileşenler analizi ile hesaplanan bileşenleri değerlendirmeye almıştır.

Cho ve diğ. (2012), geniş ovalar içerisindeki ağaç türlerinin ayırt edilmesinde WV-2 görüntüsünün spektral özelliklerinin kullanılabilirliğini hiperspektral ve Quickbird görüntüleri ile karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar değerlendirmeye alınan ağaç türlerinin tespit edilmesinde WV-2 uydu görüntüsünün spektral bantlarının kullanımı ile hiperspektral ve Quickbird görüntüsüne göre daha doğru sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir.

Collin ve diğ. (2013), mercan resifleri ve çeşitli deniz bitkilerini de içerisine alan 19 farklı arazi örtüsü ve kullanımın sınıflarına ait tematik harita üretiminde WV-2 uydu görüntüsünü kullanmıştır. Çalışma sonuçları, WV-2 uydu görüntüsünün standart bantlarının (kırmızı, yeşil, mavi ve yakın kızılötesi-1) destek vektör makineleri ile sınıflandırılması ile bitki türleri arasındaki ayrımın başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermektedir. Bununla birlikte WV-2 görüntüsünün yeni nesil spektral bantlarının (kıyı, sarı, kırmızı-kenar ve yakın kızılötesi-2) sınıflandırma doğruluğunu anlamlı şekilde arttırdığı ifade edilmiştir.

Kamal ve diğ. (2014) mangrove ağaçlarının yapısal özelliklerinin tespit edilmesinde minimum piksel boyutunun tahminine yönelik gerçekleştirdiği çalışmada

WV-2 görüntüsü kullanılmıştır. WV-2 uydu görüntüsünün multispektral bantları öncelikli olarak pankromatik görüntü kullanılarak görüntü kaynaştırma işlemi gerçekleştirilmiş ve 0,5 konumsal çözünürlüklü multispektral görüntü elde edilmiştir. Çalışma amacına uygun olarak söz konusu görüntü 5 farklı konumsal çözünürlükte (1m, 2m, 4m, 8m ve 10m) yeniden örneklenerek mangrove ağaçlarının ayırt edilebildiği minimum piksel boyutu belirlenmeye çalışılmıştır.

Wieland ve Pittore (2014) Bayes algoritması, en yakın komşuluk, rastgele orman ve destek vektör makinelerinin sınıflandırma performanslarının karşılaştırılmasında orta çözünürlüklü Landsat ETM, TM ve MSS görüntüleri, yüksek çözünürlüklü Ikonos, Quickbird ve WorldView-2 uydu görüntülerini kullanmıştır. Sınıflandırma işleminde obje tabanlı yaklaşım kullanılmış ve objelere ilişkin temel spektral özellikler, geometrik ve doku özelliklerinden oluşan toplam 72 farklı özellik tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda tüm veri setleri için DVM ve RO algoritmalarının diğerlerinden daha üstün performans sergilediği ifade edilmiştir.

Ataberdiyev (2022) yüksek lisans tezi kapsamında rassal orman makine öğrenmesi algoritmasının bitki türlerini belirlemedeki başarısı, yer doğrulamaları kullanarak değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, çalışma alanında bulunan buğday, çeltik, tohumluk çim, fasulye, incir, kenevir, kişniş, lahana, mısır, sorgum ve soya bitkileri %99'un üzerinde bir doğrulukla birbirlerinden ayırt edilmiştir. Buna ek olarak multispektral ve termal görüntü setlerinin bitkilerin ayırt edilmesi, yetiştirme alanlarının belirlenmesi ve haritalanmasında başarı ile kullanılabileceğini göstermiştir.

Li ve diğ. (2020), tarafından yapılan bir çalışmada İHA üzerine monte edilmiş multi-spektral kamera kullanılmıştır. Bu çalışmada, Jingyuantan (Çin) tarım bölgesinde yetiştirilen bitkisel üretim alanlarında bitki gelişim düzeyinin ortaya konulması ve farklı bitki türlerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada bitki gelişim düzeylerini NDVI ve NDRE vejetasyon indeksleri kullanmıştır.

Tunca vd. (2019)'da Bafra'da Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Deneme İstasyonunda yetiştirilen ve 4 farklı sulama tekniği uygulanan bitkilerin yüksekliklerinin, İHA yardımı ile izlenmesini amaçlamışlardır. Multispektral kamera ile 9 günlük periyotlarla arazide cetvelle yapılan ölçümlerin sonuçları arasında ($r=0.89$) yüksek korelasyon bulmuşlardır.

Kaya ve Polat (2021), çalışmalarında Şanlıurfa-Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü arazisinde 5 adet kuru ve 3 adet sulu tarım yapılan buğday arazilerinde Landsat-8 ve Sentinel-2 Uydu görüntülerinden elde edilen bitki indeksleri ve geçmiş

yıllara ait parsel verim değerleri kullanılarak verim tahmin modeli kurmuşlardır. Modelin doğruluğunu farklı bir yıldaki verim değerleri ile sorgulamışlardır. NDVI, MSAVI ve GNDVI bitki indekslerinin doğrulukları araştırarak, çalışma sonucunda en yüksek başarı gösteren $r=0.82$ NDVI değerleri olduğuna ulaşmışlardır.

Sala ve diğ. (2023), çalışmalarında ayieğini analiz etmek ve verim tahmini yapabilmek için Sentinel-2 uydularını kullanmışlar, Romanya Timisora sınırlar içerisinde seçilen çalışma alanına ait 8 seri görüntü almışlardır. NDVI-NPCRO ve NBR indekslerini birbirleri arasında korelasyon kurmuşlardır. NDVI ve NDMI ($r=0.95$) , NDVI ve NBR ($r=9.97$) ok yüksek korelasyon, NDVI ve NPCRI ($r=0.88$) yüksek korelasyon hesaplamışlardır. Bu bitki indekslerinde ($r=0.99$) ok yüksek korelasyon sonucuna ulaşmışlardır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın yapıldığı alanlar, çalışma alanına işaretlenen yer kontrol noktaları (YKN), kullanılan İHA ve kameraya ait bilgiler, uçuş planı bilgileri, kullanılan programlar ve ekipmanlar, verim tahmininde kullanılması planlanan bitki indeksleri, yer ölçümlerinde kullanılan spektoradyometre, İHA ve spektoradyometre ölçümleri arasındaki korelasyona yer verilmiştir. Verim tahmini için hesaplanan regresyon modelinde bağımlı değişken verim üzerinde bağımsız değişkenlerin (bitki indeksleri) etkisi araştırılmıştır.

3.1. Bitki İndeksleri

Bitki örtüsü indekslerini, arka plan etkilerinin (bitki örtüsü olmayan toprak, su kütlesi vb.) etkisini belirli bir ölçüde ortadan kaldırmak için farklı bantların bir araya getirilmesi ile oluşturulmaktadır (Ta ve Zhang, 2021). Çalışmada kullanılması planlanan bitki örtüsü indeksleri Çizelge 3.1’ de verilmiştir. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) her piksele ait yakın kızılötesi bant sayısal değerinden aynı piksele ait kırmızı bant sayısal değerini çıkarmak için kullanılır. Bu fark, bitki örtüsü yoğun bölgelerde, seyrek bitki örtüsüne göre daha yüksektir. -1 ile +1 normalize edilmiş bir değer elde edilmesi sürecine “normalize etme” denmektedir. Yeşil Normalleştirilmiş Fark İndeksi, NDVI’ya benzer şekilde hesaplanır, ancak Kırmızı bant yerine Yeşil bant kullanılır (Gitelson, 1996). Fotosentetik olarak emilen radyasyonun oranıyla ilişkilidir ve Yaprak Alan İndeksi (LAI) ve biyokütle ile doğrusal olarak ilişkilidir (Hunt ve diğ., 2008). Bu nedenle GNDVI, NDVI’den klorofil konsantrasyonuna daha duyarlıdır ve 0 ile 1 arasında değişir. SAVI, kırmızı ve yakın kızılötesi (NIR) dalga boylarını içeren bitki örtüsü indekslerinden kaynaklanan toprak parlaklığı etkilerini azaltma çabası ile Huete, (1988) tarafından NDVI’ı geliştirilen bir dönüşüm tekniğidir. Çizelge 3.1’de SAVI formülünde bulunan L arka planı ayarlamayı sağlayan faktördür. Literatürde L sabiti 0.5 ayarlandığında ek kalibrasyon ihtiyacını ortadan kaldırdığı belirlenmiştir (Huete, 1988). LCI (Yaprak Klorofil İndeksi), bitki örtüsünün yaprak örtüsü alanlarındaki klorofil içeriğini değerlendirir. LCI, bitki örtüsünün veya yaprağın azot içeriğini tespit etmek için önemli bir bitki örtüsü indeksi olarak kabul edilir (Modi ve diğ., 2019). CI-RE (kırmızı kenarlı klorofil indeksi), NIR ve RedEdge (Kırmızı Kenar) bantlarındaki yansıtma oranını kullanarak yaprakların klorofil içeriğini tahmin etmek için geliştirilmiştir. Klorofil miktarı bitkinin üretim potansiyelini belirlemek için iyi bir göstergedir. MCARI (Ayarlanmış Klorofil Absorpsiyon Yansıma İndeksi), LCI ve CI-RE, yapraktaki klorofil içeriğini tahmin ederken MCARI, klorofil emiliminin

derinliğinin değerini verir. Bitkinin besin durumunun incelenmesinde araştırmacılara yardımcı olmaktadır (Modi ve diğ., 2019).

Çizelge 3.1. Bitki indeksleri ve formülleri

İndeks	Formül	Kaynak
NDVI (Normalize edilmiş fark vejetasyon indeksi)	$(\text{NIR}-\text{Red}) / (\text{NIR}+\text{Red})$	Rouse ve diğ., (1973)
GNDVI (Yeşil Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi)	$(\text{NIR}-\text{Green}) / (\text{NIR}+\text{Green})$	Gitelson ve diğ.,(1996)
SAVI (Toprak Uyarlanmış Bitki Örtüsü İndeksi)	$((\text{NIR}-\text{Red})/(\text{NIR}+\text{Red}+\text{L})) \times (1+\text{L})$	Huete, (1988)
CI-RE (Klorofil İndeks Kırmızı Kenar)	$(\text{NIR} / \text{RedEdge})-1$	Gitelson ve diğ.,(2003)
LCI (Yaprak Klorofil İndeksi)	$(\text{NIR}-\text{RedEdge}) / (\text{NIR}+\text{Red})$	Datt, (1999)
MCARI (Ayarlanmış Klorofil Absorpsiyon Yansıma İndeksi)	$((\text{NIR}-\text{Red})-0.2(\text{NIR}-\text{Green})) / (\text{NIR}/\text{Red})$	Daughtry ve ark., (1996)

3.2. Ayçiçeği Gelişim Evreleri

Ayçiçeğinin yaşam döngüsü, ilk ekimden çimlenmeye, çimlenen bitkiden kapitulum oluşumuna, tablanın gelişimine, çiçeklenmeye, çiçeklenen bitkinin olgunlaşmasına kadar birçok aşamayı içermektedir. Ayçiçeğinin fide oluşum sürecinde, toprak, nem ve sıcaklığın etkisi büyüktür. Tarla koşullarında bir ayçiçeğinin yetiştirilmesi için yaklaşık 100-150 günlük süreye ihtiyaç duyulmaktadır (İlbaş ve ark.,1996). Çizelge 3.2’de koyu renkli olarak işaretlenen evreler tez çalışmasında görüntü evreleri (Şekil 3.1.) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Ayçiçeği gelişim evreleri (Karahanlı ve ark., 2024)

Evre	Açıklama
V-E (Vejetatif Evre ve Çıkış Evresi)	Fidenin toprak yüzeyinde olduğu ve kotiledon dışındaki ilk dört yaprak boyutunun 4 cm’den daha kısa olduğu evre
V (Vejetatif Evre) (V1, V2, V3...V12)	Gövde sapı üzerinde en az 4 cm uzunluğunda olan gerçek yaprakların görüldüğü evre
R-1 (R-1 Çoğalma Evresi)	Çiçek tablasının arka tarafında kalan ucu sivri üçgensel minik yeşil yapraklar brakteler görülür. Yukarıdan bakıldığında yıldız şekilli tomurcuk oluşum evresidir.
R-2	Açılmamış, tomurcuk gövdeye bitişik ve en üstteki yaprak ile tabla arasındaki mesafenin 0.5-2.0 cm olduğu evre
R-3	Henüz açılmaya başlamamış olan çiçek tablası gövdeye bağlı ve en üstteki yaprak ile tabla arasındaki mesafenin 2.0 cm’den fazla olduğu evre
R-4	Steril çiçeklerin oluşmaya başladığı evre
R-5	Çiçeklenme başlangıç evresi. Çiçeklerin tamamen açtığı veya belirli oranlarla açmaya başlamış olan evre
R-6	Çiçeklenmenin tamamlandığı ve steril çiçeklerin canlılığını yitirmeye başladığı evre
R-7	Tablanın arka kısmının açık sarı tonlarına dönüştüğü evre
R-8	Tablanın arka kısmının sarı olduğu ve brakte yapraklarının yeşil renkte olduğu evre
R-9	Brakte yapraklarının sarı ve kahve rengine dönüştüğü, fizyolojik olgunluğun sona erdiği hasat evresi



Şekil 3.1. Tez çalışmasında görüntü alınan evreler

3.3. Çalışma Alanı



Şekil 3.2. Çalışma alanı genel görünüm

Tokat, bir kısmı kuzeyde Karadeniz Bölgesinde, güneyde ise İç Anadolu bölgesi ile sınır komşusudur. Karadeniz ikliminin etkisiyle özellikle kuzey bölgelerinde yağışlı, güneyde ise daha karasal bir iklim görülmektedir. Çalışma alanı Tokat ili Zile ilçesinde yer alan Karaveli köyünün 362 ada 8 parselidir (Şekil 3.2). 11 ilçesi bulunan Tokat'ın her türlü tarım yapılabilen bereketli ovaları, il topraklarının yaklaşık %15,4'ünü kaplar. Kazova, Turhal Ovası, Erbaa Ovası, Niksar Ovası, Omala Ovası, Artova Ovası ve Zile Ovası mevcut münbit yapıya sahip olan verimli arazilerini sulamaktadırlar.

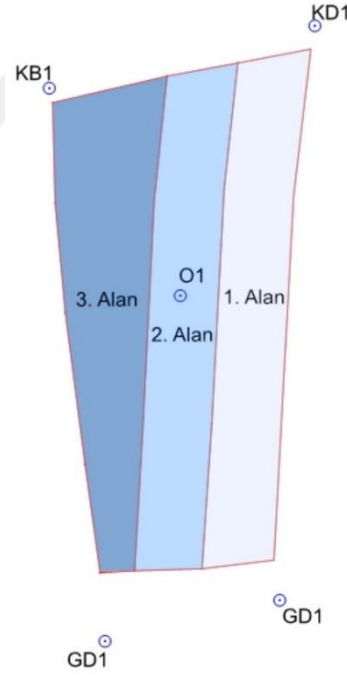
Çalışmada Ayçiçeği kullanılmasının nedeni geçtiğimiz yıllarda Ayçiçeği yağının temin edilmesinde yaşanan zorluktan ülkemizin de etkilenmiş olmasıdır. Trakya bölgesi ve Konya ovası Ayçiçeği üretiminde liderlik etmektedir. Ayçiçeği Tokat yöresi ürün

deseninde yer alan önemli ana ürünlerden biri olup, gün geçtikçe üretimi artmaktadır. Tokat hem yağlık hem de çerezlik ayçiçeği üretimine uygun bir yerdir. Tokat'ta yaygın olarak yapılan ayçiçeği üretimi yağlık amaçlı olup üreticiler, genellikle özel firmaların verdiği veya ayçiçeğinin bölgede en önemli alıcısı olan Karadeniz Birlik'in önerdiği çeşitleri kullanmaktadır (Yılmaz ve Kınay, 2015).

Çalışma sahası yaklaşık olarak 3 eşit parçaya bölünmüştür (Şekil 3.3). Bu alanlarda aynı tohum, farklı sulama ve gübre teknikleri kullanılmıştır (Çizelge 3.3.). 21 Mayıs 2023' te yapılan ekim sonrası 22 Eylül tarihinde hasat edilmiştir.

Çizelge 3.3. Parsellere uygulanan sulama ve gübre listesi

1. Alan	2. Alan	3. Alan
4190 m2	4035 m2	4391 m2
Sy Chelsea	Sy Chelsea	Sy Chelsea
20-20-0+(SO3)	20-20-0+(SO3)	-----
Sulama Yapılacak	-----	



Şekil 3.3. Çalışma alanının bölünmesi

Yaklaşık olarak 3 eşit parçaya bölünen arazi daha sonra kendi içlerinde 10'a bölünerek toplam 30 bölüm olarak kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bitki indeks hesabı yapılan arazi parçaları

3.4. Kullanılan Alet ve Teçhizat

3.4.1. GNSS Alıcısı ve YKN

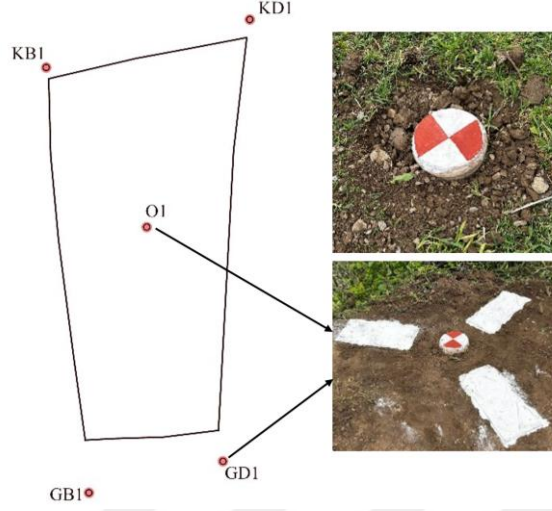
Bu çalışmada yer kontrol noktalarının, spektoradyometre ölçüm noktalarının ve toprak örneklerinin alındığı noktaların koordinatlarının ölçülmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Hi-Target V90 Plus GNSS alıcısı

YKN'lerin koordinatları GNSS alıcısı ile her uçuş öncesinde ölçülmüştür. Bu sayede noktaya verilecek zararların uygulamanın seyrini bozması engellenmiştir. Koordinat ölçümleri Hi-Target V90 Plus GNSS alıcısı ile yapılmıştır. GPS (Global Position Stytem) kullanılarak yapılan ölçümlerde RTK (Real Time Kinematik) tekniği

kullanılmıştır. RTK, eş zamanlı ölçümlere olanak sağlayan ve bu amaçlar için kullanılmak üzere tasarlanmış GPS ölçü yöntemidir.



Şekil 3.6 YKN'lerin araziye dağılımı ve görünüşü

3.4.2. Spektrodymetre

Çalışma kapsamında, spektrodymetre ölçümleri 350-2500 nanometre arasında ölçüm yapabilen ASD firmasına ait Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü envanterinde bulunan Field SpecPro 4 High-Res aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil.3.7.). Spektrodymetre vasıtasıyla elde edilen yansıtımlar ise ASD firmasına ait ViewSpec Pro yazılımıyla görüntülenmiştir ve analiz edilmiştir. Tüm ölçmelere başlamadan önce spectralon beyaz yansıtım paneliyle cihazların optimizasyonu yapılmıştır.



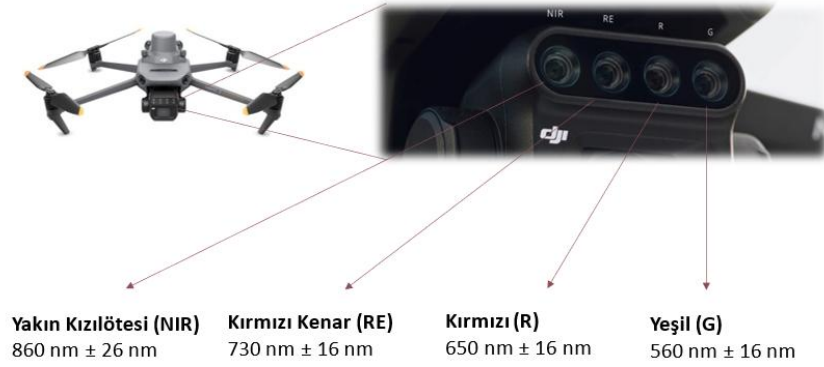
(a)



(b)

Şekil.3.7. Spektrodymetre (a), Spektrodymetre ayçiçeği ölçümü (b)

3.4.3. İnsansız Hava Aracı ve Kamera



Şekil 3.8. DJI Mavic 3M İnsansız Hava Aracı (URL1'den uyarlanmıştır)

Çalışmada DJI Mavic 3M insansız hava aracı kullanılmıştır (Şekil 3.8). Bir adet 20 MP RGB kamera ve dört adet 5MP Multispektral kamera bulunduran görüntüleme sistemidir. Yeşil, Kırmızı, Kırmızı Kenar ve Yakın Kızılötesi bantlarda görüntü verebilen bu platform tarımsal uygulamalarda yüksek çözünürlük sağlamaktadır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Kamera Teknik Özellikleri (URL2'den uyarlanmıştır)

Kamera Özellikleri	
RGB Kamera	20 MP , f: 12.29, 5280x3956 Sensör boyutu 17.4 mm x 13 mm Yeşil 560 nm ±16 nm Kırmızı 650 nm ±16 nm
Multispektral Bant	Kırmızı Kenar 730 ±16 nm Yakın Kızılötesi 860 ±26 nm f: 4.34 2592x1944 Sensör boyutu 5.2 mm x 3.9 mm
Görüntü Formatı	TIFF

Uçuş programı DJI Pilot 2 programında 21 m yükseklik (YÖA çok bantlı görüntüler için ~ 1 cm, RGB görüntüler için ~ 0.55 cm olarak hesaplanmıştır), enine ve boyuna bindirme oranları %80 olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan uçuş planı Şekil 3.8.'da gösterilmiştir.

$$YÖA_{wh} = \frac{Uçuş\ Yüksekliği \times Sensör\ Yüksekliği}{Odak\ Uzaklığı \times Görüntü\ Yüksekliği} \quad 3.1.$$

$$YÖA_{wh} = \frac{Uçuş\ Yüksekliği \times Sensör\ Genişliği}{Odak\ Uzaklığı \times Görüntü\ Genişliği} \quad 3.2.$$

(Makineci, 2020)



Şekil 3.9 Uçuş planı görüntüsü ekran görüntüsü

3.5. Yazılımlar

3.5.1. Pix4D Mapper ve Pix4D Field

Çalışma kapsamında Pix4D Mapper Pro'nun 4.8.4 versiyon eğitim lisansı kullanılmıştır. Pix4D Mapper Pro ile yüksek çözünürlüklü görüntüleri kolaylıkla işlenmektedir. Birçok kameranın kalibrasyon bilgisini içerisinde bulundurması ve ek bir kalibrasyon işlemi gerektirmemesi kullanıcılara büyük kolaylık sağlamaktadır. RGB görüntülerin yanı sıra, çok bantlı görüntüler ve termal görüntülerinde işlenmesine olanak sağlamaktadır. Kullanılan reflektans panelini otomatik algılayarak reflektans faktörünü (albedo) hesaplamaktadır. Albedo cismin yüzey dokusuna, rengine ve alanına bağlı olarak değişmektedir (0-1 Aralığında). Pix4D mapper ile sayısal yükseklik modeli (SYM), ortofotolar (Şekil 3.10.) ve her bant için haritalar üretilmiştir ancak bitki indeksleri Pix4D Field ile üretilmiştir.

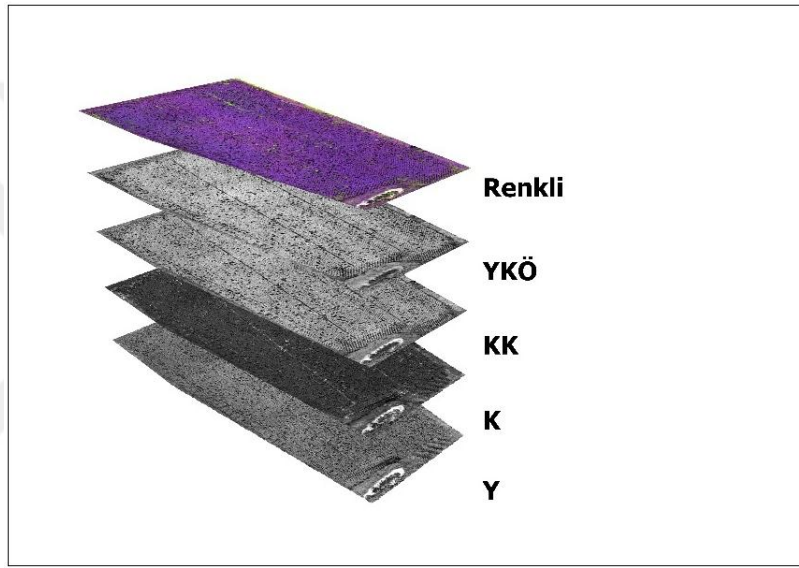
Pix4D Field, Pix4D Mapper'dan farklı olarak RGB görüntüleri işlemeye olanak tanımaz. Çok bantlı görüntü dosyaları (TIFF) tanır ve sonuç olarak seçilen bitki indeks haritalarını oluşturur (Şekil 3.12.).

3.5.2. Envi

Tez çalışmasında Envi 5.3 yazılımı sınıflandırma yapmak için kullanılmıştır. Üretilen Yeşil, Kırmızı, Kırmızı Kenar, Yakın Kızılötesi (Şekil.3.21.) bantlar Spektral Açık Haritalayıcısı ile kontrollü sınıflandırma yapılmıştır.

3.5.3. Arcgis Pro

ArcGIS Pro, Esri'nin profesyonel masaüstü CBS uygulamasıdır. ArcGIS Pro ile verileri keşfedebilir, görselleştirebilir ve analiz edebilmektedir. 2B-3B sahneler oluşturabilmektedir. Tez çalışmasında haritaların görselleştirilmesi (Şekil 3.12.) ve bant birleştirme (composited) (Şekil 3.10.) aşamalarında kullanılmıştır. Kırmızı, Yeşil, Kırmızı Kenar ve Yakın Kızılötesi ortofoto görüntüleri birleştirilerek 4 bantlı renkli görüntü oluşturulmuştur. Kameranın mavi bandı olmadığından RGB sıralaması yapılamamıştır.



Şekil 3.10. Bantların katman görünüşü (3. uçuş görüntüsü örneği)

3.5.4. QGIS (Orfeo Toolbox)

OTB, Fransa'da CNES tarafından geliştirilmiş uzaktan algılanan görüntüleri işlemek için açık kaynaklı bir projedir (Cresson ve diğ.,2018). Görüntü analizi için hazırlanmış kütüphanedir ve diğer açık kaynak kodlu yazılım paketleri ve komut satırı tarafından serbestçe erişilebilmekte ve yönetilebilmektedir. (CNES OTB, Grizonnet ve diğ., 2010). OTB'de uygulanan algoritmalar bu çalışmada QGIS yazılımı aracılığıyla kullanılmıştır. Kullanılan OTB sürümü 3.0.3'tür (Erişim Tarihi: 30.07.2024). Envi 5.3'te yapılan sınıflandırma görüntüsü QGIS'e aktarılmış ve meanshift segmentasyon algoritması kullanılmıştır. Ayçiçeği taç yapıları vektör haline getirilerek sayımı yapılmıştır (Şekil 3.24.).

3.5.5. SPSS

Veriler analiz edilmeden önce analize uygunluğunun test edilmesi için kayıp değer, aşırı uçdeğer, normallik testleri yapılmıştır. Yapılan bu analizler sonucunda kayıp değer olmadığı ve aşırı uç değerlere sahip olmadığı görülmüştür. Normallik testinin sonucu $\text{sig} > 0.05$, basıklık çarpıklık değerleri +2, -2 aralığında olduğu için verilerin normal dağılıma sahip olduğu gözlenmiştir. Buna göre korelasyon analizinde Pearson korelasyon yöntemli regresyon analizinde de lineer regresyon analizleri yapılarak verilerimiz analiz edilmiştir.

Çizelge 3.5. İki değişken arasında Pearson korelasyon katsayısının yorumu (Kalaycı,2005)

r	İlişki
0.00-0.25	Çok Zayıf
0.26-0.49	Zayıf
0.50-0.69	Orta
0.70-0.89	Yüksek
0.90-1.00	Çok Yüksek

Regresyon modeli ve korelasyon hesabında Çizelge 3.5'te verilen değerler kullanarak hesaplama sonuçları değerlendirilmiştir.

3.5.6. ViewSpecPro

ASD Field Spektrometre ile yapılan ölçümleri değerlendirmeler için kullanılmıştır. ViewSpec Pro, kullanıcının verilerin ön işlemlerini, çizimini ve ASCII olarak dışa aktarmasını sağlayan ASD firmasının görüntüleme ve işleme yazılımıdır. Yazılımda 350-2400 nm aralığında elde edilen verilerin, İHA platformunda bulunan kameranın bant aralıklarındaki değerleri hesaplanarak dışarıya aktarılmıştır. İHA bant aralıklarına indirgenen veriler Envi 5.3 İDL yazılımında grafikleri oluşturulmuştur.

3.6. Çalışmalar

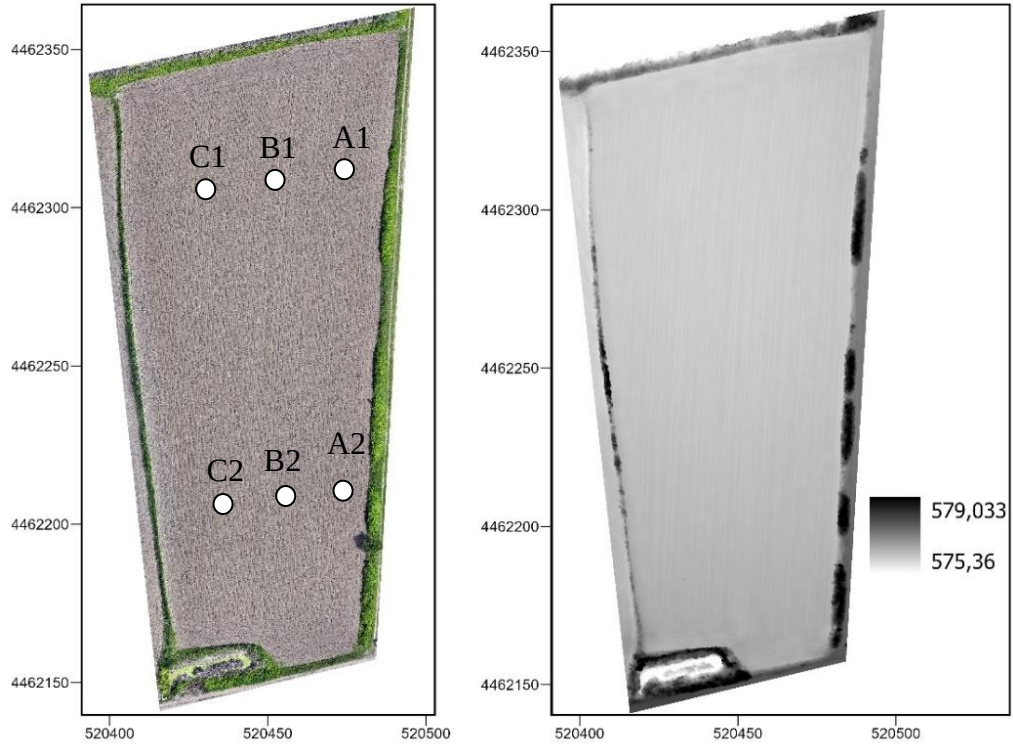
Tez çalışmasının bu bölümünde arazide yapılan çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir. Ayçiçeğinin gelişim evrelerinden olan Vejetatif evre, R-3, R-5, R-9 evrelerinde arazide yapılan çalışmalar, elde edilen görüntü sayıları ve işleme sürelerine ait bilgilerin yanı sıra bu aylardaki meteorolojik verilere ait bilgileri içermektedir. Regresyon modeli, korelasyon analizi ve doğruluk hesaplamalarına ait formüller ve değerler ayrıntılı olarak verilmiştir. Bulunan değerler bulgular ve sonuçlar başlıkları altında değerlendirilmiştir.

3.6.1. 1. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (Ekim Öncesi)

22/05/2023 tarihinde çalışmanın ilk adımı olan bu aşamada toprağın tava gelmesi beklenmiştir. Ekim yapıldıktan bir gün sonra ile görüntü alımı 11.30-13.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.6). İHA platformundan elde edilen renkli görüntüler yardımı ile ortofoto ve sayısal yükseklik modeli hazırlanmıştır (Şekil 3.11). Çok bantlı görüntüler yardımı ile bitki indisleri oluşturulmuştur (Şekil 3.12.).

Çizelge 3.6. 22/05/2023 tarihine ait uçuş bilgileri

Bilgiler	
Renkli Görüntü Sayısı	626
Çok Bantlı Görüntü Sayısı	2504
Toplam Görüntü Sayısı	3130
Uçuş Yüksekliği	21 metre
Görüntülerin Birleştirilmesi	7 Saat

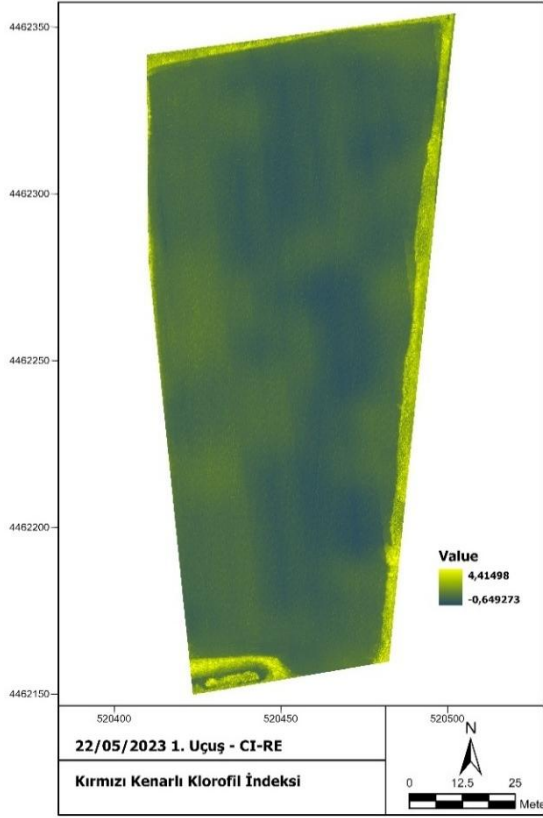


Şekil 3.11. 22 Mayıs tarihi çalışma alanı ortofoto (solda) ve SYM (sağda) haritaları

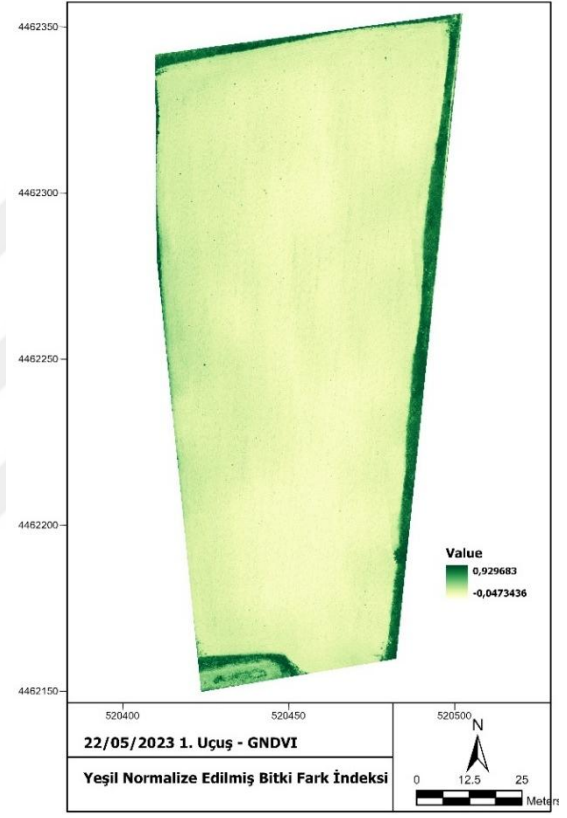
Çalışma alanı Mayıs ayı ortalama sıcaklık en yüksek 22.9 °C en düşük ise 9.7 °C, toplam yağış miktarı 67.9 kg/m², ortalama nispi nem oranı ise % 67.1 olarak ölçülmüştür. Şekil 3.11 da işaretlenen beyaz noktalar toprak örneklerinin alındığı konumları göstermektedir. Toprak örnekleri sonucu Çizelge 3.7’te verilmiştir.

Çizelge 3.7. 22/05/2023 tarihine ait uçuş bilgileri

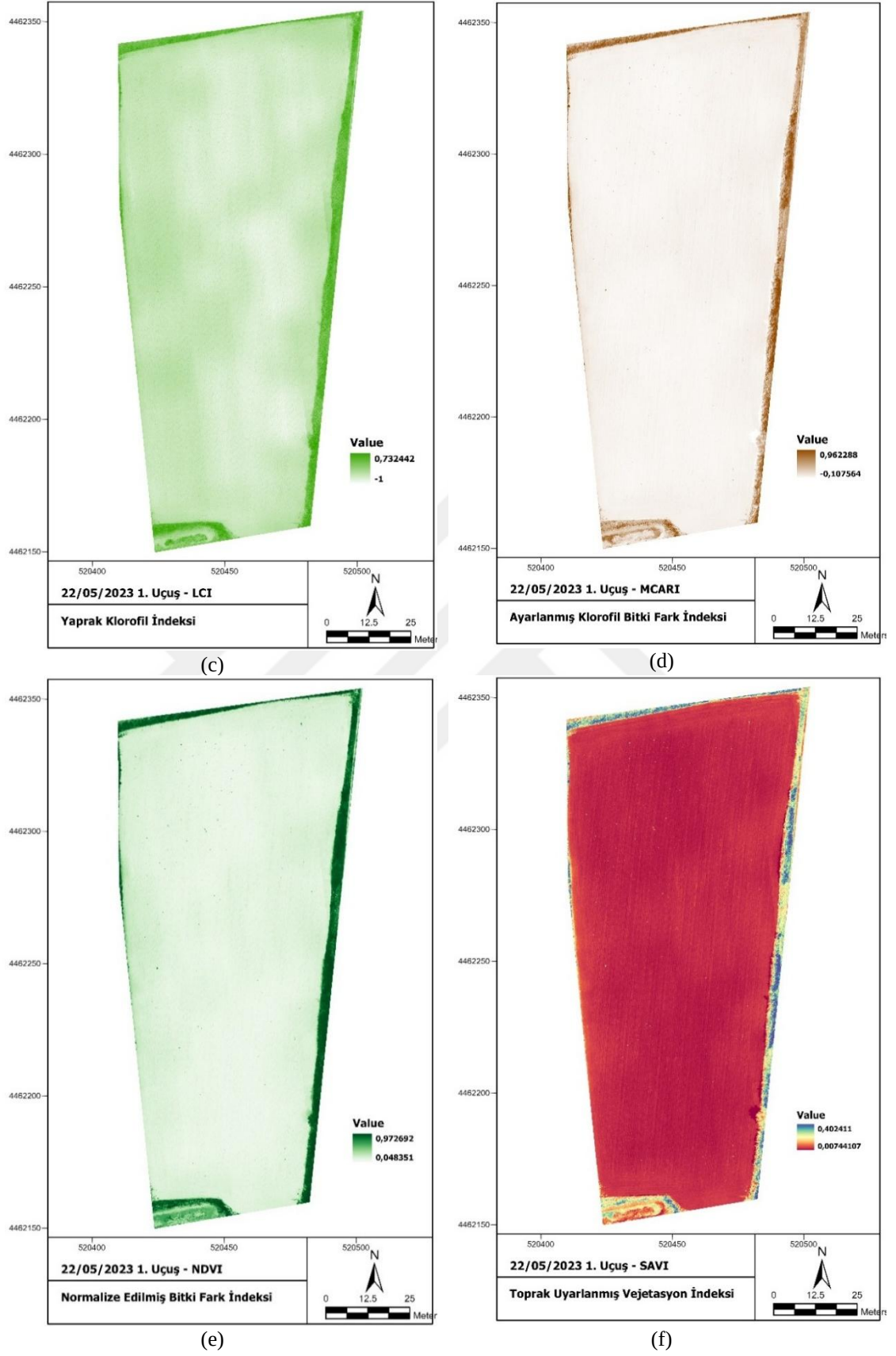
Mevki	Derinlik	Ekilecek Bitki	İşba %	EC (mmhos/cm)	Tuz %	Ph	Kireç %	Organik Madde %
A-1	0-30	Ayçiçeği Sulu	61 CL	0.94	0.037	7.13	9.5	1.21
A-2	0-30	Ayçiçeği Sulu	57 CL	0.64	0.023	7.71	9.1	1.76
B-1	0-30	Ayçiçeği Kuru	62 CL	0.64	0.025	7.70	8.7	1.56
B-2	0-30	Ayçiçeği Kuru	58 CL	0.65	0.024	7.72	9.5	1.28
C-1	0-30	Ayçiçeği Kuru	57 CL	0.72	0.026	7.70	9.1	1.40
C-2	0-30	Ayçiçeği Kuru	59 CL	0.72	0.027	7.61	8.7	1.41



(a)



(b)



Şekil. 3.12. Ayçiçeği bitki indeks haritaları, 22 Mayıs. (a) CI-RE, (b) GNDVI, (c) LCI, (d) MCARI, (e) NDVI, (f) SAVI

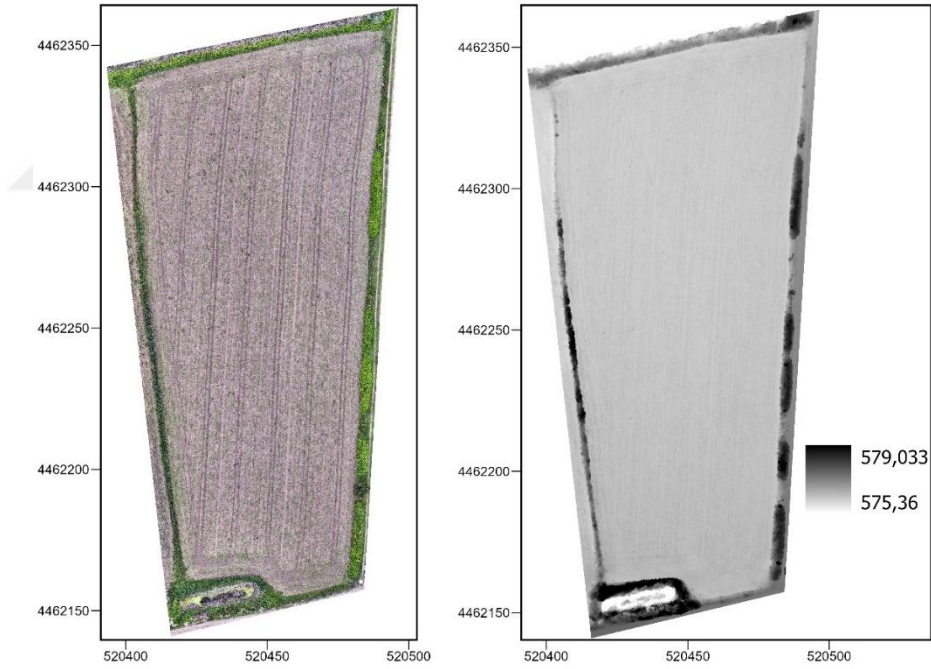
22 Mayıs 2023 tarihinde elde edilen İHA görüntüleri kullanılarak üretilen bitki indeks haritaları Şekil 3.12’ de gösterilmiştir.

3.6.2. 2. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (Vejetatif Evre)

Bu çalışma 12/06/2023 tarihinde öğren 11.30-13.00 saatleri arasında görüntü alımı gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.8). Bu evrede ayçiçeği gövde sapı üzerinde en az 4 cm uzunluğunda olan yaprakların görülmeye başladığı evredir (Şekil 3.13). İnsansız hava aracı ile görüntüler alınırken eş zamanlı olarak spektrometre ile eş zamanlı olarak yer ölçümleri yapılmıştır.

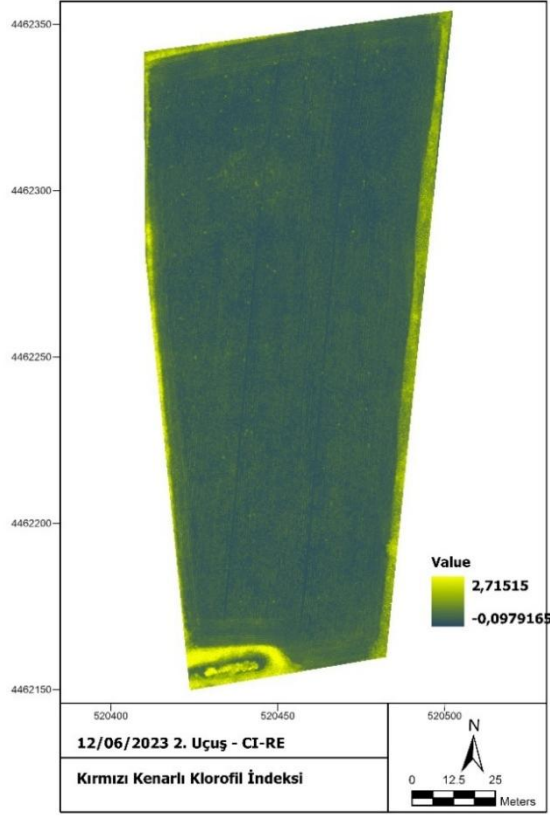
Çizelge 3.8 12/06/2023 Tarihine ait uçuş ve değerlendirme bilgileri

Bilgiler	
Renkli Görüntü Sayısı	625
Çok Bantlı Görüntü Sayısı	2500
Toplam Görüntü Sayısı	3126
Uçuş Yüksekliği	21 metre
Görüntülerin Birleştirilmesi	7.5 Saat

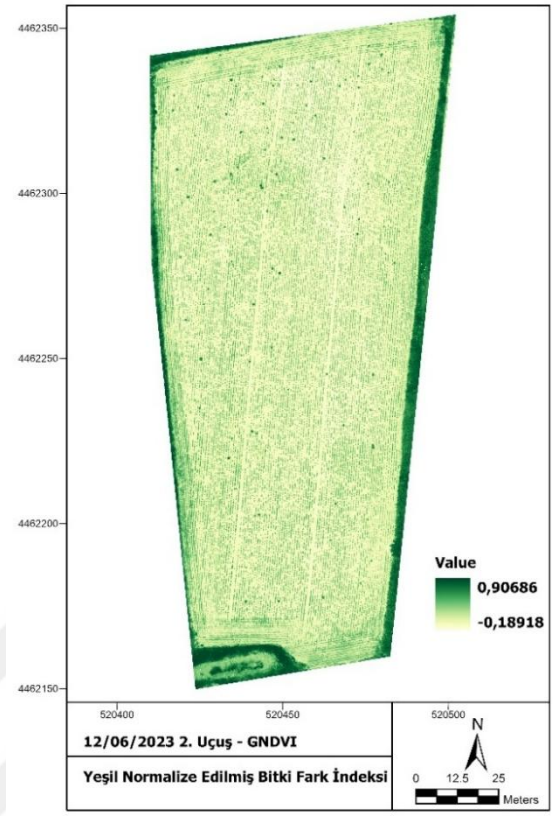


Şekil 3.13 Haziran tarihi çalışma alanı ortofoto (solda) ve SYM (sağda) haritaları

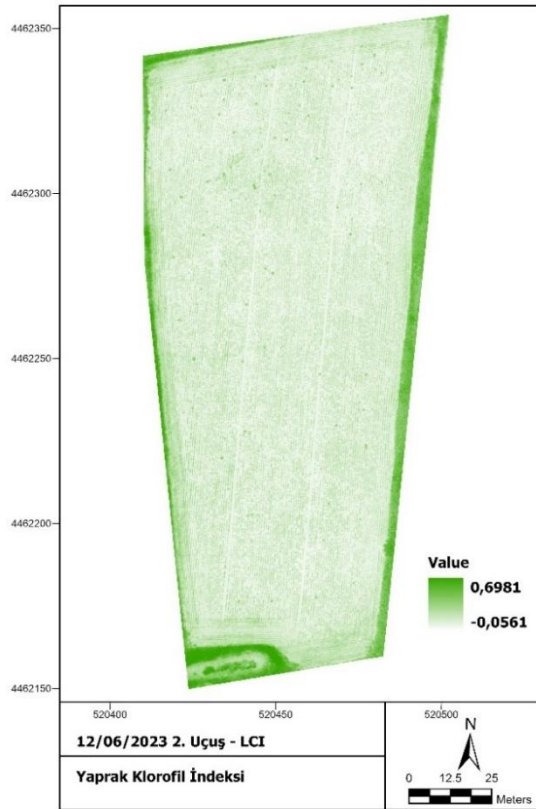
Çalışma alanı haziran ayı ortalama sıcaklık en yüksek 27.8 °C en düşük ise 14.4 °C, toplam yağış miktarı 31 kg/m², ortalama nispi nem oranı ise % 63 olarak ölçülmüştür. Üretilen bitki indeks haritaları Şekil 3.14’te verilmiştir.



(a)



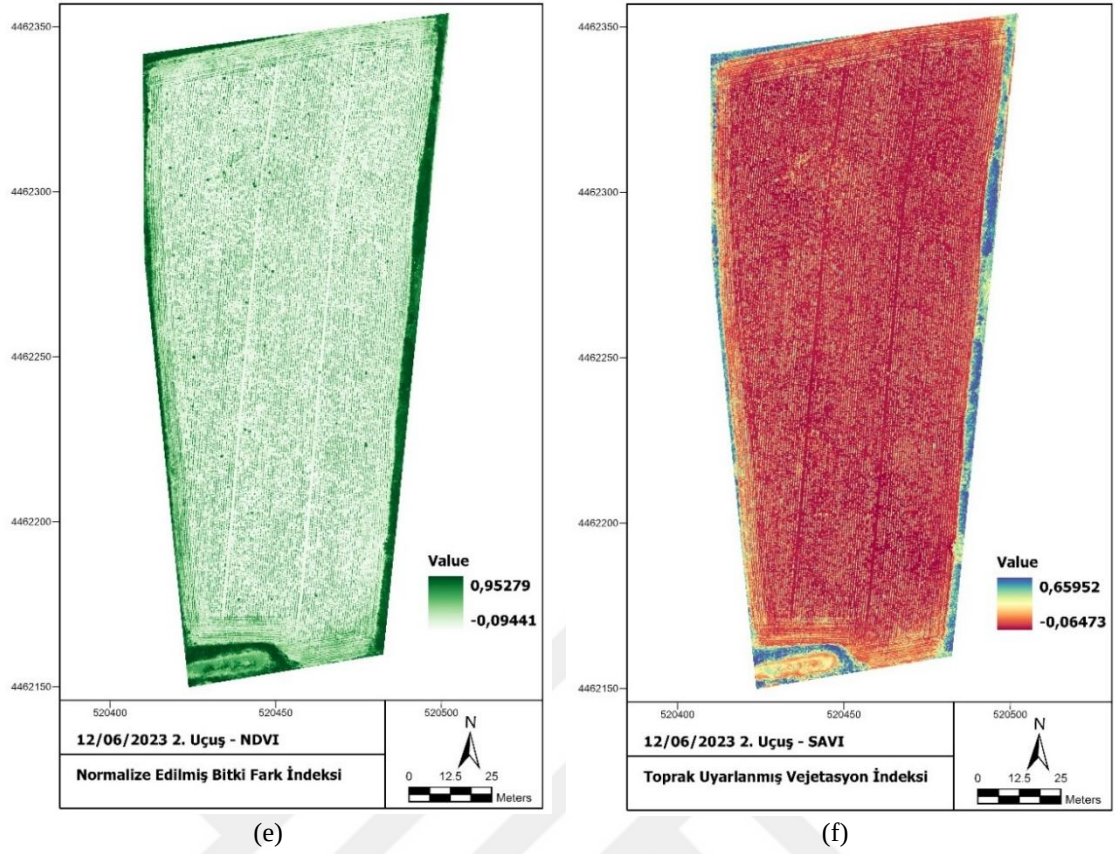
(b)



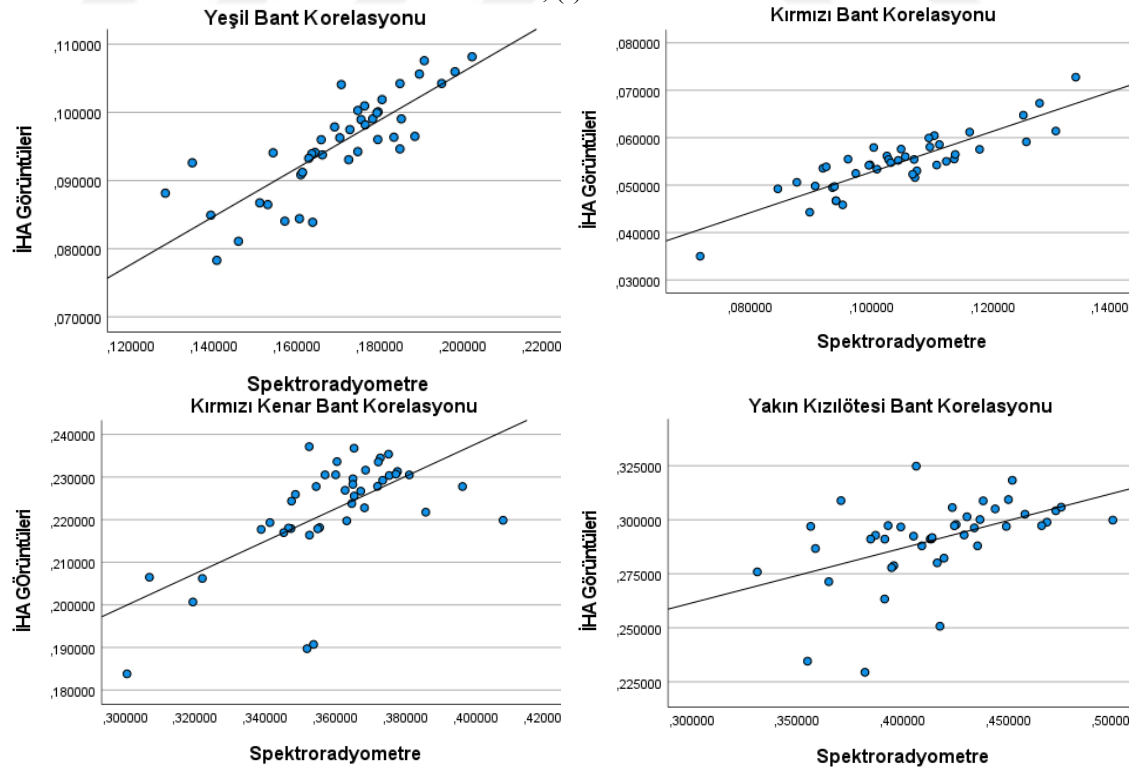
(c)



(d)



Şekil 3.14. Ayçiçeği bitki indeks haritaları, 12 Haziran. (a) CI-RE, (b) GNDVI, (c) LCI, (d) MCARI, (e) NDVI, (f) SAVI



Şekil 3.15. 12/06/2023 İHA Görüntüleri ve Spektoradyometre ölçümleri arasındaki korelasyon grafikleri

Çizelge 3.9 de verilen korelasyon değerlerine ait grafikler Şekil 3.15'te verilmiştir.

Çizelge 3.9. 12/06/2023 Korelasyon analizi sonuçları

		G_SPEC	R_SPEC	RE_SPEC	NIR_SPEC
G_İHA	Correlation Coefficient	,867**	,592	,304	-,056
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	,048	,719
	N	43	43	43	43
R_İHA	Correlation Coefficient	,592	,822**	,094	-,142
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	,547	,364
	N	43	43	43	43
RE_İHA	Correlation Coefficient	,536	,133	,635**	,412
	Sig. (2-tailed)	<.001	,396	<.001	,006
	N	43	43	43	43
NIR_İHA	Correlation Coefficient	,042	-,172	,457	,617**
	Sig. (2-tailed)	,788	,269	,002	<.001
	N	43	43	43	43

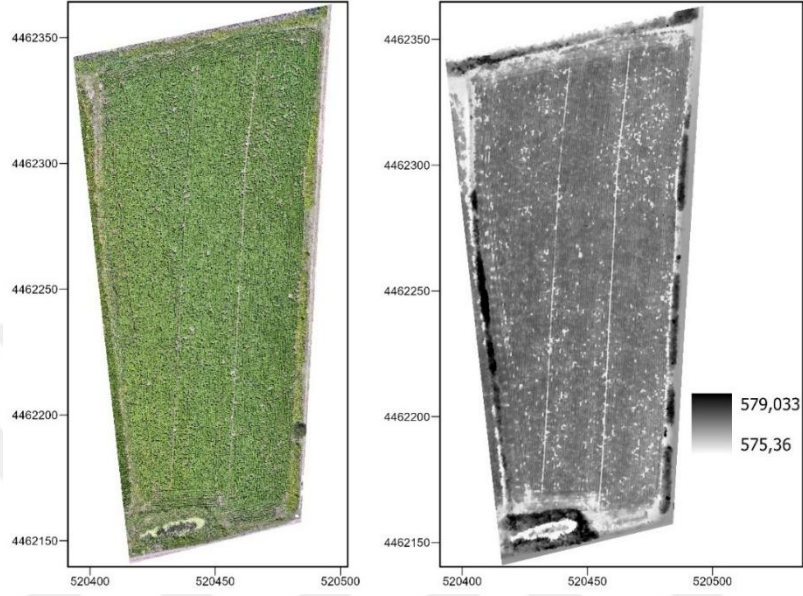
Çizelge 3.9.'da korelasyon analizi sonucunda İHA görüntülerinden elde edilen bantlardan alınan değer ile spektrometre ile yapılan yer ölçümleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayılarına ait değerler yer almaktadır. Buna göre G_İHA ile G_SPEC arasında $r=0.867$ yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir (Şekil 3.18). İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. R_İHA ile R_SPEC arasında $r=0.822$ yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. RE_İHA ile RE_SPEC arasında $r=0.635$ orta pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. NIR_İHA ile NIR_SPEC arasında $r=0.617$ orta pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır (Şekil 3.15).

3.6.3. 3. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (R-3)

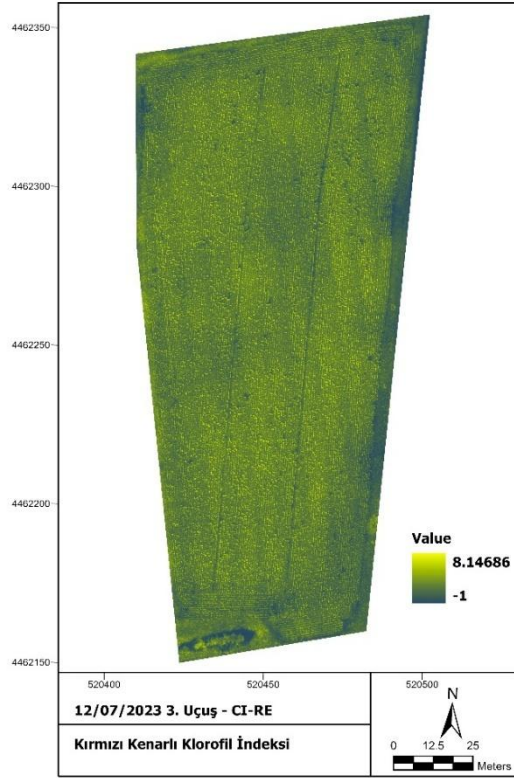
Çalışmanın bu evresi 04/08/2023 tarihinde öğlen 11.30-13.00 saatleri arasında görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Bu evrede ayçiçeği henüz açılmaya başlamamış olan çiçek tablası gövdeye bağlı ve en üstteki yaprak ile tabla arasındaki mesafenin 2.0 cm'den fazla olduğu evredir. İnsansız hava aracı ile görüntüler alınırken eş zamanlı olarak spektrometre ile eş zamanlı olarak yer ölçümleri yapılmaya başlanmıştır. Çalışma sırasında elde edilen görüntü sayıları ve değerlendirme süresine ait bilgiler Çizelge 3.10 de verilmiştir

Çizelge 3.10. 12/07/2023 Tarihine ait uçuş ve değerlendirme bilgileri

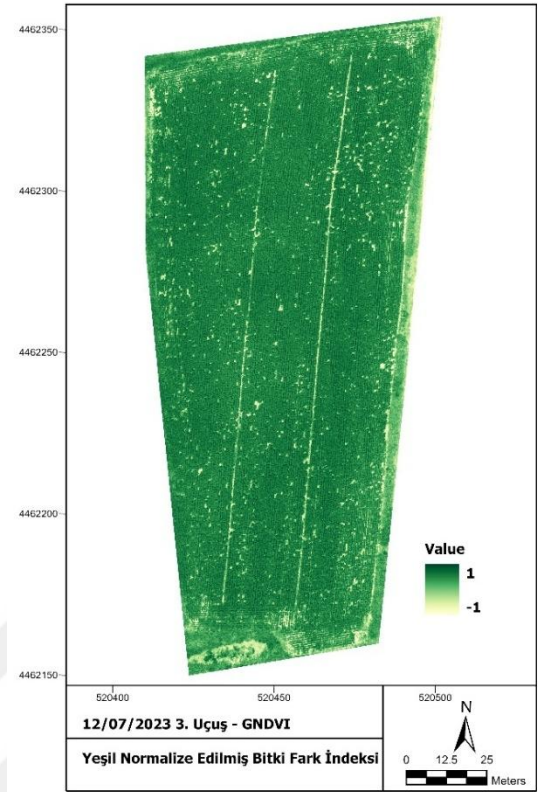
Bilgiler	
Renkli Görüntü Sayısı	625
Çok Bantlı Görüntü Sayısı	2500
Toplam Görüntü Sayısı	3126
Uçuş Yüksekliği	21 metre
Görüntülerin Birleştirilmesi	6.5 Saat

**Şekil 3.16.** 12 Temmuz tarihi çalışma alanı ortofoto (solda) ve SYM (sağda) haritaları

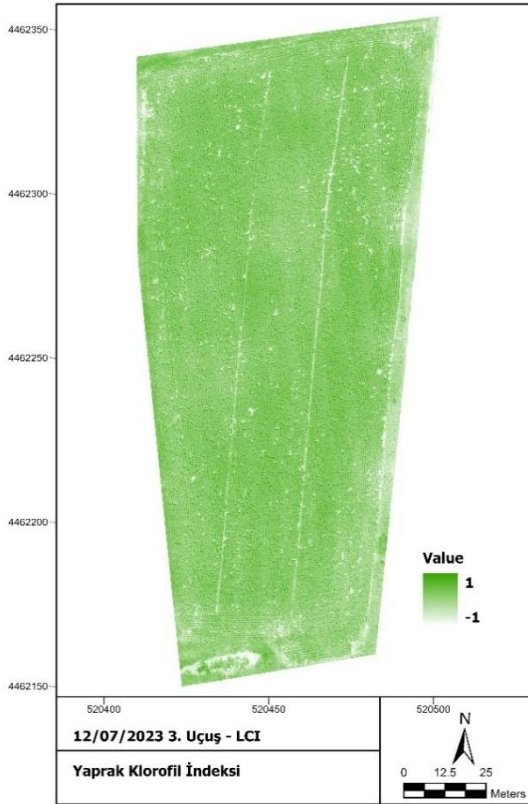
Çalışma alanı temmuz ayı ortalama sıcaklık en yüksek 30.7 °C en düşük ise 15 °C, toplam yağış miktarı 33.3 kg/m², ortalama nispi nem oranı ise % 54.7 olarak ölçülmüştür.



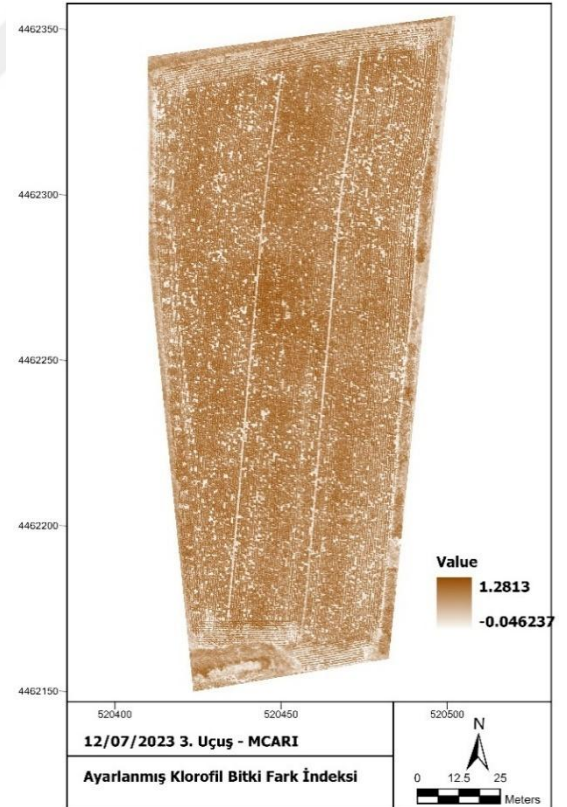
(a)



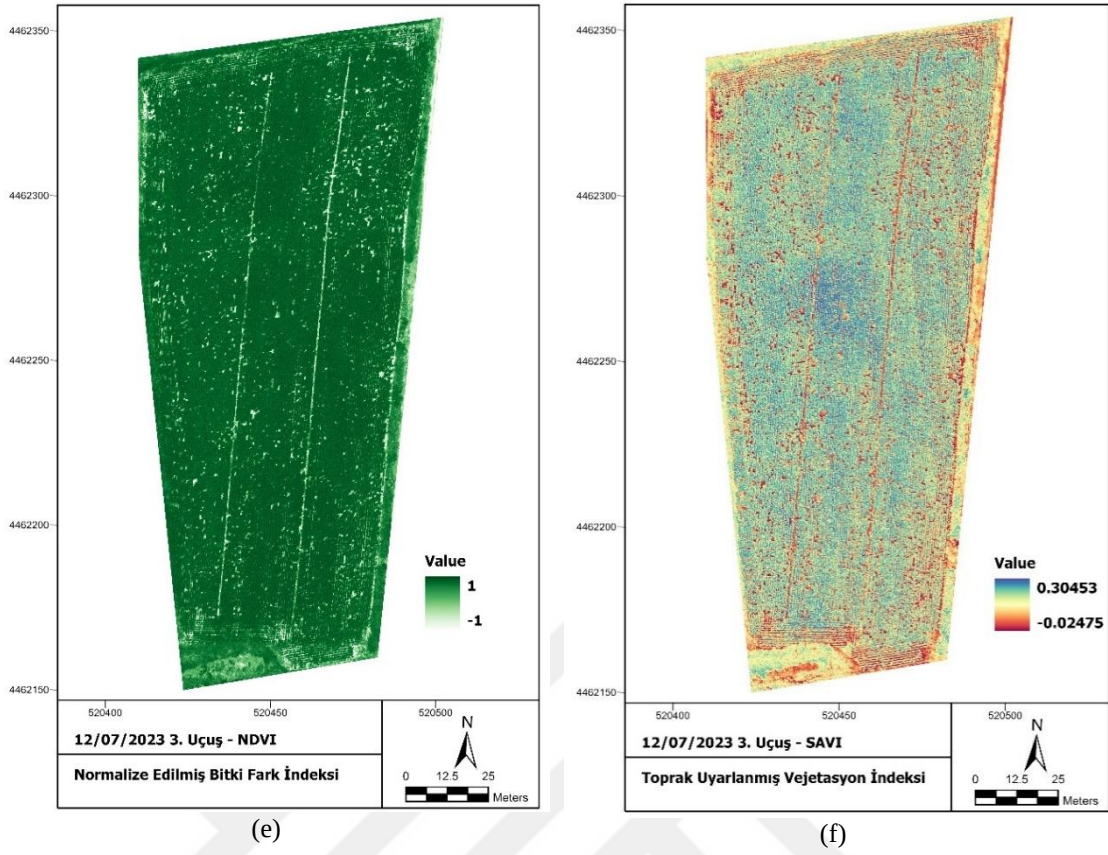
(b)



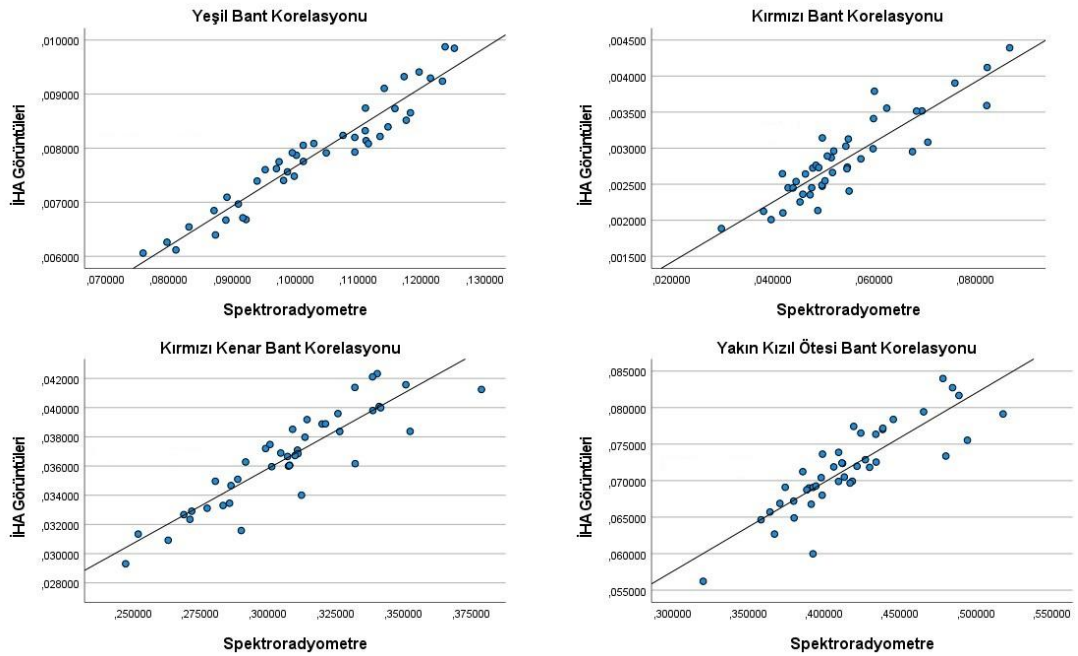
(c)



(d)



Şekil 3.17. Ayçiçeği bitki indeks haritaları, 12 Temmuz. (a) CI-RE, (b) GNDVI, (c) LCI, (d) MCARI, (e) NDVI, (f) SAVI



Şekil 3.18. 12/07/2023 İHA Görüntüleri ve Spektoradyometre ölçümleri arasındaki korelasyon grafikleri

Çizelge 3.11. 12/07/2023 Korelasyon analizi sonuçları

		G_SPEC	R_SPEC	RE_SPEC	NIR_SPEC
G_İHA	Pearson Correlation	,962**	,740	,736	,418
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	,005
	N	43	43	43	43
R_İHA	Pearson Correlation	,788	,892**	,594	,447
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	,003
	N	43	43	43	43
RE_İHA	Pearson Correlation	,754	,481	,899**	,687
	Sig. (2-tailed)	<.001	,001	<.001	<.001
	N	43	43	43	43
NIR_İHA	Pearson Correlation	,604	,477	,763	,856
	Sig. (2-tailed)	<.001	,001	<.001	<.001
	N	43	43	43	43

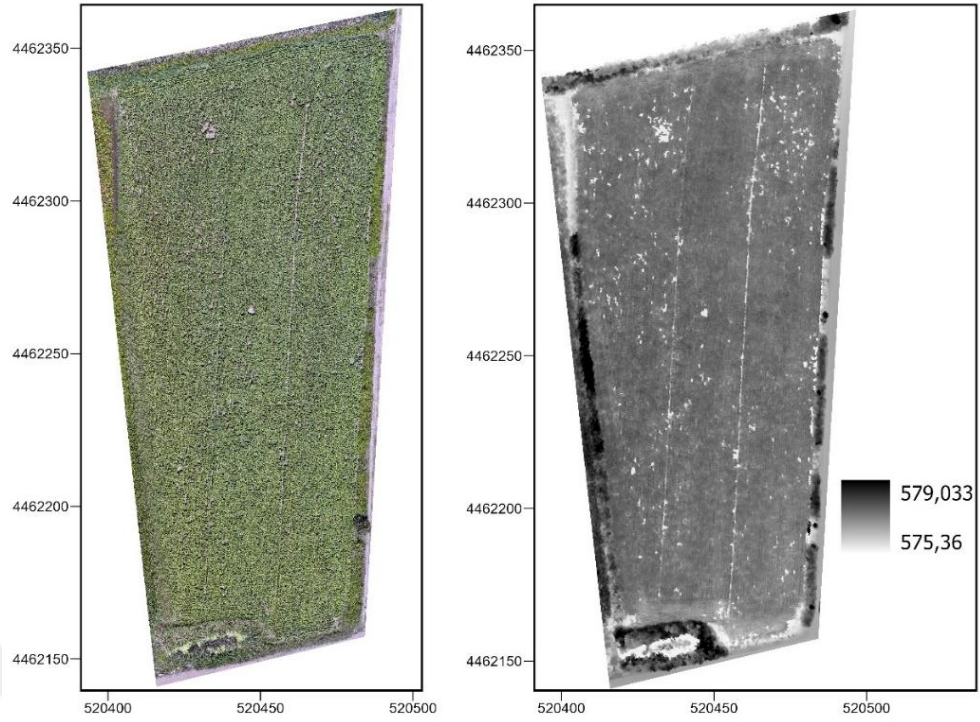
Çizelge 3.11’ de Korelasyon analizi sonucunda İHA görüntülerinden elde edilen bantlardan alınan değer ile spektrometre ile yapılan yer ölçümleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayılarına ait değerler yer almaktadır. Buna göre G_İHA ile G_SPEC arasında $r=0.962$ çok yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. R_İHA ile R_SPEC arasında $r=0.892$ yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. RE_İHA ile RE_SPEC arasında $r=0.899$ yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. NIR_İHA ile NIR_SPEC arasında $r=0.856$ yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır (Şekil 3.18).

3.6.4. 4. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (R-5)

Çalışmanın bu evresi 04/08/2023 tarihinde öğlen 11.30-13.00 saatleri arasında görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Bu evrede Çiçeklenme başlangıç evresi. Çiçeklerin tamamen açtığı veya belirli oranlarla açmaya başlamış olan evredir. İnsansız hava aracı ile görüntüler (Çizelge 3.12.) alınırken eş zamanlı olarak spektrometre ile yer ölçümleri yapılmaya başlanmıştır.

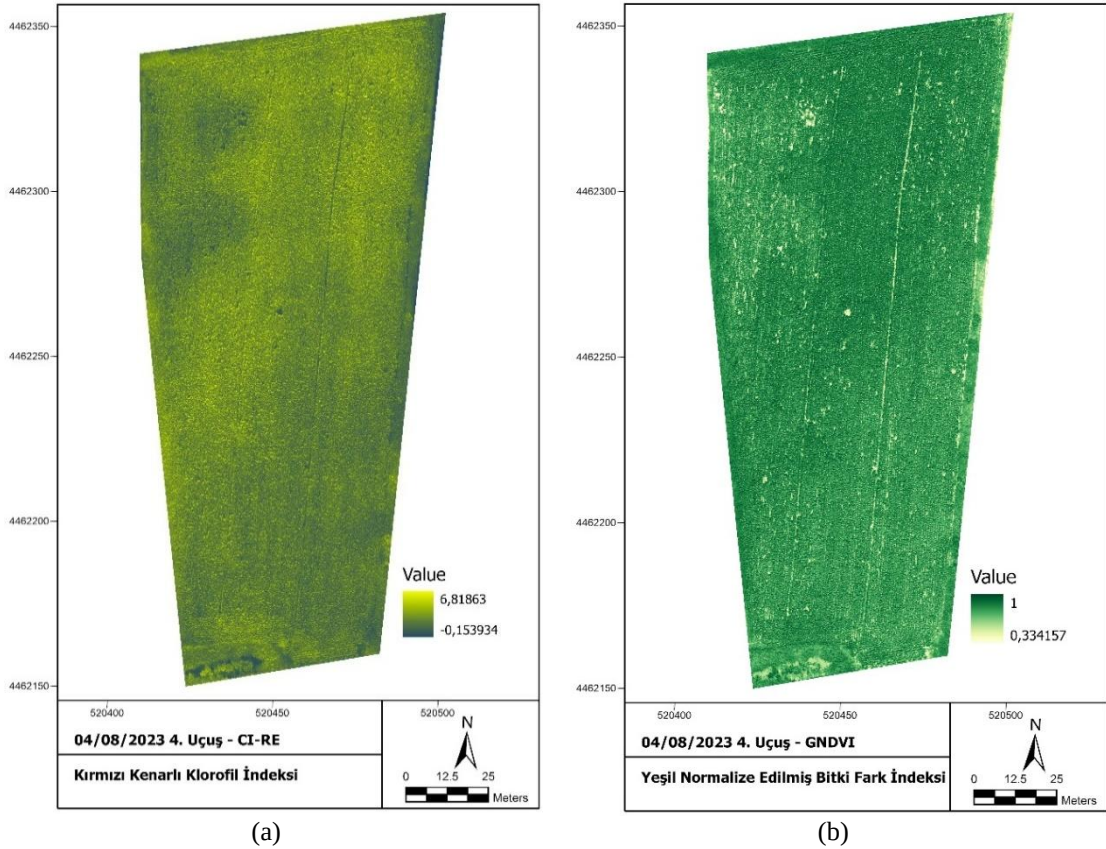
Çizelge 3.12. 04/08/2023 Tarihine ait uçuş ve değerlendirme bilgileri

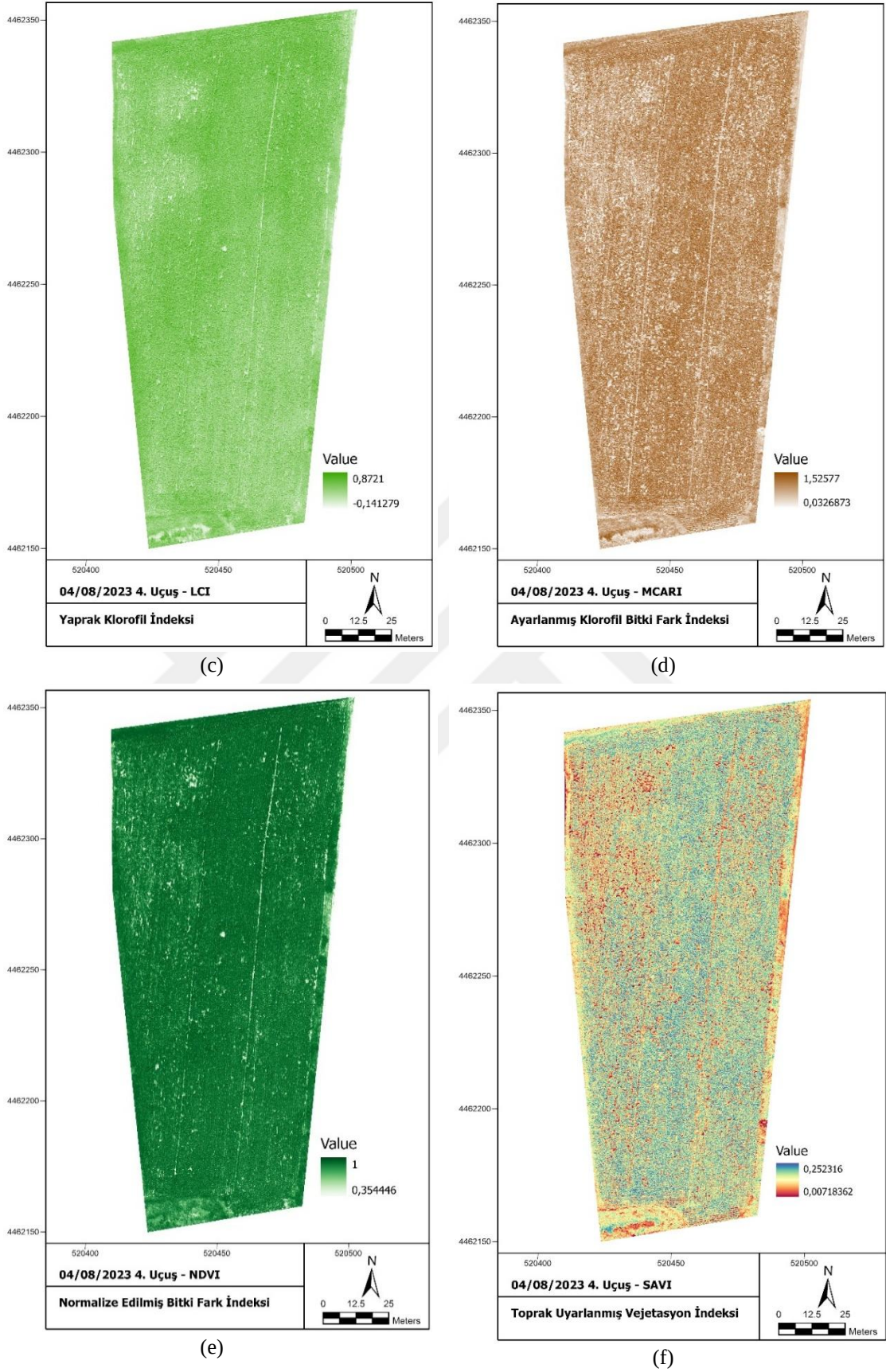
Bilgiler	
Renkli Görüntü Sayısı	625
Çok Bantlı Görüntü Sayısı	2500
Toplam Görüntü Sayısı	3126
Uçuş Yüksekliği	21 metre
Görüntülerin Birleştirilmesi	9 Saat



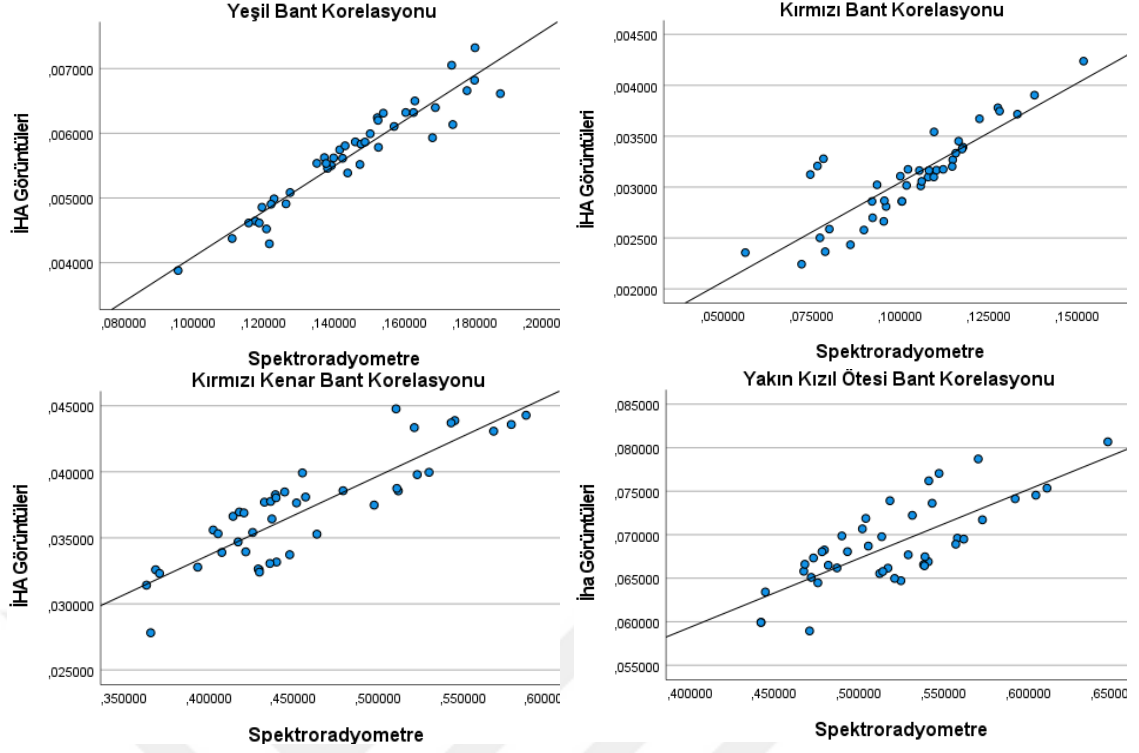
Şekil 3.19. 4 Ağustos tarihi çalışma alanı ortofoto (solda) ve SYM (sağda) haritaları

Çalışma alanı ağustos ayı ortalama sıcaklık en yüksek 34,2 °C en düşük ise 17,3 °C, toplam yağış miktarı 26,6 kg/m², ortalama nispi nem oranı ise %52 olarak ölçülmüştür.





Şekil 3.20. Ayçiçeği bitki indeks haritaları, 4 Ağustos. (a) CI-RE, (b) GNDVI, (c) LCI, (d) MCARI, (e) NDVI, (f) SAVI



Şekil 3.21. 04/08/2023 İHA Görüntüleri ve Spektrodymetre ölçümleri arasındaki korelasyon grafikleri

Çizelge 3.13. 04/08/2023 Korelasyon analizi sonuçları

		G_SPEC	R_SPEC	RE_SPEC	NIR_SPEC
G_İHA	Pearson Correlation	,953**	,767**	,767**	,298
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	,052
	N	43	43	43	43
R_İHA	Pearson Correlation	,866**	,821**	,762**	,380*
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	,012
	N	43	43	43	43
RE_İHA	Pearson Correlation	,832**	,664**	,834**	,549**
	Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001	<.001
	N	43	43	43	43
NIR_İHA	Pearson Correlation	,368*	,280	,570**	,704**
	Sig. (2-tailed)	,015	,069	<.001	<.001
	N	43	43	43	43

Çizelge 3.13'te de Korelasyon analizi sonucunda İHA görüntülerinden elde edilen bantlardan alınan değer ile spektrodymetre ile yapılan yer ölçümleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayılarına ait değerler yer almaktadır. Buna göre G_İHA ile G_SPEC arasında $r=0.953$ çok yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. R_İHA ile R_SPEC arasında $r=0.821$ yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. RE_İHA ile RE_SPEC arasında $r=0.834$ yüksek çok güçlü pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig}<0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır. NIR_İHA ile NIR_SPEC arasında $r=0.704$

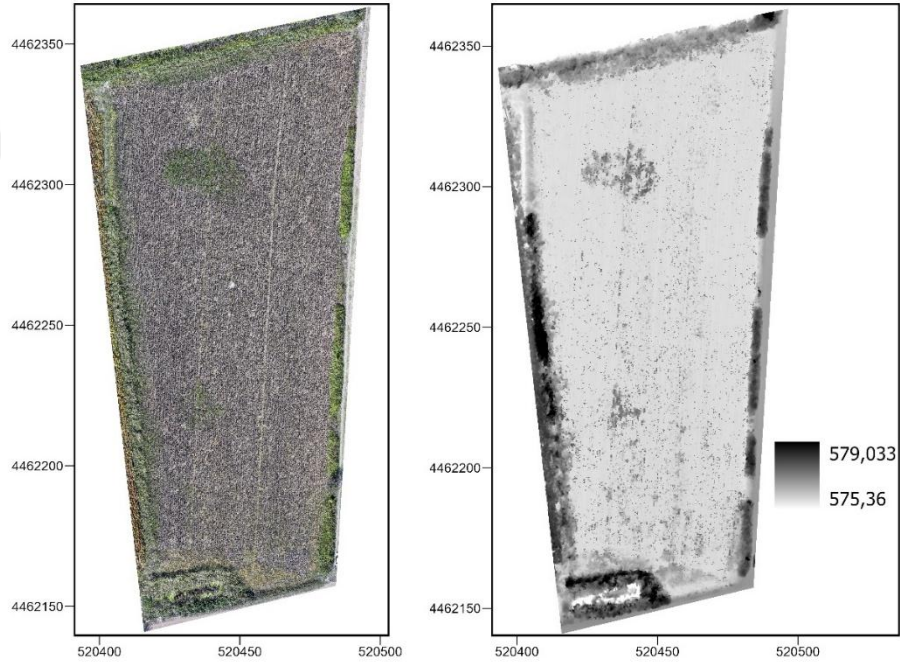
yüksek çok güçlü pozitif ilişki olduğu görülmektedir. İstatistiksel anlamlılık değeri $\text{sig} < 0.001$ olduğundan bu ilişki anlamlıdır (Şekil 3.21).

3.6.5. 5. Arazi Çalışmasına Ait Veriler (R-9)

Çalışmanın bu evresinde, 21/09/2023 tarihinde öğlen 11.30-13.00 saatleri arasında görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Bu evre, brakte yapraklarının sarı ve kahve rengine dönüştüğü, fizyolojik olgunluğun sona erdiği hasat evresidir. İnsansız hava aracı ile görüntüler alınırken (Çizelge 3.14) eş zamanlı olarak spektrometre ile yer ölçümleri yapılmaya başlanmıştır.

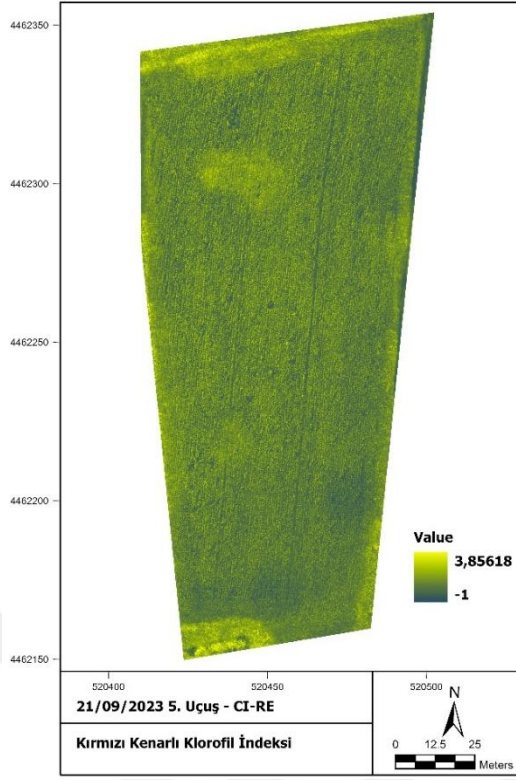
Çizelge 3.14. 21/09/2023 Tarihine ait uçuş ve değerlendirme bilgileri

Bilgiler	
Renkli Görüntü Sayısı	645
Çok Bantlı Görüntü Sayısı	2500
Toplam Görüntü Sayısı	3225
Uçuş Yüksekliği	21 metre
Görüntülerin Birleştirilmesi	9 Saat

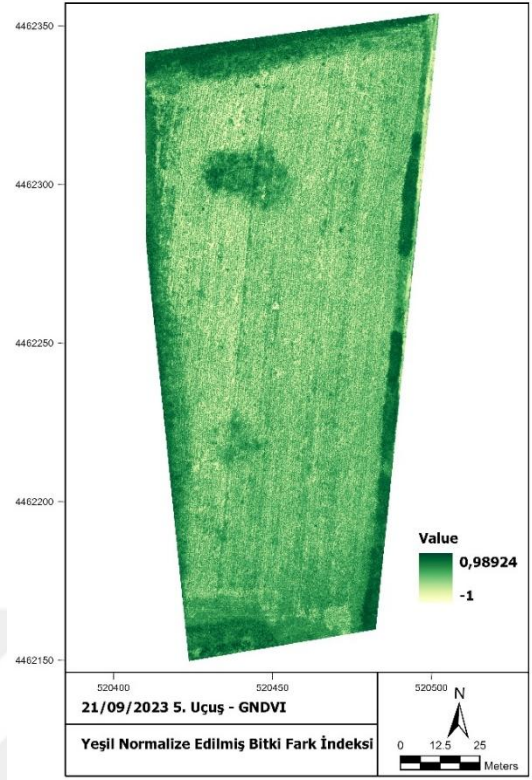


Şekil 3.22. 21 Eylül tarihi çalışma alanı ortofoto (solda) ve SYM (sağda) haritaları

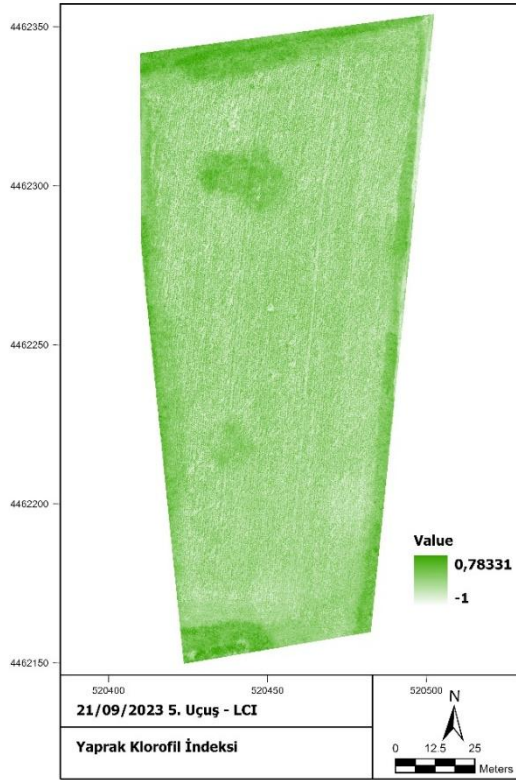
Çalışma alanı eylül ayı ortalama sıcaklık en yüksek 28.5 °C en düşük ise 13.1 °C, toplam yağış miktarı 225.1 kg/m², ortalama nispi nem oranı ise % 54.6 olarak ölçülmüştür.



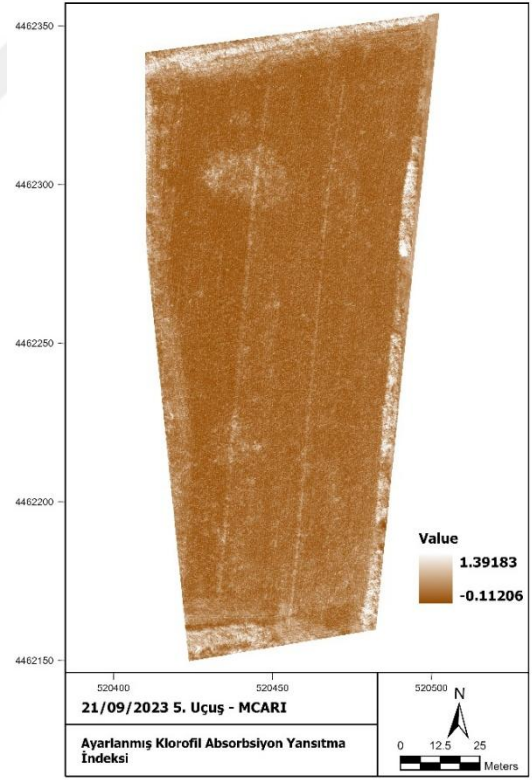
(a)



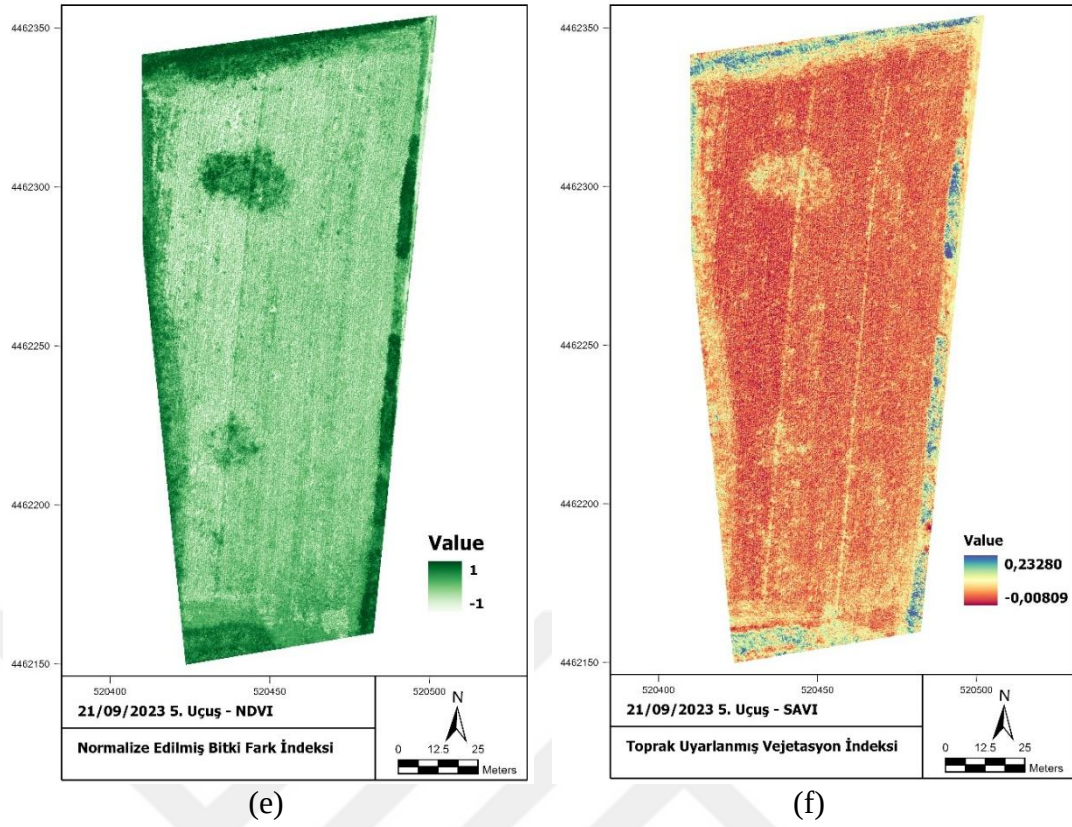
(b)



(c)



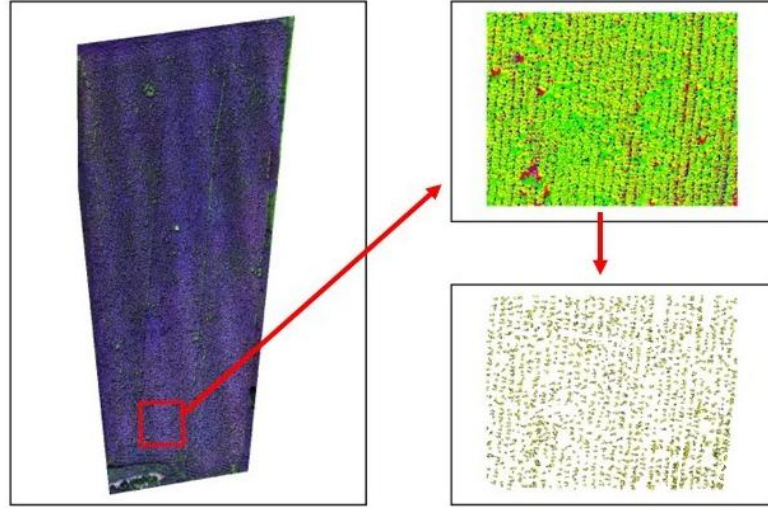
(d)



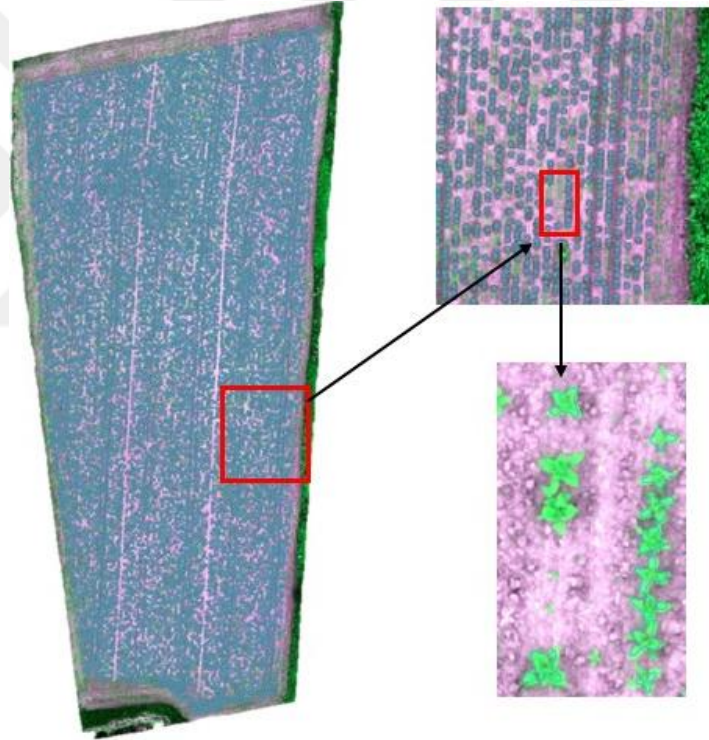
Şekil 3.23. Ayçiçeği bitki indeks haritaları, 21 Eylül 2023. (a) CI-RE, (b) GNDVI, (c) LCI, (d) MCARI, (e) NDVI, (f) SAVI

3.6.6. Bitki Sayımı

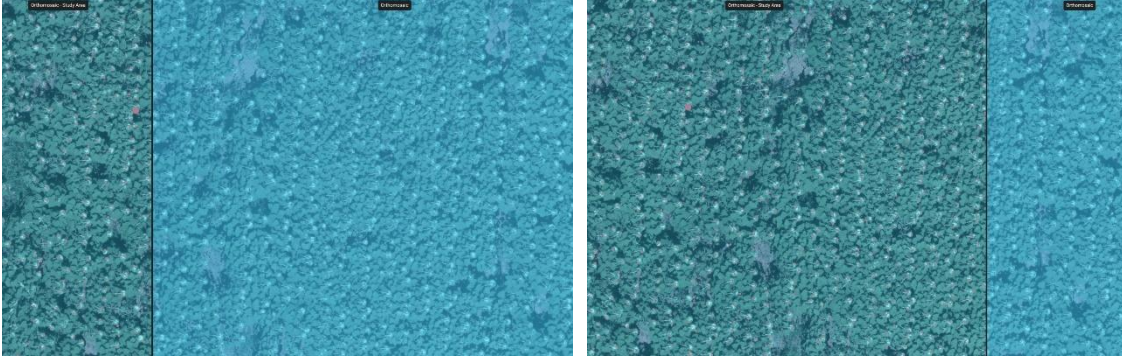
Çalışma alanında 3 farklı deneme sahası varken bu sahalar kendi içerisinde 10'a bölünmüştür ve bu bölünen alanlar verim tahmininde kullanılmıştır. Oluşturulan 30 parselin alanı birbirine yakın olsa da regresyon modelinde parsellerden elde edilen verim değil o parsellerin 1 daa'da vereceği ürün miktarı hesaplanmıştır (Çizelge 4.7). Parsellerdeki ayçiçeği sayımı QGIS ve Pix4D Field yazılımlarında (QGIS otomatik, Pix4D Field manuel) yapılmıştır (Şekil 3.24. ve Şekil 3.26). Ayrıca Solvi Şirketinin yazılımında PlantAI modülü kullanılarak sayımlar (Şekil 3.25) yapılarak Çizelge 4.10. de verilmiştir. Regresyon modeli Pix4D Field sonuçlarına göre hesaplatılmıştır.



Şekil 3.24. Taç sayımı QGIS’de yapılan bir alanın segmentasyon görüntüsü



Şekil 3.25. Solvi PlantAI ile yapılan bitki sayımı ekran görüntüsü



Şekil 3.26. Taç sayımı Pi4D Field ile sayım yapılan alanın örnek görüntüsü

3.6.7. Verim Tahmini

Tez çalışmasında iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi inceleyen lineer regresyon modeli kurulmuştur. İHA görüntülerinden elde edilen bitki örtüsü indeksleri ile verim değerleri arasında lineer regresyon modeli kurulmuştur. Lineer regresyon modelinin denklemi 3.3 eşitliğinde verilmiştir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (3.3)$$

Lineer regresyon modelinde bağımlı değişken (Y) ile bağımsız değişken (X) arasında bir ilişki kurulur. β_0 ve β_1 değerleri eğimi bilinmeyen katsayıları, ε ise rastgele hata bileşenini ifade eder.

Pix4D Field programında üretilen bitki indeks değerleriyle oluşturulan çizelge SPSS programında analiz edilmiştir. Üretilen 30 adet endeks değerinin 3 tanesi verim tahmininin sonucunu karşılaştırmak için ayrılmıştır, kalan 27 adet endeks değeri lineer regresyon modeli kurulmuştur. Regresyon modeli doğruluğu denklem 3.4'teki şekilde hesaplanmıştır.

Sezon sonu elde edilen test alanları verim değerleri çizelge 4.7'de vermiştir.

$$\text{Doğruluk} = \left(1 - \frac{|\text{Tahmini Verim} - \text{Gerçek Verim}|}{\text{Gerçek Verim}} \right) \times 100 \quad (\text{Kaya ve Polat, 2021}) \quad (3.4)$$

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bitki indeks haritalarından her bir parsel için hesaplanan indeks değerleri çizelge 4.1, 4.3, 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.1. SAVI ve CI-RE bitki indeks değerleri

Saha No /Günler	SAVI2 12	SAVI3 12	SAVI4 4	SAVI5 21	CI-RE2 12	CI-RE3 12	CI-RE4 4	CI-RE5 21
	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
1_1	0.119	0.126	0.131	0.054	0.295	1.081	1.114	0.838
1_2	0.107	0.128	0.132	0.048	0.287	1.134	1.111	0.785
1_3	0.124	0.137	0.138	0.044	0.299	1.172	1.169	0.849
1_4	0.124	0.141	0.133	0.042	0.300	1.254	1.150	0.858
1_5	0.127	0.137	0.129	0.041	0.301	1.250	1.263	0.876
1_6	0.123	0.143	0.135	0.039	0.298	1.249	1.277	0.901
1_7	0.117	0.136	0.129	0.041	0.292	1.226	1.392	0.906
1_8	0.111	0.130	0.129	0.042	0.273	1.162	1.428	0.845
1_9	0.117	0.136	0.134	0.041	0.279	1.169	1.442	0.917
2_1	0.129	0.137	0.139	0.049	0.299	1.202	1.178	0.821
2_2	0.121	0.136	0.139	0.046	0.289	1.227	1.175	0.853
2_3	0.114	0.140	0.138	0.045	0.289	1.275	1.188	0.896
2_4	0.116	0.141	0.137	0.042	0.285	1.263	1.248	0.903
2_5	0.117	0.143	0.135	0.041	0.285	1.208	1.318	0.901
2_6	0.120	0.158	0.140	0.040	0.279	1.223	1.344	0.937
2_7	0.119	0.150	0.138	0.040	0.275	1.149	1.384	0.916
2_8	0.123	0.145	0.137	0.044	0.285	1.114	1.384	0.965
2_9	0.121	0.146	0.138	0.037	0.285	1.192	1.454	0.925
3_1	0.130	0.132	0.129	0.043	0.299	1.180	1.205	0.871
3_2	0.132	0.140	0.130	0.042	0.311	1.223	1.320	0.928
3_3	0.123	0.145	0.130	0.037	0.304	1.155	1.427	0.931
3_4	0.130	0.142	0.125	0.037	0.298	1.197	1.411	0.920
3_5	0.128	0.147	0.119	0.036	0.281	1.211	1.298	0.908
3_6	0.121	0.140	0.110	0.036	0.288	1.263	1.151	0.894
3_7	0.119	0.139	0.115	0.047	0.301	1.250	1.287	0.993
3_8	0.114	0.139	0.115	0.041	0.279	1.236	1.276	0.937
3_9	0.113	0.139	0.112	0.038	0.269	1.230	1.229	0.884

Model performansının doğruluğunun belirlenmesinde çizelge 4.2'deki parsellerin indeks değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Test Alanları SAVI ve CI-RE bitki indeks değerleri

Saha No	SAVI2	SAVI3	SAVI4	SAVI5	CI-RE2	CI-RE3	CI-RE4	CI-RE5
1_10	0.107	0.131	0.127	0.041	0.268	1.187	1.428	0.861
2_10	0.119	0.147	0.141	0.039	0.278	1.213	1.409	0.927
3_10	0.120	0.135	0.125	0.045	0.290	1.179	1.403	0.996

Çizelge 4.3. NDVI ve MCARI bitki indeks değerleri

Saha No /Günler	NDVI2 12 Haziran	NDVI3 12 Temmuz	NDVI4 4 Ağustos	NDVI5 21 Eylül	MCARI2 12 Haziran	MCARI3 12 Temmuz	MCARI4 4 Ağustos	MCARI5 21 Eylül
1_1	0.243	0.939	0.936	0.757	0.162	0.442	0.686	0.265
1_2	0.218	0.892	0.890	0.728	0.134	0.452	0.693	0.232
1_3	0.249	0.932	0.916	0.716	0.171	0.482	0.723	0.210
1_4	0.250	0.925	0.861	0.712	0.182	0.497	0.695	0.201
1_5	0.256	0.920	0.915	0.708	0.191	0.486	0.668	0.196
1_6	0.246	0.927	0.937	0.707	0.174	0.507	0.706	0.189
1_7	0.237	0.883	0.816	0.711	0.160	0.481	0.668	0.198
1_8	0.230	0.810	0.820	0.713	0.149	0.457	0.667	0.204
1_9	0.240	0.830	0.742	0.713	0.160	0.480	0.695	0.197
2_1	0.259	0.930	0.882	0.739	0.187	0.483	0.728	0.237
2_2	0.243	0.810	0.761	0.725	0.170	0.478	0.727	0.222
2_3	0.230	0.923	0.751	0.726	0.154	0.496	0.724	0.219
2_4	0.238	0.850	0.791	0.711	0.161	0.500	0.719	0.201
2_5	0.237	0.845	0.820	0.709	0.162	0.510	0.703	0.198
2_6	0.238	0.870	0.813	0.711	0.169	0.566	0.727	0.196
2_7	0.237	0.873	0.884	0.703	0.169	0.534	0.718	0.192
2_8	0.251	0.915	0.922	0.737	0.183	0.513	0.711	0.214
2_9	0.247	0.916	0.875	0.693	0.186	0.518	0.719	0.179
3_1	0.270	0.910	0.890	0.718	0.192	0.464	0.676	0.205
3_2	0.269	0.917	0.890	0.717	0.193	0.496	0.678	0.204
3_3	0.253	0.880	0.848	0.704	0.178	0.512	0.673	0.179
3_4	0.266	0.875	0.850	0.698	0.198	0.502	0.648	0.177
3_5	0.262	0.927	0.870	0.684	0.193	0.522	0.614	0.169
3_6	0.248	0.911	0.946	0.681	0.174	0.493	0.563	0.169
3_7	0.244	0.916	0.947	0.759	0.163	0.489	0.593	0.232
3_8	0.237	0.916	0.935	0.722	0.156	0.489	0.595	0.202
3_9	0.256	0.910	0.921	0.687	0.158	0.489	0.575	0.183

Model performansının doğruluğunun belirlenmesinde çizelge 4.4.’deki parsellerin indeks değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.4. Test Alanları NDVI ve MCARI bitki indeks değerleri

Saha No	NDVI2	NDVI3	NDVI4	NDVI5	MCARI2	MCARI3	MCARI4	MCARI5
1_10	0.203	0.821	0.774	0.709	0.138	0.459	0.655	0.196
2_10	0.243	0.894	0.872	0.702	0.177	0.521	0.730	0.189
3_10	0.265	0.920	0.913	0.752	0.173	0.477	0.648	0.223

Çizelge 4.5. LCI ve GNDVI bitki indeks değerleri

Saha No /Günler	LCI2 12 Haziran	LCI3 12 Temmuz	LCI4 4 Ağustos	LCI5 21 Eylül	GNDVI2 12 Haziran	GNDVI3 12 Temmuz	GNDVI4 4 Ağustos	GNDVI5 21 Eylül
1_1	0.142	0.488	0.496	0.394	0.306	0.809	0.864	0.785
1_2	0.136	0.500	0.495	0.372	0.296	0.810	0.863	0.763
1_3	0.144	0.508	0.508	0.385	0.313	0.818	0.869	0.758
1_4	0.145	0.528	0.503	0.386	0.295	0.826	0.867	0.745
1_5	0.146	0.525	0.525	0.390	0.293	0.819	0.871	0.737
1_6	0.143	0.527	0.531	0.395	0.300	0.825	0.879	0.744
1_7	0.140	0.519	0.550	0.398	0.299	0.815	0.880	0.750
1_8	0.132	0.502	0.556	0.383	0.289	0.809	0.882	0.746
1_9	0.135	0.506	0.559	0.400	0.299	0.811	0.883	0.745
2_1	0.145	0.516	0.510	0.384	0.311	0.826	0.870	0.772
2_2	0.140	0.521	0.510	0.389	0.298	0.823	0.870	0.761
2_3	0.138	0.531	0.513	0.399	0.293	0.825	0.874	0.761
2_4	0.138	0.527	0.525	0.397	0.292	0.817	0.877	0.749
2_5	0.138	0.517	0.537	0.395	0.292	0.811	0.884	0.738
2_6	0.135	0.522	0.543	0.404	0.289	0.824	0.891	0.735
2_7	0.134	0.505	0.551	0.397	0.285	0.819	0.891	0.733
2_8	0.139	0.496	0.551	0.417	0.287	0.816	0.890	0.755
2_9	0.139	0.513	0.563	0.397	0.275	0.813	0.892	0.727
3_1	0.146	0.509	0.515	0.391	0.311	0.815	0.870	0.760
3_2	0.151	0.519	0.538	0.404	0.318	0.820	0.882	0.752
3_3	0.146	0.506	0.557	0.400	0.304	0.820	0.886	0.738
3_4	0.146	0.513	0.553	0.397	0.299	0.817	0.883	0.733
3_5	0.139	0.517	0.530	0.390	0.296	0.820	0.877	0.726
3_6	0.140	0.526	0.499	0.387	0.294	0.822	0.864	0.725
3_7	0.144	0.525	0.528	0.430	0.305	0.827	0.871	0.779
3_8	0.135	0.521	0.526	0.407	0.292	0.825	0.870	0.749
3_9	0.131	0.519	0.515	0.386	0.283	0.818	0.865	0.729

Model performansının doğruluğunun belirlenmesinde çizelge 4.6.'daki parsellerin indeks değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.6. Test Alanları LCI ve GNDVI bitki indeks değerleri

Saha No	LCI2	LCI3	LCI4	LCI5	GNDVI2	GNDVI3	GNDVI4	GNDVI5
1_10	0.129	0.508	0.555	0.386	0.288	0.809	0.882	0.745
2_10	0.136	0.519	0.556	0.399	0.278	0.818	0.894	0.735
3_10	0.141	0.508	0.552	0.428	0.297	0.807	0.882	0.765

Çizelge 4.7. Çalışma alanında oluşturulan parsellerin verim bilgileri

Parsel no	1_1	1_2	1_3	1_4	1_5	1_6	1_7	1_8	1_9
Verim (kg/daa)	413 kg	388 kg	408 kg	385 kg	410 kg	414 kg	354 kg	320 kg	334 kg
Parsel no	2_1	2_2	2_3	2_4	2_5	2_6	2_7	2_8	2_9
Verim (kg/daa)	395 kg	347 kg	338 kg	344 kg	335 kg	362 kg	379 kg	405 kg	381 kg
Parsel no	3_1	3_2	3_3	3_4	3_5	3_6	3_7	3_8	3_9
Verim (kg/daa)	399 kg	372 kg	366 kg	363 kg	382 kg	421 kg	421 kg	417 kg	402 kg

Regresyon modelinin doğruluğunun hesaplanmasında (Çizelge 4.8) üç alan kullanılmıştır. Modelin doğruluğu aşağıdaki denklemle hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8. Test alanları verim değerleri

Parsel no	1_10	2_10	3_10
Verim (kg/daa)	328 kg	396 kg	410 kg

Oluşturulan doğrusal regresyon modelinde bağımlı değişken verim üzerinde etkisi olduğu düşünülen, bağımsız değişkenler (GNDVI5, GNDVI4, GNDVI3, GNDVI2, NDVI5, NDVI4, NDVI3, NDVI2, LCI5, LCI3, LCI2, CIRE5, CIRE4, CIRE3, CIRE2, MCARI5, MCARI4, MCARI3, MCARI2, SAVI5, SAVI4, SAVI3, SAVI2) modele dahil edildiğinde, modelin korelasyonu $R = 0.99$ olduğu görülmüştür. Bu durumda bağımsız değişkenlerde meydana gelecek 1 br değişimin bağımlı değişken verim üzerinde 0.99'luk değişime neden olacağı bulunmuştur. Oluşturulan regresyon modelinin $\text{sig} < 0.05$ ($\text{sig} = 0.005$) olduğundan model istatistiksel olarak anlamlıdır. Bağımsız değişkenlerde önemlilik derecesi $\text{sig} < 0.05$ ($\text{sig} = 0.001$) olan NDVI4, R^2 değeri 0.89'dur. Bu sonuca göre NDVI4 en yüksek determinasyon katsayısı sahip olduğu görülmektedir. NDVI4 determinasyon katsayısına göre oluşturulan verim tahmin formülü;

$$Y_{1_10} = 459.781 \times 0.774 - 19.156 = 336.715 \text{ kg / daa} \quad (3.3)$$

$$Y_{2_10} = 459.781 \times 0.872 - 19.156 = 381.773 \text{ kg / daa} \quad (3.4)$$

$$Y_{3_10} = 459.781 \times 0.913 - 19.156 = 400.624 \text{ kg / daa} \quad (3.5)$$

Hesaplanan verim değerleri ile gerçek verim değerleri karşılaştırıldığına, 1_10 numaralı arazide %97.34, 2_10 numaralı arazide %96.40, 3_10 numaralı arazide %97.71 doğruluk değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. NDVI4 Verim tahmini ve doğruluk değerleri

Arazi No	Hesaplanan Verim (kg/daa)	Gerçek Verim (kg/daa)	Doğruluk (%)
1_10	336.72	328	97.34
2_10	381.77	396	96.40
3_10	400.62	410	97.71

Çizelge 4.10. Bitki sayımı (adet)

Alan No	Pix4D Field	Solvi PlantAI	QGİS (OTB)
1_1	1343	1470	1494
1_2	1261	1364	1391
1_3	1325	1356	1504
1_4	1250	1443	1371
1_5	1332	1471	1468
1_6	1347	1462	1436
1_7	1151	1271	1252
1_8	1041	1135	1241
1_9	1067	1175	1166
2_1	1286	1340	1390
2_2	1194	1332	1252
2_3	1052	1150	1168
2_4	1026	1084	1210
2_5	1044	1153	1141
2_6	1016	1110	1150
2_7	1098	1192	1162
2_8	1148	1190	1059
2_9	1227	1347	1187
3_1	1202	1321	1158
3_2	1246	1382	1321
3_3	1078	1154	1152
3_4	978	1001	1024
3_5	964	943	960
3_6	981	901	935
3_7	1033	953	982
3_8	1138	1225	1031
3_9	1139	1240	1040

1_10 numaralı araziye ait 1 daa'nın verim tahmin bilgileri çizelge 4.11.'de verilmiştir. Çizelge 4.11'de (*) ile işaretlenen korelasyon ve determinasyon katsayısı değerlerine sahip CIRE4, NDVI3 ve NDVI4 indekslerine aittir. NDVI4 Sig. değeri < 0.05 olması bu değerlerin anlamlı olduğunu yansıtmaktadır. Model tahmin doğruluk oranı %85 üzeri olan değerler koyu renkli yazılmıştır ancak bu tahminlerin R ve R2 değerleri düşük olduğu için dikkate alınmamıştır. Bu nedenle 3.3 Formülünde sadece NDVI4 değeri kullanılarak oluşturulan verim tahmin modeli kullanılmıştır. 2. Uçuş İHA verilerinden elde edilen yansıma değerleri ile verim tahminin yapılamaması, henüz

vejetatif evrede olması ve verim tahmini hakkında bilgi alabilmek için erken olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. 11. 1_10 Numaralı araziye verim tahmin modeli bilinmeyenler ve verim tahmin bilgileri

İndeks	EVRE	B ₀	B ₁	İndeks Değeri	R	R ²	Sig	Hesaplanan Verim	Doğruluk
SAVI	SAVI2	233.65	1293.82	0.11	0.27	0.07	0.18	372.08	86.56
	SAVI3	423.94	-315.77	0.13	0.07	0.01	0.73	382.57	83.36
	SAVI4	572.75	-1481.62	0.13	0.43	0.18	0.03	384.59	82.75
	SAVI5	343.37	868.60	0.04	0.12	0.01	0.54	378.98	84.46
CIRE	CIRE2	142.41	819.16	0.27	0.29	0.08	0.15	361.95	89.65
	CIRE3	401.40	-18.40	1.19	0.03	0.00	0.88	379.56	84.28
	CIRE4	533.35	-119.73	1.43	0.42*	0.18*	0.03*	362.37	89.52
	CIRE5	355.37	27.32	0.86	0.04	0.00	0.84	378.89	84.48
NDVI	NDVI2	181.65	804.09	0.20	0.33	0.11	0.09	344.88	94.85
	NDVI3	-183.26	629.48	0.82	0.78*	0.61*	<0.001*	333.54	98.31
	NDVI4	-19.16	459.78	0.77	0.92*	0.85*	<0.001*	336.71	97.34
	NDVI5	196.33	256.83	0.71	0.16	0.03	0.42	378.43	84.63
MCARI	MCARI2	298.93	471.80	0.14	0.25	0.06	0.22	364.04	89.01
	MCARI3	435.23	-112.18	0.46	0.10	0.01	0.64	383.74	83.01
	MCARI4	552.39	-254.73	0.66	0.41	0.17	0.32	385.54	82.46
	MCARI5	346.22	165.81	0.20	0.12	0.01	0.55	378.72	84.54
LCI	LCI2	124.53	1820.09	0.13	0.30	0.09	0.13	359.32	90.45
	LCI3	400.89	-40.91	0.51	0.02	0.00	0.94	380.10	84.12
	LCI4	717.89	-638.90	0.56	0.45	0.20	0.02*	363.30	89.24
	LCI5	261.71	298.76	0.39	0.11	0.01	0.58	377.03	85.05
GNDVI	GNDVI2	217.63	546.42	0.29	0.18	0.03	0.38	375.00	85.67
	GNDVI3	-1080.08	1783.59	0.81	0.33	0.11	0.09	362.84	89.38
	GNDVI4	1707.30	-1514.56	0.88	0.46	0.21	0.17	371.46	86.75
	GNDVI5	147.62	310.45	0.75	0.16	0.03	0.42	378.90	84.48

2_10 numaralı araziye ait 1 daa'nın verim tahmin bilgileri çizelge 4.12.'de verilmiştir. 1_10 numaralı arazide olduğu gibi NDVI4 indeksi yüksek R ve R² değerlerine sahiptir. Çizelgede (*) ile işaretli olan korelasyon ve determinasyon katsayısı değerleri sahip NDVI3 ve NDVI4 indeksine aittir. NDVI3 ve NDVI4 Sig. değeri < 0.05 olması bu değerlerin anlamlı olduğunu yansıtmaktadır. Bu iki indeks değerlerinden daha yüksek doğruluk oranına sahip olan NDVI4 değeri kullanılarak oluşturulan verim tahmin modeli kullanılmıştır. Oluşturulan regresyon modeli ile yapılan hesaplamalarda tüm

indeks değerleri 0.80 üzeri de doğruluk değerine sahip olduğu görölmüş ancak anlamlılık değerler $\text{sig} > 0.05$ olduğundan istatikselsel olarak anlamlı değildir.

Çizelge 4.12. 2_10 Numaralı araziye verim tahmin modeli bilinmeyenler ve verim tahmin bilgileri

İndeks	EVRE	B ₀	B ₁	İndeks Değeri	R	R ²	Sig	Hesaplanan Verim	Doğruluk
SAVI	SAVI2	233.65	1293.82	0.12	0.27	0.07	0.18	387.61	97.88
	SAVI3	423.94	-315.77	0.15	0.07	0.01	0.73	377.52	95.33
	SAVI4	572.75	-1481.62	0.14	0.43	0.18	0.03	363.85	91.88
	SAVI5	343.37	868.60	0.04	0.12	0.01	0.54	377.24	95.26
CIRE	CIRE2	142.41	819.16	0.28	0.29	0.08	0.15	370.14	93.47
	CIRE3	401.40	-18.40	1.21	0.03	0.00	0.88	379.08	95.73
	CIRE4	533.35	-119.73	1.41	0.42	0.18	0.03	364.65	92.08
	CIRE5	355.37	27.32	0.93	0.04	0.00	0.84	380.70	96.14
NDVI	NDVI2	181.65	804.09	0.24	0.33	0.11	0.09	377.05	95.21
	NDVI3	-183.26	629.48	0.89	0.78	0.61	<0.001	379.49	95.83
	NDVI4	-19.16	459.78	0.87	0.92*	0.85*	<0.001	381.77	96.41
	NDVI5	196.33	256.83	0.70	0.16	0.03	0.42	376.63	95.11
MCARI	MCARI2	298.93	471.80	0.18	0.25	0.06	0.22	382.44	96.57
	MCARI3	435.23	-112.18	0.52	0.10	0.01	0.64	376.79	95.15
	MCARI4	552.39	-254.73	0.73	0.41	0.17	0.32	366.44	92.53
	MCARI5	346.22	165.81	0.19	0.12	0.01	0.55	377.56	95.34
LCI	LCI2	124.53	1820.09	0.14	0.30	0.09	0.13	372.06	93.96
	LCI3	400.89	-40.91	0.52	0.02	0.00	0.94	379.65	95.87
	LCI4	717.89	-638.90	0.56	0.45	0.20	0.02	362.66	91.58
	LCI5	261.71	298.76	0.40	0.11	0.01	0.58	380.91	96.19
GNDVI	GNDVI2	217.63	546.42	0.28	0.18	0.03	0.38	369.53	93.32
	GNDVI3	-1080.08	1783.59	0.82	0.33	0.11	0.09	378.89	95.68
	GNDVI4	1707.30	-1514.56	0.89	0.46	0.21	0.17	353.28	89.21
	GNDVI5	147.62	310.45	0.74	0.16	0.03	0.42	375.80	94.90

Çizelgede 4.13 de 3_10 numaralı araziye ait 1 daa'nın verim tahmin bilgileri verilmiştir. 1_10 ve 2_10 numaralı arazilerde olduğu gibi NDVI4 indeksi yüksek R ve R² değerlerine sahiptir. Çizelge 4.13'te (*) ile işaretli olan korelasyon ve determinasyon katsayısı değerleri sahip NDVI3 ve NDVI4 indeksine aittir. NDVI3 ve NDVI4 Sig. değeri < 0.05 olması bu değerlerin anlamlı olduğunu yansıtmaktadır. Bu iki indeks değerlerinden daha yüksek doğruluk oranına sahip olan NDVI4 değeri kullanılarak oluşturulan verim tahmin modeli kullanılmıştır. Oluşturulan regresyon modeli ile yapılan hesaplamalarda

tüm indeks değerleri 0.80 üzeri de doğruluk değerine sahip olduğu görülmüş ancak anlamlılık değerler $\text{sig} > 0.05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çizelge 4.13. 3_10 Numaralı araziye verim tahmin modeli bilinmeyenler ve verim tahmin bilgileri

İndeks	EVRE	B ₀	B ₁	İndeks Değeri	R	R ²	Sig	Hesaplanan Verim	Doğruluk
SAVI	SAVI2	233.65	1293.82	0.27	0.27	0.07	0.18	388.90	94.85
	SAVI3	423.94	-315.77	0.07	0.07	0.01	0.73	381.31	93.00
	SAVI4	572.75	-1481.62	0.43	0.43	0.18	0.03	387.55	94.52
	SAVI5	343.37	868.60	0.12	0.12	0.01	0.54	382.45	93.28
CIRE	CIRE2	142.41	819.16	0.29	0.29	0.08	0.15	379.97	92.67
	CIRE3	401.40	-18.40	0.03	0.03	0.00	0.88	379.71	92.61
	CIRE4	533.35	-119.73	0.42	0.42	0.18	0.03	365.37	89.11
	CIRE5	355.37	27.32	0.04	0.04	0.00	0.84	382.58	93.31
NDVI	NDVI2	181.65	804.09	0.33	0.33	0.11	0.09	394.74	96.28
	NDVI3	-183.26	629.48	0.78	0.78	0.61	<0.001	395.85	96.55
	NDVI4	-19.16	459.78	0.92*	0.92*	0.85*	<0.001	400.62	97.71
	NDVI5	196.33	256.83	0.16	0.16	0.03	0.42	389.47	94.99
MCARI	MCARI2	298.93	471.80	0.25	0.25	0.06	0.22	380.55	92.82
	MCARI3	435.23	-112.18	0.10	0.10	0.01	0.64	381.72	93.10
	MCARI4	552.39	-254.73	0.41	0.41	0.17	0.32	387.32	94.47
	MCARI5	346.22	165.81	0.12	0.12	0.01	0.55	383.20	93.46
LCI	LCI2	124.53	1820.09	0.30	0.30	0.09	0.13	381.16	92.97
	LCI3	400.89	-40.91	0.02	0.02	0.00	0.94	380.10	92.71
	LCI4	717.89	-638.90	0.45	0.45	0.20	0.02	365.21	89.08
	LCI5	261.71	298.76	0.11	0.11	0.01	0.58	389.57	95.02
GNDVI	GNDVI2	217.63	546.42	0.18	0.18	0.03	0.38	379.92	92.66
	GNDVI3	-1080.08	1783.59	0.33	0.33	0.11	0.09	359.27	87.63
	GNDVI4	1707.30	-1514.56	0.46	0.46	0.21	0.17	371.46	90.60
	GNDVI5	147.62	310.45	0.16	0.16	0.03	0.42	385.11	93.93

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Tez çalışması kapsamında 3 farklı test alanı kurulmuştur. Bu alanların her birinde ekilen tohum aynı olup, bir parsel sulama ve gübreleme yapılmıştır, bir parsel sulama yapılmadan gübre atılmıştır, son test alanında sulama ve gübreleme yapılmamıştır. Bu test alanları üzerinde ilk olarak ekim yapıldıktan hemen sonra İHA platformunda bulunan çok bantlı kamera ile görüntü alımı yapılmıştır.

Çalışmanın en önemli evresi olarak nitelendirebileceğimiz kısmı bu süreçten sonra başlamıştır.

Çizelge 5.1. Bitki indeks hesabı yapılan evreler ve indekslerin numaralandırılması

Ekim Sonrası	Vejetatif Evre	R-3	R-5	R-9
SAVI1, CIRE1, NDVI1, MCARI1, LCI1, GNDVI1	SAVI2, CIRE2, NDVI2, MCARI2, LCI2, GNDVI2	SAVI3, CIRE3, NDVI3, MCARI3, LCI3, GNDVI3	SAVI4, CIRE4, NDVI4, MCARI4, LCI4, GNDVI4	SAVI5, CIRE5, NDVI5, MCARI5, LCI5, GNDVI5

Vejetatif evre, R-3 evresi, R-5 evresi ve R-9 evrelerinde de görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Görüntü alımının hemen ardından spektrometre ile bitkinin ilk evrelerinde yapraklarından, taç oluşumu gerçekleştikten sonra hem taç hem de yaprak alanlarından spektrometre ölçümleri yapılmıştır. Yapılan bu ölçümler ile, çok bantlı kameradan elde edilen yansıma değerleri korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Her bir evrede, her bant için yapılan korelasyon bulgular kısmında yazılmıştır. Elde edilen sonuçlar tatmin edici korelasyon değerlerine sahiptir ve bu İHA platformunda çok bantlı kamera görüntülerin spektrometre ölçümleri ile yüksek korelasyon olması, bu kameranın bu tür bitki indeksleri ve sağlıklı bitkilerin tespitinde kullanılmasının uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Bantlar arasındaki korelasyon üretilen bitki indeksleri arasındaki korelasyonu da doğrulamaktadır. Oluşturulan regresyon modelinde de İHA'dan elde edilen görüntülerin birleştirilmesinden oluşan ortofotoların (yeşil, kırmızı, kırmızı kenar ve yakın kızılötesi bantlar) yansıma değerleri kullanılmıştır.

Çalışma içerisinde her bir bölüm 10 parçaya bölünerek toplamda 30 adet verim bilgisi üretilmiştir. Bunların 27 si regresyon modelinde 3 tanesi doğrulamada kullanılmıştır. Regresyon modeli R-5 evresi NDVI değeri (NDVI4) verim tahmin

sonuçları %95 ve üzeri doğruluktadır. Aynı zamanda sigma ve korelasyon katsayısı en iyi değere sahiptir. Bulgular kısmında verilen doğruluk hesabında diğer indeks sonuçları her ne kadar yüksek olsa da korelasyon değeri ve sigma değeri istenilen seviyenin çok altında-üstünde çıkmıştır. Bu nedenle sadece NDVI4 değeri ile kurulan model sonuçları üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Çalışma gösteriyor ki Kazova bölgesinde ayçiçeği verim tahmini hesabı yapılmak istenilirse R-5 evresi en doğru sonucu vermektedir.

5.2 Öneriler

Oluşturulan test alanların toprak yapısının benzer özellikler göstermesi kurulan test alanlarındaki farklı denemelerin etkisini azaltmıştır. Özellikle bölgenin zeminin altında (3m-5m) su olması ayçiçeğinde sulama gereksinimini ortadan kaldırmaktadır. Test alanının bazı bölümlerinde sulamadan kaynaklı yatıklık olmuştur. Yapılan toprak analizlerinde parsellerin benzer özellik göstermesi verim değerlerinin birbirlerine yakın olmasına işaret etmektedir. Ayçiçeği gelişim evrelerini ve verim tahminini sadece bitki indeks değerleriyle ele aldığımız çalışmada diğer faktörler hesaba katılmamıştır.

Ortofotolar kullanılarak Vejetatif evrede yapılan bitki sayımı ile R-5 evresinde yapılan bitki sayımları arasında fark görülmektedir. Bu farkı yabancı hayvanların ve sulamanın verdiği yatıklık ile ifade edebiliriz. Ayçiçeği taç yapıları sayılmak üzere yeni bir çalışma planlanırsa R-5 ile R-9 evreleri arasında henüz taç kısım eğilmeden yapılması önerilmektedir.

Çalışmada kullanılan kamera çözünürlüğü verim tahmini ve bitki indeks haritalarının üretimi için yeterli olurken hasta bitkilerin yapraklarının hassas olarak ayırt edilmesinde yeterli olmamıştır. Bu nedenle bant sayısı daha yüksek kamera tercih edilebilir. Bu tercih spektrometrenin çalışmalarda kullanımını daha aktif kılacaktır. Spektrometre 350-2500 nm aralığında ölçüm yaparken, kameradan sadece 544-576 nm (yeşil), 634-666 nm (kırmızı), 714-746 nm (kırmızı kenar), 834-886 nm (yakın kızıl ötesi) dalga boylarını kullanmak çalışmanın kısıtlı alanda ilerlemesine neden olmuştur.

Görüntü alımı planlanırken yer örnekleme aralığı yüksek ve tutmak amaçlanmıştır. Kullanılan iş istasyonu bu ağır veriyi işleyebilmiştir ancak standart bir kullanıcının verileri işlemesini güçleştirecektir. 21 m olarak planlanan uçuş yüksekliği fotoğraf sayısını, depolama alanını, veri transfer sürecini, görüntü işleme süresini artırmıştır.

Spektroradyometre ile İHA görüntüleri arasında korelasyon vardır ancak değerler arasında yakınlık çok azdır. Bunun için spektroradyometre ile ölçüm yapılırken pasif algılayıcı sistemi kullanılarak yaprakdan uzakta ölçüm yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Adeleke B.S. ve Babalola O.O., 2020. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: nutritional and health benefits. *Food Sci Nutr*. 8(9):4666–4684.
- Abdikan, S., Sekertekin, A., Narin, O. G., Delen, A., Sanli, F. B., 2023, A comparative analysis of SLR, MLR, ANN, XGBoost and CNN for crop height estimation of sunflower using Sentinel-1 and Sentinel-2. *Advances in Space Research*, 71(7), 3045-3059.
- Aguilar, M. A., Saldana, M. M., Aguilar, F. J., 2013, GeoEye-1 and WorldView-2 pan-sharpened imagery for object-based classification in urban environments. *International Journal of Remote Sensing*, 34(7), 2583-2606.
- Ataberdiyev K., 2022, İnsansız Hava Aracı Sistemi ile Çekilen Multispektral Zaman Serisi Görüntüleri ve Makine Öğrenmesi İle Bazı Bitki Türlerinin Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı*.
- Barati, S., Rayegani, B., Saati, M., Sharifi, A., Nasri, M., 2011, Comparison the accuracies of different spectral indices for estimation of vegetation cover fraction in sparse vegetated areas, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 14(1), 49-56.
- Böhler, J. E., Schaepman, M. E. and Kneubühler, M., 2019, Optimal timing assessment for crop separation using multispectral unmanned aerial vehicle (UAV) data and textural features, *Remote Sensing*, 11(15), 1780.
- Cho, M. A., Mathieu, R., Asner, G. P., Naidoo, L., Van Aardt, J. A. N., Ramoelo, A., Erasmus, B., 2012, Mapping tree species composition in South African savannas using an integrated airborne spectral and LiDAR system. *Remote Sensing of Environment*, 125, 214-226.
- Collin A., Archambault, P. and Planes S., 2013, Bridging Ridge-to-Reef Patches: Seamless Classification of the Coast Using Very High Resolution Satellite, *Remote Sensing*, 5(7), 3583-3610.
- CNES OTB, 2018, Development Team. *Software Guide*; CNES: Paris, France, pp. 1–814.
- Cresson, R., Grizonnet, M., Michel, J., 2018, Orfeo ToolBox Applications. In QGIS and Generic Tools; *John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA*, 2018; pp. 151–242.
- Çölkesen, İ., & Yomralıoğlu, T., 2014, Arazi örtüsü ve kullanımının haritalanmasında WorldView-2 uydu görüntüsü ve yardımcı verilerin kullanımı. *Harita Dergisi*, 152(2), 12-24.
- Datt B., 1999, A New Reflectance Index for Remote Sensing of Chlorophyll Content in Higher Plants: Tests using Eucalyptus Leaves, *Journal of Plant Physiology*, Volume 154, Issue 1

- Daughtry, C. S., Walthall, C. L., Kim, M. S., De Colstoun, E. B., McMurtrey Iii, J. E., 2000, Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote sensing of Environment*, 74(2), 229-239.
- Demir S., 2022, Isparta Yağ Gülü (Rosa Damascena Mill.) Bahçelerinin İnsansız Hava Araçları (İha) ile İzlenmesi ve Verim Tahmin Modellerinin Geliştirilmesi, *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
- Eckert S., 2012, Improved Forest Biomass and Carbon Estimations Using Texture Measures from WorldView-2 Satellite Data, *Remote Sensing*, 4(4), 810-829.
- Geipel, J., Link, J., Claupein, W., 2014, Combined Spectral and Spatial Modeling of Corn Yield Based on Aerial Images and Crop Surface Models Acquired with an Unmanned Aircraft System. *Remote Sensing*, 6, 10335–10355.
- Gitelson A., Kaufman Y. J., M. N. Merzlyak, 1996, Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 58, no. 3, pp. 289–298
- Gitelson, A. A., Gritz, U., Merzlyak, M. N., 2003, Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology*, **160**, 271–282.
- Grizonnet, M., Michel, J., Poughon, V., Inglada, J., Savinaud, M., Cresson, R., 2017, Orfeo ToolBox: *Open source processing of remote sensing images*. Open Geospatial Data Softw. Stand, 2, 15.
- Sala, F., Herbei, M. V., Popescu, C. A., & Bertici, R., 2023, Estimation of sunflower crop production based on remote sensing techniques.
- Huete, A. R., 1988, A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, 25(3), 295-309.
- Hunt, E.R.J., Hively, W.D., Daughtry, C.S.T.; McCarty, G.W., 2008, Remote sensing of crop leaf area index using unmanned airborne vehicles. In Proceedings of the Pecora 17 Conference, *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, Denver, Colorado, 18–20 November
- İlbaş A.İ., Yıldırım B., Arslan B., Dede Ö., Günel E., 1996, Van ekolojik koşullarında bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin verimi ve önemli tarımsal özellikleri üzerinde bir araştırma, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3), 189-203
- Jafari R., Lewis M. M., 2012, Arid land characterisation with EO-1 Hyperion hyperspectral data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 19, 298-307.
- Kalaycı, Ş., 2005, Uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, 6. Baskı, *Ankara*, Asil.

- Kamal M., Phinn, S. and Johansen K., 2014, Characterizing the Spatial Structure of Mangrove Features for Optimizing Image-Based Mangrove Mapping, *Remote Sensing*, 6(2), 984-1006.
- Karahanlı G. ve Taşkın C., 2024, Derin Öğrenme yöntemleri kullanılarak ayçiçeği bitkisinin gelişim evrelerinin tespiti, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 39(3), 1455-1472
- Kavzoglu, T., Tonbul, H., & Colkesen, I., 2021, Evaluation of atmospheric correction methods for Sentinel-2 imagery in the spectral identification of poplar (*Populus Deltoides* Bartr.) species. In *42nd Asian Conference on Remote Sensing, Can Tho city, Vietnam* (pp. 21-24).
- Kaya, Y. ve Polat, N., 2021, Bitki İndeksleri Kullanarak Buğday Bitkisinin Rekolte Tahmini. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(1), 99-110.
- Köhl M., Magnussen, S., Marchetti M., 2006, Sampling methods, remote sensing and GIS multiresource forest inventory (Vol. 2), Berlin: *Springer*.
- Lindblom, J., Lundström, C., Ljung, M., Jonsson, 2017, A. Promoting sustainable intensification in precision agriculture: Review of decision support systems development and strategies. *Precis. Agric.*, 18, 309–331.
- Li M. Z., Zhang X. J., Zhang Y., Zhao, P., Zhang J. P., 2005, Investigation of crop growth condition with hyperspectral reflectance based on ground-based remote sensing. *Multispectral and Hyperspectral Remote Sensing Instruments and Applications II*, Bellingham: SPIE, 301-308
- Li, L., Zheng, X., Zhao, K., Li, X., Meng, Z., Su, C., 2020, Potential Evaluation of High Spatial Resolution Multi-Spectral Images Based on Unmanned Aerial Vehicle in Accurate Recognition of Crop Types. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48(11), 1471-1478.
- Makineci, H.B., 2020, İnsansız Hava Aracı ile Fotogrametrik Temelli Görüntü Alımı ve Uçuş Optimizasyonu, *Konya Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı*
- Gao J. X., Chen Y. M., Lu, S. H., Feng C. Y., Chang X. L., Ye S. X., and Liu J. D., 2012, A ground spectral model for estimating biomass at the peak of the growing season in Hulunbeier grassland, Inner Mongolia, China, *International Journal of Remote Sensing*, 33(13), 4029-4043.
- Günel E., Kılıç O.M., Dökülen Ş., 2021, İnsansız Hava Aracı Teknolojisi Kullanılarak Ayçiçeği (*Helianthus Annuus*) Bitkisinin Klorofil İçeriklerinin Tahmin Edilebilirliğinin Araştırılması, *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*
- Modi, A. K. and Das, P., 2019, Multispectral imaging camera sensing to evaluate vegetation index from UAV. *Methodology*, 16(29), 12.

- Mukherjee, J. Gebru G., Sood A., Mahey R. K., Bal S. K., Singh, H., Sidhu P. K., 2010, Wheat yield and acreage prediction using LISS-III and AWiFS sensors data of indian remote sensing satellite of Rupnager district of Punjab, India, *Italian Journal of Remote Sensing*, 42(3), 115-127
- Olson, D., Chatterjee, A., Franzen, D. W., Day, S. S., 2019, Relationship of drone-based vegetation indices with corn and sugarbeet yields. *Agronomy Journal*, 111(5), 2545-2557.
- Orhan, O., 2014, Konya Kapalı Havzası'nda uzaktan algılama ve cbs teknolojileri ile iklim değişikliği ve kuraklık analizi, *Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Ana Bili Dalı*
- Ozdemir I. and Karnieli A., 2011, Predicting forest structural parameters using the image texture derived from WorldView-2 multispectral imagery in a dryland forest, Israel, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(5), 701-710.
- Peerbhay K. Y., Mutanga O., İsmail R., 2014, Investigating the Capability of Few Strategically Placed Worldview-2 Multispectral Bands to Discriminate Forest Species in KwaZulu-Natal, South Africa, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(1), 307-316.
- Qiao L., Gao, D., Zhang J., Li M., Sun H., Ma J., 2020, Dynamic influence elimination and chlorophyll content diagnosis of maize using UAV spectral imagery, *Remote Sensing*, 12(16), 2650.
- Ren H. Y., Zhuang D. F., Pan J. J., Shi X. Z., Wang H. J., 2008, Hyper-spectral remote sensing to monitor vegetation stress, *Journal of Soils and Sediments*, 8(5), 323-326.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W., 1974, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Spec. Publ*, 351(1), 309.
- Szabó, S., Szopos, N. M., Bertalan-Balázs, B., László, E., Milošević, D. D., Conoscenti, C., Lázár, I., 2019, Geospatial analysis of drought tendencies in the Carpathians as reflected in a 50-year time series. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68(3), 269-282.
- Semerci A., 2019, Yağlık Ayçiçeği Üretiminin Ekonomik Analizi: Kırklareli İli Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4): 616-623.
- Semerci, A., Durmuş, E., 2021, Analysis of Oily Sunflower Production in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(1), 56–62.
- Ta, N., Chang, Q., Zhang, Y. (2021). Estimation of apple tree leaf chlorophyll content based on machine learning methods. *Remote Sensing*, 13(19), 3902.
- Torres-Sánchez, J., Pena, J. M., de Castro, A. I., López-Granados, F., 2014, Multi-temporal mapping of the vegetation fraction in early-season wheat fields using images from UAV, *Computers and Electronics in Agriculture*, 103, 104-113.

- Tunca, E., Köksal, E. S., Akay H., Çetin, S., 2019, Sorghum Crop Height Monitoring Using Multispectral Unmanned Air Vehicle Images. *6th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment*, 528-533.
- Tsouros, D. C., Bibi, S., Sarigiannidis, P. G., 2019, A review on UAV-based applications for precision agriculture. *Information*, 10(11), 349.
- URL 1, <https://ag.dji.com/mavic-3-m>
- URL 2, <https://sdk-forum.dji.net/hc/en-us/articles/12325496609689-What-is-the-custom-camera-parameters-for-Mavic-3-Enterprise-series-and-Mavic-3M>
- USDA, 2020, Amerika Birleşik Devletleri Tarım ve Orman Bakanlığı. Oil crops Year Book. Erişim: <https://www.ers.usda.gov/data-products/oil-crops-yearbook/oil-crops-yearbook/> [Erişim tarihi:10.02.2020]
- Wan L., Cen H., Zhu J., Zhang J., Zhu Y., Sun D., Du X. , Zhai L., Weng H., Li Y., Li X., Bao Y., Shou J., He Y., 2020, Grain yield prediction of rice using multi-temporal UAV-based RGB and multispectral images and model transfer – a case study of small farmlands in the South of China, *Agricultural and Forest Meteorology, Volume 291*
- Yılmaz, G. ve Kınay, A., 2015, Bazı yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin Tokat-Kazova şartlarında verim ve verim özelliklerinin incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 281-286.
- Xu K., Zhang X. X., Chen B., Hua K., Zheng K. D., Wu T., 2011, Based on MODIS NDVI data to monitor the growing season of the deciduous forest in Beijing, China. In U. Michel, D. L. Civco, *Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications II*, Bellingham: SPIE, Vol. 8181, pp. 16-23
- Zhou X., Zheng H. B., Xu X. Q., He J. Y., Ge X. K., Yao X., Tian, Y. C., 2017, Predicting grain yield in rice using multi-temporal vegetation indices from UAV-based multispectral and digital imagery, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, 246-255.



EKLER

EK-1 Regresyon Modeli SPSS Sonuçları

Regression

Notes		
Output Created		16-SEP-2024 09:23:56
Comments		
Input	Data	D:\Doktora\Yazım\Uygulama\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER SAVI2.
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

[DataSet1] D:\Doktora\Yazım\Uygulama\İNDEKS AYRI.sav

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SAVI2 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,265 ^a	,070	,033	29,80471

a. Predictors: (Constant), SAVI2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1680,052	1	1680,052	1,891	,181 ^b
	Residual	22208,022	25	888,321		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), SAVI2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	223,646	113,703		1,967	,060
	SAVI2	1293,822	940,802	,265	1,375	,181

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-10,530	457,821
	SAVI2	-643,795	3231,440

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:25:04
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER SAVI3.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SAVI3 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,070 ^a	,005	-,035	30,83640

a. Predictors: (Constant), SAVI3

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	115,980	1	115,980	,122	,730 ^b
	Residual	23772,094	25	950,884		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), SAVI3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	423,940	126,486		3,352	,003
	SAVI3	-315,768	904,147	-,070	-,349	,730

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	163,439	684,442
	SAVI3	-2177,894	1546,359

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:25:33
Comments		
Input	Data	D:\Doktora\Yazım\Uygulama\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER SAVI4.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.03
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SAVI4 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,431 ^a	,186	,153	27,89747

a. Predictors: (Constant), SAVI4

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4431,349	1	4431,349	5,694	,025 ^b
	Residual	19456,725	25	778,269		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), SAVI4

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	572,754	81,035		7,068	<.001
	SAVI4	-1481,616	620,916	-,431	-2,386	,025

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	405,859	739,649
	SAVI4	-2760,416	-202,816

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:25:50
Comments		
Input	Data	D:\Doktora\Yazım\Uygulama\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER SAVI5.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SAVI5 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,122 ^a	,015	-,024	30,67979

a. Predictors: (Constant), SAVI5

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	356,833	1	356,833	,379	,544 ^b
	Residual	23531,241	25	941,250		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), SAVI5

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	343,366	59,491		5,772	<.001
	SAVI5	868,598	1410,714	,122	,616	,544

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	220,841	465,891
	SAVI5	-2036,821	3774,017

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:26:17
Comments		
Input	Data	D:\Doktora\Yazım\Uygulama\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER CIRE2.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CIRE2 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,285 ^a	,081	,044	29,62932

a. Predictors: (Constant), CIRE2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1940,653	1	1940,653	2,211	,150 ^b
	Residual	21947,421	25	877,897		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), CIRE2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	142,410	159,777		,891	,381
	CIRE2	819,161	550,956	,285	1,487	,150

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-186,657	471,477
	CIRE2	-315,555	1953,876

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:27:12
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazım\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER CIRE3.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CIRE3 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,030 ^a	,001	-,039	30,89783

a. Predictors: (Constant), CIRE3

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	21,180	1	21,180	,022	,883 ^b
	Residual	23866,894	25	954,676		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), CIRE3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	401,953	148,751		2,702	,012
	CIRE3	-18,395	123,498	-,030	-,149	,883

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	95,595	708,311
	CIRE3	-272,743	235,954

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:27:27
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER CIRE4.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CIRE4 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,424 ^a	,180	,147	27,98935

a. Predictors: (Constant), CIRE4

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4302,985	1	4302,985	5,493	,027 ^b
	Residual	19585,089	25	783,404		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), CIRE4

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	533,347	65,731		8,114	<.001
	CIRE4	-119,729	51,087	-,424	-2,344	,027

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	397,971	668,723
	CIRE4	-224,944	-14,514

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:27:48
Comments		
Input	Data	D: \\DoktoralYazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER CIRE5.
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CIRE5 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,041 ^a	,002	-,038	30,88597

a. Predictors: (Constant), CIRE5

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	39,491	1	39,491	,041	,840 ^b
	Residual	23848,583	25	953,943		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), CIRE5

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	355,374	120,270		2,955	,007
	CIRE5	27,316	134,255	,041	,203	,840

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	107,673	603,075
	CIRE5	-249,187	303,819

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:28:13
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER NDVI2.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.03
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	NDVI2 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,330 ^a	,109	,074	29,17495

a. Predictors: (Constant), NDVI2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2608,636	1	2608,636	3,065	,092 ^b
	Residual	21279,438	25	851,178		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), NDVI2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	181,652	113,334		1,603	,122
	NDVI2	804,087	459,310	,330	1,751	,092

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-51,763	415,067
	NDVI2	-141,881	1750,054

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:28:37
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER NDVI3.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	NDVI3 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,782 ^a	,612	,596	19,26072

a. Predictors: (Constant), NDVI3

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	14613,691	1	14613,691	39,393	<.001 ^b
	Residual	9274,383	25	370,975		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), NDVI3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-183,264	89,791		-2,041	,052
	NDVI3	629,477	100,293	,782	6,276	<.001

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-368,192	1,663
	NDVI3	422,919	836,036

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:28:52
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER NDVI4.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	NDVI4 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,924 ^a	,853	,848	11,83159

a. Predictors: (Constant), NDVI4

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	20388,411	1	20388,411	145,646	<.001 ^b
	Residual	3499,663	25	139,987		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), NDVI4

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-19,156	33,138		-,578	,568
	NDVI4	459,781	38,098	,924	12,068	<.001

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-87,404	49,092
	NDVI4	381,317	538,246

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:29:13
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER NDVI5.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	NDVI5 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,161 ^a	,026	-,013	30,50961

a. Predictors: (Constant), NDVI5

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	617,173	1	617,173	,663	,423 ^b
	Residual	23270,901	25	930,836		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), NDVI5

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	196,333	225,410		,871	,392
	NDVI5	256,830	315,413	,161	,814	,423

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-267,907	660,574
	NDVI5	-392,775	906,435

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:29:46
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER MCARI2.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	MCARI2 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,245 ^a	,060	,023	29,96690

a. Predictors: (Constant), MCARI2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1437,690	1	1437,690	1,601	,217 ^b
	Residual	22450,384	25	898,015		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), MCARI2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	298,927	64,188		4,657	<.001
	MCARI2	471,804	372,881	,245	1,265	,217

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	166,729	431,124
	MCARI2	-296,160	1239,767

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:30:08
Comments		
Input	Data	D: \\DoktoralYazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER MCARI3.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	MCARI3 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,095 ^a	,009	-,031	30,77172

a. Predictors: (Constant), MCARI3

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	215,600	1	215,600	,228	,637 ^b
	Residual	23672,474	25	946,899		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), MCARI3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	435,229	116,282		3,743	<.001
	MCARI3	-112,175	235,084	-,095	-,477	,637

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	195,741	674,717
	MCARI3	-596,338	371,989

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:30:23
Comments		
Input	Data	D: \\Doktor\\Yazım\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER MCARI4.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.03
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	MCARI4 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,414 ^a	,171	,138	28,13994

a. Predictors: (Constant), MCARI4

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4091,662	1	4091,662	5,167	,032 ^b
	Residual	19796,412	25	791,856		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), MCARI4

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	552,391	76,113		7,258	<.001
	MCARI4	-254,732	112,062	-,414	-2,273	,032

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	395,634	709,148
	MCARI4	-485,528	-23,937

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:30:40
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER MCAR15.
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	MCAR15 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,120 ^a	,014	-,025	30,68802

a. Predictors: (Constant), MCARI5

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	344,205	1	344,205	,365	,551 ^b
	Residual	23543,869	25	941,755		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), MCARI5

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	346,224	55,875		6,196	<.001
	MCARI5	165,805	274,257	,120	,605	,551

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	231,146	461,302
	MCARI5	-399,038	730,648

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:31:16
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER LCI2.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LCI2 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,299 ^a	,089	,053	29,49627

a. Predictors: (Constant), LCI2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2137,327	1	2137,327	2,457	,130 ^b
	Residual	21750,747	25	870,030		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), LCI2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	124,530	162,975		,764	,452
	LCI2	1820,092	1161,248	,299	1,567	,130

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-211,122	460,183
	LCI2	-571,543	4211,726

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:31:48
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER LCI3.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LCI3 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,015 ^a	,000	-,040	30,90823

a. Predictors: (Constant), LCI3

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5,106	1	5,106	,005	,942 ^b
	Residual	23882,968	25	955,319		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), LCI3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	400,885	288,261		1,391	,177
	LCI3	-40,910	559,572	-,015	-,073	,942

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-192,801	994,571
	LCI3	-1193,369	1111,549

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:32:23
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) /POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER LCI4.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LCI4 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,445 ^a	,198	,166	27,68673

a. Predictors: (Constant), LCI4

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4724,198	1	4724,198	6,163	,020 ^b
	Residual	19163,876	25	766,555		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), LCI4

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	717,888	136,286		5,268	<.001
	LCI4	-638,901	257,360	-,445	-2,483	,020

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	437,202	998,574
	LCI4	-1168,944	-108,858

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:32:38
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER LCI5.
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LCI5 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,111 ^a	,012	-,027	30,71886

a. Predictors: (Constant), LCI5

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	296,865	1	296,865	,315	,580 ^b
	Residual	23591,209	25	943,648		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), LCI5

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	261,706	210,658		1,242	,226
	LCI5	298,757	532,653	,111	,561	,580

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-172,153	695,565
	LCI5	-798,261	1395,776

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:33:11
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER GNDVI2.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	GNDVI2 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,176 ^a	,031	-,008	30,42905

a. Predictors: (Constant), GNDVI2

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	739,896	1	739,896	,799	,380 ^b
	Residual	23148,178	25	925,927		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), GNDVI2

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	217,629	181,528		1,199	,242
	GNDVI2	546,422	611,267	,176	,894	,380

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-156,235	591,492
	GNDVI2	-712,507	1805,351

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:33:31
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER GNDVI3.
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	GNDVI3 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,329 ^a	,108	,073	29,19082

a. Predictors: (Constant), GNDVI3

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2585,472	1	2585,472	3,034	,094 ^b
	Residual	21302,602	25	852,104		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), GNDVI3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1080,083	838,125		-1,289	,209
	GNDVI3	1783,585	1023,930	,329	1,742	,094

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-2806,233	646,067
	GNDVI3	-325,238	3892,409

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:33:51
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER GNDVI4.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.01
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	GNDVI4 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,456 ^a	,208	,176	27,51509

a. Predictors: (Constant), GNDVI4

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4961,069	1	4961,069	6,553	,017 ^b
	Residual	18927,005	25	757,080		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), GNDVI4

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1707,295	518,602		3,292	,003
	GNDVI4	-1514,556	591,655	-,456	-2,560	,017

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	639,215	2775,376
	GNDVI4	-2733,093	-296,020

a. Dependent Variable: Verim

Regression

Notes

Output Created		16-SEP-2024 09:34:20
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\\Yazim\\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS CI(95) R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT Verim /METHOD=ENTER GNDVI5.
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.02
	Memory Required	3328 bytes
	Additional Memory Required for Residual Plots	0 bytes

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	GNDVI5 ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Verim

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,163 ^a	,027	-,012	30,49865

a. Predictors: (Constant), GNDVI5

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	633,880	1	633,880	,681	,417 ^b
	Residual	23254,194	25	930,168		
	Total	23888,074	26			

a. Dependent Variable: Verim

b. Predictors: (Constant), GNDVI5

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	147,610	281,347		,525	,604
	GNDVI5	310,449	376,069	,163	,826	,417

Coefficients^a

Model		95.0% Confidence Interval for B	
		Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-431,835	727,055
	GNDVI5	-464,080	1084,979

a. Dependent Variable: Verim

EK-2 Normal Dağılım Testi Sonuçları

Explore

Notes

Output Created		19-SEP-2024 00:38:08
Comments		
Input	Data	D: \\Doktora\Yazim\Uygulama \\İNDEKS AYRI.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	27
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for dependent variables are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any dependent variable or factor used.
Syntax		EXAMINE VARIABLES=Verim /PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES EXTREME /INTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:00.62
	Elapsed Time	00:00:00.48

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Verim	27	100,0%	0	0,0%	27	100,0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Verim	Mean		379,8148	5,83340
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	367,8241	
		Upper Bound	391,8055	
	5% Trimmed Mean		380,6481	
	Median		382,0000	
	Variance		918,772	
	Std. Deviation		30,31125	
	Minimum		320,00	
	Maximum		421,00	
	Range		101,00	
	Interquartile Range		54,00	
	Skewness		-,342	,448
	Kurtosis		-1,066	,872

Extreme Values

		Case Number	Value
Verim	Highest	1	24
		2	25
		3	26
		4	6
		5	1
	Lowest	1	8
		2	9
		3	14
		4	12
		5	13

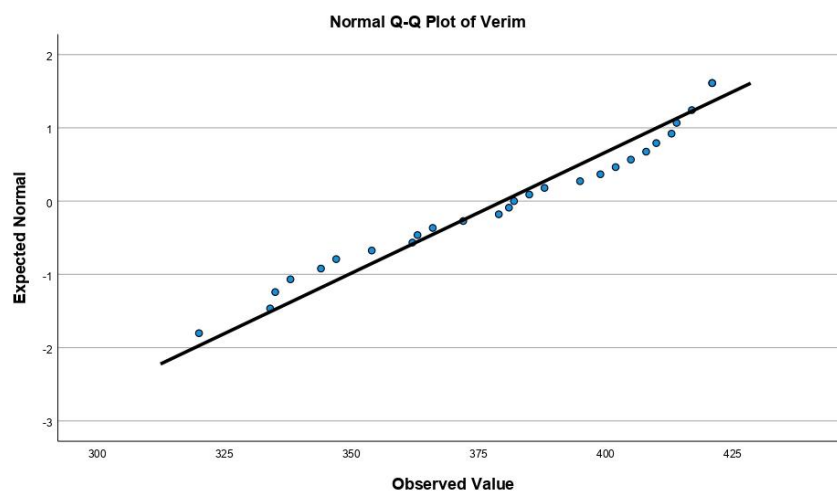
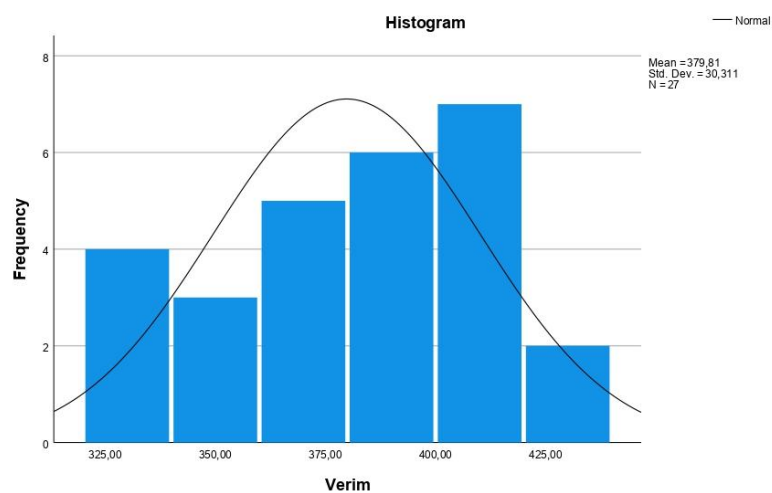
Tests of Normality

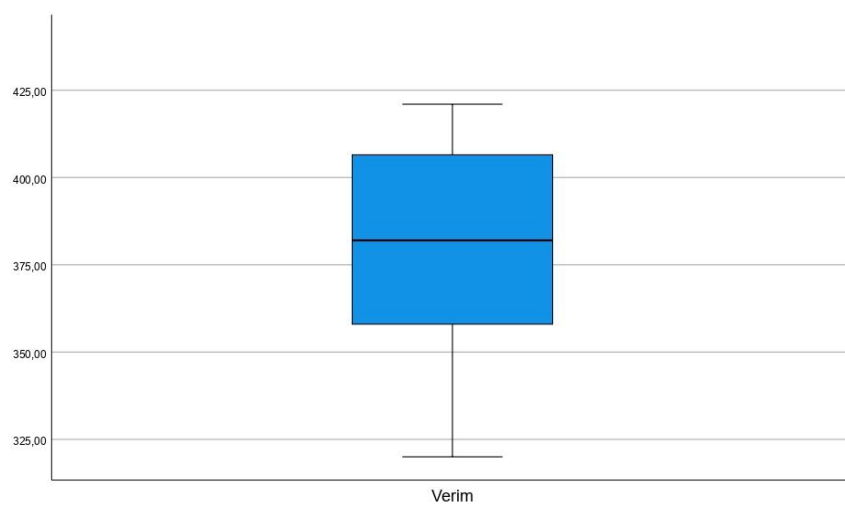
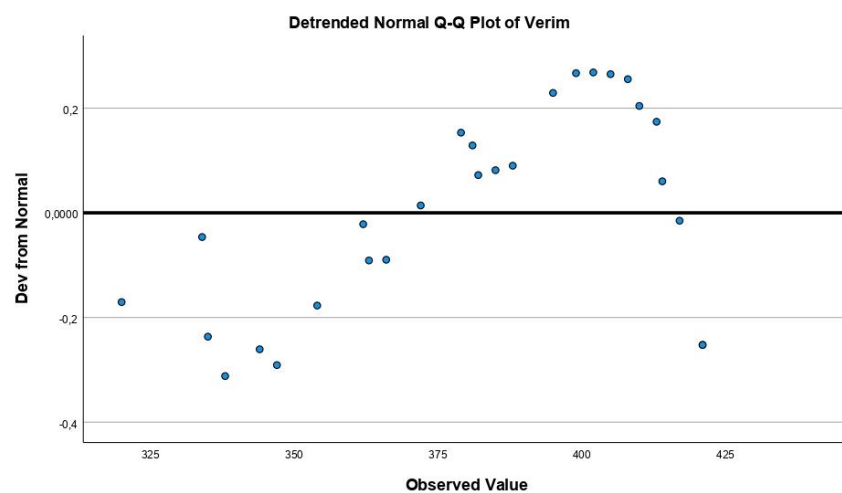
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.		Statistic	df	Sig.
Verim	,107	27	,200*	,943	27	,143

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Verim





EK-3 Toprak Analizi Sonuçları



T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
TARIMSAL ARAŞTIRMALAR VE POLİTİKALAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Orta Karadeniz Geçici Kuruluş Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Tokat

Numune Sahibi : Alperen ERDOĞAN
Adresi : MERKEZ / YOZGAT

Proje Adı
Proje Uygulama Yeri

Rapor Tarihi : 6.07.2023
Rapor No : 43

VERİMLİLİK ANALİZLERİ RAPORU

[illegible]

NOT: Analizi yapılan numune(ler) laboratuvarımızca alınmamıştır. Numune(ler)in alınıp alınmadığı belirlenen numune(ler) için geçerlidir. İzinsiz kopyalanıp, çoğaltılamaz. İzinsiz raporlar geçersizdir.

Analiz Sorumlusu

Murat ŞEN

Biyolog

Laboratuvar Sorumlusu

Erhan ÖZER

Gıda Mühendisi (YL)