

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**TRAKYA BÖLGESİ BAĞ ALANLARININ UZAKTAN ALGILAMA VE
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Emre ÖZELKAN

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

TEMMUZ 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**TRAKYA BÖLGESİ BAĞ ALANLARININ UZAKTAN ALGILAMA VE
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

**Emre ÖZELKAN
(705072007)**

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi Ve Uzaktan Algılama Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ

TEMMUZ 2014

İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 705072007 numaralı Doktora Öğrencisi **Emre ÖZELKAN** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TRAKYA BÖLGESİ BAĞ ALANLARININ UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Doç. Dr. Elif SERTEL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Selçuk ALBUT
Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Burak Berk ÜSTÜNDAĞ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Selahattin İNCECİK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Müfit ÇETİN
Bilkent Üniversitesi

Teslim Tarihi : **12 Haziran 2014**

Savunma Tarihi : **08 Temmuz 2014**

Aileme,

ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmama katkılarından dolayı danışman hocalarım Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ ve Doç. Dr. Elif SERTEL'e teşekkürlerimi sunarım.

"Uzaktan Algılama Teknolojileri Kullanılarak Üzüm Çeşitliliğinin Belirlenmesi ve Bağ Alanlarının Mekânsal Dağılımının Tespiti" projesi vasıtası ile tedarik edilen uydu verileri için TUBİTAK'a ve proje yürütücüsü İTÜ- Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Uygulama ve Araştırma Merkezi (UHUZAM) müdürü Doç. Dr. Elif SERTEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarında bana çalışma imkânı sağlayan ve ölçümlerde yardımcı olan Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü yönetimine ve Serkan CANDAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Toprak Haritalarının temin eden ve fikirleri ile destek olan Prof. Dr. Yusuf Kurucu'ya teşekkürlerimi sunarım.

Doç. Dr. Hüseyin TOROS, Doç. Dr. Ali DENİZ'e ve üniversiteye başladığım ilk yıldan itibaren desteğini eksik etmeyen Prof. Dr. Selahattin İNCECİK'e çok teşekkür ederim.

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Yüksek Lisans ve Doktora Programı koordinatörü Prof. Dr. İbrahim AKDUMAN'a desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

İTÜ-UHUZAM müdür yardımcısı Doç. Dr. Şinasi Kaya'ya moral, motivasyon ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İTÜ- Tarım Çevre Bilişimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TARBİL) müdürü Doç. Dr. Burak Berk ÜSTÜNDAĞ'a teşviklerinden ve desteklerinden dolayı ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul Teknik Üniversitesi TARBİL ve UHUZAM'da çalışan arkadaşlarımın hepsine teşekkürlerimi sunarım.

Tezimdeki yardımlarından dolayı Serdar BAĞIŞ'a ve Muhittin KARAMAN'a ayrıca çok teşekkür ederim.

Sürekli ve rahatlıkla fikir alışverişinde bulunduğumuz Z. Damla UÇA AVCI, Uğur ALGANCI, Meriç YÜCEL, İbrahim PAPİLA, her şeye yetişen sistem yöneticimiz Alper AKOĞUZ ve Şahin EREN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ömer Faruk YAMAN, Evren ve Nergis KARAGÜL çiftine, Bengisu AYDEMİR ve Ümit ÖNCÜ çiftine, Orhan ve Dilek USTAOĞLU çiftine çok teşekkür ederim.

Son olarak doğduğum günden beri benim için her şeyini veren canım anneme, rahmetli babama, ağabeylerime ve kız kardeşime, dayıma, teyzeme, bir tanecik eşim Emel'e ve güzel ailesine bu uzun maratonda benim yanımda oldukları ve güç verdikleri için çok teşekkür ederim.

Temmuz 2014

Emre Özelkan
(Meteoroloji Yük. Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	5
1.2 Literatür Araştırması	6
1.2.1 Hiperspektral yöntemler ile su stresinin incelenmesi.....	6
1.2.2 Hiperspektral yöntemler ile fotosentezin incelenmesi	9
1.2.3 İklim verilerinin enterpolasyonu	11
1.2.4 Asmanın ekolojik istekleri	13
1.2.4.1 İklim istekleri	13
1.2.4.2 Toprak istekleri	15
1.2.4.3 Topografik istekler.....	15
1.2.5 Literatürden örnek çalışmalar	16
2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER	25
2.1 Çalışma Alanı	25
2.2 Veriler.....	28
2.2.1 Uydu görüntüleri	28
2.2.2 Arazi ölçümleri	33
2.2.2.1 GPS ölçümleri	33
2.2.2.2 Su stresi ölçümleri.....	34
2.2.2.3 Fotosentez ölçümleri	35
2.2.2.4 Hiperspektral ölçümleri.....	37
2.2.3 İklim verileri	40
2.2.4 Toprak haritaları	41
3. YÖNTEM.....	43
3.1 Bağ Alanlarının Mekânsal Dağılımının Tespiti	43
3.2 Hiperspektral Yöntemler İle Asma Su Stresi Ve Fotosentezinin İncelenmesi.....	45
3.3 İklim Verilerinin Mekânsal Enterpolasyonu Ve Mekânsal Enterpolasyon Sistemi Tasarımı.....	47
3.3.1 Uzaktan algılama veri işleme	47
3.3.2 LST ve NDVI ile iklim verilerinin ilişkisini belirleme ve kullanılacak filtre boyutuna karar verme.....	49
3.3.3 Verilerin mekansal enterpolasyonu.....	51
3.3.4 Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting (IDW))	52
3.3.5 Sıradan Kriging (Ordinary Kriging (OK))	52

3.3.6 Sıradan Co-Kriging (Ordinary Co-Kriging (OCK))	54
3.3.7 IDW ve OK Yöntemlerinin karşılaştırılması	54
3.3.8 Geliştirilen enterpolasyon yöntemi – Modifiye IDW	56
3.3.9 Sıcaklık, yağış ve nem enterpolasyonu için M-IDW	56
3.3.10 Rüzgar enterpolasyonu	58
3.3.11 Algılayıcıdan kaynaklanan hataların ve bulut etkisinin giderilmesi	62
3.3.12 Mekansal enterpolasyon sisteminin oluşturulması	65
3.4 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Kullanarak Bağcılık İçin Uygun Alanların Tespiti	69
4. BULGULAR	75
4.1 Bağ Alanlarının Mekânsal Dağılımı	75
4.2 Hiperspektral Yöntemler İle Asma Su Stresi Ve Fotosentezinin İncelenmesi	78
4.2.1 Su stresi değerlerinin hiperspektral yöntemler ile incelenmesi	79
4.2.1.1 Su stresi ile ilişkili dalga boylarının belirlenmesi	79
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak su stresi ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi	79
Toplam zaman ölçümlerini kullanarak su stresi ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi	81
4.2.1.2 Su stresi ile ilişkili BR ve ND indislerinin belirlenmesi	82
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak Su Stresi ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi	82
Toplam zaman ölçümlerini kullanarak Su Stresi ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi	86
4.2.2 Fotosentez değerlerinin hiperspektral yöntemler ile incelenmesi	89
4.2.2.1 Fotosentez ile ilişkili dalgaboylarının belirlenmesi	90
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi	90
Toplam zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi	91
4.2.2.2 Fotosentez ile ilişkili BR ve ND indislerinin belirlenmesi	92
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi	92
Toplam zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi	96
4.2.3 Su Stresi ve fotosentezin multispektral uydu görüntüsü ile incelenmesi ..	99
4.2.4 İndislerin ölçüm noktalarında uydu görüntülerine uygulanması	100
4.2.5 İndislerin geniş alanlarda uydu görüntülerine uygulanması	106
4.3 İklim Verilerinin Enterpolasyonu	124
4.4 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Kullanarak Bağcılık İçin Uygun Alanların Tespiti	128
4.4.1 İklim parametreleri	128
4.4.2 Topografik parametreler	134
4.4.3 Toprak parametreleri	138
4.4.4 Çok kriterli karar verme yöntemi bulguları ve bulguların analizi	139
5. SONUÇLAR	155
KAYNAKLAR	161
ÖZGEÇMİŞ	181

KISALTMALAR

A	: Fotosentez hızı
AKK	: Arazi Kullanım Kabiliyeti
AORT	: Aritmetik Ortalama
ASD	: Analytical Spectral Devices
ASTER	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
B	: Band
BR	: Band Ratio
C#	: C Sharp
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKVY	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi
DER	: Toprak Derinlik Katmanları
DN	: Digital Number
EST	: Etkili Sıcaklık Toplamı
FAO	: Food and Agriculture Organization of United Nations
GPS	: Global Positioning System
HYB	: Hellman Yükseltme Bağıntısı
IDW	: Inverse Distance Weighting
IR	: Infrared
KMH	: Korelasyon Matrisi Haritası
TM	: Thematic Mapper
ETM+	: Enhanced Thematic Mapper Plus
LST	: Land Surface Temperature
M-IDW	: Modifiye IDW
ND	: Normalized Difference
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	: Normalized Difference Water Index
NIR	: Near Infrared
nm	: Nanometre
OBRA	: Optimum Band Ratio
OK	: Ordinary Kriging
OCK	: Ordinary Co-Kriging
ONDI	: Optimum Normalized Difference Index
PAR	: Photosynthetically Active Radiation
PFD	: Photosynthetic Flux Density
P_t	: Yağış Toplamı
r	: Pearson korelasyon katsayısı
r²	: Belirleme katsayısı
R	: Yansıtım
RH	: Bağıl Nem
RMSE	: Root Mean Square Error
STDEV	: Standard Sapma
SWIR	: Short wave infrared
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli

TBAİM	: Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü
T_a	: Hava sıcaklığı
TIR	: Thermal infrared
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UTM	: Universal Transverse Mercator
USGS	: United States Geological Survey
UYAO	: Uzun yıllar aylık ortalama
VNIR	: Visible region near infrared
WGS84	: World Geodetic System 1984
W_s	: Rüzgar hızı
WV-2	: WorldView2
YSP	: Yaprak su potansiyeli
Ψ_{go}	: Gün ortası yaprak su potansiyeli

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri	29
Çizelge 2.2 : YSP (Ψ_{go} (-MPa) ölçümleri sonuçları	35
Çizelge 2.3 : Arazi ölçümleri fotosentez sonuçları.....	36
Çizelge 2.4 : Meteorolojik istasyonlara ait bilgiler	40
Çizelge 3.1 : $ESUN_{\lambda}$ değerleri	48
Çizelge 3.2 : Kalibrasyon sabiti.....	48
Çizelge 3.3 : Çalışmada kullanılan yöntemlerinin karşılaştırılması	55
Çizelge 3.4 : HYB’ında kullanılan sürtünme katsayıları ve NDVI karşılıkları.....	60
Çizelge 3.5 : İklim parametrelerinin kendi içlerinde sınıflandırması	71
Çizelge 3.6 : Topografik parametrelerin kendi içlerinde sınıflandırması.....	72
Çizelge 3.7 : Toprak parametrelerinin kendi içlerinde sınıflandırması	72
Çizelge 4.1 : Hiperspektral indislerin multispektrale dönüşmüş halleri.....	103
Çizelge 4.2 : Ψ_{go} için belirlenen indis değerlerinin Ψ_{go} ve A ile olan ilişkisi	104
Çizelge 4.3 : A için belirlenen indis değerlerinin Ψ_{go} ve A ile olan ilişkisi	105
Çizelge 4.4 : Çeşitlere ait fenolojik dönem bilgileri (1)	110
Çizelge 4.5 : Çeşitlere ait fenolojik dönem bilgileri (2).....	111
Çizelge 4.6 : Parsel bazında korelasyon analizinde veri setlerinin genel görünüm. 116	
Çizelge 4.7 : Noktasal korelasyon analizinde veri setlerinin genel görünümü.....	118
Çizelge 4.8 : Korelasyon analizinde parsel bazında veri setlerinin genel görünüm.121	
Çizelge 4.9 : Korelasyon analizinde asma bazında veri setlerinin genel görünümü.	122
Çizelge 4.10 : Enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması	127
Çizelge 4.11 : Trakya bölgesi uzun yıllar ortalama güneşlenme süreleri ve yağışlı gün sayıları	127
Çizelge 4.12 : İklim parametrelerin alansal dağılımları	134
Çizelge 4.13 : Topografik parametrelerin alansal dağılımları	137
Çizelge 4.14 : Toprak parametrelerin alansal dağılımları	139
Çizelge 4.15 : Trakya illeri - bağıcılık uygun alan sınıfları ve alan değerleri	140
Çizelge 4.16 : Tekirdağ İli ilçeleri - bağıcılık uygun alan sınıfları ve alan değerleri.	142
Çizelge 4.17 : Trakya illeri – TÜİK arşivindeki verim değerleri	144
Çizelge 4.18 : Trakya illeri – TÜİK arşivindeki ekili alan değerleri.....	145
Çizelge 4.19 : Tekirdağ İli ilçeleri – TÜİK arşivindeki verim değerleri	145
Çizelge 4.20 : Tekirdağ İli ilçeleri – TÜİK arşivindeki ekili alan değerleri.....	145
Çizelge 4.21 : %90-100 sınıfı alanları ile (STDEV/AORT)×100 karşılaştırılması.	147
Çizelge 4.22 : Trakya’daki üzüm hammaddeli içecek üreten tesislerin dağılımı....	150

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Çalışma alanı.....	25
Şekil 2.2 : Bölgenin iklim dağılımı ve bu çalışmada kullanılan istasyonlar.....	27
Şekil 2.3 : Tekirdağ İli Spot-5 mozaïği.....	30
Şekil 2.4 : Tekirdağ İli Ikonos görüntüsü.....	31
Şekil 2.5 : Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçeleri WV-2 görüntüleri.....	31
Şekil 2.6 : Trakya bölgesi Landsat-5 TM görüntüsü.....	32
Şekil 2.7 : Trakya bölgesi SYM.....	32
Şekil 2.8 : Arazi çalışamlarında belirlenen bağ alanlarına ait GPS ölçümleri.....	33
Şekil 2.9 : Model 3115 Scholander Basınç Odası.....	34
Şekil 2.10 : Çalışılan çeşitlerin birinci ve ikinci ölçümlerdeki durumları.....	35
Şekil 2.11 : LI-6400XT Fotosentez ve Işınım Çözümleyici.....	36
Şekil 2.12 : ASD arazi el spektrometresi.....	37
Şekil 2.13 : 08.08.2012 ve 06.09.2012 tarihli spektral ölçümler.....	39
Şekil 2.14 : Tekirdağ İli arazi kullanım sınıfları.....	41
Şekil 3.1 : Lineer kontur dikim örneği.....	43
Şekil 3.2 : Grid dikim örneği.....	44
Şekil 3.3 : Zeytin-bağı dikim örneği.....	44
Şekil 3.4 : 0 numaralı istasyon için UYAO LST ve iklim verileri ilişkisi.....	51
Şekil 3.5 : 0 numaralı istasyon için UYAO NDVI ve Ws ilişkisi.....	51
Şekil 3.6 : M-IDW'nin Ta, Pt, ve RH enterpolasyonu için illüstrasyonu.....	58
Şekil 3.7 : M-IDW'nin Ws enterpolasyonu için illüstrasyonu.....	62
Şekil 3.8 : AMF akış diyagramı.....	65
Şekil 3.9 : UYAO LST ve NDVI hesaplanması genel akış diyagramı.....	67
Şekil 3.10 : LST&NDVI hesaplama ve filtreleme.....	68
Şekil 3.11 : UYAO Ta, Pt, RH ve Ws enterpolasyonu.....	69
Şekil 4.1 : Birinci pilot bölge: a)Spot-5, b) Ikonos, c) WorldView-2.....	75
Şekil 4.2 : İkinci (sol) ve üçüncü (sağ) pilot bölge: a)Spot-5, b)IKONOS, c)WV-2.....	76
Şekil 4.3 : İkinci pilot bölge bağ alanları sayısallaşırması.....	77
Şekil 4.4 : Bağ alanlarının dağılımı.....	78
Şekil 4.5 : Ψ_{go} , A ve ve hiperspektral ölçüm noktaları.....	79
Şekil 4.6 : Ψ_{go} ile hiperspektral R eğrileri arasındaki korelasyon dağılımı.....	81
Şekil 4.7 : 695nm ve 686nm R değerlerinin Ψ_{go} değerleri ile korelasyonları.....	81
Şekil 4.8 : Toplam Ψ_{go} ile hiperspektral R değerleri arasındaki korelasyon dağılımı.....	82
Şekil 4.9 : 410nm R değerlerinin Ψ_{go} değerleri ile olan korelasyonu.....	82
Şekil 4.10 : OBRA ile Ψ_{go} için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH.....	83
Şekil 4.11 : Lokal zamanlarda Ψ_{go} ile optimum pozitif korelasyonlu BR indisleri.....	84
Şekil 4.12 : Lokal zamanlar Ψ_{go} ile optimum negatif korelasyonlu BR indisleri.....	84
Şekil 4.13 : ONDI ile Ψ_{go} için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH.....	85
Şekil 4.14 : Ψ_{go} için optimum pozitif korelasyonlu ND indisleri.....	86

Şekil 4.15 : Ψ_{go} için optimum negatif korelasyonlu ND indisleri.	86
Şekil 4.16 : Toplam veriye ait OBRA ve Ψ_{go} değerlerinin ilişkisi ifade eden KMH.	87
Şekil 4.17 : Ψ_{go} için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum BR indisi.	87
Şekil 4.18 : Ψ_{go} için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum BR indisi.	88
Şekil 4.19 : Toplam dataya ait ONDI ve Ψ_{go} değerlerinin ilişkisi ifade eden KMH.	88
Şekil 4.20 : Ψ_{go} için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum ND indisi.	89
Şekil 4.21 : Ψ_{go} için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum ND indisi.	89
Şekil 4.22 : A ile hiperspektral R eğrileri arasındaki korelasyon dağılımı.	90
Şekil 4.23 : Birinci ve ikinci dönem A değerlerinin 609nm ve 641nm ile ilişkisi. ...	91
Şekil 4.24 : Toplam A ile hiperspektral R değerleri arasındaki korelasyon dağılımı.	92
Şekil 4.25 : 641nm R değerlerinin A değerleri ile olan korelasyonu.	92
Şekil 4.26 : OBRA ile A için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH. ...	93
Şekil 4.27 : A için optimum pozitif korelasyonlu BR indisleri.	94
Şekil 4.28 : A için optimum negatif korelasyonlu BR indisleri.	94
Şekil 4.29 : ONDI ile A için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH.	95
Şekil 4.30 : A için optimum pozitif korelasyonlu ND indisleri.	95
Şekil 4.31 : A için optimum negatif korelasyonlu ND indisleri.	96
Şekil 4.32 : BR indis ve A değerlerinin ilişkisi ifade eden KMH.	96
Şekil 4.33 : A için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum BR indisi.	97
Şekil 4.34 : A için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum BR indisi.	97
Şekil 4.35 : ND indis değerleri ile A ilişkisi ifade eden KMH.	98
Şekil 4.36 : A için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum ND indisi.	98
Şekil 4.37 : A için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum ND indisi.	99
Şekil 4.38 : Ölçüm noktalarındaki WV-2 yansıtım değerleri.	100
Şekil 4.39 : WV-2 görüntüsünün her dalga boyunun Ψ_{go} ve A ile korelasyonu. ...	101
Şekil 4.40 : Ψ_{go} ve A değerlerinin WV-2 kırmızı bandı ile korelasyonu.	101
Şekil 4.41 : Ψ_{go} ve A değerlerinin $[B5-B8]/[B5+B8]$ ile ilişkisi.	104
Şekil 4.42 : Ψ_{go} ve A değerlerinin $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile ilişkisi.	105
Şekil 4.43 : WV-2 uydu görüntüsü ve çalışılan bağ alanları.	107
Şekil 4.44 : Bağ alanlarına ait indis değerlerinin parsel bazında çıkarılması.	108
Şekil 4.45 : $[B8-B5]/[B8 +B5]$ ile incelenme (Kober 5bb bir anaçtır çeşit olarak değerlendirilmez) (Tekirdağ Merkez).	113
Şekil 4.46 : $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile incelenme (Chateau Kalpak Bağları – Şarköy) 113	
Şekil 4.47 : $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile incelenme (Şarköy İlçesi Kirazlı mevki).	114
Şekil 4.48 : Bağ alanlarının eğim haritası (Şarköy İlçesi Sofuköy mevki).	114
Şekil 4.49 : Bağ alanlarının baki haritası (Şarköy İlçesi Sofuköy mevki).	115
Şekil 4.50 : Bağ alanlarının yükseklik haritası (Şarköy İlçesi Sofuköy mevki).	115
Şekil 4.51 : Bağ alanlarında B2/R7 ile yükseklik arasındaki ilişki.	117
Şekil 4.52 : Bağ alanlarından noktalarının toplanması.	118
Şekil 4.53 : Bağ alanlarında $[B7-B2]/[B7+B2]$ ile yükseklik arasındaki ilişki.	119
Şekil 4.54 : 128 bağ parselinin için yükseklik-indis ilişkisi.	122
Şekil 4.55 : Bağ alanlarındaki 1769 noktanın yükseklik-indis ilişkisi.	123
Şekil 4.56 : İklim verileri ile kullanılan aylık görüntü sayılarının korelasyonlar.	128
Şekil 4.57 : Uzun yıllar ortalama yıllık T_a	129
Şekil 4.58 : Uzun yıllar en sıcak ay T_a ortalaması (7. ay).	129
Şekil 4.59 : Uzun yıllar yaz ayları T_a ortalaması.	130
Şekil 4.60 : Uzun yıllar gelişim dönemi T_a ortalaması.	130

Şekil 4.61 : Uzun yıllar gelişim dönemi EST	131
Şekil 4.62 : Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması.....	132
Şekil 4.63 : Uzun yıllar ortalama yıllık P_t	132
Şekil 4.64 : Uzun yıllar gelişim dönemi W_s ortalaması.....	133
Şekil 4.65 : Trakya eğim haritası.....	136
Şekil 4.66 : Trakya bakı haritası.....	136
Şekil 4.67 : Trakya yükseklik haritası.....	137
Şekil 4.68 : Tekirdağ İli AKK sınıfı haritası.....	138
Şekil 4.69 : Tekirdağ İli toprak derinlik sınıfı haritası.....	139
Şekil 4.70 : Trakya için bağcılık uygunluk sınıfı haritası.....	141
Şekil 4.71 : Tekirdağ için bağcılık uygunluk sınıfı haritası.....	142
Şekil 4.72 : Tekirdağ'da bağcılık yapılan alanlar ve en uygun alanlar (%90-100)..	143
Şekil 4.73 : Tekirdağ İlçelerinin bağcılık için en uygun alanların yüzdeler dağılımı.	144
Şekil 4.74 : $(STDEV/AORT) \times 100$ değerlerinin ilçe bazında dağılımları.....	146
Şekil 4.75 : $(STDEV/AORT) \times 100$ değerleri ile en uygun alanlar arasındaki ilişki.	148
Şekil 4.76 : Sualtı Arkeolojisi ve Ganos Batıkları - Tekirdağ Müzesi.....	151
Şekil 4.77 : Trakya için bağcılık uygunluk sınıfı haritası ve Dionysos Ticaret Yolları.	152
Şekil 4.78 : Kırklareli - Arcadia Bağları.....	153

TRAKYA BÖLGESİ BAĞ ALANLARININ UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TEKNİKLERİ İLE İNCELENMESİ

ÖZET

Bağ alanlarının doğru yönetilmesi ve bağcılık için doğru yer tespitlerinin gerçekleştirilmesi ülkemiz bağcılığının mevcut potansiyeline ulaşabilmesine olanak sağlayacaktır. Ülkemiz asma yetiştiriciliğinde bağcılık için en uygun iklim kuşağında olmasına rağmen bilimsellikten uzak uygulamalardan ve mevcut potansiyelin göz ardı edilmesinden dolayı uluslararası piyasada alt sıralardadır. Dünyada üzüm öncelikle sofralık, kuru üzüm ve şarap yapımında değerlendirilmektedir. Ancak ülkemiz sadece kuru üzüm ticaretinde söz sahibidir. Bunun dışındaki ürünlerimiz uluslararası piyasada tercih edilebilir seviyede değildir. Bunun sebebi yanlış tarım politikalarının yanısıra bilim ve teknolojiye yeni teknolojilerden faydalanılmadan gerçekleştirilen tarım faaliyetleridir. Uzaktan algılama, tarımın her alanında olduğu gibi bağcılık alanında da dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde sıkça kullanılan bir teknolojidir. Farklı kaynaklardan elde edilen verilerin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri ise tarımsal çalışmalarda sıkça kullanılan bir karar destek mekanizmasıdır.

Bu çalışmada makro ölçekte Trakya bölgesi, mezo ölçekte Tekirdağ İli (Merkez ve Şarköy İlçeleri ağırlıklı olarak) ve mikro ölçekte Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü (TBAİM) arazisindeki bağ alanları uzaktan algılama ve CBS teknikleri ile incelenmiştir. Çalışma üç ana başlıkla sıralanabilir: 1) Bağların güncel mekânsal dağılımlarının uydu görüntüleri ile tespiti, 2) Asmanın su stresi ve fotosentez durumlarının yersel hiperspektral uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmesi ve elde edilen sonuçların multispektral uydu görüntülerinde uygulanması ve 3) Asmanın, iklim, toprak ve topografik istekleri göz önünde bulundurularak farklı kaynaklardan oluşturulan ve temin edilen verilerin CBS ortamında değerlendirilmesi ve bağcılık için uygun alanların belirlenmesi.

İlk olarak mevcut veriler doğrultusunda Tekirdağ'daki bağ alanlarının mekânsal dağılımı tespit edilmiştir. Bu amaçla, öncelikle bağ alanlarının tespiti için uygun mekânsal çözünürlükteki uydu görüntüleri belirlenmiştir. Bu amaçla Spot-5, Ikonos ve WorldView-2 (WV-2) uydularından temin edilen multispektral uydu görüntüleri kullanılmıştır. WV-2 uydu görüntüsü mekânsal ve spektral özelliklerinden dolayı mevcut veriler arasında en kullanılabilir uydu verisi olarak belirlenmiştir. Tekirdağ il sınırları içerisinde arazi çalışmaları ve ağırlıklı olarak 2011 uydu görüntüleri kullanarak gözleme dayalı sayısallaştırma ile 4094 hektar (ha) alana sahip 8187 bağ parseli ve 438,9ha alana sahip 1023 zeytin-bağı parseli belirlenmiştir. Bu değerler Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) 2011 yılına ait yayınladığı 4122,3ha Tekirdağ bağ alanları değeri ile uyum göstermektedir. Mevcut bağ alanlarının tespiti ve haritalanması sonraki çalışmalara altlık olması açısından çok önemlidir.

Bitkinin su stresi ve fotosentez oranlarının takibi özellikle hassas tarım uygulamalarında ve tarım alanlarının yönetiminde fizyolojik süreçlerin takibi

açısından çok önemlidir. Çevresel etkenlerden ve yanlış tarım uygulamalarından dolayı bitki fizyolojisinde oluşabilecek anomalilerin engellenmesi veya durum tahlilinde uzaktan algılama çok etkili bir yöntemdir. Asma su stresinin ve fotosentezinin yersel hiperspektral uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmesi ve elde edilen bulguların uydudan uzaktan algılama ile uygulanabilirliğinin araştırılması bu çalışmanın amaçlarından biridir. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında TBAİM arazisinde bulunan Alphonse Lavallée, Atasarısı, Cinsaut, Gamay, Merlot, Razakı, Semillon, Tekirdağ Çekirdeksizi ve Yapıncak asma çeşitleri 08.08.2012 ve 06.09.2012 tarihlerinde iki farklı dönemde çalışılmıştır. Hiperspektral ölçümler ve eş zamanlı gerçekleştirilen su stresini ifade eden gün ortası yaprak su potansiyeli (YSP (Ψ_{go} (-MPa))) ve fotosentez hızı (A (mola $CO_2 \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)) ölçümleri TBAİM arazisindeki bağ alanlarında gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Ψ_{go} ve A değerleri ile en ilişkili dalga boyları belirlenmiştir. Hiperspektral çalışmalarda son dönemde sıklıkla kullanılmaya başlanan Optimum Bant Oran İndisi (OBRA) ve Optimum Normalize Fark İndisi (ONDI) bulma yöntemleri ile Ψ_{go} ve A değerleri ile en ilişkili Bant Oranı (BR) ve Normalize Fark (ND) indisleri belirlenmiştir. Öncelikle arazi çalışmalarında temin edilen tüm çeşitlere ait hiperspektral eğriler kullanılarak 400-1000nm arasındaki tüm olası BR ve ND değerleri hesaplanmıştır. Oluşturulan BR ve ND indisleri ile Ψ_{go} ve A değerleri arasında ayrı ayrı korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm olası BR ve ND indilerinin Ψ_{go} ve A değerleri ile oluşturduğu korelasyon değerleri Korelasyon Matrisi Haritaları (KMH) ile görselleştirilmiştir. Belirlenen ilişkilerin etki alanları, korelasyonların tesadüfi olup olmadığı, çalışılan spektral bölgedeki mevcut tüm ilişkilerin dağılımı ve hiperspektralden multispektrale geçerken uydu görüntülerinde tercih edilecek bantlar KMH ile açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Analizler hem lokal zamanda (08.08.2012 ve 06.09.2012 ayrı ayrı) hem de toplam zamanda (iki dönemin verileri tek bir veri seti olarak) incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kırmızı kenar Ψ_{go} ile en ilişkili spektral bölge olarak belirlenmiştir. 06.09.2012 tarihli ölçümlerde 686nm'nin yansıtım (R) değeri ile $r=0,972$ ($r^2=0,945$) korelasyon yakalanmıştır. Ψ_{go} ile en ilişkili BR indisi $r=-0,993$ ($r^2=0,985$) değerleri ile 06.09.2012 tarihli R944/R691 olarak belirlenmiştir. Ψ_{go} ile en ilişkili ND indisi $r=0,990$ ($r^2=0,981$) değerleri ile 06.09.2012 tarihli $[R690-R895]/[R690+R895]$ olarak belirlenmiştir. A için en yüksek korelasyon 08.08.2012 tarihli ölçümler ile 609nm (sarı bölge) dalga boyu arasında $r=-0,929$ ($r^2=0,863$) şeklindedir. A ile en ilişkili BR indisi $r=-0,986$ ($r^2=0,973$) değerleri ile 08.08.2012 ölçümlerinde üretilen R696/R944 olarak belirlenmiştir. A ile en ilişkili ND indisi $r=0,985$ ($r^2=0,970$) değerleri ile 08.08.2012 tarihli $[R944-R696]/[R944+R696]$ olarak belirlenmiştir. İndis sonuçları incelendiğinde 950nm merkezli su emilim bölgesi ile 670-780nm arasında olduğu kabul edilen kırmızı kenar bölgesinin oluşturduğu indislerin en korelasyonlu hiperspektral indisleri oluşturduğu belirlenmiştir.

Hiperspektral çalışmalar ile belirlenen indisler multispektral WV-2 uydu görüntülerine uyarlanarak bağların su stresi ve fotosentez durumları multispektral çözünürlük ile incelenmiştir. Hem Ψ_{go} hem de A , WV-2'nin 5. bandı olan kırmızı bandıyla (B5) $r=0,766$ ($r^2=0,587$) ve $r=-0,804$ ($r^2=0,647$) değerleri ile ilişkilidir. Ψ_{go} ve A ile en yüksek korelasyonlu BR indisi sırası ile $r=0,867$ ($r^2=0,752$) ve $r=-0,937$ ($r^2=0,878$) değerleri ile B5/B7 indisidir. Ψ_{go} ve A ile en yüksek korelasyonlu ND indisi sırası ile $r=0,874$ ($r^2=0,763$) ve $r=-0,945$ ($r^2=0,894$) değerleri ile $[B5-B8]/[B5+B8]$ indisidir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda multispektral ve hiperspektral bulgularının birbirleri ile uyumlu ve yersel hiperspektralden uydudan multispektrale geçiş esnasında OBRA, ONDI ve KMH ile gerçekleştirilen analizlerin son derece tutarlı oldukları belirlenmiştir.

Ayrıca geniş alanlarda bağ alanlarını incelemek amacıyla, OBRA, ONDI yöntemleri ile belirlenen indisler ile Tekirdağ Merkez ve Şarköy ilçeleri için indis haritaları oluşturulmuştur. Arazi çalışmalarında çeşit ve konum bilgisi belirlenen TBAİM dışındaki 128 farklı bağ parselindeki çeşitler indisler kullanılarak hem çeşit bazında hem de fenolojik dönem bazında sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Ancak çeşit ve fenolojik dönem ilişkileri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda, çeşitleri birbirinden ayırmak ya da aynı çeşitleri topografyaya bağlı olarak değişen meteorolojik koşullar doğrultusunda oluşabilecek fenolojik dönem farklılıklarına göre sınıflandırmak mümkün olmamıştır.

Topografik parametreler farklı iklim koşullarını doğurduğundan, ek olarak indisler ile eğim, bakı ve yükseklik gibi topografik parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Topografik parametreler ve buna bağlı olarak değişen meteorolojik koşullar arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen incelemeler sonucunda, yükseklik ile $[B7-B2]/[B7+B2]$ ve $[B8-B2]/[B8+B2]$ indisleri arasında sırasıyla $r=0,847$ ($r^2=0,851$) ve $r=0,814$ ($r^2=0,814$) şekilde korelasyonlar belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, diğer bir deyişle, güneş ışınımı, hava yoğunluğu, hava basıncı ve bunlara bağlı olarak değişen fotosentez ve su stresi ile ilişkili olan yükseklik ile $[B7-B2]/[B7+B2]$ ve $[B8-B2]/[B8+B2]$ indisleri arasında yüksek korelasyonlar belirlenmiştir.

Bu çalışmanın son aşaması bağıcılık için uygun alanların Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKVY) kullanarak belirlenmesidir. Bağıcılık için uygun alan tespiti, diğer bir deyişle bir alanın bağıcılık için uygunluğu, ilgili alandan ne kadar verim alınabileceğinin göstergesidir. Bir bölgede gerçekleştirilecek bağıcılığın ne kadar verimli olacağı; iklim, toprak ve topografik özelliklere göre şekillenir. Bu özelliklerin belli kriterler doğrultusunda bir arada değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar ilgili bölgenin bağıcılığa uygunluğunun göstergesidir. Bu amaçla, bağıcılığın iklim, topografik ve toprak istekleri ÇKKVY'ne girdi parametreleri olarak girilmiştir. Topografik parametreler Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak, toprak parametreleri hâlihazırda bölgeye ait sayısal toprak haritalarından ve çalışma alanına ait iklim parametrelerinin alansal dağılımı ise meteorolojik istasyonlara ait verilerin mekânsal enterpolasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

Bir bölgenin bağıcılık için ne kadar uygun olduğunun belirlenmesi için o bölgenin iklim özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Trakya bölgesinde uzun yıllar boyunca çalışan meteorolojik istasyon sayısı ve dağılımı, bölgenin farklı mikro klima özelliklerini ifade etmek için ne yazık ki yeterli değildir. Bu bağlamda istasyonlara ait iklim verilerinin alana yayılması esnasında enterpolasyonu güçlendirecek yardımcı veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Uzaktan algılama, geniş alanların yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlükle takibinde sıklıkla kullanılan ve meteorolojik çalışmalarda sıkça faydalanılan bir yöntemdir. Bu sebepten, iklim ve uzaktan algılama verilerinin jeostatistik yöntemler ile bir arada değerlendirilmesi ve iklim verilerinin mekânsal enterpolasyonu, bağıcılık için uygun alanların belirlenmesi ana amacının altında gelişen diğer bir amaç olarak belirlenmiştir.

Arazi Yüzey Sıcaklığı (Land Surface Temperature (LST)) ve Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI) iklim verileri ile yüksek korelasyonlu uzaktan algılama ürünlerindedir. Bu çalışmada, LST ve NDVI verilerinin, uzun yıllar aylık ortalama (UYAO) hava sıcaklığı (T_a), yağış toplamı (P_t), bağıl nem (RH) ve rüzgâr hızı (W_s) ile olan ilişkileri doğrultusunda uzaktan algılama verilerinin dâhil olduğu yeni basit bir enterpolasyon yönteminin oluşturulması hedeflenmiştir. Bu bağlamda deterministik

yöntemlerden Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting (IDW)) ve jeostatistiksel yöntemlerden Sıradan Kriging (Ordinary Kriging (OK)) çalışma alanına ve oluşturulacak enterpolasyon sistemine uygunluğu açısından avantajları ve dezavantajları ile değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, sonuçlarının doğruluğu, basitliği ve buna bağlı olarak çalışma hızı nedeni ile IDW temelli ve uzaktan algılama verileri ile geliştirilen modifiye IDW (M-IDW) mekânsal enterpolasyon yöntemi oluşturulmuştur.

M-IDW, T_a , P_t ve RH için ayrı W_s için ise ayrı iki şekilde ama aynı mantıkla oluşturulmuştur. İlk olarak yapılan incelemeler neticesinde, UYAO LST değerinin T_a , P_t ve RH iklim verileri ile yüksek korelasyonlu olduğunu ortaya çıkmıştır. T_a , P_t ve RH için geliştirilen M-IDW'de, "İstasyon noktasındaki UYAO LST değerine denk gelen iklim değeri, görüntünün başka bir yerindeki UYAO LST değerinde ne olur" yaklaşımı, en basit içler dışlar çarpımı ile ifade edilip IDW denklemi içerisindeki bilinen istasyon değeri yerine konulmuştur. W_s için ise IDW denklemi içerisindeki bilinen istasyon değeri yerine Hellman Yükseltme Bağlantısı (HYB) yerleştirilmiştir. HYB iki farklı yükseklik arasındaki W_s değişimini yüzey dokusuna göre belirleyen bir denklemdir. Bu bağlamda, yükseklik bilgisi SYM'den ve yüzey dokusu bilgisi ise NDVI indisinden temin edilmiştir.

Bu çalışmada iklim verilerinin mekânsal enterpolasyonu, görüntü işleme ve mekânsal enterpolasyon adımlarını içeren bir sistem tasarımı ile gerçekleştirilmiştir. M-IDW sonuçları, IDW, OK ve tıpkı M-IDW gibi uzaktan algılama verileri ile desteklenen Sıradan Co-Kriging (Ordinary Co-Kriging (OCK)) yöntemi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. M-IDW özellikle T_a , P_t ve W_s için kış ayları dışında ya diğer yöntemlere göre daha iyi ya da çok çok yakın sonuçlar üretmektedir. RH için ise kış ayları dışındaki sonuçlar birbirine yakındır, ancak genel olarak diğer yöntemler biraz daha başarılıdır. M-IDW ile T_a için $0,19^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar, P_t için $4,60\text{mm}$ 'ye kadar, RH için $\%3,39$ 'a kadar ve W_s için ise $0,22\text{m/s}$ 'ye kadar minimum karesel ortalama hata (RMSE) ile enterpolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yeterli sayıda uydu görüntüsü ve bulutsuz piksel elde edilebildiği durumlarda M-IDW'nin giderek daha iyi sonuçlar verebildiği tespit edilmiştir.

Çalışmanın son aşamasında, uzaktan algılama verilerinden faydalanılarak belirlenen iklim parametreleri, mevcut toprak ve SYM'den üretilen toprak ve topografik parametreler kullanılarak gerçekleştirilen ÇKKVY ile bağcılık için uygun alanlar belirlenmiştir. Çalışmanın ilk kısmında belirlenen mevcut bağ alanları ile CBS sonuçlarının karşılaştırmalı analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar TÜİK'den temin edilen ilçe bazında verim bilgileri ve bu çalışma kapsamında arazide toplanan verim bilgileri ile son derece uyumludur. Bir bölgenin, uzun yıllar içerisinde, verimine ait standart sapma (STDEV) değerinin aritmetik ortalama (AORT) değerine oranının 100 ile çarpılması ((STDEV/AORT) \times 100), o bölgenin veriminin uzun yıllar içerisinde ne kadar kararlı olduğunu göstermek için kullanılabilir. 1991 yılından itibaren TÜİK tarafından arşivlenen ilçe bazında verim verileri kullanılarak üretilen ilçe bazında (STDEV/AORT) \times 100 değerleri ve ÇKKVY ile oluşturulan ilçe bazında en uygun alan sınıfı değerleri arasında $r=-0,864$ ($r^2=0,760$) şeklinde bir ilişki belirlenmiştir. Sonuçlar, verimde uzun yıllar içerisinde değişimler fazla olursa o bölgenin bağcılık için uygunluğunun azaldığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar hem bağcılığın antik dönemlerden günümüze kadar geçirdiği tarihsel sosyo-ekonomik gelişimi, hem de mevcut durumu ile son derece uyumlu çıkmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında bağcılık; asmadan bağ alanlarına kadar farklı seviyelerde uzaktan algılama ve CBS'nin farklı teknikleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürle uyumlu olmakla beraber yeni yaklaşımlarda getirebilir. Bu çalışmadaki yaklaşımlar, ülkemiz için muazzam bir potansiyele sahip ancak yeterli destek bulamayan bağcılığın veya önem verilerek devam etmekte olan ancak daha bilimsel ve teknolojik yöntemler ile ele alınması gereken diğer tarımsal faaliyetlerin yönetilmesinde ve gelişiminde katkıda bulunabilir.

INVESTIGATION OF THE TRAKYA (THRACE) REGION VINEYARD AREAS BY USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

SUMMARY

The correct management of vineyards and suitable area determination for grapevines will allow the real potential of our existing viticulture to be realized. Although our country is in the most appropriate climate for viticulture in the cultivation of the vine, being far from scientific application and the existing potential being ignored, it is at the bottom line in the among the international markets. In the World, grape, primarily considered as table grapes, raisins and the wine-making. However, our country is at the top of the list only in trading raisins. Our products apart from raisins are not preferred in the international market. The reasons for this are the wrong agricultural policies as well as not using the benefits of innovations in science and technology. "Remote Sensing" as in every field of agriculture, is a widely used technology among the wine-growing areas in the World, especially in developed countries. Geographic Information Systems (GIS) technologies allows the evaluation of the data obtained from different sources and is a frequently used mechanism to support the decision in agricultural studies.

In this study, the vineyards in Trakya (Thrace) on mono-scale, Tekirdağ province on meso-scale (mainly the Centre and Şarköy County) and Tekirdağ Viticulture Research Station Directory lands on micro-scale were detected by "remote sensing and GIS". The study can be considered in three main titles: 1) The determination of the spatial distribution of the vineyards by satellite images, 2) The examination of the water stress and photosynthesis of vines by the in-situ hyperspectral remote sensing and the implementation of the results obtained in multispectral satellite images, and 3) The evaluation of the data in GIS taking the climate, soil and topographical requests of the vine, created and obtained from different sources and identification of suitable areas for viticulture.

First in line with the existing data, the spatial distribution of vineyards in Tekirdağ had been identified. For this purpose, the suitable spatial resolution satellite images were determined that the vineyards require. For this purpose, the multispectral images were obtained from Spot-5, Ikonos and WorldView (WV-2) satellites. WV-2 is identified as the most appropriate due to its spatial and spectral properties. By the field work in the city of Tekirdağ and the digitization based on the satellite images observed in 2011, 8187 vineyard parcels of 4094 hectares (ha) and 1023 olive-vineyard parcels of 438.9ha has been identified. These values are consistent with the values of Turkey Statistic Institute (TSI) released in year 2011 of 4122.3ha of vineyard area in Tekirdağ. Determination of the actual vineyard areas and mapping is essential for the sake of base for further studies.

Monitoring of plant water stress and rate of photosynthesis are crucial especially in precision agricultural application and management in terms of accurate monitoring of

physiological processes. Remote sensing analysis is a very effective method for preventing and determining the anomalies in the plant physiology in case of environmental factors and inappropriate farming practices. The investigation of water stress and photosynthesis of vine by in-situ hyperspectral remote sensing and the examination of applicability of the in-situ findings by satellite remote sensing is one of the aims of this study. In this context, Alphonse, Lavallée, Atasarısı, Cinsaut, Gamay, Merlot, Razakı, Semilion, Tekirdağ Çekirdeksizi and Yapıncak vine species, which are available in TBAİM land, were studied in two different periods, in 08.08.2012 and 06.09.2012. Hyperspectral measurements and simultaneously carried out water stress expressing the midday leaf water potential (LWP (Ψ_{go} (-MPa)) and photosynthesis rate (A ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)) measurements were performed in TBAİM lands. First the wavelengths that are mostly associated with Ψ_{go} and A were determined. Using the methods of Optimum Band Ratio Index (OBRA) and Optimum Normalized Difference Index (ONDI), often been used in recent hyperspectral studies, Ψ_{go} and A values associated with the Band Ratio (BR) and Normalized Difference (ND) indices were determined. First, by using the hyperspectral curves of corresponding species obtained in land studies, all possible BR and ND values were calculated in the spectral range of 400-1000nm. Correlation analyses between Ψ_{go} and A values and created BR and ND indices were carried out separately. All possible correlation values are visualized by Correlation Matrix Maps (CMM). The domains of the relations determined, whether the correlations are coincidental, the distribution of all the relations existing in the studied spectral region, the satellite image's bands to be the preferred when passing through multispectral from hyper spectral had been demonstrated clearly with CMM. The analysis were examined in both local time (08.08.2012 and 06.09.2012 separately) as well as total time (two periods of data as a single data set). In accordance with the results obtained, the red edges were determined as the most relevant spectral region. In the 06.09.2012, between the reflection (R) value of 686nm and Ψ_{go} , $r=0.972$ ($r^2=0.945$) correlation was caught. The BR index most associated with Ψ_{go} , was determined as 06.09.2012 dated R944/ R691 with the value $r=0.993$ ($r^2=0.985$). The ND index most associated with Ψ_{go} , was determined as 06.09.2012 dated $[\text{R}690\text{-R}895]/[\text{R}690+\text{R}895]$ with $r=0.990$ ($r^2=0.981$). The highest correlation for A was found as 609nm (yellow region) of wavelength $r=-0.929$ ($r^2=0.863$) with measurements dated in 08.08.2012. The BR index that is most associated with A was determined as 08.08.2012 dated R696/R944 with $r=-0.986$ ($r^2=0.973$). The ND index most associated with A value was determined as 08.08.2012 dated $[\text{R}944\text{-R}696]/[\text{R}944+\text{R}696]$ with the value $r=0.985$ ($r^2=0.970$). Analyzing the results of the index, the index formed by the 950nm water based absorption region and the red edge which is assumed to be between and 670 to 780nm are determined to be most correlated hyperspectral indices.

The water stress and photosynthesis of vine were examined with multispectral resolution, by adapting the indices determined by hyperspectral to the multispectral WV-2 satellite imagery. Both Ψ_{go} and A were found to be correlated to WV-2's 5. band-red (B5) with $r=0.766$ ($r^2=0.587$) and $r=-0.804$ ($r^2=0.647$), respectively. The BR index values that are highly correlated with Ψ_{go} and A is B5/B7 index with values $r=0.867$ ($r^2=0.752$) and $r=-0.937$ ($r^2=0.878$), respectively. The ND index that has the highest correlation with Ψ_{go} and A is $[\text{B}5\text{-B}8]/[\text{B}5+\text{B}8]$ index with the values of $r=0.874$ ($r^2=0.763$) and $r=-0.945$ ($r^2=0.894$), respectively. In accordance with the results obtained, when multispectral and hyperspectral results are considered, the analysis performed with the OBRA, ONDI, and KMH are compatible with each other where utilized during the transition from hyperspectral to multispectral resolution.

In addition, in order to examine the vineyards in wide areas, with the index that were determined by OBRA and ONDI methods, Tekirdağ Centre and Şarköy County index maps were created. In the field studies, outside TBAIM the 128 different vineyards, that the variety and location information were determined, tried to classified in the aspect of variety and phonological stages. As a result of the researches, which were done according to the variety and phonological stage relations, it was able to classify neither the same species in order to the phonological stage differences that can be formed through the meteorological conditions depends on the topography nor distinguished the different species.

Because the topographic variations caused different climate conditions, the relations between indices and the topographic parameters like slope, aspect and elevation were examined in addition. As a result of the examinations that were done through the relations between the topographic parameters and changing meteorological conditions, elevation were found to be correlated to the indices of $[B7-B2]/[B7+B2]$ and $[B8-B2]/[B8+B2]$ with $r=0.847$ ($r^2=0.851$) and $r=0.814$ ($r^2=0.814$), respectively. As a result, in other words, changes in elevation, which influence the solar radiation, air density, air pressure and the photosynthesis and water stress depending to the previous conditions, were found to be highly correlated with index of $[B7-B2]/[B7+B2]$ and $[B8-B2]/[B8+B2]$.

The last stage of this study is to determine suitable areas for viticulture by using Multi Criteria Decision Making Method (MCDMM). To determine the appropriate areas for viticulture, in other words suitability of an area for viticulture, is the indicator of productivity. The yield of vineyard is shaped according to the climate, soil and topographical features. The results obtained by combined evaluation of these features with certain criteria demonstrate the suitability of the examined region. For this purpose, the needs of viticulture; like climate, topography and soil, are entered in MCDM as input parameters. Topographical parameters are created by using Digital Elevation Model (DEM), soil parameters by the numerical soil maps of the area and the spatial distribution of climate parameters of the study area by the spatial interpolation of the meteorological stations' data.

In order to determine how much it is appropriate for viticulture, it is important to know the region's climate in detail. Number and distribution of meteorological stations in the Thrace region, unfortunately, is not enough to express the region's different microclimate features. In this context, some kind of ancillary data that will strengthen the interpolation during spreading around the climate data belonging to the stations is needed. Remote sensing, is frequently used in monitoring high spatial and temporal resolution of large areas, and a frequently utilized method in meteorological studies. Therefore, climate and remote sensing data being evaluated together with geostatistics methods and spatial interpolation of climate data, are developed as another objective, under the main one i.e. identifying suitable areas for viticulture.

Land surface temperature (LST) and normalized difference vegetation index (NDVI) remote sensing products are well known highly correlated with climate data. In this study, it is aimed to develop a new and simple interpolation method considering the relation between remote sensing data (LST and NDVI) and long years' monthly average (LYMA) air temperature (T_a), total precipitation (P_t), relative humidity (RH) and wind speed (W_s) climate data. Within this context, Inverse Distance Weighting (IDW) of deterministic methods and Ordinary Kriging (OK) of geo-statistical methods, are evaluated within the terms of the advantages and disadvantages, about

the compatibility with the study area and the interpolation model that comprise necessary image processing and spatial interpolations steps. As a result of the assessment made, due to its accuracy, simplicity and speed, a new method, which is IDW based and involves remote sensing data, modified IDW (M-IDW) spatial interpolation method was created.

M-IDW is constituted in two different forms but the same reasoning, for “ T_a , P_t , RH” and “ W_s ”. As a result of the very first examinations, the rate of LYMA LST has come out to be a high correlation with the T_a , P_t , and RH climatic data. In the M-IDW that was developed for T_a , P_t , and RH, “what happens to the station’s climate value which matches with LYMA LST value of the station, at the different place of the vision of known LYMA LST value?” approach expressed with the basic “interior exterior multiplication” and replaced with the known station value in the IDW equation. For the W_s , Hellman Altitude Formula (HAF) is replaced with the known station value in the IDW equation. HAF is an equation which detects the change of W_s between two different altitudes according to the surface pattern. In this context, the elevation data is provided from DEM whereas the surface pattern data is provided from NDVI.

In this study, spatial interpolation of climate data, is achieved by a created system that comprises the necessary image processing steps and spatial interpolation method. The results of the M-IDW are compared to the IDW, OK and Ordinary Co-Kriging, which is a sophisticated method and can work with ancillary data like LST and DEM. Especially for T_a , P_t and W_s interpolation, M-IDW produces either better results or much closer results when compared to the other methods apart from the winter months. For RH, the results apart from the winter months are close to each other, but especially for winter generally the other methods are better. The M-IDW interpolations were carried out with the root minimum mean square error (RMSE), up to 0.19°C for T_a , up to 4.60mm for P_t , up to 3.39% for RH, and up to 0.22m/s for W_s . According to the results, it is determined that, M-IDW can give more accurate results when it is possible to have enough satellite images and cloudless pixel.

In the last phase of the study, identified climate parameters from remote sensing data, soil parameters from existing digital soil maps and topographic parameters from existing DEM were used in MCDM to define suitable areas for viticulture. Using the determined actual vineyards by digitizing from the first part of the study and the MCDM results, a comparative analysis was completed. The MCDM results obtained were highly compatible the county level official yield data of TSI and yield data collected in the field studies of current study.

During long term, standard deviation (STDEV) value of a region's yield divided to the arithmetic mean (AMEAN) value of a region's yield, multiplied by 100 ($(\text{STDEV}/\text{AMEAN}) \times 100$) can be used to display how robust and stable is that region's yield for long terms. A relation $r = -0.864$ ($r^2 = 0.760$) is defined between $(\text{STDEV}/\text{AMEAN}) \times 100$ values, which was generated from county level vine yield data of TSI since 1991, and the county level most suitable vineyard areas (90-100% class areas) values created by MCDM in GIS platform. The findings showed that, if the variations of the yield during long terms occur much, the suitability for viticulture decreases. The results obtained are highly compatible with historical socio-economic development of viticulture from ancient times until today and current situation of viticulture.

As conclusion of this study, viticulture; over different basis from vine leaf to viticulture lands have been examined by using different techniques of remote sensing and GIS. The obtained results are consistent with the literature but also could bring a new approach. The approaches taken in this study can contribute to the management and development of viticulture, which has enormous potential that unused and neglected in Turkey, and ongoing agricultural activities that should be handle with new scientific and technological approaches.

1. GİRİŞ

Ülkemiz asmanın gen merkezi olması yanında çok eski ve köklü bir bağcılık kültürüne sahiptir ve dünyanın bağcılık için en elverişli iklim kuşağında yer almaktadır (Uzun, 2004). Bağcılık, 34° Kuzey ve 49° Güney enlemleri arasında kalan geniş bir iklim kuşağında yapılabilen önemli bir tarımsal faaliyettir (Korkutal ve diğ., 2012). Türkiye, asmanın gen merkezlerinin kesiştiği ve ilk kez kültüre alındığı coğrafyanın merkezinde olmasında dolayı, çok eski ve köklü bağcılık kültürünün yanında zengin bir asma gen potansiyeline de sahiptir (Şensoy ve diğ., 2009).

Ülkemizde bağcılığın tarihçesi M.Ö. 3500 hatta 5000'lere kadar uzanır (Aktaş, 2002; Göktaş ve diğ., 2008; Uyak ve diğ., 2011) ve bununla beraber ülkemizde yaklaşık 1300 üzüm çeşidi yetiştirilmekte olup bu çeşitler Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü (TBAİM) Milli Koleksiyon Bağı'nda canlı olarak muhafaza edilmektedir (Vikipedi, 2012). Üzüm bitkisi olan asma çok serin iklimleri (Doğu Anadolu Bölgesinin 1500m'den yüksek yerleri), bol yağış alan (Karadeniz Bölgesi'nin bol yağışlı yerlerini), killi, ağır ve su tutan toprakları sevmez. Türkiye'de, bu gibi yerler haricinde, hemen hemen her tarafta bağcılık yapılmaktadır. Türkiye bağcılık açısından sırasıyla, Ege, Akdeniz, Orta Güney Anadolu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Orta Kuzey Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Marmara, Karadeniz ve Kuzeydoğu Anadolu olmak üzere sekiz bölgeye ayrılmıştır. En çok, Ege ve Marmara bölgelerinde yaygındır. Ayrıca; Gaziantep, Kahramanmaraş, Nevşehir, Hatay, Elazığ, Erzincan, Amasya, Tokat, Ankara ve Diyarbakır gibi Türkiye'nin muhtelif illerinde yaklaşık 590.000 bağ (asma) ağacı ziraatı yapılmaktadır (TK, 2013; Vikipedi, 2012).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nun 2013 verilerine göre Dünyamızda yaklaşık olarak 7.086.022 hektarlık (ha) bir alanda bağcılık yapılmakta olup 69.654.926 ton üzüm üretilmektedir. FAO 2013 verilerine göre ülkemizde 472.545ha alanda bağcılık yapılmakta olup 4.296.350 ton üzüm üretilmektedir. Aynı yıl dünya üzüm verimi ortalaması yaklaşık 9830kg/ha iken Türkiye'de bu rakam 9092kg/ha olmuştur (FAO, 2013). FAO verilerine göre ülkemiz bağ alanları ile dünyada 6. ve üretimde 7. olmasına rağmen, verimde 37. sıradadır. Bunun yanında

Türkiye toplam meyve üretiminin %25'i üzümdür ve üzüm en çok üretilen meyve konumundadır (Tosun, 2005). Üzüm dünyada öncelikle sofralık, kuru üzüm ve şarap olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca üzüm çekirdeği son yıllarda sanayi, ilaç ve kozmetik alanlarında da kullanılmaya başlanmıştır. Üzüm suyu, sirke, pekmez, reçel gibi gıda ürünlerinin yanı sıra ülkemizde bölgesel olarak köfter, bulama, hardaliye, bastık, muska ve sucuk gibi ürünler de elde edilmektedir ve asmanın yapraklarından salamura yapılmaktadır. Ülkemiz uluslararası piyasada çekirdeksiz kuru üzüm ticaretiyle tanınmaktadır. Türkiye'de üzüm ihracatının %87 ila 91'i kuru üzümden oluşur. Sofralık üzüm ihracatımızın oranı %3 civarındadır. Dünya şarap üretiminde ve ticaretinde Türkiye'nin payı %0,11 ile son derece küçüktür ve üzüm suyu ticaretinde söz sahibi konumda bile değildir (ÖTF, 2013; Castellucci, 2012). Potansiyel olarak Türkiye'nin daha altında olan Arnavutluk, Vietnam, Irak, Meksika, ABD, Güney Afrika, Şili gibi ülkeler FAO 2013 verilerine göre bağcılık alanında Türkiye'den daha fazla verim almaktadır.

Gelir açısından önemli tarım kollarından biri olan bağcılık sektörü üzüm üreten işletmeler oluşturmaktadır ve bu işletmelerden yaklaşık 2,5 milyon kişi gelir sağlamaktadır (GZ, 2010). Bu durum bağcılığın ülkemiz ekonomisinde ne kadar büyük bir rol oynadığını açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği, üye ülkelerden üzüm yetiştirme potansiyellerini tahmin etmelerini istemektedir bu amaçla pek çok üye ülke bağ kayıt sistemi geliştirmiştir. Bu sistemlerde, parsel bazında bağ alanları haritalanarak, bağ alanların mekânsal ve dokusal dağılımları belirlenmektedir. Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne aday ülke olması sürecinde bağcılık bilgi sistemi altyapısının oluşturulmuş olması önem taşımaktadır (Sertel ve diğ., 2012). Bunun amacı ülkelerin kendi kaynaklarını bir bilgi sistemi dâhilinde kontrol edebilmesi ve tüm faaliyetlerde olduğu gibi bağcılık faaliyetlerinde de dinamik bir yapı sağlamasıdır. Bu aynı zamanda ülkelerinin kendi öz kaynaklarını ve mevcut potansiyellerini ortaya çıkarmak için gerçekleştirmesi gereken adımlardan sadece biridir.

Ülkemiz bağcılık alanında sahip olduğu potansiyelin çok altında üretim yapabilmektedir. Gelişmiş ülkeler sahip oldukları öz değerleri ile kendi kendine yetebilmenin yolunu aramaktadırlar. Geliştirdikleri ve gelişmekte olan teknolojileri öz değerlerini kullanabilmek ve iyileştirmek için kullanmaktadırlar. Hızla gelişen uydu teknolojisinin sağladığı imkânlar, uzun bir süredir tarımsal faaliyetlerin optimizasyonu için kullanılmaktadır. Bu optimizasyon ve iyileştirmeler ülke ekonomilerine,

üreticilere ve tüketicilere pozitif bir şekilde etki etmektedir. İklim, toprak ve topografik özelliklere son derece bağlı olan asma bağcılığı pek çok tarım faaliyetinden daha fazla hassasiyet gerektiren bir alandır. Üzüm çeşidinin bol olması ve ortaya çıkan ürünlerin çeşitliliği bu alanda yapılması gereken doğru düzenlemelerin ve çalışmaların ne kadar gerekli olduğunun bir göstergesidir. Türkiye’de bağcılık ve bağcılık ürünleri ülke ekonomisinde büyük bir pay sahibidir. Bu nedenden dolayı gelişen yeni teknolojiler ve yöntemler ile bağ alanlarının takip edilmesi ve bağ alanları için en uygun alanların belirlenmesi ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de önemli bir tarım faaliyeti olan bağcılığın potansiyelini arttırmak için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemlerinden daha fazla faydalanılması gerekmektedir. Yersel, havadan ve uydudan uzaktan algılama teknolojilerindeki hızlı ilerlemeler sonucunda elde edilen ürünler pek çok alanda olduğu gibi tarımsal faaliyetlerin denetimi için de kullanılmaktadır. Uzaktan algılama sunmuş olduğu hızlı çalışma, düşük maliyet ve hızlı organizasyon oluşturma gibi daha birçok imkân ile bağcılık ve benzeri tarım faaliyetlerinde de etkin ve yetkin projeler geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Smit ve diğ., 2010). Uzaktan algılama yöntemleri elde edilen veriler, farklı kaynaklardan elde edilen veriler ile entegre bir şekilde kullanılabilir. Bu kapsamında elde edilen ve üretilen, farklı kaynaklardan verilerin entegrasyonu için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) platformu kullanılmaktadır. Coğrafi verilerin toplanması, bilgisayar ortamına aktarılması, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve sunulması amacıyla bir araya getirilmiş bilgisayar donanımı, yazılım, insan kaynakları ve coğrafi bilgilerden oluşan bir bütün olan CBS, özellikle konuma bağlı bilgilerin yönetilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (MTA, 2014). Belirli bir konu hakkında farklı kaynaklardan elde edilen verileri altlıklar olarak barındıran ve bir karar destek sistemi olarak kullanılan CBS, barındırdığı altlıkların içerdiği bilgilerin güncellenmesi ve bu sayede kendini sürekli yenileyebilir bir sistem olması ile uzun dönemler içerisinde sürdürülebilir bir sistem olarak işlevselliğini korur. CBS, özellikle tarımsal faaliyetler gibi uzun soluklu öngörülerde bulunulması gereken faaliyetler için çok önemli bir mekanizmadır (EPA, 2013).

Bu çalışma kapsamında gerek konumu gerekse de sahip olduğu farklı üzüm çeşitleri açısından makro ölçekte Trakya bölgesi çalışılmıştır. En eski ve köklü bağcılık kültürlerinden birine sahip olan Trakya bölgesinde bağcılık için uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bağcılık için uygun alanların belirlenmesi için bir

bölgenin iklim, toprak, topografik isteklerinin ayrıntılı bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Bağcılık için iklim istekleri, bu çalışmada oluşturulan iklim verilerini ve uzaktan algılama verilerinin direkt olarak beraber kullanan bir yöntem olan Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting (IDW)) metodunun yeni bir versiyonu olan Modifiye-Inverse Distance Weighting (M-IDW) metodu ile oluşturulmuştur. Bu çalışmada aynı mantıkla çalışan iki farklı M-IDW metodu geliştirilmiştir. Bunlardan ilki uzun yıllar aylık ortalama (UYAO) hava sıcaklığı (T_a), toplam yağış (P_t) ve bağıl nem (RH) enterpolasyonu için geliştirilen ve istasyonlara ait iklim parametrelerinin yanı sıra uzaktan algılama verisi olarak Landsat uydusunun Arazi Yüzey Sıcaklığı (Land Surface Temperature (LST)) verisini kullanır. Literatürde daha önceden gerçekleştirilen çalışmalarda Landsat LST verisi ile uydunun veri alım zamanındaki meteorolojik verilerin incelendiği görülmektedir. Bu çalışmada 2000-2012 yıllarına ait toplam 432 Landsat LST verisi ile her ay için UYAO LST iklim verisi üretilmiştir. UYAO LST öncelikle istasyon bazında T_a , P_t ve RH değerleri ile ilişkilendirilip sonrasında M-IDW denklemi kullanılarak her ay için UYAO T_a , P_t ve RH haritaları üretilmiştir.

İkincisi ise rüzgâr hızı (W_s) için geliştirilen M-IDW denklemdir. Mantığı ve yardımcı verileri kullanması T_a , P_t ve RH için geliştirilen ile aynıdır. Ancak, W_s enterpolasyonunda rüzgârın yükseklikle değişimini doku bilgisine göre ifade eden Hellman Yükseltme Bağıtısı (HYB) M-IDW içerisine entegre edilmiştir. HYB içerisindeki yükseklik bilgisi Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve doku bilgisi ise Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI) kullanarak sağlanmıştır.

Bağcılık için uygun alanları belirleyen iklim, toprak, topografik parametrelere ait farklı kaynaklardan temin edilen verilerin entegrasyonu ve beraber incelenmesi CBS ortamında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, elde edilebilen veriler doğrultusunda iklim ve topografik parametreler kullanılarak Trakya bölgesinde bağcılık için uygun alanlar belirlenmiştir. Sonrasında, mezo ölçekte Tekirdağ İli sınırlarındaki bağcılık için uygun alanlar iklim, topografik ve toprak parametreleri kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen uygun alan sonuçları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) kaynaklı verim verileri, arazide toplanan veriler ve tarihsel sosyo-ekonomik olaylar ile son derece uyumludur.

Mikro ölçekte ise, TBAİM Milli Koleksiyon Bağı arazisinde 9 farklı asma çeşitlerinde iki farklı dönemde gerçekleştirilen su stresini ifade eden yaprak su potansiyeli (YSP ($\Psi_{go}(-MPa)$)) ve fotosentez hızı (A ($\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)) ölçümleri ilk olarak

hiperspektral yersel uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmiştir. Optimum Bant Oranı (OBRA) ve Optimum Normalize Fark İndisi (ONDI) metotları kullanılarak öncelikle spektral ölçüm aralığında oluşturulabilecek tüm olası bant oranı (BR) ve Normalize Fark (ND) indisleri oluşturulmuştur. Oluşturulan indislere ait değerler ile Ψ_{go} ve A değerleri arasındaki korelasyonlar incelenmiştir, korelasyon dağılımları korelasyon matrisi haritaları (KMH) ile sunulmuştur ve son olarak en korelasyonlu BR indisleri tespit edilmiştir. Hiperspektral yöntemler ile oluşturulan indisler WorldView-2 (WV-2) uydu görüntülerine göre düzenlenip, asmaların Ψ_{go} ve A durumları multispektral uzaktan algılama ile incelenmiştir. Ayrıca belirlenen indisler ile hem çeşit bazında hem de fenolojik dönem bazında bağlar sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Son olarak indisler ile topografik parametreler arasındaki ilişkiler iklim topografya ilişkisi göz önünde bulundurularak incelenmiştir.

Sonuç olarak gerek bağıcılık için uygun alanları belirlenmesi, gerekse de asmanın hiperspektral ve multispektral uzaktan algılama ile incelenmesi ile elde edilen sonuçlar literatürde gerçekleşmiş çalışmalar ile uyumlu olup, bağıcılık ve tarımın diğer dalları için faydalı olabilecek farklı yaklaşımlar sunmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada ilk olarak bağ alanlarının mekânsal dağılımının tespitini yapmak amaçlanmıştır. Mevcut bağ alanlarının tespiti, bu çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi için önemlidir. Bu hedef doğrultusunda uygun mekânsal çözünürlükteki uydu görüntülerini belirlemek amaçlanmıştır. Spot-5, Ikonos ve WV-2 uydularından temin edilen görüntüler bu amaçla kullanılmıştır. Belirlenen uydu tipinden üretilen reflektans/yansıtım (R) görüntüleri ile hiperspektral ölçümler arasındaki ilişki incelenecek ve bu ilişki uydu görüntüleri ile asmanın su stresini ve fotosentezini incelemek için kullanılacaktır. Ayrıca elde edilebilen uydu görüntüleri doğrultusunda, Tekirdağ İlinde belirlenen bağ alanlarının son dağılımı ile gerçekleştirilecek CBS analizi sonucunda ortaya çıkan bağıcılık için uygun alan sonuçları karşılaştırılacaktır.

Bu çalışmanın diğer bir amacı da asma su stresinin ve fotosentezinin hiperspektral yöntemler ile incelenmesidir. Bu çalışmada su stresi ve fotosentez ile en ilişkili dalga boyu, bant oranı (BR) ve normalize fark (ND) indislerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Belirlenen hiperspektral indisler multispektral WV-2 uydu

görüntülerine uyarlanarak bağların su stresi ve fotosentez durumlarının uydudan uzaktan algılama ile incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca belirlenen indislerin değişiminin topografik parametreler ile olan ilişkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Bağcılık için uygun alanların belirlenmesi için bir bölgenin iklim isteklerinin ayrıntılı bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Trakya bölgesindeki meteorolojik istasyon sayısı, bölgenin farklı mikro klima özelliklerini ifade etmek için yeterli değildir. Bu kapsamda iklim verilerinin uzaktan algılama verileri ile olan ilişkisi incelenmiştir. İklim ve uzaktan algılama verilerinin jeostatistik yöntemler ile değerlendirilmesi ve iklim verilerinin mekânsal enterpolasyonu bu çalışmanın diğer bir amacıdır. İklim verilerinin mekânsal enterpolasyonun bu çalışmada oluşturulacak görüntü işleme ve enterpolasyon adımlarını içeren bir sistem tasarımı ile gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda çalışma alanına uygun bir mekânsal enterpolasyon yönteminin oluşturulması da amaçlanmıştır.

Ayrıca uzaktan algılama verilerinden faydalanılarak belirlenen iklim parametreleri, hali hazırdaki toprak ve SYM'den oluşturulan topografik parametreler kullanılarak CBS ortamında gerçekleştirilen ÇKKVY ile bağcılık için uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Son olarak mevcut bağ alanları ile CBS sonuçlarının karşılaştırmalı analizi ve CBS sonuçlarının bağlardaki verim bilgileri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

1.2.1 Hiperspektral yöntemler ile su stresinin incelenmesi

Suyun yeterli olmadığı durumlarda bitki su stresine girer ve bu bitkinin büyümesini, üretimini, hayatta kalmasını ve tüm fizyolojik davranışlarını etkiler (Govender ve diğ., 2009). Tarım, ormancılık gibi alanlarda su stresinin doğru belirlenmesi çok önemlidir (Govender ve diğ., 2009). Su stresi asma fizyolojisi, vejetatif büyümesi, üremesi ve verimi ile yüksek korelasyonludur (Naor ve diğ., 1994; Schultz ve Matthews, 1993; Greenspan ve diğ., 1996; Williams ve Araujo, 2002; Bei ve diğ., 2011). Ayrıca su stresi, üzüm dâhil tüm ürünlerin veriminde ve kalitesinde belirleyicidir (Kennedy ve diğ., 2002; Cifre ve diğ., 2005; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007; Bei ve diğ., 2011).

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda YSP ölçümlerinin su stresini en iyi ifade eden ölçümlerin başında geldiği ortaya çıkmıştır (Turner, 1981; Williams ve Araujo, 2002;

Eitel ve diğ., 2006; Kakani ve diğ., 2007). Bağlı su içeriğine ve eşdeğer su kalınlığına nazaran, YSP toprak tipi, toprak nemi, tuzluluk, mevcut su, çevresel koşullar, tarımsal uygulamalar, ürün gelişimi ve iklim koşullarını içeren entegre bir sistemdir (Turner, 1981; Eitel ve diğ., 2006; Kakani ve diğ., 2007; Gutierrez ve diğ., 2010; Bei ve diğ., 2011).

Basitliği, güvenilirliği, anında ölçüm yapabilmesi, düşük maliyetli olması ve taşınabilir olması gibi birçok avantajı barındıran basınç odası tekniği YSP'nin direkt ölçümünde en bilinen ve en çok kullanılan yöntemdir. Bununla beraber, bitki dallarından koparılan yapraklardan gerçekleştirilen bir ölçüm olmasından dolayı yıkıcı ve bitkiye zarar veren bir uygulamaya sahiptir (Scholander ve diğ., 1965; Ritchie ve Hinckley, 1975; Eitel ve diğ., 2006; Govender ve diğ., 2009; Gutierrez ve diğ., 2010; Bei ve diğ., 2011). Bu teknik asma su potansiyelini ortaya koymak için de kullanılmaktadır (Naor et al. 1997; Williams ve Araujo 2002; Cifre ve diğ., 2005; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007; Bei ve diğ., 2011). Asmanın su stresine verdiği fizyolojik bilgiyi baz alan bu teknik, toprak nemi ölçümlerine gerek duyulmadan su stresini direkt olarak ölçmeye yaramaktadır (Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007; Bei ve diğ., 2011).

Uzaktan algılama, bitki su stresini belirlemede giderek daha fazla kullanılan bir tekniktir (Sims ve Gamon, 2002; Stimson ve diğ., 2005; Eitel ve diğ., 2006; Fitzgerald ve diğ., 2006; Govender ve diğ., 2009). Uzaktan algılama, basınç odası tekniğinin aksine yıkıcı olmayan, hızlı ve güvenilir bir şekilde su stresini değerlendirme olanağı sağlar (Hunt ve diğ., 1987; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007).

Yaprakların spektral cevapları yüzeylerine, kimyasal içeriklerine ve yapısal özelliklerine bağlıdır (Peñuelas ve diğ., 1993; Peñuelas ve diğ., 1997a; Eitel ve diğ., 2006; Govender ve diğ., 2009). Yaprak su durumu ve bitki spektrası arasındaki ilişkiyi içeren bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (Peñuelas ve diğ., 1997a; Sims ve Gamon, 2003; Eitel ve diğ., 2006).

700-1300 nm dalga boyu arasındaki yakın kızılötesi (Near infrared (NIR)) ve 1300-2500nm dalga boyu arasındaki kısa dalga boyu kızılötesi (Short wave infrared (SWIR)) bölgeler bitki su durumunun izlenmesi için kullanılmaktadır ve 760nm, 970nm, 1190nm, 1240nm, 1400nm, 1450nm, 1900nm, 1940nm, 2700nm, 2950nm dalgaboyları yaprak ve kanopi seviyesinde su emilim bantları olarak ifade

edilmektedir (Tucker, 1980; Hunt ve Rock 1989; Peñuelas ve diğ., 1993; Gao, 1996; Ceccato ve diğ., 2001; Stimson ve diğ., 2005; Eitel ve diğ., 2006; Kakani ve diğ., 2007; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007; Gutierrez ve diğ., 2010). Sims ve Gamon (2003) çalışmalarında 950–970nm, 1150–1260nm ve 1520–1540nm dalga boyu aralıklarını majör su emilim bölgeleri olarak tanımlamışlardır (Sims ve Gamon 2003; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007). Kakani ve diğ. (2007) gerçekleştirdiği çalışmada 550-650nm, 740-1350nm, 1550-1850nm ve 2000-2400nm dalga boyu aralıklarının YSP ölçümlerine duyarlı olduğu belirlemişlerdir (Kakani ve diğ., 2007).

Spektral indisler ile bitki su içeriğinin hızlı ve yıkıcı olmadan belirlenebildiği gerçekleştirilen çalışmalarda açık bir şekilde ifade edilmiştir (Gao, 1996; Penuelas ve diğ., 1997a; Stimson ve diğ., 2005; Eitel ve diğ., 2006; Govender ve diğ., 2009; Gutierrez ve diğ., 2010). Multispektral uzaktan algılamanın aksine, yüksek mekansal ve spektral çözünürlüklü arazi spektrometreleri ve havadan hiperspektral algılayıcılar ile bitki su durumunu belirlemek daha başarılıdır (Penuelas ve diğ., 1993; Gao, 1996; Eitel ve diğ., 2006).

Penuelas ve diğ. (1993) gerçekleştirdiği çalışmada fasulye, patlıcangiller ve papatyagilleri incelenmiştir ve R970/R900 band oranının bağıl su içeriği, YSP, stoma direnci ve hücre duvarı elastikitesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Penuelas ve diğ., 1993; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007; Kakani ve diğ., 2007; Gutierrez ve diğ., 2010). Babar ve diğ. 2006 yılında gerçekleştirdiği çalışmada iyi sulanmış, sulama eksikliği olan ve stresli koşullarda bahar buğdayı genotiplerinde dane verimini izlemek için Penuelas ve diğ. (1993) gerçekleştirdiği çalışma baz alınarak $NWI = \frac{R970 - R900}{R970 + R900}$ ve $NWI = \frac{R970 - R850}{R970 + R850}$ normalize su indisleri geliştirilmişlerdir (Penuelas ve diğ., 1993; Babar ve diğ., 2006; Gutierrez ve diğ., 2010). Gao, 1996 yılında yüksek çözünürlüklü havadan görüntüleme ile vejetatif su içeriğini belirlemek için $\frac{R860 - R1240}{R860 + R1240}$ normalize fark su indisini (NDWI) geliştirmiştir (Gao, 1996; Gutierrez ve diğ., 2010). Zarco-Tejada ve Ustin 2001 ve Zarco-Tejada ve diğ. (2003) gerçekleştirdiği çalışmada yaprak kalınlığı, biokütlesi ve yaprak alan indeksini tahmin etmek için (SRWI; $R860/R1240$) basit oran su indisini geliştirmişlerdir (Zarco-Tejada ve Ustin, 2001; Zarco Tejada ve diğ., 2003; Gutierrez ve diğ., 2010). Kakani ve diğ. 1630nm civarındaki spektral bölgenin 1710nm civarına oranının YSP ile en ilişkili bölge olduğunu belirlemişlerdir ve en yüksek korelasyon $r=0,84$ ile R1689/R1657 band oranını elde edilmiştir (Kakani

ve diğ., 2007). Stimson ve diğ. (2005) iğne yapraklı ağaçlarda gerçekleştirdiği çalışmada NDWI ve normalize edilmiş fark bitki örtüsü indislerinin (NDVI; $[R900-R680]/[R900+R680]$) yaprak su içeriği ve YSP ile $r^2=0,44-0,71$ aralığında ilişkili olduğunu belirlemiştir (Stimson ve diğ., 2005; Gutierrez ve diğ., 2010).

1.2.2 Hiperspektral yöntemler ile fotosentezin incelenmesi

Işık enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştüren fotosentez, besin zincirinin ilk basamağında organik madde üretimini sağlar (Chen ve Li, 2010). Tüm canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan enerjiyi üreten fotosentez mekanizması havanın CO₂ ve O₂ dengesini korumaktadır (Rabinowitch ve Govindjee, 2013). Fotosentez dünyamız için hayati önem taşıyan bir enerji işlemidir ve bitkilerin tüm fenolojik dönemlerinin sağlıklı bir şekilde geçirebilmesi için gerekli olayların başında gelmektedir. Bitkinin fotosentez kabiliyeti tarımsal ürünlerde verimi ve ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir (Vu, 2005; Gust, 2006; Martin ve diğ., 2007; Zobiolo ve diğ., 2010; Cook, 2013). Kuraklık ve yanlış tarım uygulamaları gibi olayların fotosentez hızını yavaşlatması ve bunun bitki üzerindeki yıkıcı etkilerinin önceden belirlenmesi çok önemlidir (Gust, 2006; Strever, 2012; Cook, 2013).

Kullanılan ışığın dalga boyu, karbondioksit miktarı, ışık şiddeti, fotosentetik pigment miktarı, sıcaklık, mineral madde miktarı, yaprak yüzeyinin genişliği gibi birçok parametrenin fotosentez hızına etkisi hiperspektral algılayıcılardan elde edilen spektral eğriler üzerinde gerçekleştirilen spektrometrik analizler sonucunda belirlenebilmektedir (Verma ve diğ., 2002; Oppelt ve Mauser, 2004; Kempeneers ve diğ., 2010; Cho ve diğ., 2010). Spektral çalışmalarda, fotosentezin en etkili olduğu ve fotosentetik pigmentlerin algılanabildiği spektral aralık Photosynthetically Active Radiation (PAR) olarak ifade edilmektedir (Hatchell, 1999; Sims ve Gamon, 2002; Mishra ve diğ., 2010; Jensen, 2009). PAR spektral aralığı kimi çalışmalarda 400-700nm kimi çalışmalarda ise 400nm ile kırmızı kenar (Red Edge) bölgesinin (670-780nm) sonuna kadar ki aralık olarak ifade edilmektedir (Jayaraman ve Srivastava, 2002; Fitzgerald vd., 2006; Eitel vd., 2006; Govender vd., 2009). Ayrıca 400-700nm aralığını Photosynthetic Flux Density (PFD) şeklinde de tanımlanmaktadır (Hatchell, 1999). Kırmızı kenar bölgesi bitkinin fotosentezi direkt olarak etkileyen, klorofil içeriği, bio-kütle ve su içeriği ile ilişkilidir (Zarco-Tejeda ve Miller, 1999; Thenkabail ve diğ., 2004; Liu ve diğ., 2004). Ayrıca kırmızı kenar asmalarda bitki stresi ve su

stresinin belirlenmesinde önemli bir spektral bölgedir (Broge ve Leblanc 2001; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007). Kırmızı kenar, 500nm civarındaki bitkiye yeşil rengini veren yeşil bölgeye göre daha belirgin bir klorofile zıt yansıtım bölgesidir (Clark ve diğ., 1993; Seager, 2005). Klorofil A pigmenti 430nm ve 662nm civarında, Klorofil B pigmenti ise 453nm ve 642nm civarında emilim gerçekleştirir. Bu pigmentlerin yoğunluğu fotosentez miktarını doğrudan etkiler (Hatchell, 1999; Seager, 2005; Jensen, 2009).

Photochemical Reflectance Index 1 (PRI1; $[R531-R570]/[R531+R570]$), PRI2 ($[R528-R567]/[R528+R567]$) (Gamon ve diğ., 1995), PRI3 ($[R550-R531]/[R550+R531]$), PRI4 ($[R570-R539]/[R570+R539]$) (Zarco-Tjeda ve diğ., 1999), Gitelson ve Merzlyak (GM1; $R750/R550$) ve GM2 ($R750/R700$) (Gitelson ve Merzlyak, 1997), Lichtenthaler 1 (Lic1; $[R800-R680]/[R800+R680]$), Lic2 ($R440/R690$), Lic3 ($R440/R740$) (Lichtenthaler ve diğ., 1996), Simple Ratio Pigment (SRPI; $R430/R680$) (Peñuelas ve diğ., 1995a), Structure Intensive Pigment (SIPI; $[R800-R450]/[R800+6R50]$) (Peñuelas ve diğ., 1995b), Normalized Phaeophytinization (NPQI; $[R415-R435]/[R415+R435]$) (Barnes, 1992; Peñuelas ve diğ., 1995a), Normalized Pigments Chlorophyll Ratio (NPCI; $[R680-R430]/[R680+R430]$) (Peñuelas ve diğ., 1994), Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance (MCARI; $[[R700-6R70]-0,2 \times [R700-R550]] \times [R700/R670]$) (Daughtry ve diğ., 2000), Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance (TCARI; $3 \times [R700-R670]-0,2 \times [R700-R550] \times R700/R670$) (Haboudane ve diğ., 2002), MCARI1 ($1,2 \times [2,5 \times [R800-R670]-1,3 \times [R800-R550]]$) (Haboudane ve diğ., 2004) ve MCARI2 ($1,2 \times [2,5 \times [R800-R670]-1,3 \times [R800-R550]] / [2 \times R800 + 1]^2 - [6 \times R800 - 5 \times R670]^{1/2} - 0,5]^{1/2}$) daha önceki çalışmalarda geliştirilmiş bazı fotosenteze duyarlı indislerdir (Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007). Peñuelas ve diğ. (1995b) SIPI ile karetenoid/klorofil oranı arasında bulunduğu $r^2=0,99$ ilişkisi, Peñuelas ve diğ. (1997b) bitki fotosentezinin ışınım kullanımı ile PRI ($(R570-R53)/R570+531$) arasında $r^2=0,85$ ilişki, Blackburn'un (1998) gerçekleştirdiği çalışmada Pigment specific simple ratio a (PSSRa) ($R800/R680$), PSSRb ($R800/R635$) ve PSSRc ($R800/R470$) ile sırası ile clorofil a, b ve karetenoidler arasında bulunduğu $r^2=0,96$, $0,96$ ve $0,94$ 'lük ilişkiler ve Sims ve Gamon'un (2002) gerçekleştirdiği çalışmada Simple Ratio ($R750/R705$) indisi değerleri ile klorofil arasında bulunduğu $r^2=0,99$ ilişki, Hernández-Clemente ve diğ. (2012) gerçekleştirdiği çalışmada Carotenoid concentration index (CRI) $[(1/R515)-$

(1/R550)] ile Klorofil C pigmenti arasında bulunduğu $r^2=0,90$ 'lık ilişki fotosentez ile ilişkili bazı indislerle gerçekleştirilen çalışmalara ait sonuçlar olarak sıralanabilir.

1.2.3 İklim verilerinin enterpolasyonu

Bir bölgenin tarım alanlarının, doğal kaynaklarının, afet durumunun, şehirleşmesinin, ulaşımının ve diğer faaliyetlerinin optimum seviyede yönetilmesi için bölgenin iklim koşulları hakkında doğru bilgiye sahip olmak gerekir. Meteorolojik istasyonlardan gelen veriler lokal alanların meteorolojik ve iklim koşullarını ifade eder. Mekansal enterpolasyon yöntemi ile meteorolojik istasyon olmayan yerlerin yaklaşık değerlerini tahmin etmek mümkündür. Bu yöntemler deterministik ve geo-istatistiksel yöntemler olarak ikiye ayrılır (Hartkamp ve diğer., 1999; Apaydin ve diğer., 2004; Dobesch ve diğer., 2007; Sluiter, 2009).

İklim verilerinin enterpolasyonunda kullanılan bazı deterministik yöntemler sırası ile nearest neighborhood and triangulation, IDW, polynomial functions (splines), linear regressions ve artificial neural networks (Apaydin ve diğer., 2004; Hartkamp ve diğer., 1999; Dobesch ve diğer., 2007; Sluiter, 2009). İklim verilerinin enterpolasyonunda kullanılan geo-istatistiksel yöntemler ise optimum interpolation, ordinary kriging (OK), simple kriging, co-kriging, universal kriging, residual kriging, indicator kriging, probability kriging, disjunctive kriging, stratified kriging ve tüm kriging yöntemlerinin yardımcı veri kullanarak çalıştığı co-kriging (örnek olarak ordinary co-kriging (OCK)) yöntemleridir (Apaydin ve diğer., 2004; Hartkamp ve diğer., 1999; Dobesch ve diğer., 2007; Sluiter, 2009). IDW gibi deterministik metotlar bilinen ölçüm noktalarındaki değerleri kullanarak bilinmeyen noktalardaki değerleri tahmin ederler (Johnston ve diğer., 2001; Chen ve Liu, 2012). OK gibi geo-istatistiksel metotlarda detetministik metotlara benzerler ancak en büyük artısı mekânsal oto-korelasyon ile kullanarak değerlendirmeyi gerçekleştirirler (Johnston ve diğer., 2001; Lloyd, 2005; Ustuntas, 2006). Co-Kriging metodunun aksine IDW gibi saf deterministik ve OK gibi saf jeostatistik metotlar meteorolojik veri, SYM gibi yardımcı verileri kullanarak hesaplamalar gerçekleştirmezler (Hartkamp ve diğer., 1999; Li and Heap, 2008; Sluiter, 2009). Bu çalışmada yardımcı veriler ile çalışan modifiye IDW (M-IDW) oluşturulup ve M-IDW sonuçları IDW, OK ve OCK sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Uydudan uzaktan algılama verileri çalışılan alanın anlık karakteristiklerini ve mekânsal varyasyonlarını yansıtır (Voogta ve Oke, 2003). Ayrıca, çalışılan alanın

farklı zamanlarda elde edilen görüntüleri ile zamansal varyasyonlar ortaya konulabilir (Goncalves ve diğ., 2011). Uzaktan algılama verileri, geniş alanların aynı anda analizine ve modellenmesine olanak sağladığından meteorolojik modeller için çok önemlidir (McVicar ve Jupp, 1999). Uzaktan algılama, geniş atmosferik sistemlerin yüksek mekansal çözünürlükle takip edilmesine olanak sağlamaktadır (Wan ve diğ., 2004).

Meteorolojik veriler ile LST gibi uzaktan algılama verilerinin ilişkisi, farklı alanlarda değişik uygulamalara olanak sağlamaktadır. LST, yer yüzü-atmosfer (land-atmosphere) enerji alış verişinde, iklim değişiminde ve küresel hidrolojik döngüde belirleyici ve çok önemli bir parametredir (Wan ve Li, 1997; Duan ve diğ., 2012). LST'nin değişimi güneşlenmeye, rüzgara ve bitki tipi, toprak nemi ve yüzey yapısı gibi arazi yüzeyi karakteristikleri ile yakın ilişkilidir (Duan ve diğ., 2012). Bu nedenle LST, enerji su döngüsü, sayısal hava tahmini, küresel okyanus döngüsü, iklim değişimi gibi farklı çevresel modellerde kullanılan önemli bir parametredir (Dash ve diğ., 2002). LST, yükselen termal radyasyonu ifade eder (Freitas ve diğ., 2013) ve bu da meteorolojik, topografik, jeolojik ve bitki örtüsü gibi tüm doğal parametrelerin birleşimini ifade eder. Uydudan uzaktan algılama, geniş alanlarda LST ölçümleri için sıkça kullanılan ve tek yöntemdir (Dash ve diğ., 2002; Inamdar ve diğ., 2008; Duan ve diğ., 2012). LST'nin sıcaklık, yağış, nisbi nem gibi meteorolojik parametreler ile olan yakın ilişkisi, meteorolojik istasyon olmayan yerlerde meteorolojik analizler yapılabilmesine olanak tanır (Tian ve diğ., 2012).

NDVI, yakın kızılötesi (NIR) ile kırmızı bölge arasındaki farkı, yine NIR ile kırmızı bölgenin toplamına oranlayan (Karnieli ve diğ., 2010), sıcaklık ve yağış gibi meteorolojik parametreler ile doğrudan ilişkili, ölçüm değerine dair olduğu bölgenin ya da nesnenin yapısal karakteristiğini ortaya koyan bir indistir (Song ve diğ., 2008; Weishou ve diğ., 2011). Sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörlerdeki değişimler ve buna bağlı olarak değişen toprak nemi gibi parametreler NDVI değerlerine doğrudan etkide bulunurlar (Ichii ve diğ., 2002; Wang ve diğ., 2003). NDVI ayrıca bir bölgenin yapısal karakteristiği hakkında bilgi verir. -1 ile 1 arasında ifade edilen ve meteorolojik parametreler ile de ilişkili NDVI, yoğun bitki örtüsünde, çıplak arazide, yerleşimde, bulutlarda, suda ve daha pek çok farklı yapıda farklı değerler alırlar (Holben, 1986).

LST ve NDVI, meteorolojik parametreler ile yüksek ilişkili parametrelerdir ve genel olarak LST ve NDVI birbirleri ile negatif korelasyon sağlarken, LST sıcaklık ile doğru,

yağış ile ters orantılıdır. Aynı şekilde NDVI sıcaklık ile ters, yağışlar ile doğru orantılıdır. (Wan, ve diğ., 2004; Song ve diğ., 2008; Karnieli ve diğ., 2010). Ayrıca bağıl nem (RH), buhar basıncı açığı ile ters orantılıdır (Singh, 2009) ve buhar basıncı açığı LST ile doğru orantılıdır (Hashimoto ve diğ., 2007) ve bu durumda RH LST ile ters orantılıdır. Uzaktan algılama ile elde ettiğimiz LST ve NDVI, yersel istasyonlardan elde ettiğimiz veriler ile oluşturulan modeller ile kıyaslandığında daha yüksek mekânsal çözünürlüklü veri setlerinin oluşmasına ve noktasal analizlerden geniş alan analizlerine geçilmesine olanak sağlamaktadırlar (Wan, ve diğ., 2004). LST ve NDVI verilerinin en büyük katkısı, yapısal ve topografik varyasyonlara göre yüzey karakteristiğini piksel bazında tanımlamalarıdır.

1.2.4 Asmanın ekolojik istekleri

Ekolojik ortam, asmanın büyümesine ve gelişimine doğrudan etkide bulunur. Bağcılık yapılan ve yapılması planlanan alanların ekolojik koşullarının belirlenmesi, gerçekleştirilecek zirai uygulamanın başarısının ölçüsü açısından büyük önem taşımaktadır. Hatta en doğrusu, ekonomik olarak yüksek getirili bağcılık faaliyetleri için ekolojik koşulların bir arada değerlendirilmesi ile önce uygun alanların belirlenmesi, sonrasında tesisleşmenin gerçekleşmesidir. Bağcılığın iklim, toprak ve topografik istekleri bu kısımda anlatılacaktır.

1.2.4.1 İklim istekleri

Ekonomik anlamda bağcılık, 34° Kuzey ve 49° Güney enlemleri arasında kalan geniş bir iklim kuşağında yapılabilen önemli tarımsal faaliyetlerdendir. Türkiye bu iklim kuşağının merkezinde olup çok eski bir bağcılık kültürüne sahiptir (Çelik, 1998; Uzun, 2004). Bağcılık için uygun alan iklim kriterleri aşağıdaki gibidir (Uzun, 2004; Smart ve Robinson, 2006; Gündüz, 2007; Kurtural, 2008; Kurtural ve Wilson, 2008; Bahar ve diğ., 2010; IAGT, 2011).

- Yıllık ortalama sıcaklık 9°C üzerinde olmalıdır.
- Bağcılık için en elverişli yerler yıllık ortalama sıcaklık 11-16°C olduğu alanlardır.
- En sıcak ayın ortalaması 18°C üzerinde olmalıdır.
- Kış ayı sıcaklığı -10°C'dan az olursa bitkiye zarar verir. En soğuk ay ortalaması -2°C'den az olmaması optimal değerdir. Bununla beraber asma -15°C'ye kadar dayanabilir.

- İlkbahar aylarında sıcaklığın -1°C hatta -3°C 'ye düşmesi ciddi zararlar verir.
- Yaz ayları ortalaması: Haziran, Temmuz, Ağustos: 20°C üzerinde olmalıdır.
- Gelişme döneminde (1 Nisan - 30 Ekim) ise ortalamanın 13°C hatta 18°C üzerinde olması gerekir.
- Asma $10-35^{\circ}\text{C}$ arasında gelişimini sürdürebilir.
- Asma en iyi $25-30^{\circ}\text{C}$ arasında gelişir.
- $35-40^{\circ}\text{C}$ ve üstü asmada-salkımlarda yanıklara yol açar.
- Günlük ortalama sıcaklık 10°C ulaştığında asma tomurcukları uyanır.
- Asma kış döneminde $0-10^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıklara(soğuklama süreci) çeşide göre 100-400 saat arası maruz kalmalıdır. Bunun amacı kış gözlerinin fizyolojik dinlenmeden çıkabilmesi ve sağlıklı olarak sürebilmesidir.
- Ekonomik anlamda bağcılık yapılabilmesi için etkili sıcaklık toplamının (EST) 1 Nisan- 30 Ekim vejetasyon dönemi içerisindeki en az 900gün-derece olması gerekmektedir. EST, günlük sıcaklık değerlerinden 10 çıkarılarak dönem içerisindeki tüm günlere ait değerlerin toplamı şeklinde hesaplanır ve fenolojik olarak asmanın gelişiminde belirleyicidir (Uzun, 2004; Bahar ve diğ., 2010). Kısaca EST 10°C üzerindeki günlük sıcaklıkların toplamıdır ve gün-derece olarak ifade edilir.
- Nem arttıkça asma fizyolojisi üzerine olumsuz etkiler artar. Bağıl nemin %40 üzerinde olması hastalık durumunu hızlandırır ve %90 ve üzerinde ise çok büyük risk taşır. Bununla beraber TBAİM'de gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda fotosentez hızının en yüksek olduğu nem aralığının %50-60 arası olduğu belirlenmiştir.
- 500-600mm dolayında yağış alan yörelerde sulamaya gerek duyulmadan modern bağcılık yapılabilmektedir.
- Yıllık toplam yağışın 300mm'nin altında olduğu yörelerde sulama yapılmadan ekonomik anlamda bağcılık yapılması mümkün görülmemektedir. Tersine yıllık yağışın 900mm'nin üzerine çıktığı ekolojilerde, mantari hastalıkların kontrolünde güçlük çekilmesi vinifera bağcılığını sınırlandırmaktadır.
- Yıllık güneşlenme için optimal değer 1500-1600saat civarında olmalıdır. En az 1200-1300saat olmalı. Ekonomik anlamda bir bağcılık için bu değer 1500-1600saat'ten az olmaması gerekir.
- $0,972\text{m/s}$ ile $3,805\text{m/s}$ hızla esen, fazla kuru ve nemli olmayan rüzgârlar asmada uygun bir su düzeninin sağlanması, havalanma, döllenme ve kalite yönünden olumlu etkilere sahiptir. Kuzey yönlü ve şiddetli rüzgârlar asma için zararlıdır.

1.2.4.2 Toprak istekleri

Asma, farklı toprak koşullarına uyum sağlayabilen bir bitkidir, ancak beslenme ve su isteğinin eksiksiz karşılanması için kendi fizyolojisine uygun niteliklerde topraklarda gelişmesi gerekir ve bu da verimini ve ürün kalitesini doğrudan etkiler. İklim ile birlikte asma fizyolojisinde en etkili parametre toprak parametreleridir. Toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin araştırılması ve analizi uygun alan testi için son derece önemlidir. Bağcılık için uygun alan toprak kriterleri aşağıdaki gibidir (Uzun, 2004; Gündüz, 2007; Kurtural ve Wilson, 2008; Bahar ve diğ., 2010; IAGT, 2011).

- Bağcılık için tınlı topraklar en uygun toprak yapı çeşididir. Bağ, kumlu, killi, killi kireçli, taşlı toprağa adapte edilebilir. Tınlı veya kumlu-tınlı, biraz çakıllı ve orta düzeyde kalkerli toprakların ideal bağ toprakları olduğu kabul edilmektedir.
- Ağır killi veya alt katmanları geçirimsiz yüzlek (sığ) topraklar, zayıf drenaj ve yetersiz havalanma özellikleri nedeniyle, bağcılık için uygun olmayan topraklardır.
- Toprak Derinliği: 60-70cm ve hatta 90cm'den daha derin olmalıdır.
- Bağcılık için topraktaki Mg/K=1/10 oranına dikkat edilmelidir.
- Topraktaki pH: 6,2-7 arası bağcılık için en ideal seviyedir.

1.2.4.3 Topografik istekler

Topografik kriterler, iklim ve toprak kriterleri ile ilişkilidir ve iç içedir. Eğim, bakı ve yükseklik gibi topografik parametreler bir bölgenin güneşlenmesi, sıcaklığı, yağışı, nemi ve rüzgâr hızı gibi iklim parametrelerini belirler. Aynı zamanda bu parametreler bölgede bulunan toprağın cinsi, mineral yapısı ve miktarını etkiler. Bağcılık için uygun alan topografik kriterleri aşağıdaki gibidir (Uzun, 2004; Carbonneau ve diğ., 2007; Kurtural ve Wilson, 2008; Bahar ve diğ., 2010; IAGT, 2011).

- Bakı: Güney, güneydoğu ve güneybatı yönleri bağın gelişimini sağlayabilmesi için gerekli güneş enerjisini alabilmesi açısından öncelikli yönlerdir. Güney, uygunluk açısından birincil yöndür.
- Eğim: Çok dik araziler hızlı su akışı, toprak kayması ve arazide çalışma zorlukları sunar, çok düz araziler ise toprağın beslenmesi için yeterli olmayabilir. Bu nedenle %5-7,5 arasındaki eğimdeki araziler bağcılık için en uygun alanlardır.
- Yükseklik: Yükseklik, havadaki nem oranı ve sıcaklık değişimi ile ilişkilidir. 100m yükseklikle, kuru havada 1°C, nemli havada yaklaşık 0,5°C düşer, Buna göre arazinin sıcaklık ve nem değerlerine göre yükseklik eşik değeri belirlenir. Ancak, yükseklik arttıkça hava

serinlediği için kısa vejetasyon süresi isteyen çeşitler için uygun şartlar halen mevcut olabilir. Yükseklik için sınıflar belirlenirken, çalışma alanında ortalama T_a 14°C ve ortalama RH ise %72 civarında alınmıştır, bu koşullarda sıcaklık 416 m’de bağıcılık için ilk kritik sıcaklık olan 11°C’ye 694m’de ise limit değer olan 9°C’ye düşmektedir.

- Denize yakınlık: Bu parametre sıcaklık yani rakım, yani nem ile ilgilidir. Bu durum yine lapse rate (sıcaklığın yükseklikle davranışı) oranında etkili olur. Deniz, göl ve nehirlerle yakınlık ile havadaki nem oranı artacağından lapse rate 0,5°C’e kadar düşebilir.
- Ormanların etkisi: Yağışları düzenler, nemli ve soğuk Kuzey rüzgârlarını keser. Ancak sirkülasyonu engellemesi ve nemlendirici etkisi ile mantari hastalıkların yayılmasını kolaylaştırabilir.

1.2.5 Literatürden örnek çalışmalar

Uzaktan algılama teknikleri ile bağıcılık faaliyetlerinin optimum seviyede devam ettirilmesi için pek çok farklı çalışma gerçekleştirilmiştir. Diğer tarımsal faaliyetlere kıyasla, bağıcılık uzaktan algılamanın yeni çalışma konularından biri sayılabilir. Bağıcılık çalışmalarında gerçekleştirilen uzaktan algılama çalışmaları yüksek çözünürlüklü yersel, havadan ve uydudan uzaktan algılama çalışmaları ile gerçekleştirilmektedir. Uzaktan algılama verileri ile eş zamanlı elde edilen bağı fiziyojji ile ilgili su stresi, fotosentez ve klorofil gibi diğer ölçümler ile analizler uzaktan algılama çalışmalarındaki doğruluk analizlerinde kullanılmaktadır. Bu kısımda öncelikle bu çalışmalara değinilecektir.

Johnson ve diğ. (2003) gerçekleştirdiği çalışmada, multispektral görüntüleme kullanılarak bağı alanlarının haritalanması amaçlanmış ve bu amaçla 800ha bir alanı incelemek için Ikonos görüntüleri kullanılmıştır (Johnson ve diğ., 2003). Görüntüler 2000 yılı hasat zamanına yakın olacak şekilde 21 Ağustos 2000 ve 4 Ekim 2000 tarihlerinde alınmıştır. Radyans ve geometrik dönüşümü yapılan görüntüde, piksel tabanlı NDVI uygulaması yapılmıştır. Farklı tarihlerde NDVI bitki örtüsü indisi uygulaması ve LAI (Leaf Area Index) yaprak alan indisi uygulaması yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda $LAI=5,7 \times NDVI-0,25$ gibi bir oran ortaya çıkmaktadır. 24 kalibrasyon alanında NDVI değerleri Leaf Area Index’e dönüştürülmüştür. 23 doğrulama noktasındaki yersel ölçümlerdeki bitki indisi ile görüntüden elde edilen bitki indisleri karşılaştırılmıştır ve aralarındaki korelasyon $r=0,72$ olarak çıkmıştır. Uygulanan yöntemin, geniş alanların incelenmesinde hem

daha ekonomik hem de daha etkili olması, üreticinin geliştirdiği yöntemlerle kıyaslandığında açıkça ortaya çıkmıştır.

Johnson'ın (2003) gerçekleştirdiği diğer bir çalışmada Napa Vadisindeki bir bağ alanında NDVI-LAI bitki örtüsü indislerinin ilişkisinin zamansal kararlılığı incelenmiştir (Johnson, 2003). 2001 büyüme zamanına ait multispektral Ikonos uydu görüntülerinden çıkarılan NDVI değerleri ile asma alanlarında yersel ölçümler ile çıkarılan LAI yaprak indisi değerleri aynı dönemler için karşılaştırılmıştır. Bu iki değişken çıktı dizisi, 6 asma bloğunda, her biri için 4 farklı durumda yüksek korelasyon göstermiştir ($r^2=0,91-0,98$). Lineer regresyon eşitliklerinin kullanıldığı bu değişkenler zamanla korelasyon ile çıkarılan ilişkide farklılık göstermemektedir. Bu kararlı durum NDVI haritalarının LAI değerlerine dönüştürülebilmesine ve arazide belirlenen alanların gerek duyulmayan noktalar için elenmesine yardımcı olmaktadır. Arazi çalışmalarındaki bu minimize etme durumu çalışmacılar için maliyeti düşürmektedir. Bu uzun dönemli çalışmalarda sürekliliği ve sürdürülebilirliği sağlama açısından özellikle NDVI verilerinin çıkarımında kullanılan spektral verinin temininde de mali kazanç sağlamaktadır.

Ayrıca Sağlam'ın (2001) gerçekleştirdiği "Tekirdağ İlinde Bağ Alanlarının Spektral Özelliklerinin ve Alansal Dağılımının Sayısal Uydu Verileri İle Belirlenmesi" adlı çalışmada Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) uydu verileri kullanarak, Tekirdağ İlinde bağ alanlarına ait bitki deseni ve parsel büyüklükleri çıkarılmıştır (Sağlam, 2001).

Da Silva ve Ducati tarafından (2009) gerçekleştirilen çalışmada, Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) görüntüleme sistemi kullanarak Güney Brezilya- Rio Grande do Sul eyaletindeki bağ alanlarının spektral özelliklerinin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir (Da Silva ve Ducati, 2009). Bu çalışmada uydu görüntüleri ve arazi radyometresi kullanılarak üzüm çeşitliliği belirlenmiştir. Rio Grande do Sul eyaletinin merkezinden 500km uzaklıktaki çalışma alanında, bölge toprak, iklim ve bağ alanları açısından farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanı 10ha genişliğindedir. Radyometrik ölçümler 400-1100nm arasında ölçüm yapan bir cihazla yapılmıştır. 30m mekânsal çözünürlüklü görüntüler 15m'ye en yakın komşuluk metodu ile dönüştürülmüştür. Aster görüntüsü bağ alanları sadece bir sınıf olacak şekilde görünür bölge yakın kızılötesi (visible region near infrared (VNIR)) ve SWIR bantları kullanılarak sınıflandırılmıştır. Hata matrisi

oluşturulmuştur, bunun sebebi ise bataklıklarda diğer arazi örtüsünün karışmasından dolayıdır. İki üzüm sınıfı (beyaz ve kırmızı) üzümler karışmaktadır bunun içinde bir hata matrisi oluşturulmuştur. Uydu görüntüleri ve radyometrik laboratuvar ölçümleri arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar tutarlı çıkmıştır, daha yüksek çözünürlüklü görüntüler ve hiperspektral görüntüler ile daha yüksek başarıma, doğruluğa ulaşılabileceği öngörülmüştür. Sonuç olarak; yukarıdaki sonuçların Aster verisinin, bağcılıkta, sınıflandırmayı ve analizi geliştirdiği vurgulanmaktadır. Bunun sebebi 15m'ye yeniden örneklenen görüntülerinin duyarlı spektral aralıklarda kullanılmasıdır. Radyometrik ölçümlerle olan uyum bu çalışmanın amacına ulaşmış olduğunu göstermiştir.

Arkun ve diğ. (2000) gerçekleştirdiği çalışmada üzüm kanopisi airborne uzaktan algılama ile belirleme amaçlanmıştır (Arkun ve diğ., 2000). Uzaktan algılama, bitkilerin spektral imzalarının çıkarımında uzun zamandır kullanılması mantığından yola çıkmışlardır. Bağcılık için de bu teknikleri kullanmışlardır. Airborne görüntüleme sistemleri ile yaprakta, kamışta ve kırmızı-kahverengi topraktan elde edilen spektral eğriler çıkarılmıştır. NIR'de taze yaprak ile kamış arasındaki ayırt edilebilirlik açıkça ortaya çıkarılmıştır. Diğer bölgelerde oluşan farklarda açıkça ortadadır. Yakın kızıl ötesinin önemi ölçümlerden ortaya çıkmaktadır. Yapılan denemeler sonucunda NDVI bitki örtüsü indisinin yanı sıra, Plant Cell Ratio (PCR), Photosynthetic Vigour Ratio (PVR) ve Plant Pigment Ratio (PPR) gibi diğer indislerde bağcılık için kullanılabildiği açıkça ortaya çıkmıştır.

Gil-Pérez ve diğ. (2010) gerçekleştirdiği çalışmada yakın bant hiperspektral görüntüleme kullanarak bağlardaki besin tutulumunun uzaktan algılama ile belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. 1m mekânsal çözünürlüklü Compact Airborne Spectrographic Imager ile elde edilen hiperspektral görüntüler ile yakın bant bitki indisleri oluşturulmuştur. Elde edilen indislerin bağların gelişimi ve fizyolojik durumları ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek ilişki $r=-0,81$ korelasyon ile Modified Transformed Vegetation Index 2 (MTVI2) ve Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index (MCARI2) indisleri ile yakalanmıştır (Gil-Pérez ve diğ., 2010).

Zarco-Tejeda ve diğ. (2004) gerçekleştirdiği çalışmada hiperspektral uzaktan algılama ve fiziksel simülasyon modelleri ile bağlardaki ve zeytinliklerdeki stres belirlemiştir. 400-950nm dalga boyu aralığında algılama yapan 1m mekânsal çözünürlüklü Compact

Airborne Spectrographic Imager ile ve termal bölgede algılama yapan 2m mekânsal çözünürlüklü Airborne Hyperspectral Scanner hiperspektral indisler oluşturulmuştur ve klorofil içeriğini belirlemek için simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Yersel-yerinde ölçümler PCA LAI-2000 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. PROSPECT, SAILH, FLIM, ve rowMCRM gibi simülasyon modelleri denenmiştir. Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index/Optimized Soil-Adjusted Index (TCARI/OSAVI) oran indisi ile yapraktaki klorofil miktarını 0,9 r^2 değeri ile tahmin etmişlerdir. RowMCRM modeline bağlı PROSPECT simülasyon modeli ile yapraktaki klorofil miktarını 0,93 ve kanopi seviyesinde ise 0,71 r^2 ile tahmin etmişlerdir (Zarco-Tejada ve diğ., 2004).

Zarco-Tejada ve diğ. (2005) gerçekleştirdiği çalışmada hiperspektral indisler ile bağ alanları incelenmiştir. Compact Airborne Spectrographic Imager, Reflective Optics Imaging Spectrometer ve Digital Airbone Spectrometer hiperspektral algılayıcılar ile 2002 ve 2003 yıllarında 103 farklı çalışma alanında gerçekleştirdikleri çalışmada pigment konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Ayrıca PROSPECT simülasyon modelini de tahminlerinde kullanmışlardır. Yersel ölçümleri Li-Cor 1800-12 ve USB2000 spektrometre ile gerçekleştirmişlerdir. TCARI/OSAVI indisi ile yapraktaki klorofil miktarını 0,9 r^2 değeri ile tahmin etmişlerdir. PROSPECT simülasyon modeli ile Klorofil A ve B pigmentlerinin miktarlarını 0,95 r^2 ile tahmin etmişlerdir (Zarco-Tejada ve diğ.,2005).

Martin ve diğ. (2007) gerçekleştirdiği çalışmada hiperspektral uzaktan algılama ile Tempranillo bağ alanlarında yetişen üzümün kalitesinin klorofillerindeki demir eksikliğine bağlı olarak değişimi ortaya koyulmaktadır (Martin ve diğ., 2007). Bu çalışmada 2,2 μ m bant genişliğine sahip, 0,5m mekânsal çözünürlüğe kadar inebilen Compact Airborne Spectrographic Imager VNIR Spektroskopik Görüntüleme Sistemi kullanılmıştır. Tempranillo bölgesi 103 tane 10 \times 10 metrelik alana ayrılmıştır ve 1467 yaprak toplanmıştır. Bu çalışma sonucunda bitkilerin hangi bölgede ne durumda olduğu açık bir şekilde ortaya konulabilmiştir.

Lamb ve diğ. (2004) gerçekleştirdiği çalışmada Cabernet Sauvignon bağlarında hasat zamanı üzüm fenoliklerinin ve renginin uzaktan algılama kullanarak belirlenmesi gerçekleştirilmiştir (Lamb ve diğ., 2004). Bitki yapısında bulunan fenolik maddeler bitki türlerini tanımlama ve sınıflandırma amacıyla kullanılmaktadır. Avustralya'nın Coonawarra bölgesinde yapılan çalışmada multispektral hava görüntüleri

kullanılmıştır, küresel konumlandırma sistemi (Global Positioning System (GPS)) ölçümleri yapılmıştır. NDVI bitki örtüsü indisi ve bitkinin fizyolojik gelişimi hakkında bilgi veren PAB (Photosynthetically-Active Biomass) uygulamaları multispektral görüntü üzerine yapıldığında bağlardaki fenolojik yapının uzaktan algılama sonuçları ile örtüştüğü ortaya çıkmıştır. Hassas tarım faaliyetlerinin bir uzantısı olan ve aynı mantıklı optimum seviyede tasarruf ve verimi amaçlayan hassas bağcılık bu çıkarılan sonuçlarla yapılması planlanmış ve bir karar destek mekanizması olan CBS'de bağcılık ile ilgili diğer verilerle entegre edilerek desteklenmiştir.

Da Costa ve diğ. (2007) gerçekleştirdiği çalışmada yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama verilerinin segmentasyonu ile bağ alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır (Da Costa ve diğ., 2007). Çalışma alanı Fransa'nın şarap üretim alanı olan Bordeaux'dur. Uçaktan alınan 0,15m mekânsal çözünürlüklü görüntüler üzerine gerekli geometrik dönüşümler yapıldıktan sonra bitki örtüsü indisi uygulaması yerine IRON adlı bir operatör uygulanarak parsellerin ayrılması, kenar belirleme işlemleri gibi birçok işaret ve görüntü işleme işlemleri sonucunda bağ alanlarının ayrımı yapılmıştır, 274m×241m'lik görüntü alanının %8'nin bağ alanı olduğu çıkarılmıştır. Sonraki aşamada ise multispektral görüntüler kullanarak NDVI uygulaması ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada hassas bağcılık faaliyetlerini tarım alanlarının belirlenmesi ile desteklemektedir, alana göre kullanılacak tarımsal ihtiyaçlar daha doğru bir şekilde belirlenecektir ve harcamaları minimuma indirecek, kaynakların boşa kullanımının önüne geçecektir.

Geraudie ve diğ. (2010) üzüm gelişimini öngörmek için gerçekleştirdiği çalışmada yakın kızılötesi (NIR) spektrometri tabanlı bir cihaz geliştirilmiştir (Geraudie ve diğ., 2010). Meyve kalite gelişimi ölçümlerine NIR spektrometre (400 – 1100nm) kullanılabilir. Meyvenin şeker içeriği ve asitliliği gibi karakteristik özellikleri kızılötesi (IR) spektrometre ile ölçülebilmektedir. Asma ve Şarap Enstitüsü ile bağlantılı olarak Cemagref araştırma merkezi ve Pellenc SA şirketi, meyvelere zarar vermeden, üzüm şeker ve asitlilik oranlarının hassas ölçümlerini alabilmek için uzun dönemli araştırmalara başlamıştır. İlk olarak sıcaklık, güneş ışığı gibi pek çok çevresel durum göz önünde bulundurulmalıdır. İkinci düşünülmesi gerekende, maliyeti azaltmak için uygun tasarım bulmaktır. Bu çalışma kapsamında şimdiye kadar beşten fazla prototip geliştirilmiştir, farklı değişkenler ve farklı koşullarda, Avrupa ve Avustralya'da denemeler yapılmıştır. Multiple Linear Regression (MLR) ve Leave

One Out Cross Validation kullanılmıştır. Standard Error of Cross Validation (SECV) ve r^2 hesaplanmıştır. Kalibrasyon yapılmadan önce PCA ile filtrelenmiştir ve yanlış gözlemleri elemek için bazı spesifik filtreler kullanılmıştır. 150 – 200 çeşit üzümde kimyasal analizler yapılmıştır. Sonuç olarak kimyasal analizler ve spektrometrik ölçümler ilişkilendirildiğinde şeker içeriğinde $r^2= 0,95$, asit oranında $r^2= 0,84$ ve su içeriğinde $r^2= 0,8$ korelasyon görülmüştür.

Lacar ve diğ. (2001) gerçekleştirdiği çalışmada Cabernet Sauvignon, Merlot, Semillon ve Shiraz gibi dört farklı üzüm çeşidinin hiperspektral yansıma kullanılarak ayırt edilebilmesi incelenmiştir (Lacar ve diğ., 2001). Bu çalışmada 400-900nm dalga boyu aralığında ölçüm yapabilen Lastek görünür ve NIR spektrometre kullanılmıştır. Arazideki yansıtımın en fazla olduğu spektral bölge ~720nm ile kırmızı sınırına denk gelmektedir. Bunu yeşildeki bir sıçrayış ve sonrasında görünür bölgedeki uzantılar takip etmektedir. Klorofil içeriği, yaprak yapısı ve su içeriğinde üzümleri ayırt etmek mümkündür. Cabernet Sauvignon, Semillon, görünür bölgede oldukça farklı özellikler göstermektedirler. Cabernet Sauvignon diğerlerinden özellikle 512 ve 580nm dalga boylarında ayrıldığı görülmektedir. 512nm, 580nm, 611nm, 649nm, 690nm ve 763nm dalga boyları 4 üzümünde en fazla birbirinde ayrıldığı dalga boyları olarak öne çıkmaktadır.

Rodríguez-Pérez ve diğ. (2007) Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinin Napa Vadisi'nde gerçekleştirdiği çalışmada bağlarda asma su durumunun hiperspektral yansıtım indisleri ile olan ilişkisi incelenmiştir. 350-2500nm spektral aralığında gerçekleştirdikleri hiperspektral ölçümler ile yaprak su içeriğini, eşdeğer su kalınlığını ve YSP'ni tahmin etmeye çalışmışlardır. Elde ettikleri hiperspektral veriyi hem orijinal spektralar şeklinde hem de sürekliliği kaldırılmış eğriler şeklinde incelemiştirler. En yüksek korelasyon orijinal spektralar ile oluşturulan R1070/R1340 bant oranı ile $r^2=0,916$, sürekliliği kaldırılmış eğri analizi ile 970nm bulunan maksimum bant derinliği ile $r^2=0,917$ ve yine sürekliliği kaldırılmış eğri analizi ile 1160nm'deki bant alanı ile $r^2=0,897$ değerleri ile yaprak su içeriği bulunmuştur. Eşdeğer su kalınlığı ve YSP ile bir tatmin edici korelasyonlar yakalanamamıştır (Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007).

Bei ve diğ. (2011) gerçekleştirdiği çalışmada NIR spektroskopisi ile asma su potansiyelinin tahribatsız bir şekilde ölçülebileceğini ortaya koymuşlardır. Klasik su stresi ile ilgili çalışmalarda bitkiye ait yaprak kesilerek portatif basınç odalarında

ölçülmektedir. Ancak bu çalışmada uzaktan algılama ile bitkiyi tahrip etmeden ölçümlerin gerçekleşebileceği iddia edilmektedir. Cabernet Sauvignon, Chardonnay ve Shiraz çalışılan çeşitlerdir. Yapılan karşılaştırmalı analizler sonucunda yersel hiperspektral uzaktan algılama ile bitki kökündeki su potansiyelini 0,24MPA'dan daha küçük standart hata ile belirlenebileceği bulunmuştur. En yüksek korelasyonlu tahmin 0,09MPA standart hata ve $r=0,92$ ile Shiraz çeşidinde gerçekleştirilmiştir (Bei ve diğ., 2011).

Literatür araştırmasının bundan sonraki bölümünde ise bağıcılık için uygun alanların belirlenmesi için kullanılacak meteorolojik parametrelerin uzaktan algılama verileri ile olan ilişkisi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalara değinilecektir.

Hay ve Lennon'nun (1999) gerçekleştirdiği çalışmada 1990 yılında Afrika'da meydana gelen vektör-kaynaklı hastalığın kontrolü için, bu hastalık ile ilişkili sıcaklık, atmosferik nem ve yağış parametrelerinin uzaktan algılama ve mekânsal enterpolasyon yöntemleri ile geniş alanlardaki dağılımını belirlemişlerdir. NOAA uydusunun AVHRR sensörü verilerini kullanarak sıcaklık ve atmosferik nemi tahmin etmişlerdir. METEOSAT uydusunun HRR algılayıcısının Cold Cloud verilerinin kullanarak yağışı tahmin etmişlerdir. Dünya Meteoroloji Organizasyonundan elde ettikleri meteorolojik veriler ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak mekânsal enterpolasyon ile elde ettikleri sıcaklık verisi uzaktan algılama sonuçlarından daha iyi olmuştur. Diğer taraftan ise atmosferik nem ve yağış tahmininde uzaktan algılama daha iyi sonuçlar üretmiştir. Uzaktan algılama sonuçlarının karesel ortalama hata (RMSE) değerleri sıcaklık, atmosferik nem ve yağış için sırası ile 4°C, 6mb ve 38mm şeklindedir (Hay ve Lennon, 1999).

Goetz ve diğ. (2000) gerçekleştirdikleri çalışmada Afrika'daki epidemiyolojik uygulamalar için çevresel varyasyonların uzaktan algılama ile incelenmesi çalışılmıştır. NOAA AVHRR algılayıcısı LST verisi kullanarak sıcaklık türetilmiştir. Nem-su buharı basıncı parametreleri türetilen sıcaklık ve çiğ noktası sıcaklığının girdi parametresi olarak kullanıldığı kuruyan hava indeksi ile belirlenmiştir. Diğer bir parametre olan yüzey ıslaklığı ve toprak nemi de mikrodalga uzaktan algılama tekniği ile belirlenmiştir. Uzaktan algılama ile elde edilen sıcaklık verisi ile istasyon verisi arasında %83, ayrıca istasyonların olduğu yerlerde elde edilen radyometrik yüzey sıcaklıkları ile uzaktan algılama verisi arasında %89 ilişki belirlenmiştir. Nem-su

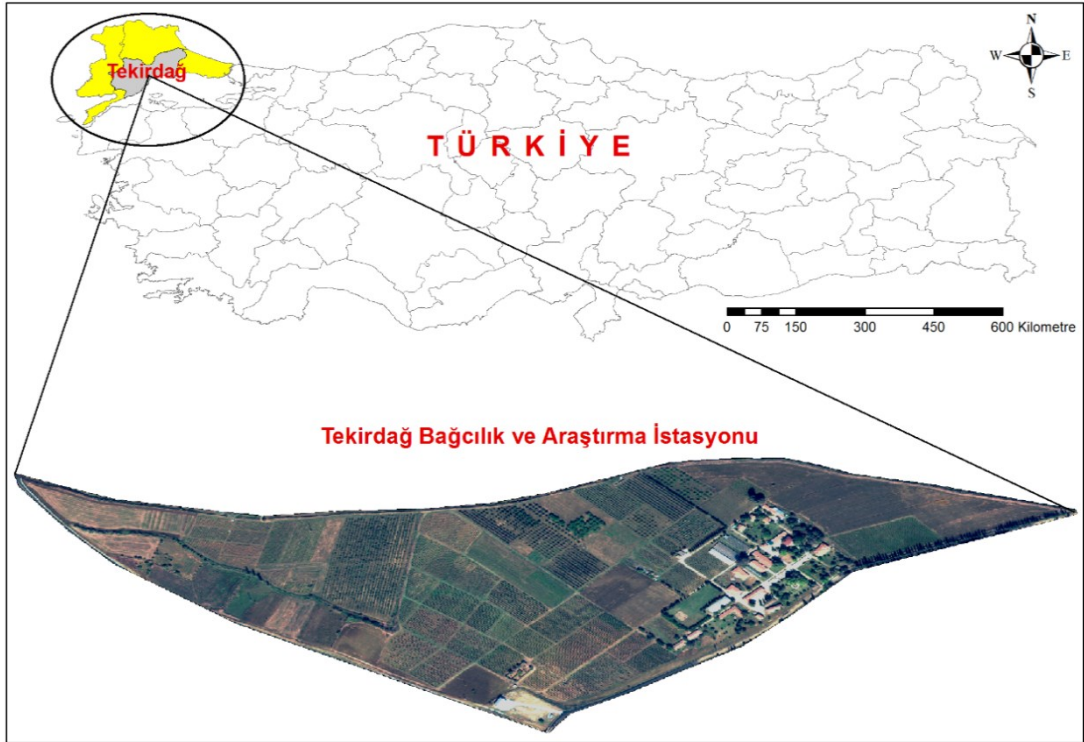
buharı basıncı uzaktan algılama teknikleri ile %45 doğruluk belirlenebilmiştir. Yüzey ıslaklığı ve toprak nemi ise %66 doğruluk ile belirlenebilmiştir (Goetz ve diğ., 2000). Colombi ve diğ. (2007) İtalya Alplerinde gerçekleştirdikleri çalışmada hidrolojik ve çevresel modellere entegre etmek için sıcaklık verisinin MODIS uydusunun LST verisinden oluşturmuşlardır. Ocak ve Haziran 2003 tarihleri arasında bulutsuz günlerde temin edilmiş 12 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bunun yanı sıra istasyon verilerine ait sıcaklık değerlerini IDW enterpolasyon yöntemi ile mekânsal enterpolasyon gerçekleştirerek çalışma alanının sıcaklık verilerini temin etmişlerdir. LST ve IDW'den oluşturdukları sıcaklık verilerinin RMSE değerleri sırası ile 1,89°C ve 2,23°C şeklindedir (Colombi ve diğ., 2007).

Cristo'bal ve diğ. (2008) İspanyanın Katalonya bölgesi için gerçekleştirdikleri çalışmada 2002 ile 2004 yılları arasındaki anlık, minimum, ortalama ve maksimum günlük sıcaklık değerlerini ve 2005-2005 yılları arasındaki aylık ve yıllık minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerlerini uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleri ile tahmin etmişlerdir. Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+, NOAA-AVHRR ve TERRA-MODIS uydularından elde edilen LST ve NDVI veri setleri çoklu regresyon analizi ve mekânsal enterpolasyon teknikleri ile birlikte kullanılmıştır. En iyi sonuçları $r^2=0,60$ ve $RMSE=1,75^{\circ}C$ değerleri ile günlük ortalama sıcaklık tahmininde ve $r^2=0,86$ ve $RMSE=1,00^{\circ}C$ değerleri ile aylık ve yıllık ortalama sıcaklık tahmininde elde etmişlerdir (Cristo'bal ve diğ., 2008).

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

2.1 Çalışma Alanı

Bu çalışmada makro ölçekte en eski ve köklü bağcılık kültürlerinden birine sahip Trakya bölgesi seçilmiştir (Durgut ve Arın, 2005; WOT, 2013). Trakya bölgesi olarak adlandırılan bölgenin Türkiye sınırları içerisinde kalan kısmı Doğu Trakya olarak adlandırılır ve yaklaşık olarak $40^{\circ} - 42^{\circ} 2'$ Kuzey paralelleri $26^{\circ} - 29^{\circ} 2'$ ile Doğu meridyenleri arasında kalan 24.000 km^2 'lik bir alanı kapsamaktadır. Mezo ölçekte çalışılan Tekirdağ İli yaklaşık olarak $40^{\circ}30' - 41^{\circ}36'$ Kuzey paralelleri ile $26^{\circ}44' - 28^{\circ}08'$ Doğu meridyenleri arasında kalan 6.300 km^2 'lik bir alanı kapsamaktadır. Mikro ölçekte ise yaklaşık olarak $40^{\circ}58'31'' - 40^{\circ}58'05''$ Kuzey paralelleri $27^{\circ}27'36'' - 27^{\circ}28'56''$ ile Doğu meridyenleri arasında kalan $0,8 \text{ km}^2$ 'lik bir alan kapsayan TBAİM milli koleksiyon bağı arazisi çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Çalışma alanı.

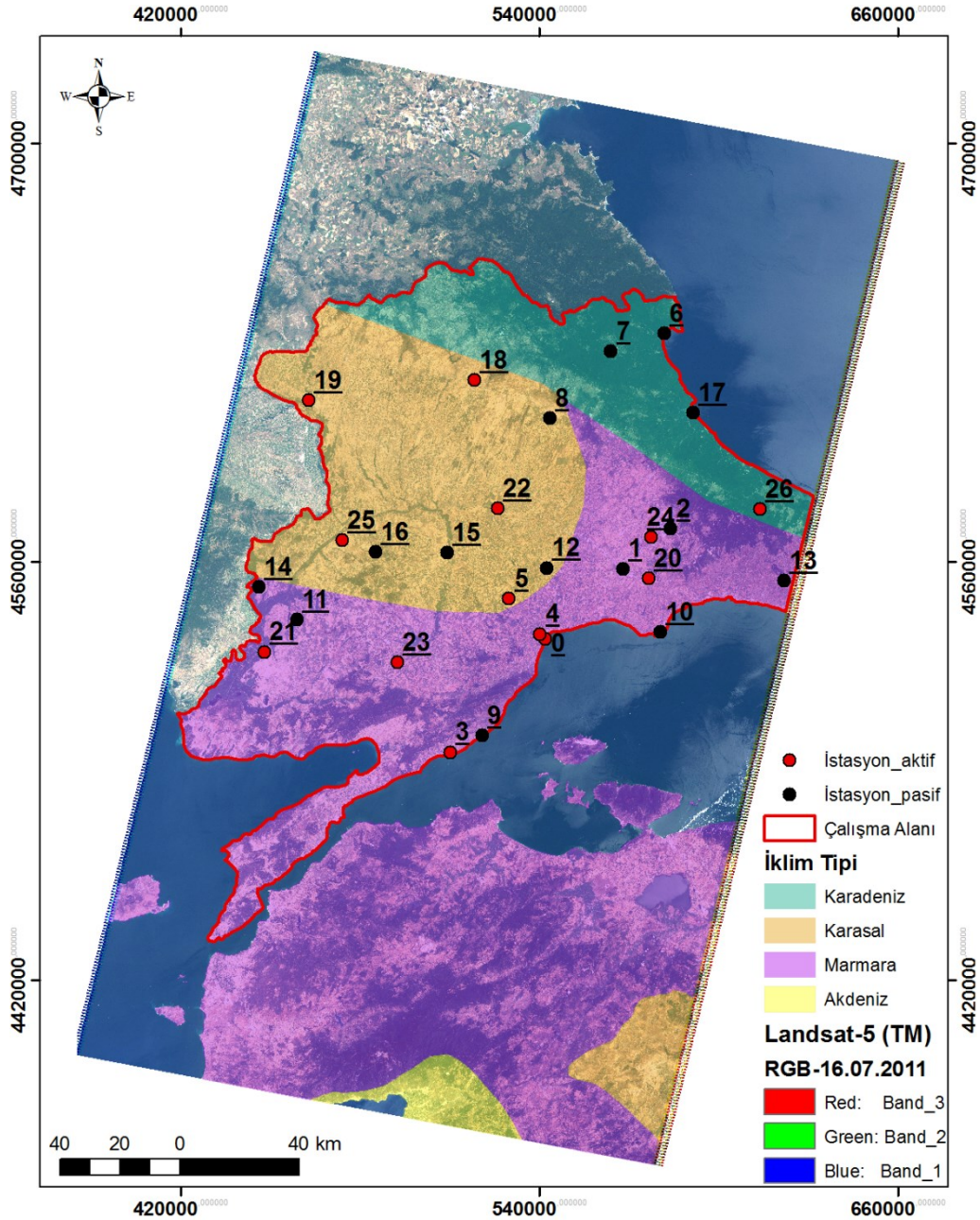
Trakya bölgesinin kuzeyinde Karadeniz'e paralel yer yer 1000m ve üstünde yüksekliğe ulaşan Yıldız Dağları, güneyinde nispeten daha alçak Kuru Dağları ve Ganos Dağı ve geri kalan kısmında ise genel olarak alçak tepeler mevcuttur (TKA, 2013). Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Marmara Denizi ve batısında Ege Denizi bulunmaktadır. Çeşitli coğrafi koşulları barındıran Doğu Trakya bölgesinde 3 farklı iklim yaşanmaktadır. Bunlar sıra ile Karasal İklim, Karadeniz İklimi ve Marmara (Geçiş) İklimi şeklindedir (Şensoy ve diğ., 2008; MGM, 2013). Şekil 2.2'de bölgenin iklim dağılımı ve çalışmanın ileriki bölümlerinde anlatılacak olan bu çalışmada verileri kullanılan istasyonların dağılımı 16.07.2011 tarihli Landsat-5 TM uydu görüntüsü altlığı ile gösterilmektedir.

Karasal iklimde, yazlar sıcak ve kurak kışlar soğuk ve yağışlıdır. Bu iklim koşullarında genel olarak doğal bitki örtüsü kuru orman şeklindedir. Genel olarak uzun yıllar soğuk ay (Ocak) ortalama sıcaklığı yaklaşık 3°C, sıcak ay (Temmuz) ortalama sıcaklığı yaklaşık 24°C, yıllık ortalama sıcaklığı yaklaşık 13°C ve uzun yıllar ortalama yıllık toplam yağış miktarı yaklaşık 560mm şeklindedir. Yağışlar en çok kış, en az da yaz aylarında (yaklaşık %18) olur ve uzun yıllar yıllık ortalama nispi nem yaklaşık %70 seviyelerindedir (Şensoy ve diğ., 2008; MGM 2013).

Marmara (Geçiş) iklimi; Karasal, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında bir geçiş iklimi şeklindedir. Kışları Akdeniz iklimi kadar ılık Karasal iklim kadar soğuk, yazları ise Karadeniz iklimi kadar yağışlı Karasal iklim kadar kurak değildir. Buna bağlı olarak, alçak kesimlerde Akdeniz kökenli bitkiler (maki), yüksek kesimlerde kuzeye bakan yamaçlarda Karadeniz kökenli bitkiler oluşturmaktadır. Genel olarak uzun yıllar soğuk ay (Ocak) ortalama sıcaklığı yaklaşık 5°C, sıcak ay (Temmuz) ortalama sıcaklığı yaklaşık 24°C ve uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklığı yaklaşık 14°C şeklindedir. Uzun yıllar ortalama yıllık toplam yağış yaklaşık 595mm civarındadır. Yağışların çoğu kış mevsimindedir, yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı yaklaşık %12 ve yıllık ortalama nispi nem yaklaşık %73 şeklindedir (Şensoy ve diğ., 2008; MGM 2013).

Karadeniz iklimi; Karadeniz Bölgesi'nin kıyı, dağların kuzeye bakan kesimleri ve Marmara Bölgesi'nin Karadeniz kıyı şeridinde etkilidir. Yaz ile kış arasındaki sıcaklık farkı diğer iklimlere göre daha azdır ve her mevsimi yağışlıdır. Yazları serin, kışlar sahil şeridinde ılık, yüksek kesimlerde ise karlı ve soğuk geçer. Karadeniz bölgesinin doğal bitki örtüsü, kıyı bölümünde geniş yapraklı nemli ormanlar, yüksek kesimlerde

ise soğuk ve nemli şartlarda yetişen iğne yapraklı ormanlar şeklindedir. Genel olarak uzun yıllar soğuk ay (Ocak) ortalama sıcaklığı yaklaşık 4°C, sıcak ay (Temmuz) ortalama sıcaklığı yaklaşık 22°C ve uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklığı yaklaşık 13°C'dır. Uzun yıllar ortalama yıllık toplam yağış yaklaşık 843mm'dir, yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı yaklaşık %19 civarındadır ve yıllık ortalama nispi nem %71 seviyelerindedir (Şensoy ve diğ., 2008; MGM 2013).



Şekil 2.2 : Bölgenin iklim dağılımı ve bu çalışmada kullanılan istasyonlar.

Farklı iklimlerin yaşandığı, sayısız doğa güzellikleri bulunan, içerisinde pek çok akarsu, göl barındıran Trakya bölgesi, birçok farklı tarım ürününe doğal ortam sunan geniş tarım alanları ve hayvancılık için uygun alanları bulunan bir bölgedir. Ayrıca

Türkiye'nin en büyük kenti olan İstanbul'a yakın olması ve Avrupa ile Asya arasında çok eski bir ticaret yolu olmasından dolayı, Trakya önemli bir ticaret ve sanayi bölgesidir (TKA, 2013).

2.2 Veriler

2.2.1 Uydu görüntüleri

Öncelikle bağ alanlarının mekânsal dağılımının tespiti için uygun mekânsal çözünürlükteki uydu görüntülerini belirlemek amacı ile Spot-5, Ikonos ve WV-2 multispektral uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Sonrasında WV-2 görüntüleri hiperspektral veriler ile analiz edilmiştir. Kullanılan Spot-5 görüntüleri 13.08.2011 tarihinde temin edilmiştir ve 10m multispektral 2,5m pankromatik mekânsal çözünürlüğe sahiptir (Şekil 2.3). Ikonos uydu görüntüsü, Mayıs 2007 tarihli ve 0,82m mekânsal çözünürlüklüdür (Şekil 2.4). WV-2 uydu görüntüleri 30.07.2011 tarihli (iki parça Şarköy İlçesi) ve 23.09.2011 tarihli (Tekirdağ Merkez), 1,84m multispektral ve 0,52m pankromatik mekânsal çözünürlüklüdür (Şekil 2.5). Önceden ortorektifiye ve rektifiye edilmiş Ikonos uydu görüntüsü diğer uydu görüntülerinin ön işleme çalışmalarında (geometrik düzeltmelerinde) da referans alınmıştır. Spot-5, Ikonos ve WV-2 multispektral uydu görüntülerinin özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Bağcılık için uygun alanların belirlenmesi için oluşturulan iklim haritalarının oluşturulması için Landsat-5 TM ve Landsat-7 ETM+ multispektral uydu görüntüleri kullanılmıştır (Şekil 2.6). Landsat-5 TM görüntülerinin mekânsal çözünürlüğü altıncı bant için (termal kızılötesi (thermal infrared (TIR)) 120m, diğer bantlarının ise 30m'dir. Landsat-7 ETM+ görüntülerinde is termal bant 60m, multispektral bantlar 30m ve pankromatik bant ise 15m şeklindedir. Çalışma kapsamında 432 Landsat görüntüsü kullanılmıştır; bunların 202 tanesi Landsat-5 TM ve 230 tanesi Landsat-7 ETM+ şeklindedir. Landsat multispektral uydu görüntülerinin radyometrik ve spektral özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Bu çalışmada Landsat görüntülerinin mekânsal çözünürlüğü ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey (USGS)) tarafından da her bant için kullanıcılara sunulan 30m olarak temin edilmiştir. Landsat görüntülerinde gerçekleştirilen veri işleme adımları bölüm 3.3.1'de ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

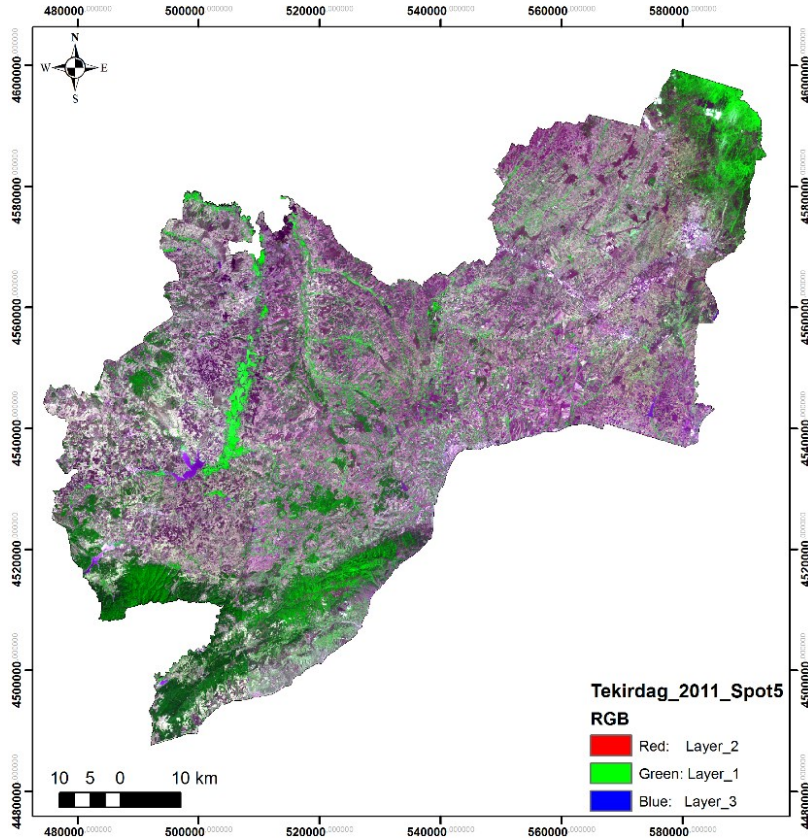
Spot-5 ve WV-2 uydu görüntülerinin ortorektifikasyon işlemleri doğrultusunda ve bağıcılık için uygun alanların belirlenmesinde gerekli topografik parametrelerin oluşturulmasında 1/25000 ölçekli 5m mekânsal çözünürlüklü topografik haritalardan oluşturulan SYM (Şekil 2.7) kullanılmıştır. Haritaları bulunamayan bölgeler, 30m mekânsal çözünürlüklü AsterGDEM SYM kullanılarak tamamlanmıştır.

Çizelge 2.1 : Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri.

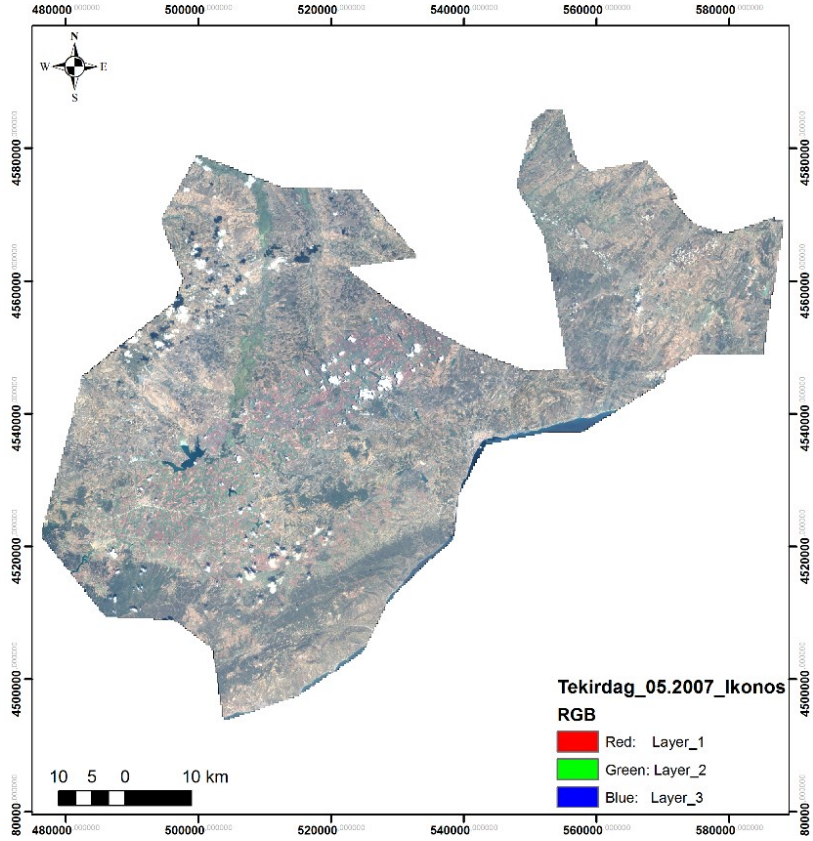
Uydu	Bantlar	Dalga Boyu (nm)	Mekânsal Çözünürlük (m)
Spot-5	Pankromatik	480 - 710	2,5
	Bant 1: Yeşil	500 - 590	10
	Bant 2: Kırmızı	610 - 680	10
	Bant 3: NIR	780 - 890	10
	Bant 4: SWIR	1580 - 1750	20
Ikonos	Pankromatik	450 - 900	0,82
	Bant 1: Mavi	445 - 516	4
	Bant 2: Yeşil	506 - 595	4
	Bant 3: Kırmızı	632 - 698	4
	Bant 4: NIR	757 - 853	4
WorldView-2	Pankromatik	450 - 800	0,52
	Bant 1: Kıyı	400 - 450	1,84
	Bant 2: Mavi	450 - 510	1,84
	Bant 3: Yeşil	510 - 580	1,84
	Bant 4: Sarı	585 - 625	1,84
	Bant 5: Kırmızı	630 - 690	1,84
	Bant 6: Kırmızı Kenar	705 - 745	1,84
	Bant 7: NIR-1	770 - 895	1,84
	Bant 8: NIR-2	860 - 900	1,84
Landsat-5 Thematic Mapper	Bant 1: Mavi	450 - 520	30
	Bant 2: Yeşil	520 - 600	30
	Bant 3: Kırmızı	630 - 690	30
	Bant 4: NIR	760 - 900	30
	Bant 5: SWIR	1550 - 1750	30
	Bant 6: TIR	10400 - 12500	120
	Bant 7: SWIR	2080 - 2350	30
Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus	Bant 1: Mavi	450 - 520	30
	Bant 2: Yeşil	520 - 600	30
	Bant 3: Kırmızı	630 - 690	30
	Bant 4: NIR	760 - 900	30
	Bant 5: SWIR	1550 - 1750	30
	Bant 6: TIR	10400 - 12500	60
	Bant 7: SWIR	2090 - 2350	30
	Bant 8: Pankromatik	520 - 900	15

Ortorektifikasyon işlemleri Erdas Image 2011 yazılımı LPS (Leica Photogrammetry Suite) fotogrametri modülü kullanarak gerçekleştirilmiştir (LGGI, 2012). Atmosferik

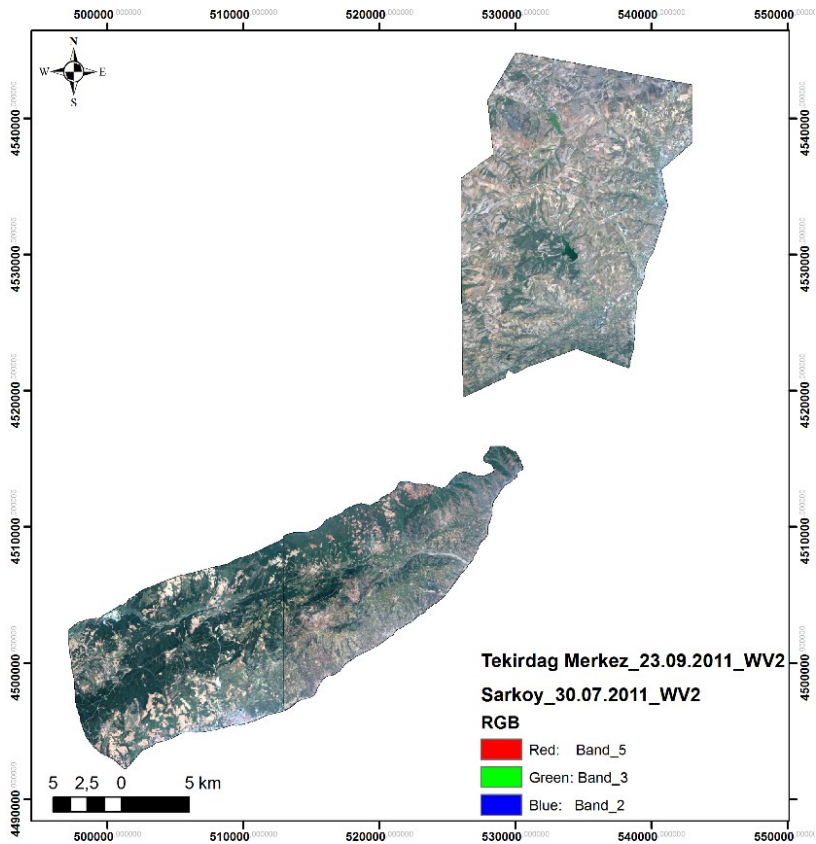
düzeltilme işlemleri Erdas Image 2011 yazılımı içerisinde bulunan MODTRAN (Moderate Resolution Atmospheric Transmission) programı temelli çalışan ATCOR-2 (Atmospheric Correction-2) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (GEOSYSTEMS, 2012). Spot-5 ve WV-2 uydu görüntülerinin veri kaynaştırma işlemleri “University of New Brunswick” algoritmasını kullanan PCI GEOMATICA yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Alganci ve diğ., 2013). Bu çalışmada kullanılan tüm coğrafi veriler için Universal Transverse Mercator (UTM), WGS84 (World Geodetic System 1984), zon 35 Kuzey projeksiyon sistemi kullanılmıştır.



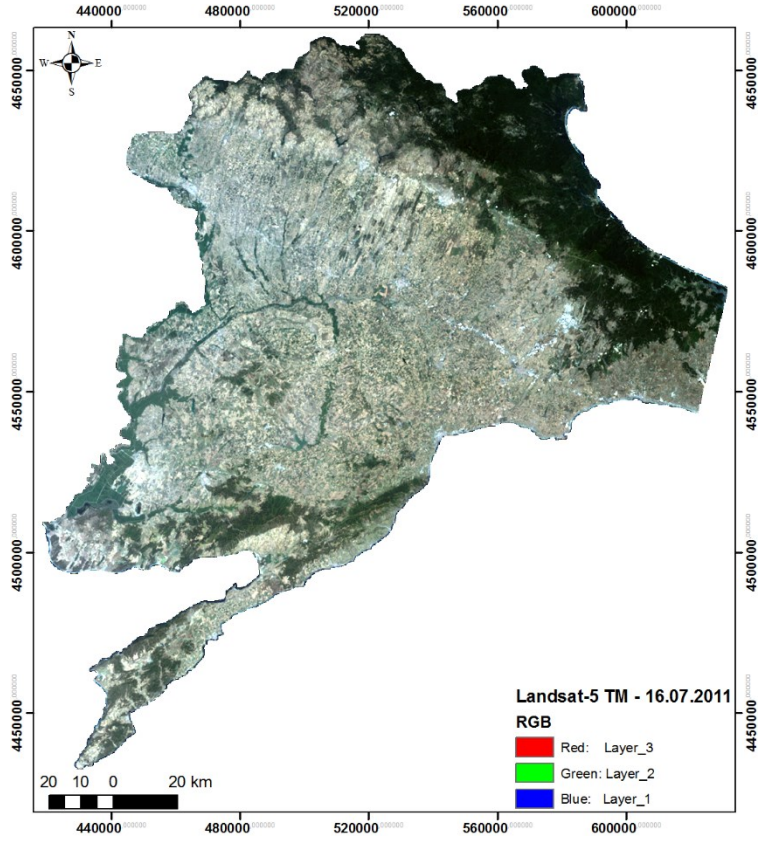
Şekil 2.3 : Tekirdağ İli Spot-5 mozaïi.



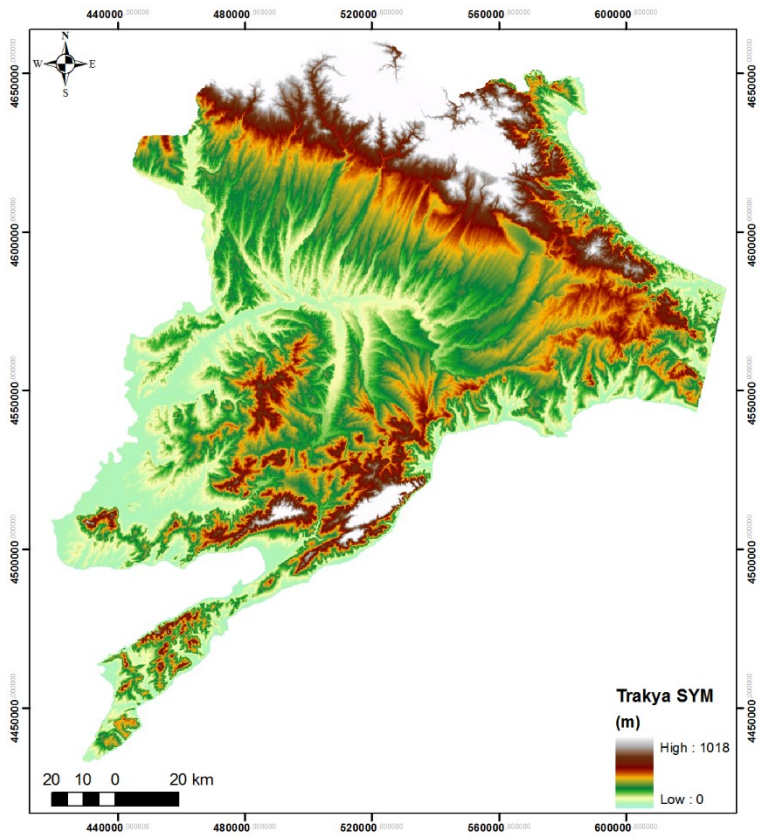
Şekil 2.4 : Tekirdağ İli Ikonos görüntüsü.



Şekil 2.5 : Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçeleri WV-2 görüntüleri.



Şekil 2.6 : Trakya bölgesi Landsat-5 TM görüntüsü.

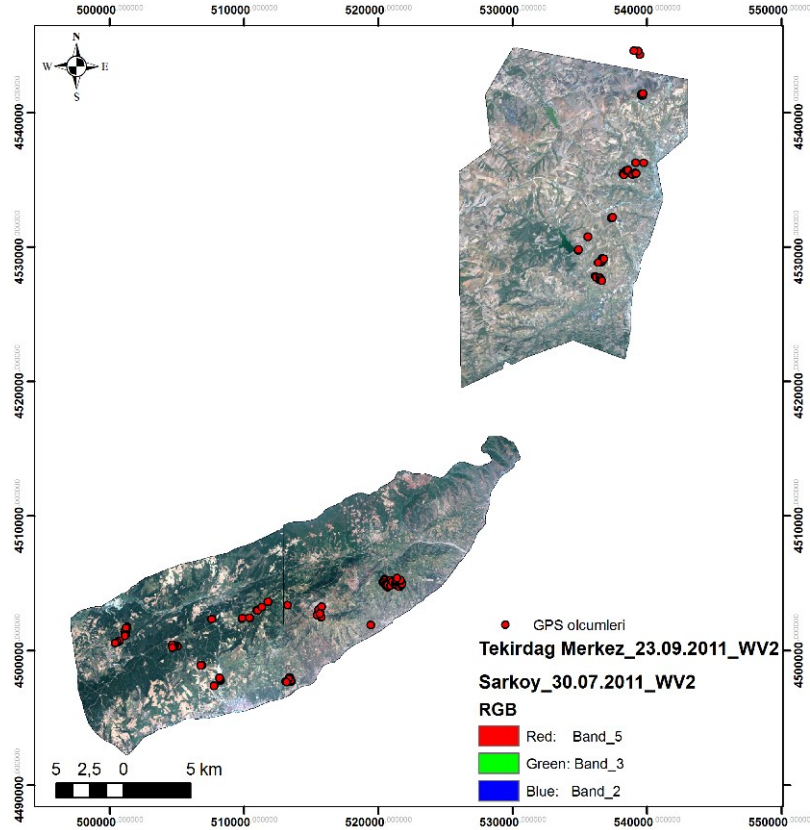


Şekil 2.7 : Trakya bölgesi SYM.

2.2.2 Arazi ölçümleri

2.2.2.1 GPS ölçümleri

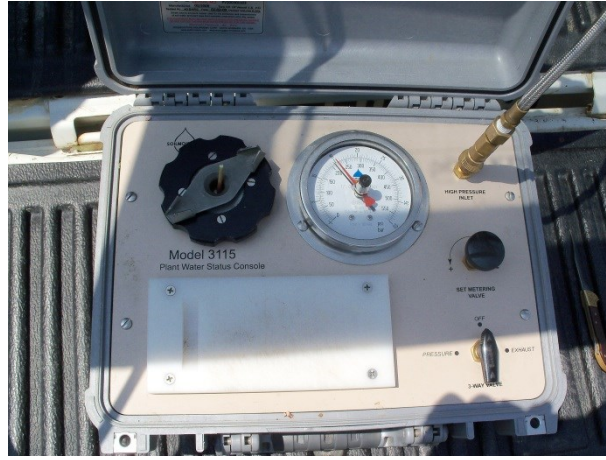
Küresel konumlandırma sistemi (GPS) ölçümleri Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçelerinde güncel bağ alanlarının dağılımlarını belirlemek ve çeşit bilgilerini temin etmek amacı ile kullanılmıştır. Öncelikle TBAİM milli koleksiyon bağı arazisinde çalışılan çeşitlerin konumları GPS ölçümleri ile belirlenmiştir. TBAİM milli koleksiyon bağı arazisinde gerçekleştirilen hiperspektral yersel uzaktan algılama ölçümleri ile elde edilen sonuçlar ve oluşturulan yöntemler, GPS ölçümleri ile konum bilgileri belirlenen bağ alanlarına WV-2 uydu görüntüsü kullanarak uygulanmıştır. GPS ölçümleri GEOMAX marka GPS cihazı ile gerçekleştirilmiştir (GEOMAX, 2013). GPS uydusuna bağlanma yerine CORS-TR'ye bağlanarak gerçekleştirilen gerçel zamanlı kinematik ölçümler sayesinde "cm" hassasiyette ölçümler gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında GPS ölçümleri ile belirlenen bağ alanlarının konumları Şekil 2.8'de gösterilmektedir.



Şekil 2.8 : Arazi çalışmalarında belirlenen bağ alanlarına ait GPS ölçümleri.

2.2.2.2 Su stresi ölçümleri

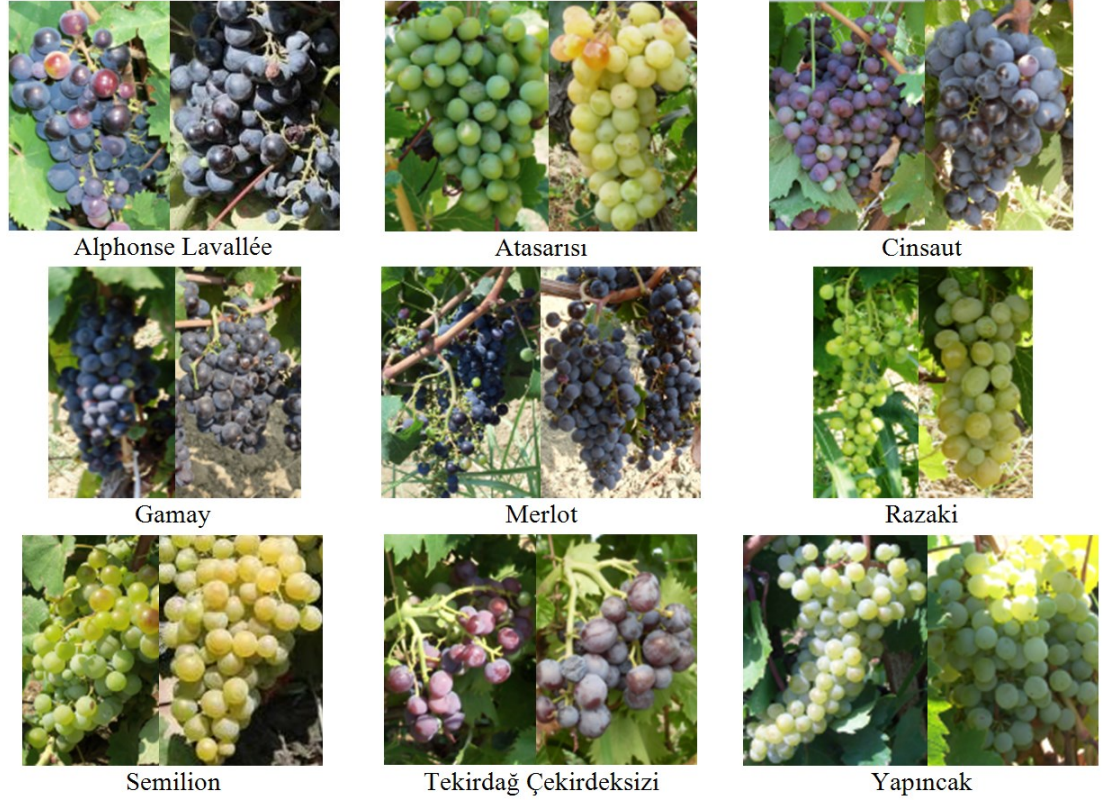
Bitkinin su stresi, YSP ölçümleri ile belirlenmiştir. Model 3115 “Scholander Basınç Odası” YSP ölçümleri için kullanılmıştır (ENVCO, 2013) (Şekil 2.9). Ölçümler 08.08.2012 (Ben düşme dönemi) tarihinde saat 14:00-15:00 arasında ve 06.09.2012 (Hasat dönemi) tarihlerinde ise 13:30-15:00 arasında gerçekleştirilmiştir. 08.08.2012 ölçümleri hiperspektral ölçümler ile eş zamanlıdır, 06.09.2012 ölçümleri ise hem hiperspektral hem de fotosentez ölçümleri ile eş zamanlıdır. Bu çalışmada çalışılan çeşitler Şekil 2.10’da gösterilmektedir.



Şekil 2.9 : Model 3115 Scholander Basınç Odası.

Ölçümler, sürgünlerin orta bölgesindeki fenolojik dönemi en iyi yansıtan tam gelişmiş, sağlıklı ve güneş gören yapraklarında gerçekleştirilmiştir. Su stresi ölçümlerinde en çok dikkat edilmesi gereken husus, yaprak düzgün bir şekilde kesildikten sonra su kaybının en aza indirilmesi için, Scholander Basınç Odasının çalışılan çeşide-omcaya yakın olmasıdır (Turner, 1988; Smith ve Prichard, 2003; Eitel ve diğ., 2006; Govender ve diğ., 2009). Yaprak çok hızlı ve dikkatli bir şekilde cihaza yerleştirilmeli ve ölçüm bir an önce bitirilmelidir. Basınç uygulanan bölgeye sokulan yaprağın sapının kesilen yüzeyinden sıvı geldiği anda atmosferik basınç bitkinin hidrostatik basıncına eşit olur ve o andaki basınç değeri YSP değerini ifade eder (Turner, 1988; Smith ve Prichard, 2003; Eitel ve diğ., 2006; Govender ve diğ., 2009). Su stresini ifade eden gün ortası YSP (Ψ_{g0}) ölçüm sonuçları Çizelge 2.2’de gösterilmektedir. Scholander Basınç Odası ile ölçülen değerler bar cinsindedir ve bu değerler YSP literatüründe kullanıldığı gibi -10^3 ’a bölünerek $-Mpa$ birimine çevrilmiştir. İkinci ölçümlerin birinci ölçümlere göre daha stresli sonuçlar verdiği ve ikinci ölçüm gününde standart sapma (STDEV) ve

aritmetik ortalamadaki (AORT) artış çeşitlerin hasat döneminde fenolojik ve fizyolojik olarak birbirlerinden farklılaştığını göstermektedir (Carbonneau, 1998; Bertamini ve Nedunchezian, 2003;.Deloire ve diğ., 2004).



Şekil 2.10 : Çalışılan çeşitlerin birinci ve ikinci ölçümlerdeki durumları.

Çizelge 2.2 : YSP ($\Psi_{go}(-MPa)$) ölçümleri sonuçları.

Çeşit	08.08.2012 $\Psi_{go}(-MPa)$	06.09.2012 $\Psi_{go}(-MPa)$
Alphonse Lavallée	-1,55	-1,85
Atasarısı	-1,52	-1,66
Cinsaut	-1,60	-1,65
Gamay	-1,52	-1,35
Merlot	-1,65	-1,58
Razakı	-1,60	-1,86
Semillon	-1,50	-1,62
Tekirdağ Çekirdeksizi	-1,52	-1,90
Yapıncak	-1,50	-1,64
<u>AORT</u>	<u>-1,55</u>	<u>-1,68</u>
<u>STDEV</u>	<u>0,05</u>	<u>0,17</u>

2.2.2.3 Fotosentez ölçümleri

Fotosentez ölçümleri, su stresi ölçümlerinin tarihleri aynıdır. Fotosentez ölçümleri “LI-6400XT Fotosentez ve Işınım Çözümleyici ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.11). LI-6400XT Fotosentez ve Işınım Çözümleyici, bitkinin fotosentez sonucunda birim hücre

alandaki tükettiği karbondioksit miktarı ile ilişkili ve “ $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ leaf area s}^{-1}$ ” (mikromol karbondioksit metrekare/saniye) birimli ve A ile ifade edilen bir oran değeri üretir (LICOR, 2013).



Şekil 2.11 : LI-6400XT Fotosentez ve Işınım Çözümleyici (LICOR, 2013).

Fotosentez miktarı, tam gelişmiş, sağlıklı, güneşe maruz kalmış ve fenolojik dönemi en iyi yansıtan yapraklarda ölçülmüştür (LICOR, 2013). Ölçümler 08.08.2012 (Ben düşme dönemi) tarihinde saat 10:00-11:00 arasında ve 06.09.2012 (Hasat dönemi) tarihlerinde ise 13:30-15:00 arasında gerçekleştirilmiştir. 08.08.2012 ölçümleri hiperspektral ölçümler ile eş zamanlıdır, 06.09.2012 ölçümleri ise hem hiperspektral hem de su stresi ölçümleri ile eş zamanlıdır. Arazi çalışılan çeşitler, özellikleri ve fotosentez sonuçları Çizelge 2.2’de verilmektedir.

Çizelge 2.3 : Arazi ölçümleri fotosentez sonuçları.

Çeşit	08.08.2012	06.09.2012
	A ($\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
Alphonse Lavallée	6,77	10,51
Atasarısı	10,83	7,04
Cinsaut	12,40	8,07
Gamay	6,15	4,05
Merlot	15,05	4,53
Razakı	8,56	12,53
Semillon	13,15	11,75
Tekirdağ Çekirdeksizi	8,28	14,25
Yapıncak	11,90	6,91
<u>AORT</u>	<u>10,34</u>	<u>8,85</u>
<u>STDEV</u>	<u>2,88</u>	<u>3,39</u>

İlk dönem ölçümlerinin AORT fotosentez değeri 10,34A iken, ikinci dönem ölçümleri 8,35A olarak belirlenmiştir. İlk dönem ölçümlerinin STDEV 2,88A, ikinci dönemin ise 3,39A olarak belirlenmiştir. İki dönem arasındaki bu farklılıkların sebebi; fenolojik

olarak hasat dönemindeki bitkilerin gelişmelerinin yavaşlaması, olgunlaşmalarının sonuna gelinmesi, fotosentez faaliyetlerinin azalmaya başlaması, stres değerlerinde artış olması ve türler arasındaki fizyolojik farklılıkların ortaya çıkması şeklinde açıklanabilir (Carbonneau, 1998; Deloire ve diğ., 2004; Bertamini ve Nedunchezian, 2003).

2.2.2.4 Hiperspektral ölçümleri

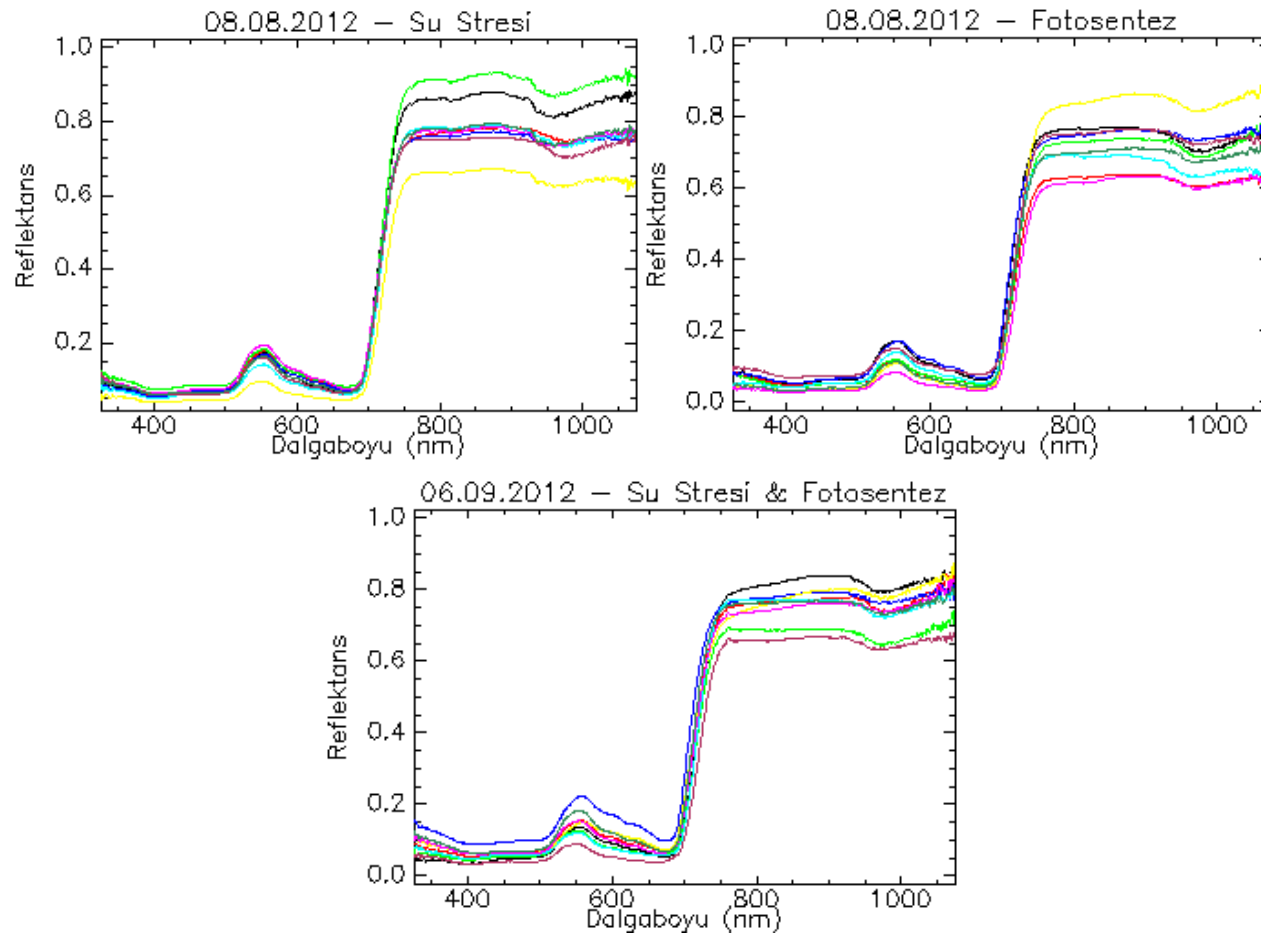
Hiperspektral ölçümler için 325-1075nm dalga boyu aralığında ölçüm yapabilme özelliği olan Analytical Spectral Devices (ASD) arazi el spektrometresi kullanılmıştır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : ASD arazi el spektrometresi.

Hiperspektral ölçümler 08.08.2012 ve 06.09.2012 tarihinde fotosentez ölçümlerinden hemen sonra su stresi ölçümlerinden hemen önce ölçülmüştür. Ölçümler 1°'lik lens ile gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm başlangıcında, “Dark Current Correction, Optimization ve White Reference” kalibrasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm ve kalibrasyon işlemi, hedefin (yaprak ve beyaz cisim) üzerinden, aynı mesafeden (10cm) ve nadirden olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. 1°'lik lens ile 10cm mesafeden spektral ölçüm parametreleri: “field of view” (görüş alanı) = 10°, taranan dairenin çapı = 0,1745cm ve taranan alan 0,0239cm² şeklindedir. Her spektral ölçümde bir çeşide ait en az 10 iterasyon gerçekleştirilmektedir ve bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak bir çeşidin spektral eğrisi oluşturulur. 400nm öncesinde ve 1000nm sonrasında dalga boylarındaki yansıtılarda gürültü olmasından dolayı, bu çalışmada 400-1000nm aralığındaki spektral değerler kullanılmıştır. Şekil 2.13’de 08.08.2012 ve 06.09.2012 tarihli spektral ölçümler gösterilmektedir. Ölçümler 08.08.2012 (Ben düşme dönemi) tarihinde saat 10:00-11:00 ve 14:00-15:00 arasında iki defa ve 06.09.2012 (Hasat dönemi) tarihlerinde ise 13:30-15:00 arasında bir defa

gerçekleştirilmişlerdir. 08.08.2012 ölçümlerinin iki defa olmasının sebebi su stresi ile fotosentezin ayrı zamanlarda ölçülmesidir. Bunun sebebi zirai çalışmalarda fotosentezin sabah ve su stresinin (gün ortası YSP için) ise öğlen ölçülmesinin tercih edilmesidir. 06.09.2012 ölçümleri ise hiperspektral, su stresi ve fotosentez ölçümleri ile eş zamanlı ölçülerek bir çalışma denenmiştir.



Alphonse Atasarisı Cinsaut Gamay Merlot Razaki Semilion Tekirdağçekirdeksizi Yapıncak

Şekil 2.13 : 08.08.2012 ve 06.09.2012 tarihli spektral ölçümler.

2.2.3 İklim verileri

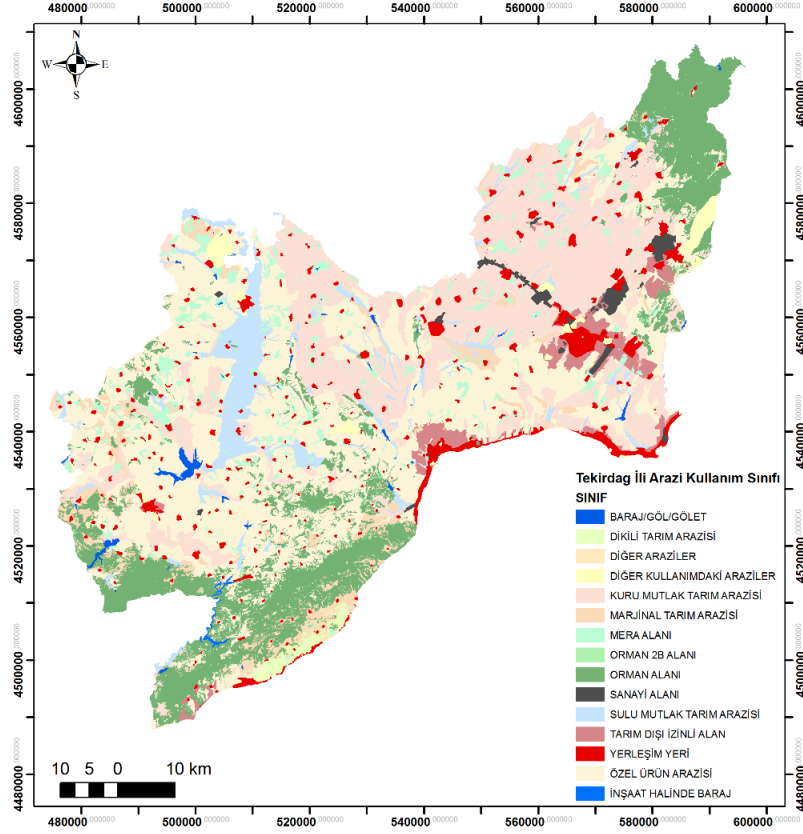
Bu çalışma kapsamında Trakya bölgesinde bulunan aktif istasyonlara ait veriler ve şu anda pasif olsada uzun yıllar ortalamayı en iyi şekilde yansıtabilmesi için geçmiş yıllarda en az on yıl aktif olarak çalışmış istasyonlara ait UYAO T_a , P_t , RH ve W_s iklim verileri kullanılmıştır. Pasif istasyonlarda minimum çalışma süresi olarak on yılın yeterli olduğuna karar verebilmek için aktif istasyonların minimum on yıllık verisinin uzun yıllar ortalama verilerini yansıtip yansıtmadığı kontrol edilmiştir ve yansıttığı belirlenmiştir. Toplam istasyon sayısı 27 olmakla beraber bunların 13 tanesi aktif olarak halen faaliyetlerini devam ettirmektedir. İstasyon-4 TBAİM'e ve 5 ise ADASTA Tarımsal Ürünler Gıda San. ve Tic. A.Ş'ye ve gerisi T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne aittir. Şekil 2.2'de istasyonların dağılımları ve Çizelge 2.4'de ise ad, koordinat, rakım ve durum bilgileri verilmiştir.

Çizelge 2.4 : Meteorolojik istasyonlara ait bilgiler.

İstasyon No	İstasyon Adı	Enlem (m)	Boylam (m)	Rakım (m)	Durum
0	Tekirdağ	541749	4534220	6	Aktif
1	Çorlu	567668	4557650	136	Pasif
2	Çerkezköy KK	583608	4571000	167	Pasif
3	Şarköy	509863	4496200	7	Aktif
4	TBAİM	539903	4535790	15	Aktif
5	Adasta	529532	4547730	151	Aktif
6	İğneada	581519	4636370	19	Pasif
7	Demirköy	563645	4630420	295	Pasif
8	Pınarhisar	543194	4608080	196	Pasif
9	Mürefte	520568	4501830	6	Pasif
10	M.Ereğlisi	580352	4536420	4	Pasif
11	İbriktepe	458579	4540580	118	Pasif
12	Muratlı	542318	4557910	81	Pasif
13	Çatalca	621554	4553660	175	Pasif
14	Kuplu	445911	4551550	10	Pasif
15	Hayrabolu	508987	4562980	44	Pasif
16	Çöpköy	484953	4563180	61	Pasif
17	Kıyıköy	591238	4609940	28	Pasif
18	Kırklareli	518119	4620730	221	Aktif
19	Edirne	462610	4613980	41	Aktif
20	Çorlu Havaalanı	576425	4554380	136	Aktif
21	İpsala	447762	4529790	3	Aktif
22	Lüleburgaz	525944	4577780	39	Aktif
23	Malkara	492246	4526260	192	Aktif
24	Çerkezköy	577013	4568130	132	Aktif
25	Uzunköprü	473741	4567100	30	Aktif
26	Çatalca Radar	613509	4577490	365	Aktif

2.2.4 Toprak haritaları

Bağcılık için uygun alanları belirlerken bitkinin toprak istekleri de değerlendirilmelidir. Bağcılık yapılacak yerin ayrıntılı toprak özellikleri, bağın gelişimine ve hatta cinsine kadar etkili olabilir (Bahar ve diğ., 2010). Bu çalışmada “1/100.000 ölçekli Trakya Bölgesi Ergene Havzası Revizyon ve Çevre Düzeni Planı” projesinde oluşturulan sayısal toprak haritaları kullanılmıştır. Şekil 2.14’de kullanılan haritanın Tekirdağ İli genel arazi kullanım sınıfı katmanı gösterilmektedir. Tez çalışması kapsamında, arazi kullanım kabiliyeti (AKK) ve toprak derinlik katmanı (Der) sınıflarına ait bilgiler daha önceki bölümlerde ayrıntılı bir şekilde anlatılan literatür bilgisi doğrultusunda değerlendirilip CBS ortamında diğer parametreler ile bir arada analiz edilecektir.



Şekil 2.14 : Tekirdağ İli arazi kullanım sınıfları.

3. YÖNTEM

3.1 Bağ Alanlarının Mekânsal Dağılımının Tespiti

Bağ alanlarının mekânsal dağılımının tespiti için 13.08.2011 tarihli Spot-5, 05.2007 tarihli Ikonos ve 30.07.2011&23.09.2011 tarihli WV-2 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bağ alanlarının büyüklüğünün yanı sıra dikim türleri uydu görüntüsünde bağların belirlenmesini etkileyen diğer bir parametredir. Tekirdağ bölgesinde bağlar dikim türüne göre 3 farklı şekilde bulunmaktadır. Bunlar biri lineer kontur dikimdir (Şekil 3.1) ve bağlar birbirine paralel lineer konturlar şeklinde dikilmiştir. Diğeri grid dikimdir (Şekil 3.2) ve bağlar dikdörtgen-kareler oluşturacak şekilde her bir köşeye dikilir. Sonuncusu ile zeytin-bağı dikimidir (Şekil 3.3) ve bu dikim tipi bir parselde iki farklı ürünün yetişmesini amaçlayan yani zeytin ağaçları arasında bağcılık yapılmasını amaçlayan bir dikim türüdür.



Şekil 3.1 : Lineer kontur dikim örneği.



Şekil 3.2 : Grid dikim örneği.



Şekil 3.3 : Zeytin-bağı dikim örneği.

Bağ alanlarının belirlenmesinde en kullanışlı görüntü tipinin belirlemek için 3 farklı pilot bölge belirlenecektir. Belirlenen bölgelerde 3 farklı uydu görüntüsünün her biri ile ayrı ayrı bağ alanları belirlenmeye çalışılacaktır. Parsel büyüklükleri ve dikim şekillerinden kaynaklanan doku farklılıklarının sebep olduğu zorluklardan bahsedilecektir. Sonuç olarak ise Tekirdağ İli için bağ alanları sayısallaştırılacaktır. Edilen sonuçlar bağcılığın mevcut varlığını ortaya koyacak ve ileriki bölümlerde de tezin asıl amaçlarından biri olan ÇKKVY kullanarak belirlenen bağcılık için uygun alanların sonuçları ile beraber değerlendirilecektir.

3.2 Hiperspektral Yöntemler İle Asma Su Stresi Ve Fotosentezinin İncelenmesi

Çalışmanın bu kısmında Optimum Bant Oran İndisi (OBRA) ve Optimum Normalize Fark İndisi (ONDI) bulma yöntemleri anlatılacaktır. OBRA ve ONDI, ilk olarak tüm olası bant oranı (BR) ve normalize fark (ND) indislerinin oluşturulması ve sonrasında bu indis değerlerinin ilişkilendirilecek parametre (bu çalışmada Ψ_{go} ve A) ile gerçekleştirdiği korelasyonların korelasyon matrisi haritaları (KMH) ile görselleştirilmesi-yorumlanması şeklinde anlatılabilir (Legleiter ve diğ., 2009; Legleiter ve Roberts, 2009; Yu ve diğ., 2012; Joyce ve diğ., 2013). Bu çalışma kapsamında Alphonse Lavallée, Atasarısı, Cinsaut, Gamay, Merlot, Razaki, Semillon, Tekirdağ Çekirdeksizi ve Yapıncak çeşitleri çalışılmıştır. Hiperspektral, Ψ_{go} ve A ölçümleri 08.08.2012 ve 06.09.2012 tarihlerinde TBAİM arazisinde gerçekleştirilmiştir.

Model 3115 – Taşınabilir Bitki Su Durum Konsolu - Scholander Basınç Odası ile ölçülen ve su stresini ifade eden YSP değerleri ve LI-6400XT Fotosentez ve Işınım Çözümleyici ile ölçülen fotosentez değerleri ASD Arazi El Spektrometresi ile elde edilen hiperspektral ölçüm değerleri ile analiz edilmiştir. Buradaki asıl amaç hiperspektral yöntemler ile Ψ_{go} veya A'nin değerlendirilebilmesidir. Sonrasında elde edilen hiperspektral sonuçlar, uydu görüntülerinin spektral özelliklerine uyarlanacaktır ve böylece uydudan uzaktan algılama ile bağ alanlarının Ψ_{go} ve A durumları değerlendirilecektir. Ayrıca ek olarak indisler ile meteorolojik parametreler ile ilişkili olan topografik parametreler arasındaki ilişkiler incelenecektir.

Bu kapsamda, 9 çeşidin yapraklarından ölçülen Ψ_{go} ve A ile spektral değerleri arasındaki ilişki her iki ölçüm gününe ait veri setleri kullanılarak hem dalga boyu bazında hem de indis bazında (400-1000nm spektral aralığı arasında) korelasyon ve regresyon analizleri ile incelenmiştir. 400-1000nm spektral aralığındaki tüm olası BR ve ND indisleri ile Ψ_{go} ve A en duyarlı indisleri belirlemek ve KMH'leri oluşturmak için aşağıdaki denklemler (3.1) kullanılmıştır.

$$\begin{aligned} BR_{(\lambda_1, \lambda_2, i)} &= \left\{ \frac{R_{(\lambda_1, i)}}{R_{(\lambda_2, i)}} \right. \\ ND_{(\lambda_1, \lambda_2, i)} &= \left\{ \frac{R_{(\lambda_1, i)} - R_{(\lambda_2, i)}}{R_{(\lambda_1, i)} + R_{(\lambda_2, i)}} \right. \\ KMH_{(\lambda_1, \lambda_2, i)} &= r(\text{İndis}_{(\lambda_1, \lambda_2, i)}, P_i) \end{aligned} \left\{ \begin{array}{l} 400nm \leq \lambda_1 \leq 1000nm \\ 400nm \leq \lambda_2 \leq 1000nm \\ \lambda_1 \neq \lambda_2 \\ 1 \leq i \leq N \end{array} \right. \quad (3.1)$$

Denklemlerde; $BR(x, y, i)$ ve $ND(x, y, i)$ tüm olası BR ve ND indislerini oluşturur. $KMH_{(\lambda_1, \lambda_2, i)}$ ise korelasyon matrisi haritalarını oluşturur ve λ_1 ve λ_2 spektral koordinatındaki indis ile çeşitlere ait fizyolojik parametre (Ψ_{go} veya A) değerleri arasındaki korelasyon değerini belirler. Bu değer içerisinde “İndis”, KMH oluşturulacak indis tipinden birini (BR veya ND) ifade eder ve P=indis değerleri ile ilişkilendirilecek fizyolojik parametreden birini (Ψ_{go} veya A) ifade eder. i=işlem yapılan çeşit numarası, N=incelenen toplam çeşit sayısı, $KMH_{(\lambda_1, \lambda_2, i)}$ =oluşturulan korelasyon matrisi haritasının λ_1 ve λ_2 spektral koordinatını, r=sonucu Pearson korelasyon katsayısı olan korelasyon fonksiyonunu ve λ =dalga boyunu ifade eder.

Her çeşit için, su stresi ve fotosentez değerleri ile korele etmek amacı ile 400-1000nm spektral aralığında 601 spektral değer kullanılmıştır. 400-1000nm aralığındaki indis çifti olarak tanımlanan λ_1, λ_2 ’deki yansıtım değerleri Denklem (3.1) kullanarak BR ve ND indislerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Oluşturulan $BR_{(\lambda_1, \lambda_2, i)}$ ve $ND_{(\lambda_1, \lambda_2, i)}$ değerleri ile su stresi ve fotosentez değerlerinin r değerleri hesaplanmıştır. Su stresi ve fotosentez ile BR ve ND indisleri arasındaki korelasyonlar 601×601 boyutlu KMH’ları ile ifade edilmektedir. Oluşturulan haritaların merkez koordinatı: $\lambda_1 = 400, \lambda_2 = 400$, x ekseninde maksimum koordinatı: $\lambda_1 = 400, \lambda_2 = 1000$ ve y ekseninde maksimum koordinatı: $(\lambda_1 = 1000, \lambda_2 = 400)$ olacak şekilde tasarlanmıştır.

KMH’lerin en büyük faydası; incelenen parametreler ile oluşturulan indislerin bölgesel olarak ne kadar anlamlı olduğunu göstermesidir. Örnek olarak eğer R650/R850 indisi en yüksek korelasyonlu optimum BR indisi ise R649/R851 indisinin de, R655/R845 indisinin de ve diğer yakın indislerinin de yüksek korelasyonlu olması lazımdır, çünkü burada önemli olan spektral bölgelerin birbirine olan oranlarının yüksek korelasyonlu olmasıdır. KMH bizim sonuçları bu doğrultuda yorumlamamıza yardımcı olur ve bu sayede sonuçlar uydu görüntülerine uygulanır çünkü uydu görüntülerinde de önemli olan spektral aralıklardır.

3.3 İklim Verilerinin Mekânsal Enterpolasyonu Ve Mekânsal Enterpolasyon Sistemi Tasarımı

3.3.1 Uzaktan algılama veri işleme

Çalışmada kullanılan Landsat uydu görüntülerinin 3., 4. ve 6. bantları için radyometrik düzeltme işlemleri gerçekleştirilmiştir. NIR banttan kırmızı bandın çıkartılmasının toplanmasına oranı olan NDVI görüntülerini (Karnieli ve diğ., 2010) oluşturmak için kullanılan Landsat uydu görüntüsüne ait 3. ve 4. bantlar sırası ile DN'den radyansa (3.2), sonrasında da radyanstan reflektansa (3.4) dönüştürülmüştür (Sobrinoa ve diğ., 2004; YCEO, 2010a). LST görüntülerini oluşturmak için kullanılan termal bant (Bant 6) ise DN'den radyansa (3.2), radyanstan da Kelvin'e (3.4) dönüştürülmüştür. (Barsi ve diğ., 2003; Chander ve diğ., 2009; Coll ve diğ., 2010; YCEO, 2010b). Çıkan sonuçlardan 273,15 çıkarılarak Celcius değerleri elde edilmiştir.

$$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{QCALMAX - QCALMIN} \right) (QCAL - QCALMIN) + LMIN_{\lambda} \quad (3.2)$$

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{ESUN_{\lambda} \cos \theta_s} \quad (3.3)$$

$$T = \frac{K_2}{\ln(K_1 \varepsilon / L_{\lambda} + 1)} \quad (3.4)$$

Denklem (3.2); DN'den spektral radyansa dönüşümü göstermektedir, denklem içerisindeki değer aşağıdaki gibidir;

- L_{λ} = hücre radyans değeri - ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$),
- QCAL = dijital numara - (DN),
- $LMIN_{\lambda}$ = QCALMIN 'e spektral radyans ölçeği - ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$),
- $LMAX_{\lambda}$ = QCALMAX'e spektral radyans ölçeği - ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$),
- QCALMIN = kalibre edilmiş minimum kuantize piksel değeri (tipik olarak = 1) - (DN),
- QCALMAX = kalibre edilmiş maksimum kuantize piksel değeri (tipik olarak = 255) - (DN).

Denklem (3.3); spektral radyanstan reflektansa dönüşümü göstermektedir, denklem içerisindeki değer aşağıdaki gibidir;

- ρ_{λ} = gezegensel reflektans - (birimsiz),

- L_{λ} = radyans cinsinden hücre değeri - ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$),
- d = astronomik güneş mesafesi - (birimsiz) (YCEO, 2010a),
- $ESUN_{\lambda}$ = ortalama exoatmospheric (atmosferin hemen dışı) solar iradaysan - ($\text{Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$) - (Çizelge 3.1),
- θ_s = solar zenit açısı - (derece($^{\circ}$)).

Çizelge 3.1 : $ESUN_{\lambda}$ değerleri.

Bant No	$ESUN_{\lambda}$ ($\text{mW}/(\text{cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1})$)	
	Landsat-5 TM	Landsat-7 ETM+
3	1554	1533
4	1036	1039

Denklem (3.4); spektral radyanstan sensör brightness temperature (algılayıcı parlaklık sıcaklığı) dönüşümü göstermektedir, denklem içerisindeki değer aşağıdaki gibidir;

- T = Kelvin cinsinden sıcaklık,
- L_{λ} = radyans cinsinden hücre değeri - ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$),
- K_{1-2} = kalibrasyon sabiti (Çizelge 3.2),
- ε = emisivite (yayılm) - (0,95).

Çizelge 3.2 : Kalibrasyon sabiti.

	Landsat-5 TM	Landsat-7 ETM+
K_1	607,76	666,09
K_2	1260,56	1282,71

Denklemlerdeki değerlerden “ d ve $ESUN$ ” dışındaki tüm girdiler Landsat görüntülerinin MTL dosyalarından elde edilmektedir.

Çalışmanın bu kısmında kullanılan Landsat verilerinin atmosferik düzeltilmesinin yapılmamasına gerçekleştirilen analizler sonucunda karar verilmiştir. 4 mevsimi içerecek şekilde 4 farklı uydu görüntüsünde bölgedeki tüm mikro iklimleri içeren 10 test istasyonunda radiatif transfer modeli kullanarak (3.5) atmosferik düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Denklem (3.5) tüm bantlar için radyans dönüşümünden sonra (3.2) içerisinde uygulanmıştır.

$$L_{\lambda atc} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{L_{\lambda} - L \uparrow}{\tau} - \frac{1 - \varepsilon}{L \downarrow} \right) \quad (3.5)$$

- $L_{\lambda atc}$ = radyans cinsinden atmosferik olarak düzeltilmiş hücre değeri - ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$),
- L_{λ} = radyans cinsinde hücre değeri (Denklem (3.2)) - ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$),
- $L \uparrow$ = yukarı doğru (upwelling) radyans - ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$),

- $L \downarrow$ = aşağı doğru (downwelling) radyans - ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$),
- τ = geçirgenlik (birimsiz),
- ε = emisivite (arazi örtüsü sınıflarının çoğunu temsil ettiği için 0,95 kabul edilmiştir (Arnfield, 1982; Hewison, 2001; Voogt, 2000; Jin ve Liang, 2006; YCEO, 2010b).

Atmosferik düzeltilmiş ve düzeltilmemiş veriler meteorolojik istasyon verileri ile ilişkilendirilmiştir. Atmosferik düzeltmenin bazı istasyonlarda doğruluğu en fazla %3 iyileştirdiği görülürken, bazı istasyonlarda ise %11'e kadar doğruluğu azalttığı görülmektedir. Genel olarak atmosferik düzeltilmemiş verilerin istasyon verileri ile biraz daha uyumlu olduğu belirlenmiştir. Song ve diğ. (2001) atmosferik düzeltmenin her zaman katkı sağlamayacağını belirtmektedir. Atmosferik düzeltmenin arazi sınıflandırması analizlerinde ve multitemporal (çoklu zamansal) değişim analizleri dışında her zaman çok da gerekli olmadığını vurgulamaktadırlar. LST ve NDVI, meteorolojik, arazi yüzeyi ve coğrafi parametrelerin hepsinden etkilenmektedirler (Göttsche ve Olesen, 2001; Duan ve diğ., 2012) ve bu parametreler iklim oluşumu diğer bir deyişle atmosferik koşul oluşumu için son derece belirleyicidir (Meehl ve diğ., 2003). Bunu yanı sıra, atmosferik etkiler (upwelling ve downwelling radyanslar) aerosoller, O₃, CO₂ ve su buharı ile belirlenir (Dash ve diğ., 2002; Sobrino ve diğ., 2004) ve atmosferik düzeltme ile göz ardı edilen bu parametreler iklim oluşumu ve koşulları için belirleyici bileşenlerdir (NOAA, 2013; EPA, 2014). Sonuç olarak bu çalışmada atmosferik düzeltme tercih edilmemiştir bunun yerine Landsat uydu görüntülerinin 1. (mavi) ve 6. bantları (termal) kullanılarak, bulutlu olan pikselleri ve ölü veya stripe (yani şerit hatası) içeren pikselleri belirlemek için ayrı ayrı eşik değerleri belirlenmiştir (Martinuzzi ve diğ., 2007; Goslee, 2011). Oluşturulan sistemde bu tür piksellere rastlanması durumunda temiz bir piksel buluncaya kadar genişleyen bir adaptif ortalama filtre (AMF) uygulanmaktadır. Bu uygulamalar sonraki kısımlarda ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.

3.3.2 LST ve NDVI ile iklim verilerinin ilişkisini belirleme ve kullanılacak filtre boyutuna karar verme

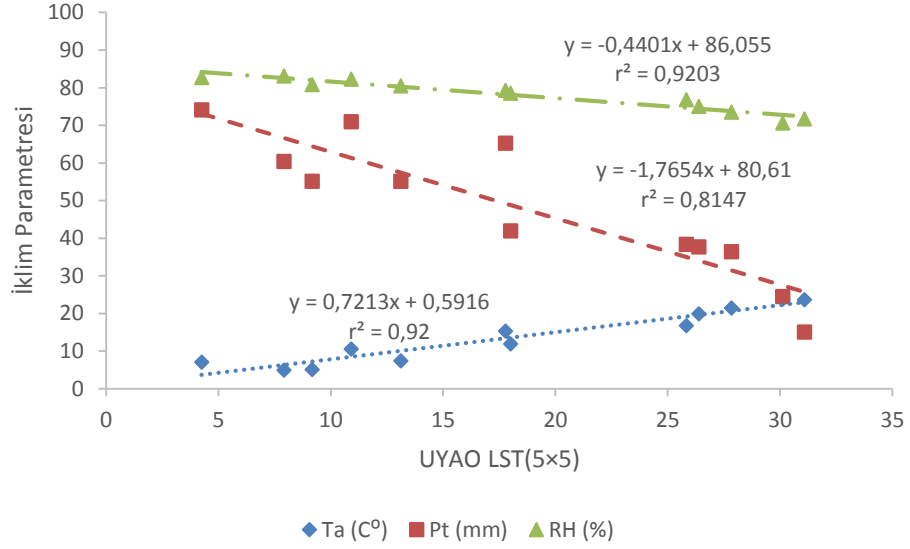
İklim verileri ile analize sokulacak olan LST ve NDVI veri setlerini oluştururken hangi veri setlerinin diğer bir deyişle hangi filtre boyutunun iklim verileri ile uyumlu olduklarını belirlemek için bir ön analiz gerçekleştirilmiştir. LST ve NDVI veri setleri, her istasyonda her görüntü için istasyonun bulunduğu koordinattaki pikseli ifade eden

LST(Piksel), NDVI(Piksel), sonrasında da LST(3x3), NDVI(3x3) ve LST(5x5), NDVI(5x5) UYAO'lar şeklinde üretilerek hangi veri tipinin iklim parametreler ile daha yüksek ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kısaca Piksel=1x1=30m×30m (USGS'in sunduğu mekânsal çözünürlük), 3×3=90m×90m ve 5×5=150m×150m filtre boyutu içerisinde kalan piksellerin ortalamasını ifade etmektedir. Piksel bazında tüm istasyonlara ait veriler incelendiğinde, meteorolojik istasyonlara ait T_a , P_t ve RH değerlerinin LST değerleri ile uzun yıllar içerisinde yüksek korelasyon sağladığı, NDVI değerlerinin ise W_s verileri ile LST'ye göre daha yüksek korelasyon sağladığı belirlenmiştir.

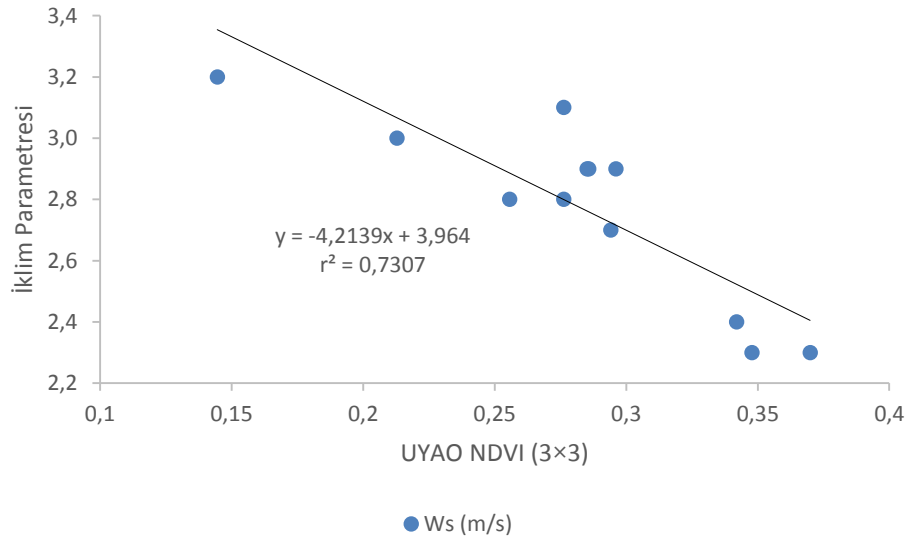
Filtre boyutları incelendiğinde, istasyona ait olan piksel değeri (LST(Piksel)) ile tüm istasyonlarda geçerli sürekli yüksek bir korelasyon sağlanamamıştır. LST(Piksel) bazı istasyonlarda yüksek korelasyon bazılarında ise düşük korelasyon vermektedir. LST(3×3) sonuçları ile LST(5×5) sonuçları birbirine çok yakın çıkmakla beraber 27 istasyon için teker teker bakıldığında çok az bir fark ile LST(5×5) filtrenin T_a , P_t ve RH verileri için daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. W_s verileri 27 istasyon incelendiğinde NDVI(3×3) ve NDVI(5×5) filtre sonuçlarının birbirine çok yakın ancak NDVI(3×3) filtrenin NDVI(5×5)'e göre biraz daha ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber LST(5×5) ile T_a , P_t ve RH arasında tüm istasyonlarda yakalanan sürekli yüksek korelasyonların aksine NDVI(3×3) ile W_s arasında tüm istasyonlarda geçerli olan sürekli yüksek bir korelasyon elde edilememiştir.

Analizler doğrultusunda, geliştirilecek enterpolasyon yönteminde T_a , P_t ve RH verileri için UYAO LST(5×5) direkt belirleyici bir veri olarak kullanılacaktır, ancak UYAO NDVI(3×3), W_s enterpolasyonunda endirekt belirleyici olacaktır. NDVI değerleri rüzgârı etkileyen yüzey yapısını belirlemek için kullanılacak. Belirlenen NDVI değeri HYB içerisindeki sürtünme katsayısını belirlemek için kullanılacaktır. Enterpolasyon yönteminin ayrıntıları ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır.

Ayrıca ek olarak filtre boyutu 15×15'e kadar denenmiştir, ancak NDVI için yine bir sonuç alınamazken, LST(5×5) ile LST(15×15) arasındaki değerlerin iklim verileri ile olan korelasyonu $r=0,001$ salınım ile yaklaşık olarak sabittir. Filtre boyutu büyüdükçe görüntünün giderek homojenleşeceği ve dokunun kaybolacağı düşünülerek LST(5×5) karar kılınmıştır. Sonuç olarak oluşturulacak sistemde UYAO LST ve NDVI için 5×5 ve 3×3 filtrelerin kullanılmasına karar verilmiştir. İstasyon 0 verilerinin LST(5×5) ve NDVI(3×3) ile olan ilişkisi Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de verilmektedir.



Şekil 3.4 : 0 numaralı istasyon için UYAO LST ve iklim verileri ilişkisi.



Şekil 3.5 : 0 numaralı istasyon için UYAO NDVI ve W_s ilişkisi.

3.3.3 Verilerin mekansal enterpolasyonu

Mekânsal enterpolasyon iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada, temel alınacak ve geliştirilecek enterpolasyon yöntemini belirlemek için iki temel mekânsal enterpolasyon yöntemi karşılaştırılmıştır. Bunlar deterministik yöntemlerden IDW ve jeostatistiksel yöntemlerden OK'dir (Sluiter, 2009). İkinci aşamada ise seçilen temel alınacak enterpolasyon yöntemi olan IDW'nin modifiye versiyonu olarak önerilen M-IDW metodu anlatılacaktır. Bu çalışmada M-IDW, IDW'nin geliştirilmiş bir versiyonu olarak üretilmiştir, aynı şekilde M-IDW sonuçları ilerleyen bölümlerde OK'nin

gelişmiş bir versiyonu olan OCK yöntemi ile kıyaslanacaktır. Bu sebepten dolayı OK yönteminin anlatılmasının devamında OCK yöntemi de anlatılmıştır.

3.3.4 Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting (IDW))

Mesafenin tersine göre ağırlıklandırılmış bu yöntem, tahmin etmek istediğimiz bir noktanın değerinin, yakın noktaların değerine daha fazla benzediği, uzak noktaların değerlerine ise daha az benzediği ilkesine dayanan bir enterpolasyon yani yayma yöntemidir (Hartkamp ve diğ., 1999). Ölçüm noktalarındaki değerler değiştirilmeden korunur. Mesafe arttıkça bir ölçüm değerinin etkisi azalır. Kullandığımız IDW yöntemi ölçümlerin etkisini mesafenin karesi ile ters orantılı olarak ağırlıklandırır. Genel formülü aşağıda verilmiştir (Movahedy, 2012; Chen ve Liu, 2012):

$$\hat{z}(u_0) = \frac{\sum_{i=1}^N z(u_i)w_i}{\sum_{i=1}^N w_i}, w_i = d_{i0}^{-p}, i = 1, \dots, N. \quad (3.6)$$

Tahmin edilen değer $\hat{z}(u_0)$, N farklı noktadaki (i) ölçüm değerinin ($z(u_i)$) ağırlıklandırılmış (w_i) ortalamasıdır. w_i her ölçüm noktasının etkisini ifade eder. Bu çalışmada ağırlık (w_i), i noktası ile tahmin etmek istediğimiz noktanın (0) arasındaki Öklid mesafesinin eksi üslü kuvvet (-p) fonksiyonu olarak hesaplanır. Buradaki “p” değeri Lloyd (2005) gerçekleştirdiği çalışmaya istinaden 2 alınmıştır ve ters karesel uzaklık olarak ifade edilir. Bu değer 2’den fazla olursa tahmin edilen değerler birbirine daha çok benzemeye başlamaktadır (Lloyd, 2005) ve aksi durumda ise çok ayrılmaya başlamaktadır.

IDW mesafeyi kullanan tek parametrelili bir fonksiyondur ve çalışma alanının karakteristiğinin üniform olduğunu kabul eder (Tewolde ve diğ., 2010). Böylece sonuç, girdi ölçümlerin filtrelenmiş bir çıktısıdır, sonuç minimum ve maksimum değerler, girdi değerlerinin minimum ve maksimum aralığının dışına çıkamaz.

3.3.5 Sıradan Kriging (Ordinary Kriging (OK))

Kriging jeoistatistiksel bir yöntemdir. IDW yöntemine benzer, ikisi de ölçümü olmayan bir noktanın değerini ölçüm noktalarındaki değerlerin ağırlıklandırılmış ortalaması cinsinden hesaplar (Lloyd, 2005). Ağırlıklar hesaplandığında, Kriging yöntemi sadece noktalar arasındaki mesafeyi hesaba katmaz bunun yanında oto korelasyon ile ifade edilen ölçüm noktalarının mekânsal dağılımını da hesaba katar

(Johntson, 2001). IDW’de olduğu gibi ölçüm noktalarındaki değerler değiştirilmeden saklanır (Goovaerts, 1997; Goovaerts, 1998; Hartkamp ve diğ., 1999; Goovaerts, 2000; Cheng ve diğ., 2000) ve bu tüm kriging estimatörlerinin (kestiricilerinin/tahmincilerinin) temel lineer regresyon estimatörlerinin değişkeni olduğunu ifade eder (Wang, 2011; Mutua ve Kuria 2012) ve aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$Z^*(u) - m(u) = \sum_{i=1}^N \lambda_i [Z(u_i) - m(u_i)] \quad (3.7)$$

$Z^*(u)$ tahmin edilecek değeri, λ_i i’inci ölçüm noktalarının ağırlığını ($\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$), $Z(u_i)$ i’inci ölçümü, $m(u)$ ve $m(u_i)$ $Z(u)$ and $Z(u_i)$ değerlerinin ortalamasını ve N ölçüm noktalarının sayısını ifade eder.

OK’de $m(u_i) = m(u)$ olduğu ve bu koşulun tüm tahmin noktalarının lokal komşulukları içinde sabit olduğu kabul edilir (Garška ve Krūminiene, 2004; Wang 2011) ve kriging formülü şu şekilde sadeleştirilir.

$$Z_{OK}^*(u) = \sum_{i=1}^N \lambda_i^{OK}(u) Z(u_i) \quad (3.8)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i^{OK}(u) = 1$$

Denklem (3.7) ve (3.8) ile ağırlıklar hesaplanır ve böylece yansızlık kısıtlamaları $E\{Z^*(u) - Z(u)\} = 0$ ile varyans minimize edilir $\sigma_E^2(u) = Var\{Z^*(u) - Z(u)\}$ (Goovaerts, 2000; Oliver ve diğ., 2010; Hu, 2010). Ağırlıkları elde etmek için ampirik bir semivaryogram (Bu çalışmada küresel semivaryogram kullanılmıştır) kullanılabilir ve (3.9)’daki gibi çözülür (Hartkamp ve diğ., 1999; Cheng ve diğ., 2000; Ustuntas, 2006; Wang, Li, ve Christakos 2009).

$$\gamma_{i,j} = 0.5E[(Z(u_i) - Z(u_j))^2] \quad (3.9)$$

$\gamma_{i,j}$ ifadesi i ve j veri noktaları arasındaki semivaryansı ve kovaryansı ifade eder (Ishida ve Ando, 1999; Goovaerts, 2000; Wu ve diğ., 2003; Garška ve Krūminiene, 2004; Sertel ve diğ., 2007).

3.3.6 Sıradan Co-Kriging (Ordinary Co-Kriging (OCK))

Co-Kriging yöntemi, bir önceki bölümde anlatılan kriging yönteminin oldukça kompleks bir geliştirilmiştir (Hartkamp ve diğ., 1999; Sluiter, 2009). Co-Kriging'in en önemli özelliği bir veya birden fazla verinin bilgisini ana verinin enterpolasyonunda yardımcı veri olarak ortak değişkenler (co-variate) olarak kullanabilir (Yang ve diğ., 2004). Enterpolasyon doğruluğunu arttırmak için birincil ve ikincil (asıl ve yardımcı) veriler arasındaki mekânsal oto korelasyonu dikkate alır (Zhang ve diğ., 2009). Yardımcı veri ile çalışan OCK için denklem aşağıdaki gibidir.

$$Z_{OCK}^*(u) = \sum_{i_1=1}^{N_1} \lambda_{i_1}^{OCK}(u)Z(u_{i_1}) + \sum_{i_2=1}^{N_2} \lambda_{i_2}^{OCK}(u)Z(u_{i_2}) \quad (3.10)$$
$$\sum_{i_1=1}^{N_1} \lambda_{i_1}^{OCK}(u) = 1, \text{ ve } \sum_{i_2=1}^{N_2} \lambda_{i_2}^{OCK}(u) = 0$$

Bu çalışmada OK ve OCK uygulamaları ArcGIS coğrafi bilgi işleme ve türetme yazılımı Geostatistical modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optimum semivaryogram parametrelerini bulmak için öncelikle ArcGIS yazılımını kullanarak sayısız denemeler gerçekleştirilmiştir ancak sonuç olarak ArcGIS'in parametre bazında optimize ettiği değerler bu çalışma için en uygun değerler olarak kabul edilmiştir. T_a , P_t , RH ve W_s bu çalışmadaki birincil enterpolasyon verileridir. T_a , P_t ve RH enterpolasyonu için OCK'de kullanılan yardımcı veri LST verisidir, W_s için ise SYM kullanılmıştır. Sonraki bölümde ilk olarak temel enterpolasyon yöntemlerinden OK ve IDW karşılaştırılacaktır ve sonuçlar bölümünde yardımcı veri ile çalışan OCK sonuçları bu çalışmada oluşturulan ve yardımcı veri ile çalışan M-IDW sonuçları ile karşılaştırılacaktır.

3.3.7 IDW ve OK Yöntemlerinin karşılaştırılması

Çalışma kapsamında kullanılan 27 meteoroloji istasyonundan 8, 9, 15, 19, 20, 21 numaralı 6 istasyona ait veri setleri (tüm istasyonların %22,22'si) enterpolasyona sokulmayıp test data olarak doğruluk analizinde kullanılmıştır. Test verisi olarak kullanılan istasyonlar Trakya bölgesinde yaşanan 3 mevsimde de olacak şekilde belirlenmiştir. Çizelge 3.3'de her ay için, hava sıcaklığı T_a , P_t , RH ve W_s verilerinin IDW ve OK yöntemleri ile enterpole edilmesi durumunda, 6 test istasyonunun tahmin edilen değerlerinin ortalamasının orijinal değerlerin ortalamasından ne kadar saptığı

karesel ortalama hata (RMSE) ile gösterilmektedir. En sağdaki sştunda IDW ve OK'nin RMSE farkları gösterilmektedir. Genel olarak bakıldığında IDW ve OK sonuçları birbirine çok yakındır.

T_a enterpolasyonunda IDW beş ay için (1., 2., 9., 11. ve 12.) daha iyi sonuç vermiştir. P_t enterpolasyonu için IDW 2., 3., 8. ve 9. ayları dışında sekiz ay için daha iyi sonuç üretmiştir. RH enterpolasyonu için 7. ay dışındaki 11 ay için daha iyi sonuç üretmiştir. W_s enterpolasyonu için ise yedi ay için (1., 2., 3., 7., 9., 10., 11. ve 12.) daha iyi sonuç üretmiştir. Yöntemlerin sonuçları birbirine çok yakın olmakla beraber IDW'nin genel ortalama da çok az daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

IDW yöntemi matematiksel olarak OK'ye göre çok daha basit bir yöntemdir. ArcGIS yazılımı ile aynı veri seti için gerçekleştirilen uygulamalarda her seferinde IDW'nin OK'den daha kısa sürede bittiği belirlenmiştir. Oluşturulacak sistemde, veri boyutunun büyüklüğü, işlem sayısının fazlalığı ve piksel bazında-matrisler şeklinde çalışıldığı düşünülürse Kriging yönteminin entegre edildiği bir sistemin işlem süresi IDW ile çalışan sistemden daha uzun olacaktır. Çıkan sonuçlar ve sağladığı avantajlar doğrultusunda bu çalışma için IDW'nin daha kullanışlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.3 : Çalışmada kullanılan yöntemlerinin karşılaştırılması (Koyu ve altı çizili olarak gösterilen değerler IDW'nin üstün olduklarıdır).

Ay	RMSE_IDW				RMSE_OK				Fark RMSE			
	T _a	P _t	RH	W _s	T _a	P _t	RH	W _s	T _a	P _t	RH	W _s
1	0,57	9,69	2,78	0,52	0,79	10,55	2,93	0,61	-0,22	-0,85	-0,15	-0,10
2	0,37	5,38	2,67	0,48	0,47	5,35	3,53	0,58	-0,10	0,03	-0,86	-0,10
3	0,37	9,51	2,58	0,41	0,33	8,44	3,37	0,56	0,04	1,06	-0,79	-0,15
4	0,98	6,11	2,81	0,48	0,73	6,50	3,21	0,45	0,25	-0,39	-0,40	0,03
5	1,23	9,37	3,60	0,54	1,08	10,05	3,80	0,53	0,16	-0,69	-0,20	0,01
6	0,82	5,75	3,23	0,47	0,75	6,79	3,77	0,46	0,07	-1,04	-0,54	0,01
7	0,81	5,60	4,07	0,50	0,63	6,21	3,64	0,52	0,18	-0,60	0,43	-0,02
8	0,75	5,71	4,45	0,37	0,70	5,07	4,48	0,36	0,05	0,64	-0,04	0,01
9	0,79	6,73	4,19	0,52	0,97	6,12	4,66	0,53	-0,19	0,61	-0,48	-0,02
10	0,75	8,73	3,16	0,91	0,91	10,82	3,80	0,99	-0,15	-2,09	-0,64	-0,08
11	0,75	13,58	3,28	0,43	0,85	13,65	3,76	0,48	-0,10	-0,07	-0,48	-0,05
12	0,53	9,70	3,21	0,46	0,63	11,30	3,73	0,59	-0,10	-1,60	-0,52	-0,13

3.3.8 Geliştirilen enterpolasyon yöntemi – Modifiye IDW

Çalışmanın bu kısmına kadar UYAO LST'nin ve NDVI'nin iklim paramterleri ile olan ilişkisi açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Çalışmanın bu kısmındaki amaç ise istasyon noktalarındaki UYAO LST ve NDVI veri setleri ile iklim veri setleri arasındaki ilişkiyi tüm görüntüye yaymaktır/enterpole etmektedir. Diğer bir deyişle IDW kullanarak piksel bazında iklim verilerini oluşturmaktır. Daha önce de belirtildiği gibi verilerin enterpolasyonu için seçilen yöntem IDW enterpolasyon yöntemidir ve bu doğrultuda yardımcı veriler ile çalışabilen Modifiye-IDW (M-IDW) yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemin yaklaşımı, IDW formülündeki (3.6) bilinen değer $(z(u_i))$ yerine iklim paramterleri için belirlenen eşitliği yerleştirmektir. Bu hesaplama, uzaktan algılama veri işleme adımlarını da içeren veri işleme ve enterpolasyon sistemi içerisinde, çalışma alanına ait her bir piksel için gerçekleştirilmiştir. M-IDW yöntemi T_a , P_t , ve RH için ayrı ve W_s için ise ayrı anlatılacaktır.

3.3.9 Sıcaklık, yağış ve nem enterpolasyonu için M-IDW

Daha önceki bölümlerde elde edilen sonuçlar UYAO LST değerinin T_a , P_t , ve RH değerleri ile yüksek korelasyonlu olduğunu ortaya koymaktadır. “İstasyon noktasındaki UYAO LST değerine denk gelen iklim değeri (T_a , P_t , ve RH) görüntünün başka bir yerindeki UYAO LST değerinde ne olur” yaklaşımı, en basit içler dışlar çarpımı $((LST(u_0)CD(u_i))/LST(u_i))$ ile ifade edilip bilinen istasyon değeri olan $z(u_i)$ değeri yerine IDW formülünde (3.6) konulmuştur. T_a , P_t ve RH için M-IDW formülü ve parametreleri aşağıdaki gibi anlatılmıştır.

$$CD(u_0) = \frac{\sum_{i=1}^N CD(u_{0,i}) w_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad (3.11)$$

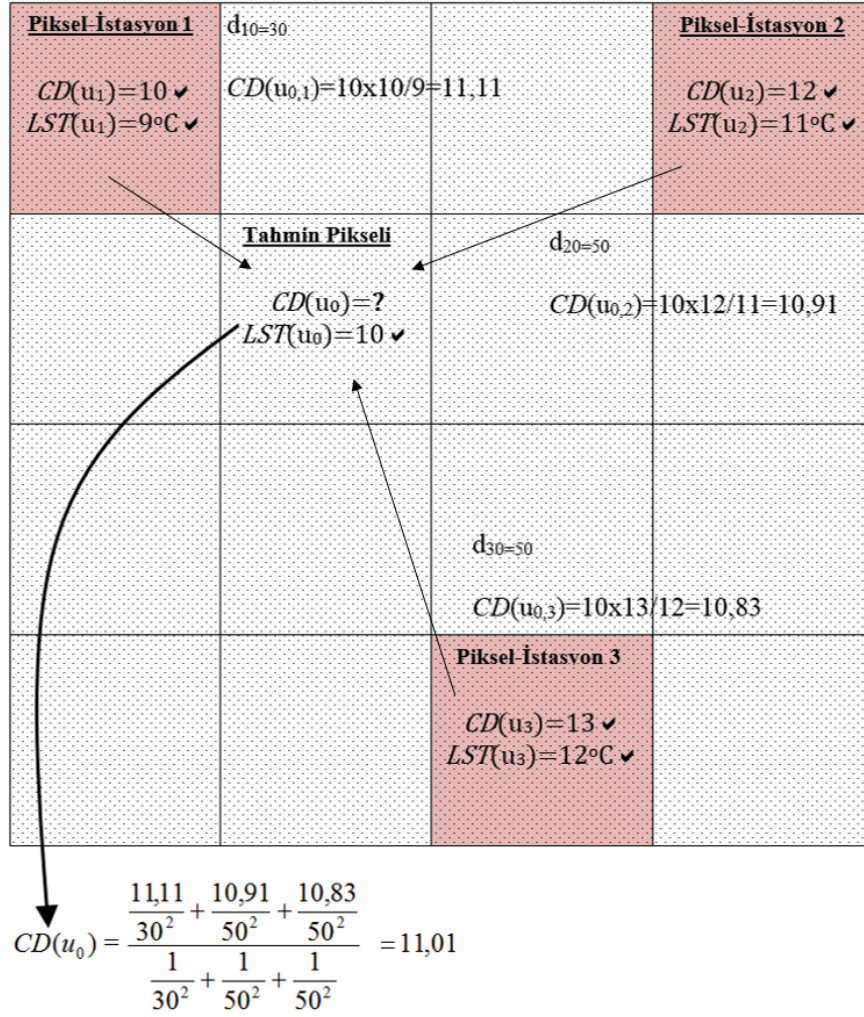
$$CD(u_{0,i}) = \frac{LST(u_0)CD(u_i)}{LST(u_i)}, i = 1, \dots, N \text{ ve } w_i = d_{i0}^{-p}, i = 1, \dots, N.$$

- u_0 : Tahmin edilen noktayı ifade eder ve bu çalışma için bir Landsat çerçevesindeki noktalar kadardır çünkü M-IDW her piksel için çalışır.

- u_i : Ölçüm noktasını ifade eder ve bu çalışma için bir Landsat çerçevesinde istasyonların bulunduğu noktalar kadardır.
- $LST(u_0)$: Tahmin edilen noktanın UYAO LST değeri.
- $LST(u_i)$: Ölçüm noktasının (istasyon noktası) UYAO LST değeri.
- $CD(u_{0,i})$: Tahmin edilen noktanın UYAO LST değerine “i” numaralı istasyonun katkısı (IDW eşitliğindeki $(z(u_i))$ yerine konur).
- $CD(u_0)$: Tahmin edilen UYAO iklim (T_a , P_t ve RH) verisi.
- $CD(u_i)$: Ölçüm noktasının UYAO iklim (T_a , P_t ve RH) verisi.
- N: Kullanılan istasyon noktalarının sayısı.
- w_i : Ölçüm noktalarının ağırlıklarını ifade eder.
- d_{i0} : Tahmin edilen nokta (0) ile ölçüm noktası (i) arasındaki Öklid mesafesi.
- p: Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi 2 kabul edilmiştir.

M-IDW eşitliğini ifade eden (3.11)’de de görüldüğü gibi meteoroloji istasyonundan temin edilen iklim parametresini ($(z(u_i))$) kullanmak yerine $CD(u_{0,i})$ değeri kullanılmıştır. $CD(u_{0,i})$ değeri LST ile iyileştirilmiş bir değerdir ve $CD(u_{0,i}) = (LST(u_0)CD(u_i))/LST(u_i)$ şeklinde ifade edilir. Bu eşitlik, her piksel için UYAO iklim parametrelerinin tahminine her istasyonun katkısını basit lineer enterpolasyon ile ifade eder. Diğer bir deyişle, bu eşitlik UYAO LST değeri bilinen u_0 noktasındaki iklim verisini mevcut istasyonların bilinen bilgilerini ($LST(u_i)$, $CD(u_i)$) kullanarak basit bir şekilde hesaplar. Bu lineer yaklaşımı içler dışlar çarpımı olarak $(LST(u_0)CD(u_i))/LST(u_i)$ ifade edebiliriz. Bu yaklaşımın kullanılmasının sebebi daha önceki bölümlerde anlatılan LST ile T_a , P_t ve RH arasındaki yüksek korelasyonlardır.

Şekil 3.6’da M-IDW’nin çalışma prensibini gösteren bir örnek gösterilmektedir. Bu örnekte üç farklı pikseldeki üç farklı istasyona ait LST ve iklim verileri $CD(u_i)$ mevcuttur. Diğer pikseller için LST verisi vardır ancak iklim verileri yoktur ve bu durumda tahmin etmek $CD(u_0)$ gerekmektedir. İstasyonların bulunduğu piksel ile tahmin edilecek pikseller arasındaki mesafe (d_{10} , d_{20} ve d_{30}) her istasyonun tahmin edilen piksele olan etkisini belirlemek için kullanılır. Örnek ilüstrasyon için gerçekleştirilen hesaplamalar Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6 : M-IDW'nin T_a , P_t ve RH enterpolasyonu için illüstrasyonu.

Ayrıca ek olarak, T_a , P_t ve RH enterpolasyonu çıktılarında basit bir alt üst limit eşik değeri kullanılmıştır. Bunun sebebi oluşabilecek anormal hataları belli ölçekte sınırlamaktır. Alt üst limitler şu şekilde belirlenir: her parametre için ayrı ayrı olacak şekilde 1) Her ay için, kullanılan istasyonlar arasından minimum ve maksimum değerler belirlenir, 2) Her ay için istasyonların standart sapma değeri hesaplanır, 3) " $CD(u_0)_{\text{üst limit}} = \text{maksimum değer} + \text{standart sapma}$ " ve " $CD(u_0)_{\text{alt limit}} = \text{minimum değer} - \text{standart sapma}$ " olacak şekilde belirlenir, 4) Eğer enterpolasyon sonuç değeri $CD(u_0)$: "üst limitin üstüne çıkarsa üst limiti alır" ve "alt limitin altında çıkarsa alt limiti alır" şeklinde belirlenmiştir.

3.3.10 Rüzgar enterpolasyonu

UYAO NDVI ile UYAO W_s arasındaki ilişki önceki analizlerde ortaya konulmuştur. UYAO LST ile T_a , P ve RH arasındaki her istasyonda geçerli olan yüksek korelasyon, UYAO NDVI ile W_s arasında belirlenememiştir. NDVI bu durumda rüzgâr verisinin

enterpolasyonu için direkt olarak M-IDW içerisinde kullanılabilir bir veri değildir. Rüzgâr verisini enterpole ederken, yatay değişim (mesafe), düşey değişim (yükseklik) ve dokuya göre değişim göz önünde bulundurulur (Özgönenel ve Thomas, 2012; Gualtieri ve Secci, 2013). Rüzgârın düşey bileşeni yataya göre küçük olduğundan ihmal edilebilir (Kaymak, 2009) ve yatayda vektörel bir büyüklük olarak enterpole edilir (Steppek ve Wijnant, 2011). Ancak rüzgâr şiddeti yükseklikle artar, bu durumda yatayda oluşacak yükseklik değişimini de dikkate almak gerekir (Wolar, 2008; EAB, 2012). Ayrıca rüzgâr şiddeti yüzey dokusuna yani farklı dokuların sebep olabileceği farklı sürtünmelere göre farklılık gösterir (Çetin ve diğ., 2011; Özgönenel ve Thomas, 2012; EAB, 2012; Gualtieri ve Secci, 2013). Yüksek binaların olduğu yerleşim yerlerinde W_s daha az hissedilir, açık arazide engel olmadığından dolayı daha rüzgârlıdır. Diğer taraftan şehir merkezinde düşey yüksekliğin artması ile beraber çok belirgin ve ani W_s artışları olmaktadır. Bu ani artışlar açık arazide daha az hissedilir. Hellman Yükseltme Bağlantısı (HYB) rüzgârın yükseklik ve doku ile değişimini ifade eden rüzgâr çalışmalarında kullanılan çok kullanışlı ve basit bir yaklaşımdır ve HYB (3.12) rüzgârın düşey gelişimini yüzey dokusuna ve buna bağlı değişen sürtünmedeki (α) farklılıklara göre ifade eder (Ozdamar ve diğ., 2005; Wolar, 2008; Bañuelos-Ruedas ve diğ., 2011; Özgönenel ve Thomas, 2012; Gualtieri ve Secci, 2013). HYB denklemi ve arazi yapısına göre değişen α değerleri Çizelge 3.4’de gösterilmektedir.

$$W_s(t) = W_s(r) \times \left(\frac{H(t)}{H(r)} \right)^\alpha \quad (3.12)$$

HYB formülü ve parametreleri aşağıdaki gibi anlatılmıştır.

- $W_s(t)$: Tahmin edilen noktanın W_s değeri.
- $W_s(r)$: Referans alınan ölçüm noktasının W_s değeri.
- $H(t)$: Tahmin edilen noktanın yükseklik değeridir.
- $H(r)$: Referans alınan ölçüm noktasının yükseklik değeridir.
- α : Yeryüzünün sürtünme katsayısı (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 : HYB’ında kullanılan sürtünme katsayıları ve NDVI karşılıkları.

Arazi Yapısı	Sürtünme Katsayısı (α)	NDVI Değerleri
Göl, deniz ve buz yüzeyi	0,1	-1 - 0
Küçük ot veya bozkır	0,15	0,25 - 0,3
Daha uzun bitkiler, engelli kırsal alan	0,2	0,3 - 0,6
Ormanlık alanlar ve yoğunlukta olduğu yerleşimler	0,25	0,6 - 1
Az ağaçlık ve çayırılık alanı olan küçük kasabalar	0,3	0,2 - 0,25
Yüksek binaların olduğu şehir alanları	0,4	0 - 0,2

Hellman tarafından geliştirilmiş olan HYB’da kullanılan içler dışlar çarpımı yaklaşımı, bir önceki bölümde anlatılan T_a , P ve RH enterpolasyonunda LST ’nin $M-IDW$ ’ye entegrasyonu ile aynı şekildedir. Denklem (3.13)’de de görüldüğü gibi HYB $M-IDW$ ’ye direkt monte edilmiştir, yani IDW ’nin $z(u_i)$ değeri (bilinen istasyon ölçümü) yerine HYB denklemi (3.12) aşağıdaki şekilde yerleştirilmiştir. W_s için $M-IDW$ formülü ve parametreleri aşağıdaki gibi anlatılmıştır.

$$W_s(u_0) = \frac{\sum_{i=1}^N W_s(u_{0,i}) w_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad (3.13)$$

$$W_s(u_{0,i}) = W_s(u_i) x \left(\frac{H(u_0)}{H(u_i)} \right)^\alpha, i = 1, \dots, N \text{ ve } w_i = d_{i0}^{-p}, i = 1, \dots, N.$$

- u_0 : Tahmin edilen noktayı ifade eder ve bu çalışma için bir Landsat çerçevesindeki noktalar kadardır çünkü $M-IDW$ her piksel için çalışır.
- u_i : Ölçüm noktasını ifade eder ve bu çalışma için bir Landsat çerçevesinde istasyonların bulunduğu noktalar kadardır.
- $H(u_0)$: Tahmin edilen noktanın SYM ’deki yükseklik değeri.
- $H(u_i)$: Ölçüm noktasının (istasyon noktası) SYM ’deki yükseklik değeri.
- $W_s(u_{0,i})$: Tahmin edilen noktanın UYAO W_s değerine “i” numaralı istasyonun katkısı (IDW eşitliğindeki $z(u_i)$ yerine konur.)
- $W_s(u_0)$: Tahmin edilen UYAO W_s verisi.
- $W_s(u_i)$: Ölçüm noktasının UYAO iklim W_s verisi.
- α : Yeryüzünün sürtünme katsayısı ($NDVI$ değerine göre belirlenir).
- N : Kullanılan istasyon noktalarının sayısı.
- w_i : Ölçüm noktalarının ağırlıklarını ifade eder.

- d_{i0} : Tahmin edilen nokta (0) ile ölçüm noktası (i) arasındaki Öklid mesafesi.
- p: Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi 2 kabul edilmiştir.

Bu çalışmada, HYB kullanılan α sürtünme katsayısı NDVI ile belirlenmektedir. Yani, NDVI indisi bu çalışmada arazi yapısı hakkında bilgi çıkarımı için kullanılmıştır. Burada kullanılan NDVI değerleri enterpolasyona sokulan istasyonlara ait NDVI değerleridir. Buradaki yaklaşım kısaca şunu ifade eder: HYB ile belirlenen W_s bilinen bir istasyon (gözlem) noktasında (arazi dokusunda yani NDVI değerinde) olsaydı ne olurdu. M-IDW’de kullanılan yükseklik bilgisi ise SYM kullanılarak elde edilmiştir.

Geliştirilen yöntemde α değerini belirlemek için kullanılacak NDVI verisini oluşturmak için üç farklı yol denenmiştir: 1) Her ay için o ayın istasyonlara ait uzun yıllar ortalama NDVI verisini kullanmak, 2) Her ay ve istasyon için güneşlenmenin ve görüntü sayısının en çok olduğu 7. ayın UYAO NDVI verisini kullanmak ve 3) Her ay için istasyonların olduğu noktaların bulutsuz olduğu 16.07.2011 tarihli Landsat-5 TM görüntüsünden üretilen NDVI verisini kullanmak. Ayrıca NDVI kullanımından farklı olarak son bir yol olarak da α değerlerini belirlemek için hâlihazır uydu görüntüleri ve Google Earth görüntüleri kullanılarak istasyonların buldukları yerdeki doku bilgisi gözleme dayalı olarak belirlenmiştir ve karşılık gelen α değerleri M-IDW içerisinde kullanılan HYB içerisinde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda tüm seçeneklerin sonuçları birbirine yakın çıksa da ikinci yol diğerlerine göre çok az daha iyi sonuç vermiştir.

Şekil 3.7’de bir önceki bölümdekine benzer olarak bu sefer M-IDW’nin W_s enterpolasyonu için çalışma presibini gösteren bir örnek gösterilmektedir. Bu örnekte üç farklı pikseldeki üç farklı istasyona ait yükseklik (H), NDVI ve W_s verileri mevcuttur. Diğer pikseller için yükseklik verisi vardır ancak W_s verisi yoktur ve bu durumda tahmin etmek $W_s(u_0)$ gerekmektedir. İstasyonların bulunduğu piksel ile tahmin edilecek pikseller arasındaki mesafe (d_{10} , d_{20} ve d_{30}) her istasyonun tahmin edilen piksele olan etkisini belirlemek için kullanılır. Örnek ilüstrasyon için gerçekleşen hesaplamalar Şekil 3.7’de verilmiştir.

Piksel İstasyon 1 $W_s(u_1)=2\text{m/s} \checkmark$ $H(u_1)=50\text{m} \checkmark$ $NDVI(u_1)=0.4 \checkmark$ $\Rightarrow \alpha(u_1)=0.2 \checkmark$	$d_{10}=3000\text{m}$ $W_s(u_{0,1})=2 \times (100/50)^{0.2}=2.30\text{m/s}$		Piksel İstasyon 2 $W_s(u_2)=4\text{m/s} \checkmark$ $H(u_2)=250\text{m} \checkmark$ $NDVI(u_2)=0.25 \checkmark$ $\Rightarrow \alpha(u_2)=0.3 \checkmark$
	Tahmin Pikseli $W_s(u_0)=?$ $H(u_0)=100\text{m} \checkmark$	$d_{20}=5000\text{m}$ $W_s(u_{0,2})=4 \times (100/250)^{0.3}=3.04\text{m/s}$	
		$d_{30}=5000\text{m}$ $W_s(u_{0,3})=3 \times (100/80)^{0.4}=3.28\text{m/s}$	
		Piksel İstasyon 3 $W_s(u_3)=3\text{m/s} \checkmark$ $H(u_3)=80\text{m} \checkmark$ $NDVI(u_3)=0.1 \checkmark$ $\Rightarrow \alpha(u_3)=0.4 \checkmark$	

$$W_s(u_0) = \frac{\frac{2.30}{3000^2} + \frac{3.04}{5000^2} + \frac{3.28}{5000^2}}{\frac{1}{3000^2} + \frac{1}{5000^2} + \frac{1}{5000^2}} = 2.66\text{m/s}$$

Şekil 3.7 : M-IDW'nin W_s enterpolasyonu için illüstrasyonu.

3.3.11 Algılayıcıdan kaynaklanan hataların ve bulut etkisinin giderilmesi

Çalışmanın bu kısmında sisteme entegre edilen iki filtreden bahsedilecektir. Birinci filtre LST ve NDVI görüntüleri oluşturulmadan önce 3., 4. ve 6. bantların radyometrik ve bulut etkisinden oluşan hatalarının belirler. Bu filtrede eğer bir piksel belirlenen eşik değerler dışında ise “no data” olarak bırakılır. İkinci filtre ise bölüm 3.3.2’de anlatıldığı üzere LST ve NDVI verileri sırası ile 5×5 ve 3×3 ortalama filtre ile oluşturulduktan sonra eğer çalışılan çerçevede hala “no data” piksel var ise bu piksellerin genişleyen bir AMF ile giderilmesidir. Tasarlanan filtreler çalışma çerçevesindeki her piksele uygulanacaktır.

Landsat-5 TM ve Landsat-7 ETM+ verilerinde algılayıcıdan kaynaklanan bozukluklar bilinmektedir (Chander ve diğ., 2009). Landsat-5 TM görüntülerinde algılayıcıdan kaynaklı ölü pikseller ve Landsat-7 ETM+ görüntülerinde ek olarak şerit hataları (stripelar) mevcuttur. Bununla beraber algılayıcıdan kaynaklanan hatalar

dışında bulutların oluşumu gibi doğal bozukluklarda görüntüde görülebilir. Bu çalışmada ilk olarak filtrede kullanılacak eşik değerleri belirlenmiştir. Eşik değerlerinden biri 1. bant baz alınarak bulut için belirlenen 120-250 DN (Dijital Sayı) değer aralığı ve 6. bant baz alınarak belirlenen 102-128 DN arasındaki değerlerdir. 1. bant ile bulutun mavi görünür bölgedeki yansıma aralığı belirlenmiştir ancak bu aralıkta kayalar, şehirler gibi bulut olmayan arazi sınıfları da yansıtım yapar (Ackerman ve diğ., 1998; Martinuzzi ve diğ., 2007). Bu durumu çözmek için ise 6. bant DN değerleri ile termal açıdan bulutun aralığı hesaba katılarak bulut diğer yapılardan ayrılmıştır. Tabii sadece 6. bant ile tanımlanan aralığa da karışacak sınıflar olabilir. Sonuç olarak 1. bant ve 6. bant değerlerinin kesişim kümesi alınarak bulut belirlenmiş olup karışan o pikseller elenmiştir (Martinuzzi ve diğ., 2007). Ayrıca hiç veri olmayan ölü pikseller ve stripe değerlerini elemek için ise $DN > 0$ eşik değeri filtreye girilmiştir (3.14) (Şekil 3.8). Kronolojik olarak işlem sırasını özetlemek buraya kadar gerekirse eğer; ilk olarak LST ve NDVI değerleri hesaplanır, sonrasında yukarıda anlatılan görüntünün maskeleyme filtresi (MF_IM) uygulanır ve bu eşik değerleri geçen piksel değerlerine meteorolojik parametrelerle en uyumlu filtre boyutu olarak belirlenen LST için 5×5 ve NDVI için 3×3 filtreler ayrı ayrı uygulanır.

$$MF_IM(x,y) = \begin{cases} DN & \begin{cases} 0 < IM.Band1(x,y) < 120 \text{ ve} \\ 0 < IM.Band6(x,y) < 102 \text{ ve} \\ IM.Band6(x,y) > 128 \text{ ve} \\ DN > 0 \end{cases} \\ NO DATA & diğ erleri \end{cases} \quad (3.14)$$

- IM.BAND1 ve IM.BAND6, Landsat görüntülerinin 1. ve 6. bantlarıdır.
- (x,y) : çalışma alanında operasyon sürecinin başladığı sol üst piksel koordinatı.

İkinci filtre ise adaptif ortalama filtredir (AMF) ve LST & NDVI sonuç veri setleri hesaplandıktan sonra eğer hala boş pikseller (no data) var ise uygulanır. Görüntü işlemede, gürültülerin giderilmesi için kullanılan yöntemlerden biri olan iki boyutlu ortalama filtre matris üzerinde komşu piksellerin ortalamaları hesaba katılarak oluşturulan lineer bir filtredir (Kundu ve Mitra 1984; Vernon, 1991; Yagou ve diğ., 2002). Aşağıdaki denklemde (3.15a) LST için oluşturulan AMF_IM_1 filtre formülü gösterilmektedir.

$$AMF_IM1(x, y) = \begin{cases} \text{Eger } N_m = 5, N = (N_m - 1) / 2, k \geq N_m - 3, \\ \rightarrow \frac{1}{k} \left[\sum_{i=-N}^N \sum_{j=-N}^N IM((x+i), (y+j)) \right]. \\ \text{Eger } k > N_m - 3, \\ \rightarrow \text{Filtre genişler(3.15b)}. \end{cases} \quad (3.15a)$$

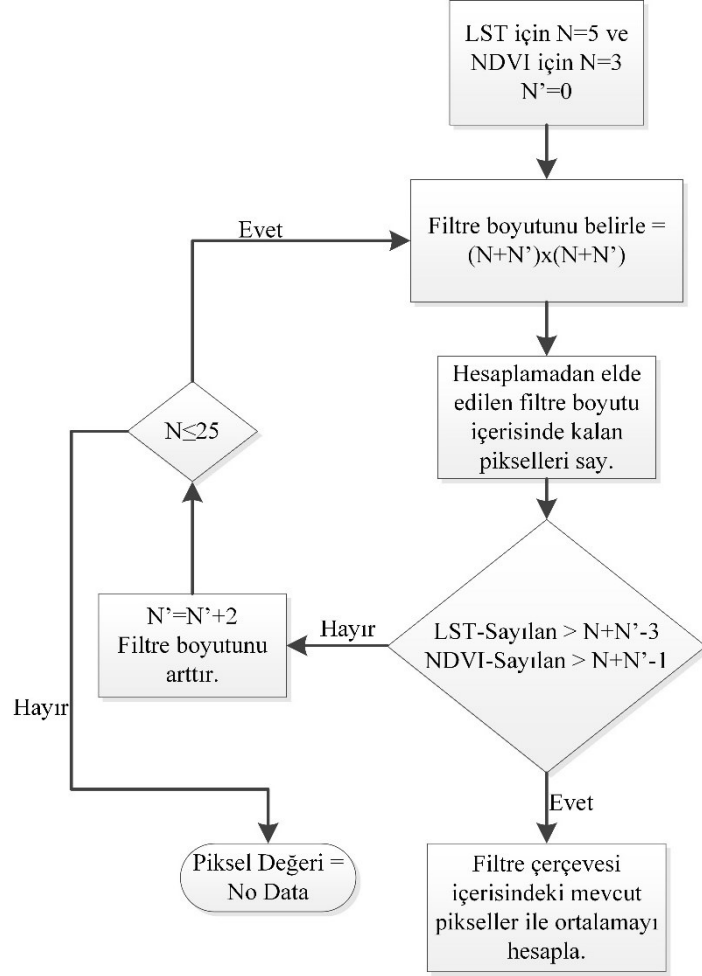
Daha önceki bölümlerde T_a , P_t ve RH parametreleri ile en yüksek ilişkili LST filtre boyutunun 5×5 olduğu belirtilmiştir. $N \times N$ adaptif filtrenin boyutudur ve filtre boyutu ilk seviyede ($m=0$) 5×5 olarak kabul edilir. k filtrenin kapsadığı piksel sayısıdır. Bu değer en az filtre kenar boyutundan 3 eksik olacak şekilde $(N-3)$ tanımlanmıştır. Bunun sebebini filtre boyutundan açıklayacak olursak; $5-3=2$ değeri/miktarı ortalaması alınabilecek en düşük değerdir. Bu değer sağlanamaması durumunda, filtre boyutu her yönde bir genişleyerek (3.15b) sonraki seviyeye geçer ve $(N+2) \times (N+2)$ ortalama filtre boyutuna ulaşır.

$$AMF_IM2(x, y) = \begin{cases} \text{Eger } N_{m+1} = N_m + 2, m = m + 1, N = (N_m - 1) / 2, k < N_m - 3, \\ \rightarrow \frac{1}{k} \left[\sum_{i=-N}^N \sum_{j=-N}^N IM((x+i), (y+j)) \right]. \\ \text{Eger } N_m \leq 25 \text{ ve } k < N_m - 3, \\ \rightarrow \text{Filtre genişlemeye devam eder.} \end{cases} \quad (3.15b)$$

Bu denklemde, $m=m+1$ koşulun sağlanamaması durumunda geçilen yeni filtre seviyesidir ve $N_{m+1} \times N_{m+1}$, $(m+1)$ filtre seviyesindeki yeni filtre boyutudur. Denklem (3.15b)'deki gibi filtrenin sabit boyutlu olmaması bazı dezavantajları ortadan kaldırır. Sabit bir filtrede, çıktı üretilmesi için gerekli k piksel sayısı, geniş stripelerin yani büyük "no data" alanlarının olması gibi durumlarda $k \geq n-3$ şartını sağlamayabilir. Bu problemi çözmek için 5×5 sabit boyutlu filtre yerine genişleyen AMF kullanılması daha iyi sonuçlar verecektir. Filtre edilecek piksel değeri için filtre çıktısı $k \geq n-3$ sağlamıyorsa, filtre boyutu koşulu sağlayana kadar her yönde 1 birim genişlemektedir ($n=n+2$). Ancak görüntüler üzerinde yapılan analizler sonucunda en geniş şerit hatası göz önünde bulundurulduğunda 25×25 boyutlu filtre maksimum filtre boyutu olarak belirlenmiştir. Aksi durum, sürekli genişleyen bir filtrenin, çalışma alanı dışında gereksiz hesaplamalar yapmasına sebep olacaktır. AMF_IM_2 filtresi ($N_m \leq 25$) ve $k < N_m - 3$ sağlanmadığı sürece devam eder. Şekil 3.8'de oluşturulan genişleyen AMF tasarım şeması görülmektedir.

W_s ile ilişkili olan NDVI için ise başlangıç filtre boyutu 3×3 kabul edilir. Buna bağlı olarak AMF_IM_1 ve 2 formüllerinde başlangıç filtre ilk seviyede ($m=0$) 3×3 olarak

kabul edilir. Filtrede k filtrenin kapsadığı piksel sayısıdır 3×3 için minimum $N-1=2$ kabul edilir sonrasında ise k değeri LST’de olduğu gibi uygulanır.



Şekil 3.8 : AMF akış diyagramı (Şekil 3.10 – B bölümü).

3.3.12 Mekansal enterpolasyon sisteminin oluşturulması

Çalışma alanı (4668045m Boylam, 410895m Enlem) sol üst ve (4428615m Boylam, 636645m Enlem) sağ alt UTM koordinatları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı tek bir Landsat yörüngesinin altlı üstlü iki çerçevesi sınırları içerisinde. 2000-2012 yılları arasında kaydedilen 432 Landsat-5 TM (202) ve Landsat-7 ETM+ (230) görüntü seti oluşturulan sistemde uzaktan algılama verisi olarak kullanılmıştır. Oluşturulan sistem, Landsat görüntülerinde USGS tarafından da kullanılan UTM WGS84, zon 35, kuzey harita projeksiyonuna göre düzenlenmiştir.

Oluşturulan sistem, C Sharp (C#) programlama dilinde yazılmıştır. Sistemin veri konumlandırmasının ve hesaplamalarının doğru çalışıp çalışmadığını denetlemek için rastgele uydu görüntüleri üzerinden denemeler gerçekleştirilmiştir. Aynı görüntüler ArcGIS programı Phyton yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Sonuçlar bu çalışmada

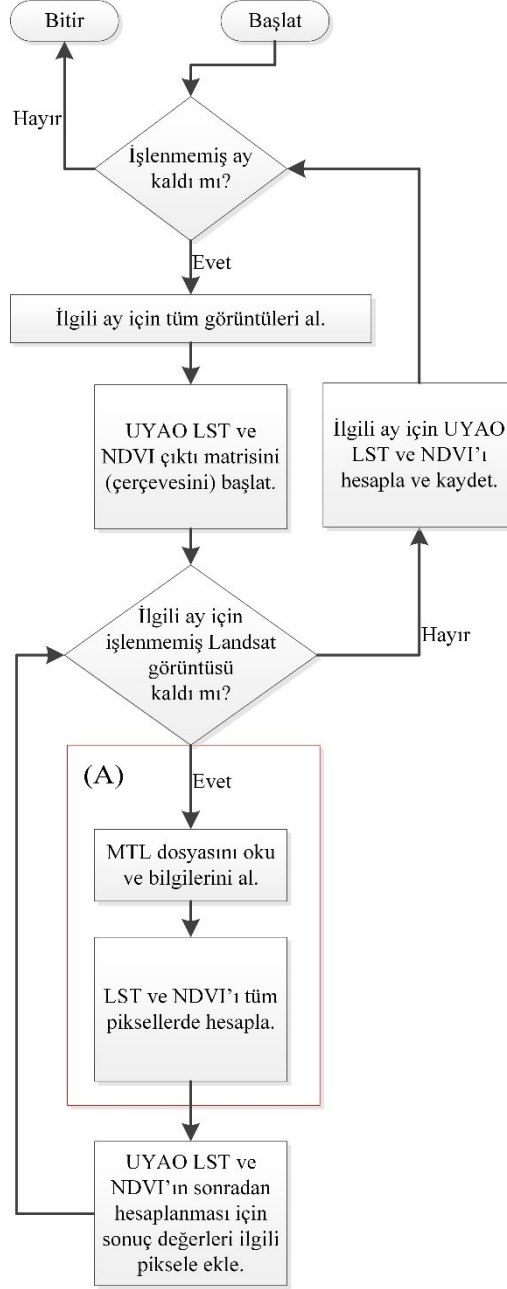
oluşturulan sistem sonuçları ile bire bir aynıdır. Python tabanlı bir sistem oluşturmaktansa C# kullanılmasının sebebi sisteme girilecek veri setinin miktarının çok olmasıdır. C# programlama dilinin sunduğu hesaplama hızı ve paralelleştirme kabiliyeti sonuçların hızlı elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Fourment ve Gillings, 2008) ve her 432 görüntünün 4 bandını kullanan bu sistem tüm işi yaklaşık 3 saat içerisinde bitirmektedir. Oluşturulan sistem 64 Bit Windows 7 Professional platformunda Intel(R) Xeon(R) CPU, 2.67GHz prosesor ve 4 GB RAM özelliklerindeki bir bilgisayarda çalıştırılmıştır.

Sistemin oluşturulması iki aşamada gerçekleştirilmektedir:

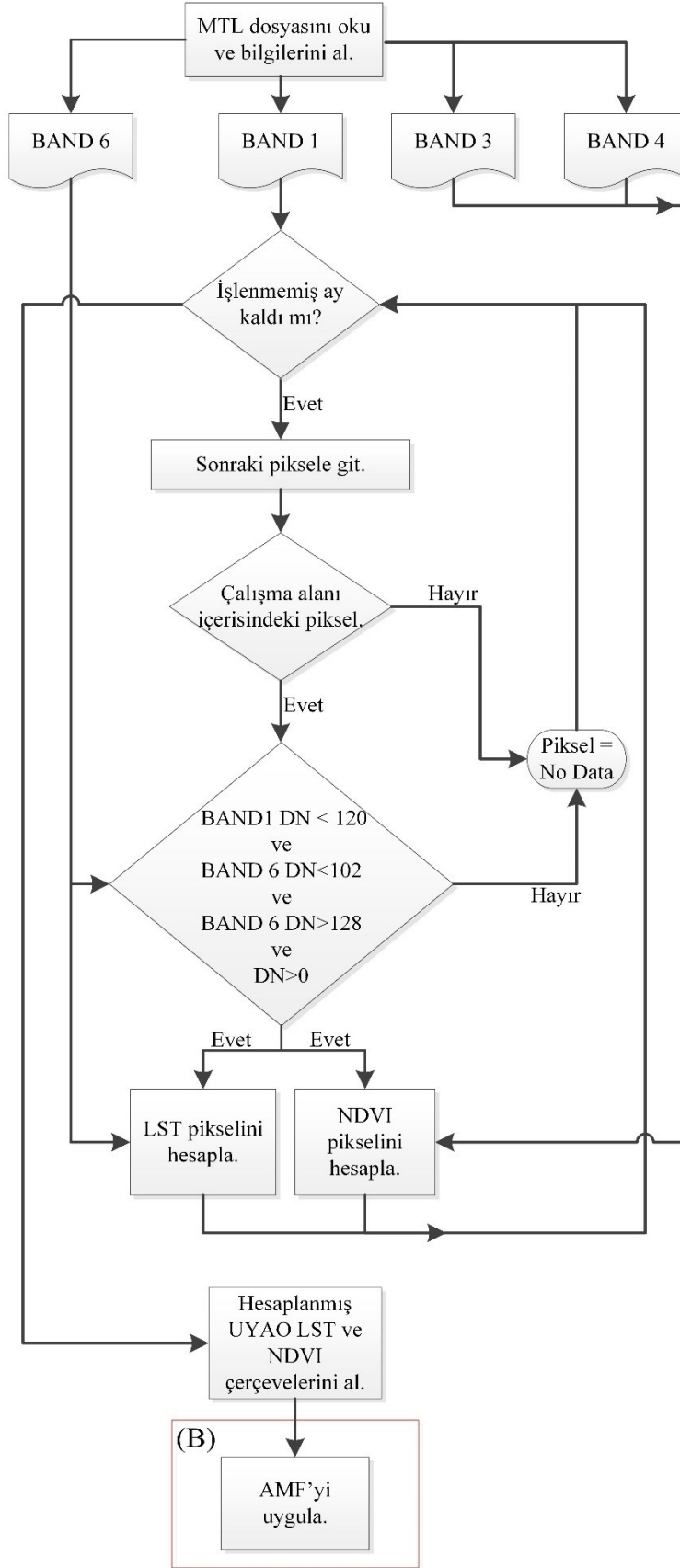
Aşama 1: Görüntüler değerlendirilip, her görüntünün her pikseli için UYAO LST ve NDVI değerleri hesaplanmıştır. Şekil 3.9 ve Şekil 3.10 UYAO uydu verilerini üretimine kadar gerçekleştirilen adımları anlatmaktadır. UYAO LST ve NDVI veri setleri her ay için ayrı ayrı olacak şekilde mevcut 2010-2012 yıllarını kapsayan Landsat veri arşivinden hesaplanmıştır. Bir alanın, bir ay içerisinde, ne kadar çok sayıda kullanılabilir (bulutsuz ve çok miktarda) uydu verisi varsa, o alanın karakteristiğinin o ay için o kadar doğru yansıtılabileceği unutulmamalıdır. Bütün görüntüler her ay için ayrı ayrı ele alınır. Belirli bir aya ait tüm görüntülerde uygulanan ve önceki bölümlerde ayrıntıları ile anlatılan işlem adımları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Her bir uydu görüntüsünün özelliklerini taşıyan metadata (MTL) dosyası okunur ve kaydetme tarihi, görüntü tipi ve benzeri bilgiler çıkartılır.
- Sırası gelen uydu görüntüsü çalışılan ay içinde kaydedilmişse işlemlere devam edilir değil ise başka bir uydu görüntüsüne geçilir ve sadece çalışılan ayın görüntüsünün verileri işlenir.
- Landsat uydu veri setinin 1., 3., 4. ve 6. (Landsat-7 ETM+ için 6.1) bantları okunur.
- Sadece çalışma alanı içerisindeki piksellerde işlem yapılır.
- Ele alınan piksel bulutluluk, ölü veya stripe koşullarına tabi tutulur (MF_IM).
- Piksel yukarıdaki koşullar sağlanırsa LST ve NDVI hesaplatılır.
- Sonuç LST ve NDVI çerçeveleri AMF_IM_1 filtre ile filtrelenmiştir. Standart filtrenin boyutu 5×5'tir. Eğer "no data" değerleri eşik değerinin dışında ise AMF_IM_2 filtresi 25×25 filtre boyutuna kadar çalışır.
- En son elde edilen filtrelenmiş LST ve NDVI çerçeveleri çalışılan ayın UYAO LST ve NDVI klasörüne dâhil edilir.

- Çalışılan ayın bütün görüntüleri ele alındıktan sonra o ayın UYAO LST ve NDVI değerleri hesaplanır.

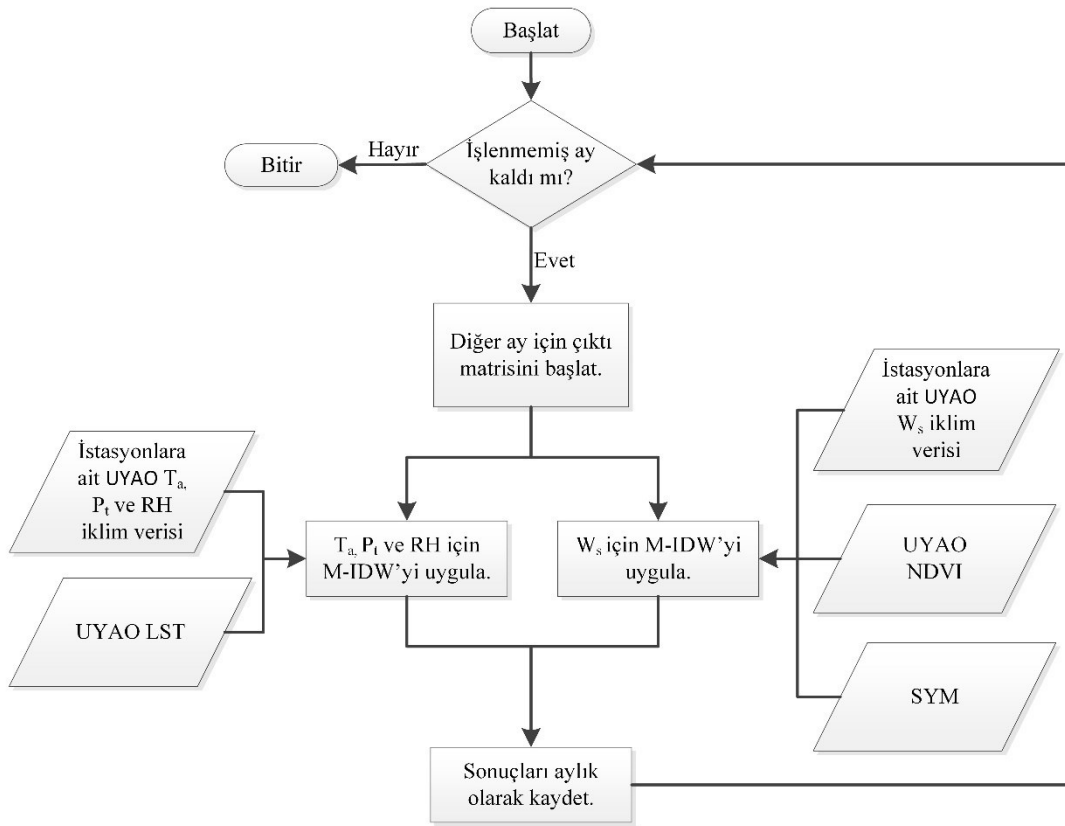


Şekil 3.9 : UYAO LST ve NDVI hesaplanması genel akış diyagramı.



Şekil 3.10 : LST&NDVI hesaplama ve filtreleme (Şekil 3.9-A bölümü).

Aşama 2: Son aşamada, önceki bölümlerde UYAO LST ve NDVI'in iklim verileri ile olan ilişkisi geliştirilen M-IDW ile bütün çerçeveye uygulanmıştır. T_a , P_t ve RH enterpolasyonu için UYAO LST temelli M-IDW enterpolasyon yöntemi denklemi (3.11) kullanılarak uygulanmıştır. Yapılan işlemler Şekil 3.11'de gösterilmektedir. W_s enterpolasyonu için HYB (SYME göre yükseklik (H) ve her ay için 7. ayın UYAO NDVI'a göre sürtünme katsayısı (α)) temelli M-IDW enterpolasyon yöntemi denklem (3.13) kullanılarak uygulanmıştır. Yapılan işlemler Şekil 3.11'de gösterilmektedir. M-IDW ile her bir ay için yeni boş bir çerçeve oluşturulup her bir piksel için UYAO değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.11 : UYAO T_a , P_t , RH ve W_s enterpolasyonu.

3.4 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Kullanarak Bağcılık İçin Uygun Alanların Tespiti

Çok kriterli karar verme yöntemi (ÇKKVY), aynı ya da farklı kaynaklardan veya farklı tipte ve hatta farklı birimlerde verilerin bir arada değerlendirilmesini amaçlar. ÇKKVY'de kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve bunların önemliliklerinin derecelendirilmesi işlemi bu yöntemin en önemli ve belirleyici kısmıdır (Şahin ve Kavzoğlu, 2011). Veriler kendi içlerinde sınıflara ayrılabilir ve her sınıf ayrı bir önem

değeri (sınıf puanı) alabilirler (Akar ve Maktav, 2008). Ayrıca verileri kendi aralarında da önem sırasına veya diğer bir deyişle olaya katkısına göre etki değeri alabilir (Akar ve Maktav, 2008). Seçenek ve kriter sayıları fazla olduğunda karar verme ve sonuca ulaşma mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve bu süreci kolay ve çabuk elde etmek ÇKKVY en temel amacıdır (Saral ve Musaoğlu, 2011).

Bu çalışmanın önceki kısımlarında bağıcılık faaliyetlerinde belirleyici olan iklim, toprak ve topografik istekleri ve parametreleri ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Farklı kaynaklardan oluşturulan iklim (uzaktan algılama yöntemleri ile), toprak (arazi çalışmaları ile) ve topografya (uzaktan algılama yöntemleri ile) parametreleri kendi içlerinde sınıflara ve puanlamalara tabi tutulup CBS ortamında bir arada değerlendirilip bağıcılık için uygun alanlar ÇKKVY ile belirlenecektir. Oluşturulan verilerin hepsi raster olacak şekilde üretilip ArcGIS programı “raster calculator” modülü kullanılarak değerlendirilmiştir. Literatür bölümünde bağıcılık için gerekli iklim, toprak ve topografik istekler ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Bu aşamada hangi parametrelerin kullanıldığından ve kendi içlerindeki alt sınıfların nasıl değerlendirildiğinden bahsedilecektir.

Geliştirilen enterpolasyon yöntemi ile her ay için üretilen UYAO T_a , P_t , RH ve W_s raster veriler kullanılarak bağıcılık için etkili iklim istekleri ArcGIS programı “raster calculator” modülü ile oluşturulmuştur. Oluşturulan iklim parametreleri sırası ile aşağıdaki gibidir (Çizelge 3.5).

- Uzun yıllar yıllık T_a ortalaması,
- Uzun yıllar en sıcak ay T_a ortalaması,
- Uzun yıllar en soğuk ay T_a ortalaması,
 - ✓ Sonuçları bağıcılık için eşik değer olan -2 derece üstü olduğu ve etkisiz bir parametre olduğu için üretilmemiştir.
- Uzun yıllar yaz ayları T_a ortalaması,
- Uzun yıllar gelişim dönemi T_a ortalaması,
- Uzun yıllar etkili T_a toplamı ortalaması,
- Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması,
 - ✓ Hem bağ hastalıkları açısından hem de fotosentez hızı açısından değerlendirilmiştir.
- Uzun yıllar yıllık toplam P_t ,
- Uzun yıllar gelişim dönemi ortalama W_s .

Topografik parametreler ise 1/25000 ölçekli topografik haritalardan ve AsterGDEM kullanılarak oluşturulan SYM'den üretilen eğim, bakı ve yükseklik raster verilerinden

oluşan parametreleridir (Çizelge 3.6). Bu çalışma kapsamında temin edilen toprak haritasının arazi kullanım kabiliyeti (AKK) ve toprak derinlik katmanları (Der) öncelikle raster veriye çevrilip sonrasında ÇKKVY ile değerlendirilmek üzere hazırlanmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.5 : İklim parametrelerinin kendi içlerinde sınıflandırması.

İklim Parametreleri	Sınıf	Ağırlık
Uzun yıllar yıllık T_a ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)	<9	1
	9-11	9
	11-16	10
	>16	1
Uzun yıllar en sıcak ay T_a ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)	<18	1
	>18	10
Uzun yıllar en soğuk ay T_a ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)	<-2	1
	>-2	10
Uzun yıllar yaz ayları T_a ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)	<20	1
	20-35	10
	>35	1
Uzun yıllar gelişim dönemi T_a ortalaması ($^{\circ}\text{C}$)	<13	1
	>13	10
Uzun yıllar EST toplamı ortalaması (Gün-Derece)	<900	1
	>900	10
Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması (%) – Hastalık bazında sınıflandırma	0-10	10
	10-20	9
	20-30	8
	30-40	7
	40-50	6
	50-60	5
	60-70	4
	70-80	3
	80-90	2
	90-100	1
Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması (%) – Fotosentez bazında sınıflandırma	0-40	1
	40-50	9
	50-60	10
	60-70	9
	70-100	1
Uzun yıllar yıllık toplam P_t (mm)	0-300	1
	300-500	9
	500-600	10
	600-900	9
	>900	1
Uzun yıllar gelişim dönemi ortalama W_s (m/s)	0-0,972	1
	0,972-3,805	10
	>3,805	1

Çizelge 3.6 : Topografik parametrelerin kendi içlerinde sınıflandırması.

Topografik Parametreler	Sınıf	Ağırlık
Yükseklik (m)	0-416	10
	416-694	9
	>694	1
Eğim (°)	0-2,5	8
	2,5-5	9
	5-7,5	10
	7,5-10	9
	10-15	8
	>15	1
Bakı	Güney	10
	Güneydoğu	9
	Güneybatı	9
	Düz	8
	Doğu	7
	Batı	7
	Kuzeydoğu	6
	Kuzeybatı	6
Kuzey	5	

Çizelge 3.7 : Toprak parametrelerinin kendi içlerinde sınıflandırması.

Toprak Parametreleri	Sınıf	Ağırlık
Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	10
	Toprak İşlemeli Tarıma Elverişsiz Araziler	1
	Tarıma Elverişsiz Araziler	1
Toprak Derinliği(cm)	0-20	1
	20-50	1
	50-90	9
	>90	10

İklim, toprak ve topografya parametrelerinin kendi içlerinde değerlendirilmesi bu çalışmada gerçekleştirilecek ÇKKVY için çok önemli bir aşamadır. Evrensel kriterlerin yanı sıra ülke içinde hatta çalışma alanı için daha önceden gerçekleştirilmiş çalışmalar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Literatür kısmında ayrıntılı bir şekilde anlatılan ve uzun araştırmalar sonucunda hem daha önceki çalışmalardan hem de TBAİM araştırmacılarının tecrübelerinden faydalanılarak belirlenen parametreler ve bu parametrelerin kendi içlerindeki alt sınıflandırılmaları ve bu alt sınıfların önem ve etki sırasına göre ağırlıklandırılmaları, Çizelge 3.5’de iklim koşulları, Çizelge 3.6’da topografya koşulları ve Çizelge 3.7’de toprak koşulları için ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (Uzun, 2004; Kurtural ve diğ., 2007; Kurtural ve Wilson, 2008, Kurtural ve

diğ., 2008; Şensoy ve diğ., 2009; Bahar ve diğ., 2010; Uyak ve diğ., 2011; Cangı ve Yağcı, 2012; IAGT, 2011; Wolf ve Boyer, 2003; Fiola, 2013).

Bu çalışmada iklim, toprak ve topografya parametreleri arasında kıyaslama içeren bir çalışma yapılmamıştır ve literatürde de bağcılık için sağlam temellere dayandırılmış bu tip bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu tip bir çalışma ancak farklı iklim, toprak ve topografya özelliklerinde yetişen çok sayıda asmanın uzun yıllar süresince takibinin gerçekleştiği arazi ve laboratuvar çalışmalarının sıklıkla uygulandığı yeterli bütçedeki bir proje ile gerçekleştirilebilir. Bunun yanında bağcılık için tüm parametreler çok önemlidir. Mesela iklim parametrelerinden birindeki anomali tüm diğer parametreleri etkileyebilmektedir. Aşırı yağışlar sellere, toprak kaymalarına ve topografik değişikliklere sebep olabilmektedir. Aşırı sıcaklar kuraklığa su kaynaklarının azalmasına, toprakta ve buna bağlı olarak toprak yapısında ve hatta topografyada değişikliğe sebep olabilir. Yağış sonrasında sıcaklık ve rüzgar, nemi değiştirir. Bir dağın iki yamacı farklı bakılarda olduğundan dolayı farklı miktarda güneşlenir ve iki değişik mikroklima oluşabilir. Yüksek yerler daha rüzgarlı olur. Toprak derinliği ve su tutma kapasitesi ortam nemini etkiler. Sonuç olarak iklim, toprak ve topografya parametreleri arasındaki etkileşimler ve içerisindeki değişiklikler bağcılık ve asmanın adaptasyon sürecini sürekli ve karşılıklı olarak etkilemektedir.

4. BULGULAR

4.1 Bağ Alanlarının Mekânsal Dağılımı

Bağ alanlarının mekânsal dağılımını belirlemek için hangi görüntü tipinin daha uygun olduğunu ortaya koymak 3 adet pilot bölgedeki analizler ile belirlenmiştir. Şekil 4.1’de ilk pilot bölgedeki bağ parselleri 3 görüntü için ayrı ayrı gösterilmektedir. İlk pilot bölgede 12 dekar (da) ile 40da arasında alanları değişen 5 büyük parcel ve 0,6da ve 1da büyüklüklerinde 2 küçük parcel belirlenmiştir. İlk pilot bölgedeki parseller lineer kontur şeklinde dikilmiştir. 12da ile 40da arasında alanları değişen büyük parseller her 3 görüntüde de belirlenebilirken, 0,6da ve 1da büyüklüklerinde 2 küçük parcel sadece WV-2 ve Ikonos görüntülerinde belirlenebilmektedir. 2 küçük parcel Spot-5 görüntüsünde yanındaki büyük parcelin parçası gibi gözükmemektedir yani küçük parsellerin sınırları ayırt edilememiştir.



Şekil 4.1 : Birinci pilot bölge: a)Spot-5, b) Ikonos, c) WorldView-2.

İkinci pilot bölgedeki parcel alanları 1,6da ile 15da arasındadır ve dikim tipleri lineer kontur şeklindedir. Ikonos ve WV-2 görüntüleri teker teker parsellerin belirlenmesinde başarılı sonuç vermiştir. Fakat yine birinci pilot bölgede olduğu gibi, Spot-5 görüntüsünde 1,6da alana sahip en küçük parcel komşusu olan büyük parcelin parçası gibi gözükmemektedir (Şekil 4.2).

Üçüncü pilot bölgedeki parseller grid şeklinde dikilmiştir ve buna bağlı olarak bağlar uydu görüntülerinde birinci ve ikinci test bölgelerine göre farklı dokularda görünmektedirler (Şekil 4.3). En büyük tanımlama sorunu Spot-5 verisi ile yaşanmıştır ve bağ parsellerinin çoğu görüntü dokusundaki karışıklıktan dolayı Spot-5 uydu görüntüsü ile artık belirlenememektedir. Hatta ilk iki bölgedeki parsellerden daha büyük parseller dahi belirlenememiştir. WV-2 görüntüsü kullanılarak Spot-5 ile belirlenemeyen 0,5 ila 12da arasındaki parseller belirlenebilmiştir. Bunun yanında, Ikonos görüntüsü ile genel olarak parseller ayırt edilebilse de, görüntünün iki farklı bölgesindeki ayrı 2 parsel tek parsel olarak gözükmemektedir (Şekil 4.2).



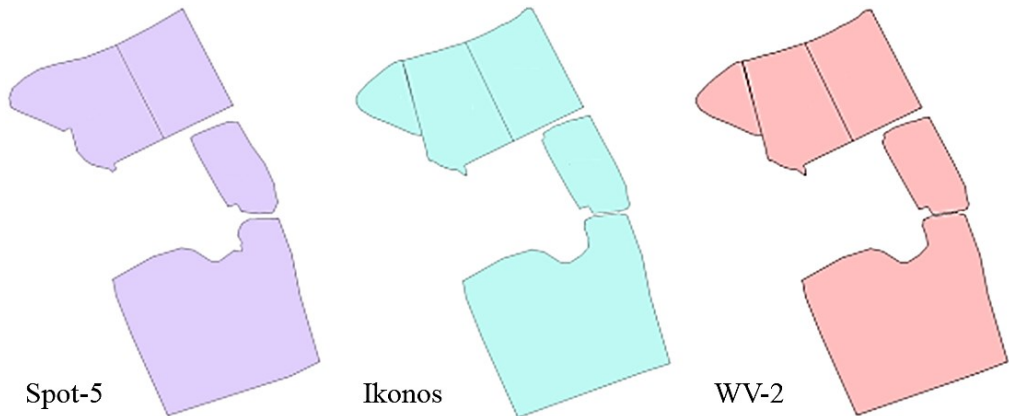
Şekil 4.2 : İkinci (sol) ve üçüncü (sağ) pilot bölge: a)Spot-5, b)IKONOS, c) WV-2.

Üç test alanının sonuçlarını özetlemek gerekirse, 3 görüntü tipinin de bağ alanlarının belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Elde edilen en önemli sonuç, bağların dikim biçiminin ve parsel büyüklüklerinin ne kadar önemli olduğudur. Spot-

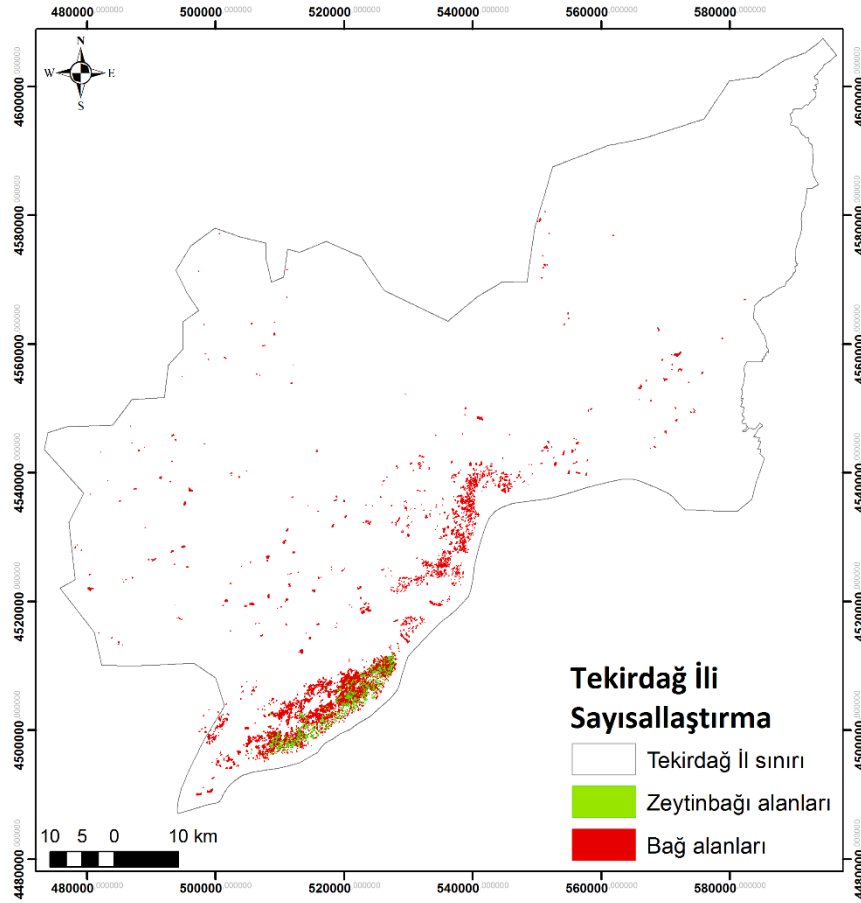
5, birinci ve ikinci pilot bölgede 1da veya daha büyük alanlı lineer kontur dikimli parsellerin belirlenmesinde yeterlidir ancak bununla birlikte üçüncü pilot bölgede parsel büyüklüklerinin 4da veya üstü olmasına rağmen grid dikim tipinden dolayı mekânsal çözünürlük bakımından yetersiz kalmıştır. İkonos, lineer kontur dikimli bağ parsellerinin belirlenmesinde yeterli olurken, grid dikimli parsellerde bazen yetersiz kalabilmektedir. WV-2 ise tüm parsel büyüklüklerinde ve dikim şekillerinde yani değişik dokularda bağ alanlarının belirlenmesinde yeterli bulunmuştur.

Kullanımda öncelik sırası olarak WV-2, İkonos ve Spot-5 olacak şekilde Tekirdağ İlinin bağ alanları sayısallaştırılmıştır. Şekil 4.3’de ikinci pilot bölge sayısallaştırması uygulamaya örnek olarak gösterilmektedir. Toplamda 9210 adet bağ parseli belirlenmiştir (Şekil 4.4). Belirlenen bağlar, bağ ve zeytin-bağı alanları olarak iki sınıfta ifade edilmiştir. Sayısallaştırma ile 4094ha alana sahip 8187 bağ parseli ve 438,9ha alana sahip 1023 zeytin-bağı parseli belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan uydu verileri ağırlıklı olarak 2011 yılına aittir ve Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) 2011 yılına ait yayınladığı Tekirdağ bağ alanları değeri 4122,3ha ki buda bu çalışmada belirlenen 4094ha bağ alanı ile yakın bir değerdir (TÜİK, 2014). Belirlenen toplam bağ ve zeytin-bağı alanı 4532,9ha ve parsellerin %50’si 5da daha küçük olmakla beraber ve ortalama parsel boyutu 0,5ha’dır (Sertel ve diğ., 2012).

Bağ alanlarının en çok bulunduğu bölge Şarköy İlçesi civarı ve sonrasında ise Tekirdağ Merkez İlçesi ve civarıdır. Elde edilen sayısallaştırma sonuçları bu tez çalışması için çok önemlidir, nitekim bağ alanlarına dair belirlenen alansal ve mekânsal bilgiler tezin sonunda elde edilecek bağcılık için ÇKKVY ile belirlenen uygun alanlar sonuçları ile ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılacaktır.



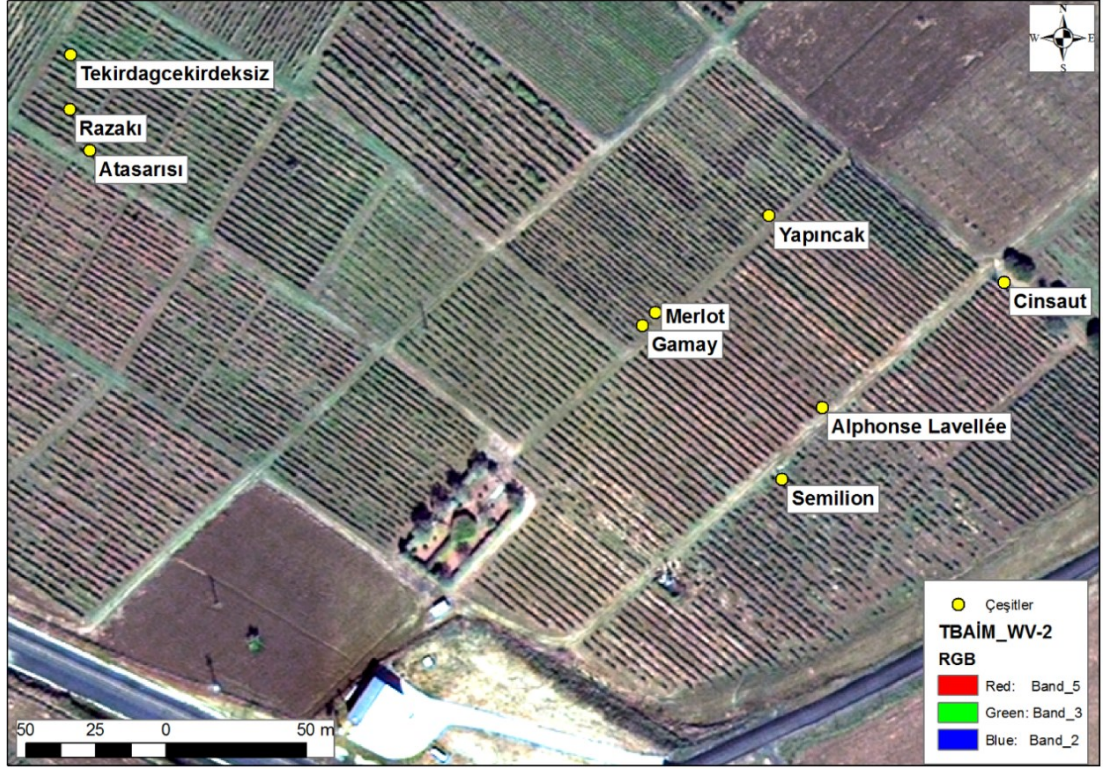
Şekil 4.3 : İkinci pilot bölge bağ alanları sayısallaştırması.



Şekil 4.4 : Bağ alanlarının dağılımı.

4.2 Hiperspektral Yöntemler İle Asma Su Stresi Ve Fotosentezinin İncelenmesi

Çalışmanın bu kısmında, bağ alanlarında asma yapraklarından elde edilen gün ortası YSP (Ψ_{go}) & fotosentez hızı (A) ölçümleri ile hiperspektral ölçüm değerleri ilişkilendirilecektir. İlk olarak, YSP ve fotosentez ile en ilişkili dalga boyları ve sonrasında da optimum BR ve ND indisleri optimum bant oranı indisi (OBRA) ve optimum normalize fark indisi (ONDI) geliştirme metotları ile belirlenecektir. Elde edilen yersel hiperspektral uzaktan algılama sonuçları, WV-2 uydu görüntüsünün özelliklerine göre yeniden örneklenip uydudan multispektral uzaktan algılama ile incelenecektir. Sonrasında Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü (TBAİM) arazisinde elde edilen ilişkiler, WV-2 uydu görüntüleri kullanarak geniş alanlarda aranacaktır. Elde edilen veriler doğrultusunda bağların çeşit ve fenolojik dönem bazında farklılıkları incelenecektir. Son olarak elde edilen indisler ile meteorolojik parametreler için belirleyici olan topografik parametreler arasındaki ilişkiler ortaya konulacaktır. Şekil 4.5’de Ψ_{go} , A ve hiperspektral ölçüm noktaları WV-2 uydu görüntüsü üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 4.5 : Ψ_{go} , A ve ve hiperspektral ölçüm noktaları.

4.2.1 Su stresi değerlerinin hiperspektral yöntemler ile incelenmesi

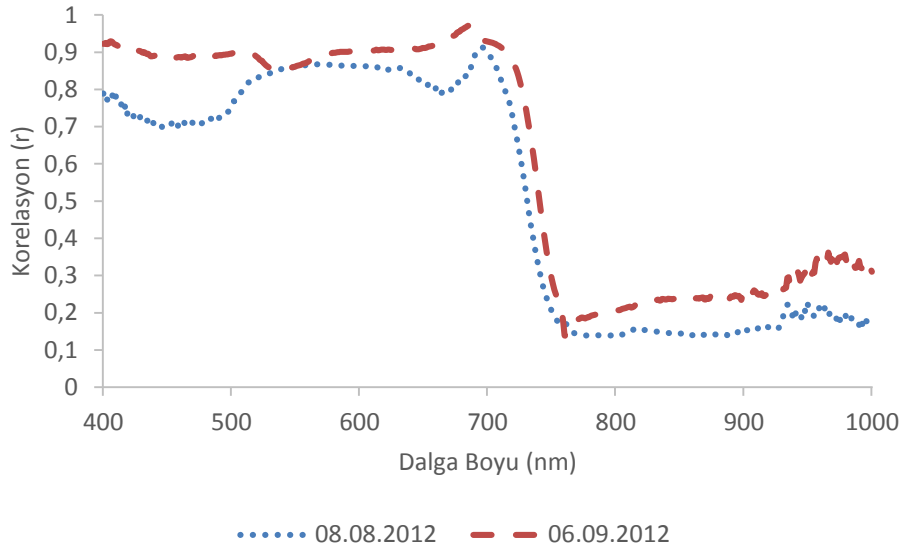
Öncelikle su stresini belirlemek için gerçekleştirdiğimiz Ψ_{go} ile en ilişkili dalga boyları ve sonrasında da optimum BR ve ND indisleri belirlenecektir. Ayrıca incelemeler hem lokal zaman (08.08.2012 ve 06.09.2012 ölçümlerini bağımsız inceleme) hem de toplam zaman (tüm veriler bir arada inceleme) analizleri şeklinde gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.1 Su stresi ile ilişkili dalga boylarının belirlenmesi

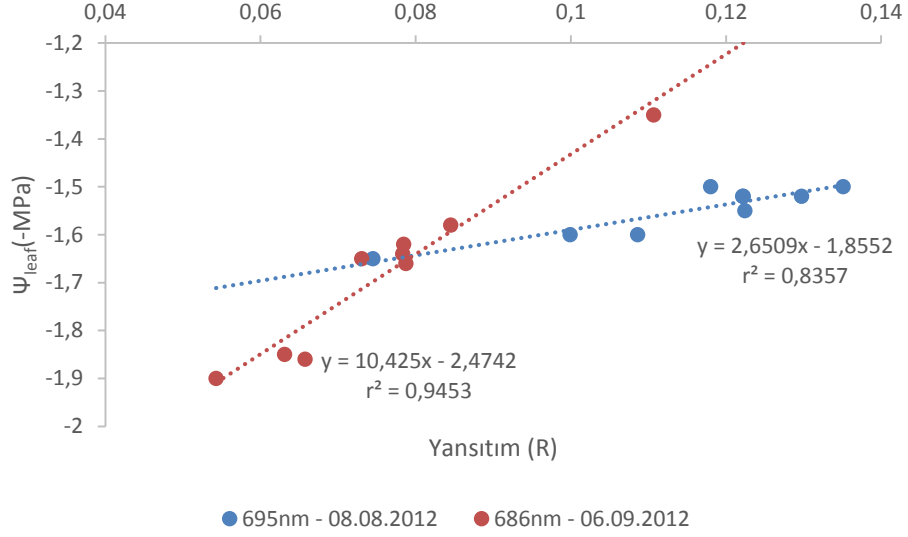
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak su stresi ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi

Her iki lokal zaman için su stresi yani Ψ_{go} ile hiperspektral yansıtım değerleri arasındaki korelasyon katsayısının her dalga boyundaki değişimi Şekil 4.6'da gösterilmektedir. [400-730]nm aralığı hem 08.08.2012 (ben düşme) hem de 06.09.2012 (hasat) dönemlerinde Ψ_{go} ile yüksek korelasyonlu bulunmuştur. [400-730]nm spektral aralığı, spektral çalışmalarda, fotosentezin en etkili olduğu ve fotosentetik pigmentlerin algılanabildiği spektral aralık olarak daha önceki bölümlerde ifade edilen PAR'a (~400-780nm) denk gelmektedir. Birinci dönem ölçümlerinde korelasyonların ikinci döneme göre daha düşük olduğunu görülmektedir. Özellikle, klorofil içeriği ile su stresi arasında yüksek korelasyon beklenen [400-510]nm ve [630-

680]nm hiperspektral aralıklarında (Chappelle ve diğ., 1992; Carter ve Miller, 1994; Zarco-Tejada ve diğ., 2000; Govender ve diğ., 2009) bu fark daha belirgin bir şekilde ortadadır. İkinci dönem ölçümleri ile Ψ_{go} arasında daha yüksek korelasyon olmasının sebebi ise ikinci dönem ölçümlerinin hasat dönemine denk gelmesi ve çeşitlerin Ψ_{go} değerleri arasındaki farklılıkların artmasındandır. Birinci dönemde en yüksek korelasyon $r=0,914$ ($r^2=0,836$) değerleri ile 695nm, ikinci dönemde ise $r=0,972$ ($r^2=0,945$) ile 686nm dalga boylarında belirlenmiştir. 695nm ve 686nm dalga boylarının her ikisi de su stresi ile ilişkili klorofil emilim bölgesi olan kırmızı kenar bölgesindedir. Her iki dalga boyuna ait yansıtım (R) değerlerinin Ψ_{go} değerleri ile olan korelasyonları Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



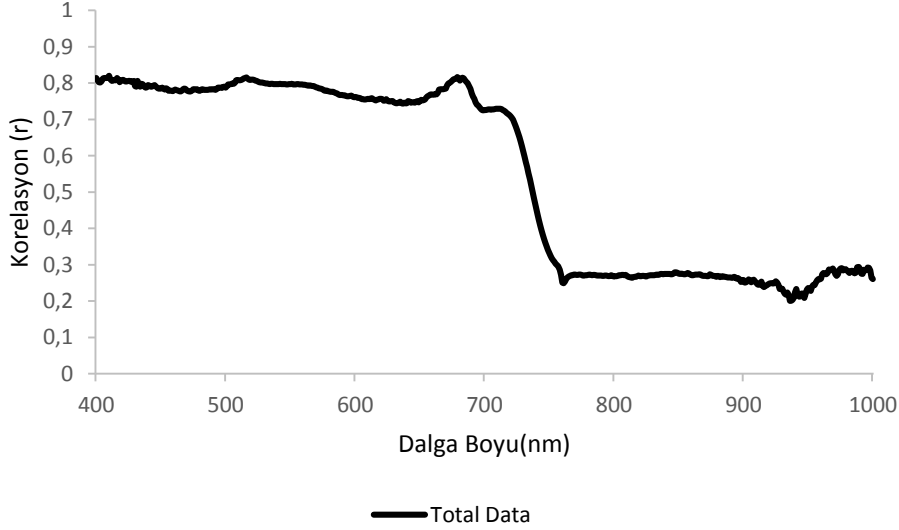
Şekil 4.6 : Ψ_{go} ile hiperspektral R eğrileri arasındaki korelasyon dağılımı.



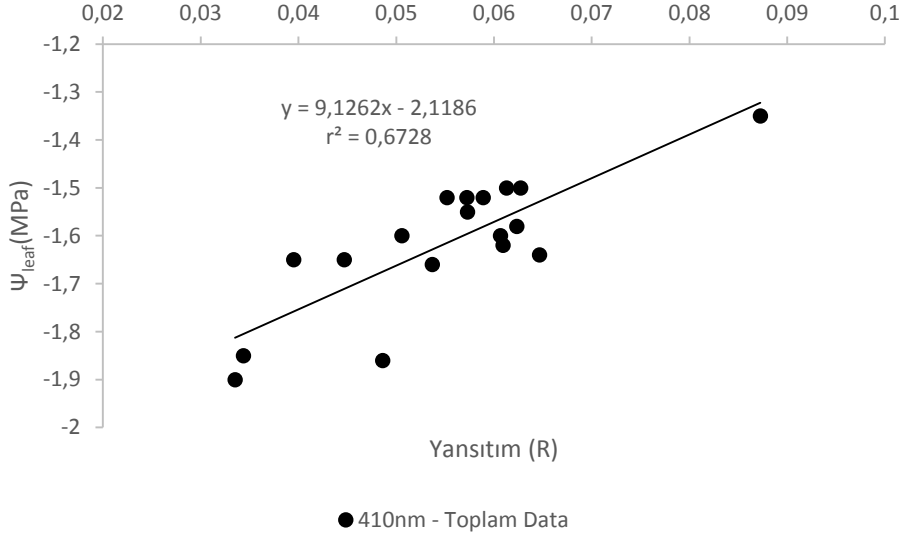
Şekil 4.7 : 695nm ve 686nm R değerlerinin Ψ_{go} değerleri ile korelasyonları.

Toplam zaman ölçümlerini kullanarak su stresi ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi

Çalışmanın şu ana kadarki kısmında analizler iki farklı lokal zamanda yani 08.08.2012 tarihli hiperspektral ve Ψ_{go} ölçümleri ayrı, 06.09.2012 tarihli hiperspektral ve Ψ_{go} ölçümleri ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmanın bu kısmında ise iki farklı zamanda elde edilen dokuzarlı veri setleri bir arada değerlendirilecektir. Yani toplam olarak 18 Ψ_{go} ölçümü ile 18 hiperspektral ölçüm arasındaki ilişki incelenecektir. Toplam su stresi ile hiperspektral yansıtım değerleri arasındaki korelasyon katsayısının her dalga boyundaki değişimi Şekil 4.8'de gösterilmektedir. Lokal analizlerde de görüldüğü gibi toplam analizde de PAR bölgesinin su stresi değerleri ile daha ilişkili olduğu görülmektedir. [400-432], [507-529] ve [673-687]nm bölgeleri 0,8 ve üstü korelasyonludur. $r=0,820$ ($r^2=0,673$) değerleri ile 410nm (viole) toplam analizde en yüksek korelasyonlu dalga boyu olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9). 410nm (viole) PAR bölgesinin başlangıcı, fotosentetik pigmentlerin belirlenebildiği ve indislerde sıkça tercih edilen bir bölgedir (Peñuelas ve diğ., 1995a; Seager ve diğ., 2005; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007).



Şekil 4.8 : Toplam Ψ_{go} ile hiperspektral R değerleri arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.9 : 410nm R değerlerinin Ψ_{go} değerleri ile olan korelasyonu.

4.2.1.2 Su stresi ile ilişkili BR ve ND indislerinin belirlenmesi

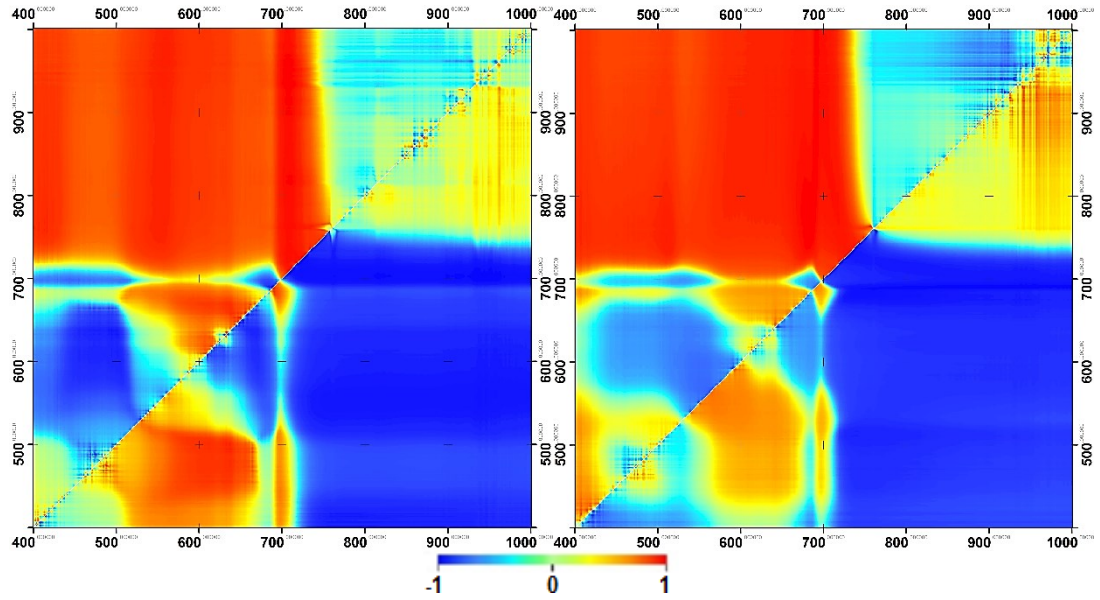
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak Su Stresi ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi

OBRA: Birinci ve ikinci dönem hiperspektral yansıtım eğrileri ile OBRA metodu kullanılarak oluşturulan tüm olası BR sonuçları ile Ψ_{go} değerlerinin korelasyonlarının dağılımı Şekil 4.10'da korelasyon matrisi haritaları (KMH) ile gösterilmiştir. Örnek olarak; haritada (x,y)=(600,800) koordinatında, incelenen çeşitlere ait 9 adet R600/R800 BR indisi değerinin 9 adet Ψ_{go} değerleri ile olan korelasyon (r) değeri gösterilmektedir. Korelasyon tanım aralığı koyu mavi=-1 ve koyu kırmızı=1 olacak şekilde ayarlanmıştır. Hem su stresi hem de fotosentez için aynı yaklaşım izlenmiştir.

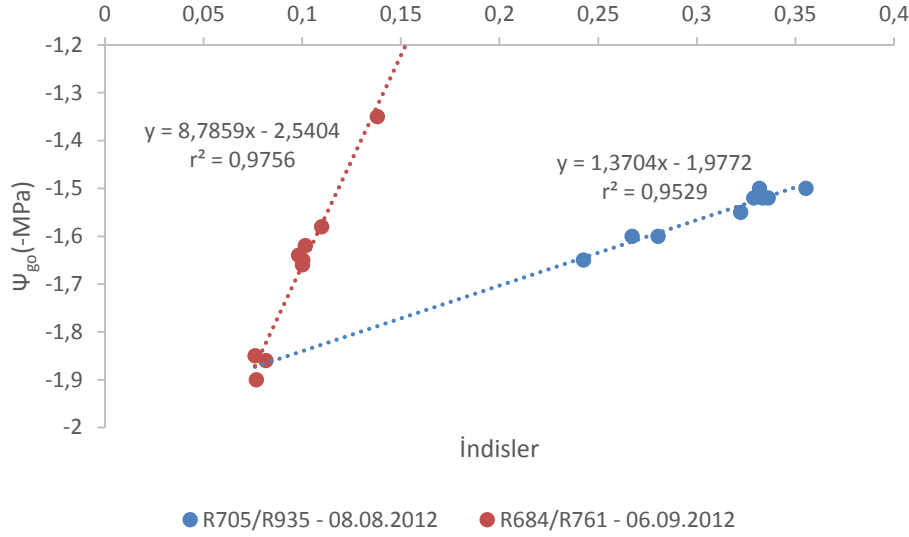
Birinci dönemde optimum BR, pozitif korelasyonlarda $r=0,976$ ($r^2=0,953$) değerleri ile R705/R935 (Şekil 4.11) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,978$ ($r^2=0,956$) değerleri ile R937/R702 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.12).

İkinci dönemde optimum BR, pozitif korelasyonlarda $r=0,988$ ($r^2=0,976$) değerleri ile R684/R761 (Şekil 4.11) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,993$ ($r^2=0,985$) değerleri ile R944/R691 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.12).

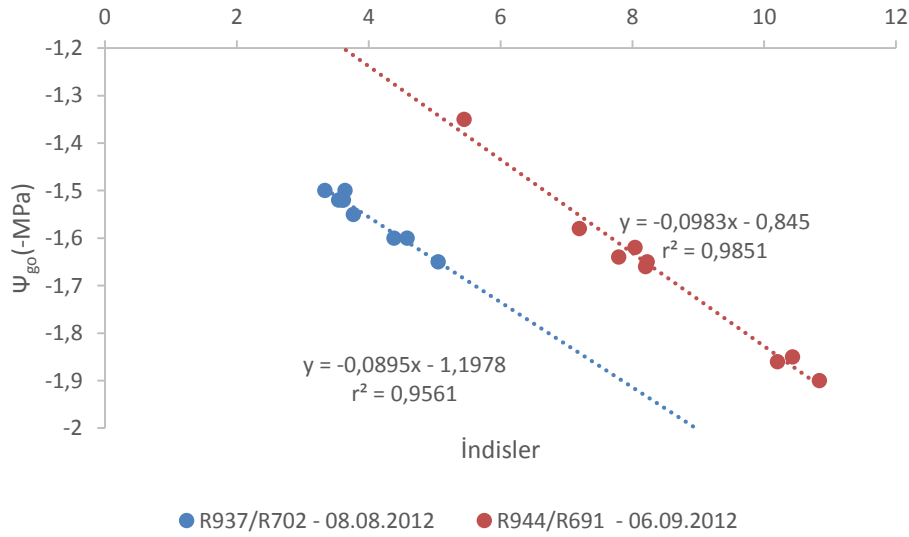
Hiperspektral çalışmalara dair literatür bilgisine göre her iki BR indisindeki değerler de, su emilim bölgesi ($\sim 950\text{nm}$), kırmızı kenar bölgesi ($\sim(670-780)\text{nm}$) aralığındadır. Ancak ilerleyen bölümlerde de anlatılacağı üzere indislerin multispektral indislere göre uyarlanmasıyla bu değerler kullanılacak WV-2 uydu görüntüsünün spektral çözünürlüğüne göre farklı şekilde sınıflandırılmak durumunda kalacaktır.



Şekil 4.10 : OBRA ile Ψ_{go} için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KM.



Şekil 4.11 : Lokal zamanlarda Ψ_{go} ile optimum pozitif korelasyonlu BR indisleri.



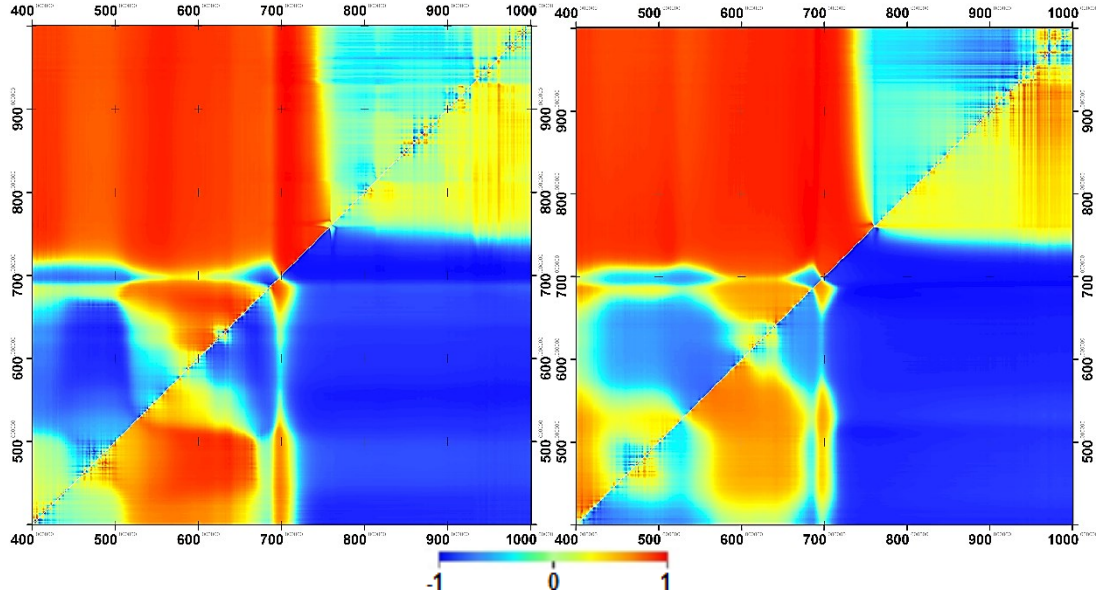
Şekil 4.12 : Lokal zamanlar Ψ_{go} ile optimum negatif korelasyonlu BR indisleri.

ONDI: Birinci ve ikinci dönem hiperspektral yansıtım eğrileri ile ONDI metodu kullanılarak oluşturulan tüm olası ND sonuçları ile Ψ_{go} değerlerinin korelasyonlarının dağılımı Şekil 4.13’de KMH ile gösterilmiştir. Örnek olarak; haritada x,y=600,800 koordinatında, incelenen çeşitlere ait $[R600-R800]/[R600+R800]$ ND değerlerinin Ψ_{go} değerleri ile olan korelasyon yani r değeri gösterilmektedir. Hem su stresi hem de fotosentez için aynı yaklaşım izlenmiştir.

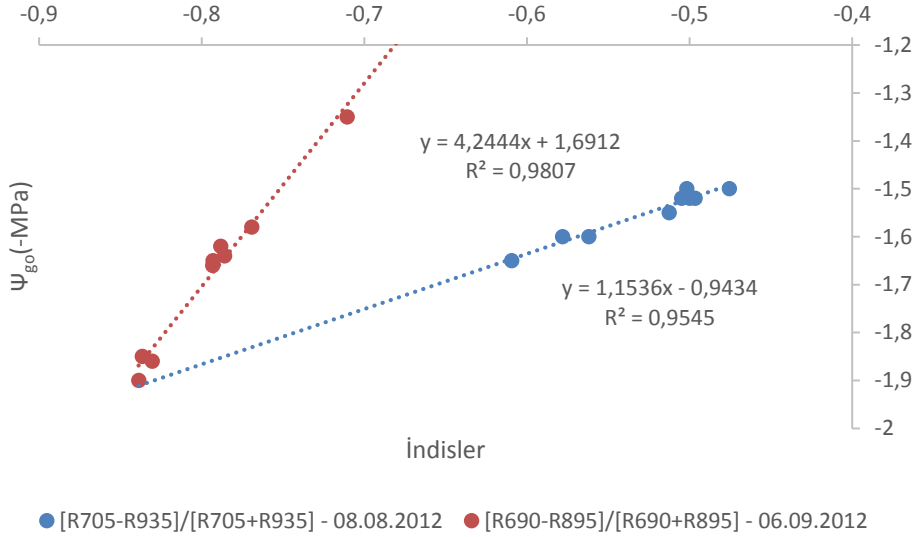
Birinci dönemde optimum ND, pozitif korelasyonlarda $r=0,977$ ($r^2=0,955$) değerleri ile $[R705-R935]/[R705+R935]$ (Şekil 4.14) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,977$ ($r^2=0,955$) değerleri ile $[R935-R705]/[R935+R705]$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15).

İkinci dönemde optimum ND, pozitif korelasyonlarda $r=0,990$ ($r^2=0,981$) değerleri ile $[R690-R895]/[R690+R895]$ (Şekil 4.14) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,990$ ($r^2=0,980$) değerleri ile $[R895-R690]/[R895+R690]$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15).

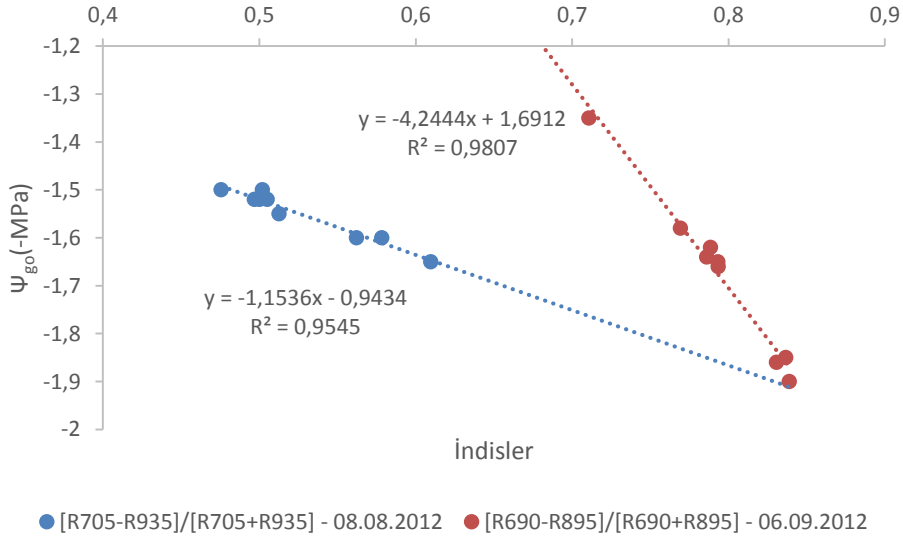
Literatür kısmında da anlatıldığı gibi 895nm gerek NDVI gerekse de NDWI indislerinin tanım aralığına giren dalga boyudur. 690 ve 705nm dalga boyları kırmızı kenar ve 935nm civarının ise su emilim bandına denk geldiği daha önceki kısımlarda da vurgulanmıştır. Optimum pozitif ve negatif korelasyonlu ND indislerini her iki dönem (lokal zamanlar) içinde ayrı ayrı olarak birbirlerinin tersi şeklindedir. ND'den farklı olarak ise BR indislerinde ise negatif ve pozitif optimum indisleri ve incelenen parametre ile korelasyonları birbirlerinden farklıdır.



Şekil 4.13 : ONDI ile Ψ_{go} için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH.



Şekil 4.14 : Ψ_{go} için Optimum pozitif korelasyonlu ND indisleri.

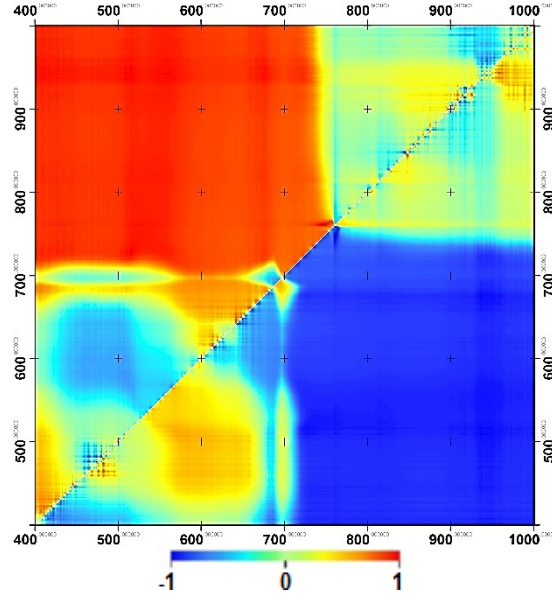


Şekil 4.15 : Ψ_{go} için optimum negatif korelasyonlu ND indisleri.

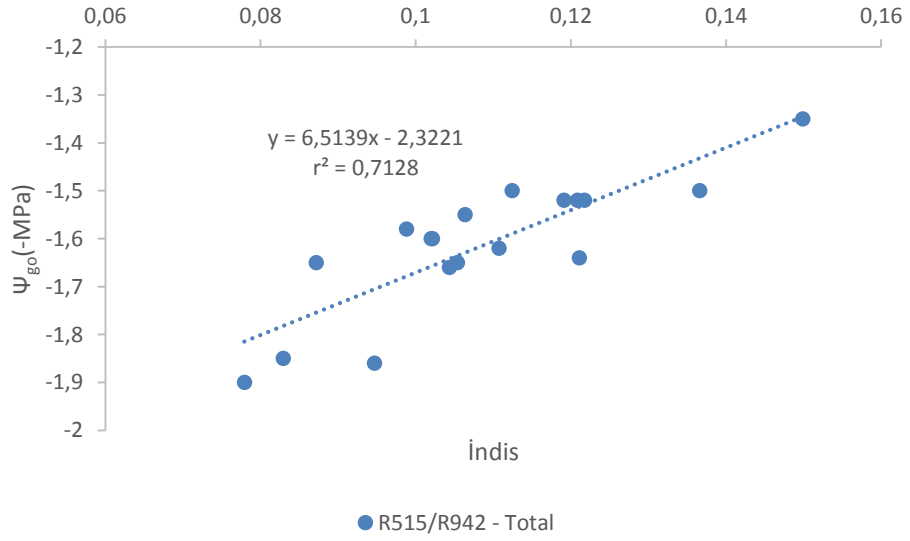
Toplam zaman ölçümlerini kullanarak Su Stresi ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi

OBRA: Toplam zaman ölçümleri amaçlanan iki farklı döneme ait verileri tek bir veri havuzuna atıp fenolojik dönem ayırt etmeksizin 18 spektra ile 18 Ψ_{go} değerini bir arada değerlendirmektir. Tüm hiperspektral eğrilerden oluşturulan tüm olası BR indis değerleri ile tüm Ψ_{go} değerlerinin analizi daha önceki bölümde de olduğu gibi KMH ile değerlendirilmiştir (Şekil 4.16). Gerçekleştirilen OBRA analizinde, pozitif korelasyonlarda $r=0,844$ ($r^2=0,713$) değerleri ile R515/R942 (Şekil 4.17) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,867$ ($r^2=0,751$) değerleri ile R936/R515 (Şekil 4.17) en ilişkili indisler olarak belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda $\sim 510\text{nm}$ karotenoid

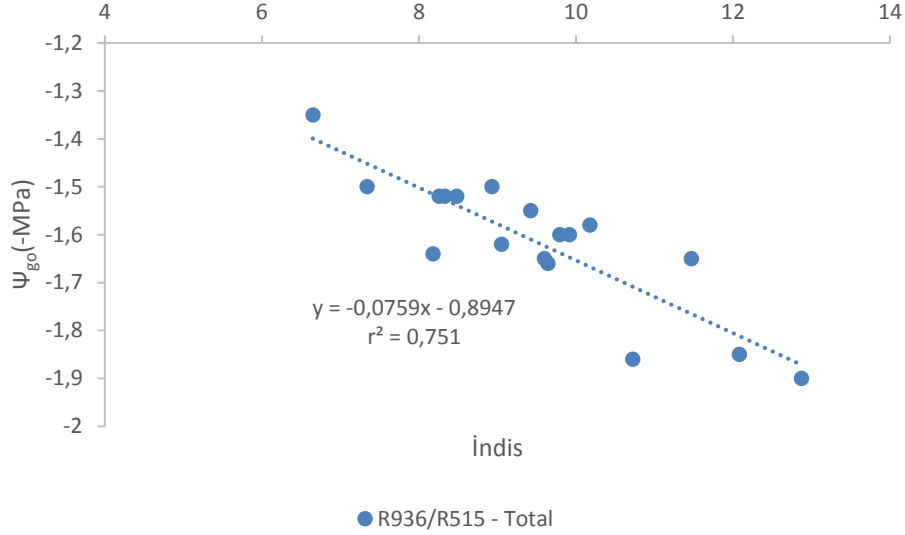
pigmentlerinin belirlenebildiği bölgelerden biri olarak belirlenmiştir (Blackburn, 2007).



Şekil 4.16 : Toplam veriye ait OBRA ve Ψ_{go} değerlerinin ilişkisi ifade eden KMH.

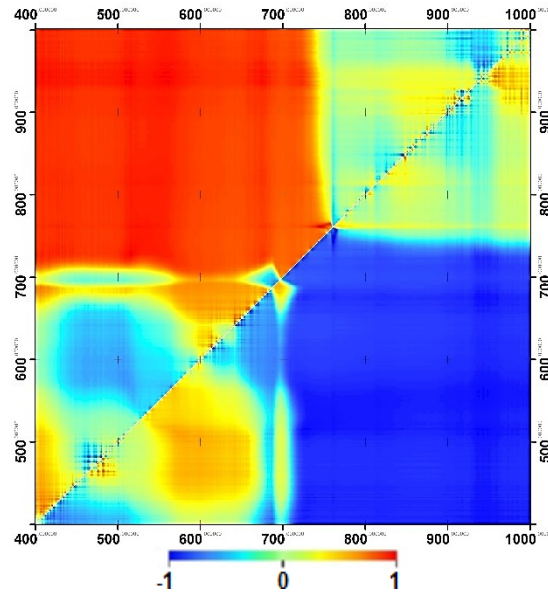


Şekil 4.17 : Ψ_{go} için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum BR indisi.

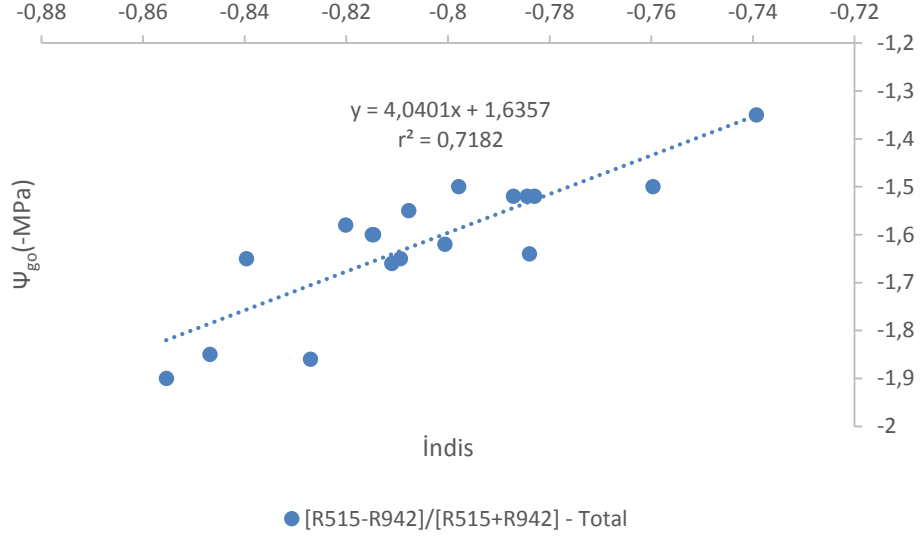


Şekil 4.18 : Ψ_{go} için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum BR indisi.

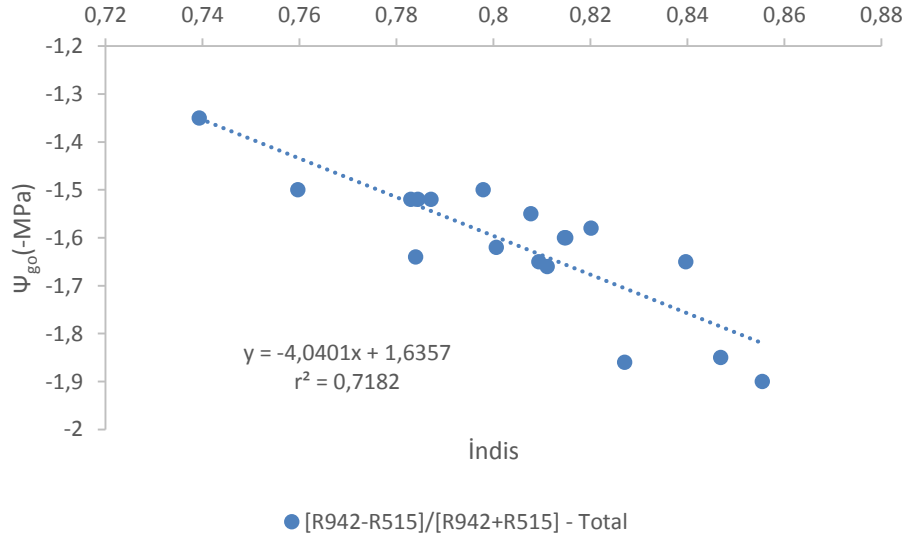
ONDI: Hiperspektral eğriler ile gerçekleştirilen ONDI analizinin sonuçları KMH ile (Şekil 4.19) verilmiştir. Pozitif korelasyonların en yüksekini veren optimum ND indisi $r=0,847$ ($r^2=0,718$) değerleri ile $[R515-R942]/[R515+R942]$ (Şekil 4.20) ve en yüksek ilişki negatif korelasyon indisi ise $r=-0,846$ ($r^2=0,718$) değerleri ile $[R942-R515R]/[R942+R515]$ (Şekil 4.21) şeklinde belirlenmiştir.



Şekil 4.19 : Toplam veriye ait ONDI ve Ψ_{go} değerlerinin ilişkisi ifade eden KMH.



Şekil 4.20 : Ψ_{go} için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum ND indisi.



Şekil 4.21 : Ψ_{go} için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum ND indisi.

4.2.2 Fotosentez değerlerinin hiperspektral yöntemler ile incelenmesi

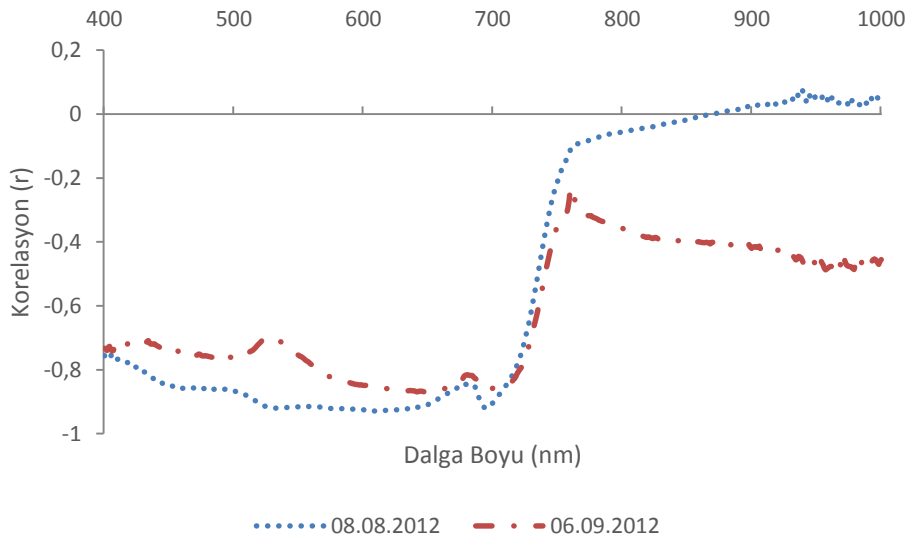
Fotosentez, su stresinin hiperspektral yöntemler ile incelenmesi ile aynı prosedürde takip edilecektir. Öncelikle dokuz farklı çeşit için elde edilen fotosentez hızı (A) ile hiperspektral yansımaya değerleri arasındaki ilişki incelenecektir. Fotosentez ile en ilişkili dalga boyları ve sonrasında da optimum BR ve ND indisleri OBRA ve ONDI ile belirlenecektir. Ayrıca analizler hem lokal zaman hem de toplam zaman analizleri şeklinde gerçekleştirilecektir.

4.2.2.1 Fotosentez ile ilişkili dalgaboylarının belirlenmesi

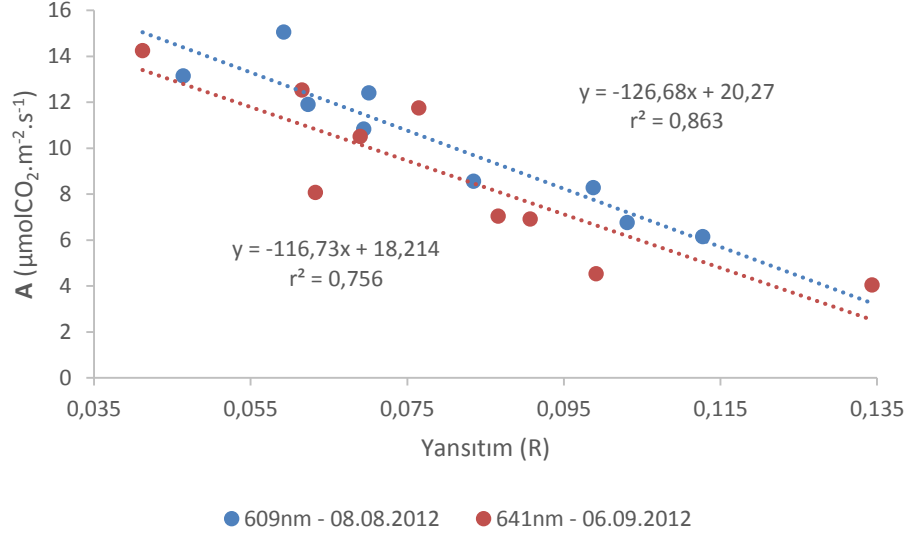
Lokal zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi

Her iki lokal zaman için $\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ birimli fotosentez hızı (A) ile hiperspektral yansıtım değerleri (R) arasındaki korelasyon katsayısının her dalga boyundaki değişimi Şekil 4.22’de gösterilmektedir. Özellikle PAR (400-780nm) ve PFD (400-700nm) olarak adlandırılan bölgenin fotosenteze daha duyarlı olduğu görülmektedir. Her iki dönemde de yeşil bölgenin ortalarından ve kırmızı kenar bölgeye kadar olan aralıktaki yüksek korelasyonlar açıkça görülmektedir..

Birinci dönemde en yüksek ilişki, A ile 609nm (sarı bölge) dalga boyu arasında $r=-0,929$ ($r^2=0,863$) şeklindedir (Şekil 4.23). İkinci dönemde ise A değerleri ile 641nm (kırmızı bölge) dalga boyun arasında $r=-0,870$ ($r^2=0,756$) değerleri ile en yüksek ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.23). Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi [550-650]nm YSP’ye (Kakani ve diğ., 2007) dolaylı olarak da fotosenteze duyarlı bölgeler olarak belirlenmiştir. Ayrıca Klorofil A ve B pigmentlerinin bu bölgelerde emilim gerçekleştirdiği ve bu pigmentlerin yoğunluğunun fotosentez miktarını doğrudan etkilediği (Hatchell, 1999; Seager 2005; Jensen, 2009) daha önceki kısımlarda bahsedilmiştir.



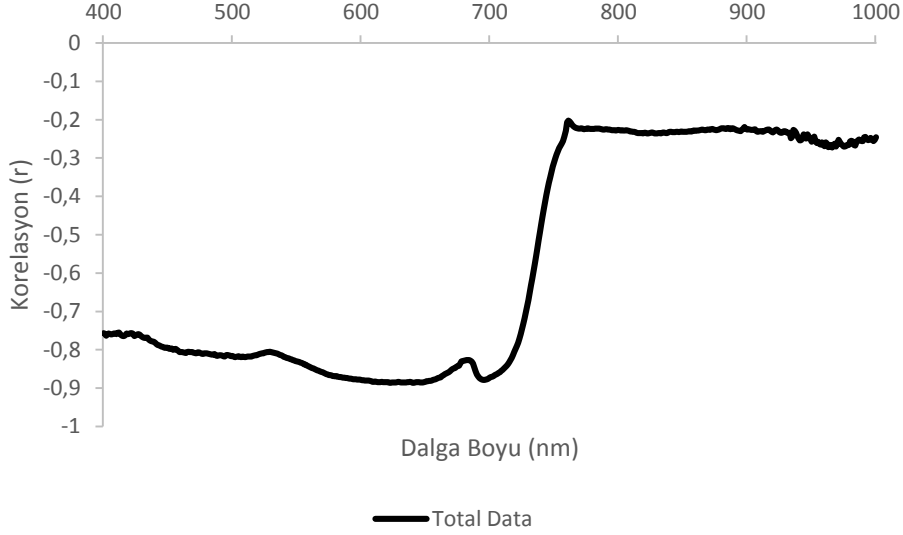
Şekil 4.22 : A ile hiperspektral R eğrileri arasındaki korelasyon dağılımı.



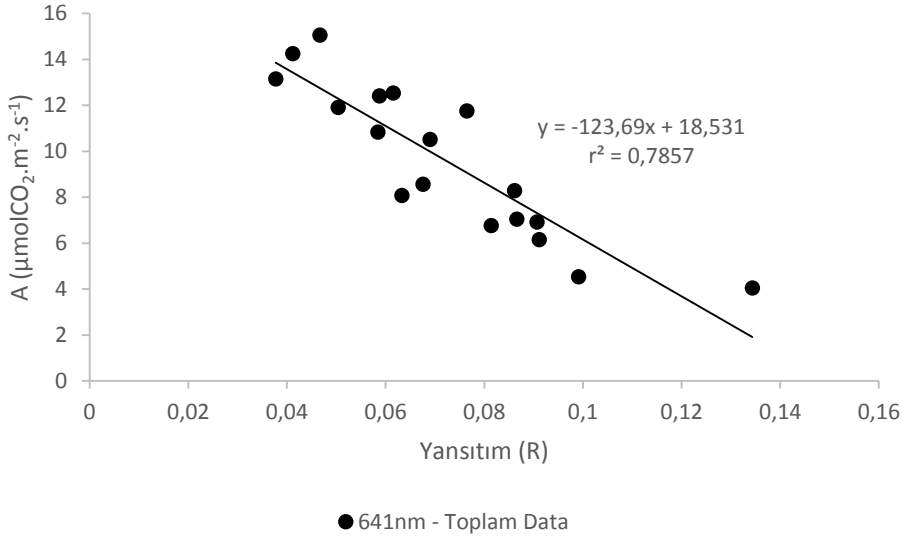
Şekil 4.23 : Birinci ve ikinci dönem A değerlerinin 609nm ve 641 nm ile ilişkisi.

Toplam zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ve hiperspektral eğriler arasındaki ilişkinin incelenmesi

Toplam A ile R arasındaki korelasyon katsayısının (r) her dalga boyundaki değişimi Şekil 4.24'de gösterilmektedir. PAR bölgesinin su stresi değerleri ile daha ilişkili olduğu görülmektedir. A ile [454-719]nm (PAR aralığı içindedir) arasındaki yansıtım değerleri arasında 0,8 ve üstü korelasyon belirlenmiştir. $r=-0,886$ ($r^2=0,786$) değerleri ile 641nm (kırmızı) toplam analizde en yüksek korelasyonlu dalga boyu olarak belirlenmiştir (Şekil 4.25). Belirtildiği üzere kırmızı bölge fotosentezin en yoğun oluşu bölge olarak adlandırılır ve buna istinaden, pek çok bitki örtüsü indisinde kullanılmaktadır. Şekil 4.25'de anlaşıldığı üzere, 641nm'deki yansıtım arttıkça kırmızı bölgedeki pigmentler tarafından oluşan emilim azalmış olacağından fotosentez hızında azalma olacaktır.



Şekil 4.24 : Toplam A ile hyperspektral R değerleri arasındaki korelasyon dağılımı.



Şekil 4.25 : 641nm R değerlerinin A değerleri ile olan korelasyonu.

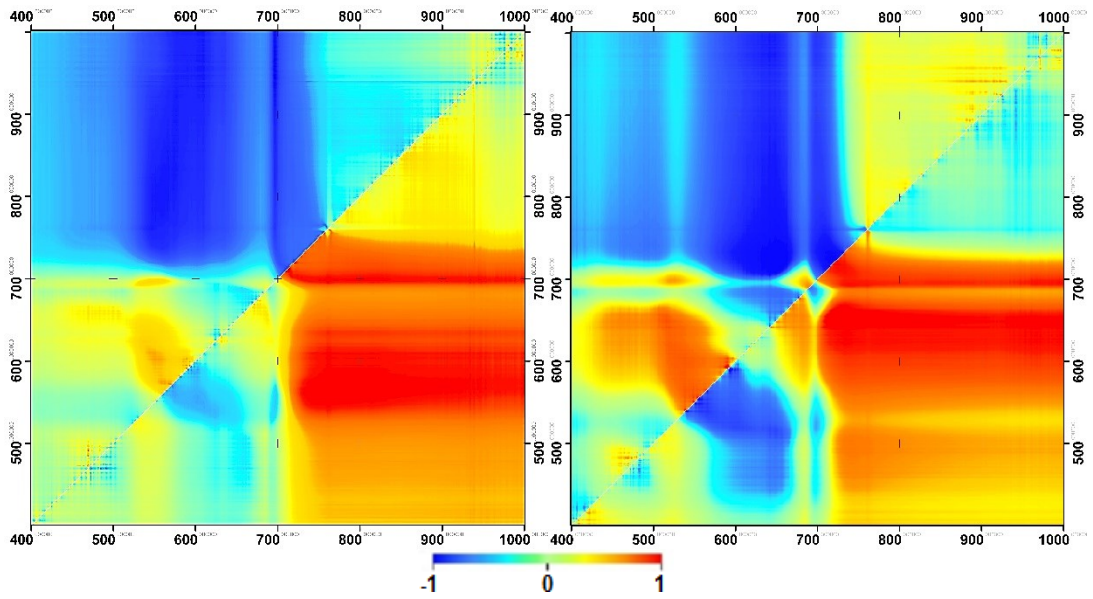
4.2.2.2 Fotosentez ile ilişkili BR ve ND indislerinin belirlenmesi

Lokal zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi

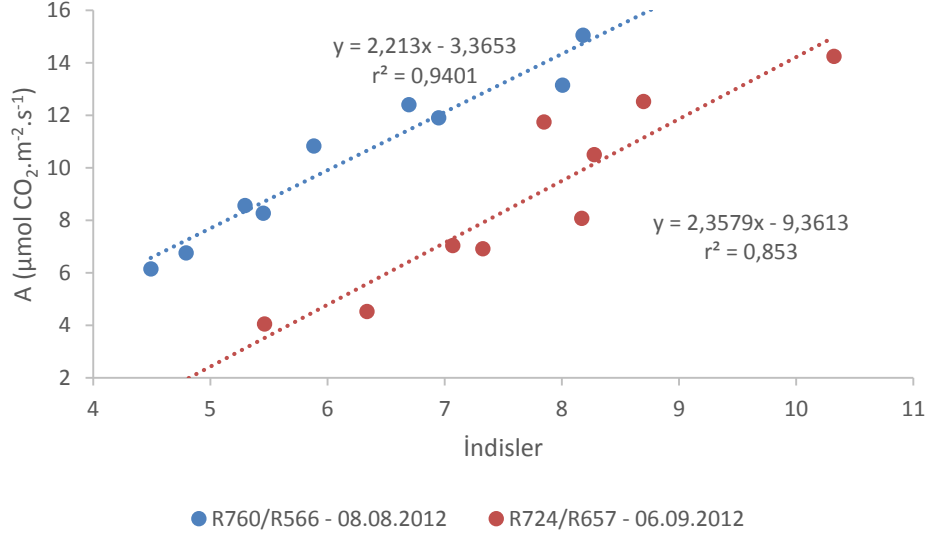
OBRA: Birinci ve ikinci dönem hyperspektral yansıtım (R) eğrileri ile OBRA metodu kullanılarak oluşturulan tüm olası BR sonuçları ile A değerlerinin korelasyonlarının (r) dağılımı Şekil 4.26'da KMH ile gösterilmiştir. Birinci dönemde fotosentez için optimum BR, pozitif korelasyonlarda $r=0,970$ ($r^2=0,940111282$) değerleri ile R760/R566 (Şekil 4.27) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,986$ ($r^2=0,973$) değerleri ile R696/R944 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.28). 696 ve 760nm dalga boylarının içinde olduğu kırmızı kenar bölgesinin fotosenteze olan hassasiyeti daha önceki kısımlarda

anlatılmıştır. Literatür kısmında belirtildiği gibi 760nm su emilim bölgesi olarak ifade edilir. 556nm PAR bölgesinin merkezindedir. Sims ve Gamon (2003) gerçekleştirdiği çalışmada 950-970nm civarındaki bölgenin majör bir su emilim bölgesi olduğunu kanıtlamıştır (Sims ve Gamon 2003; Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007). Fotosentez; CO₂, H₂O ve ışık enerjisini kullanıp şeker ve O₂ üreten bir mekanizmadır (Seager, 2005). Bu durumda fotosentez oranındaki değişim doğrudan su oranı ile ilişkilidir ve bu bulgular 696/944 indisini literatür tarafını doğrulamaktadır.

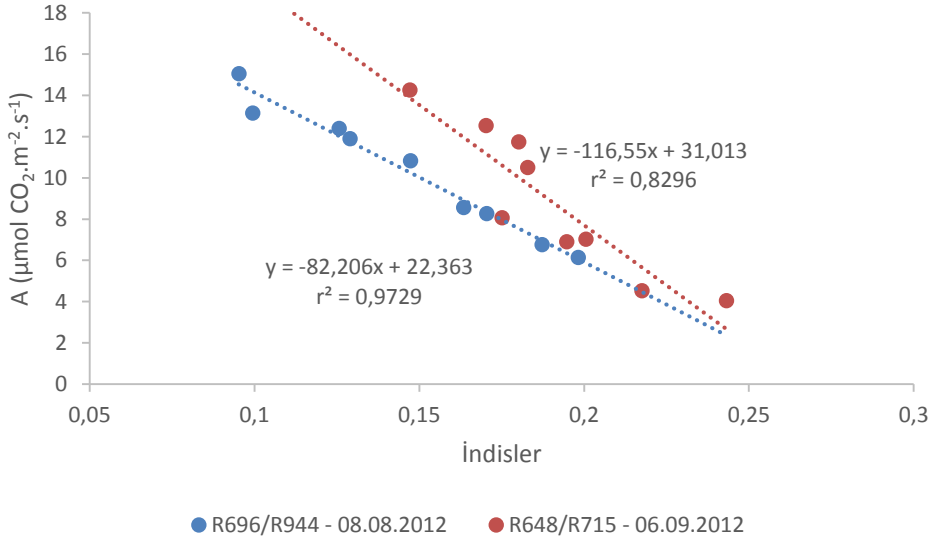
İkinci dönemde optimum BR, pozitif korelasyonlarda $r=0,924$ ($r^2=0,853$) değerleri ile R724/R657 (Şekil 4.27) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,911$ ($r^2=0,827$) değerleri ile R648/R715 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.28). 648 ve 657nm dalga boyları kırmızı bölgede, 715 ve 724nm dalga boyları ise kırmızı kenar bölgededir. Kırmızı ve kırmızı kenar bölgeleri fotosentez ile doğrudan ilişki ve güçlü bir klorofil maksimum emilim ve emilimden maksimum yansıtıma (NIR) geçiş bölgesidir. Kırmızı kenarda oluşan ani ve yüksek çıkış fotosentezin ne kadar iyi olduğunun göstergesidir (Seager, 2005).



Şekil 4.26 : OBRA ile A için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH.



Şekil 4.27 : A için optimum pozitif korelasyonlu BR indisleri.

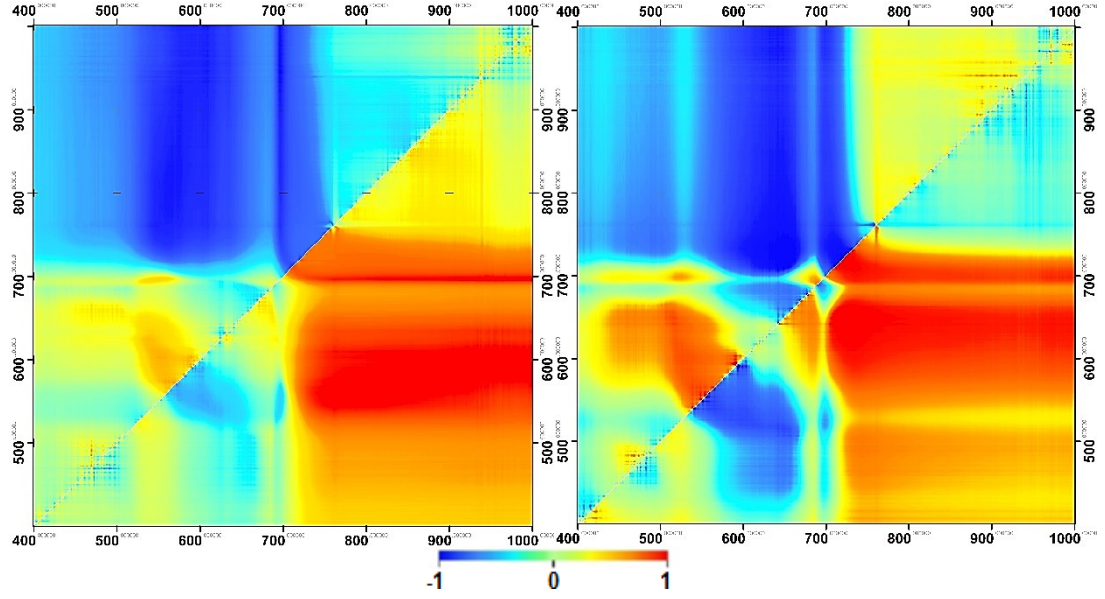


Şekil 4.28 : A için optimum negatif korelasyonlu BR indisleri.

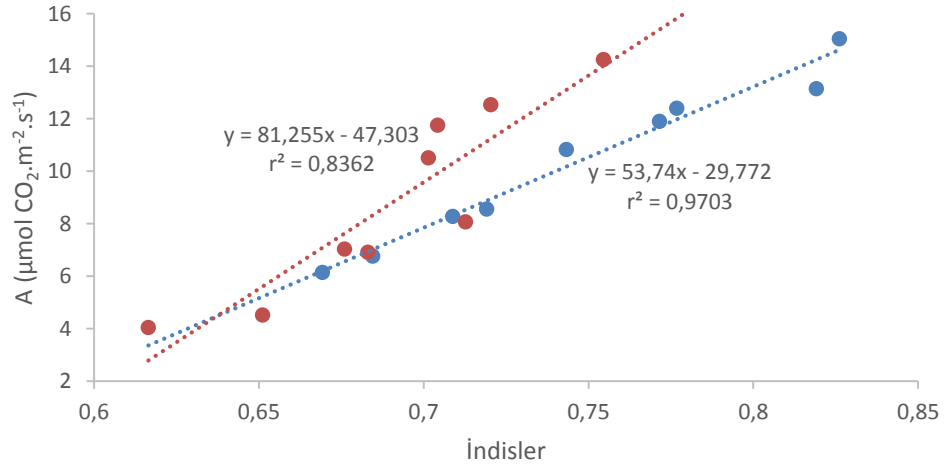
ONDI: Birinci ve ikinci dönem hiperspektral yansıtım (R) eğrilerinden ONDI metodu kullanılarak oluşturulan tüm olası ND sonuçları ile A değerlerinin korelasyonlarının (r) dağılımı Şekil 4.29’da KMH ile gösterilmiştir. Birinci dönemde optimum ND, pozitif korelasyonlarda $r=0,985$ ($r^2=0,970$) değerleri ile $[R944-R696]/[R944+R696]$ (Şekil 4.30) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,985$ ($r^2=0,970$) değerleri ile $[R696-R944]/[R696+R944]$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.31).

İkinci dönemde optimum ND, pozitif korelasyonlarda $r=0,914$ ($r^2=0,836$) değerleri ile $[R716-R648]/[R716+R648]$ (Şekil 4.30) ve negatif korelasyonlarda $r=-0,914$

($r^2=0,836$) değerleri ile $[R648-R716]/[R648+R716]$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.31). Yine burada da 950nm civarındaki su emilim bandı ile kırmızı kenar ile oluşturulan indisler ön plana çıkmıştır.

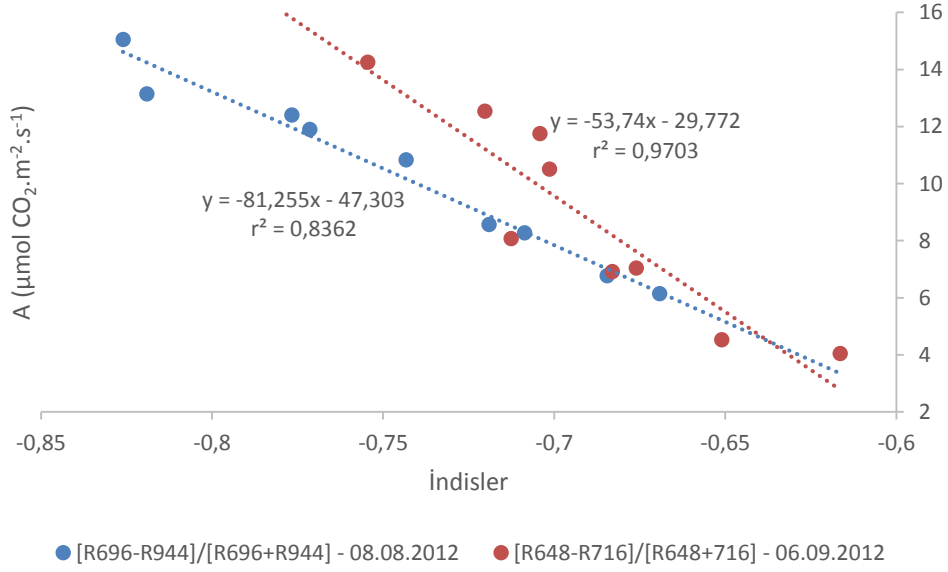


Şekil 4.29 : ONDI ile A için 08.08.2012 (sol) ve 06.09.2012 (sağ) tarihli KMH.



● $[R944-R696]/[R944+696]$ - 08.08.2012 ● $[R716-R648]/[R716-R648]$ - 06.09.2012

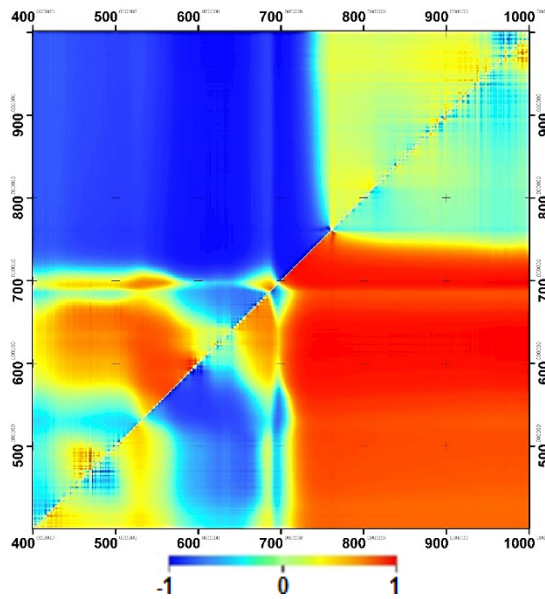
Şekil 4.30 : A için optimum pozitif korelasyonlu ND indisleri.



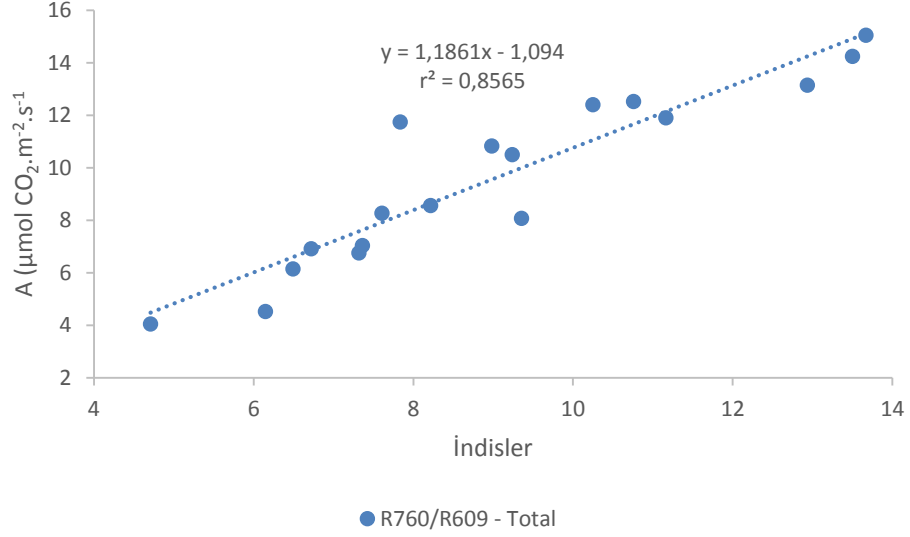
Şekil 4.31 : A için optimum negatif korelasyonlu ND indisleri.

Toplam zaman ölçümlerini kullanarak Fotosentez ile ilişkili optimum BR ve ND indislerinin belirlenmesi

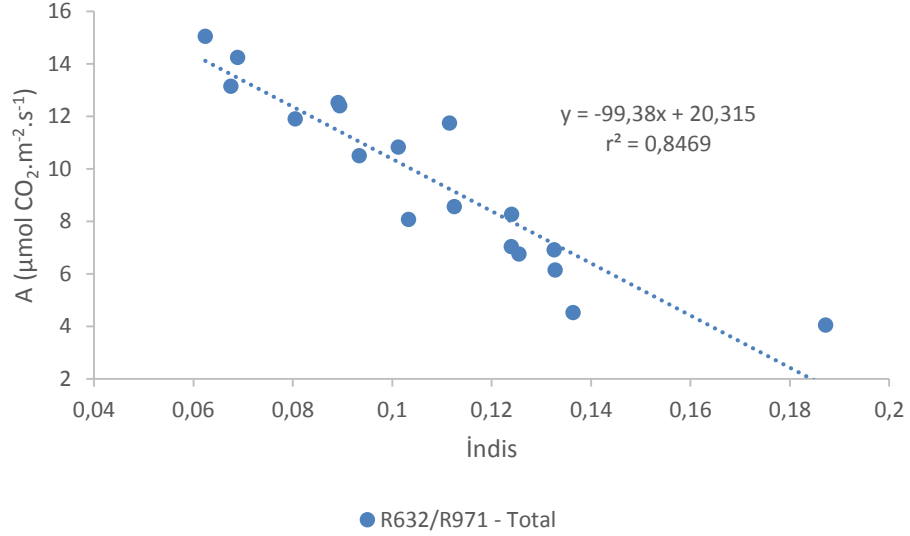
OBRA: Tüm toplam zaman hiperspektral yansıtım (R) eğrilerinden OBRA metodu kullanılarak oluşturulan tüm olası BR sonuçları ile A değerlerinin korelasyonlarının (r) dağılımı Şekil 4.32’de KMH ile gösterilmiştir. Buradaki amaç iki dönem verilerinin tek bir veri havuzuna atıp fenolojik dönem ayırt etmeksizin 18 BR ile 18 A bir arada değerlendirmektir. Gerçekleştirilen optimum BR analizinde, pozitif korelasyonlarda $r=0,925$ ($r^2=0,857$) değerleri ile R760/R609 (Şekil 4.33) ve negatiflerde $r=-0,920$ ($r^2=0,847$) değerleri ile R632/R971 (Şekil 4.34) optimum indisler olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.32 : BR indis ve A değerlerinin ilişkisi ifade eden KMH.

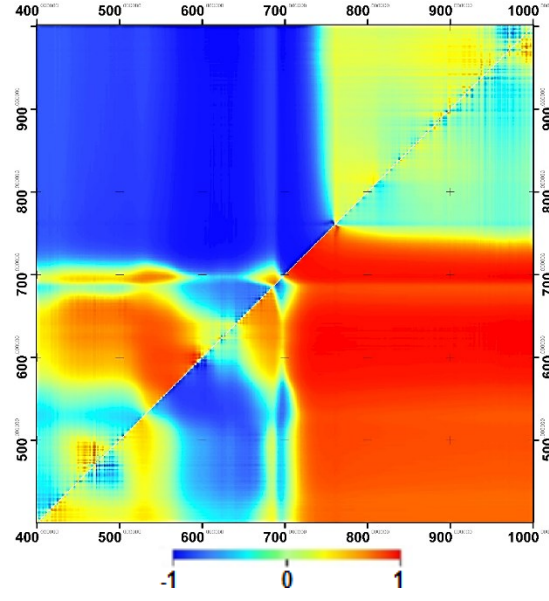


Şekil 4.33 : A için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum BR indisi.

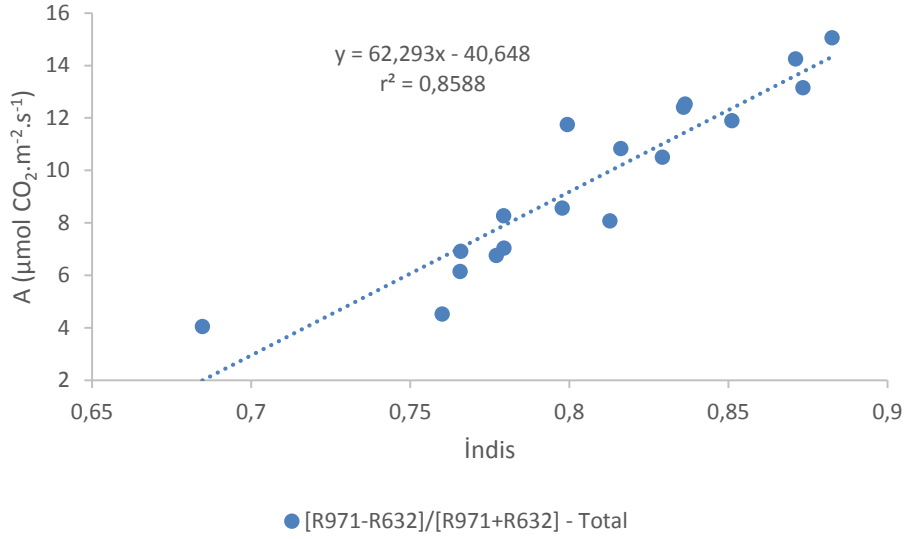


Şekil 4.34 : A için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum BR indisi.

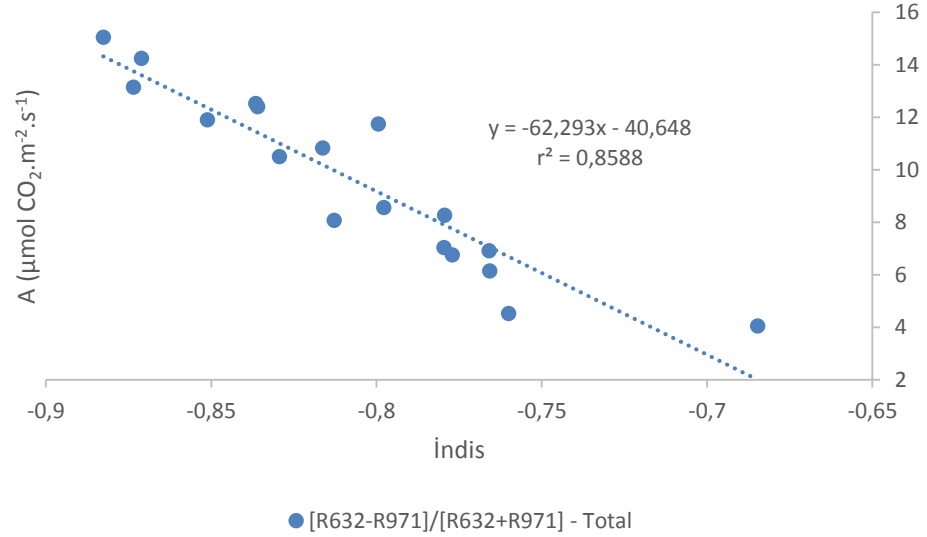
ONDI: Gerçekleştirilen ONDI analizinden üretilen optimum ND indisleri ile A değerleri arasındaki r değerlerini gösteren KMH (Şekil 4.35) verilmiştir. Pozitif korelasyonların en yüksekini veren optimum ND indisi $r=0,927$ ($r^2=0,859$) değerleri ile $[R971-R632]/[R971+R632]$ (Şekil 4.36) ve en yüksek ilişki negatif korelasyon indisi ise $r=-0,927$ ($r^2=0,859$) değerleri ile $[R632-R971]/[R632+R971]$ (Şekil 4.37) şeklinde belirlenmiştir. Yine çıkan sonuçları değerlendirecek olursak, su emilim bölgesinin kırmızı bölgeyle olan ND bazında ilişkisi fotosentezin göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.35 : ND indis değerleri ile A ilişkisi ifade eden KMH.



Şekil 4.36 : A için toplam veri ile pozitif korelasyonlu optimum ND indisi.



Şekil 4.37 : A için toplam veri ile negatif korelasyonlu optimum ND indisi.

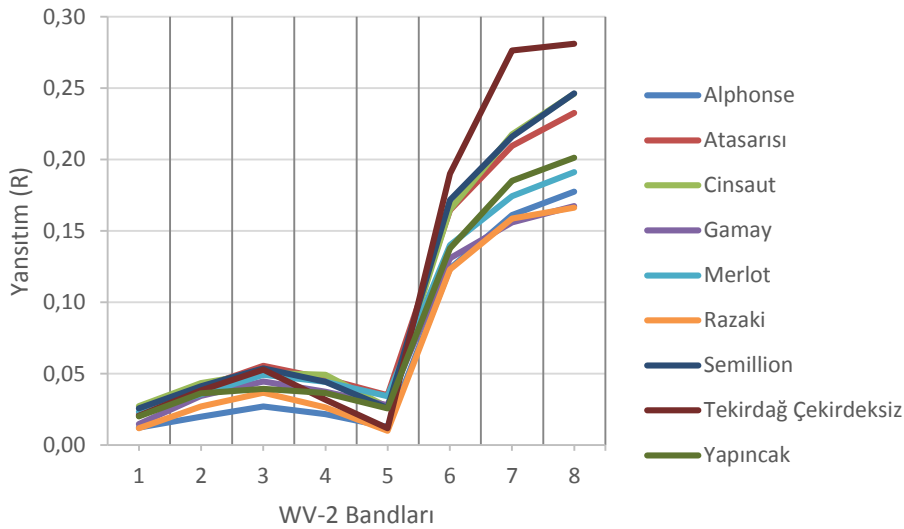
4.2.3 Su Stresi ve fotosentezin multispektral uydu görüntüsü ile incelenmesi

Çalışmanın bu kısmında şimdiye kadar yersel hiperspektral uzaktan algılama yöntemleri ile incelenen asmanın su stresi ve fotosentez durumu multispektral WV-2 uydu görüntüsü ile incelenecektir. Ψ_{go} , A ve hiperspektral ölçümlerin gerçekleştirildiği TBAİM Milli Koleksiyon Bağı arazisini içeren WV-2 uydu görüntüsü 23.09.2011 tarihlidir, ancak hiperspektral ölçümlerimiz 06.09.2012 tarihlidir. İlk bakışta, iki farklı kaynaklı verinin tarihlerinin fenolojik dönem olarak birbirlerine uymayacağı düşünülmektedir. Ancak 2012 fenolojik dönemi 2011'e göre yaklaşık iki hafta geriye gelmiştir. Bu durum Etkili Sıcaklık Toplamı (EST) değerleri ve TBAİM'den alınan bilgiler doğrultusunda teyit edilmiştir. Hatırlanacağı gibi EST, vejetasyon dönemi (1 Nisan- 30 Ekim) içerisinde 10°C üzerindeki günlük sıcaklıkların toplamıdır ve gün-derece olarak ifade edilir. (Uzun, 2004; Bahar ve diğ., 2010). Kısaca EST 2011 uydu görüntüsünün temin edildiği 23 Eylül dâhil EST değeri 1799,079 gün-derecedir. 2012 spektral ölçümlerinin gerçekleştiği 6 Eylül dâhil EST değeri ise 1898,558gün-derecedir. Bu değerlerden, fenolojik dönem olarak 23.09.2011 tarihinin 06.09.2012 tarihinden daha ileri bir tarih olmasına rağmen EST değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum TBAİM raporlarını desteklemektedir ve fenolojik olarak 2012 yılının 2011 yılına göre neden yaklaşık 2 hafta önde olduğunu açıklamaktadır. Bu demek oluyor ki, 06.09.2012 arazi ölçümleri ile 2011 yılı WV-2 görüntüsü yaklaşık aynı fenolojik döneme denk gelmektedir.

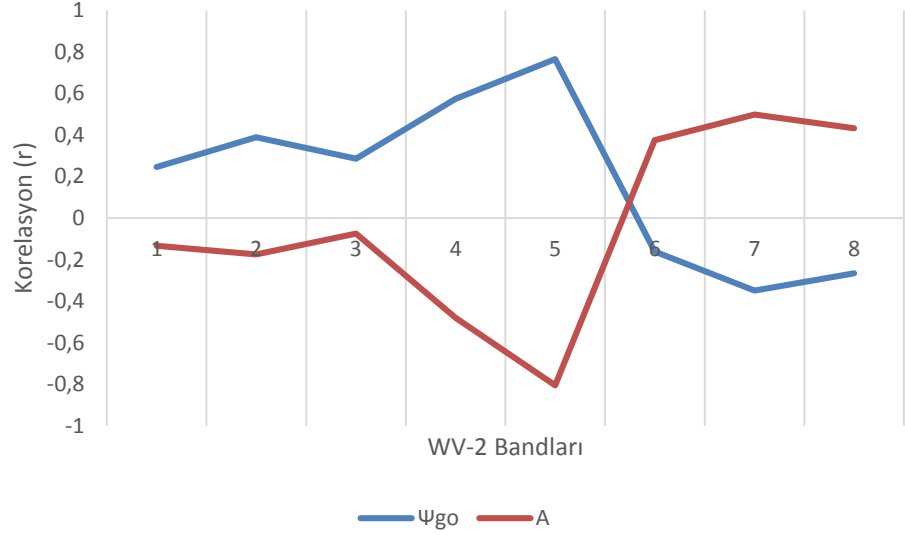
Çalışmanın bu kısmında, 06.09.2012 tarihli hiperspektral BR ve ND sonuçları WV-2 uydu görüntüsü özelliklerine göre düzenlenecektir ve WV-2 uydu görüntüsünde uygulanacaktır. Sonrasında TBAİM arazinde belirlenen sonuçlar, Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçelerinde aranacaktır. Bağlar, çeşitlerine ve fenolojik dönem farklılıklarına göre indisler ile incelenecektir. Ayrıca, belirlenen indisler ile topografik parametreler ve buna bağlı olarak değişen meteorolojik koşullar arasındaki ilişkilerde göz önünde bulundurularak incelemeler gerçekleştirilecektir.

4.2.4 İndislerin ölçüm noktalarında uydu görüntülerine uygulanması

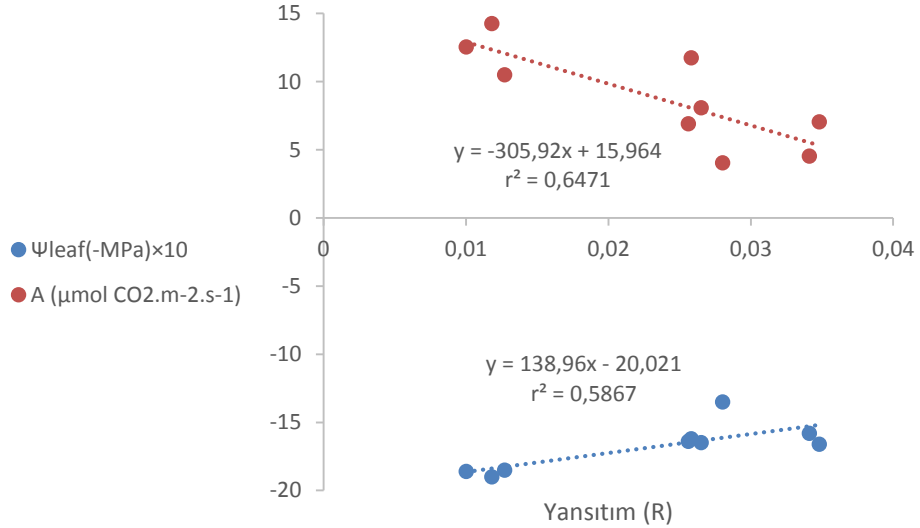
İlk olarak WV-2 uydu görüntüsünden, çalışılan çeşitlere ait spektral eğriler GPS ile belirlenen noktalardan toplanmıştır. Çalışılan çeşitlerin TBAİM arazindeki yerleri Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Çeşitlere ait yersel hiperspektral eğrilerle gerçekleştirilen dalga boyu bazında korelasyon analizi multispektral eğrilerle de gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.38). Multispektral eğriler ile Ψ_{go} ve A arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçlarında, hiperspektral eğriler ile 400nm’den kırmızı kenar bölgesine kadar gözlenen yüksek korelasyon, uydu görüntülerinde rastlanamamıştır. Ancak yine de hem Ψ_{go} hem de A WV-2’nin kırmızı bandıyla (Bant 5) $r=0,766$ ($r^2=0,587$) ve $r=-0,804$ ($r^2=0,647$) değerleri ile orta seviyede korelasyonludur (Şekil 4.39). Şekil 4.40’daki regresyon analizinde, Ψ_{go} ve A değerlerinin aynı grafikte açık bir şekilde gösterilebilmesi için Ψ_{go} değerlerinin 10 ile çarpılmış halleri verilmiştir.



Şekil 4.38 : Ölçüm noktalarındaki WV-2 yansıtım değerleri.



Şekil 4.39 : WV-2 görüntüsünün her dalga boyunun Ψ_{go} ve A ile korelasyonu.



Şekil 4.40 : Ψ_{go} ve A değerlerinin WV-2 kırmızı bandı ile korelasyonu.

Multispektral uydu verisinin spektral çözünürlüğünün düşük olması ve uydudan temin edilmiş olmasından dolayı, yersel ölçümlerle dalga boyu bazında yüksek korelasyon yakalamak mümkün olmayabilir. Uydu verisinin maruz kaldığı atmosferik etki atmosferik düzeltme yöntemleri ile her ne kadar giderilse de yersel hiperspektral ölçümlerdeki doğruluğa ulaşmak mümkün olmayabilir. İndisler, farklı dalga boylarının birbirlerine oranları ve aritmetik işlemleri şeklindedir. Uydu görüntüsünün sahip olduğu bantlar arasındaki bu işlemler sayesinde kayıplar nispeten normalize edilir. Bu avantajından dolayı indisler uydu verileri ile en çok kullanılan yeryüzünü spektral açıdan inceleme araçlarından biridir. Çalışmanın bu kısmındaki amacını

tekrar özetlemek gerekirse, öncelikli amacımız hiperspektral yöntemler ile belirlenen optimum indisleri uydu görüntüsünde uygulama ve uydu görüntüsü için optimum indisleri belirlemektir.

Daha önceki bölümlerde su stresine ve fotosenteze duyarlı hiperspektral yöntemler ile elde edilmiş optimum BR ve ND indislerinin özeti ve WV-2 spektral özelliklerine göre karşılıkları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de WV-2 ile yaklaşık aynı fenolojik döneme denk gelen 06.09.2012 lokal zaman ölçümü ve iki dönem ölçümlerini de içeren toplam analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Hiperspektral indislerin multispektrale dönüştürülmesi esnasında iki koşul göz önünde bulundurulmuştur. Birincisi indiste kullanılan hiperspektral dalga boyu WV-2 spektral bantlarından hangisine denk gelmektedir. Ancak bu birinci koşulda şöyle bir sıkıntı olmaktadır. WV-2 bantlarının bazıları birbirleri ile kesişmektedir ya da iki bant arasında teknik olarak algılanmayan bir spektral aralık olabilmektedir. Bu durumda ikinci koşulu incelenecektir, bu da korelasyon haritalarının kullanımınıdır. Uydu görüntüsünün iki bandı arasında tanımlanmak/dönüştürülmek için kararsız kalınan indisin sağına-soluna (KMH’deki konumuna göre yukarı-aşağı) bakılır ve yüksek korelasyonlu indisler ne tarafa doğru artıyorsa o bölgeye denk gelen uydu görüntüsünün spektral bant aralığı seçilir. Çünkü önceden de belirtildiği gibi indis oluşturmada önemli olan iki dalga boyunun oluşturduğu rastgele bir indisin incelenen parametre ile olan ilişkisi değil parametreler ile en ilişkili bölgeleri temsil eden dalga boylarının oluşturduğu indislerdir. Nitekim bu bahsedilen ikinci koşul bu çalışmada belirlenen optimum indislerden 5’i için uygulanmıştır. Bunlardan biri su stresi için belirlenen R684/R761 indisidir. 761nm dalga boyu Bant 6 (699-749nm) (kırmızı kenar) ve 7’nin (765-901nm) (NIR 1) arasındadır. Hiperspektral veri ile oluşturulan KMH incelendiğinde (Şekil 4.10) Bant 7’ye doğru korelasyonların daha yüksek olduğu belirlenmiştir. WV-2 uygulamasında ise Bant 5/Bant 7 (B5/B7) indis değerlerinin B5/B6’ya nazaran Ψ_{go} ile $r=0,027$ gibi küçük bir farkla daha korelasyonlu olduğu belirlenmiştir. Diğer bir örnek olarak da R515/R942 ve R936/R515 verilebilir. 515nm WV-2 spektral bantlarından hem Bant 2 (442-515nm) (mavi) hem de Bant 3 (506-586nm) (yeşil) içindedir. Ancak yine aynı değerlendirilmeler sonucunda 515nm için Bant 2’yi kullanmak daha uygun olmuştur ve bu indislerin WV-2’deki karşılığı B2/B8 ve B8/B2 şeklindedir. B2/B8 ve B8/B2 indisleri B3/B8 ve B8/B3’e göre sırası ile $r=0,112$ ve $r=0,074$ fark ile Ψ_{go} daha korelasyonludur.

Çizelge 4.1 : Hiperspektral indislerin multispektrale dönüşmüş halleri.

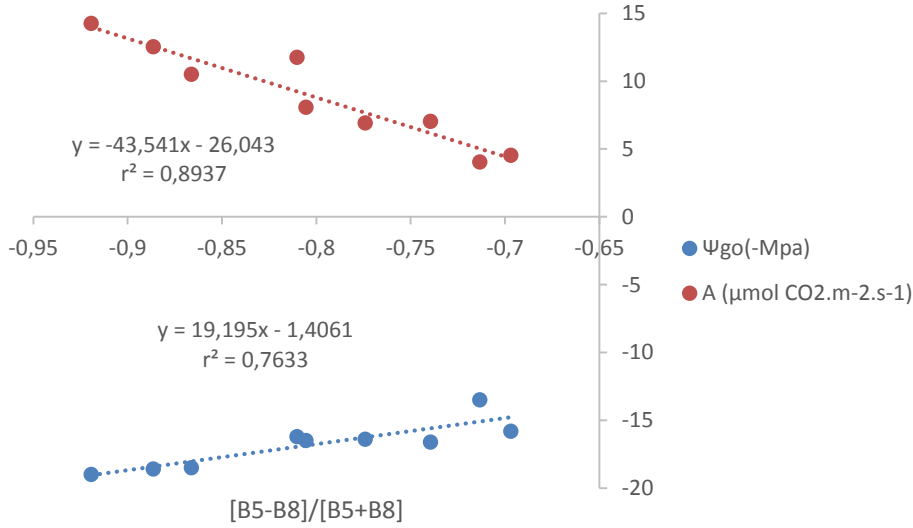
06.09.2012			
Su Stresi		Fotosentez	
Hiperspektral	WV-2	Hiperspektral	WV-2
R684/R761	B5/B7	R724/R657	B6/B5
R944/R691	B8/B5	R648/R715	B5/B6
[R690-R895]/ [R690+R895]	[B5-B8]/ [B5+B8]	[R716-R648]/ [R716+R648]	[B6-B5]/ [B6+B5]
[R895-R690]/ [R895+R690]	[B8-B5]/ [B8+B5]	[R648-R716]/ [R648+R716]	[B5-B6]/ [B5+B6]
Toplam Analiz			
Su Stresi		Fotosentez	
Hiperspektral	WV-2	Hiperspektral	WV-2
R515/R942	B2/B8	R760/R609	B7/B4
R936/R515	B8/B2	R632/R971	B5/B8
[R515-R942]/ [R515+R942]	[B2-B8]/ [B2+B8]	[R971-R632]/ [R971+R632]	[B8-B5]/ [B8+B5]
[R942-R515]/ [R942+R515]	[B8-B2]/ [B8+B2]	[R632-R971]/ [R632+R971]	[B5-B8]/ [B5+B8]

Çizelge 4.1’de belirtilen optimum BR ve ND indisleri WV-2 uydu görüntüsünden temin edilen spektral eğrilere uygulanmıştır. Ψ_{go} ve A değerleri ile olan korelasyonları incelenmiştir. Çizelge 4.2’de su stresi için belirlenen optimum indis sonuçları ile Ψ_{go} ile değerleri arasındaki korelasyonlar (r) verilmiştir. Bitkinin su stresi ve fotosentez hızının birbiri ile ilişkili olmasından dolayı, su stresi ve fotosentez için ayrı ayrı belirlenen indislerin hem Ψ_{go} hem de A değerleri yüksek korelasyonlu olması beklenir. Bu sebepten dolayı ek olarak bu Çizelge 4.2’de su stresi için belirlenen indislerin fotosentez değerleri ile olan korelasyonları da gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 sonuçları incelendiğinde bu çalışmada önerilen optimum indis belirleme yöntemi belirlenen indislerin hepsinin yersel ölçümler ile yüksek korelasyonlu olduğu görülmektedir. Su stresi için belirlenen indislerden [B5-B8]/[B5+B8] ve [B8-B5]/[B8+B5] en yüksek korelasyonlu indisler olarak belirlenmiştir. Daha önceden de bahsedildiği gibi ND indisinin özelliğinden dolayı [B5-B8]/[B5+B8] ve [B8-B5]/[B8+B5] indisleri bir parametre ile aynı oranda ancak tam ters korelasyonludur. Örnek olarak [B5-B8]/[B5+B8] indisinin Ψ_{go} ve A ile olan ilişkisi Şekil 4.41’de verilmiştir. Şekil 4.41’de Ψ_{go} değerlerinin daha iyi anlaşılması ve A ile aynı grafikte açık gösterilmesi için 10 ile çarpılmış halleri verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Ψ_{go} için belirlenen indis değerlerinin Ψ_{go} ve A ile olan ilişkisi.

Çeşit/İndis	06.09.2012				Toplam			
	B5/ B7	B8/ B5	[B5-B8]/ [B5+B8]	[B8-B5]/ [B8+B5]	B2/ B8	B8/ B2	[B2-B8]/ [B2+B8]	[B8-B2]/ [B8+B2]
Alphonse Lavellée	0,079	13,969	-0,866	0,866	0,112	8,960	-0,799	0,799
Atasarısı	0,166	6,681	-0,740	0,740	0,173	5,784	-0,705	0,705
Cinsaut	0,122	9,287	-0,806	0,806	0,176	5,684	-0,701	0,701
Gamay	0,180	5,979	-0,713	0,713	0,206	4,852	-0,658	0,658
Merlot	0,196	5,601	-0,697	0,697	0,186	5,380	-0,687	0,687
Razakı	0,063	16,630	-0,887	0,887	0,163	6,137	-0,720	0,72
Semillon	0,119	9,547	-0,810	0,810	0,167	5,993	-0,714	0,714
Tekirdağ Çekirdeksiz	0,043	23,822	-0,919	0,919	0,136	7,359	-0,761	0,761
Yapıncak	0,138	7,855	-0,774	0,774	0,180	5,571	-0,696	0,696
Ψ_{go} ile r	0,867	-0,830	0,874	-0,874	0,855	-0,764	0,844	-0,844
A ile r	-0,937	0,882	-0,945	0,945	-0,732	0,628	-0,720	0,720

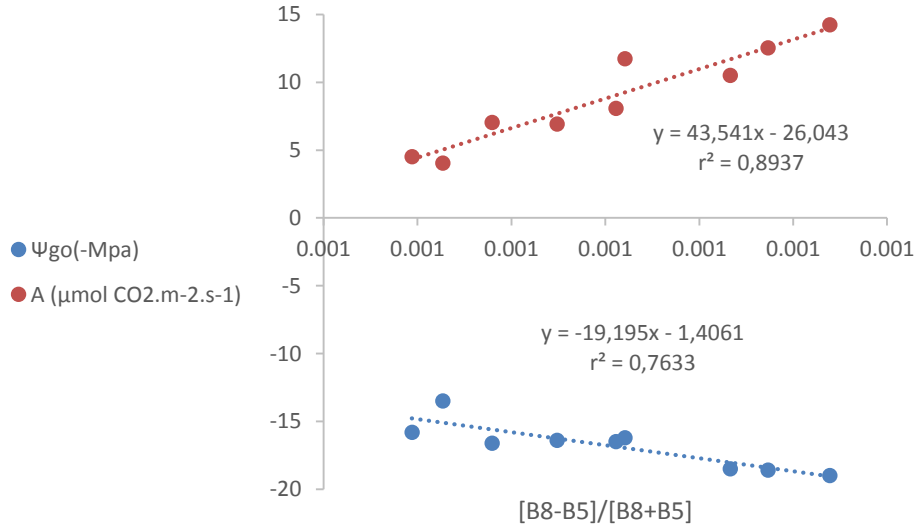


Şekil 4.41 : Ψ_{go} ve A değerlerinin $[B5-B8]/[B5+B8]$ ile ilişkisi.

Yine aynı şekilde Çizelge 4.3’de fotosentez için belirlenen optimum indis sonuçları ile A değerleri arasındaki korelasyonlar verilmiştir. Ek olarak yine bu Çizelge 4.3’de de A için belirlenen indislerin Ψ_{go} değerleri ile olan r değerleri de gösterilmektedir. Çizelge 4.3 sonuçları incelendiğinde yine su stresinde olduğu gibi belirlenen indislerin hepsinin fotosentez ile yüksek korelasyonlu olduğu görülmektedir. B5/B8 indisi negatif korelasyonlarda en yüksek ilişkiyi verirken $[B5-B8]/[B5+B8]$ indisinden sadece 0,001 daha yüksek korelasyonludur (Şekil 4.42). Pozitif korelasyonlarda ise $[B8-B5]/[B8+B5]$ indisi en yüksek korelasyonlu indistir (Şekil 4.42).

Çizelge 4.3 : A için belirlenen indis değerlerinin Ψ_{go} ve A ile olan ilişkisi.

Çeşit\Indis	06.09.2012				Toplam			
	B6/ B5	B5/ B6	[B6-B5]/ [B6+B5]	[B5-B6]/ [B5+B6]	B7/ B4	B5/ B8	[B8-B5]/ [B8+B5]	[B5-B8]/ [B5+B8]
Alphonse Lavelée	9740	0,103	0,814	-0,814	7419	0,072	0,866	-0,866
Atasarısı	4724	0,212	0,651	-0,651	4494	0,150	0,740	-0,74
Cinsaut	6219	0,161	0,723	-0,723	4414	0,108	0,806	-0,806
Gamay	4668	0,214	0,647	-0,647	4180	0,167	0,713	-0,713
Merlot	4106	0,244	0,608	-0,608	3946	0,179	0,697	-0,697
Razakı	12290	0,081	0,850	-0,850	6034	0,060	0,887	-0,887
Semillon	6647	0,150	0,738	-0,738	4885	0,105	0,810	-0,81
Tekirdağ Çekirdeksiz	16093	0,062	0,883	-0,883	8719	0,042	0,919	-0,919
Yapıncak	5379	0,186	0,686	-0,686	5085	0,127	0,774	-0,774
<i>A ile r</i>	0,877	-0,934	0,932	-0,932	0,796	-0,946	0,945	-0,945
<i>Ψ_{go} ile r</i>	-0,823	0,840	-0,846	0,846	-0,818	0,870	-0,874	0,874



Şekil 4.42 : Ψ_{go} ve A değerlerinin $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile ilişkisi.

Amacımız optimum BR ve ND indislerini belirlemek olduğu için oluşturulan tüm indisler yapısı gereği Simple Ratio (SR) ve NDVI indislerine benzemektedir ve hatta birçoğu için onların türevleridir şeklinde yorumlanabilir. Uydu teknolojisindeki spektral çözünürlük arttıkça bu indislerin farklı versiyonları türetilmektedir. En temel ve literatürde her zaman kabul gören SR ve NDVI indisleri WV-2 spektral bantlarına göre B7/B5 ve $[B7-B5]/[B7+B5]$ şeklinde yazılabilir. Özellikle hiperspektral uzaktan algılama yöntemleri ile NIR'e ait geliştirilen tüm bantların kırmızı ile olan BR ya da ND indisleri sürekli olarak denenmektedir ve incelenmektedir (Rodríguez-Pérez ve diğ., 2007). Bunun yanında, daha önceki kısımlarda da belirtildiği gibi hiperspektral uzaktan algılama ile üretilen ve keşfedilen su stresine ve fotosenteze duyarlı pek çok

farklı indis vardır. Ancak hiperspektral uzaktan algılama ile geliştirilen birbirinden farklı onlarca indisin çoğu, hiperspektral çözünürlükten multispektral çözünürlüğe geçince (yani multispektral uydu görüntülerinin geniş spektral aralıklı bantlarına denk gelince) aynı olmaktadır.

Bununla beraber bu çalışmada belirlenen optimum BR indislerinde B2/B8 (R515/R942) ve B8/B2 (R936/R515) indisleri yeni belirlenen indisler olarak tanımlanabilir. Ancak yine, Pigment-Specific Simple Ratio (PSSRc) (R800/R470) indisi (Blackburn, 1998) WV-2 bantlarına göre B7/B2 şeklinde dönüştürülür ve aslında R936/R515 (B8/B2) indisi ile hiperspektral çözünürlükte farklı olsalar da multispektralde büyük benzerlik taşımaktadırlar. WV-2 görüntüsünün 7. ve 8. bantları NIR'dir. Aynı durum yine $[B8-B2]/[B8+B2]$ ($[R942-R515]/[R942+R515]$) indisi ile Pigment-Specific Normalized Difference (PSNDc) $[R800-R470]/[R800+R470]$ ($[B7-B2]/[B7+B2]$) (Blackburn, 1998) indisinin multispektrale uyarlanmış hali ile de görülmektedir.

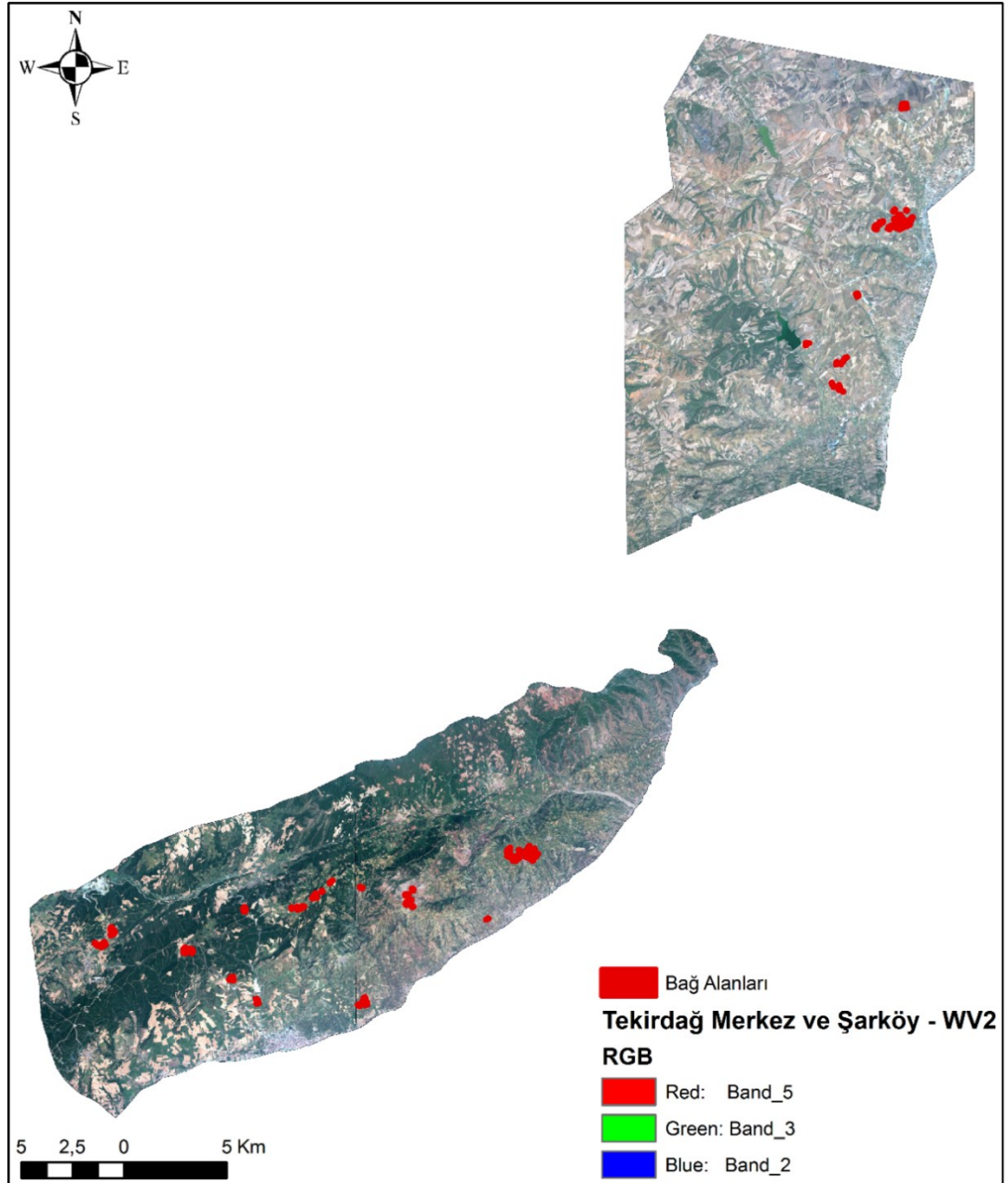
Yine B6/B5 (R724/R657) ve $[B6-B5]/[B6+B5]$ $[R716-R648]/[R716+R648]$ indisleri ve tersleri hiperspektral olarak yeni indisler olarak tanımlanabilirlerdi ancak WV-2'den üretilen $[B6-B5]/[B6+B5]$ indisi NDVI5 olarak Nouri ve diğ. (2014) gerçekleştirdiği bir çalışmada sunulmuştur. Bu durum araştırmacıların sürekli olarak yeni denemeler yaptığını göstermesinin yanı sıra, hiperspektral çözünürlükten multispektral çözünürlüğe geçince gerçekleştirilen çalışmaların benzeme ihtimalinin ne kadar yüksek olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, kısaca, hem su stresi için hem de fotosentez için hiperspektral yöntemler ile belirlenen optimum BR ve ND indisleri WV-2 görüntüsünden temin edilen spektrallere uygulandığında yüksek korelasyon göstermişlerdir. Bu da kısaca tüm olası BR ve ND indislerinin üretilmesi, KMH ile değerlendirilmesi ilişkilerin yorumlanması ve multispektral için optimum BR ve ND indislerinin oluşturulması şeklinde uygulanan yöntemin çalıştığını göstermektedir.

4.2.5 İndislerin geniş alanlarda uydu görüntülerine uygulanması

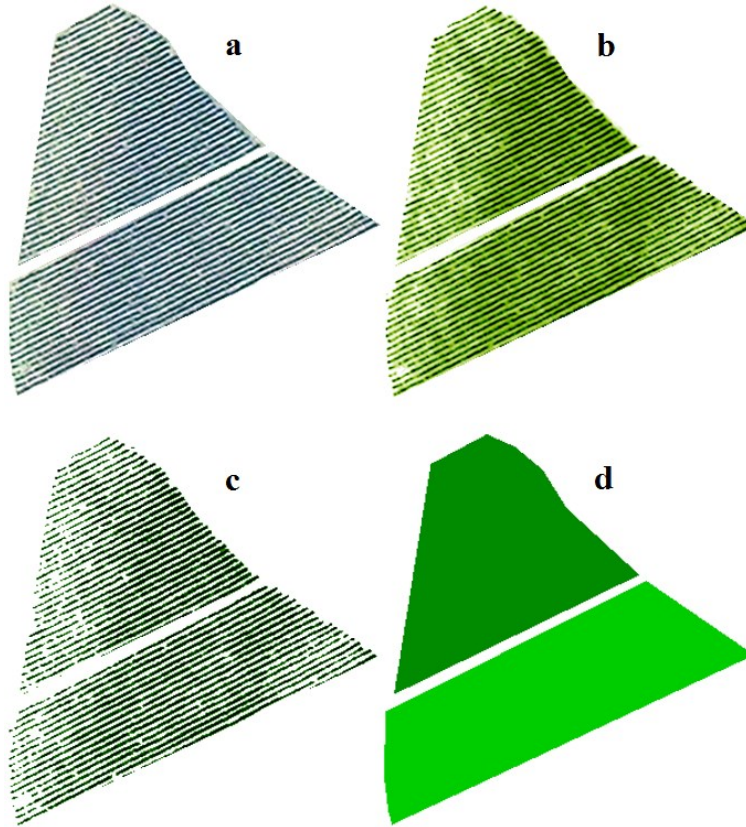
Şimdiye kadar ölçüm noktalarından elde edilen spektral eğriler ile çalışılmıştır, çalışmanın bu kısmında ise belirlenen indisler, tüm görüntüye uygulanmıştır ve indis görüntüleri oluşturulmuştur. Öncelikle arazi çalışmalarında çeşit ve koordinat bilgisi temin edilen Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçelerindeki bağlar incelenecektir

Oluşturulan indis görüntüleri ile bağ alanları farklı kriterler göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Bu kriterlerden biri çeşit farklılığı ve çeşitler arasındaki fenolojik dönem farklılığıdır, diğeri ise topografik ve buna bağlı olarak değişen meteorolojik koşullardır. İlk olarak, uydu ile aynı anda görüntülenmiş bağların çeşit farklılıklarının ve buna bağlı olarak içinde oldukları farklı fenolojik dönem ya da gelişim evreleri/seviyeleri göz önünde bulundurularak indisler ile bir sınıflandırma yapıp yapılamayacağı incelenmiştir. Bu kapsamda, arazi çalışmalarında yerinde belirlenen 128 ayrı bağ parseli incelenmiştir (Şekil 4.43).



Şekil 4.43 : WV-2 uydu görüntüsü ve çalışılan bağ alanları.

Görüntü işlemede kolaylık sağlanması açısından sadece bağ parsellerini gösteren görüntüler kullanılmıştır. Şekil 4.44a'da örnek olarak iki parsel gösterilmektedir. Orijinal parsel alanları kesilmiş görüntü kullanılarak önce indis görüntüsü hesaplanır (Şekil 4.44b). Bir bağın ortalama indis değerini hesaplarırken, asma dışında kalan toprak ve asma olmayan bitkilerin maskelenmesi gerçekleştirilir (Şekil 4.44c). Maskeleyme işlemi gerçekleştirildikten sonra ise bağın ortalama indis değeri hesaplanır (Şekil 4.44d). Örnek olarak Şekil 4.44'de [B8-B5]/[B8+B5] indisi için gerçekleştirilen bu işlem sırası gösterilmektedir. Her iki parselde de Merlot üzümü yetişmektedir. Koyu yeşil renkli parselin indis değeri 0,621 açık renkli olanın ise 0,615 değerindedir ve bu değerler iki parseldeki asmaların ortalama olarak birbirlerine çok yakın fotosentez ve su stresi koşullarında olduğunu göstermektedir. Toplam veri kullanılarak, Ψ_{go} ve A değerlerinin [B8-B5]/[B8+B5] ile oluşturduğu lineer regresyon eşitliğine göre iki parsel için A değerleri 1,00 ve 0,73 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ve Ψ_{go} değerleri ise -13,33 ve -13,21MPa şeklindedir.



Şekil 4.44 : Bağ alanlarına ait indis değerlerinin parsel bazında çıkarılması.

Oluşturulan indis görüntülerinin çeşit ve fenolojik dönem bazında incelemesi örnek olarak üç farklı test alanında gösterilmektedir. Çeşit bazında inceleme aynı çeşidi içeren parsellerin indis değerlerinin ortak bir davranışta olup olmadığını incelemektir.

Fenolojik dönem bazında incelerken ise göz önünde bulundurulan kriter, görüntünün temin edildiği tarihte fenolojik gelişim sürecine göre değerlendirmektir. Mesela bir çeşit hasat dönemini geçirmişse fotosentez hızında azalma olur çünkü gelişimi dönemselsel olarak bitmiştir ya da hala hasat dönemine ulaşmamışsa gelişimini devam ettirdiği için diğerlerine nazaran daha fazla üretim içerisindedir buda yüksek fotosentezi gösterir. Bu iki koşul tüm Tekirdağ Merkez ve Şarköy İlçelerinde belirlenen çeşitlere ait parsellerde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler yapılırken TBAİM'den temin edilen çeşitlere ait fenolojik dönem bilgilerinden faydalanılmıştır. Çeşitlere ait fenolojik dönem bilgileri iki parça halinde Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'de gösterilmektedir.

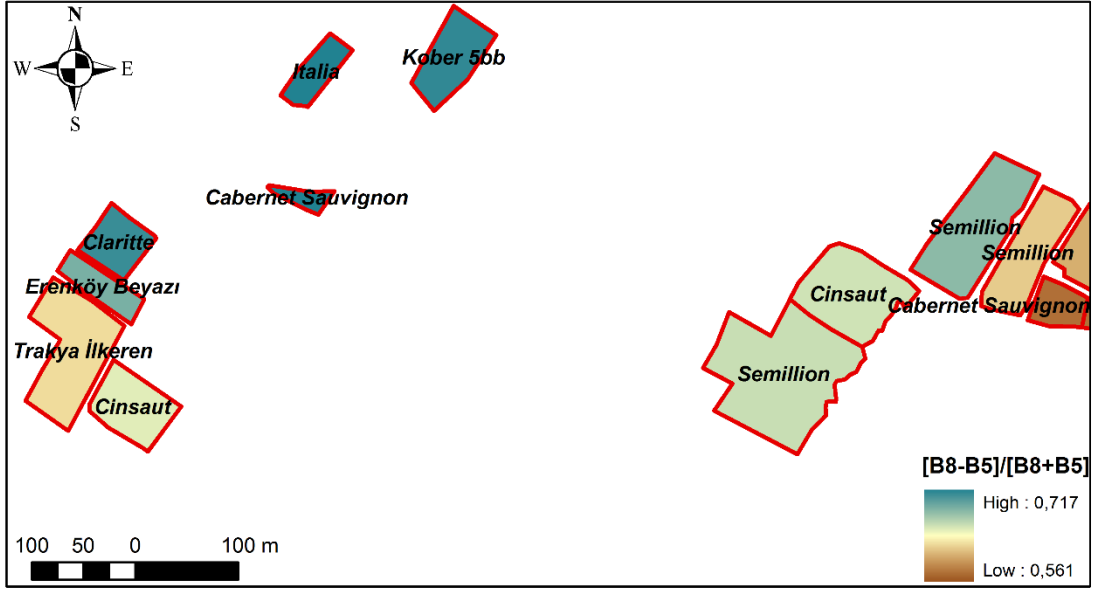
Çizelge 4.4 : Çeşitlere ait fenolojik dönem bilgileri (1).

Çeşit Adı	Ağlama	Uyanma	Ben düşme	Olgunlaşma / Hasat	Yaprak Dökümü
Tekirdağ Çekirdeksizi	Mart ortası	10-12 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Aralık Başı
Hafız Ali	Mart sonu	15 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
M. Palieri	Mart sonu	12 Nisan	22 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Ata sarısı	Mart sonu	15 Nisan	25 Temmuz	25 Eylül	Ekim Sonu
Italia	Mart sonu	12 Nisan	22 Temmuz	Ekim başı	Aralık Başı
Manda Gözü	Mart sonu	18 Nisan	25 Temmuz	15 Ekim	Ekim Sonu
Müşküle	Mart sonu	18 Nisan	22 Temmuz	15 Ekim	Ekim Sonu
Yalova İncisi	Mart ortası	8 Nisan	8 Temmuz	30 Temmuz	Ekim Sonu
Alphonse Lavellée	Mart sonu	15 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Razakı	Mart ortası	8 Nisan	20 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Sultani Çekirdeksiz	Mart sonu	12 Nisan	20 Temmuz	15 Eylül	Aralık Başı
Hönüsü	Mart sonu	15 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Pafi	Mart ortası	8 Nisan	20 Temmuz	15 Eylül	Aralık Başı
Royal	Mart ortası	10 Nisan	15 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Çavuş	Mart ortası	8 Nisan	12 Temmuz	25 Ağustos	Ekim Sonu
Hatun Parmağı	Mart sonu	12 Nisan	20 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Tahannebi	Mart ortası	8 Nisan	20 Temmuz	15 Eylül	Aralık Başı
Erenköy Beyazı	Mart sonu	Nisan sonu	Temmuz sonu	Ekim sonu	Kasım ortası
Riesling	Mart ortası	Nisan sonu	Temmuz ortası	Eylül ortası	Ekim başı
Shiraz	Mart ortası	Nisan sonu	Temmuz sonu	Eylül sonu	Eylül ortası
Sengiovese	Mart ortası	Nisan sonu	Temmuz ortası	Eylül ortası	Ekim başı
Montepulciano	Mart sonu	Nisan sonu	Temmuz sonu	Eylül sonu	Kasım ortası
Petit Verdot	Mart ortası	Nisan sonu	Temmuz sonu	Eylül sonu	Ekim ortası
Mablet (Malbec)	Mart ortası	Nisan başı	Temmuz başı	Eylül başı	Ekim başı
Cabernet Franc	Mart ortası	Nisan ortası	Temmuz ortası	Eylül ortası	Ekim ortası

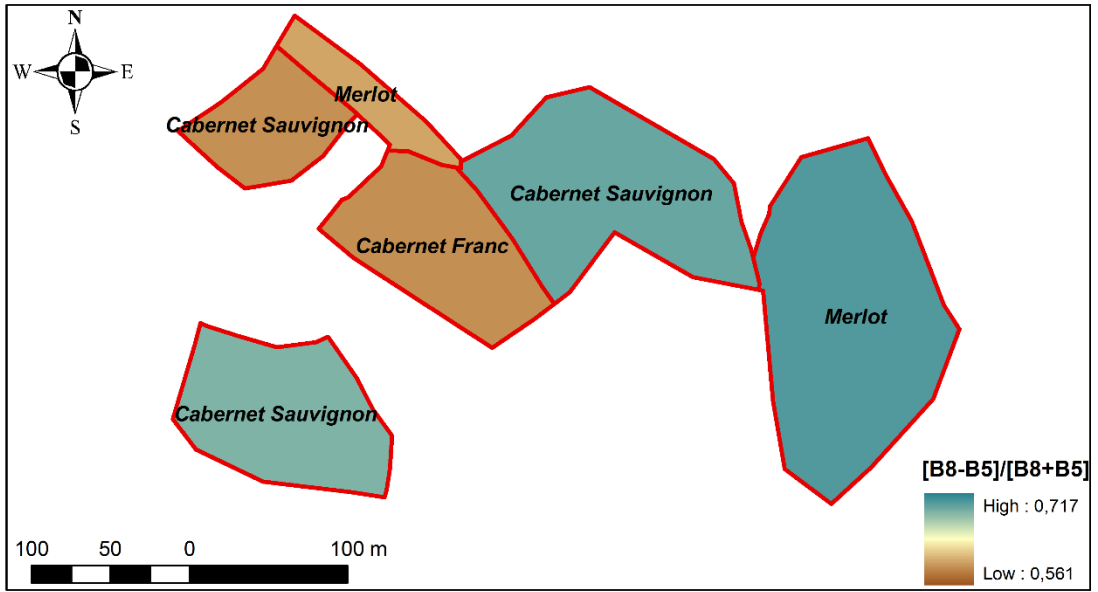
Çizelge 4.5 : Çeşitlere ait fenolojik dönem bilgileri (2).

Çeşit Adı	Ağlama	Uyanma	Ben düşme	Olgunlaşma / Hasat	Yaprak Dökümü
Kalecik Karası	Mart sonu	15 Nisan	20 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Öküzgözü	Mart sonu	12 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Boğazkere	Mart ortası	10 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Narince	Mart sonu	15 Nisan	22 Temmuz	Ekim başı	Aralık Başı
Cabernet Sauvignon	Mart sonu	12 Nisan	20 Temmuz	25 Eylül	Ekim Sonu
Merlot	Mart ortası	10 Nisan	18 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Gamay	Mart Ortası	10 Nisan	15 Temmuz	Eylül başı	Ekim Sonu
Kabarcık	Mart ortası	8 Nisan	20 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Foça Karası	Mart sonu	15 Nisan	15 Temmuz	15 Eylül	Aralık Başı
Emir	Mart sonu	15 Nisan	15 Temmuz	15 Eylül	Aralık Başı
Papaz Karası	Mart sonu	15 Nisan	22 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Cinsaut	Mart sonu	15 Nisan	25 Temmuz	Eylül Sonu	Ekim Sonu
Chardonnay	Mart ortası	10 Nisan	15 Temmuz	10 Eylül	Aralık Başı
Dökülgen	Mart ortası	10 Nisan	15-20 Temmuz	20 Eylül	Aralık Başı
Semillon	Mart ortası	10 Nisan	15 Temmuz	10 Eylül	Aralık Başı
Yapıncak	Mart sonu	12 Nisan	25 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Claritte	Mart sonu	13 Nisan	20-22 Temmuz	Ekim başı	Ekim Sonu
Adakarası	Mart sonu	10 Nisan	18 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu
Trakya İlkeren	Mart ortası	8-10 Nisan	3-4 Temmuz	25-30 Temmuz	Ekim Sonu
Cardinal	Mart ortası	10 Nisan	12 Temmuz	15 Ağustos	Ekim Sonu
Hamburg Misketi	Mart ortası	10 Nisan	18 Temmuz	15 Eylül	Ekim Sonu

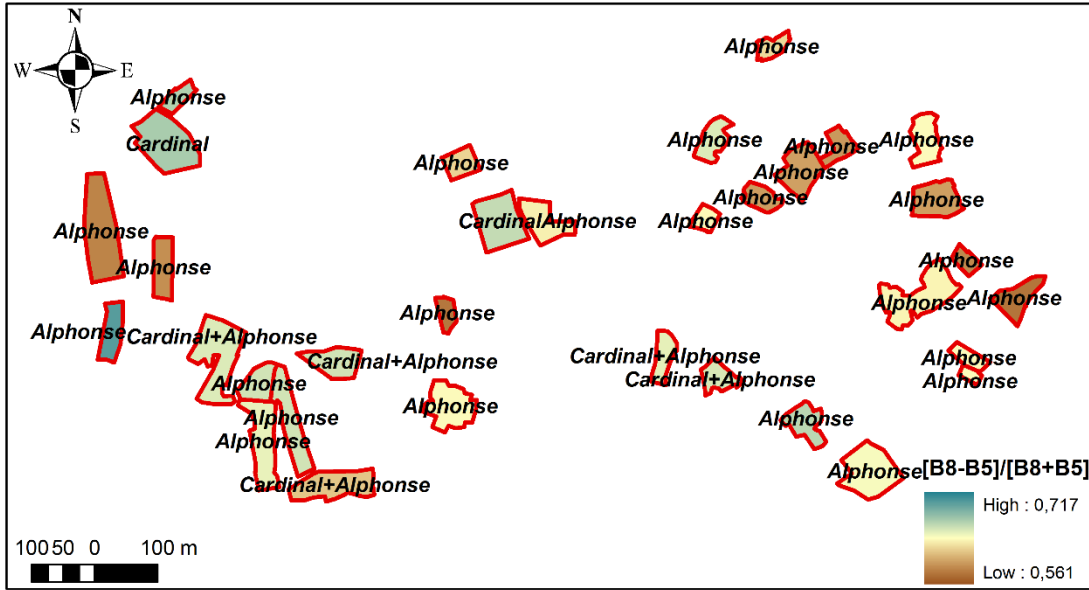
Bu çalışmada belirlenen çeşitlere ait bağ alanları yine bu çalışmada belirlenen tüm indisler ile incelenmiştir. Genel olarak elde edilen sonucu sıradaki örnek ile açıklayacağız. Örnek olarak Şekil 4.45, Şekil 4.46 ve Şekil 4.47’de üç farklı mevkideki bağlar [B8-B5]/[B8+B5] indisi ile incelenmiştir. İndisler değerlendirilirken, değerlerin regresyon denklemindeki etkisi göz önünde bulundurularak, eğer iki değer arasında ondalık mertebesinde bir fark varsa bu iki değere ait bağın Ψ_{go} ve A değerleri birbirinden farklı, eğer yüzdellik fark varsa kısmen farklı ve eğer fark bindelik seviyesindeyse oldukça yakın şeklinde değerlendirilmiştir. Şekil 4.45’de aynı çeşitler incelendiğinde üç farklı Semillon, iki farklı Cabernet Sauvignon ve iki farklı Cinsaut çeşitlerine ait bağlar olduğu görülmektedir. Üç Semillon bağlarına ait indis değerleri birbirlerine göre kısmen farklılık göstermektedirler (0,643, 0,628 ve 0,600) ve aynı şekilde iki ayrı Cabernet Sauvignon bağlarına ait indis değerleri de birbirlerinden farklıdır (0,694 ve 0,571), Cinsaut bağlarının değerleri ise (0,626 ve 0,621) birbirine oldukça yakındır. Şekil 4.46’de yine çeşit bazında inceleme yapıldığında üç Cabernet Sauvignon ve iki Merlot bağı değerlendirilmiştir. Merlot bağlarının birbirlerinde farklı olduğu (0,587 ve 0,657) ancak üç Cabernet Sauvignon bağından ikisinin (0,652 ve 0,646) birbirine kısmen daha yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.47’de ise Alphonse Lavellée ve Cardinal çeşitlerine ait bağlar vardır. Şekil 4.45 ve 4.46’da olduğu gibi burada da çeşitler aynı olsa da indis bazında bir sınıflandırma yapmak mümkün olmamaktadır. Şekil 4.45’deki çeşitler fenolojik dönem bazında incelendiğinde fenolojik evre gelişimi olarak en ileride olandan en sonda olana doğru çeşitler sırası ile Trakya İlkeren, Semillon, Cabernet Sauvignon, Cinsaut, Claritte, Italia ve Erenköy Beyazıdır. Bu sıralamadan fotosentezin ve su stresinin Trakya İlkeren’den Erenköy Beyazına doğru şekilde artması beklenmektedir. Ancak çeşit bazında yakalanamayan ilişki fenolojik dönem bazında da belirlenememiştir. Cabernet Sauvignon, Cinsaut ve Semillon çeşitlerine ait bağların çeşit bazında uyumsuzluğu bu aşamayı başarısız kılmıştır. Şekil 4.46 ve 4.47’de de ve tüm çalışma alanında da benzer belirlemeler gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak indisler ile hem çeşit hem de fenoloji bazında su stresi ve fotosentez durumları ile ilgili bir ayırma/sınıflandırmaya gidilememiştir.



Şekil 4.45 : $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile incelenme (Kober 5bb bir anaçtır çeşit olarak değerlendirilmez) (Tekirdağ Merkez).

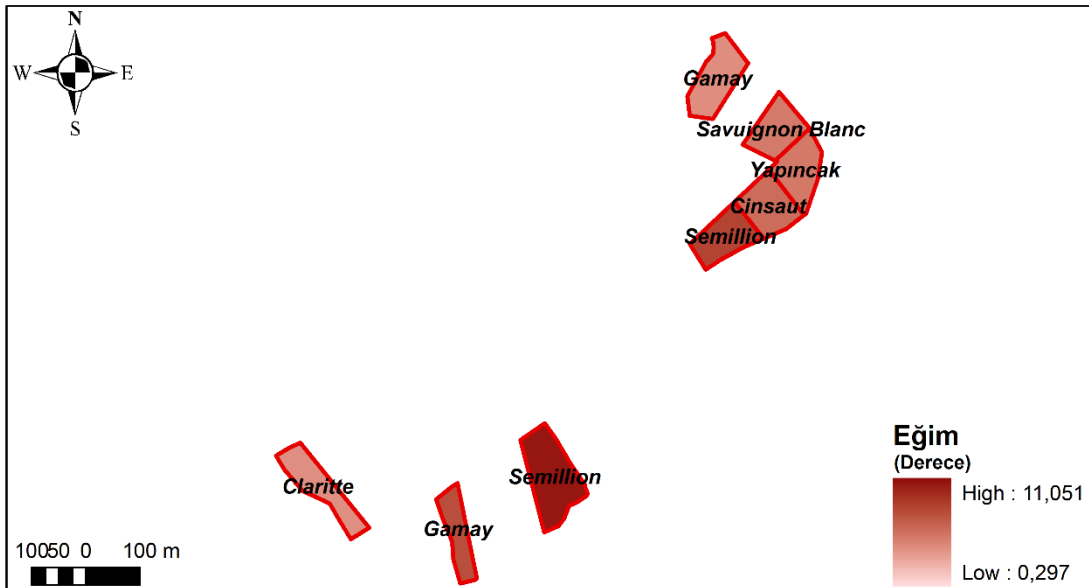


Şekil 4.46 : $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile incelenme (Chateau Kalpak Bağları – Şarköy).

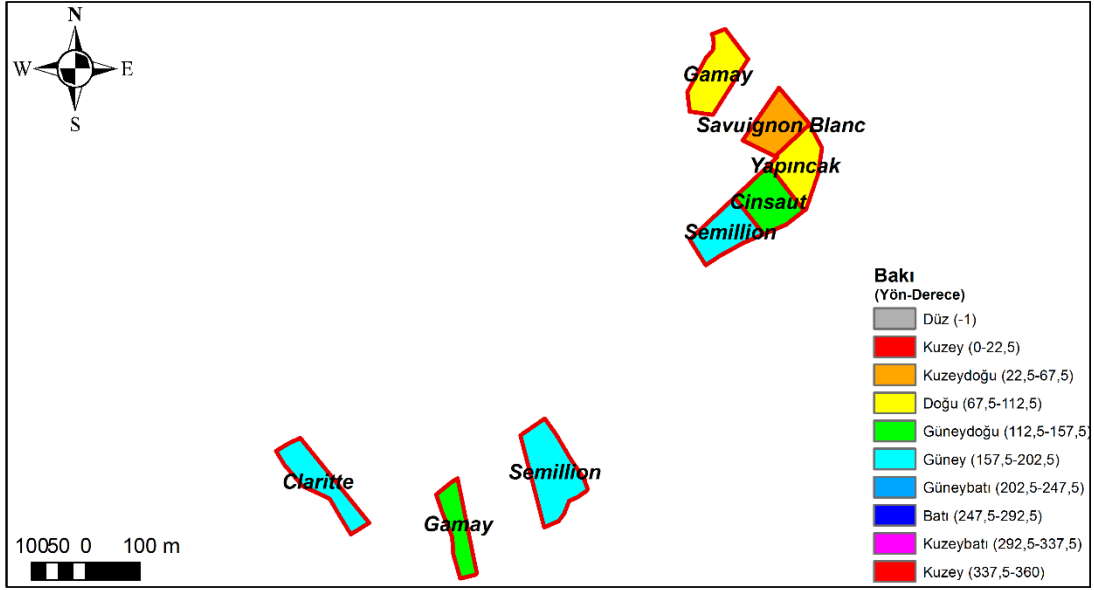


Şekil 4.47 : $[B8-B5]/[B8+B5]$ ile incelenme (Şarköy İlçesi Kirazlı mevkii).

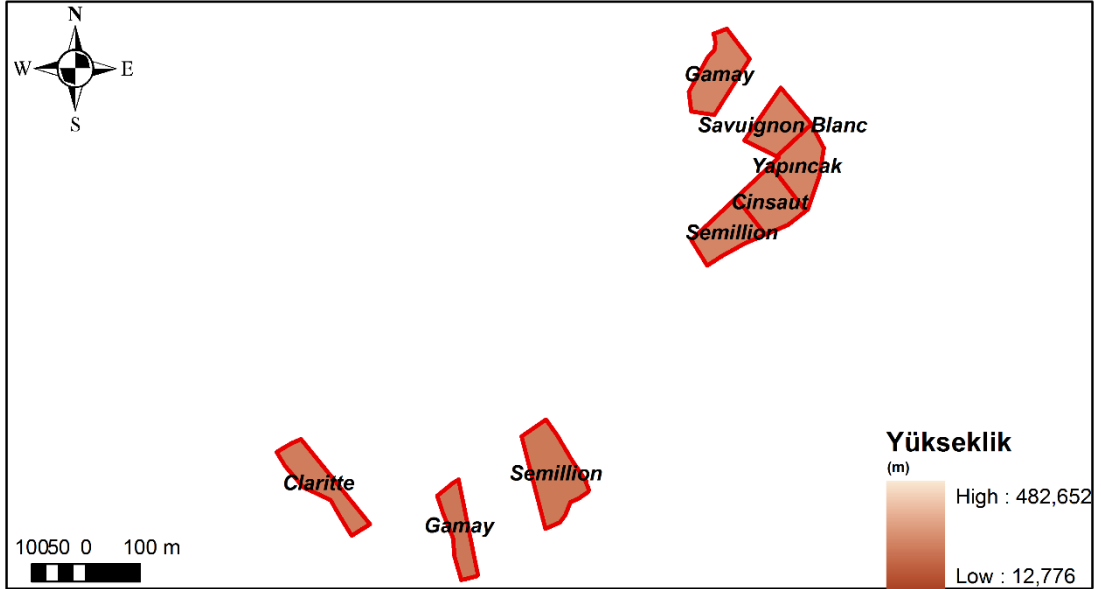
Çalışmanın bundan sonraki kısmında belirlenen indisler ile topografik parametreler ve buna bağlı olarak değişen meteorolojik koşullar arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurularak incelemeler gerçekleştirilecektir. Arazi çalışmalarında belirlenen 128 bağ parseline ait parsel bazında ortalama indis değerleri önceki bölümde oluşturulmuştu. Ayrıca, topografik parametrelerin, indis değerleri ile ilişkisini incelemek için parsel bazında ortalama eğim, bakı ve yükseklik haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.48, Şekil 4.49 ve Şekil 4.50).



Şekil 4.48 : Bağ alanlarının eğim haritası (Şarköy İlçesi Sofuköy mevkii).



Şekil 4.49 : Bağ alanlarının bakı haritası (Şarköy İlçesi Sofuköy mevkii).



Şekil 4.50 : Bağ alanlarının yükseklik haritası (Şarköy İlçesi Sofuköy mevkii).

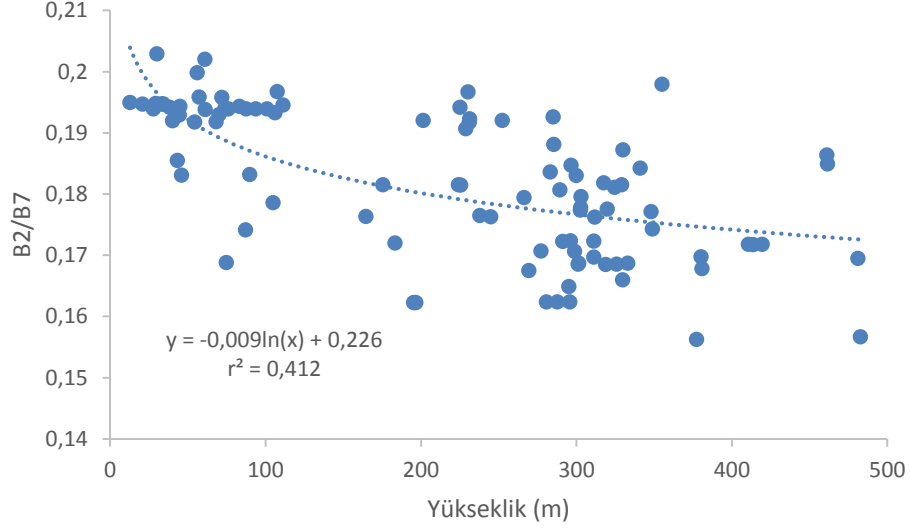
Eğim değerleri, indis değerleri ile iki şekilde ilişkilendirilmiştir. Birincisi; eğim değerleri derece cinsinden direkt olarak indisler ile ilişkilendirilmektedir. Parsel bazında ortalama eğim değerleri 0,297 ile 11,051 derece arasında değişmektedir. İkincisi ise 0°-15° arasındaki eğim değerlerine Bölüm 3.4 Çizelge 3.6'da karşılık gelen ağırlık değerlerine (8, 9, 10, 9 ve 8) göre parselleri sınıflandırılarak indis değerleri ile ilişkilendirmektedir. Bakı değerleri yönü ifade ettiği için direkt yönü ifade eden açı değerleri ile indis değerlerini ilişkilendirmek doğru olmayacaktır. Bakı değerleri, aynı eğim analizindeki ikinci yol gibi, indis değerleri ile ilişkilendirilirken sadece Çizelge 3.6'da karşılık gelen ağırlık değerlerine (kuzeyden güneye: 1-10) göre parselleri

sınıflandırılarak indis değerleri ile ilişkilendirilmiştir. Son olarak, parsel bazında ortalama yükseklik değerleri (12,776 – 482,652m) ile indis değerleri direkt olarak ilişkilendirilmiştir. Parsel ortalamaları bazında 128'e 128'lik korelasyon analizinde ilişkilendirilen veri setlerinin genel görünümü Çizelge 4.16'da 18 bağ parseli için üretilen indislerden ikisi için gösterilmektedir.

Çizelge 4.6 : Parsel bazında korelasyon analizinde veri setlerinin genel görünümü.

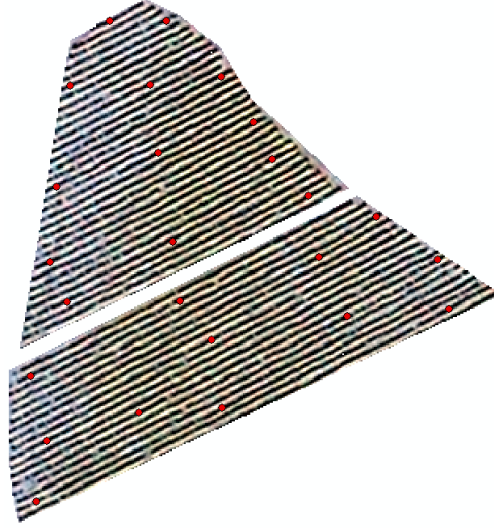
ID	Çeşit	Eğim (°)	Eğim Ağırlık	Bakı (°)	Bakı Ağırlık	Yükseklik (m)	[B8-B2]/[B8+B2]	B2/B8	.	.	.
0	Cardinal	7,29	10	110,41	7	231,22	0,66	0,19	.	.	.
1	Alphonse	7,76	9	95,83	7	228,74	0,66	0,18	.	.	.
2	Alphonse	9,88	9	287,65	7	460,98	0,65	0,18	.	.	.
3	Semillon	4,49	9	139,22	9	461,46	0,67	0,18	.	.	.
4	Cinsaut	3,50	9	48,15	6	482,65	0,71	0,15	.	.	.
5	Alphonse	9,56	9	242,92	9	481,07	0,71	0,17	.	.	.
6	Alphonse	8,44	9	195,43	10	377,18	0,72	0,14	.	.	.
7	Alphonse	3,21	9	184,91	10	413,76	0,70	0,17	.	.	.
8	Yapıncak	3,97	9	218,23	9	419,46	0,70	0,17	.	.	.
9	Cinsaut	4,38	9	149,44	9	410,58	0,70	0,17	.	.	.
10	Cinsaut	2,23	8	31,17	6	380,00	0,70	0,16	.	.	.
11	Semillon	1,96	8	105,01	7	380,78	0,70	0,16	.	.	.
12	Cinsaut	4,92	9	108,24	7	329,61	0,69	0,15	.	.	.
13	Yapıncak	3,95	9	111,97	7	325,66	0,71	0,17	.	.	.
14	Cinsaut	10,19	8	67,96	7	347,90	0,69	0,17	.	.	.
15	Yapıncak	10,56	8	70,23	7	355,02	0,62	0,19	.	.	.
16	Gamay	6,05	10	76,89	7	341,01	0,70	0,17	.	.	.
17	Semillon	7,39	10	120,88	9	348,81	0,68	0,17	.	.	.
.
.
.

Gerçekleştirilen korelasyon analizleri neticesinde 128 parselin ortalama eğim ve bakı değerleri ile ortalama indis değerleri arasında bir anlam ifade etmeyen çok çok zayıf ilişkiler ($-0,2 < r < 0,3$) belirlenmiştir. Ancak parsel bazında ortalama yükseklik değerleri ile $[B7-B2]/[B7+B2]$, $[B8-B2]/[B8+B2]$, $B2/B7$ ve $B2/B8$ indis değerleri arasında sırası ile $r=0,613$, $0,619$, $-0,638$ ve $-0,588$ şeklinde orta seviyede korelasyonlar belirlenmiştir. Şekil 4.51'de bağ alanlarında $B2/B7$ ile yükseklik arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 4.51 : Bağ alanlarında B2/B7 ile yükseklik arasındaki ilişki.

Şu ana kadarki bölümde indisler ile topografik parametreler arasındaki ilişki parsel ortalamalarının 128'e 128'lik korelasyon analizleri ile incelendi. Bu kısımda ise 128 bağ parselinin her birinin içerisinde asmaların en yoğun olduğu noktalardan indisler ile topografik parametrelere ait değerler toplanmıştır. Tüm parsellerden mümkün olduğunca homojen dağılımlı olacak şekilde 128 parselden 1769 noktanın indislere ve topografik parametrelere ait değerleri korelasyon analizine sokulmuştur. Şekil 4.52'de iki parselden toplanan noktalar örnek olarak gösterilmektedir. Noktasal olarak gerçekleştirilen bu analizin sebebi parsel ortalamalarının asmanın yoğunlukta olduğu diğer bir deyişle sadece asma olan piksellerdeki analizler ile örtüşüp örtüşmediğini kontrol etmektir. Noktasal analiz bağın içerisindeki tüm alanı değil sadece asmayı ifade etmektedir. Ayrıca parsel ortalamaları ile elde edilen sonuçların noktasal analiz ile de doğrulanması sonuçların güvenilirliği arttıracaktır. Nokta bazında 1769'a 1769'luk korelasyon analizinde ilişkilendirilen veri setlerinin genel görünümü Çizelge 4.7'de 18 örnek nokta ve iki indis için gösterilmektedir.



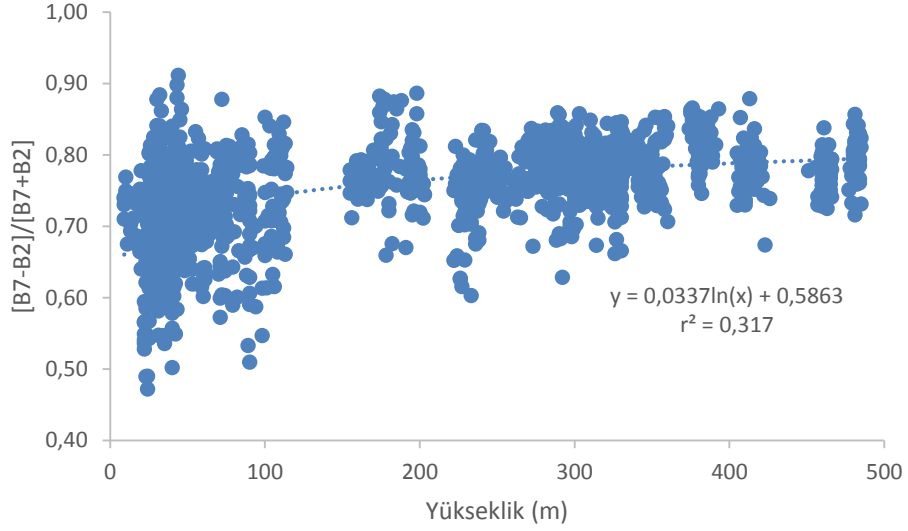
Şekil 4.52 : Bağ alanlarından noktalarının toplanması.

Çizelge 4.7 : Noktasal korelasyon analizinde veri setlerinin genel görünümü.

ID	Eğim (°)	Eğim Ağırlık	Bakı (°)	Bakı Ağırlık	Yükseklik (m)	[B7-B2]/[B7+B2]	B2/B7	.	.	.
0	3,51	9	26,57	6	231,00	0,71	0,17	.	.	.
1	4,26	9	45,00	6	227,00	0,62	0,00	.	.	.
2	3,72	9	-1,00	8	229,00	0,65	0,21	.	.	.
3	2,23	8	45,00	6	233,00	0,60	0,00	.	.	.
4	4,07	9	-1,00	8	224,00	0,66	0,21	.	.	.
5	3,02	9	18,43	5	226,00	0,63	0,23	.	.	.
6	3,81	9	26,57	6	226,00	0,63	0,23	.	.	.
7	6,28	10	0,00	5	222,00	0,65	0,21	.	.	.
8	1,35	8	-1,00	8	30,00	0,68	0,19	.	.	.
9	1,31	8	-1,00	8	30,00	0,67	0,19	.	.	.
10	1,59	8	-1,00	8	30,00	0,65	0,21	.	.	.
11	1,31	8	-1,00	8	30,00	0,68	0,19	.	.	.
12	1,35	8	-1,00	8	30,00	0,67	0,20	.	.	.
13	8,06	9	90,00	7	59,00	0,74	0,15	.	.	.
14	8,51	9	78,69	7	61,00	0,76	0,14	.	.	.
15	5,54	10	78,69	7	66,00	0,73	0,15	.	.	.
16	8,58	9	45,00	6	63,00	0,72	0,16	.	.	.
17	4,76	9	116,57	9	75,00	0,75	0,14	.	.	.
.
.
.

Gerçekleştirilen korelasyon analizleri neticesinde, 128'e 128'lik parsel bazında ortalama değerlere ait korelasyon analizinde olduğu gibi, 128 parselden toplanmış 1769 noktaya ait eğim ve bakı değerleri ile indis değerleri arasında neredeyse yok denecek kadar az çok çok zayıf ilişkiler ($-0,2 < r < 0,3$) belirlenmiştir. Ancak yine 128'e 128'lik analizde de olduğu gibi yükseklik ile $[B7-B2]/[B7+B2]$ ve $[B8-B2]/[B8+B2]$

indis değerleri arasında sırası ile $r=0,541$ ve $0,422$ şeklinde yine yaklaşık orta seviyede korelasyonlar belirlenmiştir. Şekil 4.53’de bağ alanlarındaki 1769 asma noktasında $[B7-B2]/[B7+B2]$ ile yükseklik arasındaki korelasyon ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 4.53 : Bağ alanlarında $[B7-B2]/[B7+B2]$ ile yükseklik arasındaki ilişki.

Şu ana kadarki analizlerde parsel bazında ortalamalar 128’e 128’lik ve asma bazında noktasal 1769’a 1769’luk korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak ise indisler ve topografik parametrelerden sadece yükseklik ile orta seviyelerde korelasyonlar belirlenmiştir.

Şimdi ise topografik parametreleri sınıflandırarak değerlendirmeler gerçekleştirilecektir. Eğim ve bakı değerleri Bölüm 3.4 Çizelge 3.6’daki sınıflar doğrultusunda sınıflandırılmıştır ve her sınıf içerisindeki değerlerin ortalaması alınmıştır. Örnek olarak; 128 parselden ya da 1769 noktadan 0° - $2,5^{\circ}$ arasındaki eğim ve indis değerleri bir sınıfta toplanmıştır ve bu sınıfa (0° - $2,5^{\circ}$) düşen değerlerin ortalamaları hesaplanmıştır. Böylece (0° - $2,5^{\circ}$) sınıfında, ortalama eğim değerine karşılık gelen bir indis değeri hesaplanmıştır. Bu uygulama diğer eğim sınıflarının “($2,5^{\circ}$ - 5°), (5° - $7,5^{\circ}$), ($7,5^{\circ}$ - 10°) ve (10° - 15°) her biri için gerçekleştirilmiştir. Bağ alanları 15° ve üstündeki eğimlerde olmadığı için $>15^{\circ}$ sınıfı değerlendirmeye alınmamıştır. Sonrasında da eğim için oluşturulan bu beş sınıfa ait değerler 5’e 5’lik korelasyonlar ile incelenmiştir. Ayrıca her sınıf içerisinde düşen eğim değerlerinin ortalamasının yanında, ek olarak, bu sınıfın değerlerine karşılık gelen ağırlık değerleri de (0’dan 15 doğru 8, 9, 10, 9 ve 8) korelasyon analizine bir veri seti olarak eklenmiştir. Bakı değerleri ise yine Çizelge 3.6’daki sınıflar doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Kuzey’den Güney’e kadarki sınıflar

5'den 10'a kadar değerler almaktadır. Örnek olarak 5 sınıfına düşen bakı değerine sahip bağların ya da asmaların indis değerlerinin ortalaması alınır. Sonrasında bu 6, 7...10'a kadar gerçekleştirilir ve altı tane bakı sınıfına karşılık gelen indis değerleri ile 6'ya 6'lık bir korelasyon analizi gerçekleştirilir. Yükseklik ile indis değerleri arasındaki ilişkiyi incelemek için ise için ise 50'şer metrelik sınıflar oluşturulmuştur. Yaklaşık olarak maksimum yükseklik incelenen bağ alanları için 500m olduğu için toplan 10 yükseklik sınıfı oluşturulmuştur. Örnek olarak (0-50)m arasındaki bağların ya da asmaların yüksekliklerinin ve indis değerlerinin ortalaması alınır. Bu tüm sınıflar için gerçekleştirilir ve yükseklik ile indis arasında 10'a 10'luk bir korelasyon analizi gerçekleştirilir. Daha öncede belirtildiği gibi, bu incelemeler hem bağ parseli ortalamaları bazında 128'e 128'lik hem de noktasal-asma bazında 1769'a 1769'luk korelasyon analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.8'de bağ parseli ortalamaları bazında 128'e 128'lik korelasyon analizinde takip edilen yol, yükseklik ve $[B8-B2]/[B8+B2]$ ile örnek olarak verilmiştir. Çizelge 4.9'da da noktasal-asma bazında 1769'a 1769'luk korelasyon analizinde takip edilen yol, yükseklik ve $[B7-B2]/[B7+B2]$ ile örnek olarak verilmiştir. Her iki çizelgede de sol tarafta (0-50)m sınıfına ait parsellerin ya da noktaların ortalamaları alınarak örnekler verilmiştir. (0-50)m arasındaki işlem tüm sınıflarda da uygulanmıştır ve çizelgelerin sağ tarafındaki tablo eğim, bakı, yükseklik ve diğer tüm indisler için oluşturulmuştur. Oluşturulan tablolardaki veri setleri ile korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

Sınıflandırılmalı analizler neticesinde bakı ile indisler arasında hem 128 parsel ortalama hem de 1769 nokta ile gerçekleştirilen analizler ile yine tutarlı bir ilişki belirlenememiştir. 128 parsel bazında ortalama analizinde, eğim sınıflarına göre ortalama B5/B6 indisi ile eğim sınıflarının ağırlık değerleri (8, 9, 10, 9 ve 8) arasında $r=-0,951$ korelasyon belirlenmiştir. Ancak 1769 noktanın sınıflandırılmalı analizinde ise B5/B6 indisi ağırlık değerleri (8, 9, 10, 9 ve 8) ile $r=-0,446$ korelasyonludur. Bu durum iki analiz sonuçlarının tam olarak örtüşmediğini göstermektedir.

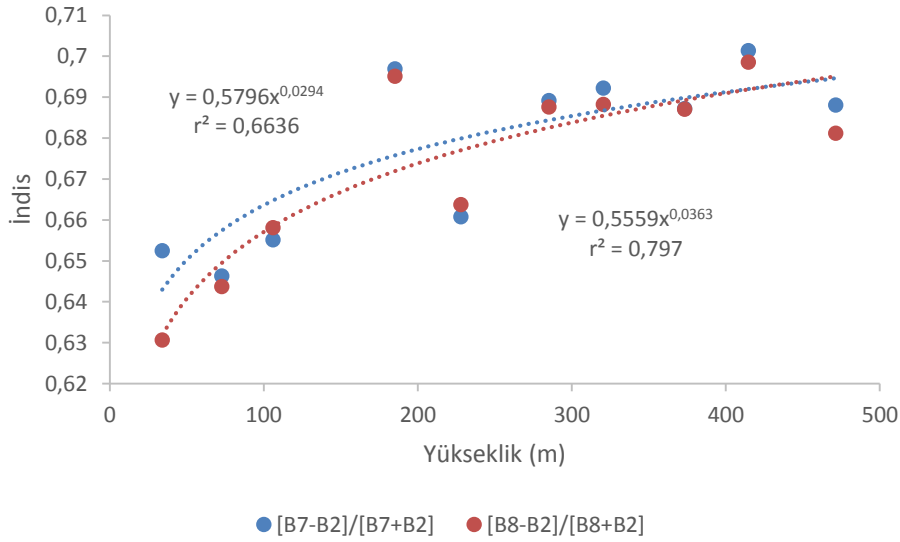
Çizelge 4.8 : Korelasyon analizinde parsel bazında veri setlerinin genel görünümü.

Yükseklik Sınıfı (m)	Parseldeki Çeşit	Yükseklik (m)	[B8-B2]/[B8+B2]	AORT		
				Yükseklik Sınıfı (m)	Yükseklik (m)	[B8-B2]/[B8+B2]
0-50	Cabarnet Sauvignon	38,182	0,629	0-50	34,066	0,631
	Cabarnet Sauvignon	29,198	0,647	50-100	72,772	0,644
	Cabarnet Sauvignon	27,747	0,608	100-150	106,023	0,658
	Sauvignon Blanc	44,813	0,624	150-200	185,170	0,695
	Sauvignon Blanc	40,132	0,622	200-250	227,972	0,664
	Cabarnet Sauvignon	30,000	0,613	250-300	285,226	0,688
	Cinsaut	45,896	0,636	300-350	320,479	0,688
	Semillon	43,172	0,661	350-400	373,244	0,687
	Shiraz	34,096	0,624	400-450	414,600	0,699
	Cabarnet Sauvignon	34,096	0,624	450-500	471,539	0,681
	Sauvignon Blanc	31,615	0,608		<i>r</i>	0,791
	Merlot	12,776	0,610			
	Cardinal	44,497	0,621			
	Petit Verdot	20,699	0,700			
	<i>AORT</i>		34,066	0,631		

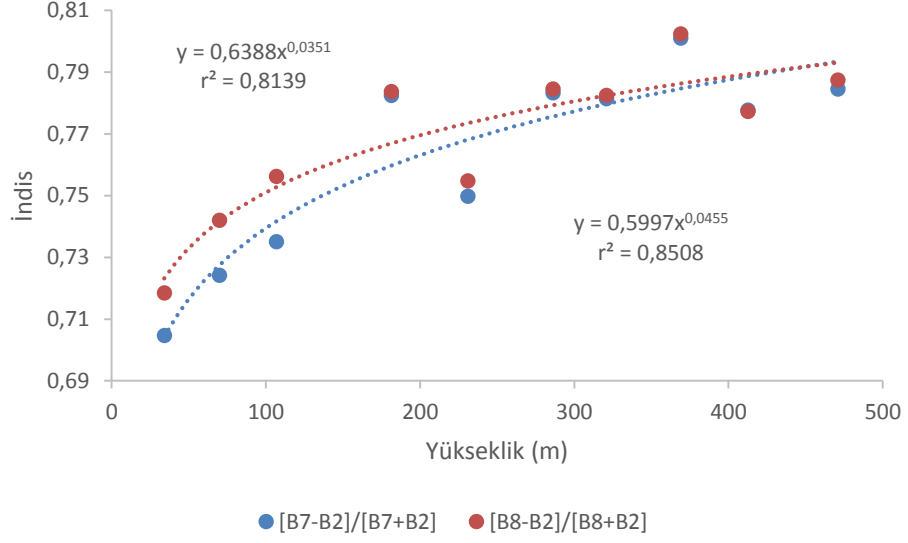
Yükseklik sınıflarına göre ortalamalar alınarak gerçekleştirilen analizde, 128 parsel için sonuçlar incelendiğinde, $[B7-B2]/[B7+B2]$, $[B8-B2]/[B8+B2]$, $B2/B7$, $B2/B8$ ve $B5/B6$ ortalama indis değerleri, ortalama yükseklik değerleri ile $r=0,792$, $0,792$, $-0,789$, $-0,749$ ve $0,660$ ile en yüksek korelasyonlu indisler olarak belirlenmişlerdir. Şekil 4.54’de 128’e 128’lik $[B7-B2]/[B7+B2]$ ve $[B8-B2]/[B8+B2]$ indisleri ile yükseklik arasındaki regresyon eğrileri gösterilmektedir. 1769 noktanın sınıflandırılması ile gerçekleştirilen analizde ise, $[B7-B2]/[B7+B2]$, $[B8-B2]/[B8+B2]$, $B2/B7$, $B5/B6$ ve $B2/B8$ ortalama indis değerleri yükseklik ile $r=0,847$, $0,814$, $-0,818$, $0,772$ ve $-0,734$ ile en yüksek korelasyonlu indisler olarak belirlenmişlerdir. Şekil 4.55’de 1769’a 1769’luk noktanın sınıflandırmasında $[B7-B2]/[B7+B2]$ ve $[B8-B2]/[B8+B2]$ indisleri ile yükseklik arasındaki regresyon eğrileri ile gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar hem parsel bazında hem de asma bazında sonuçların örtüşüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.9 : Korelasyon analizinde asma bazında veri setlerinin genel görünümü.

Yükseklik Sınıfı (m)	Nokta-Asma ID	Yükseklik (m)	[B7-B2]/[B7+B2]	AORT		
				Yükseklik Sınıfı (m)	Yükseklik (m)	[B7-B2]/[B7+B2]
0-50	8	30,000	0,678	0-50	34,092	0,705
	9	30,000	0,674	50-100	69,850	0,724
	10	30,000	0,650	100-150	106,875	0,735
	11	30,000	0,675	150-200	181,262	0,782
	12	30,000	0,667	200-250	230,857	0,750
	21	48,000	0,751	250-300	286,226	0,783
	22	48,000	0,638	300-350	320,862	0,781
	23	49,000	0,799	350-400	368,990	0,801
	24	43,000	0,880	400-450	412,516	0,778
	25	45,000	0,788	450-500	470,989	0,784
	26	49,000	0,791		<i>r</i>	<i>0,847</i>
	27	44,000	0,779			
	28	40,000	0,707			
	29	40,000	0,666			
.	.	.				
.	.	.				
.	.	.				
<i>AORT</i>		<i>34,092</i>	<i>0,705</i>			



Şekil 4.54 : 128 bağ parselinin için yükseklik-inds ilişkisi.



Şekil 4.55 : Bağ alanlarındaki 1769 noktanın yükseklik-ındis ilişkisi.

[B8-B2]/[B8+B2] ve B2/B8 indisleri daha önceki kısımlarda TBAİM arazisinde gerçekleştirilen su stresi ve fotosentez ile ilgili optimum indis belirleme çalışmalarında toplam veri ile üretilen indislerdir. [B8-B2]/[B8+B2] fotosentez ile pozitif, su stresi ile ise negatif korelasyonlu olarak belirlenmiştir ve B2/B8 ise tam tersidir. B2/B8 indisinin Pigment-specific simple ratio (PSSRc) (B7/B2) indisi ile ve [B8-B2]/[B8+B2] indisinin ise Pigment-specific normalized difference (PSNDc) ([B7-B2]/[B7+B2]) indisi ile benzerliği önceki kısımlarda anlatılmıştır (Blackburn, 1998). Ayrıca, [B7-B2]/[B7+B2], [B8-B2]/[B8+B2], B2/B7 ve B2/B8 indisleri topografik parametrelerden yükseklik ile yüksek ilişkili olarak belirlenmiştir. Bu ilişki hem 128'e 128 bağ parseli ortalama değerlerin, hem de 1769'a 1769 asmalara ait noktasal değerlerin korelasyonları ile açıkça ortaya konulmuştur. WV-2 uydusu üreticisi Digital Globe firmasının kaynaklarına göre; WV-2 görüntüsünün ikinci bandı olan mavi, bitki içerisindeki klorofil tarafından emilir. Yedinci bant olan NIR1 bandı nem içeriği ve bitki biyo-kütlesinin tahmininde efektif bir rol oynar, su kütlelerini bitkiden etkin bir şekilde ayırır ve bitki tipini belirlemede çok etkilidir. Sekizinci bant yani NIR2 ise yedinci bandın (NIR1) tüm özelliklerini taşır, atmosferik etkiden yedinci banda göre daha az etkilenir ve daha geniş kapsamlı bitki analizlerine ve biyo-kütle çalışmalarına olanak sağlar (Digital Globe, 2010).

Çıkan sonuçlar doğrultusunda, [B7-B2]/[B7+B2] ve [B8-B2]/[B8+B2] indis değerlerinin yükseklikle arttığını çıkmaktadır. Bu demek oluyor ki indislerin en başta fotosentez ile olan ilişkileri göz önünde bulundurulduğunda, yükseklik artınca

fotosentez artar. Bu noktada yükseklik ile fotosentez arasındaki ilişkiyi incelemek gerekmektedir. En basit şekliyle fotosentez: su, karbondioksit ve güneş ışığı kullanarak, besin ve oksijen üreten bir mekanizma (MSU, 2014) şeklinde açıklanabilir.

Atmosferik gaz içeriği, sabit konsantrasyonlu gazlar için (nitrojen, oksijen, argon, karbondioksit... vd.), içinde bulunduğumuz troposferde değişmez (Mohanakumar, 2008; Eken ve diğ., 2013; Vikipedi, 2013) ve bu durumda yükseklik arttıkça bitkinin oksijen ve karbondioksit gibi gazlara bağlı olarak faaliyetlerinde değişiklik olmaz.

Ancak yükseklik arttıkça atmosfer yoğunluğu sis, bulut gibi katmanlar azalır. Bitkinin üstündeki sis, bulut gibi tabakaların azalması güneş ışığını daha çok almasına sebep olur, çünkü güneş ışığı daha az saçılarak ve emilerek bitkiye daha çok ulaşır. Atmosfer yoğunluğunun azalması ve açık bir havanın olmasından dolayı güneş ışınlarının direkt olarak daha yüksek şiddetle bitki tarafından tutulmasını sağlar (Gale, 2004) ve bu durum fotosentezi hızlandırır. Güneş ışığı arttıkça fotosentez hızı da artar (Klaring ve Krumbein, 2013). Yükseklik arttıkça havanın yoğunluğu azalır ve basıncı düşer (Kimball, 1919). Ayrıca atmosfer basıncı yükseklik ile azalması stoma açıklığının artmasına sebep olur ve yükseklik ile birlikte azalan basınç da bitki faaliyetlerinin hızlandırır (Bonan, 2008). Bu koşulların hepsi $[B7-B2]/[B7+B2]$ ve $[B8-B2]/[B8+B2]$ indis değerlerinin yani fotosentezin, yükseklikle neden arttığını açıklamaktadır.

4.3 İklim Verilerinin Enterpolasyonu

Bu bölümde M-IDW ile üretilen T_a , P_t , RH ve W_s sonuçlarını standart IDW, OK ve OCK sonuçları ile kıyaslayacağız. IDW ve OK yöntemlerinin kıyaslanmasında kullanılan meteorolojik istasyonlara (8, 9, 15, 19, 20 ve 21) ait veri setleri burada da test veri olarak kullanılmıştır. M-IDW, IDW, OK ve OCK için RMSE sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

T_a enterpolasyonu için, M-IDW sekiz ay (3. ve 10. aylar arasında) için IDW'den daha iyi sonuçlar vermektedir. 2. ve 11. ayların sonuçları birbirine çok yakındır ancak 1. ve 12. aylarda LST görüntülerinin sayısının az olması ve bulutluluk miktarlarının fazla olmasından dolayı IDW sırası ile 1,46 ve 2,23°C ile daha iyi sonuçlar üretmiştir. M-IDW yedi ay için (3., 4., 5. 6., 7., 9. ve 10.) OK'den daha iyi sonuç üretmiştir. 2., 8. ve 11. aylarda OK sonuçları çok az daha iyidir ancak yine 1. ve 12. aylarda bulutluluktan dolayı OK daha iyidir. M-IDW, OCK'ye göre beş ay için (3., 4., 5., 9., 10. ve 11.) daha

iyi sonuç üretmiştir. 2., 6., 7. ve 8. aylarda sonuçlar çok yakın olmakla beraber OCK çok az daha iyidir, ancak yine 1. ve 12. aylarda bulutluluktan dolayı OCK daha iyidir. OCK yöntemi bu çalışmada önerilen M-IDW yöntemi gibi LST verisini kullanmaktadır, ancak OCK LST verisini co-variant veri olarak kullanırken kullandığı semivariogram yaklaşımı ile M-IDW kadar bulutluluktan etkilenmemiştir. M-IDW ise LST verisini direkt veri olarak kullandığı için LST verisinde kış aylarında bulutluluktan ve az görüntü sayısından dolayı oluşabilecek hatalarda daha fazla etkilenmektedir.

P_t interpolasyonunda ise M-IDW 3. ve 8. aylar arasında ve 10. ayda IDW'ye göre daha iyi sonuçlar üretmiştir. 9. ayda sonuçlar çok çok yakındır (0,05mm fark ile IDW daha iyi). 2. ve 11. aylarda sonuçlar yakın çıkmasına rağmen IDW daha iyi sonuçlar üretmiştir. Bununla beraber IDW 1. ve 12. aylarda çok daha iyi sonuçlar üretmiştir, bunun sebebi yine M-IDW'nin bu aylardaki uydu görüntüsü kalitesindeki ve sayısındaki sorunlardır. M-IDW 4. ve 8. aylar arasında ve 10. ayda daha iyi sonuçlar üretmiştir. 9. ayda sonuçlar çok çok yakındır. 3., 9. ve 11. aylarda sonuçlar çok yakın çıkmasına rağmen OK daha iyi sonuçlar üretmiştir. OK 1., 2. ve 12. aylarda çok daha iyi sonuçlar üretmiştir. M-IDW OCK'ye göre 4., 6., 7. ve 10. aylarda daha iyi sonuç üretmiştir. 3., 5., 8., 9. ve 11. aylarda sonuçlar birbirine oldukça yakındır ancak OCK sonuçları biraz daha iyidir. Bununla beraber, OCK 1., 2. ve 12. aylarda çok daha iyi sonuçlar üretmiştir.

RH interpolasyonu incelendiğinde kış ayları dışındaki sonuçlar birbirine çok yakın olsada 8. ay dışında M-IDW IDW'ye göre daha iyi sonuç üretememiştir. 1., 2. ve 12. aylarda IDW sonuçları çok daha iyi çıkmıştır, bu aylar dışındaki aylarda ise iki yöntemin sonuçları genel olarak birbirine yakındır. M-IDW OK'ye göre 8., 9. ve 11. aylarda daha iyi sonuç üretmiştir. 1., 2. ve 12. aylar dışındaki aylarda sonuçlar birbirine çok yakındır ancak bu aylarda OK çok daha iyi sonuç üretmektedir. M-IDW OCK'ye göre 7. ve 11. aylarda daha iyi sonuç üretmiştir. 3., 4., 5., 6., 8., 9. ve 10. aylarda sonuçlar birbirine yakındır ancak OCK daha iyidir, ancak yine 1., 2. ve 12. aylarda OCK çok daha iyi sonuç üretmektedir.

W_s interpolasyonunda ise sekiz ay (4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11. ve 12. aylar) için M-IDW yöntemi IDW'ye göre daha iyi sonuç vermektedir. Diğer aylarda IDW ve M-IDW sonuçları çok çok yakındır ancak IDW çok az daha iyi sonuç üretmiştir. M-IDW OK'ye göre tüm aylarda daha iyi sonuç üretmektedir. M-IDW OCK'ye göre beş ay

(5., 6., 7., 8. ve 9.) için daha iyi sonuç üretmektedir. OCK sonuçları ile M-IDW sonuçlarından 10. ayda daha iyidir ancak 10. ay dışındaki aylarda OCK daha iyi sonuç üretse de sonuçlar birbirine çok çok yakındır.

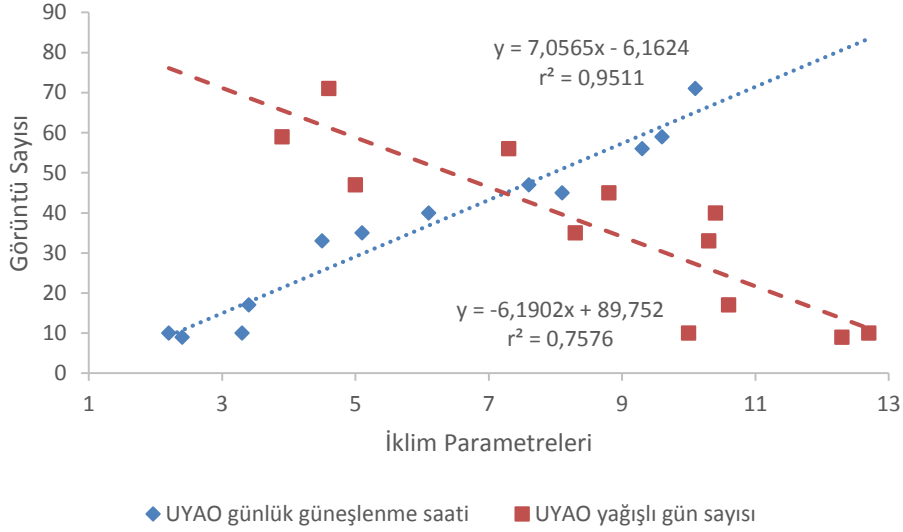
M-IDW’de kullanılan görüntü sayıları Çizelge 4.11’de görülmektedir. Sonuçların görüntü sayısı ile doğrudan ilişkili olduğu ortadadır. Ayrıca Çizelge 4.11’de Trakya bölgesindeki UYAO günlük güneşlenme süreleri ve yağışlı gün sayıları görülmektedir. Şekil 4.56’da UYAO günlük güneşlenme süreleri ve yağışlı gün sayıları ile kullanılan aylık görüntü sayıları arasındaki korelasyonlar gösterilmektedir. Aylık görüntü sayısı, UYAO güneşlenme saatleri ile $r=0,98$ ($r^2=0,95$) ve yağışlı gün sayısı ile $r=-0,87$ ($r^2=0,76$) değerleri ile korelasyonludur. Özellikle M-IDW sonuçlarının daha kötü olduğu kış aylarındaki düşük güneşlenme saatleri ve yüksek yağmurlu gün sayısı açık bir şekilde görülmektedir, bu değerler görüntü sayısının neden kış aylarında az olduğunun da bir göstergesidir. Özetle elde edilen sonuçlar kış ayları dışında özellikle T_a , P_t ve W_s enterpolasyonu için M-IDW’nin iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır. M-IDW’nin RH sonuçları ise kış ayları sonuçları dışında diğer yöntem sonuçlarına yakın sonuçlar üretse de genel olarak T_a , P_t ve W_s sonuçları kadar başarılı değildir.

Çizelge 4.10 : Enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması (en iyi sonuçlar koyu ve altı çizili olarak gösterilmektedir).

Görüntü Sayısı	Ay	T _a RMSE (°C)				P _t RMSE (mm)				RH RMSE (%)				W _s RMSE (m/s)			
		M-IDW	IDW	OCK	OK	M-IDW	IDW	OCK	OK	M-IDW	IDW	OCK	OK	M-IDW	IDW	OCK	OK
9	1	2,03	0,57	0,77	0,79	22,30	9,69	10,64	10,55	21,66	2,78	3,14	2,93	0,54	0,52	0,46	0,61
17	2	1,19	0,37	0,51	0,47	9,84	5,38	5,36	5,35	8,68	2,67	2,87	3,53	0,49	0,48	0,43	0,58
33	3	0,27	0,37	0,44	0,33	8,95	9,51	8,64	8,44	5,08	2,58	2,86	3,37	0,43	0,41	0,32	0,56
40	4	0,19	0,98	1,25	0,73	5,69	6,11	5,88	6,50	6,39	2,81	2,65	3,21	0,31	0,48	0,30	0,45
45	5	1,05	1,23	0,78	1,08	7,96	9,37	5,52	10,05	3,88	3,60	2,79	3,80	0,32	0,54	0,35	0,53
56	6	0,66	0,82	0,60	0,75	4,60	5,75	5,14	6,79	5,72	3,23	2,46	3,77	0,27	0,47	0,37	0,46
71	7	0,60	0,81	0,55	0,63	5,26	5,60	6,48	6,21	5,09	4,07	5,50	3,64	0,25	0,50	0,36	0,52
59	8	0,73	0,75	0,59	0,70	4,70	5,71	4,55	5,07	4,29	4,45	4,05	4,48	0,22	0,37	0,28	0,36
47	9	0,71	0,79	0,79	0,97	6,78	6,73	6,00	6,12	4,22	4,19	4,17	4,66	0,22	0,52	0,29	0,53
35	10	0,58	0,75	0,61	0,91	7,98	8,73	10,85	10,82	6,18	3,16	3,86	3,80	0,78	0,91	0,35	0,99
10	11	0,87	0,75	0,91	0,85	14,85	13,58	13,11	13,65	3,39	3,28	3,52	3,76	0,42	0,43	0,36	0,48
10	12	2,75	0,53	0,58	0,63	34,60	9,70	10,48	11,30	10,89	3,21	3,49	3,73	0,41	0,46	0,35	0,59

Çizelge 4.11 : Trakya bölgesi uzun yıllar ortalama güneşlenme süreleri ve yağışlı gün sayıları.

Parametre \ Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Güneşlenme saati	2,4	3,4	4,5	6,1	8,1	9,3	10,1	9,6	7,6	5,1	3,3	2,2
Yağışlı gün	12,3	10,6	10,3	10,4	8,8	7,3	4,6	3,9	5,0	8,3	10,0	12,7



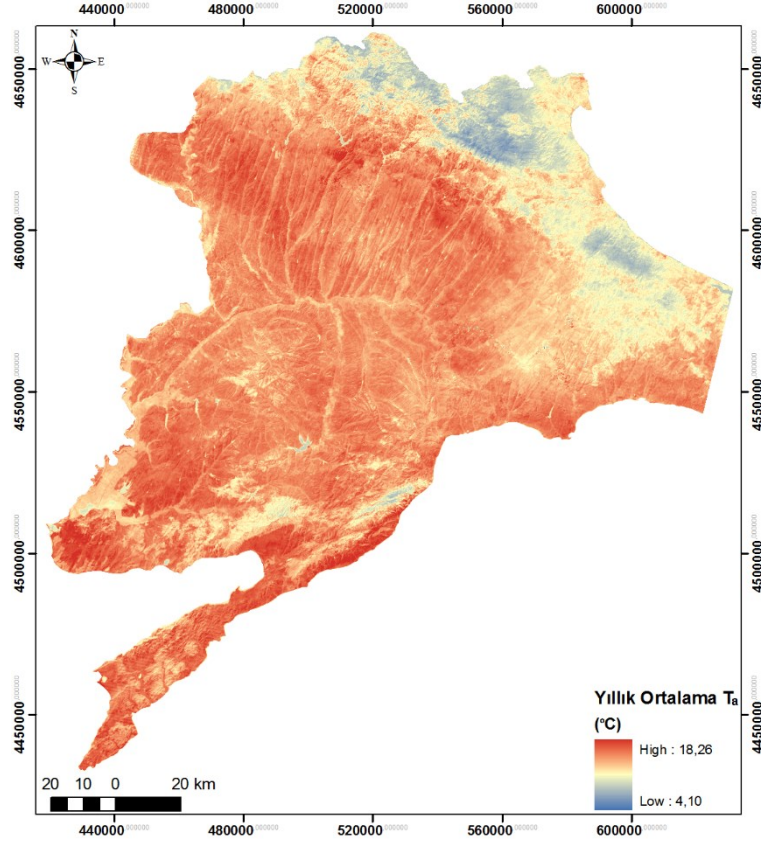
Şekil 4.56 : İklim verileri ile kullanılan aylık görüntü sayılarının korelasyonları.

4.4 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Kullanarak Bağcılık İçin Uygun Alanların Tespiti

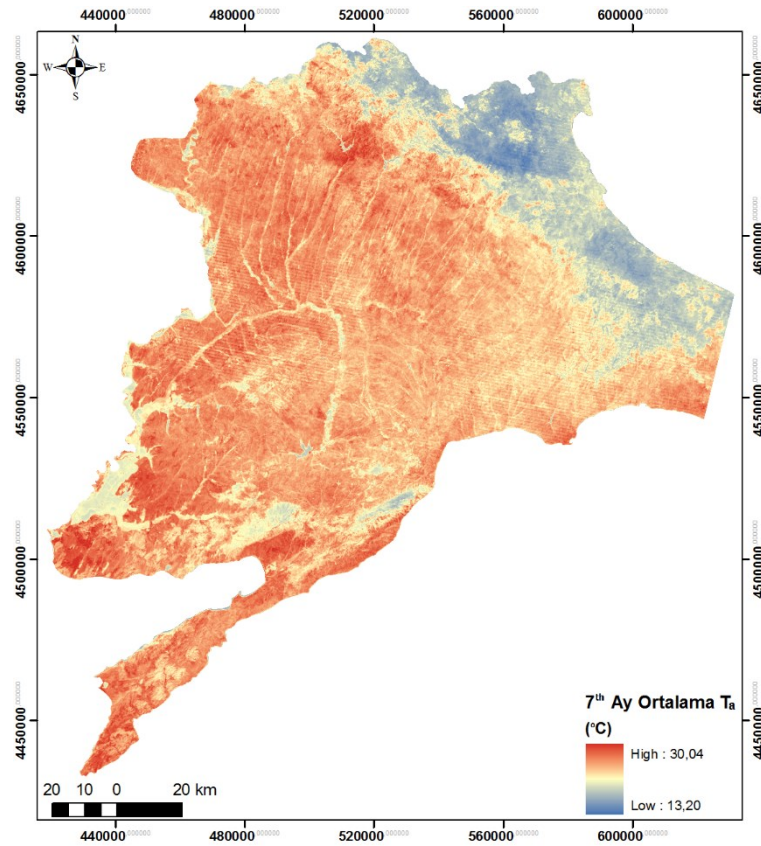
Çalışmanın bu kısmında bağcılık için uygun alanların belirlenmesi amacıyla kullanılacak ÇKKVY için gerekli olan iklim, topografik ve toprak parametreleri oluşturulacaktır. Sonrasında ÇKKVY ile belirlenen bağcılık için uygun alanlar sonuçları mevcut bağ alanları ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verim verileri ile birlikte değerlendirilecektir.

4.4.1 İklim parametreleri

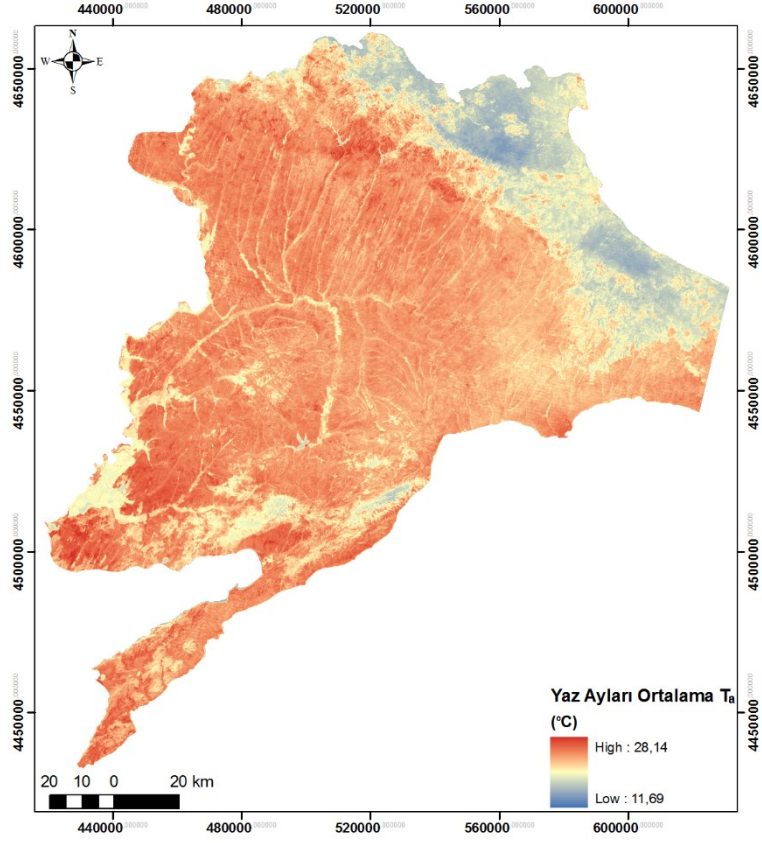
Enterpolasyon işlemi sonucunda temel olarak her ay için T_a , P_t , RH ve W_s haritaları üretilmiştir daha sonrasında bu haritalar çalışmanın daha önceki bölümlerinde de anlatıldığı üzere bağ alanlarının belirlenmesinde kullanılacak iklim isteği parametrelerine dönüştürülmüştür. Bu amaçla ÇKKVY analizinde kullanılmak üzere üretilen uzun yıllar iklim parametreleri sırası ile: 1) Yıllık ortalama T_a (Şekil 4.57), 2) En sıcak ay ortalaması (7. ay) (Şekil 4.58), 3) Yaz ayları T_a ortalaması (Şekil 4.59), 4) Gelişim dönemi (1 Nisan - 30 Ekim) T_a ortalaması (Şekil 4.60), 5) Gelişim dönemi etkili sıcaklık toplamı (EST) (Şekil 4.61), 6) Gelişim dönemi RH ortalaması (Şekil 4.62), 7) Ortalama yıllık P_t (Şekil 4.63), 8) Gelişim dönemi ortalama W_s (Şekil 4.64).



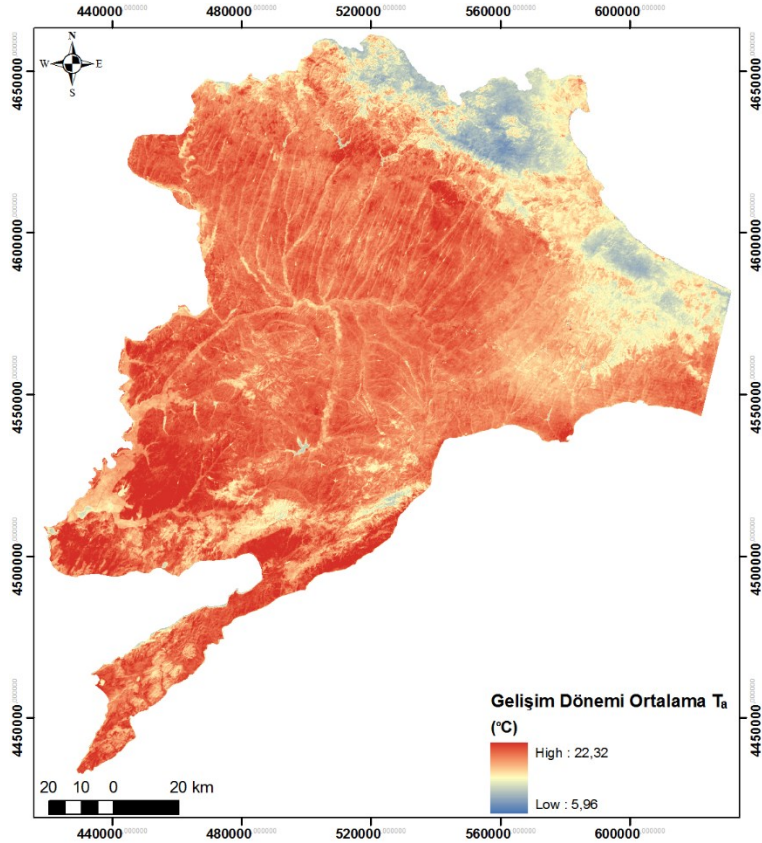
Şekil 4.57 : Uzun yıllar ortalama yıllık T_a .



Şekil 4.58 : Uzun yıllar en sıcak ay T_a ortalaması (7. ay).

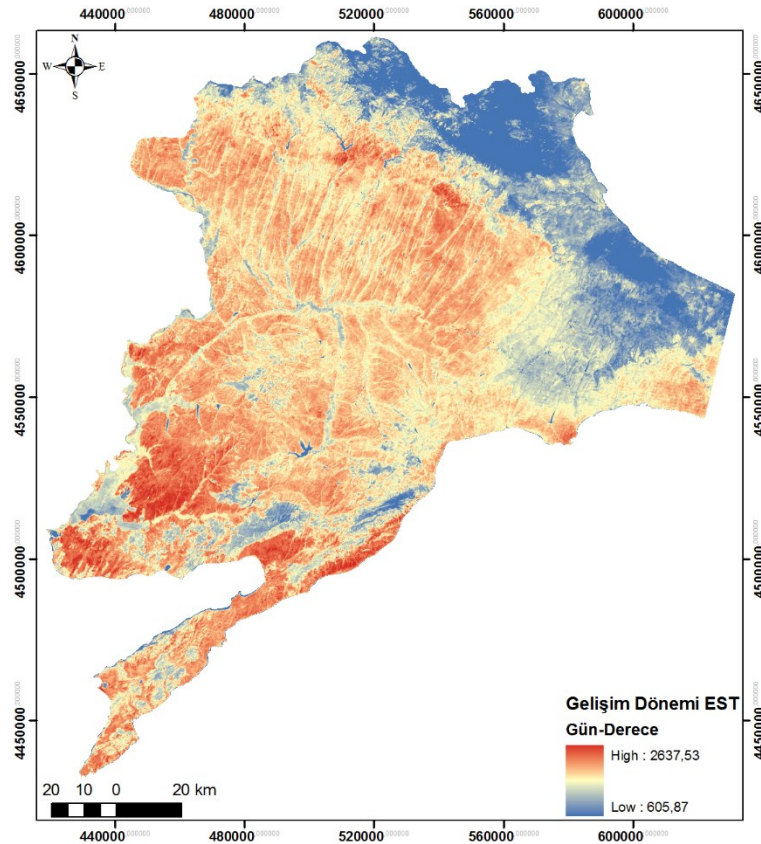


Şekil 4.59 : Uzun yıllar yaz ayları T_a ortalaması.

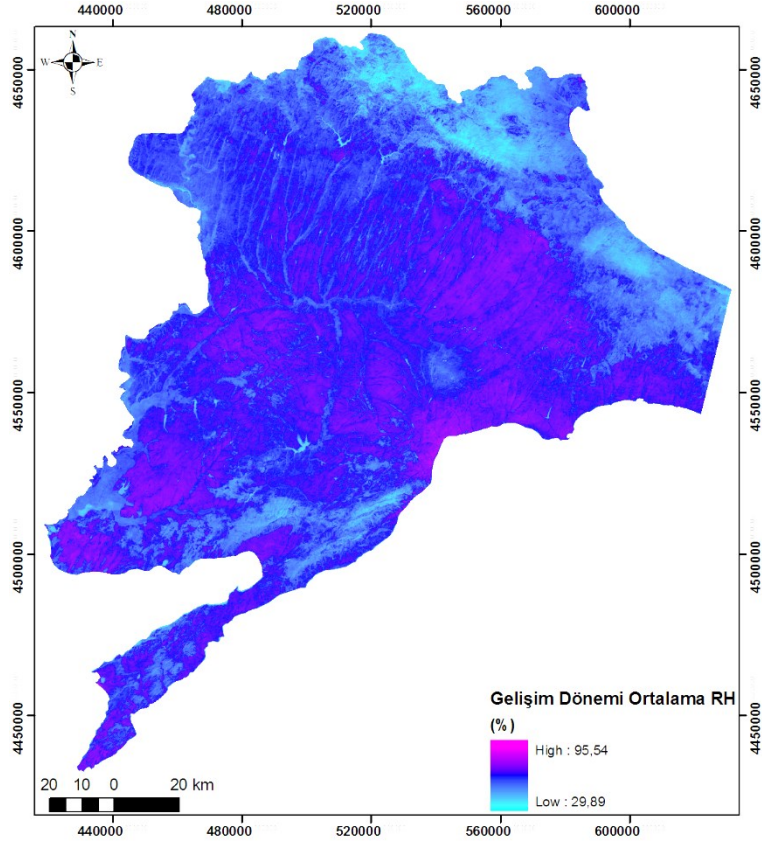


Şekil 4.60 : Uzun yıllar gelişim dönemi T_a ortalaması.

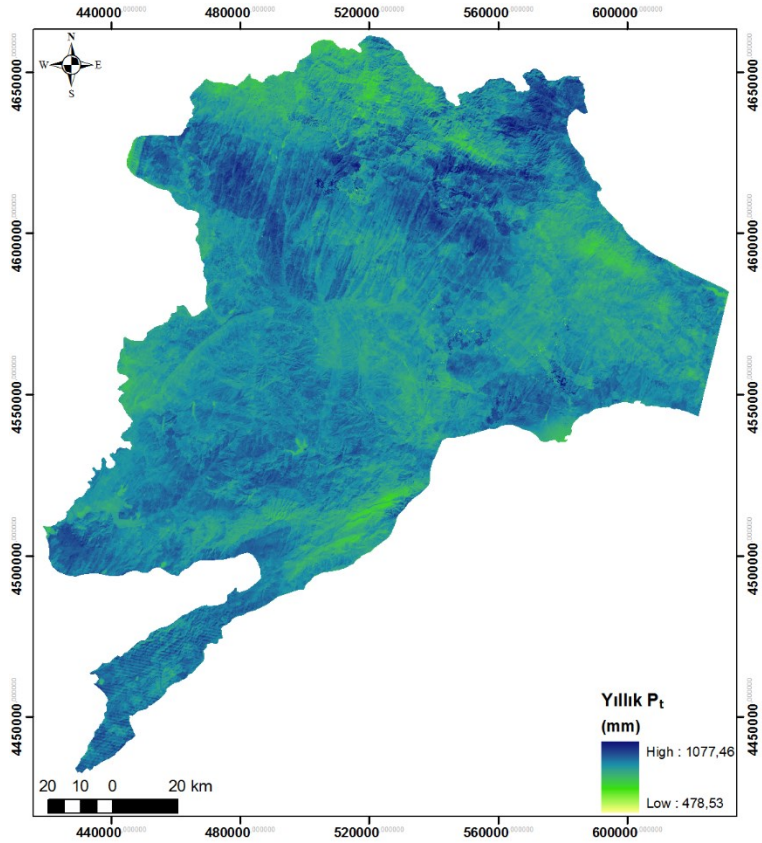
Bağcılık iklim isteklerinde bulunan ancak ÇKKVY analizinde kullanılmayan parametre ise “en soğuk ay T_a ortalamasıdır”, çünkü çalışma alanının minimum değeri bağcılık için kritik kış sıcaklığı olan -2°C üstüdür. Oluşturulan haritaların genel değerlendirilmesi şu şekilde yapılabilir. Uzun yıllar ortalama yıllık T_a , en sıcak ay T_a , yaz ayları T_a , gelişim dönemi T_a ve etkili sıcaklık toplamı (EST) değerlerine göre dağlık kesimler ve ormanlık alanlar dışında kalan bölgelerin bağcılık için elverişli olduğu gözlenmektedir. Trakya’da genel olarak nemli bir bölgedir ve ortalama RH değerleri %72’dir ve uzun yıllar ortalama gelişim dönemi RH değerlerine göre hastalık ve fotosentez açısından iç kısımlardaki düzlüklere göre kuzey ve güney kısımlar bağcılık için daha uygundur. Yağış değerleri açısından genel olarak tüm Trakya’nın bağcılık için uygun olduğu söylenebilir. Uzun yıllar gelişim dönemi W_s ortalaması incelendiğinde Tekirdağ’ın Marmaraaereğlisi, Şarköy, Saray (Kuzeydeki yüksek rakımlı bölgeler) İlçelerinin, Edirne’nin denize yakın güney kesimlerinin (İpsala ve Keşan) ve Çanakkale/Gelibolu’nun yüksek kesimlerinin bağcılık için uygun olmadığı görülmektedir. Üretilen iklim parametrelerine ait sınıfların alansal ve yüzdelik dağılım değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.



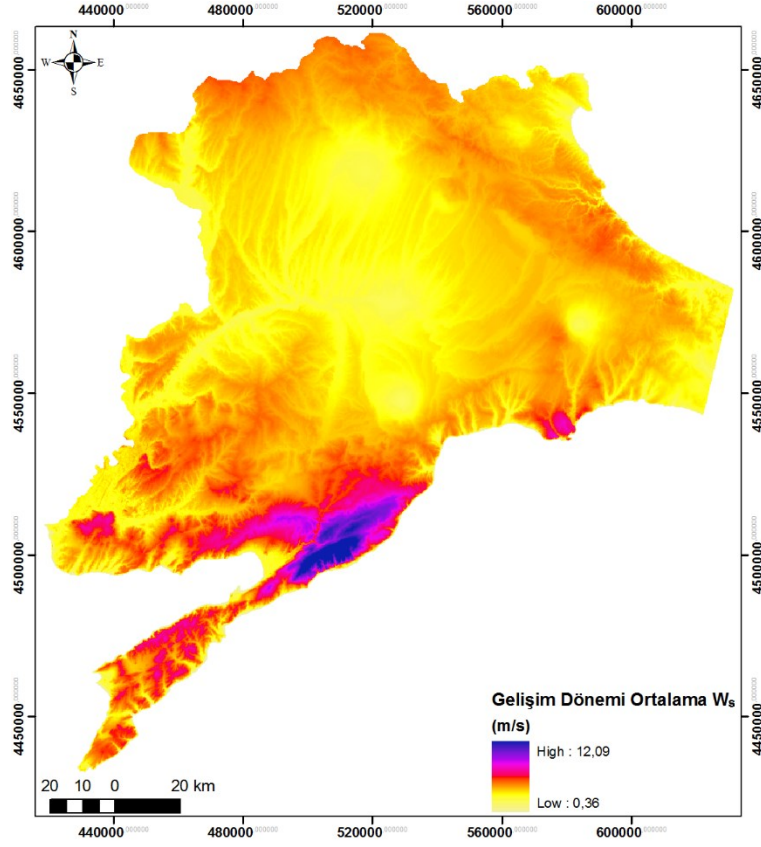
Şekil 4.61 : Uzun yıllar gelişim dönemi EST.



Şekil 4.62 : Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması.



Şekil 4.63 : Uzun yıllar ortalama yıllık P_t.



Şekil 4.64 : Uzun yıllar gelişim dönemi W_s ortalaması.

Çizelge 4.12 : İklim parametrelerinin alansal dağılımları.

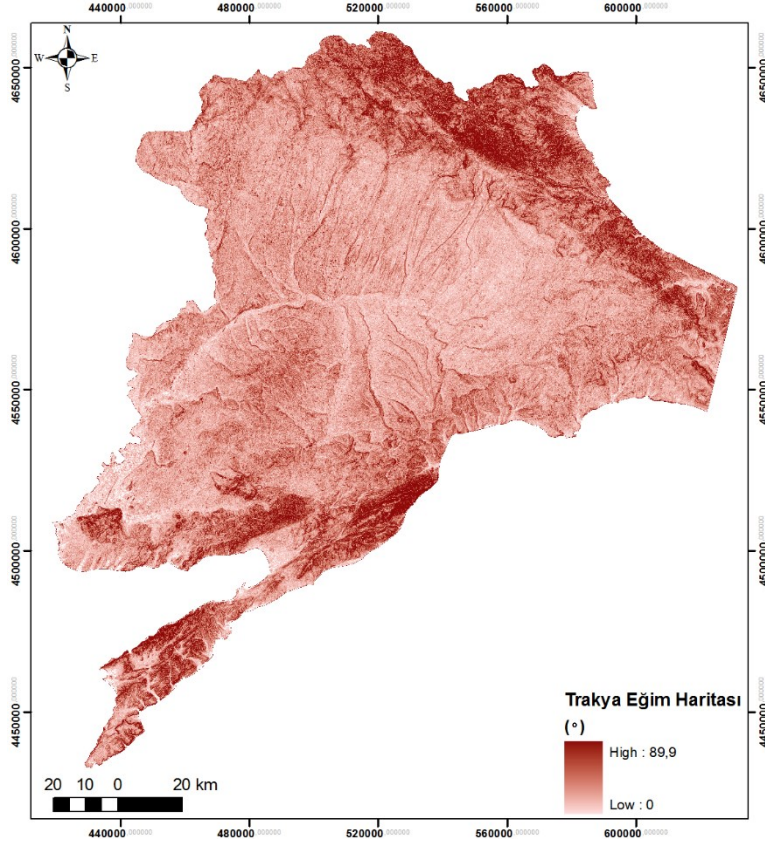
İklim Parametreleri	Sınıf	Ağırlık	Alan (ha)	%'lik dilimi
Uzun yıllar yıllık T_a ortalaması (°C)	<9	1	14406	0,66
	9-11	9	173435	7,89
	11-16	10	2001990	91,10
	>16	1	7700,47	0,35
Uzun yıllar en sıcak ay T_a ortalaması (°C)	<18	1	173209	7,88
	>18	10	2024320	92,12
Uzun yıllar en soğuk ay T_a ortalaması (°C)	<-2	1	0	0,00
	>-2	10	2197532	100
Uzun yıllar yaz ayları T_a ortalaması (°C)	<20	1	458912	20,88
	20-35	10	1738620	79,12
	>35	1	0	0,00
Uzun yıllar gelişim dönemi T_a ortalaması (°C)	<13	1	56794,5	2,58
	>13	10	2140740	97,42
Uzun yıllar EST toplamı ortalaması (Gün-Derece)	<900	1	153010	6,96
	>900	10	2044520	93,04
Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması (%) – Hastalıklar bazında sınıflandırma	0-10	10	0	0,00
	10-20	9	0	0,00
	20-30	8	1,62026	0,00
	30-40	7	5,13083	0,00
	40-50	6	27849,7	1,27
	50-60	5	293670	13,36
	60-70	4	1071470	48,76
	70-80	3	802956	36,54
	80-90	2	1561,39	0,07
90-100	1	11,2518	0,00	
Uzun yıllar gelişim dönemi RH ortalaması (%) – Fotosentez bazında sınıflandırma	0-40	1	6,75109	0,00
	40-50	9	27849,7	1,27
	50-60	10	293670	13,36
	60-70	9	804529	36,61
	70-100	1	1071470	48,76
Uzun yıllar yıllık toplam P_t (mm)	0-300	1	711,925	0,03
	300-500	9	185014	8,42
	500-600	10	840221	38,24
	600-900	9	1170470	53,26
	>900	1	1114,2	0,05
Uzun yıllar gelişim dönemi ortalama W_s (m/s)	0-0,972	1	8419,6	0,38
	0,972-3,805	10	1965900	89,46
	>3,805	1	223208	10,16

4.4.2 Topografik parametreler

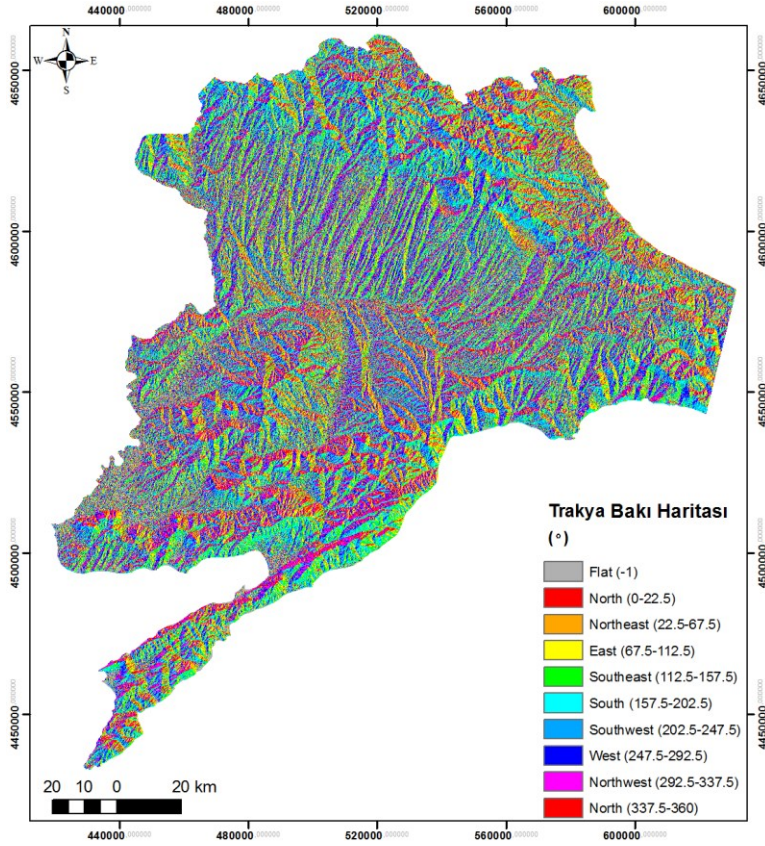
Topografik kriterler sırası ile eğim, bakı, yükseklik, denize yakınlık ve ormanların etkisi şeklindedir. Denize yakınlık ve ormanların etkisi havadaki nem oranı ve rüzgar ile ilişkili parametrelerdir (Bahar ve diğ., 2010). Uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan piksel bazında iklim parametreleri nem ve rüzgar bilgilerini

kapsamaktadır. Bu sebepten dolayı denize yakınlık ve ormanların etkisi parametreleri tekrar değerlendirmeye sokulmamıştır. Bu bölümde oluşturulan eğim, bakı ve yükseklik haritaları Şekil 4.65, Şekil 4.66 ve Şekil 4.67’de gösterilmektedir.

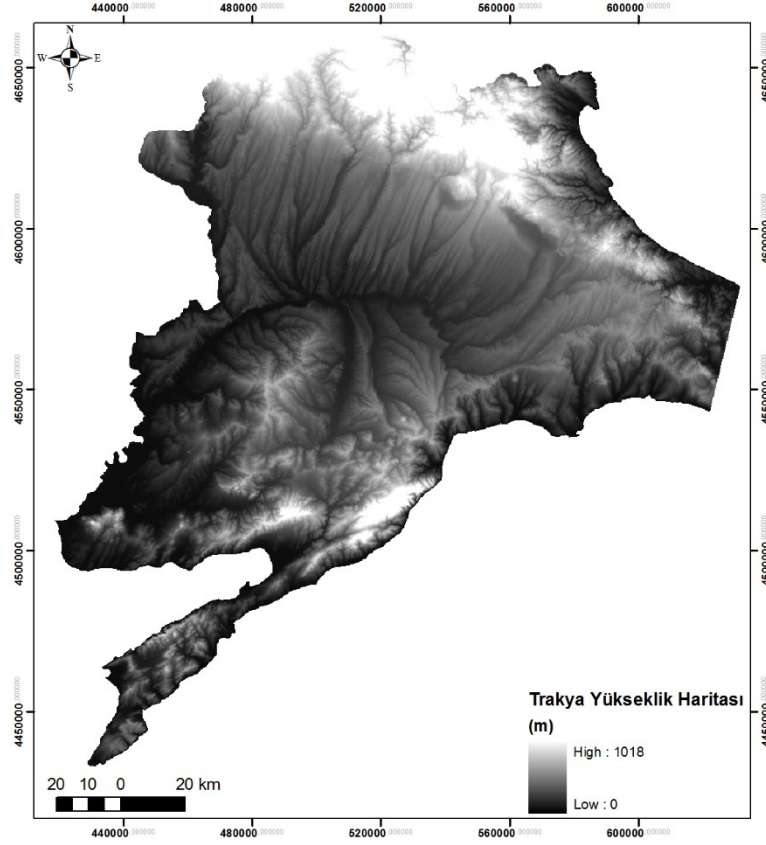
Eğimin en fazla olduğu yerler olarak Karadenize paralel olan dağlar ve güney sahillerinde Marmara ve Ege denizi kıyısındaki dağlar ön plana çıkmaktadır. Özellikle bağcılığın çok yoğun yapıldığı Şarköy İlçesinde çok eğimli araziler bulunmaktadır. Genel olarak iç kesimlere doğru gidildikçe eğim azalmaktadır. Çizelge 4.13’de de görüldüğü gibi 0°-2,5° ve 2,5°-5° eğimli araziler Trakyan’ın %60’dan fazla kısmını oluşturmaktadır, eğim açısından en uygun aralık olan 5°-7,5° eğimli araziler ise %16,84’lük bir dilimi oluşturmaktadır. Topografik özelliklerden dolayı, Karadenize paralel dağların deniz bakan taraflarında bakı kuzeydoğu, iç kısma bakan tarafları ise güneybatı yönlüdür. Güney kısımlarda ise yine dağların şekillerinde dolayı denize bakan yerler güneydoğu iç kısımlar is kuzeybatı yönlerindedir. Bununla beraber, Çizelge 4.13’te de görüldüğü gibi, bakı olarak belirgin ya da baskın bir yön olmamakla birlikte en fazla %13,64 ile güneydoğudur. En yüksek yerler ise yer yer 1000 metreyi aşan İstiranca’lar ve 900m’yi aşan Ganos’lardır, geri kalan alan genel olarak daha düşük rakımlıdır. Trakya’nın yükseklik değerleri incelendiğinde yaklaşık %90’lık arazinin 400m’ye kadar yükseklikte olduğu görülmektedir. Bu durum Trakyanın çok büyük bir bölümünün yükseklik dağılımı açısından bağcılık için son derece uygun olduğunu göstermektedir. Genel olarak topografik kriterler değerlendirildiğinde genel olarak en uygun yerler yükseklik ve eğimin daha az olduğu ve bakı açısından güneşlenmenin uzun saatler sürdüğü Kırklareli, Edirne ve Tekirdağ illerinin denize uzak iç kısımları göze çarpmaktadır.



Şekil 4.65 : Trakya eğim haritası.



Şekil 4.66 : Trakya bakı haritası.



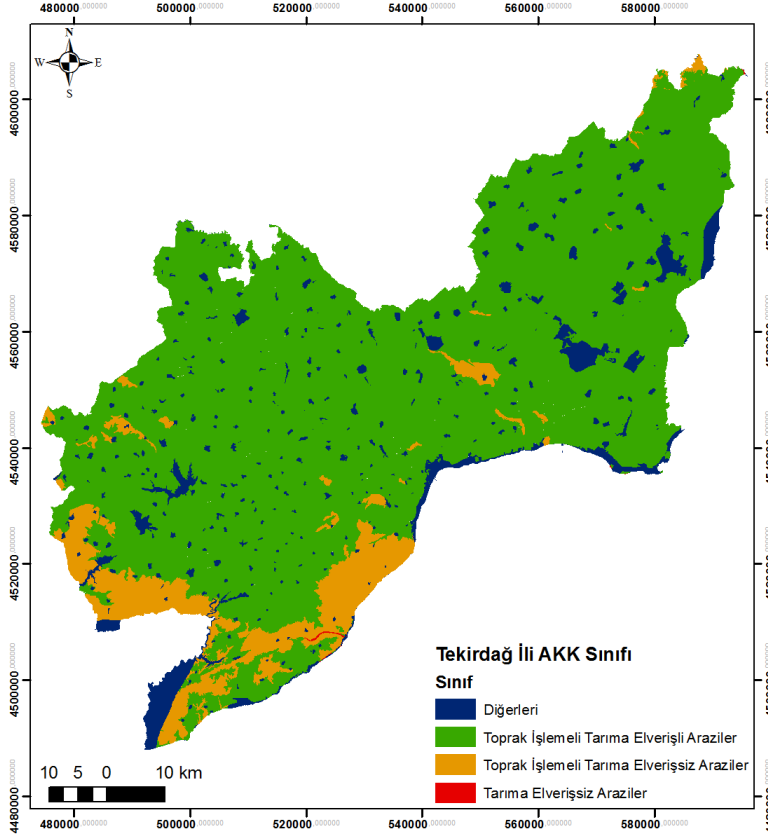
Şekil 4.67 : Trakya yükseklik haritası.

Çizelge 4.13 : Topografik parametrelerin alansal dağılımları.

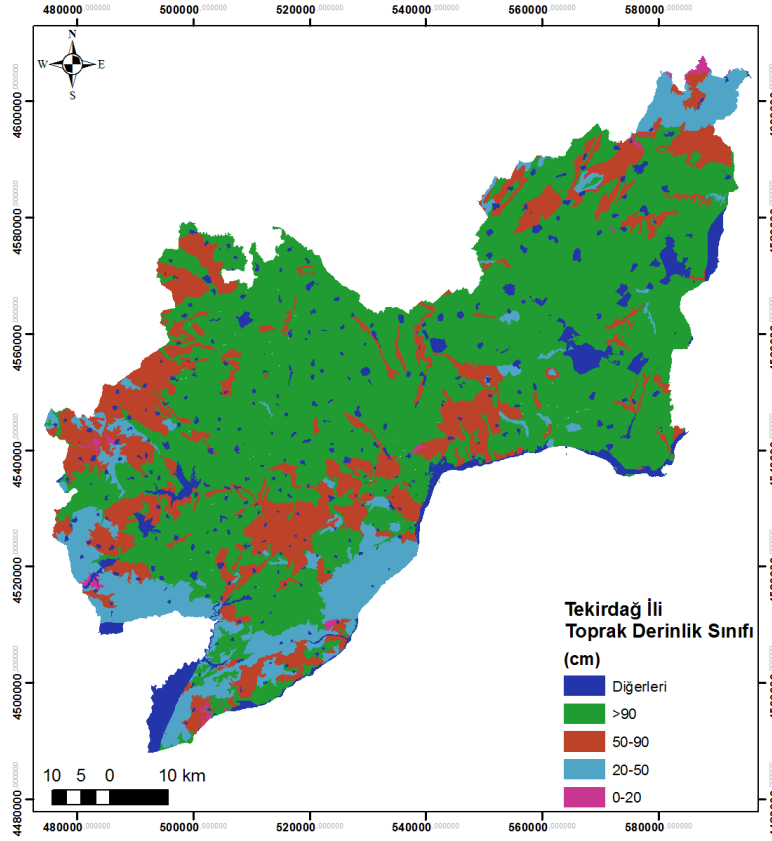
Topografik Parametre	Sınıf	Ağırlık	Alan (ha)	%'lik dilimi
Yükseklik (m)	0-416	10	2056940	93,60
	416-694	9	133628	6,08
	>694	1	6930,63	0,32
Eğim (°)	0-2,5	8	737388	33,56
	2,5-5	9	705864	32,12
	5-7,5	10	370115	16,84
	7,5-10	9	175035	7,97
	10-15	8	140668	6,40
	>15	1	68423,6	3,11
Bakı	Güney	10	277381	12,62
	Güneydoğu	9	299777	13,64
	Güneybatı	9	283122	12,88
	Düz	8	35256,2	1,60
	Doğu	7	270001	12,29
	Batı	7	298503	13,58
	Kuzeydoğu	6	228823	10,41
	Kuzeybatı	6	279328	12,71
Kuzey	5	225304	10,25	

4.4.3 Toprak parametreleri

Toprak parametreleri olarak elde edilebilen veriler doğrultusunda arazi kullanım kabiliyeti (AKK) ve toprak derinliği (DER) sınıfları bu çalışmada oluşturulan ÇKKVY analizinde değerlendirilmiştir (Şekil 4.68). Mevcut toprak haritası sadece Tekirdağ İlini kapsamaktadır. Bu durumda Toprak parametreleri sadece Tekirdağ için kullanılabilir. Tekirdağ İlinin %84'lük kısmı toprak işlemeli tarıma elverişli arazilerden oluşmaktadır ve %62'lik kısmında ise toprak derinliği 90cm'den daha derindir. Genel olarak değerlendirildiğinde Tekirdağ İlinin ağırlıklı olarak güney kesimlerinde tarıma elverişsiz toprak tipleri mevcuttur, bunula beraber iç kesimlerin, toprak derinliği ve arazi kullanım kabiliyeti göz önünde bulundurulduğunda bağcılık için daha uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 4.68 : Tekirdağ İli AKK sınıfı haritası.



Şekil 4.69 : Tekirdağ İli toprak derinlik sınıfı haritası.

Çizelge 4.14 : Toprak parametrelerin alansal dağılımları.

Toprak Parametre	Sınıf	Ağırlık	Alan (ha)	%'lik dilimi
Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	Toprak İşlemeli Tarıma Elverişli Araziler	10	520854	84,12
	Toprak İşlemeli Tarıma Elverişsiz Araziler	1	57039	9,21
	Tarıma Elverişsiz Araziler	1	41253,51	6,66
Toprak Derinliği(cm)	0-20	1	2546,8	0,41
	20-50	1	70415,4	11,37
	50-90	9	119952	19,37
	>90	10	384979	62,18

4.4.4 Çok kriterli karar verme yöntemi bulguları ve bulguların analizi

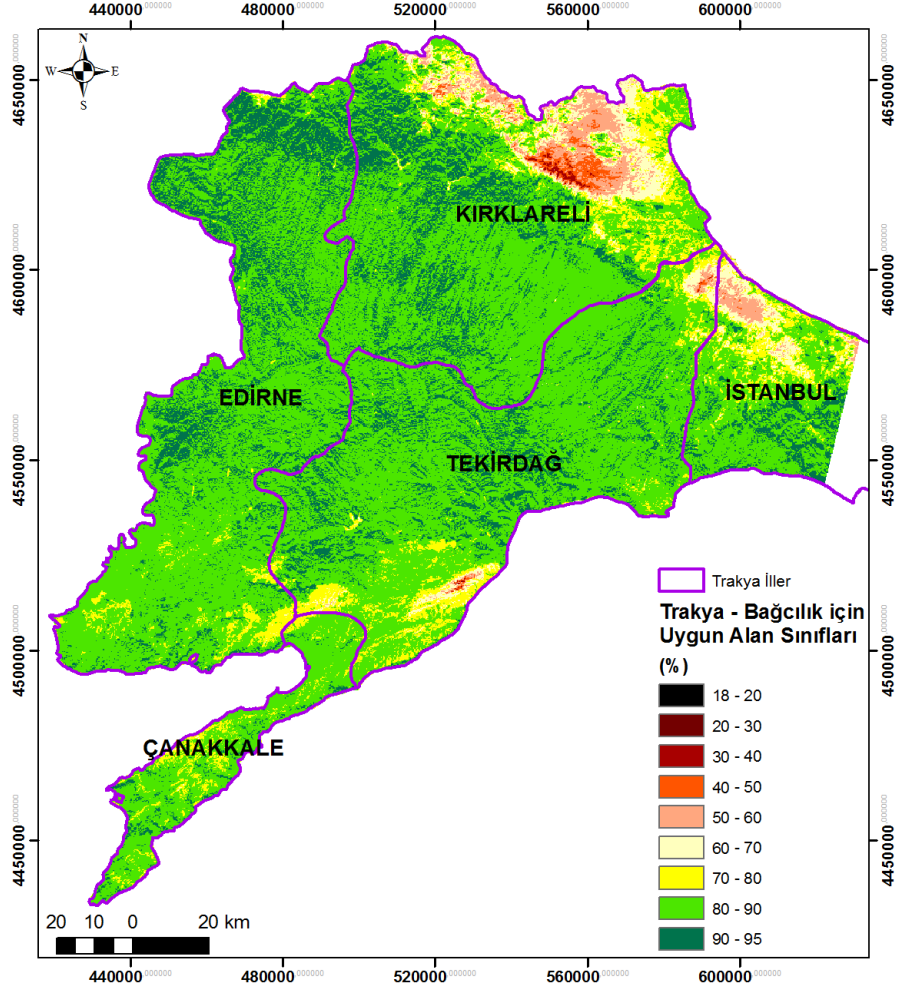
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Haritalama ve Analiz programı ArcGIS'in "raster calculator" modülü kullanılarak tüm parametreler eşit ağırlıklar ile üst üste bindirilmiştir. Sonuç olarak Trakya için iklim ve topografik kriterler kullanarak, Tekirdağ için ise iklim, topografik ve toprak kriterleri kullanarak bağcılık için uygun alan haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4.70 ve Şekil 4.71). Elde edilen uygun alan sonuçları 100 üzerinden değerlendirilecek şekilde hesaplanmıştır. Trakya ve Tekirdağ

için bulunan uygun alan sonuçlarında minimum ve maksimum değerler sırası ile %18-95 ve %16,9-94,6 şeklindedir.

Trakya için genel değerlendirme yapıldığında, iklim ve topografik parametreler doğrultusunda, çalışma alanının (2197531,47ha) çok büyük bir çoğunluğu (%83,55 ve 1835971ha) uygunluk sınıfı olarak %80 ve üzerinde değerlerle bağcılık için elverişlidir, bununla birlikte bağcılık için en uygun alanların (%90-100 sınıfı) güneyden kuzeye doğru gidildikçe artmaktadır. Özellikle Istranca dağlarının güney eteklerinin iklim ve topografik parametreler doğrultusunda bağcılık için geniş uygun alanların olduğu görülmektedir. Karadenize paralel dağlara bakan yüksek ve kuzey yönlü alanlar ile güneyde Ganos dağlarının yüksek noktalarının bağcılık için uygun olmadığı görülmektedir. Trakya bölgesi il bazında uygun alan sınıflarının alansal dağılımı Çizelge 4.15’de gösterilmektedir. Sonuçlar doğrultusunda %90-100 uygunluk sınıfının en çok olduğu il 131591ha alan ile Edirne’dir ve sonrasında sırası ile Kırklareli ve Tekirdağ İlleri gelmektedir. %90-100 sınıfı 379601ha ile Trakya’nın %17,28’sini oluşturmaktadır. %80-90 sınıfı 1456370ha ile %66,28’lik en büyük sınıfı oluşturmaktadır. %0-10 sınıfına ait bir alan bulunmamaktadır.

Çizelge 4.15 : Trakya illeri - bağcılık uygun alan sınıfları ve alan değerleri.

İller	Trakya - Bağcılık için uygun alan sınıfları (%) - Alansal (ha) dağılımları									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Tekirdağ	0,0	27,0	26,4	368,7	1175,5	3153,2	12147,5	56354,7	447149,0	102373,0
Kırklareli	0,0	0,0	9,4	3083,9	15801,3	37426,5	43903,6	61280,8	365664,0	110532,0
Edirne	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	91,2	1681,9	38147,5	447587,0	131591,0
İstanbul	0,0	0,0	0,0	4,5	1361,3	8233,5	17890,9	28551,2	101583,0	23003,8
Çanakkale	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	749,9	1422,1	24141,8	89470,8	10097,7



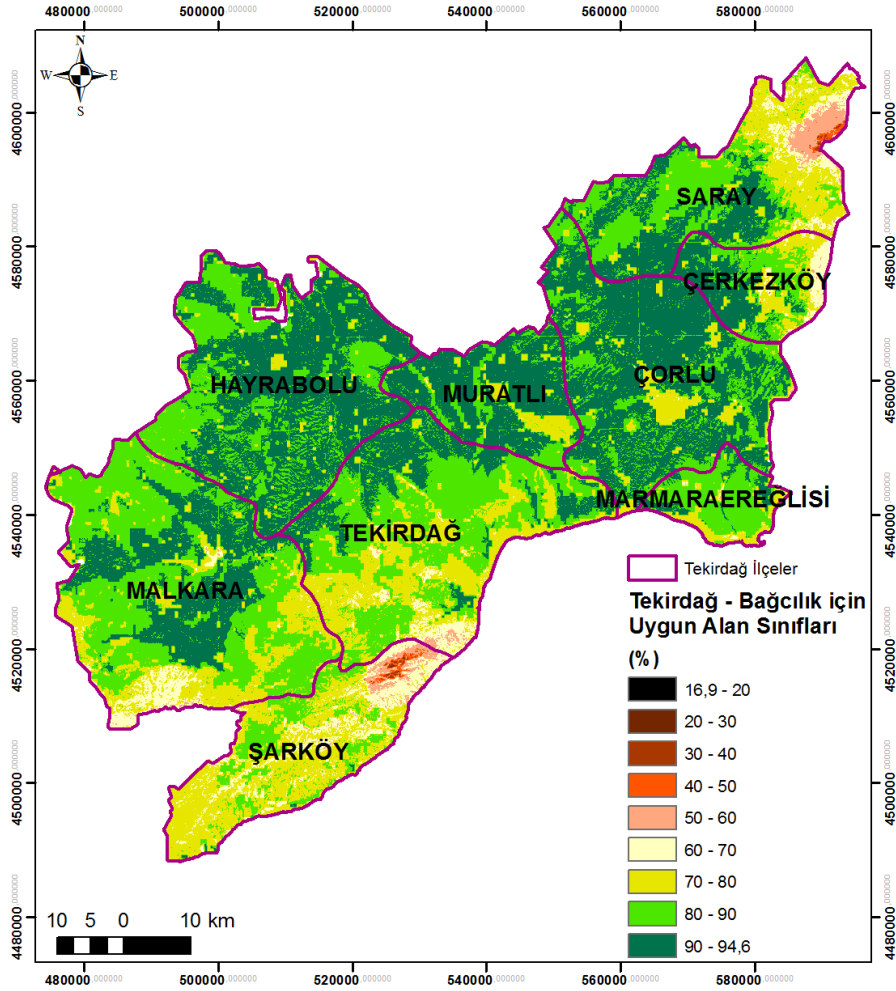
Şekil 4.70 : Trakya için bağcılık uygunluk sınıfı haritası.

Tekirdağ genelinde iklim, topografik ve toprak parametreleri kullanılarak yapılan analizde çalışma alanının (621230,41ha) çok büyük bir çoğunluğu (%72,23 ve 448716,21ha) uygunluk sınıfı olarak %80 ve üzerinde değerlerle bağcılık için elverişlidir. Bununla birlikte bağcılık için en uygun alanlar (%90-100 sınıfı) güneyden kuzeye doğru Saray İlçesinin Karadenize yakın kesimlerine kadar artmaktadır. Tekirdağ İli ilçe bazında uygun alan sınıflarının alansal dağılımı Çizelge 4.16'da gösterilmektedir.

Sonuçlar doğrultusunda %90-100 uygunluk sınıfının en çok olduğu ilçe 50482,5ha'lık alan ile Hayrabolu'dur ve sonrasında 46668,3ha ile Çorlu gelmektedir. En az %90-100 sınıfa sahip olan ilçe 256,2ha ile Şarköy'dür. %90-100 sınıfı 191104,82ha ile Tekirdağ'ın % 30,76'sını oluşturmaktadır. %80-90 sınıfı 257611,39ha ile % 41,47'lik en büyük sınıfı oluşturmaktadır. %0-10 sınıfına ait bir alan bulunmamaktadır.

Çizelge 4.16 : Tekirdağ İli ilçeleri - bağcılık uygun alan sınıfları ve alan değerleri.

Tekirdağ - Bağcılık için uygun alan sınıfları (%) - Alansal (ha) dağılımları										
İlçe	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Merkez	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	918,9	4347,4	31756,1	46462,4	17125,9
Çerkezköy	0,0	0,0	0,0	6,3	5,9	118,6	2616,8	6690,9	8409,7	8860,5
Çorlu	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	27,5	168,8	8235,0	35660,0	46668,3
Hayrabolu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	29,0	4495,1	44641,2	50482,5
Malkara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	426,2	4584,5	27366,8	59472,4	28988,8
M.Ereğlisi	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	14,0	713,6	3173,1	12447,1	2040,4
Muratlı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	47,7	4373,1	10595,9	22603,6
Saray	0,0	0,0	21,0	130,1	817,7	3595,8	4880,9	17247,0	28319,0	14078,6
Şarköy	0,0	0,2	59,0	268,7	717,4	3396,3	10172,4	31075,5	11603,7	256,2

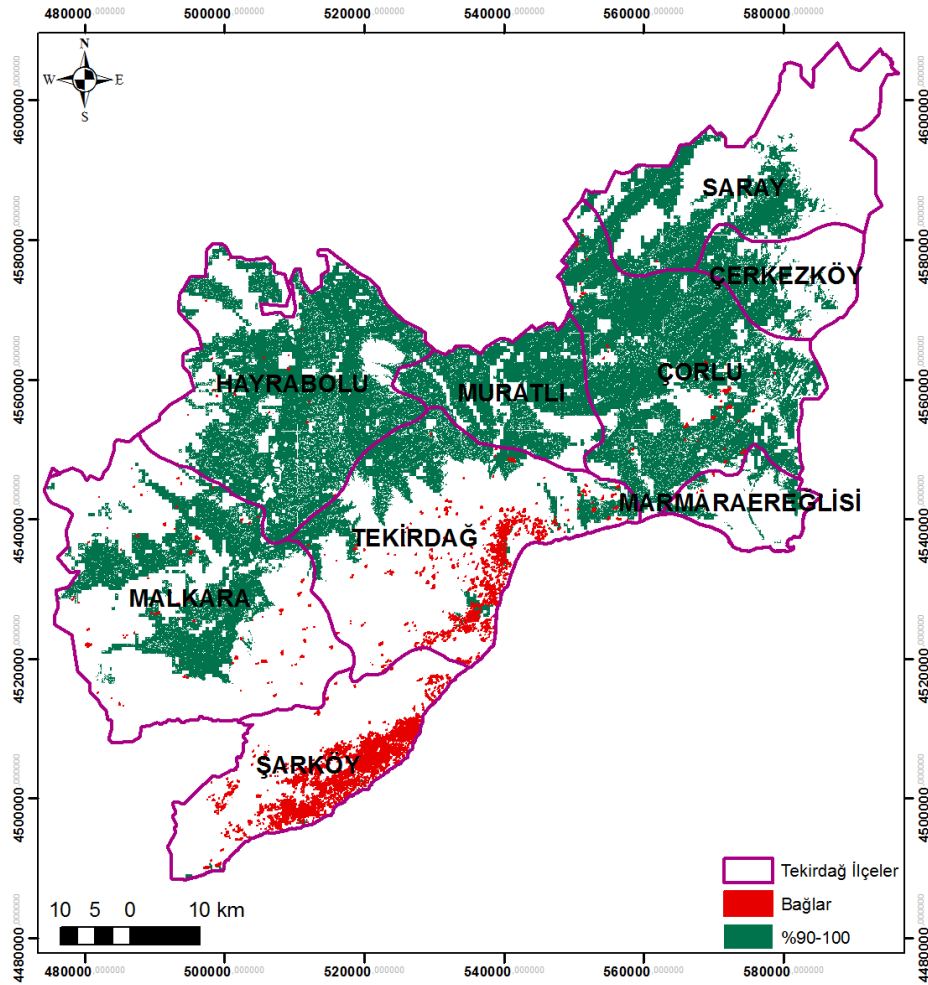


Şekil 4.71 : Tekirdağ için bağcılık uygunluk sınıfı haritası.

Bundan sonraki kısımda ÇKKVY ile belirlenen bağcılık için uygun alan sonuçlarını, bu çalışmada sayısallaştırma ile belirlenen bağ alanları ve TÜİK tarafından yayınlanan ilçe bazında bağcılık verim bilgileri ile inceleyeceğiz. Ek olarak Tekirdağ ve

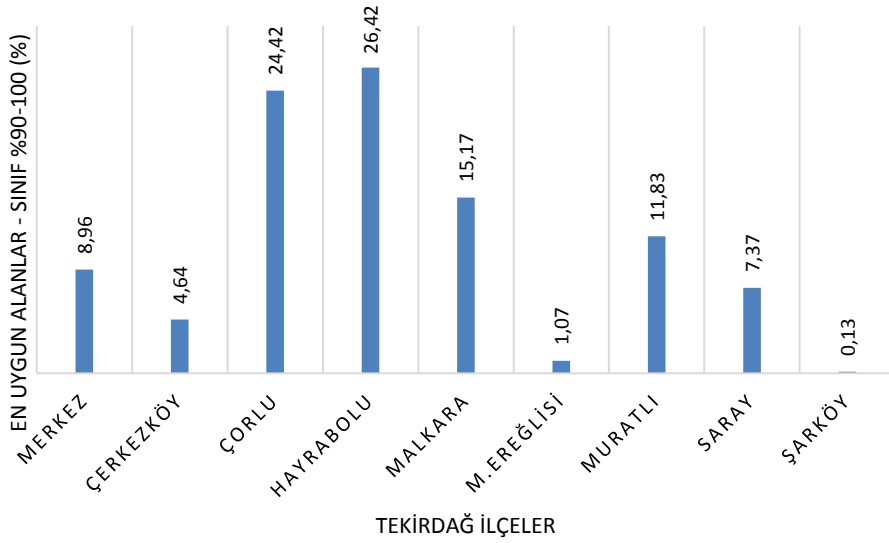
Şarköy’de bazı kurum ve çiftçilerden temin edilmiş verim bilgileri ile de bu çalışmanın sonuçları ilişkilendirilecektir.

Şekil 4.72’de yeşil alanlar bağcılık için en uygun alan sınıfını (%90-100), kırmızı renkli alanlar ise arazi çalışmaları ve uydu görüntüleri kullanarak gözleme dayalı sayısallaştırma ile belirlenmiş gerçek bağ alanlarını göstermektedir. Mevcut bağların çoğunlukla Şarköy İlçesinde olduğu görülmektedir. Şarköy’ü Tekirdağ Merkez İlçe takip etmektedir. Bu çalışma sonucuna göre bağcılığın daha uygun olduğu diğer ilçelerde ise bağ alanları çok azdır. Mevcut durumun sebepleri ve analizi ilerleyen bölümlerde açıklanmaktadır.



Şekil 4.72 : Tekirdağ’da bağcılık yapılan alanlar ve en uygun alanlar (%90-100).

Şekil 4.73’de ise bu çalışmada belirlenen en uygun alanların (%90-100) dağılımının ilçe bazında grafiksel dağılımı gösterilmektedir. Çorlu ve Hayrabolu İlçelerinin diğer ilçelere göre bağcılık için daha uygun alanları içerdiği görülmektedir. %90-100 sınıfının en az olduğu ilçe ise bağcılığın profesyonel anlamda en çok yapıldığı ve köklü bağcılık kültürüne sahip olan Şarköy’dür.



Şekil 4.73 : Tekirdağ İlçelerinin bağcılık için en uygun alanların yüzdelik dağılımı.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 1991 yılından itibaren ilçe bazında üzüm bağı verim değerlerini ve 1993 yılından itibaren de mevcut bağların yine ilçe bazında alan bilgilerini “Bitkisel Üretim İstatistikleri” veri tabanında arşivlemektedir (TÜİK, 2014). Çizelge 4.17’de Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne illerindeki bağların verim bilgileri ve Çizelge 4.18’de ise bağ alanları bilgileri gösterilmektedir. Trakya bölgesinin bu üç ile ait bilgilerin verilmesinin sebebi bu çalışma kapsamında kullanılan verilerin ve gerçekleştirilen analizlerin bu üç ili tamamen kapsamından dolayıdır. Uzun yıllar içerisinde verimin artış gösterdiği ancak bağ alanlarında azalma meydana geldiği görülmektedir.

Çizelge 4.17 : Trakya illeri – TÜİK arşivindeki verim değerleri.

İl\Yıl	1991-2013 verim (kg/omca)					AORT Verim (kg/omca)	STDEV	(STDEV/AORT) ×100	%90-100 (ha)
	1991	1992	.....	2012	2013				
Tekirdağ	773	816	.....	1392	1741	473,2	1244,3	262,96	102373
Kırklareli	693	745	.....	1738	1909	377,8	908,13	240,35	110532
Edirne	827	798	.....	1344	1588	581	1107,5	190,63	131591

Çizelge 4.18 : Trakya illeri – TÜİK arşivindeki ekili alan değerleri.

İl\Yıl	1993-2013 alan (ha)				
	1993	1994	.....	2012	2013
Tekirdağ	6237,0	5954,0	.....	3742,6	3739,8
Kırklareli	899,0	883,0	.....	702,5	466,4
Edirne	2489,0	2365,0	.....	1951,9	1947,5
<i>Toplam</i>	<i>9625,0</i>	<i>9202,0</i>	<i>.....</i>	<i>6397,0</i>	<i>6153,7</i>

Çizelge 4.19’da Tekirdağ İli ilçelerinin ağaç başına düşen ortalama verim değerlerinin ön görünümü gösterilmektedir. Malkara ve Hayrabolu İlçeleri dışında 1991 yılından günümüze verimin artmış olduğu görülmektedir. Çizelge 4.20’de ise Tekirdağ ilçelerinin bağ ekili alan değerleri gösterilmektedir. 1993 yılından günümüze genel olarak bağ alanlarında azalmalar görülmektedir.

Çizelge 4.19 : Tekirdağ İli ilçeleri – TÜİK arşivindeki verim değerleri.

İlçe\Yıl	1991-2013 verim (kg/omca)					AORT Verim (kg/omca)	STDEV	(STDEV/AORT) ×100
	1991	1992	.....	2012	2013			
Merkez	650	676	.....	2500	2411	1365,48	777,68	56,95
Çerkezköy	390	400	.....	500	-	525,64	252,06	47,95
Çorlu	674	752	.....	800	800	917,80	175,71	19,15
Hayrabolu	488	500	.....	500	375	555,22	155,98	28,09
Malkara	810	881	.....	410	367	592,78	201,11	33,93
M.Ereğlisi	575	473	.....	2000	2038	1073,48	639,63	59,58
Muratlı	771	801	.....	1600	1540	923,57	381,00	41,25
Saray	311	300	.....	840	840	534,04	250,04	46,82
Şarköy	826	861	.....	2500	1688	1414,48	648,01	45,81

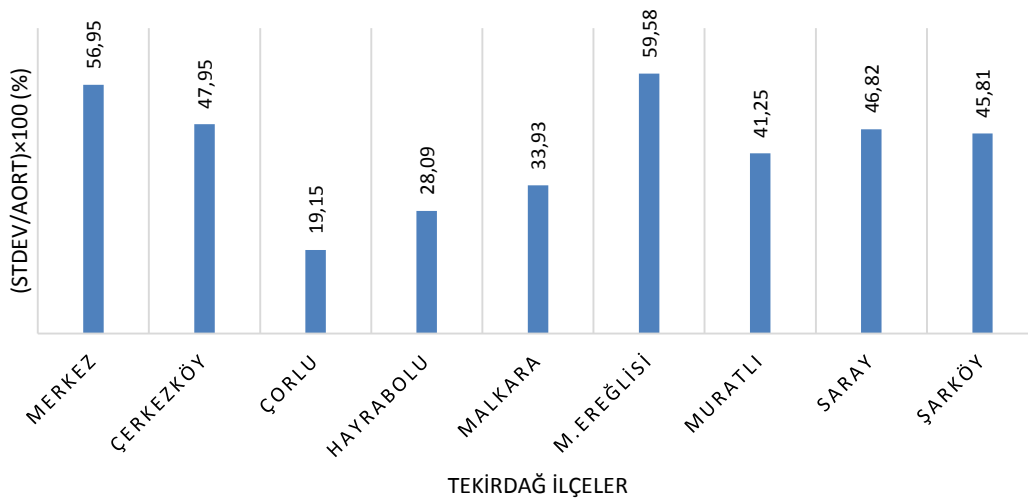
Çizelge 4.20 : Tekirdağ İli ilçeleri – TÜİK arşivindeki ekili alan değerleri.

İlçe\Yıl	1993-2013 alan (ha)					
	1993	1994	.....	2011	2012	2013
Merkez	690	680	.....	1004	625	625
Çerkezköy	30	30	.....	10	10	-
Çorlu	65	65	.....	1	1	1
Hayrabolu	16	16	.....	1,4	0,6	0,8
Malkara	420	131	.....	110	110	120
M.Ereğlisi	15	19	.....	17,5	17,5	14,5
Muratlı	70	80	.....	10	10	10
Saray	31	31	.....	3,5	3,5	3,5
Şarköy	4900	4902	.....	2964,9	2965	2965
<i>Toplam</i>	<i>6237</i>	<i>5954</i>	<i>.....</i>	<i>4122,3</i>	<i>3742,6</i>	<i>3739,8</i>

Bu çalışmada verim bilgileri ÇKKVY sonuçları ile ilişkilendirmek için kullanılmıştır. Bilindiği gibi standart sapma (STDEV), incelen veri setine ait değerlerin, bu değerlere ait aritmetik ortalamaya (AORT) göre nasıl dağılım yaptığının ortalama bir değer

cinsinden göstergesidir. Verimdeki sapmalar/değişimler özellikle iklim parametrelerine, bağıcılık için alınan/alınmayan önlemlere ve uygulanan yöntemlere göre değişir. Bir bölgedeki yıldan yıla değişim ne kadar çok ise o bölge sürprizlere o kadar açıktır ve bağıcılık için daha az uygundur denilebilir. Yıldan yıla farklılık gösteren bölgelerde STDEV'nin yüksek olması beklenmektedir. Bir bölgenin verimine ait STDEV değerinin aritmetik ortalama (AORT) değerine oranının 100 ile çarpılması $((STDEV/AORT) \times 100)$, o bölgenin veriminin uzun yıllar içerisinde ne kadar kararlı olduğunu göstermek için kullanılmıştır. $STDEV/AORT \times 100$ değerinin düşük olması bölgenin uzun yıllar içerisinde daha az risk taşıdığını göstermektedir.

Makro ölçekte Trakya geneli incelendiğinde, TÜİK arşivinden elde edilen Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne İllerinin 1991-2013 yıllarına ait 23 yıllık bağ verim, AORT, STDEV ve STDEV'nin ortalamadan ne kadar yüzde ile saptığı gösteren $(STDEV/AORT) \times 100$ değerleri Çizelge 4.17'de gösterilmektedir ve görüldüğü gibi $(STDEV/AORT) \times 100$ değerleri azalırken %90-100 sınıfı değerleri artmaktadır. Mezo ölçekte ise, TÜİK arşivinden elde edilen Tekirdağ İlçelerinin 1991-2013 yıllarına ait 23 yıllık bağ verim, AORT, STDEV ve STDEV'nin ortalamadan ne kadar yüzde ile saptığı gösteren $(STDEV/AORT) \times 100$ değerleri Çizelge 4.19'da gösterilmektedir. Şekil 4.74'de ise $(STDEV/AORT) \times 100$ değerlerinin ilçe bazında dağılımları verilmiştir. Çorlu, Hayrabolu ve Malkara İlçeleri diğerlerine göre verimde uzun yıllar içerisinde daha az varyasyon göstermektedir. Bu veriler ışığında bu bölgelerde bağıcılık diğer ilçelere göre daha az risklidir denilebilir.



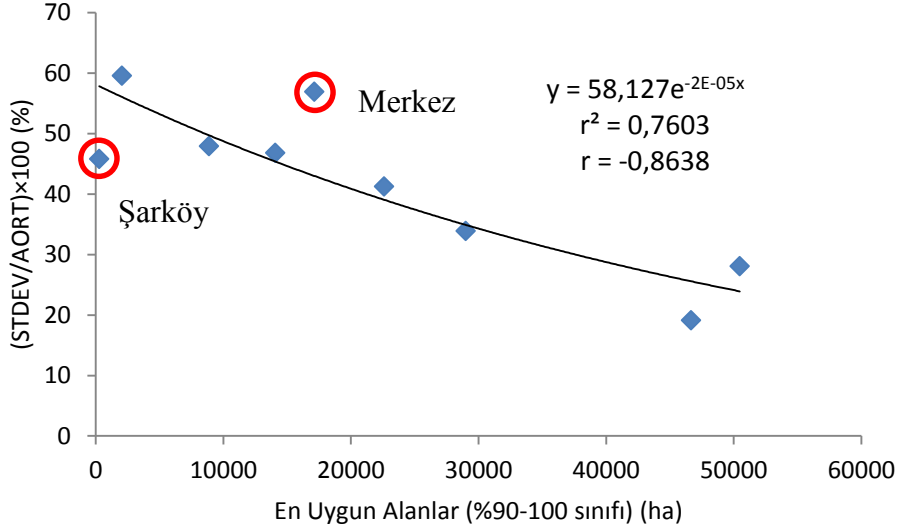
Şekil 4.74 : $(STDEV/AORT) \times 100$ değerlerinin ilçe bazında dağılımları.

Çizelge 4.21’de ilçe bazında bağcılık için en uygun alanlar (%90-100) ile $(STDEV/AORT) \times 100$ değerleri gösterilmektedir. %90-100 sınıfı değerleri büyükten küçüğe, $(STDEV/AORT) \times 100$ değerleri ise küçükten büyüğe sıralanmaktadır. İki veri seti yan yana incelendiğinde Şarköy ve Merkez İlçelerinin sıralamayı bozduğu görülmektedir. Şarköy’e ait %90-100 sınıfı yani en uygun bağ alanları açısından en altta olmasına rağmen profesyonel bağcılığın, tesisleşmenin ve bağcılık kültürünün en yoğun ve köklü olduğu bölge olmasından dolayı $(STDEV/AORT) \times 100$ değerlerinde ortalara kadar yükselmiştir. Merkez İlçe ise en uygun alanlarda orta sıralarda olmasına rağmen Şarköy’e nazaran bağcılığın daha az profesyonel olmasında dolayı $(STDEV/AORT) \times 100$ değerlerinde daha aşağılara inmiştir. Bu analizden bir bölgede elde edilen verimin sadece doğal koşullarla alakalı olmadığı aynı zamanda gerçekleştirilen tarım uygulamalarının kalitesinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.21 : %90-100 sınıfı alanları ile $(STDEV/AORT) \times 100$ karşılaştırılması.

İlçe	Sınıf 90-100 (ha)	İlçe	$(STDEV/AORT) \times 100$ (%)
Çorlu	66968,8	Çorlu	19,15
Hayrabolu	66190,7	Hayrabolu	28,09
Malkara	35078,5	Malkara	33,93
Muratlı	28877,4	Muratlı	41,25
Merkez	24249,2	Şarköy	45,81
Saray	20981,3	Saray	46,82
Çerkezköy	10918,4	Çerkezköy	47,95
M.Ereğlisi	3032,46	Merkez	56,95
Şarköy	259,29	M.Ereğlisi	59,58

İlçe bazında en uygun alanlar (%90-100) ve $(STDEV/AORT) \times 100$ veri setleri arasında $r = -0,864$ ($r^2 = 0,760$) şeklinde bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.75). Elde edilen sonuçlar, bir bölgenin veriminde uzun yıllar içerisinde değişimler çok oluyorsa, uygun alanların yani risksiz alanların azalmakta olduğunu göstermektedir. Kısaca $(STDEV/AORT) \times 100$ büyürse en uygun alan sınıfına ait alan değerleri azalmaktadır. Bu durum TÜİK’den temin edilen verim değerlerindeki değişimler ile bu çalışmada belirlenen en uygun alanlar arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.75 : (STDEV/AORT)×100 değerleri ile en uygun alanlar arasındaki ilişki.

Profesyonel bağıcılığın ve tesisleşmenin etkisi ise verim değerleri iyileştirilen Şarköy ve Merkez İlçeye ait değerler korelasyon analizinden çıkarılırsa %90-100 sınıfına ait alan değerleri ve (STDEV/AORT)×100 veri setleri arasında $r=-0,954$ ($r^2=0,909$) şeklinde daha güçlü bir ilişki elde edilmektedir. Bu da, bu çalışmada kullanılan yöntemin insan etkisi gözetmeksizin doğal koşullar değerlendirerek çalıştığını ve profesyonel müdahale edilmemiş bağ alanlarına ait verim değerleri ile daha yüksek korelasyonlar ürettiğini göstermektedir.

Şimdiye kadar uygun alan sonuçlarını TÜİK'in yayınladığı verim verileri ile inceledik. Çalışmanın bu kısmında ise bu çalışmada arazide toplanan verim bilgileri ile mikro ölçekte incelemeler gerçekleştireceğiz. Bu çalışma kapsamında Tekirdağ Merkez İlçede bulunan TBAİM ve Şarköy İlçesi Mürefte mevkiinde bulunan Gülör şarap fabrikası bağlarına ait verim bilgileri ile ÇKKVY kullanılarak oluşturulan uygun alan sonuçları karşılaştırılacaktır.

TBAİM bağlarında yetişen Narince, Trakyaalkeren, Çavuş ve Alphonse Lavellée çeşitlerinin 2011, 2012 ve 2013 yıllarına ait üretim değerlerinde yıldan yıla ortalama ((STDEV/AORT)×100) %11,72 sapma belirlenmiştir. Gülör bağlarında ise Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon ve Shiraz çeşitlerinin 2008-2013 arasındaki yıllara ait üretim değerlerinde yıldan yıla ortalama %32,14 sapma belirlenmiştir. Yine Gülör için bu değerler TBAİM'de olduğu gibi 2011-2013 yılları arasına çekildiğinde %25,12 şeklindedir. Üretimdeki sapma incelendiğinde TBAİM'nin verim değerlerinin daha kararlı olduğu görülmektedir. TBAİM'deki çeşitlerin oldukları bağ parsellerinin

uygun alan sonuçları ortalaması ise %90'dır. Gülor'daki çeşitler için ise uygun alan değerleri ortalaması %79'dur. Yine uygun alan sonuçlarından da TBAİM arazisinin bağcılık için daha uygun olduğu görülmektedir.

2013 yılı için ise, hem TBAİM hem de Gülor bağlarında yetişen Cabernet Sauvignon çeşidine (iki bölgede de aynı hasat döneminde verimi değerleri bilinen ortak çeşit) ait verim bilgileri temin edilmiştir. TBAİM arazisindeki Cabernet Sauvignon bağının verimi 6,4 kg/omca ve uygun alan değeri %91'dir. Gülor arazisindeki Cabernet Sauvignon bağının verimi 2 kg/omca ve uygun alan değeri %79'dur.

Şarköy ve Merkez İlçede, hem uzun yıllar ortalama verim değerleri hem de 2013 yılı Cabernet Sauvignon çeşidine ait verim değerleri incelendiğinde bu çalışmada oluşturulan bağcılık için uygun alan sonuçlarının, TÜİK verilerinin yanı sıra, bu çalışmada toplanan verim değerleri ile de tutarlı olduğu görülmektedir.

Uzaktan Algılama ve CBS'nin bir arada kullanıldığı analizlere ait sonuçlar neticesinde, Trakya genelinde bağcılık için en uygun alanların çoğunlukla, bilinenin aksine Trakyanın güneyindeki sahil kesimleri olmadığı, aksine Trakyanın iç kısımlarında olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak ne yazık ki, Trakya'nın tamamına ait toprak verisi temin edilemediği için sonuçlar daha çok Tekirdağ İli çerçevesinde değerlendirilmiştir. İklim, toprak ve topografya kriterleri bir arada değerlendirildiğinde, Tekirdağ İli ilçeleri arasında bağcılık için en uygun alanların bilinenin aksine Şarköy ve Tekirdağ Merkez İlçeleri olmadığını, Edirne, Kırklareli ve İstanbul'a yakın kesimlerin bağcılık için daha uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak bağcılık kültürünün en yoğun ve popüler olarak yaşandığı öncelikle Şarköy ve sonrasında Merkez İlçe bağ alanlarının en çok olduğu ilçelerdir (Şekil 4.72). Bunun doğrultusunda üzümden elde edilen gıda ürünleri üreten tesisler daha çok bu bölgelerde yoğunlaşmıştır. Tesisleşmenin olmadığı daha verimli bölgeler ise üretim anlamında Şarköy ve Merkez İlçenin gerisinde kalmıştır.

Çizelge 4.22'de Trakya bölgesi üzüm hammaddeli içecek üreten tesislerin dağılımı görülmektedir. Trakya'da, bu sektörde bulunan tesislerin %70'inden fazlası Şarköy'dedir, bunun yanısıra Malkara, Muratlı, Çorlu ve Hayrabolu gibi bağcılık potansiyeli üst düzeyde olan bölgelerde herhangi bir tesis bulunmamaktadır. Tesislerin ve bağ alanlarının birbirine yakın olması taşıma maliyetini düşüreceği gibi, ürünlerin taşıma esnasında zarar görmelerini de en aza indirmektedir. Ekonomik açıdan, çiftçiler

en uygun satabilecekleri ve fabrikalara/tesislere en rahat ulaştırabilecekleri ürünleri seçerler, tesis sahipleri de en yakınlarında bulunan bağlardan ürün almak isterler. Hatta son zamanlarda büyük firmalar tesislerine yakın alanlarda kendilerine ait büyük bağlar oluşturmaktadırlar. Tabiki de bunu oluştururken, gerek hastalıklar ile mücadele gerekse de tüm fenolojik dönemlere ait zengin uygulamalar ile en profesyonel yöntemler kullanarak gerçekleştirmektedirler. Amatör çiftçinin bu duruma ayak uydurması kolay değildir. Çünkü bağıcılık dış etkenlere en hassas tarım uygulamalarının başında gelmektedir. Bu durum sosyo-ekonomik anlamda Şarköy'deki ve diğer bölgelerdeki bağıcılık kültürünün ve gelişiminin/gidişatının ne şekilde seyrettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.22 : Trakya'daki üzüm hammaddeli içecek üreten tesislerin dağılımı.

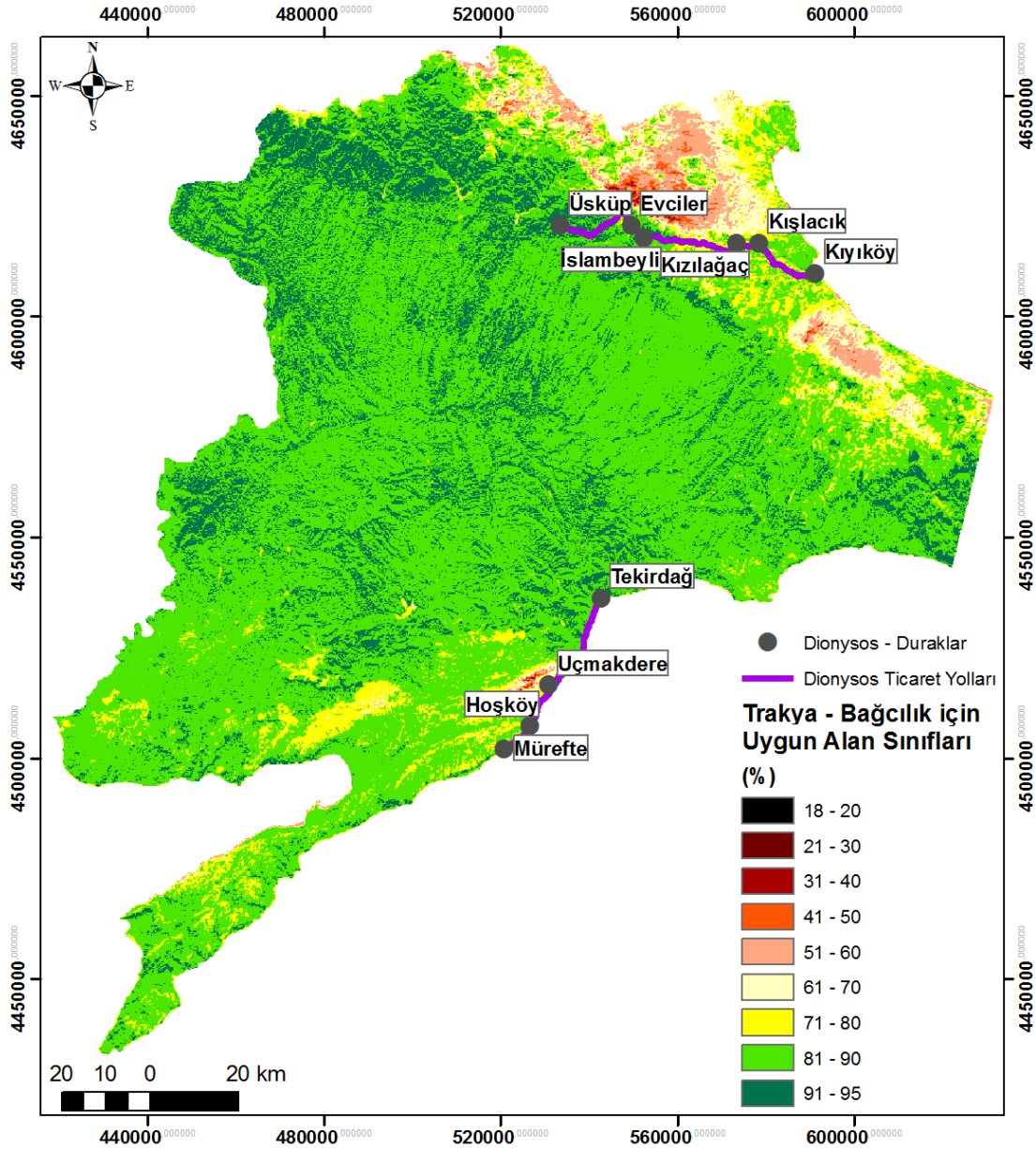
Bölge	Tesis Sayısı	%'lik dilimi
Merkez/Tekirdağ	8	14,81
Çerkezköy/Tekirdağ	2	3,70
Şarköy/Tekirdağ	38	70,37
Marmara Ereğlisi/Tekirdağ	1	1,85
Lüleburgaz/Kırklareli	2	3,70
Uzunköprü/Edirne	2	3,70
Gelibolu/Çanakkale	1	1,85
<i>Toplam</i>	<i>54</i>	<i>100</i>

Tarihsel olarak bağıcılığın Trakya bölgesindeki değişimini incelemek çalışmanın sonuçlarının doğruluğunun anlaşılması açısından çok önemli olacaktır. Tarihte Trakya bağıcılığın en yoğun ve en verimli olduğu yer öncelikle Istrarca bölgesi olarak ifade edilen Kırklareli bölgesiymiş, bu bilgi arkeolojik kalıntılar ve tarihi yazılı kaynaklarla da ispatlanmıştır (Şekil 4.76).



Şekil 4.76 : Sualtı Arkeolojisi ve Ganos Batıkları - Tekirdağ Müzesi (TGZ, 2013).

Kırklareli için yazılı kaynaklarda “Üzüm Kasabası” ya da “Bağ Şehri” anlamına gelen “Lozengrad” kullanılmış (Arcadia Vineyards, 2014). Trakyadaki bağlardan toplanan ve üretilen ürünlerin Kırklareli’nin Üsküp beldesinde toplandığı ve buradan başlayıp Kıyıköy limanlarına giden adımı mitolojik bağ bozumu tanrısından alan tarihi Dionysos ticaret/şarap yolu ile Avrupa’ya ve diğer ülkelere deniz yolu ile taşındığı bilinmektedir (Arcadia Vineyards, 2014; TGZ, 2013). Bunun yanında Şarköy’de Ganos dağlarının sahil şeridinde dik yamaçların ortasında bulunan küçük bir köy olan Uçmaktdere eski ve köklü bağcılık kültürü ile bilinir. Bu bölgede de Dionysos ticaret/şarap yolu’nun diğer bir uzantısı olarak, bağcılığın önemli bir sosyal yaşam oluşturduğu Tekirdağ, Uçmaktdere, Hoşköy, Mürefte güzergahı gösterilmektedir (TGZ, 2014). Şekil 4.77’de Dionysos ticaret yolu ve durakları Trakya bölgesi için bağcılık uygunluk sınıfı haritası üzerinde gösterilmektedir. Istranca eteklerinde bulunan Üsküp Kıyıköy güzergahındaki yolun bağcılık için çok kritik bir yerde olduğu, başlangıç noktasının en uygun alanlar sınıfının en yoğun olduğu yerlerden biri olduğu harita üzerinde açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.77 : Trakya için bağcılık uygunluk sınıfı haritası ve Dionysos Ticaret Yolları.

1658 yılında yöreyi gezen Evliya Çelebi meşhur seyahatnamesinde Kırklareli’ndeki bağların büyüklüğünü ve bereketini anlatmak için “Yirmibini aşkın bağ ve bahçesi vardır” ve “İçinde adam gezse kaybolur” diyerek bağları bilmeyen birinin kolaylıkla yönünü kaybedebileceğini belirtir (TGZ, 2013; Ellez, 2014; Arcadia Vineyards, 2014). Kırklareli bölgesindeki bağcılıkdaki bu parlak durum 19. Yüzyılın sonlarına kadar devam etmiş. Lozan Antlaşması ve sonrasında Mübadele dönemi ile beraber bu bölgelerdeki Rumlar-Bulgarlar gidip yerine Türkler gelince bağlar yerlerinden sökülüp yerlerine tahıl ve tütün ekilmiş (TGZ, 2013). Böylece sosyo-ekonomik açıdan ani bir değişim yaşanmış ve bu bölgedeki bağcılık çok çok azalmış. Kırklarelinde yaşananlar Trakyanın pek çok yerinde yaşanmış, buna bir örnekte İstanbul’un Silivri

İlçesi verilebilir. 1970’li yıllara kadar Silivri’de bağcılık yapılmaktaymış ancak Rumların göçe zorlanması ile beraber bölgedeki bağlar sükülmüş (Vikipedi, 2014; SB, 2014). Ancak günümüzdeki durumdan anlaşılan o ki coğrafi yapısı gereği daha korunaklı bir bölge olduğu için ve belkide Şarköy halkının Türkleri oluşturan kesiminde bağcılık kültürünü benimsemesinden dolayı Şarköy’deki dönüşüm Trakya’nın diğer kesimlerindeki kadar olmamış. Kırklareli ve İstıracca bölgesinde bağ çalışmaları son yıllarda bağcılığa merakı olanların artması ve bölgesel yönetimlerin çalışmaları ile giderek hareketlenmektedir (Vinografi, 2014). Uluslararası medyada ise CNN International i-list programının sunucusu Zain Verjee, Türkiye bağcılığının yükselişini işlediği 15.12.2010 tarihli programında Kırklareli bağlarını (Şekil 4.78) inceledi ve Türkiye’nin sahip olduğu uygun iklim-toprak koşullarına, köklü bağcılık kültürüne ve potansiyele dikkat çekti (Arcadia Vineyards, 2014). Sonuç olarak, bu çalışmada gerçekleştirilen yöntemler ile elde edilen bulgular, geçmişten günümüze bölgede yaşanmış sosyoekonomik tarihsel sürece bağlı oluşan değişimler ve gelişmeler son derece ilişkilidir.



Şekil 4.78 : Kırklareli - Arcadia Bağları (Arcadia Vineyards, 2014).

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında makro ölçekte Trakya bölgesi, mezo ölçekte Tekirdağ İli ve mikro ölçekte TBAİM arazisindeki dokuz asma çeşidi (Alphonse Lavallée, Atasarısı, Cinsaut, Gamay, Merlot, Razakı, Semillon, Tekirdağ Çekirdeksizi ve Yapıncak) uzaktan algılama ve CBS teknikleri ile incelenmiştir.

Öncelikle, Tekirdağ'daki bağların güncel mekânsal dağılımlarının uydu görüntüleri ile tespit edilmiştir. Bu aşamada SPOT-5, Ikonos ve WV-2 gibi üç farklı özellikteki uydu görüntüleri karşılaştırılmıştır. Öncelik olarak WV-2 görüntüleri ile gerçekleştirilen uygulama sonucunda bağ alanlarının büyük oranda Şarköy ve Tekirdağ Merkez İlçelerinde olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bağ alanları bilgisi ile resmi kaynaklardan elde edilen bilgiler birbirleriyle son derece uyumludur. Bu bağlamda, mevcut bağ alanlarının tespiti ve haritalanması sonraki çalışmalara altlık olması açısından son derece önemlidir. İkinci aşamada asmanın su stresi ve fotosentez durumları, yersel hiperspektral uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmiştir. Bu inceleme sürecinde, ilk olarak, OBRA ve ONDI optimum indis belirleme metotları ve KMH kullanılarak, Ψ_{go} ve A ile en ilişkili optimum indisler en pratik ve doğru şekilde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer çalışmaların sonuçları ile doğrulanmıştır. 950nm merkezli su emilim bölgesi ile 670-780nm arasındaki kırmızı kenar bölgesinin oluşturduğu indislerin en korelasyonlu hiperspektral indisler olduğu belirlenmiştir. Sonrasında, hiperspektral yöntemler ile belirlenen indisler WV-2 uydu görüntülerine uyarlanarak multispektral çözünürlükte incelenmiştir. Hiperspektral çözünürlükten multispektrale geçişte kaçınılmaz korelasyon kayıpları yaşansa da, multispektral WV-2 uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan indisler ile de önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Hiperspektral sonuçlarına paralel şekilde, WV-2 görüntülerinin 8. ve 5. bantları ile oluşan indislerin Ψ_{go} ve A ile en korelasyonlu multispektral indisler olduğu belirlenmiştir.

OBRA ve ONDI metotları ile belirlenen indislerin uydu görüntülerine uygulanması ile parsel ortalamaları bazında “çeşit ve fenolojik dönem” ilişkileri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda, çeşitleri birbirinden ayırmak

ya da sınıflandırmak mümkün olmamıştır. Bunun yanı sıra OBRA ve ONDI metotları ile belirlenen indislerin uydu görüntülerine uygulanması ile parsel ortalamaları ve asma/nokta bazında indis değerleri ile bu değerlere karşılık gelen eğim, bakı yükseklik topografik parametreleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Buradaki çıkış noktası topografik parametrelerin meteorolojik koşulları etkilemesidir. Yükseklik ile A'nın arttığı literatürdeki çalışmalar ışığında bilinmektedir. WV-2 görüntülerinin 8. - 7. ve 2. bantları ile oluşan indisler hem multispektral hem de hiperspektral çözünürlükte Ψ_{go} ve A ile yüksek korelasyonludur. Ayrıca bu indislere ait değerler ile yükselik değişimi arasında yüksek korelasyonlar elde edilmiştir. Bu sonuç literatürdeki yükseklik-fotosentez ilişkisini doğrular niteliktedir.

Son olarak bu çalışmada ÇKKVY kullanarak asmanın, iklim, toprak ve topografik istekleri göz önünde bulundurularak bağcılık için uygun alanlar belirlenmiştir. Bağcılık için uygun alan tespiti, bir alanın bağcılık için ne kadar uygun olduğunun ve verim alınabileceğinin göstergesidir.

Bağcılık için bölgenin iklim koşullarını ortaya koymak amacı ile öncelikli kaynak meteoroloji istasyonlarına ait iklim verileridir. Trakya bölgesindeki uzun dönemler süresince çalışan meteorolojik istasyon sayısı ve dağılımı, bölgenin farklı mikro klima özelliklerini ifade etmek için yeterli olmadığından dolayı istasyonlara ait iklim verilerinin alana yayılması esnasında enterpolasyonu güçlendirecek yardımcı veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple, çalışma alanını piksel piksel kapsayan ve iklim-doku bilgisini barındıran uzaktan algılama verilerinin iklim parametreleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu amaçla, 2000-2012 yılları arasındaki 432 Landsat uydu görüntüsünden UYAO'lar şeklinde LST ve NDVI oluşturulmuştur ve bu değerler iklim verileri ile ilişkilendirilmiştir. Literatürde şimdiye kadar gerçekleştirilen çalışmalarda LST ve NDVI alındığı tarihteki meteorolojik parametreler ile incelenmiştir, ancak bu çalışmada ise belirtildiği gibi uzaktan algılama verileri ile iklim verileri oluşturulmuştur.

Bu çalışmada meteorolojik istasyonlara ait UYAO T_a , P_t , ve RH iklim verileri ile UYAO LST arasında her istasyonda olacak şekilde yüksek korelasyonlar temin edilmiştir. T_a , P_t , ve RH iklim verilerinin enterpolasyonunda direkt yardımcı veri olarak UYAO LST kullanılmıştır. UYAO W_s ile UYAO NDVI arasında ise sürekli ve her istasyonda olacak şekilde yüksek korelasyonlar belirlenememiştir. Bu sebepten

dolayı NDVI verisi W_s enterpolasyonunda direkt yardımcı veri olarak kullanılmayacaktır.

Literatürde yardımcı veri ile enterpolasyon yapılmasına olanak sağlayan Co-Kriging gibi enterpolasyon yöntemleri olsa da bu yöntemler karışık algoritmaları, uzun işlem adımları ve süreleri içermektedir. Bu çalışmada basit ve meteorolojik verilerin enterpolasyonunda çokça kullanılan IDW enterpolasyon yönteminin yeni bir hali olan ve yardımcı veri ile çalışan M-IDW metodu önerilmiştir. M-IDW metodu iki farklı şekilde uygulanmıştır. İlki T_a , P_t , ve RH enterpolasyonu gerçekleştirirken UYAO LST görüntülerini yardımcı veri olarak kullanır. İkincisi ise W_s enterpolasyonu esnasında HYB'nı kullanır. HYB'daki yükseklik bilgisini SYM'den ve doku bilgisini ise UYAO NDVI görüntülerinden alır. Ayrıca, tüm Landsat görüntü işleme adımları ve önerilen enterpolasyon yöntemi, bu çalışma kapsamında oluşturulan bir sistem ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yeterli sayıda uydu görüntüsü ve bulutsuz piksel elde edilebildiği durumlarda (özellikle bahar ve yaz aylarında) M-IDW'nin giderek daha iyi sonuçlar verebildiği ortaya çıkmıştır. Standart iklim verisini kullanan IDW, OK ve yardımcı veri olarak SYM eklenen OCK yöntem sonuçları ile kıyaslandığında özellikle T_a , P_t ve W_s enterpolasyonunda M-IDW yönteminin son derece başarılı olduğu belirlenmiştir. RH sonuçları bahar ve yaz için diğerlerine çok yakın olsa da diğer yöntemler biraz daha iyi sonuç üretmektedir.

ÇKKVY'nin son aşamasında M-IDW ile oluşturulan iklim parametreleri, mevcut toprak ve topografik parametreler kullanılarak bağcılık için uygun alanlar belirlenmiştir. Çalışmanın ilk kısmında belirlenen mevcut bağ alanları ile CBS ile belirlenen en uygun alan sonuçları bir biriyle uymamaktadır. Diğer bir deyişle, mevcut bağ alanları Şarköy ve Tekirdağ Merkez İlçelerindeyken CBS sonuçları uygun bağ alanlarının ağırlıklı olarak Trakya'nın iç kısımları olduğunu göstermektedir. Bununla yanında, bu çalışmada elde edilen uygun alan sonuçları ile TÜİK'e ait il ve ilçe bazında verim bilgileri ve bu çalışma kapsamında arazide toplanan verim bilgileri arasında yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, bölgelerin uzun yıllar verim bilgileri incelendiğinde, uzun yıllar içerisinde bir bölgenin veriminde değişimler ne kadar çoksa (diğer bir deyişle verim yıldan yıla farklılık gösteriyorsa) bağcılık için ÇKKVY ile belirlenen uygun alan değerleri ters korelasyonlu olarak düşmektedir. Sonuçlar bağ alanlarının dağılımının tesisleşme ve kültür yapısı ile son derece ilişkili olduğunu göstermektedir. CBS/ÇKKVY sonuçlarına göre, bağcılık için en uygun

alanların, ağırlıklı olarak Trakya'nın iç kısımları ve Istranca'ların güney etekleri olarak belirlense de tesisleşme/sanayileşme ve kültür yapısı/kültürel değişim gereği bağıcılığın bu bölgelerde Şarköy'e göre daha az rağbet gördüğünü görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, bağıcılığın antik dönemlerden günümüze kadar geçirdiği tarihsel sosyo-ekonomik gelişimi ve mevcut durumu ile son derece uyumlu çıkmıştır.

Bu çalışma, doğal olarak, elde edilebilen veriler ve çalışma olanakları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmayı daha ileri bir seviyeye çıkarabilmek için şu önerilerde bulunulabilir. Hiperspektral, fotosentez ve su stresi ölçümleri çalışma alanının çok sayıda ve farklı özellikler taşıyan noktalarında gerçekleştirilmedi. Bu amaçla, ölçüm aletlerinin araştırmacı tarafından rahat ve özgürce kullanılabilmesi ya da temin edilebilmesi gerekmektedir. Ölçüm yapılan günler ile eş zamanlı temin edilecek uydu görüntüleri bulguların doğruluğunu arttıracaktır. M-IDW yönteminin de içinde çalıştığı sistemdeki uydu görüntüsü arşivi yeni faaliyete geçen Landsat-8 Operational Land Imager uydusuna ait görüntüler ile yenilenebilir ve UYAO LST ve NDVI görüntüleri güncellenebilir. Bu sayede özellikle kış aylarındaki görüntü sayısını ve buna bağlı olarak M-IDW enterpolasyon yönteminin kış aylarındaki başarısını da arttırabilir. Çalışma alanındaki meteorolojik istasyonların sayısının ve durumlarının iyileşmesi, M-IDW'de daha iyi sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Bu amaçla, Trakya bölgesinde yeni kurulan ve kurulmakta olan meteorolojik istasyonlara ait veriler en az 10 yılı doldurduktan sonra analize dahil edilebilir. Bu çalışma kapsamında, istasyonlara ait iklim verileri ile uzaktan algılama verileri arasındaki doğrudan ilişkiler incelenmiştir, ancak sonraki çalışmalarda parametreler arasındaki termodinamik ilişkiler de incelenebilir. Bu çalışmada, ÇKKVY içerisinde kullanılan toprak bilgisi AKK ve DER ile sınırlıdır, ancak toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin araştırılması ve analizi, uygun alan testi için daha hassas sonuçlar verebilir.

Türkiye'de bağıcılık yaklaşık 530000ha'lık bir alanda yapılmaktadır ve sadece Tekirdağ İli için ise iklim, topografik ve toprak parametreleri incelenerek bağıcılık için en uygun alanlar 191104,82ha olarak belirlenmiştir. Bu değer bölgedeki eski ve köklü bağıcılık kültürünün sebeplerini açıkça ortaya koymaktadır. Ancak ne yazık ki, Tekirdağ'daki 191104,82ha'lık potansiyele rağmen, mevcut bağ alanları 4532,9ha ile sınırlı kalmıştır. Buna benzer durum da tüm Türkiye için geçerlidir ve gıda, ilaç, kozmetik ve daha pek çok sanayide kullanılan her parçasının değerli ve faydalı olduğu

üzümüm yetiştiriciliği maalesef hem ulusal hem de uluslararası platformda ülkemizin sahip olduğu potansiyelin çok altındadır.

Sonuç olarak bu çalışma şu anki seviyesinde, asmadan bağ alanlarına kadar farklı seviyelerde, Trakya bölgesin bağ alanların uzaktan algılama ve CBS ile incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, çevresel etkenlerden ve yanlış tarım uygulamalarından dolayı bitki fizyolojisinde oluşabilecek anomalilerin engellenmesi veya durum tahlili, fizyolojik süreçlerin takibi, tarım alanlarının yönetimi, yani kısaca hassas tarım uygulamaları açısından önemle değerlendirilmelidir. Bu çalışmadaki uzaktan algılama temelli yeni yaklaşımlar, özellikle tarım açısından muazzam bir potansiyele sahip olan ülkemizdeki öz kaynaklarımızdan biri olan bağcılığın gelişiminde katkıda bulunabilir.

KAYNAKLAR

- Ackerman, S.A., Strabala, K.I., Menzel, W.P., Frey, R.A., Moeller, C.C., Gumley, L.E.** (1998). Discriminating Clear Sky from Clouds with MODIS. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 103(D24), 32141–32157. doi:10.1029/1998JD200032.
- Akar, İ. ve Maktav, D.** (2008). Taşkın Araştırmalarında çok kriterli karar verme analizi ve hidrolojik modellemelerin uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile karşılaştırılması, 2. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2008)*, Kayseri, Türkiye, 13-15 Ekim.
- Aktas, E.** (2002). Bağcılığın Türkiye Ekonomisindeki Yeri. *Journal of Dünya Gıda*, 2002-7, Adres: <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/8652>
- Alganci, U., Sertel, E., Ozdogan, M., Ormeci, C.** (2013). Parcel-Level Identification of Crop Types Using Different Classification Algorithms and Multi-Resolution Imagery in Southeastern Turkey. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 79, no. 11, pp. 1053–1065. doi: 10.14358/PERS.79.11.1053.
- Arcadia Vineyards, Tarihi Şarap Yolu**, Erişim tarihi:18.01.2014, adres:http://www.arcadiavineyards.com/tr-TR/Content/Baglar/Tarihi_Sarap_Yolu.aspx
- Arnfield, A.J.** (1982). An approach to the estimation of the surface radiative properties and radiation budgets of cities. *Physical Geography*, 3, 97-122, doi:10.1080/02723646.1982.10642221.
- Arkun, S., Honey, F., Johnson, L.F., Lamb, D., Lief, W., Morgan, G.** (2000). Airborne remote sensing of the vine canopy. *Vineyard monitoring and management beyond 2000 – Wagga Wagga*, 7-8-00, 12 December.
- Apaydin, H., Sonmez, F. K. and Yildirim, Y. E.** (2004). Spatial interpolation techniques for climate data in the gap region in Turkey. *Climate Research*, 28, 31–40. doi:10.3354/cr028031.
- Babar, M.A., Reynolds, M.P., van Ginkel, M., Klatt, A.R., Raun, W.R., Stone, M.L.** (2006). Spectral reflectance indices as a potential indirect selection criteria for wheat yield under irrigation. *Crop Science*, 46, 578–588.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Boz, Y.** (2010). Tekirdağ İli Şarköy İlçesinin Terroir Açısından Değerlendirilmesi, *Tekirdağ İli Değerleri Sempozyumu*, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 18 Eylül-21 Ekim.

- Barsi, J.A., Barker, J.L., Schott, J.R.** (2003). An Atmospheric Correction Parameter Calculator for a single thermal band earth-sensing instrument, *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. IGARSS '03. Proceedings. 2003 IEEE International*, 5, 3014-3016. doi: 10.1109/IGARSS.2003.1294665
- Bertamini, M. ve Nedunchezian, N.** (2003). Photosynthetic functioning of individual grapevine leaves (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) during ontogeny in the field. *Vitis*, 42 (1), 13–17.
- Blackburn, G. A.** (1998). Quantifying chlorophylls and carotenoids at leaf and canopy scales: an evaluation of some hyperspectral approaches, *Remote Sensing of Environment*, 66 (3), 273-285. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(98)00059-5
- Blackburn, G.A.** (2007). Hyperspectral remote sensing of plant pigments. *Journal of Experimental Botany*, 58(4), 855-867, doi: 10.1093/jxb/erl123
- Broge, N.H. ve Leblanc, E.** (2001). Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing of Environment*, 76(2), 156-172, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00197-8.
- Bonan, G.B.** (2008). Ecological Climatology: Concepts and Applications, Chapter 9 - Leaves and Plants. *Cambridge University Press*. ISBN-13: 9781107266650
- Cangi, R. ve Yağcı, A.** (2012). Iğdır Yöresinde Salamuralık Asma Yaprağı Üretim İmkanları. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech*, 2(2, Ek:A), 9-14.
- Carbonneau, A.** (1998). Qualitative aspects, *In. Proc. XXVIIth World Congress of Vine and Wine*, Bratislava. *Traité d'irrigation*, Tiercelin J.R., Lavoisier Tec et Doc ed., 258 – 276, 1011 p.
- Carbonneau, A., Deloire, A., Jaillard, B.** (2007). La Vigne. Physiologie, Terroir, Culture. *Dunod, Paris*. ISBN: 9782100499984.
- Carter, G.A. ve Miller, R.L.** (1994) . Early Detection of Plant Stress by Digital Imaging within Narrow Stress-Sensitive Wavebands. *Remote Sensing of Environment*, 50(3), 295-302, doi:http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(94)90079-5.
- Ceccato, P., Flasse, S., Tarantola, S., Jacquemoud, S. ve J.M., Gregoire,** (2001). Detection vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain, *Remote Sensing of Environment*, 77(1), 22-33, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00191-2.
- Chappelle, E.W., Kim, M.S. and McMurtrey, J.E.** (1992). Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for the remote estimation of the concentrations of chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids in soybean leaves. *Remote Sensing of Environment*, 39(3), 239-247, doi:http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(92)90089-3
- Chen, X. and Li, B.L.** (2010). Quantitative classification of plant functional types based on photosynthesis. *Journal of Sustainable Forestry*, 29(1), 1-14.

- Cho, M.A., Aardt, J., Main, R. ve Majeke, B.** (2010). Evaluating variations of physiology-based hyperspectral features along a soil water gradient in a *Eucalyptus grandis* plantation. *International Journal of Remote Sensing*, 31(12), 3143-3159.
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J.M., Medrano, H. ve Flexas, J.** (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.): an open gate to improve water-use efficiency? *Agriculture Ecosystems and Environment*, 106(2005), 159–170, doi:10.1016/j.agee.2004.10.005
- Çelik, H., Aġaoġlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoġlu, G.** (1998). Mesleki Kitaplar Serisi-2. *Sun Fidan A.Ş.* ISBN No:975-96656-0-3.
- Çetin, N.S., Çelik, H., Başaran, K.** (2011). Rüzgar Türbinlerinde Kapasite Faktörü ve Türbin Sınıfı İlişkisi, (*IATS'11*) 6th International Advanced Technologies Symposium, Elazıġ, Turkey, 16-18 Mayıs.
- Castellucci, F.** (2012). *Statistical Report on World Vitiviniculture* .Organization of Vine and Wine (OIV), Erişim tarihi: 19.06.2012, adres: <http://www.oiv.int/oiv/info/enizmiroivreport?lang=en>
- Chander, G., Markham, B. L. ve Helder, D. L.** (2009). Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+ and EO-1 ALI Sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 893–903. doi:10.1016/j.rse.2009.01.007.
- Chen, F-W. ve Liu, C-W.** (2012). Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the Middle of Taiwan. *Paddy and Water Environment*, 10(3), 209-222. doi:10.1007/s10333-012-0319-1.
- Cheng, K-S., Yeh, H-C. ve Tsai, C-H.** (2000). An Anisotropic Spatial Modeling approach for remote sensing image rectification. *Remote Sensing of Environment* 73(1), 46–54. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00079-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00079-1)
- Clark, R. N., Swayze, G. A., Gallagher, A. J., King, T. V. V., Calvin, W. M.** (1993). The U.S. Geological Survey, Digital Spectral Library: Version 1: 0.2 to 3 microns, *U.S. Geological Survey Open File Report*, 93-592, 1340 pages, adres:<http://speclab.cr.usgs.gov>.
- Coll, C., Galve, J. M., Sanchez, J. M. ve Caselles, V.** (2010). Validation of Landsat-7/ETM+ Thermal-Band Calibration and atmospheric correction with ground-based measurements. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48(1), 547-555. doi: 10.1109/TGRS.2009.2024934.
- Colombi, A., Michele, C. D., Pepe, M. ve Rampini, A.** (2007). Estimation of Daily Mean Air Temperature from Modis LST in Alpine Areas. *EARSeL eProceedings*, 6(1), 38-46.
- Cook, B.** (2013).The important role of photosynthesis. *Michigan State University*, Erişim tarihi: 13.02.2014, adres: http://msue.anr.msu.edu/news/the_important_role_of_photosynthesis
- Cristo'bal, J., M. Ninyerola ve Pons, X.** (2008). Modeling Air Temperature through a combination of remote sensing and GIS data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D13106), (1984-2012). doi:10.1029/2007JD009318.

- Da Costa, J.P., Michelet , F., Germain, C., Laviolle, O., Grenier, G.** (2007). Delineation of vine parcels by segmentation of high resolution remote sensed images. *Precision Agric*, 8, 95–110.
- Daughtry, C.S.T., Walthall, C.L., Kim, M.S., Brown de Colstoun, E. ve McMurtrey, J.E.** (2000). Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 74, 229-239. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00113-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00113-9).
- Da Silva, P. R. ve Ducati, J. R.** (2009). Spectral features of vineyards in south Brazil from ASTER imaging. *International Journal of Remote Sensing*, 30(23), 6085–6098. doi:10.1080/01431160902810612.
- Dash, P., Göttsche, F-M., Olesen, F-S. ve Fischer, H.** (2002). Land Surface Temperature and Emissivity estimation from passive sensor data: theory and practice-current trends. *International Journal of Remote Sensing* 23(13), 2563-2594. doi: 10.1080/01431160110115041
- De Bei, R., Cozzolino, D., Sullivan, W., Cynkar, W., Fuentes, S., Damberg, R., Tyerman, S.** (2011) . Non-destructive measurement of grapevine water potential using near infrared spectroscopy. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17(1), 62–71, doi: 10.1111/j.1755-0238.2010.00117.x
- Deloire, A. and Carbonneau, A., Wang, Z. ve Ojeda, H.** (2004). Vine and water, a short review. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 38(1), 1-13.
- Digital Globe.** *WORLDVIEW-2 Imagery Basics and ERDAS IMAGINE*, Erişim tarihi: 18.08.2012, adres: http://www.hexagongeospatial.com/Libraries/Tech_Docs/WorldView_2_Basics_and_ERDAS_IMAGINE.sflb.ashx
- Dobesch, H., Dumolard, P. ve Dyras, I.** (2007). Spatial interpolation for climate data: The use of GIS in climatology and meteorology. *ISTE Ltd.*, Erişim tarihi: 26.03.2014, adres: http://www.muthar-alomar.com/wp-content/uploads/2013/01/Spatial-Interpolation_for-Climat.pdf
- Duan, S.B., Li, Z. L., Wang, N., Wu, H. ve Tang, B. H.** (2012). Evaluation of six land-surface diurnal temperature cycle models using clear-sky in situ and satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 124, 15–25. doi:10.1016/j.rse.2012.04.016.
- Durgut, M.R. ve Arın, S.** (2005). Level and problems of Trakya region vineyard mechanization, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2(3), 287-297.
- EAB (Environmental Atlas Berlin).** *Wind Conditions in Conurbations*, Senate Department for Urban Development and the Environment, Erişim tarihi: 27.04.2012, adres: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ed403_01.htm

- Eitel, J.U.H., Gessler, P.E., Smith, A.M.S. ve Robberecht, R.** (2006). Suitability of existing and novel spectral indices to remotely detect water stress in *Populus* spp.. *Forest Ecology and Management*, 229(1-3), 170–182. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.03.027
- Eken, M., Ceylan, A., Taştekin, A.T., Şahin, H., Şensoy, S.** Klimatoloji-2, Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Erişim tarihi: 28.04.2014, adres:http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji2.pdf
- Ellez.** *Hardaliyenin Tarihi*, Erişim tarihi:11.04.2014, adres: http://www.ellez.com.tr/hardaliyeTarihi.aspx
- ENVCO.** *Portable Plant Water Status Console*, Erişim tarihi: 26.07.2013, adres: http://www.envcoglobal.com/catalog/product/leaf-and-root/portable-plant-water-status-console.html
- EPA (United States Environmental Protection Agency).** Geographic Information Systems (GIS), Erişim tarihi:27.09.2013, adres: http://www.epa.gov/reg3esd1/data/gis.htm
- EPA (United States Environmental Protection Agency).** *Glossary of climate change terms.* Erişim tarihi: 10.03.2014, adres:http://www.epa.gov/climatechange/glossary.html.
- FAO (Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü).** *Tarımsal Üretim.* Erişim tarihi: 01.05.2013, adres: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E
- Fitzgerald, G.J., Rodriguez, D., Christensen, L.K., Belford, R., Sadras, V.O. ve Clarke, T. R.** (2006). Spectral and thermal sensing for nitrogen and water status in rainfed and irrigated wheat environments. *Precision Agriculture*, 7(4), 233-248, doi:10.1007/s11119-006-9011-z
- Fiola, J.A.** (2013). Site Suitability Evaluation for Starting Vineyards in Maryland, *University of Maryland Extension*, Adres: http://extension.umd.edu/smallfruit/grapes/site-selection
- Fourment, M., and Gillings, M. R.** (2008). A Comparison of Common Programming Languages Used in Bioinformatics. *BMC Bioinformatics*, 9(82). doi:10.1186/1471-2105-9-82.
- Freitas, S. C., Trigo, I. F., Macedo, J., Barroso, C., Silva, R. ve Perdigão, R.** (2013). Land Surface Temperature from multiple geostationary satellites. *International Journal of Remote Sensing*, 34(9-10), 3051-3068. doi:10.1080/01431161.2012.716925.
- Gamon, J. A., Field, C.B., Goulden, M.L., Griffin, K.L., Hartley, A.E., Joel, G., Valentini, R.** (1995). Relationships between NDVI, canopy structure and photosynthesis in three Californian vegetation types. *Ecological Applications*, 5, 28-41.
- Gao, B.** (1996). NDWI a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257–266, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3

- Garška, R. ve Krūminienė, I.** (2004). Spatial analysis and prediction of Curonian lagoon data with Gstat. *Mathematical Modelling and Analysis*, 9(1), 39-50. doi:10.1080/13926292.2004.9637240.
- Gale, J.** (2004). Plants and Altitude — Revisited. *Annals of Botany*, 94(199). doi:10.1093/aob/mch143
- GEOSYSTEMS.** *ATCOR for ERDAS IMAGINE*, Erişim tarihi: 10.06.2012, adres: <http://www.geosystems.de/atcor/>
- GEOMAX.** *GeoMax GNSS GPS Systems*, Erişim tarihi: 26.07.2013, adres: <http://www.geomax-positioning.com/index.htm>
- Geraudie V., Roger, J.M., Ferrandis, J.L., Gialis, J.M., Barbe, P., Bellon, M.V., Pellenc, R.** (2009). A revolutionary device for predicting grape maturity based on NIR spectrometry, *FRUTIC 09, 8th Fruit Nut and Vegetable Production Engineering Symposium*, Chile, 5-9 January.
- Gil-Pérez, B., Zarco-Tejada, P. J., Correa-Guimaraes, A., Relea-Gangas, E., Navas-Gracia, L. M., Hernandez-Navarro, A., Martin-Gil, J.** (2010). Remote sensing detection of nutrient uptake in vineyards using narrow-band hyperspectral imagery. *Vitis*, 49(4), 167–173.
- Gitelson, A.A. and Merzlyak, M.N.** (1997). Remote estimation of chlorophyll content in higher plant leaves. *International Journal of Remote Sensing*, 18, 2691-2697.
- Goetz, S.J., Prince, S. D. ve Small, J.** (2000). Advances in satellite remote sensing of environmental variables for epidemiological applications. *Advances in Parasitology*, 47(2000), 289–307. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-308X\(00\)47012-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-308X(00)47012-0).
- Goncalves, R.R.V., Zullo, J., Ferrareso, C. S., Sousa, E. P.M, Romani, L.A.S., Traina, A. J. M.** (2011). Analysis of NOAA/AVHRR multitemporal images, climate conditions and cultivated land of sugarcane fields applied to agricultural monitoring. *Analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images (Multi-Temp)*, 2011 6th International Workshop on the, 229-232, 12-14 July. doi: 10.1109/Multi-Temp.2011.6005090
- Govender, M., Dye, P., Weiersbye, I., Witkowski, E. ve Ahmed, F.** (2009). Review of commonly used remote sensing and ground-based technologies to measure plant water stress. *Water SA*, 35(5), 741-752. doi:<http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v35i5.49201>
- Göttsche, F. M. ve Olesen, F. S.** (2001). Modelling of diurnal cycles of brightness temperature extracted from METEOSAT data. *Remote Sensing of Environment*, 76, 337–348. doi:10.1016/S0034-4257(00)00214-5.
- Göktaş, A.** (2008). Üzüm Yetiştiriciliği, *T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Eğridir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü*, (Yayın No: 18), Adres:http://www.marim.gov.tr/bilgi_kaynagi/uzumyet.pdf.
- Goovaerts, P.** (1997). Geostatistics for Natural Resources Evaluation. *Oxford: Oxford University Press Applied Geostatistics Series*. (xiv + 483 pp). New York, USA. ISBN 0 19 511538 4.

- Goovaerts, P.** (1998). Ordinary cokriging revisited. *Mathematical Geology*, 30 (1), 21–42. doi:10.1023/A:1021757104135.
- Goovaerts, P.** (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2), 113–129. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00144-X.
- Goslee, S. C.** (2011). Analyzing remote sensing data in R: The Landsat Package. *Journal of Statistical Software* 43(4), 1-25.
- Greenspan, M. D., Schultz, H. R. ve Matthews, M. A.** (1996). Field evaluation of water transport in grape berries during water deficits. *Physiologia Plantarum*, 97(1), 55–62. doi: 10.1111/j.1399-3054.1996.tb00478.x
- Gualtieri, G. and Secci, S.** (2011). Wind shear coefficients, roughness length and energy yield over coastal locations in Southern Italy, *Renewable Energy*, 36 (3), 1081-1094. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2010.09.001.
- Gust, D.** (2006). What is photosynthesis? *Center for Bioenergy and Photosynthesis, Arizona State University*, Erişim tarihi: 13.02.2014, adres: http://bioenergy.asu.edu/photosyn/study.html
- Gutierrez, M., Reynolds, M.P. ve Klatt, A.R.** (2010) . Association of water spectral indices with plant and soil water relations in contrasting wheat genotypes. *Journal of Experimental Botany*, 61(12), 3291–3303, doi: 10.1093/jxb/erq156
- Gündüz, A.** (2007). *Tekirdag Kosullarında Sulamanın Razakı ve Semillon Üzüm Çesitlerinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi*, (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- GZ (Gözde Fidancılık).** Erişim tarihi: 27.05.2010 adres: http://www.gozdefidan.com/bagcilik/bagcilik.asp
- Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J. ve Dextraze, L.** (2002). Integration of hyperspectral vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. *Remote Sensing of Environment*, 81, 416-426.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J. ve Strachan, I.** (2004). Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sensing of Environment*, 90, 337-352.
- Hartkamp, A.D., De Beurs, K., Stein, A. ve White, J.W.** (1999). Interpolation techniques for climate variables. *NRG-GIS Series 99-01*. Mexico, D.F., CIMMYT, Erişim tarihi: 28.04.2014, adres: Adres:http://tarwi.lamolina.edu.pe/~echavarri/tecnicas_interpolacion_var_clima.pdf.
- Hashimoto, H., Dungan, J. L., White, M. A., Yang, F., Michaelis, A. R., Running, S. W. ve Nemani, R. R.** (2008). Satellite-based estimation of surface vapor pressure deficits using MODIS land surface temperature data. *Remote Sensing of Environment*, 112(1), 142-155. doi:10.1016/j.rse.2007.04.016.
- Hatchell, D.C.** (1999). *Inc. (ASD) Technical Guide*. Analytical Spectral Devices.

- Hay, S. I. ve Lennon, J. J.** (1999). Deriving meteorological variables across Africa for the study and control of vector-borne disease: a comparison of remote sensing and spatial interpolation of climate. *Tropical Medicine & International Health*, 4(1), 58–71. doi:10.1046/j.1365-3156.1999.00355.x.
- Hernández-Clemente, R., Navarro-Cerrillo, R. M., Zarco-Tejada, P. J.** (2012). Carotenoid content estimation in a heterogeneous conifer forest using narrow-band indices and PROSPECT+DART simulations. *Remote Sensing of Environment*, 127, 298–315. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.09.014>.
- Hewison, T. J.** (2001). Airborne measurements of forest and agricultural land surface emissivity at millimeter wavelengths. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(2), 393-400, doi:10.1109/36.905247.
- Holben, B.N.** (1986). Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1417-1434.
- Hu, Yumei.** (2010). *Mapping monthly precipitation in Sweden by using GIS*. (Yüksek Lisans Tezi), Department of Earth Science, University of Gothenburg, Sweden. Adres: http://rcg.gvc.gu.se/pdf/Thesis-Yumei_Hu.pdf
- Hunt, E.R. ve Rock, B.N.** (1989). Detection of changes in leaf water content using near- and middle infrared reflectances. *Remote Sensing of Environment*, 30(1), 43-54, [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(89\)90046-1](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(89)90046-1)
- IAGT (Institute for the Application of Geospatial Technology).** *The Basics of Vineyard Site Evaluation and Selection*, Erişim tarihi: 19.02.2011, adres: <http://arcsrver2.iagt.org/vll/learnmore.aspx>
- Ichii, K., Kawabata, A. ve Yamaguchi, Y.** (2002). Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends: 1982–1990. *International Journal of Remote Sensing*, 23(18), 3873–3878.
- Inamdar, A. K., French, A., Hook, S., Vaughan, G. ve Luckett, W.** (2008). Land Surface Temperature Retrieval at High Spatial and Temporal Resolutions over the Southwestern United States. *Journal of Geophysical Research*, 113(D7). doi/10.1029/2007JD009048.
- Ishida, T. ve Ando, H.** (1999). Use of disjunctive cokriging to estimate soil organic matter from Landsat Thematic Mapper image. *International Journal of Remote Sensing*, 20(8), 1549-1565. doi:10.1080/014311699212605.
- Jayaraman, V. and Srivastava, S.K.** (2002). The invariance of red-edge inflection wavelengths derived from ground based spectro-radiometer and space-borne IRS-P3: MOS-B data. *International Journal of Remote Sensing*, 23(14), 2741-2765, DOI:10.1080/014311602760128125
- Jensen, R.R., Hardin, P.J., Bekker, M., Farnes, D.S., Lulla, V., Hardin, A.** (2009). Modeling Urban Leaf Area Index with AISA+ Hyperspectral Data. *Applied Geography*, 29, 320–332.

- Jin, M. and Liang, S.** (2006). An improved land surface emissivity parameter for land surface models using global remote sensing observations. *Journal of Climate*, 19, 2867-2881, doi:<http://dx.doi.org/10.1175/JCLI3720.1>
- Johnson, L.F., Roczen, D.E., Youkhana, S.K., Nemani, R.R., Bosch, D.F.** (2003). *Computers and Electronics in Agriculture*, 38, 33-44. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00106-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00106-0)
- Johnson, L. F.** (2003). Temporal stability of an NDVI-LAI relationship in a Napa Valley vineyard. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, 96–101. doi: 10.1111/j.1755-0238.2003.tb00258.x
- Johnston, K., Ver Hoef, J. M., Krivoruchko, K. ve Lucas, N.** (2001). Using ArcGIS Geostatistical Analyst. *ESRI*, Redlands, CA.
- Kakani, V.G., Reddy, K.R. ve Zhao, D.** (2007). Deriving a simple spectral reflectance ratio to determine cotton leaf water potential. *Journal of New Seeds*, 8(3), 11-27, doi:10.1300/J153v08n03_02
- Kaymak, M.K.,** Rüzgar Enerjisi, Erişim tarihi:13.06.2013, adres: <http://web.itu.edu.tr/~kaymak/windpower.html>
- Kennedy, J.A., Matthews, M.A. ve Waterhouse A.L.** (2002). Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 268-274.
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R.T., Anderson, M., Imhoff, M.L., Gutman, G.G., Panov, N., Goldberg, A.** (2010). Use Of NDVI and Land Surface Temperature for Drought Assessment: Merits And Limitations. *Journal of Climate Volume*, 23(3), 618-633. doi:10.1175/2009JCLI2900.1.
- Kempeneers, P., Zarco-Tejada, P.J., North, P.R.J., Backer, S., Delalieux, S., Sepulcre-Cantó, G., Scheunders, P.** (2008). Model inversion for chlorophyll estimation in open canopies from hyperspectral imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 29(17-18), 5093-5111.
- Kimball, H.H.** (1919). On The Relations of Atmospheric Pressure, Temperature, and Density to Altitude. *Monthly Weather Review*, 47(3), 156-158. doi: [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493\(1919\)47<156:OTROAP>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493(1919)47<156:OTROAP>2.0.CO;2)
- Klaring, H.P. ve Krumbein, A.** (2013) The effect of constraining the intensity of solar radiation on the photosynthesis, growth, yield and product quality of tomato. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 199(5), 351–359. doi:10.1111/jac.12018
- Korkutal, İ., Bahar, E. ve Kaymaz, Ö.** (2012). Rakımın Üzüm Kalitesi Üzerine Etkileri. *Trakya Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1): 17-29.
- Kundu, A., Mitra, S. K. ve Vaidyanathan, P. P.** (1984). Application of Two-Dimensional Generalized Mean Filtering for Removal of Impulse Noises from Images. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, 32(3), 600-609. doi:10.1109/TASSP.1984.1164364.
- Kurtural, S. K., Dami, I. E. ve Taylor, B. H.** (2007). Utilizing GIS Technologies in Selection of Suitable Vineyard Sites. *International Journal of Fruit Science*, 6(3), 87-107. doi: 10.1300/J492v06n03_07.

- Kurtural, S. K. ve Wilson, P.E.** (2008). Vineyard Site Selection in Kentucky Based on Climate and Soil Properties. *Horticulture, University of Kentucky; Imed E. Dami, Horticulture and Crop Science, The Ohio State University. Peer Reviewed Technical Publications (UK,CES HO-88)*. Adres: <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/ho/ho87/ho87.pdf>
- Kurtural, S. K.** (2008). Vineyard Site Selection. *Horticulture, University of Kentucky; Imed E. Dami, Horticulture and Crop Science, The Ohio State University. Peer Reviewed Technical Publications. ((UK, HortFact 31-02)*. Adres: http://www.uky.edu/Ag/HLA/KF_31_02.pdf
- Lacar, F. M., Lewis, M.M., Grierson, I. T.** (2001). Use of hyperspectral reflectance for discrimination between grape varieties, *Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '01. IEEE 2001 International*, 6, 2878-2880. doi: 10.1109/IGARSS.2001.978192
- Lamb, D.W., Weedon, M.M. ve Bramley, R.G.V.** (2004). Using remote sensing to predict grape phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard: Timing observations against vine phenology and optimising image resolution Predicting grape phenolics and colour at harvest. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10, 46–54.
- Legleiter C.J., Roberts, D.A., Lawrence, R.L.** (2009). Spectrally based remote sensing of river bathymetry. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34, 1039–1059.
- Legleiter, C.J. ve Roberts, D.A.** (2009). A forward image model for passive optical remote sensing of river bathymetry. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 1025-1045.
- LGGI (Leica Geosystems Geospatial Imaging).** *Leica Photogrammetry Suite Project Manager*, Erişim tarihi: 15.08.2012, adres: http://www.geo.u-szeged.hu/~joe/pub/3D/LPS_PM.pdf
- Li, J. ve Heap, A. D.** (2008). A review of spatial interpolation methods for environmental scientists. *Geoscience Australia*, (2008/23), 137 pp. adres:http://www.ga.gov.au/image_cache/GA12526.pdf.
- LI-COR Biosciences.** *LI-6400 System user guide, photosynthesis, fluorescence, respiration valuation*, Erişim tarihi:08.07.2013, adres:<http://www.licor.com/>
- Lichtenthaler, H.K., Lang, M., Sowinska, M., Heisel, F. ve Mieh, J.A.** (1996). Detection of vegetation stress via a new high resolution fluorescence imaging system. *Journal of Plant Physiology*,148, 599-612. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80081-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80081-2).
- Liu, J., Miller, J.R., Haboudane, D. ve Pattey, E.** (2004). Exploring the relationship between red edge parameters and crop variables for precision agriculture. *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004. IGARSS '04. Proceedings. 2004 IEEE International*, 2, 1276-1279, 20-24 Eylül.
- Lloyd, C.D.** (2005). Assessing the effect of integrating elevation data into the estimation of monthly precipitation in Great Britain. *Journal of Hydrology*, 308(1-4), 128-150. doi:10.1016/j.jhydrol.2004.10.026.

- Martinuzzi, S., Gould, W.A. ve González, O.M.R.** (2007). Creating Cloud-Free Landsat ETM+ Data Sets in Tropical Landscapes: Cloud and Cloud-Shadow Removal, *United States Department of Agriculture Forest Service International Institute of Tropical Forestry General Technical Report*, IITF-GTR-32. Washington, USA. Adres: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/iitf-gtr32.pdf>
- Martin, P., Zarco-Tejada, P.J., Gonzalez, M.R., Berjón, A.** (2007). Using hyperspectral remote sensing to map grape quality in Tempranillo vineyards affected by iron deficiency chlorosis. *Vitis*, 46, 7-14.
- McVicar, T. R. ve Jupp, D. L. B.** (1999). Estimating one-time-of-day meteorological data from standard daily data as inputs to thermal remote sensing based energy balance models. *Agricultural and Forest Meteorology*, 96(4), 219–238. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923\(99\)00052-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923(99)00052-0).
- Meehl, G.A., Washington, W.M., Arblaster, J.M. ve Hu, A.** (2003). Factors affecting climate sensitivity in global coupled models. *Journal of Climate*, 17, 1584-1596.
- MGM (Orman ve Su İşleri Bakanlığı - Meteoroloji Genel Müdürlüğü).** (2003). Türkiye İklim Sınıflandırması. *T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Raporu*, Erişim tarihi: 28.03.2013, adres:<http://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/sss/iklimsiniflandirmalariturkiye.pdf>.
- Mishra, A.K., Tiwari, H.S. ve Bhatt, R.K.** (2010). Growth, biomass production and photosynthesis of *Cenchrus ciliaris* L. under *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne based silvopastoral systems in semi arid tropic. *Journal of Environmental Biology*, 31(6), 987-993.
- Movahedy, S.** (2012). Evaluation of Interpolation Methods for Temperature (Case Study: Kavir Namak Qom Basin, Iran. *American Journal of Scientific Research*, 72, 31-39.
- Mohanakumar, K.** (2008). Structure and composition of the lower and middle atmosphere. *Stratosphere Troposphere Interactions*, 1-53. Doi: 10.1007/978-1-4020-8217-7_1.
- Naor, A., Bravado, B. ve Gelobter, J.** (1994). Gas exchange and water relations in field- grown ‘Sauvignon blanc’ grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45(4), 423-428.
- Nouri H, Beecham S, Anderson S, Nagler P.** (2014). High Spatial Resolution WorldView-2 Imagery for Mapping NDVI and Its Relationship to Temporal Urban Landscape Evapotranspiration Factors. *Remote Sensing*, 6(1), 580-602.
- MSU (Michigan State University).** *Biyoloji Notları*, Erişim tarihi: 28.03.2014, adres:<https://www.msu.edu/user/morleyti/sun/Biology/photochem.htm>
- MTA (Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü).** *Uzaktan Algılama ve CBS*, Erişim tarihi: 27.02.2014, adres: http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/RSC_WEB/index.php?id=ua

- Mutua, F. ve Kuria, D.** (2013). A comparison of spatial rainfall estimation techniques: a case study of Nyando River Basin Kenya. *Journal of Agriculture, Science and Technology* 14(2), 149-165.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration National Climatic Data Center).** (2013). Greenhouse Gases Frequently Asked Questions. Erişim tarihi:15 Mart 2013, adres: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/gases.html>
- Oliver, M. A., Webster, R. ve Slocum, K.** (2000). Filtering SPOT imagery by kriging analysis. *International Journal of Remote Sensing* 21(4), 735-752. doi:10.1080/014311600210542.
- Oppelt, N. ve Mauser, W.** (2004). Hyperspectral monitoring of physiological parameters of wheat during a vegetation period using AVIS data. *International Journal of Remote Sensing*, 25(1), 145-159.
- Ozdamar, A., Ozbalta, N., Akin, A., Yildirim, E. D.** (2005). An application of a combined wind and solar energy system in Izmir, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9, 624-637. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2004.06.002>.
- ÖTF (Öztürk Tarım ve Fidancılık),** *Bağcılığın Durumu ve Önemi*, Erişim tarihi: 02.07.2013, adres: <http://www.ozturktarimfidan.com.tr/bagcilik.htm>
- Özgönenel, O. ve Thomas, D.W. P.** (2012). Short-term wind speed estimation based on weather data. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 20(3), 335-346. doi:10.3906/elk-1012-1.
- Peñuelas, J., Filella, I., Biel, C., Serrano, L. ve Savé, R.** (1993). The Reflectance at the 950–970 nm region as an indicator of plant water status. *International Journal of Remote Sensing*, 14(10), 1887-1905. doi:10.1080/01431169308954010
- Peñuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J. ve Field, C.B.** (1994). Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen and water-limited sunflower leaves. *Remote Sensing of Environment*, 48, 135-146.
- Peñuelas, J., Filella, I., Lloret, P., Muñoz, F. ve Vilajeliu, M.** (1995a). Reflectance assessment of mite effects on apple trees. *International Journal of Remote Sensing*, 14, 2727-2733.
- Peñuelas, J., Baret, F. ve Filella, I.**(1995b). Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica*, 31, 221-230.
- Penuelas, J., Pinol, J., Ogaya, R., Filella, I.** (1997a). Estimation of plant water concentration by the reflectance water index (R900/R970). *International Journal of Remote Sensing* ,18, 2869–2875.

- Penuelas, J., Llusia, J., Pinol, J., Filella, I.** (1997b). Photochemical reflectance index and leaf photosynthetic radiation-use-efficiency assessment in Mediterranean trees. *International Journal of Remote Sensing*, 18(13), 2863-2868.
- Rabinowitch, E. and Govindjee.** Photosynthesis: The Power Plant and the Chemical Factory of Life, <http://www.life.illinois.edu/govindjee/photosynBook.html>
- Ritchie, G.A., Hinckley, T.M.** (1975). The pressure chamber as an instrument for ecological research. *Advances in Ecological Research*, 9, 165–254.
- Rodríguez-Pérez J.R., Riaño D., Carlisle E., Ustin S. ve Smart D.R.** (2007). Evaluation of hyperspectral reflectance indexes to detect grapevine water status in vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(3), 302–317.
- Ruedas, F.B., Camacho, C. Á. ve Marcuello, S. R.** (2011), Methodologies Used in the Extrapolation of Wind Speed Data at Different Heights and Its Impact in the Wind Energy Resource Assessment in a Region, *Wind Farm - Technical Regulations, Potential Estimation and Siting Assessment*, ISBN: 978-953-307-483-2.
- Sağlam, M.,** (2001). *Tekirdağ İlinde bağ Alanlarının Spektral Özelliklerinin ve Alansal Dağılımının Sayısal Uydu Verileri İle Belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Saral, A. ve Musaoğlu, N.** (2011). Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri ile taşkın risk analizi, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, 18-22 Nisan.
- SB (Silivri Belediyesi).** *Silivri Coğrafyası*, Erişim tarihi: 15.01.2014, adres: <http://www.silivri.bel.tr/index.php/icerik/cogrfyasi>
- Schultz, H.R. and M.A. Matthews.** (1993). Growth, osmotic adjustment, and cell-wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits. *Crop Science*, 33(2), 287-294, doi:10.2135/cropsci1993.0011183X003300020015x
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.A. ve Hemmingsen, E.A.** (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148(3668), 339-346, doi:10.1126/science.148.3668.339
- Seager, S., Turner, E.L., Schafer, J. ve Ford, E.B.** (2005). Vegetation's Red Edge: A possible spectroscopic biosignature of extraterrestrial plants. *Astrobiology*, 5(3), 372-390. doi:10.1089/ast.2005.5.372.
- Sertel, E., Kaya, S., Curran, P. J.** (2007). Use of semivariograms to identify earthquake damage in an urban area. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 45(6), 1590-1594, doi:10.1109/TGRS.2007.894019.
- Sertel, E., Sağlam, M., Gündüz, A., Şeker, D.Z., Kaya, S., Albut, S., Demirel H.** (2012). Uzaktan Algılama Teknolojileri kullanılarak üzüm çeşitliliğinin belirlenmesi ve bağ alanlarının mekânsal dağılımının tespiti, *TUBİTAK, ÇAYDAG - 109Y277*.

- Sims, D.A. ve Gamon, J.A.** (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment*, 81(2-3), 337–354. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00010-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00010-X)
- Sims, D.A. ve Gamon, J.A.** (2003). Estimation of vegetation water content and photosynthetic tissue area from spectral reflectance: a comparison of indices based on liquid water and chlorophyll absorption features. *Remote Sensing of Environment*, 84(4), 526–537, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00151-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00151-7)
- Singh, D.** (2010). Estimation of surface vapour pressure deficits using satellite derived land surface temperature data. *Indian Journal of Radio & Space Physics*, 39, 25-31.
- Sluiter, R.** (2009). Interpolation methods for climate data: Literature Review. *KNMI, R&D Information and Observation Technology De Bilt, International report*, IR 2009-04. Erişim tarihi: 04.09.2012 Adres: http://www.snap.uaf.edu/attachments/Interpolation_methods_for_climate_data.pdf.
- Smart, R., Robinson, M.** (2006). Sunlight into Wine. A Handbook for Winegrape Canopy Management, *Tenth Printing*, 88p.
- Smit, J.L., Sithole, G. ve Strever, A.E.** (2010). Vine Signal Extraction – an Application of Remote Sensing in Precision Viticulture. *South African Journal of Enology & Viticulture*, 31(2). 65-74.
- Smith, R. ve Prichard, T.** (2003) - Using a Pressure Chamber in Winegrapes. *UC Cooperative Extension*, Erişim tarihi: 23.10.2013, adres: <http://cesonoma.ucdavis.edu/files/27409.pdf>
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C. ve Paolini, L.** (2004). Land surface temperature retrieval from Landsat-TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434-440. doi:10.1016/j.rse.2004.02.003.
- Song, C., Woodcock, C. E., Seto, K. C., Lennet, M. P. ve Macomber, S. A.** (2001). Classification and change detection using Landsat-TM data: When and How to correct atmospheric effects. *Remote Sensing of Environment*, 75(2), 230–244. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00169-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00169-3).
- Song, D., Guo, P. ve Sheng, H.** (2008). Spatial Distribution Pattern of MODIS-NDVI and Correlation between NDVI and Meteorology Factors in Shandong Province in China. *Piers Online*, 4(2), 191-196. doi:10.2529/PIERS070907105158.
- Steppek, A. ve Wijnant, I. L.** (2011). Interpolating wind speed normals from the sparse Dutch network to a high resolution grid using local roughness from land use maps. *De Bilt, Technical report, Royal Netherlands Meteorological Institute Ministry of Infrastructure and Environment*. TR-321. 20 June, Netherlands.

- Strever, A.** (2012). *Non-destructive assessment of leaf composition as related to growth of the grapevine (Vitis vinifera L. cv. Shiraz)*, (Doktora Tezi), Department of Viticulture and Oenology, Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, South Africa.
- Stimson, H.C., Breshears, D.D., Ustin, S.L. ve Kefauver, C.** (2005). Spectral sensing of foliar water conditions in two co-occurring conifer species: *Pinus edulis* and *Juniperus monosperma*. *Remote Sensing of Environment*, 96(1), 108-118, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2004.12.007>
- Şahin, E.K. ve Kavzoglu, T.** (2011). CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Heyelanlardan Etkilenecek Yol Güzergahlarının Tespiti, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VI. Sempozyumu (TUFUAB VI)*, Antalya, Türkiye, 23–26 Şubat.
- Şensoy, S., M. Demircan, Y. Ulupınar ve Z. Balta.** (2008). Türkiye İklimi. *T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Erişim tarihi: 28.03.2014, Adres:http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf.
- Şensoy, R.İ.G., Balta, F., Cangı, R.** (2009). Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Van Ekolojik Koşullarındaki Etkili Sıcaklık Toplamı Değerlerinin Belirlenmesi. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi (HR.Ü.Z.F.) Dergisi*, 13(3), 49 – 59, Adres: http://ziraat.harran.edu.tr/zirfakdergi/2009_13_3/sensoy_son3last.pdf
- Tewolde, M.G., Beza, T.A., Costa, A.C., Painho, M.** (2010). Comparison of Different Interpolation Techniques to Map Temperature in the Southern Region of Eritrea, *13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, Guimarães, Portugal, 10-14 Mayıs.
- TGZ (Trakya Gezi Rehberi).** *Trakya Bağ Bozumu*, Erişim tarihi: 20.12.2013, adres:<http://www.trakyaagezi.com/dosya/77-gelenek-agorenekler/1155-trakyada-bag-bozumu.html>
- TGZ (Trakya Gezi Rehberi).** *Bağcılık Kültüründe Kırklareli İmzası; HARDALIYE*, Erişim tarihi: 11.04.2014, adres: <http://www.trakyaagezi.com/dosya/50-dosya/201-hardaliye.html>
- Thenkabail, P.S., Enclona, E.A., Ashton, M.S. ve Meer, B.V.D.** (2004). Accuracy assessments of hyperspectral waveband performance for vegetation analysis applications. *Remote Sensing of Environment*, 91, 354–376.
- Tian, F., Qiu, G. Y., Yang, Y. H., Xiong, Y. J. ve Wang, P.** (2012). Studies on the relationships between land surface temperature and environmental factors in an inland river catchment based on Geographically Weighted Regression and MODIS Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5(3), 687-698. doi:10.1109/JSTARS.2012.2190978.
- TK (Tarım Kütüphanesi).** *Türkiye Bağcılığı ve Bazı Üzüm Çeşitlerimiz*, Erişim tarihi: 11.11.2013, adres:

http://www.tarimkutuphanesi.com/TURKIYE_BAGCILIGI_ve_BAZI_UZUM_CESITLERIMIZ_00363.html

- TKA (Trakya Kalkınma Ajansı).** *Trakya Bölgesi*, Erişim tarihi: 10.06.2013, adres: http://www.trakyaka.org.tr/content-187-trakya_bolgesi.html
- Tosun, M.** (2005). Şarap Sektör Araştırması, *Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Araştırma Müdürlüğü*, SA-05-04-15, Ankara, Türkiye.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu).** *Bitkisel Üretim İstatistikleri*, Erişim tarihi: 17.01.2014, adres: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Tucker, C.J.** (1980). Remote sensing of leaf water content in the near infrared. *Remote Sensing of Environment*, 10(1), 23-32, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(80\)90096-6](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(80)90096-6)
- Turner, N.C.** (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58(1-3), 339-366, doi:10.1007/BF02180062
- Turner, N.C.** (1988). Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. *Irrigation Science*, 9(4), 289-308, doi: 10.1007/BF00296704
- Ustuntas, T.** (2006). Comparison of some interpolation methods in digital terrain models. [Sayısal arazi modellerinde bazı enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması]. *Journal of Technical Online*, 5(2),41-48.
- Uyak, C., Doğan, A., Kazankaya, A.** (2011). Siirt İli Bağcılığının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 21(3), 225-234.
- Uzun, İ.** (2004). Bağcılık, *Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.*, 9758377337, İstanbul, Türkiye
- Vernon, D.** (1991). Machine Vision: Automated Visual Inspection and Robot Vision: Fundamentals of Digital Image Processing Machine Vision. *Prentice Hall*. Adres: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/BOOKS/VERNON/Chap004.pdf>
- Verma, K.S., Saxena, R.K., Hajare, T.N., Kharche, V.K. ve Kumari, P.A.** (2002). Spectral response of gram varieties under variable soil conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 23(2), 313-324.
- Wikipedi.** *Bağ (Tarım)*, Erişim tarihi: 01.09.2012, adres: [http://tr.wikipedia.org/wiki/Bağ_\(tarım\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Bağ_(tarım))
- Wikipedi.** *Atmosfer*, Erişim tarihi: 28.12.2013, adres: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Atmosfer>
- Wikipedi.** *Silivri*, Erişim tarihi:16.01.2014, adres:<http://tr.wikipedia.org/wiki/Silivri>
- Vinografi.** *Foça Karası'nın İzinde*, Erişim tarihi:19.04.2014, adres:<http://vinografi.com>
- Voogt, J.A.** (2000). Image representations of complete urban surface temperatures. *Geocarto International*, 15(3), 21-32, doi:10.1080/10106040008542160.
- Voogt, J.A., and Oke. T.R.** (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 370-384. doi:10.1016/S0034-4257(03)00079-8.

- Wang, J., Rich, P. M. ve Price, K. P.** (2003). Temporal responses of NDVI to precipitation and temperature in the central Great Plains, USA. *International Journal of Remote Sensing*, 24 (11), 2345–2364. doi: 10.1080/01431160210154812.
- Wan, Z. ve Li, Z. L.** (1997). A Physics-based algorithm for retrieving land-surface emissivity and temperature from EOS/MODIS data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 35(4), 980-996. doi:10.1109/36.602541.
- Wan, Z., Wang, P., Li. X.** (2004). Using MODIS Land Surface Temperature and Normalized Difference Vegetation Index products for monitoring drought in the southern Great Plains, USA. *International Journal of Remote Sensing*, 25(1), 61-72. doi:10.1080/0143116031000115328.
- Wang, J-F., Li, L-F., Christakos, G.** (2009). Sampling and Kriging Spatial Means: efficiency and conditions. *Sensors*, 9(7), 5224-5240. doi:10.3390/s90705224.
- Wang, B.** (2011). *Using Kriging methods to estimate damage distribution. Thesis and Dissertations*, (Yüksek Lisans Tezi), Mechanical Engineering and Mechanics, Lehigh University.
- Weishou, S., Di, J., Hui, Z., Shouguang, Y., Haidong, L., Naifeng, L.** (2011). The Response Relation between Climate Change and NDVI over the Qinghai-Tibet plateau. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59, 11-27.
- Weng, Q., Lu, D. ve Schubring, J.** (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4). 467 – 483. doi:10.1016/j.rse.2003.11.005.
- Williams, L.E. ve Araujo, F.J.** (2002). Correlations among Predawn Leaf, Midday Leaf, and Midday Stem Water Potential and their Correlations with other Measures of Soil and Plant Water Status in *Vitis vinifera*. *Journal of American Society for Horticulture Science*, 127(3), 448-454.
- Wolar, J. (2008).** Meteorological Towers and Wind Power Analysis, *Alternate Energy Solutions*. Adres: <http://www.aesmichigan.com>
- Wolf, T.K. ve Boyer, J.D.** (2003). Vineyard Site Selection, *Virginia Cooperative Extension Publication Number*, 463-020, Adres: <http://www.ext.vt.edu/pubs/viticulture/463-020/463-020.html>
- WOT (Wines of Turkey).** *Wine Regions of Turkey*, 2013 Düsseldorf/ Germany, Erişim tarihi: 24 Nisan 2013, adres: <http://www.winesofturkey.org/wot.pdf>
- Wu, C., Wu, J., Luo, Y., Zhang, L., DeGloria, S. D.** (2003). Spatial prediction of soil organic matter content using cokriging with remotely sensed data. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1202-1208. doi:10.2136/sssaj2008.0045.
- Yagou, H., Ohtake, Y., Belyaev, A.** (2002). Mesh Smoothing via Mean and Median Filtering Applied to Face Normals. *Geometric Modeling and Processing, Proceedings*, 124-131. doi:10.1109/GMAP.2002.1027503.

- Yang, J. S., Wang, Y. Q. and August, P. V.** (2004). Estimation of land surface temperature using spatial interpolation and satellite-derived surface emissivity. *Journal of Environmental Informatics*, 4(1), 40-47. doi:10.3808/jei.200400035.
- YCEO (The Yale Center for Earth Observation).** (2010a). Converting Digital Numbers To Top Of Atmosphere (Toa) Reflectance. Adres: http://www.yale.edu/ceo/Documentation/Landsat_DN_to_Reflectance.pdf
- YCEO (The Yale Center for Earth Observation).** (2010b). Converting Landsat TM And ETM+ Thermal Bands To Temperature. Adres: http://www.yale.edu/ceo/Documentation/Landsat_DN_to_Kelvin.pdf
- Yu, K., Lenz-Wiedemann, V., Leufen, G., Hunsche, M., Noga, G., Chen, X., Bareth, G.** (2012). Assessing hyperspectral vegetation indices for estimating leaf chlorophyll concentration of Summer Barley, *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, I-7, 89-94.
- Vu, J.C.V.** (2005). Photosynthesis, growth, and yield of citrus at elevated atmospheric CO₂. *Journal of Crop Improvement*, 13/1-2, 361-376.
- Zarco-Tejada, P.J. ve Miller, J.R.** (1999). Land cover mapping at BOREAS using red edge spectral parameters from CASI imagery. *Journal of Geophysical Research*, 104(D22), 27, 921-27,933.
- Zarco-Tejada, P.J., Miller, J.R., Mohammed, G.H. ve Noland, T.L.** (2000) . Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. I. Leaf-level measurements and model simulation. *Remote Sensing of Environment*, 74(3), 582-595, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00148-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00148-6)
- Zarco-Tejada, P.J. ve Ustin, S.L.** (2001). Modeling canopy water content for carbon estimates from MODIS data at land EOS validation sites. *In: Proceeding of the 2001 international geoscience and remote sensing symposium*, (Vol:1), 342–344, Sydney, Australia, July 9–13.
- Zarco-Tejada, P.J., Rueda, C.A., Ustin, S.L.** (2003). Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods. *Remote Sensing of Environment*, 85, 109–124.
- Zarco-Tejada, P.J., Berjón, A. ve Miller, J.R.** (2004). Stress Detection in Crops with Hyperspectral Remote Sensing and Physical Simulation Models, *Airborne Imaging Spectroscopy Workshop*, Bruges, Belgium, 8 October. doi: <http://hdl.handle.net/10261/10582>.
- Zarco-Tejada, P.J., Berjón, A., López-Lozano, R., Miller, J.R., Martín, P., Cachorro, V., de Frutos, A.** (2005). Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy. *Remote Sensing of Environment*, 99(3), 271-287.

- Zhang, C., Li, W. ve Travis, D. J.** (2009). Restoration of clouded pixels in multispectral remotely sensed imagery with cokriging. *International Journal of Remote Sensing*, 30(9), 2173-2195. doi:10.1080/01431160802549294.
- Zobiolo, L.H.S., Junior, R.S.O., Kremer, R.J., Muniz, A.S. ve Junior, A.O.** (2010). Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate-resistant soybeans is reduced under glyphosate use. *Journal of Plant Nutrition*, 33(12), 1860-1873.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Emre Özelkan

Doğum Yeri ve Tarihi: 04.05.1982 - Adana

Adres: İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü,
Tarım Çevre Bilişimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TARBİL),
34496, Maslak/İstanbul/TÜRKİYE

E-Posta: emreozelkan@itu.edu.tr

Lisans: Meteoroloji Mühendisliği

Yüksek Lisans : Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama

Yayın ve Patent Listesi:

- **Ozelkan, E.**, Karaman, M., Mostamandy, S., Uca Avci, Z. D., Toros, H., 2014, “Derivation of Pm10 Levels Using Landsat 5TM Images: A Case Study in Izmir, Turkey”, Fresenius Environmental Bulletin, “Baskıda”.
- Ince, C.D., **Ozelkan, E.**, Kaya, S., 2014, “Assessment of Thyme Reduction Using Multitemporal Satellite Data and In-Situ Spectroradiometric Measurement: Altioluk Plateau, Kocaeli-Turkey”, Fresenius Environmental Bulletin, “Baskıda”.
- Uca Avci, Z. D., Karaman, M., **Ozelkan, E.**, Budakoglu, M., Kumral, M., 2014, “OBIA Based Hierarchical Image Classification for Industrial Lake Water”, Science of the Total Environment, doi:10.1016/j.scitotenv.2014.04.048.
- Karaman, M., Budakoglu, M., Uca Avci, Z. D., **Ozelkan, E.**, Tasdelen, S., Bulbul, A., Civas, M., 2014, “Determination of Seasonal Changes in Wetlands Using Chris/Proba Hyperspectral Satellite Images: A Case Study from Acigol (Denizli), Turkey”, Journal of Environmental Biology, “Baskıda”.
- Yazar, F., **Ozelkan, E.**, Ustundag, B.B., " Multi-parameter Spatial Interpolation of Solar Radiation in Heterogeneous Structured Agricultural Areas", The Third International Conference on Agro-Geoinformatics, 11-14 August 2014, Beijing, China.
- **Ozelkan, E.**, Karaman, M., Mostamandy, S., Uca Avci, Z. D., Toros, H., “Derivation of Pm10 Levels Using Landsat 5TM Images: A case study in Izmir, Turkey”, Proceedings of the 17th International Symposium on Environmental Pollution

and its Impact on Life in the Mediterranean Region, Mediterranean Scientific Association of Environmental Protection (MESAEP), September 28 to October 1, 2013 Istanbul - Turkey.

- Ince, C.D., **Ozelkan, E.**, Kaya, S., 2014, “Assessment of Thyme Reduction Using Multitemporal Satellite Data and In-Situ Spectroradiometric Measurement: Altıoluk Plateau, Kocaeli-Turkey”, Proceedings of the 17th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, Mediterranean Scientific Association of Environmental Protection (MESAEP), September 28 to October 1, 2013 Istanbul - Turkey.
- Karaman, M., Budakoğlu, M., Avcı, D.U., **Ozelkan, E.**, Tasdelen, S., Bülbül, A., Civaş, M., 2013, “Chris/Proba Hiperspektral Uydu Görüntüleri ile Sulak Alanların Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi: Acıgöl (Denizli)”, Türkiye, 3. Coğrafya Sempozyumu, 10-13 Haziran 2013, Kemer-Antalya, Türkiye.
- Yazıcı, F., Kocaman, A., Aydınöz, E., Tilev Tanrıöver, Ş., Karaman, M., **Ozelkan, E.**, Toros, H., “İstanbul'da Haziran 2012 PM10 Epizot Durumunun Modelleme ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Analizi”, 5. Hava Kirliliği Sempozyumu, 18-20 Eylül, Eskişehir.
- **Ozelkan, E.**, Karaman, M., Uca Avcı, Z. D.; 2012, ‘Using Remote Sensing for Assessing the Impact of Mining Activities in the Kaz Mountains’, Environment and Ecology in the Mediterranean Region, Cambridge Scholars Publishing, Ch. 24, p: 271-282.
- Bagis, S., Ustundag, B.B., **Ozelkan, E.**, “An Adaptive Spatiotemporal Agricultural Cropland Temperature Prediction System Based on Ground and Satellite Measurements”, Proceedings of the 2012 First International Conference on Agro-Geoinformatics, 02-04 August 2012, Shanghai, China.
- Karaman, M., **Ozelkan, E.**, Sertel, E., Ormeci, C., “Kaledavaz'da Tütün Ekimi Yapılan Arazilerin Yüksek Çözünürlüklü SPOT5 Uydu Görüntüsü Kullanılarak Belirlenmesi: Tavas Ovası İncelemesi”, Kaledavaz Sempozyumu, Pamukkale Üniversitesi, 2-3 Nisan, Denizli.
- **Ozelkan E.**, Ormeci C., Karaman M., “Determination of the Forest Fire Potential by Using Remote Sensing and Geographical Information System, Case Study-Bodrum/Turkey”, Proceedings of the 8th International Workshop of the European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL) Special Interest Group (SIG) on Forest Fires, 20-21 October 2011, Stresa-Italy
- **Ozelkan E.**, Karaman M., Uca Avcı Z. D., “Madencilik Faaliyetlerinin İzlenmesinde Uydu Görüntülerinin Kullanılabilirliği; Kazdağları Örneği”, International Symposium on Kaz Mountains (Mount Ida) and Edremit, Global Change in the Mediterranean Region, May 5-7, Edremit-Balıkesir, Turkey, 2011.
- **Ozelkan E.**, Uca Avcı Z. D., Karaman M., “Investigation on Draining of Lake Amik and the Related Environmental Changes, by Using Remote Sensing Technology”, Proceedings of the 31th EARSeL Symposium and 34th General Assembly 2011, 30 May-02 June 2011, Prag-Czech Republic
- Uca Avcı, Z. D., Karaman, M., **Ozelkan, E.**, “Use of Remote Sensing in Determining the Environmental Effects of Open Pit Mining and Monitoring the Recultivation Process”, Proceedings of the 22nd International Mining Congress & Exhibition of Turkey, May 11-13, Ankara, Turkey, 2011.

- **Ozelkan E.**, Papila I., Uca Avcı Z. D., Karaman M., “Drought Determination By Using Land Surface Temperature And Normalized Vegetation Index”, Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISRE Symposium, Australia), 10-15 April 2011
- Karaman M., **Ozelkan E.**, Papila I., Uca Avcı Z. D., “The Analysis Of Destruction In Flamingo Habitat Of Acıgöl Wetland”, Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISRE Symposium, Australia), 10-15 April 2011
- Uca Avcı Z. D., Karaman M., **Ozelkan E.**, Papila I., “The Comparison Of Traditional And Object-Based Classification Methods, A Case Study: Istanbul, Turkey”, Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISRE Symposium, Australia), 10-15 April 2011
- Papila I., Uca Avcı Z. D., Karaman M., **Ozelkan E.**, Kent,S., “Multiscale Fourier Domain Fusion Technique For Remotely Sensed Spot Images”, Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISRE Symposium, Australia), 10-15 April 2011
- Karaman, M., Uça Avcı, Z. D., Budakoğlu, M., Taşdelen, S., **Ozelkan, E.**, Papila, İ., “Flamingoların Beslenme Alanlarındaki Tahribatın Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Acıgöl (Denizli) Örneği”, II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 22 -24 Haziran 2011, Kırşehir, Türkiye.
- Karaman, M., Uça Avcı, Z. D., **Ozelkan, E.**, Budakoğlu, M., “Çözelti Madenciliği Faaliyet Alanımın Zamansal Değişiminin Çok Zamanlı Landsat Görüntüleri ile Değerlendirilmesi: Acıgöl (Denizli) Örneği”, 4. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 2-3 Haziran, İzmir, Türkiye, 2011.
- Uça Avcı, Z. D., Karaman, M., **Ozelkan, E.**, Budakoğlu, M., “Su Madenciliği Yapılan Göl Ortamının Nesne-Tabanlı Yöntemle Sınıflandırılması, Acıgöl (Denizli) Örneği”, II. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, MTA, 4 - 5 Kasım, Ankara, Türkiye, 2010.
- Yenigun O, Im U, Incecik, S., Topcu, S., Kolat, U., **Ozelkan, E.**, “An Investigation of A Decision System for Forest Fire Prevention Using Satellite Images and Meteorological Data: A Case Study, Marmaris/Mugla Region, Turkey”, Proceedings of the AOGS 5th Annual General Meeting, Bussan Exhibition & Convention Center (BEXCO), 16 to 20 June 2008, Bussan, Korea,
- **Ozelkan, E.** and Ormeci, C., “Risk Assessment of Forest Fires by Using Satellite Data with Remote Sensing Techniques”, Proceedings of the 28th EARSEL Symposium: Remote Sensing for a Changing Europe, Istanbul Technical University (ITU), June 2-5, 2008, Istanbul, Turkey.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- **Ozelkan, E.**, Bagis, S., Ozelkan, E.C., Ustundag, B.B., Yucel, M., Ormeci, C., 2014, “Spatial interpolation of climatic variables using land surface temperature and modified inverse distance”, International Journal of Remote Sensing, (Değerlendirilmede - Minör Revizyon).
- **Ozelkan, E.**, Bagis, S., Ozelkan, E.C., Ustundag, B.B., Ormeci, C., 2014, “Land

Surface Temperature Retrieval for Climate Analysis and Association with Climate Data”, European Journal of Remote Sensing, (Değerlendirilmede - 2nd Revizyon).

- **Ozelkan, E.**, Karaman, M., Candar, S., Coşkun, Z., Ormeci, C., 2014, “Investigation of Grapevine Photosynthesis using Hyperspectral Techniques and Development of Hyperspectral Band Ratio Indices Sensitive to Photosynthesis”, Journal of Environmental Biology, “Baskıda”.
- **Ozelkan, E.**, Bagis, S., Ustundag, B.B., Ozelkan, E.C., Yucel, M., Ormeci, C., "Land surface temperature - Based spatial interpolation using a modified Inverse Distance Weighting method", Proceedings of the Agro-Geoinformatics, 2013 Second International Conference on , vol., no., pp.110,115, 12-16 Aug. 2013, doi: 10.1109/Argo-Geoinformatics.2013.6621890.
- **Ozelkan, E.**, Karaman, M., Candar, S., Coşkun, Z., Ormeci, C., 2013, “Asma Yaprığı Fotosentezinin Hiperspektral Yöntemlerle İncelenmesi ve Fotosenteze Duyarlı Bant Oranı İndislerin Geliştirilmesi”, 3. Coğrafya Sempozyumu, 10-13 Haziran 2013, Kemer-Antalya, Türkiye.
- Sertel, E., Seker, D. Z., Yay, I., **Ozelkan, E.**, Sağlam, M., Boz, Y., Gunduz, A., “Vineyard Mapping Using Remote Sensing Technologies”, Proceedings of the FIG Working Week 2012, 06-10 May 2012, Rome, Italy
- Sertel, E., **Ozelkan, E.**, Sağlam, M., Gündüz, A., Şeker, D. Z., Albut, S., Boz, Y., 2011, “Tekirdağ İli Bağ Alanlarının Mekansal Dağılımlarının Topografik Parametreler ile olan ilişkisinin CBS Kullanarak Belirlenmesi”, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası - Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi 2011/3 Özel Sayı.
- Sertel, E., **Ozelkan, E.**, Yay, I., Seker, D. Z., Ormeci, C., “Mapping Vineyard Areas Using WorldView-2 Satellite Images”, AGU Fall Meeting, 5–9 December 2011, San Francisco, CA, USA.
- Sertel, E., Sağlam, M., **Ozelkan, E.**, Yay, I., Gunduz, A., Demirel, H., Seker, D.Z., Kaya, S., Albut, S., Ormeci, C., Boz, Y., “Tekirdağ İlindeki Bağ Alanlarının Mekansal Dağılımının Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Siteleri Kullanarak Belirlenmesi”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara, Turkey.