

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**BAŞLICA İKLİM PARAMETRELERİNİN BİTKİ SU TÜKETİMİNE
ETKİLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE
ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Orkan ÖZCAN

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

ŞUBAT 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**BAŞLICA İKLİM PARAMETRELERİNİN BİTKİ SU TÜKETİMİNE
ETKİLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE
ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

**Orkan ÖZCAN
(705072008)**

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU

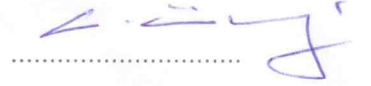
ŞUBAT 2014

İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 705072008 numaralı Doktora Öğrencisi **Orkan ÖZCAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“BAŞLICA İKLİM PARAMETRELERİNİN, BİTKİ SU TÜKETİMİNE ETKİLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

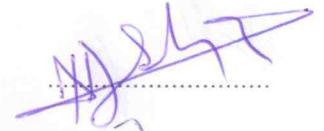
Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi



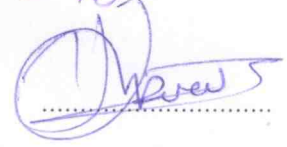
Eş Danışman : **Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi



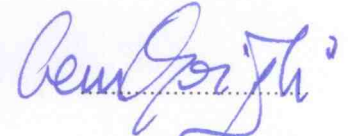
Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER**
İstanbul Teknik Üniversitesi



Prof. Dr. Yusuf KURUCU
Ege Üniversitesi



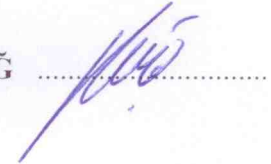
Prof. Dr. Cem GAZİOĞLU
İstanbul Üniversitesi



Doç. Dr. Elif SERTEL
İstanbul Teknik Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. Burak Berk ÜSTÜNDAĞ
İstanbul Teknik Üniversitesi



Teslim Tarihi : 27 Ocak 2014
Savunma Tarihi : 26 Şubat 2014

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama programında gerçekleştirilen doktora çalışmasında bitki su tüketimini etkileyen başlıca iklimsel parametreler uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak CBS ortamında değerlendirilmiştir.

Çalışmada öncelikle tez danışmanlığımı üstlenen ve tezimin her aşamasında bilgi ve birikimi ile beni yönlendiren, benden hoşgörüsünü ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr. Nebiye Musaoğlu'na ve eş danışmanlığımı yapan, deneyimleri ile beni yönlendiren, manevi desteğini aldığım sayın hocam Prof. Dr. Cankut ÖRMECİ'ye teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım kapsamında değerli görüş ve katkılarını esirgemeyen sayın hocalarımdan, İTÜ Geomatik Mühendisliği öğretim üyesi Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER'e, EGE Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Yusuf KURUCU'ya ve İTÜ Bilgisayar Mühendisliği öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Burak Berk ÜSTÜNDAĞ'a çok teşekkür ederim.

Yurt dışında yapmış olduğum araştırmalarda yöntem ve veri analizi konularında bilgi birikimlerini esirgemeyen öncelikle Kaliforniya Üniversitesi Santa Barbara Kampüsü (UCSB) Coğrafya bölümü öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Bodo BOOKHAGEN olmak üzere, bölüm başkanı Prof. Dr. Dar ROBERTS ve Prof. Dr. Oliver CHADWICK'e teşekkürlerimi sunarım.

Veri temini konusunda; İTÜ Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Uygulama ve Araştırma Merkezi (UHUZAM) ile merkez bünyesindeki Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL) projesine, merkez müdürü Doç. Dr. Elif SERTEL'e, müdür yardımcısı Doç. Dr. Şinasi KAYA'ya ve UHUZAM çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Yurt dışı doktora sırası araştırması kapsamında maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Çalışmam süresince her anlamda bana destek veren Dr. Bur-in GACAL'a, yardım-lar-ēhi-bir zaman esirgemeyen aḡ abeyim Dr.Okan ¥ ZCANâ ve her alanda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen,bilgi ve birikimleriyle bana yol g° sterem anneme ve babama saygı ve sevgilerimi sunarım.

Ocak 2014

Orkan Özcan
(Araştırma Görevlisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. BÖLÜM - GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	6
1.2 Literatür Özeti	7
1.3 Çalışma Alanı	12
1.4 Veriler.....	14
2. BÖLÜM - BUĞDAY BİTKİSİ.....	17
2.1 Yetiştirme Koşulları ve Ekolojik İstekleri.....	17
2.1.1 Toprak istekleri	17
2.1.2 İklim istekleri	18
2.1.3 Ekim ve gübreleme.....	18
2.1.4 Sulama ve hasat.....	19
2.2 Fenolojik Gelişim Süreçleri.....	20
3. BÖLÜM - YER GÖZLEM İSTASYON VERİLERİNİN ANALİZİ	23
3.1 Anlık Meteorolojik Verilerin Analizi	25
3.1.1 Termal büyüme süresinin belirlenmesi	26
3.1.2 Bitki evapotranspirasyonu (ET _c) tahmini	29
3.2 Yüksek Çözünürlüklü Kamera Görüntülerinin Analizi.....	31
3.3 İstasyon Bazında Ürün Fenolojik Takvimlerinin Belirlenmesi.....	32
3.4 Spektrometrik Ölçümler	33
3.4.1 Arazi çalışmaları	33
3.4.2 Spektral değerlendirme	35
4. BÖLÜM - UZUN YILLAR METEOROLOJİK VERİLERİN ANALİZİ	41
4.1 Aylık Verilerin Analizi	42
4.2 Günlük Verilerin Analizi	44
4.3 Meteorolojik Değişkenlerin Frekans Analizleri	45
4.3.1 Aylık değişkenlerin spektral değerlendirmesi.....	45
4.3.2 Günlük değişkenlerin spektral değerlendirmesi	46
5. BÖLÜM - UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ	49
5.1 Uydu Görüntülerinin Temini ve İşlenmesi.....	49
5.2 Ekim Alanları Segmentasyonu	52
5.3 Görüntü Dönüşümleri.....	54
5.3.1 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) analizi.....	54

5.3.2 MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) analizi	56
5.3.3 TC (Tasseled Cap) dönüşümü	57
5.3.4 DI (Disturbance Index) analizi	58
6. BÖLÜM - UZAKTAN ALGILAMA YAĞIŞ VERİLERİNİN ANALİZİ	61
7. BÖLÜM - YAĞIŞ VERİLERİNİN EKSTREM DEĞER ANALİZLERİ	65
7.1 Dağılım Fonksiyonları	65
7.1.1 GEV (Generalized Extreme Value) dağılımı	66
7.1.2 EV (Extreme Value) dağılımı	66
7.1.3 Gamma dağılımı	67
7.2 İstatistiksel Analizler	67
7.2.1 Parametre analizi	67
7.2.2 Yüzdebirlik analizleri	68
7.3 Uyum Doğruluk Testleri	68
7.3.1 Ki-Kare (X^2) testi	69
7.3.2 Kolmogorov-Smirnov testi	69
7.4 Geri Dönüş Periyotları	70
8. BÖLÜM - UYGULAMALAR	73
8.1 Uydu ve Yersel Verilerin Entegrasyonu	73
8.1.1 Bitki su ihtiyacının belirlenmesi	73
8.1.2 Zaman – mekânsal analizler	78
8.2 Agrometeorolojik Değerlendirmeler	80
8.3 Ekstrem Değerlerin Mekânsal Değerlendirmeleri	83
8.3.1 Parametrelerin mekânsal değerlendirmesi	84
8.3.2 Yüzdebirliklerin mekânsal değerlendirmesi	87
8.3.3 Geri dönüş periyotlarının mekânsal değerlendirmesi	87
8.3.4 TRMM verisi ekstrem değer – yükseklik ilişkisi	89
9. BÖLÜM – SONUÇLAR ve TARTIŞMA	93
KAYNAKLAR	101
EKLER	109
ÖZGEÇMİŞ	139

KISALTMALAR

AKK	: Arazi Kullanım Kabiliyet
BTG	: Büyük Toprak Grubu
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CDF	: Cumulative Distribution Function
DI	: Disturbance Index
ETM+	: Enhanced Thematic Mapper Plus
EV	: Extreme Value
FAO	: Food and Agriculture Organization
FOV	: Field Of View
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GEV	: Generalized Extreme Value
GPS	: Global Positioning System
ISODATA	: Iterative Self-Organizing Data Analysis
MS	: Multispectral Scanner
MSAVI	: Modified Soil Adjusted Vegetation Index
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NIR	: Near InfraRed
PDF	: Probability Density Function
SWIR	: Short Wave InfraRed
TBS	: Termal Büyüme Süresi
TC	: Tasseled Cap
TRMM	: Tropical Rainfall Measurement Mission
UNB	: University of New Bruswick
WDVI	: Weighted Difference Vegetation Index
ZBS	: Zadoks Büyüme Skalası

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Buğday üretiminde kuru ve sululu şartlarda toprağa uygulanabilecek gübre form ve dozlarından bazı seçenekler.....	19
Çizelge 2.2 : Buğday bitkisi için fenolojik gelişme dönemleri.....	21
Çizelge 3.1 : Farklı fenolojik zamanlarda farklı güneş ışın şiddetleri ($W m^{-2}$) altında normalize edilmemiş kamera çerçeve içi renk bileşen dağılımları.....	32
Çizelge 3.2 : İstasyonlardaki buğday ekili alanlarının 2010-2011 sezonunda belirlenen fenolojik gelişim tarihleri.....	33
Çizelge 3.3 : Arazi çalışmasında seçilen istasyonların numaraları ve ölçüm yapılan parsel sayıları.....	34
Çizelge 5.1 : 2010 – 2011 fenolojik gelişim dönemi görüntü alım tarihleri ve istasyon dağılımı.....	51
Çizelge 5.2 : 2011 yılı için Nisan – Mayıs ayına ait SPOT 5 uydu görüntülerinin ilçe - ürün bazında istatistiksel NDVI ortalama değerleri.....	55
Çizelge 5.3 : Landsat görüntüleri için TC katsayıları.....	58
Çizelge 5.4 : 1992 – 2011 yılları arası toplamsal DI analizi için kullanılan Landsat görüntüleri.....	59
Çizelge 8.1 : Farklı AKK sınıflarında bulunan buğday bitkisinin Şubat ve Mayıs aylarındaki su ihtiyaçları.....	77
Çizelge A.1 : Farklı buğday çeşitlerinin 2001-2006 yılları arasında çalışma bölgesindeki farklı ilçelerdeki fenolojik gelişim zamanları.....	110
Çizelge A.2 : 2010 - 2011 ekim dönemi buğday ekili alanların istasyon ve parsel bilgileri ile fenolojik gelişim başlangıç ve bitiş tarihleri.....	111
Çizelge C.1 : Arazi çalışmasında belirlenen konumsal ölçümler.....	116

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışma alanı ve meteoroloji istasyonların konumu. (Grafikler, 1970 – 2012 yılları arası her aya ait uzun yıllar günlük yağış ortalamalarını göstermektedir.)	13
Şekil 1.2 : Uzun yıllar; (A) yıllık ortalama yağışlar, (B) yaz ayları (Haziran, Temmuz, Ağustos) yıllık toplam yağışlar.	13
Şekil 1.3 : Çalışmada kullanılan uzaktan algılama verileri ve kullanım amaçları.....	15
Şekil 1.4 : Çalışmada kullanılan meteorolojik veriler ve kullanım amaçları	16
Şekil 3.1 : Çalışma alanındaki yer gözlem istasyonlarının dağılımı.....	23
Şekil 3.2 : Yer gözlem istasyonu ve bileşenleri.....	24
Şekil 3.3 : Pilot bölge yer gözlem istasyonlarının konumu.	26
Şekil 3.4 : Yer gözlem istasyonlarında bulunan buğday parsellerinin 2010-2011 sezonu (a) Günlük Sıcaklık Ortalamaları, (b) TBS.....	27
Şekil 3.5 : Fenolojik gelişim dönemlerinde yer gözlem istasyonlarından sağlanan günlük (a) bağıl nem (%) ve (b) yağış verileri (mm).	27
Şekil 3.6 : (a) 5 nolu Hilvan–Uzuncuk Yolu ve (b) 20 nolu Akçakale–Akçatat istasyonlarından alınan 15 ve 45 cm derinliğinde toprak nem değerleri...28	
Şekil 3.7 : Yüksek çözünürlüklü kameradan elde edilen yeşil piksel oranı.	32
Şekil 3.8 : Arazi çalışması için seçilen yer gözlem istasyonlarının konumları.	34
Şekil 3.9 : Spektrometre görüş alanı.....	35
Şekil 3.10 : (A) G bölgesini, (B) B bölgesini temsil eden Mart ve Nisan aylarındaki arazi çalışmasından fotoğraflar.	37
Şekil 3.11 : (a) 1 ve (b) 10 derecelik FOV lensleri ile bölge bazında ortalama spektral imzalar.	38
Şekil 3.12 : J bölgesine ait spektrometrik ölçümler.....	39
Şekil 4.1 : 1963 – 2011 yılları istasyonlar arası aylık yağış verilerinin korelasyonu.43	
Şekil 4.2: (Şanlıurfa - Merkez) 1963 – 2011 yılları arası aylık yağış, sıcaklık ve nem verilerinin zaman serileri ve periyotları (T).	43
Şekil 4.3 : Şanlıurfa - Akçakale istasyonu için günlük yağış, sıcaklık ve nem verilerinin zaman serileri ve periyotları (T).	44
Şekil 4.4 : 1970 – 2012 yılları istasyonlar arası günlük yağış verilerinin korelasyonu.	45
Şekil 4.5 : (Şanlıurfa - Merkez) 1963 – 2011 yılları arası aylık meteorolojik değişkenlerin spektral değerlendirmesi.....	46
Şekil 4.6 : Şanlıurfa – Akçakale istasyonu günlük değişkenlerin spektral değerlendirmesi.	47
Şekil 5.1 : Görüntü işlem adımları.....	50
Şekil 5.2 : 10.02.2011 tarihli Spot 5 uydu görüntüleri üzerinde (a) 5 nolu Hilvan-Uzuncuk Yolu (b) 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonlarındaki segmentasyon çalışması sonucu.....	53

Şekil 5.4 : Fenolojik gelişim boyunca görüntü alım tarihlerinde Hilvan ve Akçakale bölgelerindeki buğday ekili alanlar için ortalama NDVI değerleri.....	56
Şekil 6.1 : TRMM birincil yağış algılayıcılarının (TMI, PR ve VIRS) tarama geometrileri şematik gösterimi.....	62
Şekil 6.2 : Çalışma alanı. (Kırmızı yıldızlar meteorolojik istasyonlarının konumu, siyah kare olarak belirtilen her biri $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ($\sim 30 \text{ km} \times 30 \text{ km}$) 'lık alanı kapsayan dilimler, TRMM piksellerini ifade etmektedir.....	63
Şekil 7.1 : Ekstrem değer analizi akış şeması.....	65
Şekil 7.2 : TRMM-3B42 piksellerine ait istatistikler.	68
Şekil 7.3 : Akçakale istasyonundan sağlanan yağış verilerinin zaman serisi ve istasyon konumundaki TRMM yağış verisinin yüzdebirlik değerleri.....	68
Şekil 7.4 : Akçakale istasyonuna ait; (A) Farklı dağılım fonksiyonlarının olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF) grafikleri ve uyum doğruluk testi p-değerleri tablosu, (B) Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) grafiği, (C) Olasılık-Olasılık (P-P) grafiği, (D) Geri dönüş periyodu grafiği.....	71
Şekil 8.1 : Çalışma bölgesindeki buğday ekili alanlarda bulunan istasyonlardan, bölgedeki görüntü alım tarihlerinde sağlanan agrometeorolojik veriler ve grafikleri.	74
Şekil 8.2 : Buğday ekili alanlarda bitki su ihtiyacının belirlenmesi çalışmasındaki akış şeması.....	75
Şekil 8.3: K _c değerleri ile NDVI ve MSAVI ilişkisi.....	76
Şekil 8.4 : Aşağı Fırat Projesi sulama şeması.....	79
Şekil 8.5 : Çalışma alanının Ağustos 2011 tarihli Landsat TM görüntüsü ve Türkiye yıllık ortalama sıcaklık haritası.	79
Şekil 8.6 : Tarımsal alanlar ve su rezervindeki mekânsal değişimler.....	80
Şekil 8.7 : Atatürk Baraj Gölü ve Harran Ovası bölgelerinin yıllık sıcaklık dağılımları.....	80
Şekil 8.8 : 1984 – 2011 yılları arasında Atatürk Baraj Gölü su rezervi değişimleri..	81
Şekil 8.9 : Harran Ovası'nda 1992 – 2011 yılları arasında sulanan tarım arazilerin mekânsal – zamansal desenleri.....	82
Şekil 8.10 : Yıllık yağış ile su rezervi ve sulanan tarım alanları değişimleri.	82
Şekil 8.11 : 1998 - 2012 yılları arası meteorolojik istasyonlara ait ve TRMM-3B42 uydu yağış verilerinin şekil parametrelerinin mekânsal dağılımı.....	85
Şekil 8.12 : 1998 - 2012 yılları arası meteorolojik istasyonlara ait ve TRMM-3B42 uydu yağış verilerinin şekil parametrelerinin mekânsal dağılımı.....	86
Şekil 8.13 : TRMM uydu verisi ile istasyonların yıllık maksimum ve yüzdebirlik değerlerinin karşılaştırılması.	87
Şekil 8.14 : Meteorolojik istasyonlardan ve istasyonlar ile aynı konumu temsil eden TRMM-3B42 piksellerinden elde edilen yağış verilerinin 14 yıllık farklı zaman aralıkları içerisindeki geri dönüş periyotları.....	88
Şekil 8.15 : Meteorolojik istasyonlardan elde edilen yağış verilerinin 10, 20, 30 ve 40 yıllık ve istasyonlar ile aynı konumu temsil eden TRMM-3B42 piksellerinden 14 yıllık zaman aralıkları içerisindeki geri dönüş periyotları.....	88
Şekil 8.16 : Genişletilmiş alana ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen şekil parametresi ile yükseklik arasındaki ilişki.	89

Şekil 8.17 : 1998 - 2012 yılları arası meteorolojik istasyonlara ait ve TRMM-3B42 uydu yağış verilerinin 20 yıllık geri dönüş periyodu değerlerinin mekânsal dağılımı.....	90
Şekil 8.18 : Çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen şekil parametresi ile yükseklik arasındaki ilişki.	91
Şekil 8.19 : Genişletilmiş alana ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 95. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.....	91
Şekil 8.20 : Çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 95. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.....	92
Şekil B.1 : Buğday ekili alanların büyüme sürecinde topraktan ayrıştırılması.	113
Şekil C.1 : 9 – 16 Mart ve 23 – 27 Nisan 2012 tarihleri arasında Şanlıurfa il sınırları içerisinde yapılan arazi çalışmalarına ait spektro -radyometrik ölçümler	117
Şekil D.1 : Şanlıurfa ili, Ağustos 2010 tarihli SPOT 5 10 mt mekânsal çözünürlüklü uydu verisinden üretilmiş NDVI görüntüsü	119
Şekil D.2 : Şanlıurfa iline bağlı ilçeler için Nisan 2010 tarihli SPOT 5 görüntüsünden üretilmiş ürün bazında NDVI ortalama değerlerin grafik gösterimleri...120	
Şekil F.1 : AKK haritası ve yer gözlem istasyonlarının konumu.....	132
Şekil G.1 : Yer parametresinin (A) TRMM piksel ve kontur, (B) istasyon-ilçe, (C) TRMM (kontur) ve istasyon (noktalar) bazında mekânsal dağılımları..	133
Şekil G.2 : Ölçek parametresinin (A) TRMM piksel ve kontur, (B) istasyon-ilçe, (C) TRMM (kontur) ve istasyon (noktalar) bazında mekânsal dağılımları..	134
Şekil G.3 : Şekil parametresinin (A) TRMM piksel ve kontur, (B) istasyon-ilçe, (C) TRMM (kontur) ve istasyon (noktalar) bazında mekânsal dağılımları.	135
Şekil G.4 : TRMM uydu (kontur) ve istasyon (noktalar) verilerinden hesaplanan (A) 90., (B) 95., (C) 99. yüzdebirliklerin mekânsal dağılımları.....	136
Şekil H.1 : (a) Genişletilmiş alanda (b) çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 90.yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.....	137
Şekil H.2 : (a) Genişletilmiş alanda (b) çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 99. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.....	138

BAŞLICA İKLİM PARAMETRELERİNİN BİTKİ SU TÜKETİMİNE ETKİLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Dünya genelinde en fazla üretimi yapılan tarım ürünlerinden birisi olan buğday, ülkemizde yaklaşık 9,5 milyon hektar alanda ekilmekte, yıldan yıla değişmekle birlikte 20 milyon ton civarında ürün alınmaktadır. Farklı ekim bölgeleri için önerilen ürün deseninin, o yörenin ekolojik koşullarına adaptasyon düzeylerinin ve kuraklık ya da aşırı yağış vb. değişen iklim koşullarının bitkilerin gelişimine olası etkilerinin izlenmesi uzaktan algılama teknikleri ve CBS ile mümkün olmaktadır. Çalışmada öncelikle yersel akıllı istasyonlar kullanılarak fenolojik gelişim dönemlerine göre algılanan SPOT 5 uydu görüntüleri ile bitki karakteristikleri ve farklı istasyonlardaki ürün özellikleri incelenmiş olup, bitki gelişiminde farklılıklara neden olan ekolojik koşullar ve ürünlerin adaptasyon farklılıkları bu doğrultuda belirlenmiştir. Bununla birlikte; özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarı-kurak koşullarında, sulama sistemlerinin planlanmasında sulama suyu ihtiyacının tahmini için bitkilerden gelen terleme ve altındaki topraktan gelen buharlaşma, su kaynakları ve hidrolojik çalışmalar açısından önemli faktörlerdir. Çalışmanın amaçlarından biri, uzaktan algılama teknikleri ve CBS kullanılarak gerçek evapotranspirasyonun tahmini ile farklı toprak gruplarında bulunan buğday ekili alanlardaki su ihtiyacının belirlenmesidir. Büyüme döneminde algılanan SPOT 5 görüntüleri, hem Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI) analizlerinin yapılması hem de buğday ekim dönemi aylarındaki bitki katsayılarının oluşturulmasında kullanılmıştır.

Hızla gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'de, artan nüfus için; sulu tarım ürünlerinden yeterli miktarda, sanayi için; ucuz, sürekli ve kaliteli yenilenebilir enerjiye ve özellikle ortalama ulusal standartlara göre yaşam seviyesi düşük olan bölgelerde evsel kullanımlar için; kaliteli suya ihtiyaç duyulmaktadır. Atatürk Barajı dünyanın en büyük dördüncü kil merkezli kaya dolgu baraj olmakla birlikte Türkiye'nin enerji ve tarım sektörünün gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi için geniş ölçekli bölgesel bir kalkınma projesi (GAP) merkez bileşeni olarak 1980'li yıllarda bu yarı-kurak bölgede Fırat Nehri üzerinde inşa edilmiştir. Atatürk Barajı'nın Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne agrometeorolojik yönden etkilerinin mekânsal ve zamansal değişimler açısından belirlenmesi bir diğer araştırmadır. 1984 – 2011 yılları arasında çok zamanlı Landsat uydu görüntüleri ve meteorolojik veri setleri değerlendirilerek Atatürk Baraj Gölü'nde su rezervi değişimleri nedeniyle bölgedeki zamansal değişim ve bu değişimin çevresel etkileri belirlenmiştir. Geçmiş 30 yıldan günümüze, havzadaki bitkisel gelişimi etkileyen değişen iklim koşullarında (yağış oranı, hava sıcaklığı ve nemdeki aylık, mevsimlik ve yıllık farklılıklar), mevsimsel su rezervi değişimleri ve sulanan alanlar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Yüzey yansıtım ve Disturbance Index (DI) değişimlerini elde etmek için; kullanılan tüm görüntülerde geometrik ve atmosferik düzeltmeler ile

Tasseled Cap (TC) dönüşümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç veri setleri, bitki örtüsü gelişiminin zaman-mekânsal desenlerini karakterize etmek için lineer eğilim analizinde kullanılmıştır. İklim ve arazi örtüsü/kullanımı ile tespit edilen ekolojik birimlerde analizler gerçekleştirilmiştir.

İklim, zamansal ve mekânsal ölçekte sürekli değişkenlik gösteren dinamik bir yapıya sahiptir. İklim elemanları içerisinde zamana ve mekâna bağlı olarak en fazla değişkenlik gösteren parametre yağış miktarıdır. Sel, kuraklık, fırtına ve sert rüzgârlar gibi ekstrem çevresel olaylar, toplum için ciddi sonuçlar doğurabilmektedir. Ekstrem hava ve iklim olaylarındaki değişiklikler önemli etkilere sahip olup bu değişiklikler ile başa çıkma toplumun en ciddi sorunları arasındadır. Ekstrem iklim olayları sonucu oluşan zarar tüm dünyada artmaktadır. Avrupa Çevre Ajansı (EEA), “Avrupa 2012 İklim Değişikliği, Etkileri ve Hasar Görebilirlik” raporunda; 1980’lerde 9 milyar € olan maddi hasarın, 2000’lerde 13 milyar €’ya arttığını belirtmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA), sadece 2011 – 2012 yılları arasında aşırı hava olaylarının 188 milyar\$ hasara neden olduğunu bildirmiştir. Hidrometeorolojik ekstrem olayların ve zaman içerisindeki değişimlerinin anlaşılması ve tanımlanması, tarım ve sosyo-ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Acil hava olayları planlaması, tarımsal ve havza yönetimi ve sigorta risk hesaplamalarının hepsi bu ekstrem olayların frekans bilgisinin doğruluğuna bağlıdır. Hidrolojik risk analizi ve tasarımı ekstrem yağışın belirlenmesi önemli bir sorundur. Erozyon ve hidroklimatik ekstrem olaylar ile verimli toprak tabakasının ortadan kalkması özellikle Akdeniz iklim kuşağında bulunan yarı-kurak ve kurak bölgelerde ciddi bir sorundur. Noktasal frekans analizi uzun dönemli kayıtlar gerektirmektedir. Türkiye’de uzun gözlem süreli yağış ölçekleri oldukça az olmakla birlikte bunların çoğunun da yazıcısı bulunmamaktadır. Ayrıca pek çok yazıcı ölçekli istasyonlarda kaydedilen yağışların güvenilirliğinden şüphe edilmekte ve önemli ekstrem veriler kaydedilememektedir. Meteorolojik istasyonlardan sağlanan yağış verileri her ne kadar hidrolojik modellerin doğruluğunu arttırsa da mekânsal olarak kapsama alanları sınırlıdır. Uzaktan algılama teknikleri, hem mekânsal hem de zamansal olarak yağış olaylarının sürekli gözlemlenmesine olanak sağlamaktadır.

Çalışmanın son bölümünde, uydu yağış veri seti olarak Tropik Yağmur Ölçüm Misyonu (TRMM)-3B42 verisi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki yağış değişkenliğini karakterize etmek ve tarım ve hidrolojik uygulamalar için uydu yağış tahminlerinin değerlendirilmesi amacıyla günlük yersel yağış verileri ile doğrulanmıştır. TRMM uydusundan 1998 - 2012 yılları arasında elde edilen noktasal yağış verileri ile 7 adet yersel meteorolojik istasyondan elde edilen yağış verileri kullanılmıştır. Zaman-mekânsal desenler, yağış zaman serilerine uygun çeşitli dağılım fonksiyonlarının istatistiksel analizleri ile tanımlanmıştır. Dağılım fonksiyonlarının uygunluğu özellikle şekil parametresinin davranışına göre incelenmiştir. Ayrıca, çalışma alanı üzerindeki yağış olaylarına ait mekânsal desenler ve korelasyonlar; 90., 95. ve 99. yüzde birlik hesaplamaları ile analiz edilmiştir. Bölgesel frekans ilişkileri ile farklı yıllar için geri dönüş periyotları, seçilen en uygun dağılım ile oluşturulmuş olup, çalışma bölgesindeki mekânsal değişkenlik tanımlanmıştır. Piksel tabanlı noktasal frekans analizleri ile belirlenen bölgelerdeki mekânsal değerlendirmeler yapılmış ve uygun dağılım fonksiyon parametrelerine ait tematik haritalar oluşturulmuştur.

INVESTIGATION OF EFFECTS OF MAJOR CLIMATE PARAMETERS ON CROP WATER CONSUMPTION USING REMOTE SENSING METHODS

SUMMARY

Wheat is one of the most over-production of agricultural products around the world and in our country, about 9.5 million hectares of land is planted, 20 million tons of product is obtained varies from year to year. Monitoring the potential impacts of recommended product pattern for different planting regions, levels of adaptation to the ecological conditions of the area and changing climate conditions as drought or excessive rainfall etc. on plant growth is possible with remote sensing techniques and GIS. In this study, first of all the plant characteristics and the product features of different stations were investigated by using ground stations and with the help of SPOT 5 satellite images acquired within the periods of phenological development of the plant. Accordingly, the ecological conditions causing variations in plant development and the adaptation differences of the products were identified. In addition, transpiration from plants and evaporation from the underlying soil is an important factor in water resources and hydrological studies, for estimating irrigation water requirements when planning irrigation systems, especially in arid and semi-arid conditions of South-Eastern Anatolia region. One of the aim of the study is to designate the water requirement for wheat fields cultivated on different soil types by estimating the actual crop evapotranspiration of wheat crop by using Remote Sensing techniques and Geographical Information Systems. SPOT 5 images acquired on growing season were used to determine the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI) and to generate the crop coefficients for each month of wheat crop season.

As a rapidly developing country Turkey, needs sufficient amount of irrigated agricultural products for growing population; cheap, continuous and high quality renewable energy for the industry; qualified water for domestic uses especially for the regions that are having low level of life standards with respect to the national average standards. The Atatürk Dam is the fourth largest clay-cored rock fill dam in the world, which plays an important role in the development of Turkey's energy and agriculture sector. It was constructed on the Euphrates River located in semi-arid Southeastern Turkey in the 1980s as the central component of a large-scale regional development project for the Southeastern Anatolia region (GAP). Determination of the impacts of the Atatürk Dam on agro-meteorological aspects to the Southeastern Anatolia region is yet another investigation in terms of spatial and temporal variations. Change detection and environmental impacts due to water-reserve changes in Atatürk Dam Lake have been determined and evaluated using multi temporal Landsat satellite imageries and meteorological datasets within a period of 1984 to 2011. The relationships between seasonal water reserve changes and irrigated plains under changing climatic factors primarily driving vegetation activity (monthly, seasonal, and annual fluctuations of rainfall rate, air temperature, humidity) on the watershed have been investigated from the previous ~30 years to present conditions. For all images,

geometric and atmospheric corrections and Tasseled Cap transformations were carried out to attain changes in surface reflectance and denoting disturbance of Landsat reflectance data. The resulting dataset was used in a linear trend analysis to characterize spatiotemporal patterns of vegetation-cover development. Analysis has been conducted in ecological units that have been determined by climate and land cover/use.

Climate has a dynamic structure denoting perpetual variability in temporal and spatial scales. Depending on space and time, rainfall amount has the most variation in the components of the climate system. Extreme environmental events, such as floods, droughts, rainstorms, and strong winds have severe consequences for human society. Changes in extreme weather and climate events have significant impacts and are among the most serious challenges to society in coping with a changing climate. The cost of damage caused by extreme climate events is rising all over the world. The European Environment Agency (EEA) report ("Climate Change, Impacts and Vulnerabilities in Europe 2012") stated that the cost of damage had increased from € 9 billion in the 1980s to €13 billions in the 2000s. In the United States, the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) reported that \$188 billion in damage was caused by the severe weather events in 2011 and 2012. Understanding and identifying hydrometeorologic extreme events and their changes through time are key in sustaining agriculture and socio-economic development. Planning for weather-related emergencies, agricultural and reservoir management and insurance risk calculations, all rely on knowledge of the frequency of these extreme events. The assessment of extreme precipitation is an important problem in hydrologic risk analysis and design. Erosion and removal of the fertile soil layer through hydro climatic extreme events is also a serious problem in semi-arid to arid regions, especially in Mediterranean climates. Accurate measurements of precipitation on a variety of space and time scales are important to climate scientists and decision makers, including hydrologists, agriculturalists and emergency managers. The historical record of precipitation observations is limited mostly to land areas where rain gauges can be deployed, and measurements from those instruments are sparse over large and meteorologically important regions of the Turkey, such as over the Southeastern Anatolia Region. While rain gauge measurements are often used to tune hydrologic models, they are limited by their spatial coverage. Remote sensing techniques using space borne sensors provide an excellent complement to continuous monitoring of rain events both spatially and temporally. In the last part of the study, the Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM) satellite rainfall dataset has been validated with daily rain gauge measurements in order to characterize rainfall variability and to evaluate satellite rain estimates for agricultural and hydrological applications in the Southeastern Anatolia region. The precipitation retrievals from the TRMM satellite were compared with data from seven surface rain gauges within the period of 1998 - 2012. Spatiotemporal patterns through statistical analyses were identified by fitting various distribution functions to the rainfall time series, and the fitting results were analyzed focusing on the behavior of the shape parameter. Spatial patterns and correlations of rainfall events across the study area were also analyzed by the calculation of the 90th, 95th and 99th percentiles. Regional frequency relationship and the recurrence intervals for different years were constituted using the chosen the most appropriate distribution and the spatial variability in the study region has been described. Thematic maps of the appropriate distribution function parameters were produced by performing the spatial evaluations of the designated regions with pixel-based point frequency analysis.

1. BÖLÜM - GİRİŞ

Tarım, bir ülke için stratejik öneme sahiptir. Türkiye sahip olduğu yüzey şekilleri, iklim, toprak ve bitki örtüsü ile çeşitliliğe sahip bir ülkedir. Bu fiziki koşulların birbiri ile bağlantılı bir biçimde çalışması sonucu tarımsal ürünlerin büyük bir kısmı yüksek kalitede yetiştirilebilmektedir. Doğa koşullarının tarımsal faaliyetlere uygun olduğu ortamlar, başka bir deyişle tarım arazileri, insanın akıl ve kas gücü, üretim araçları ve teknolojinin olanakları ile birleştirildiğinde bir anlam kazanmaktadır.

Dünyada nüfus artışına paralel olarak besin maddelerine olan gereksinimin artması tahıl üretimine ayrı bir önem kazandırmaktadır. Bu yüzden, artan ihtiyacı karşılamak amacı ile mevcut tarım alanlarında üretimin arttırılması gerekmektedir (Pamuk, 2003). Son yıllarda, tarım sektöründeki araştırmalar temel olarak, üretkenliği arttırmak için, yeni yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi ve gübre, kimyasal ilaç gibi tarımsal girdilerin daha az ama daha etkin uygulanması üzerine odaklanmıştır. Bu kapsamda özellikle geçtiğimiz son on yıldır hassas tarım olarak adlandırılan çevre dostu, sürdürülebilir ve ekonomik tarımsal üretim teknolojisi geliştirilmektedir. Üreticiler her ne kadar tarım alanlarının değişik bölümlerinden farklı miktarlarda ürün aldıklarını veya farklı toprak bünyesine sahip olduklarını bilseler de bu bilgiye göre davranmalarının gerek ekonomik gerekse pratik açıdan pek mümkün olamayacağını da oldukça iyi bilmektedirler. Bu nedenle geleneksel olarak, büyüklüğü ne olursa olsun bir bütün olarak ele alınan ekim alanında yetiştirilen bitkinin ihtiyaç duyduğu su, gübre ve ilaç gibi girdilerin de tüm tarım alanına homojen bir şekilde dağıtılması amaçlanmaktadır (Tekin ve Sındır, 2007).

Hassas tarım; ileri teknolojilerin kullanılması suretiyle, tarım alanının bütününe yapılan alışlagelmiş sabit düzeyli uygulama yöntemleri yerine, çok daha küçük kısımlarına ait toprak ve bitki özelliklerinin (toprak nemi, topraktaki bitki besin elementlerinin düzeyi, toprak bünyesi, ürün koşulları, verim, vb.) belirlenmesi sayesinde değişken düzeyli uygulamayı esas alan (her bir kısma kendi ihtiyacı kadar gübre veya ilaç uygulanması, farklı derinlikte toprak işleme, farklı normlarda ekim, farklı düzeylerde sulama ve drenaj) ve bütün bunların sonucu olarak daha ekonomik

ve çevreye duyarlı üretimi hedefleyen bir işletmecilik ve tarımsal üretim yöntemidir (Tekin ve Sındır, 2006).

Türkiye birçok tarımsal üründe önemli üretim potansiyeline sahip bir ülke olmasına karşın bundan yeterli oranda faydalanamamaktadır. Türkiye’de son dönemde bazı modern uygulamalar olmasına karşın, tarımın hemen her alanında üretim geleneksel yöntemlere dayalı olarak yapılmaktadır.

Geleneksel ürün yetiştiriciliğinde ürünlere yatırım yapılması, ekonomik cazibesi artmış, bölgesel adaptasyonu sağlanmış örneklerine bakılarak yapılmaktadır. Hatalı tercih yapılması durumunda uzun yıllar zaman ve kaynakların kaybına sebep olabilmektedir. Plansız ürün yetiştiriciliği arz talep dengesinde dalgalanmalara sebep olabilmektedir. Ürün kalitesini önemli ölçüde etkileyen şartların göz önünde bulundurulması ve en uygun yetiştirme zamanı ve alanların tespit edilmesinin önemi büyüktür. Bölgesel anlamda ürün deseni, üretim planlaması, pazara arzının süresi ve miktarları gibi faktörler modern yetiştiricilik açısından göz ardı edilmemesi gereken önemli hususlardır. Plansız üretim hastalık ve zararlılarla mücadele yönünden gereksiz maliyetlere neden olabilmektedir.

Tarım politikalarında elde edilecek ürün miktarının tahmini, geleceği doğru bir şekilde görmek ve öncesinde olumlu yönlendirebilmek adına büyük önem taşımaktadır. Dünya genelinde tarımsal üretimi arttırmaya yönelik yapılan pek çok çalışmada, farklı koşullarda gelişen tarımsal olayların önceden tahmin edilebilirliği ayrı bir öneme sahiptir. Bu amaçla, yeni teknolojilerden yararlanarak tarımda farklı uygulamalar ile çevrenin bitkiler üzerinde yapacağı etkileri analiz etmek için büyümeyi ve gelişmeyi tahmin eden modellerin kullanılması zorunlu hale gelmiştir (Palosuo vd., 2011; Pamuk, 2003).

Bitki gelişimi; ekim, dikim, sulama, gübreleme ilaçlama gibi aktivitelerin zaman ve miktarına doğru karar verilmesi gerekliliği açısından oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Optimum gelirin elde edilebilmesi için tarımsal etkinliklerin zamanı doğru seçilmelidir. Tarımsal etkinliklerde zamanlama; gelişmiş ülkelerde belirli ölçümlere, geleneksel tarımın uygulandığı ülkelere ise deneyimlere dayandırılır (Köksal, 1995).

Tarımsal yetiştiricilikteki birçok soruna yanıt aramak için oluşturulan modeller; bitki gelişimi sırasında meydana gelen olayların analizi (sulama, hava ve toprak sıcaklığındaki değişimler, kuraklık, toprak nem içeriğindeki azalma vb.), bitki

veriminin tahmini, toprak, bitki ve meteorolojik faktörlerin bitki gelişimine olan etkisinin belirlenmesi, son derece karmaşık olan bitki sistemi ve reaksiyonları ile ilgili eğitim çalışmaları, tarımsal politik kararların alınması gibi amaçlara hizmet etmektedir (Ritchie vd., 1998).

Dünya genelinde en yaygın ve en fazla üretimi yapılan tarım ürünü olan buğday, dengeli besin içeriği nedeniyle insan beslenmesi açısından çok kritik bir değer taşımaktadır. Ülkemizde buğday yaklaşık 9,5 milyon hektar alanda ekilmekte, üretimde yıldan yıla değişmekle birlikte 20 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise buğday üretimi, bölgedeki tarım alanlarının yarısından fazlasını kapsamaktadır. Buğday cinsi 8-10 türe ayrılmakla beraber, bu türlerin pek çok çeşitleri bulunmaktadır. Morfolojik ve fizyolojik vasıflar dikkate alınarak yeryüzünde yaklaşık olarak 3000 buğday çeşidi tespit edilmiştir. Yalnız Türkiye'de bulunan çeşitlerin sayısı 500'den fazladır (Url-2). Yeni bitki tür ve çeşidinin o yörenin iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayıp sağlayamayacağı, iklimde tarımsal kuraklık vb. olası değişikliklerin bitkisel üretime etkilerinin ne olacağı gibi konularda kısa zamanda sonuca ulaşmak bitki gelişimini benzeştiren modeller ile mümkün olmaktadır.

Sürdürülebilir tarımın gereklerini yerine getirebilmek amacıyla, özellikle tarım dışı alanlarda (sanayi, ulaştırma, haberleşme, tıp vb.) görülen bazı teknolojik gelişmelerden tarımsal üretimde de yararlanılması gerekmektedir. Bu teknolojiler; kişisel bilgisayarlarda işletim hızı ve performans artışı ve ayrıca boyutsal gelişim, uydular ile Küresel Konum (Koordinat) Belirleme Sistemlerinin (GPS-Global Positioning System) gelişimi, uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları yardımıyla uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) gelişimi, otokontrol ve robot teknolojilerinin gelişimi, yapay zekâ, uzman sistemler ve desen algılama çalışmalarındaki gelişmeler ile uydu haberleşme sistemlerinin gelişimi şeklinde sıralanabilir. Kantitatif verilerin analizinde, bu teknolojiler ile uygulanan yeni teknikler, son yıllarda tarım, biyoloji, iş dünyası, çevresel, finans, üretim, tıp ve askeri alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır.

Küresel gıda gereksiniminin karşılanmasında tarımsal üretim; iklim değişimi ve atmosferik CO₂ artışından önemli derecede etkilenebilecek, insanlık için önemli sektörlerden biridir (Rosenzweig ve Hillel, 1998). Bununla birlikte iklim değişiminin başta tarımsal üretim olmak üzere birçok sektör ve doğal kaynaklar üzerine etkilerinin

detaylı bir şekilde saptanmasıyla ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. Yağış rejimindeki değişiklikler ve artan sıcaklıklar tarımda su gereksinimini artırırken, su kaynaklarında da azalmaya neden olmaktadır. Artan nüfusun gıda, giyim ve enerji gereksinimini sağlayan tarımsal üretimin sürdürülebilirliği sadece iklim değişikliğinin belirlenmesine değil aynı zamanda etkilerinin azaltılması ve uyum stratejilerinin geliştirilmesine bağlıdır.

İklim değişikliğinin etkilerinin değerlendirme çalışmaları hangi stratejilerin gelecekte başarılı değişim sağlayabileceğini ve hangi özel iklim koşullarının adaptasyon için eşik temsil edebileceğini göstermeleridir. İklim değişikliğine ve artan CO₂ konsantrasyonuna tarımsal ürünlerin tepkisini belirlemekte kullanılan pek çok yöntem vardır. Bu amaçla bitki büyümesini ve verimini benzeştiren modeller gelecekteki iklim değişimine tarımsal ürünlerin tepkisinin belirlenmesi ve gerekli uyum stratejilerinin analiz edilmesinde önem taşımaktadır. Akdeniz İklim Kuşağı'nın da etkili olduğu alanlarda, Nisan ayı sonrası yağışlardaki düzensizlik buğday bitkisinin gelişme dönemleri dikkate alındığında, çiçeklenme dönemi ve sonrasının kuraklıktan etkilenme riskini daha çok ön plana çıkarmaktadır. Uygun yetiştirme teknikleri kullanılarak üretimin yapılması dolayısı ile kaliteli standart ürün yetiştirilmesi sanayici ve üretici açısından son derece önemlidir (Aydemir vd., 2003). Bu nedenle; birim alandan yüksek ve kaliteli ürün elde edebilmek için mevcut ekolojik şartlarda en uygun yetiştirme tekniklerinin uygulanması yanında verim potansiyeli yüksek çeşitler yetiştirilmelidir.

Günümüzde uzaktan algılama teknolojilerinden ve CBS'nden faydalanılarak uydu görüntülerinden gerekli bilgilerin çıkarılması ile tarım alanlarının ve ürün çeşitliliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılabilmekte; ayrıca bitki gelişim sürecinden hasata kadar olan dönemde önceden bir değerlendirme yapılabilmektedir. Uzaktan Algılama, tarıma yönelik çalışmalarda birçok alanda veri kaynağı sağlamaktadır. Kurulacak sistemin ölçeğine ve gerekli verilerin özelliklerine bağlı olarak seçilecek uydu verisi ve uygun işlem adımları ile güncel ve yüksek doğrulukla veri/bilgi üretmek mümkündür.

CBS, sebep-sonuç ilişkisinin belirlenmesi ve bu bilgileri esas alan kararların oluşturulması için bilgi seviyeleri arasındaki ilişkilerin incelenmesini mümkün kılar (Schatz vd., 2013; Bernhardsen, 2008; Clark ve McGuckin, 1996; Rosenzweig ve Parry, 1994). CBS, yersel ve nitelik verilerinin birlikte konuma bağlı belirli coğrafi

referans yüzeyine göre saklanması, güncelleştirilmesinde, katmanlar halinde birlikte analiz edilmesinde ve tarımsal üretimin geliştirilmesinde geniş çalışma alanı sağlamıştır. CBS, karar-destek sistemleri, modelleme ve veri tabanı yazılımları ile bilişim teknolojileri sayesinde ise Yönetim Bilgi Sistemlerinde oldukça ileri düzeyde gelişmeler kaydedilmektedir. Bu nedenle; uzaktan algılama ve CBS'nin bütünsel ve verimli kullanımı, tarım alanlarındaki birçok problemin çözümünde ve ileriye yönelik tahminlerde büyük ölçüde fayda sağlamaktadır.

Son yıllarda hızla geliştirilmeye çalışılan ve tarımsal üretim süreçlerinde etkili olan çeşitli agrometeorolojik veri ve bilgilerin kullanılması temeline dayanan yeni istatistikî metotlar ile bitki büyüme ve ürün verimi tahmini çalışmalarındaki etkinliğinin artırılmasına çalışılmaktadır. Ürün verim tahmini çalışmalarında, uzaktan algılama bilimi ve teknolojisi ile birlikte çeşitli agrometeorolojik elemanların da değerlendirilmesine yönelik metodolojik çalışmalar önem kazanmıştır.

İklim değişimine bağlı olarak bitki örtüsü genelinde meydana gelen fiziksel ve biyolojik olaylar üzerinde etkili olan agrometeorolojik tüm parametrik değişkenliklerin, bitkilerdeki foto sentetik aktif radyasyon kullanımı ilkelerinin çözümlenmesi esasına dayanan uzaktan algılama veri ve teknikleri ile entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir. Günümüzde kullanılan çeşitli modeller ile iklimsel değişkenlerin bitki üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve potansiyel verimi tahmini için, özellikle geniş alanlarda yayılım gösteren bitki örtüsünü tam vaktinde ve iyi bir şekilde gözlemek de oldukça zordur (Çaldağ ve Şaylan, 2011). Uydu verileri ile bitki sınıflarının ve örtü yoğunluklarının tespiti ve verim tahminine yönelik agrometeorolojik değişkenlerin de önem arz ettiği bitki indekslerinin hesap edilmesi model geliştirme çalışmalarında gerekli unsurlardır (Bolca ve Kurucu, 2003).

İklim değişikliğine bağlı olarak dünyanın birçok bölgesinde mevsimsel anlamda değişiklikler gözlenmektedir. Hidrolojik olaylar birçok faktörün birlikte etkisi altında meydana geldiğinden rastgele özellik göstermektedir. Bu nedenle yağış sistemlerindeki değişikliğe bağlı olarak ortaya çıkan kurak veya aşırı yağışlı hava olayları homojen bir dağılım göstermemektedir. Frekans analizi çalışmalarında istatistiksel yaklaşım özellikle tarımsal alanların yönetiminde su kaynaklarının geliştirilmesi ve bunlardan en uygun şekilde yararlanmak için hidrolojik olayların gelecekteki miktarlarının bilinmesi çalışmalarında olasılık yöntemlerinden yararlanılarak gerçek araç olarak kullanılmaktadır (Okman, 1994).

Yersel verilerin doğrulanması ve uydu verileri kullanılarak yapılan analizlerin birlikte değerlendirilmesi çalışmalarında arazi verilerinin kullanımı önemlidir. Tarım alanlarında yapılan spektral ölçümler ile uydu verilerine entegrasyonu, geniş alanlarda bitki durumu ile ilgili çok zamanlı bilgiler elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Tez çalışması kapsamında, tarımsal üretimde en yüksek paya sahip olan Şanlıurfa ili pilot bölge olarak seçilerek, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile bölgedeki iklim özelliklerinin belirlenmesi ve ekstrem yağış analizleri bölge bazında gerçekleştirilmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Tarımsal üretimde planlı üretim faaliyetlerinde bulunmak, tarım politikalarında elde edilecek ürün miktarının tahmini, geleceği doğru bir şekilde görmek ve öncesinde olumlu yönlendirebilmek adına büyük önem taşımaktadır. Hızla artan ülke nüfusumuzun beslenme sorunlarının çözümünde, sınırlı olan tarım alanlarımızdaki bitkisel üretimin verimliliğini artırmak büyük önem taşımaktadır.

İklim değişimine göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki farklı ekim alanlarındaki ürünlerin zamansal adaptasyonlarının ileri Uzaktan Algılama ve CBS tekniklerinin birlikte kullanılması ve bu alanlardaki verime etki eden kısıtlayıcı faktörlerin (aşırı yağış ve sıcaklık, erozyon vb.) şiddet ve derecesinin güncel ve olası ekstrem değerlerinin tahmini için bir model altyapısı gerekmektedir.

Çalışmanın amacı; uzun yıllar meteorolojik verileri ve uydu görüntüleri zaman serisi analizlerine göre iklim değişiminin bitki büyümesi ve toprak erozyonuna etkisinin ileri uzaktan algılama tekniklerinin uygulanması ve CBS ortamında değerlendirilmesi için bir model altyapısı oluşturulmasıdır. Böylece, geçmişe dayalı iklim verilerinden elde edilecek olan bilgiler doğrultusunda çeşitli bitkilerin fenolojik gelişimleri boyunca su tüketimlerine etki eden parametrelerdeki değişim araştırılarak iklimin bu parametrelere etkisinin belirlenmesi ile parsel bazında yapılacak olan gelecek iklim tahminleri ile uydu görüntülerinin zamansal analizi, spektral ve mekânsal özellikleri kullanılarak CBS ortamında bölgesel bazda tahmine gidilmesi sağlanacaktır. Bu kapsamda; ayrıntılı iklim öngörü ve senaryoların geliştirilmesi ile hassas tarım uygulamaları da yapılabilecektir.

Çalışmanın ileriye yönelik hedefi, ürün çeşitlerinin fenolojisine göre geçmiş zamandaki mevcut koşulların tanımlanması ile bitki gelişimini etkileyen faktörlerin derecesinin belirlenmesi, belirli şartlar altında ekilen ürünün meteorolojik etkilere ve bazı hastalıklara bağlı gelişimlerin erken uyarısı ve meteorolojik parametrelere göre ürün çeşitlerini yetiştirmeye uygun potansiyel alanların Uzaktan Algılama ve CBS sistemleri kullanılarak belirlenmesidir.

1.2 Literatür Özeti

Bitki gelişimi; iklim, toprak ve su gibi parametrelerin karmaşık etkileşimleri altında meydana gelmektedir, bu mekanizmaların anlaşılması arazi üzerinde yapılan deneylerin hem çok pahalı hem de çok zaman almasından dolayı oldukça güçtür. Bu karmaşık mekanizma ancak oluşturulan bir bitki iklim modeli ile iyi bir şekilde analiz edilip yorumlanabilir. Modeller, küçük sistemlerden elde edilen tecrübe ve deneylerle büyük sistemleri açıklamaya çalışmakta (Şaylan vd., 1998) ve genellikle belli hava koşullarına maruz kalan homojen toprak alanı üzerindeki bitkilerin büyüme, gelişme ve verim özelliklerini tanımlamaya yöneliktir (Tsuji vd., 1994).

Tarımsal ürün modelleri genel olarak zirai meteoroloji, toprak fiziği, toprak kimyası, bitki fizyolojisi, bitki yetiştiriciliği ve agronomi gibi değişik disiplinlerden elde edilen mevcut bilgilerin tarımsal ürünlerin yetiştirme, büyüme ve verimlerini kestirimi için matematiksel eşitliklere entegre edilmesiyle oluşturulmuştur.

Bitki gelişimine etki eden parametrelerin modellenmesine yönelik çalışmalarda, bitkinin gelişimi sırasındaki olaylar dikkate alınmakta ve buna göre bitki gelişimi simüle edilmeye çalışılmaktadır. Dünyada oluşturulan bu modeller farklı tiplerde geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modeller regresyon, mekaniksel, fenolojik, stokastik, deterministik, statik ve dinamik modeller şeklinde sınıflandırılmıştır.

Regresyon modelleri, değişkenler arasında ilişki kurma imkânı sağlar; bu ilişkiler bilinen fiziksel ve biyolojik olaylar değildir. Bu tür modeller, sadece gözlem düzeylerine göre değerlendirme yapılabildiği için olayları anlamada daha az etkili olmaktadır.

Mekaniksel modeller, değişkenler ile ilgili ilişkileri daha iyi açıklamakta, çevresel etmenlerin bitki gelişimine etkilerini esas Mekaniksel modeller birçok çevre koşulu

için çalışabildiklerinden regresyon modelleri gibi sadece özel koşullarda kullanılan modellere oranla daha üstündür.

Fenolojik modeller, genellikle sıcaklık toplamına dayanan ve bitki gelişiminde meydana gelen olayları aşamalar halinde inceleyen modellerdir.

Stokastik modeller, bazı olayların meydana gelme ihtimaline göre değerlendirilir. Mekaniksel alt mlmelerden oluşabilen bu modellerde atmosferle ilgili değişkenler için kesin kestirim yapılamamaktadır. Stokastik modeller kesinlikle güvenilirliği olmayan, farklı zamanlarda, farklı olaylar için tahmin edilen kural dışı değerleri içermektedir. Bu tip modeller daha çok kısa vadeli planlama kararları için uygundur.

Deterministik modeller, kontrol edilebilir çevresel, fiziksel ve fizyolojik yaklaşımlar ile incelenebilir. Belirli matematiksel ilişkilere dayanan deterministik modellerle, olaylar hakkında daha gerçekçi kestirimler yapılabilmektedir.

Anılan modeller daha çok uzun vadeli planlama kararları için uygun olan yöntemlerdir. Kuramsal olarak, bir modelin stokastik veya deterministik olduğu giriş verilerine ve model yapısına bağlıdır. Deterministik modellerin en önemli özelliği, olasılık yüzdeleri belirtilmeksizin olayların kesin tahminlerini verebilmeleridir.

Statik modeller, açıklayıcı ya da tanımlayıcı olabilir. Tanımlayıcı modeller özel çalışmalarda kullanılırken, açıklayıcı modeller daha geniş kullanım alanına sahiptir. Statik modellerde oluşumlar için gerekli zaman dilimi değil, oluşumların nedenleri ve etkileri dikkate alınır. Dinamik modeller ise bitki gelişiminde bilinen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik işlemler ile meteorolojik etmenlerin bitki üzerine etkilerini incelemektedir. Dinamik modeller genellikle etkilerin ve reaksiyonların zamanla değişim gösterdiği biyolojik sistemler için kullanılır. Günümüzde kullanılan bitki gelişim modellerinin büyük çoğunluğu dinamik modellerdir (şaylan vd., 1998; Topçu ve Tekinel, 1994). Modelin doğru tahminler yapabilmesi için iklim, evre ve bitki genetiğine ilişkin çok sağlıklı ölçümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Genel dolaşım modelleriyle sıcaklıklardaki öngörülen artışlar ve yağışlardaki değişimler de fotosentezi, bitki gelişim oranını tarladaki su ve besin bütçesi kadar etkileyebilecektir (Long, 1991).

Bitkilerin büyüme periyotlarında, strese duyarlı belirli kritik dönemlerin olduğu bilinmektedir. Bitki, söz konusu dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz yönde etkilenmekte ve beraberinde verimde önemli ölçüde azalmalar meydana gelmektedir. Özellikle, suyun kısıtlı olduğu yerlerde, stresten en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi, sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir (Yazar vd., 1990). Böyle durumlarda mevcut suyun kritik büyüme aşamalarında uygulanması ile birim suya karşılık en yüksek üretim elde edilmektedir (Sezen, 2000).

Bitki büyüme periyodu içerisinde birbirini izleyen farklı fenolojik dönemler ile bu dönemlerdeki fizyolojik ve morfolojik parametrelerin gelişimi nasıl etkilendiğinin bilinmesi gerekmektedir (Öztürk ve Akten, 1999). Güneydoğu Anadolu bölgesinde buğday bitkisinin yetiştirme periyodu, sınırlı ve düzensiz yağış koşullarında gerçekleşmektedir. Bu iklim koşullarında buğdayın fenolojik gelişme dönemi genellikle yüksek toprak nem içeriğine sahip koşullara denk gelirken, buğday bitkisi yüksek sıcaklık ve ışık yoğunluğu ile birlikte su stresine maruz kalabilmektedir (Acevedo vd., 1999). Buğday bitkisi kuraklık stresinin süresine ve şiddetine göre farklı fenolojik dönemlerde farklı reaksiyonlar gösterebilmektedir. Örneğin sapa kalkma döneminde geçici bir kuraklığa maruz kalmış buğdayın kök gelişimini arttırdığı, dolayısıyla çiçeklenme ve sonrasında meydana gelebilecek kuraklıktan daha az etkilendiği ve daha verimli olduğu belirtilmiştir (Saidi vd., 2008).

Üretim planlamasının daha bilinçli yapılabilmesi için, yetiştirilecek ürünlerin doğru seçilmesi ve seçilen ürünlerin doğru zamanlarda, doğru teknikler kullanılarak üretilmeleri gerekmektedir. Üretim yapılacak bölgede seçim için öncelikle iklimsel faktörler (sıcaklık, ışık, nem vb.) önem taşımaktadır. Bunlardan en önemlisi de sıcaklıktır. Özellikle yetiştiriciliği yapılacak tür ve çeşitler seçilirken, o bölgenin maksimum ve minimum sıcaklık değerleri irdelenip, değerlendirilmesi ve bitkinin sıcaklık ile ilişkisi bilinerek o bölge de üretime başlanması gerekmektedir. Ürünün o bölgede yetiştirileceği dönemdeki termal zaman ($^{\circ}\text{C}$ -gün) değerleri bilinirse ekim-dikimin ne zaman yapılacağı, bitkinin ne zaman çiçekleneceği ve ne zaman hasada geleceği ve pazarlanabileceği önceden tahmin edilebilmektedir (Kadioğlu ve Şaylan, 2001). $^{\circ}\text{C}$ -gün birimi yetiştiricilikte gelişim dönemlerinin uzunluğunun önceden bilinmesi ya da tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır.

$^{\circ}\text{C}$ -gün, sıcaklık ve gelişim oranı arasındaki ilişki temeli üzerine kurulu olup sıcaklık toplamları terimi de zaman zaman kullanılmaktadır. Büyüme ve büyüme öncesi

tepkiler ve bunların belirlenmesi ile ilgili çalışmalarda °C-gün toplamalarını kullanmak gerekmektedir (Bonhomme, 2000).

Ürünler kritik dönemlerinde yüksek ve düşük sıcaklıklardan etkilenebilecekleri için ekim-dikim zamanları don ve sıcak zararını minimize etmek amacıyla ayarlanabilmekte, bu da termal zaman modelleri kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Hasat tarihi için kullanılan en yaygın yaklaşım °C günlerdir. Hava tahminleri ile bitki gelişimindeki kritik dönemlerde yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalan ürünün riskini incelemek ve ekim tarihlerini ayarlamak mümkündür. Çiçeklenme dönemi uzunluğunun belirlenmesinde ya da çiçeklenme oranları için bitkilerin sınıflandırılmasında da °C günler kullanılmaktadır (Deriux ve Bonhomme, 1982a; Deriux ve Bonhomme, 1982b). Su, toprak ve hava gibi doğal kaynakların günden güne ve hızla değişen iklimden etkilenme durumu ile anılan doğal kaynaklardaki değişimin tarım başta olmak üzere, sanayi, kentleşme, turizm, sağlık ile diğer birçok toplumsal ve yaşamsal faaliyetler üzerine etkileri son 20 yılda bilim adamları tarafından incelenmektedir. Bazı araştırmacılar küresel iklim modeli çıktıları bitki gelişim modelleri içinde kullanarak iklim değişikliğinin tarımsal üretime etkilerini belirlemede öncülük etmişlerdir (Rosenzweig ve Parry, 1994; Wolf ve Van Diepen, 1995).

Farklı ekolojik bölgeler için, verim ve kalitesi yüksek olan alanların belirlenmesi amacıyla bazı araştırmalar da yapılmıştır (Korkut vd., 2001; Doğan, 2002; Yağdı, 2004; Aydın vd., 2005; Mut vd., 2005; Tayyar, 2005). Diğer taraftan; özellikle verimle ilişkili çeşitli agronomik değişkenler ile bitki yansıma faktörleri arasında önemli korelasyonların bulunması, verim modellerinde uydu verilerine dayalı spektral verilerin kullanılma olanaklarını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalarda agrometeorolojik değerlendirmede uydu verilerinin kullanıldığı çalışmaların, bu verilerin bağımsız olarak kullanıldığı çalışmalardan daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmektedir (Rudorff ve Batista, 1991). Uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen alana ait bilgiler CBS yardımı ile önceden belirlenen bir düzen ile kayıt altına alınmakta ve sonuçta karar vericiye sunulabilmektedir.

Spektroradyometre cihazı ile spektrumun görülebilir, yakın ve orta ve uzak kızılötesi bölgesinde gerçekleştirilen araştırmalar, tarımsal ürünlerde daha spesifik çalışma olanağı sağlamaktadır. Raun ve ark., (2001); buğdayda çeşitli fenolojik zamanlarda

yapılacak spektral ölçümler ile spektral indekslerin buğday veriminin önceden tahmin edilmesinde etkin bir biçimde kullanılabileceğini öngörmüştür.

Bazı çalışmalarda da; su stresine girmiş yapraklarda görünür dalga boylarındaki yansımanın arttığını ve 535-640 nm ve 685-700 nm dalga boyu aralıklarının su stresine en duyarlı spektral bölgeler olduğu, yakın kızılötesi (NIR) yansıma oranlarının ise su stresine duyarsız olduğu, bunun yanı sıra kısa dalga kızılötesi (SWIR) bölge bitki eşdeğer su yüksekliğine (EWT) duyarlı olduğu, ancak tek başına EWT'ye bir gösterge olarak yetersiz olduğu, su ve azot stresi altında olan bitkilerin diğerlerine göre (özellikle azotu kısıtlı olanlar) görünür dalga boylarında yüksek ve yakın kızıl ötesi dalga boylarında düşük yansıma oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Carter, 1993; Ceccato vd., 2001). Ayrıca, yakın kızılötesi spektral aralığı olan 760 nm ile 900 nm dalga boyu aralığı, toprağın ürün tarafından örtülme yüzdesinin ve yaprak alan indeksinin açıklanmasında çok önemli olduğu belirtilmiştir (Ahlrics ve Bauer, 1983).

Sulu tarımda gerçek evapotranspirasyonun (ET_c) tahmini için kullanılan en yaygın yöntem, tahmini referans evapotranspirasyon (ET_o) oranı ile mevcut vejetasyon durumunu yansıtan bitki katsayısının (K_c) çarpımı ile elde edilmektedir. Bazı araştırmacılar büyük ölçekteki bitki su ihtiyacının tahmini için uzaktan algılama tabanlı bitki indekslerini kullanmışlardır (Reginato vd., 1985; Gontia ve Tiwari, 2004).

Uydu görüntülerini anlamlı hale getirebilmek için çeşitli matematiksel dönüşümler ve istatistiksel yaklaşımlar kullanılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada; Tasseled Cap (TC) dönüşüm yöntemlerinin Landsat uydu görüntülerine uygulanması ile arazi örtüsü sınıflamaları gerçekleştirilmiştir (Chen ve Rao, 2008).

Yağış gözlem istasyonlarında ve aynı zamanda uygun bir şekilde tarif edilen bir bölge içinde, hiçbir verisi olmayan ve üzerinde ölçüm istasyonu olmayan havzalarda bölgesel karakteristikler kullanılmasının yanı sıra, gelişen teknoloji ile uydu verilerinden elde edilen yağış verilerinin doğrulanması ile daha doğru sonuçlara ulaşılabildiği çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (örn., Hosking ve Wallis, 1993; Hosking ve Wallis, 1997; Bookhagen ve Strecker, 2008). Her ne kadar noktasal yağış ölçümleri bölgesel analiz çalışmalarında birincil veri kaynağı olsa da, en iyi ölçüm bile sadece sınırlı bir alanı temsil etmektedir. Topoğrafya ve yüzey karakteristikleri ile birlikte yağışın zamansal ve mekânsal değişkenliği, özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerdeki hidrolojik süreçlerin ve kara - atmosfer etkileşimlerinin anlaşılması

açısından büyük önem taşımaktadır. Yarı kurak ve kurak bölgelerdeki hidrolojik olayların sıklıkla ekstrem yağış veya taşkın olayları ile ilişkili olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir (Bookhagen vd., 2005; Boers vd., 2013; Wulf vd., 2010; Wulf vd., 2012).

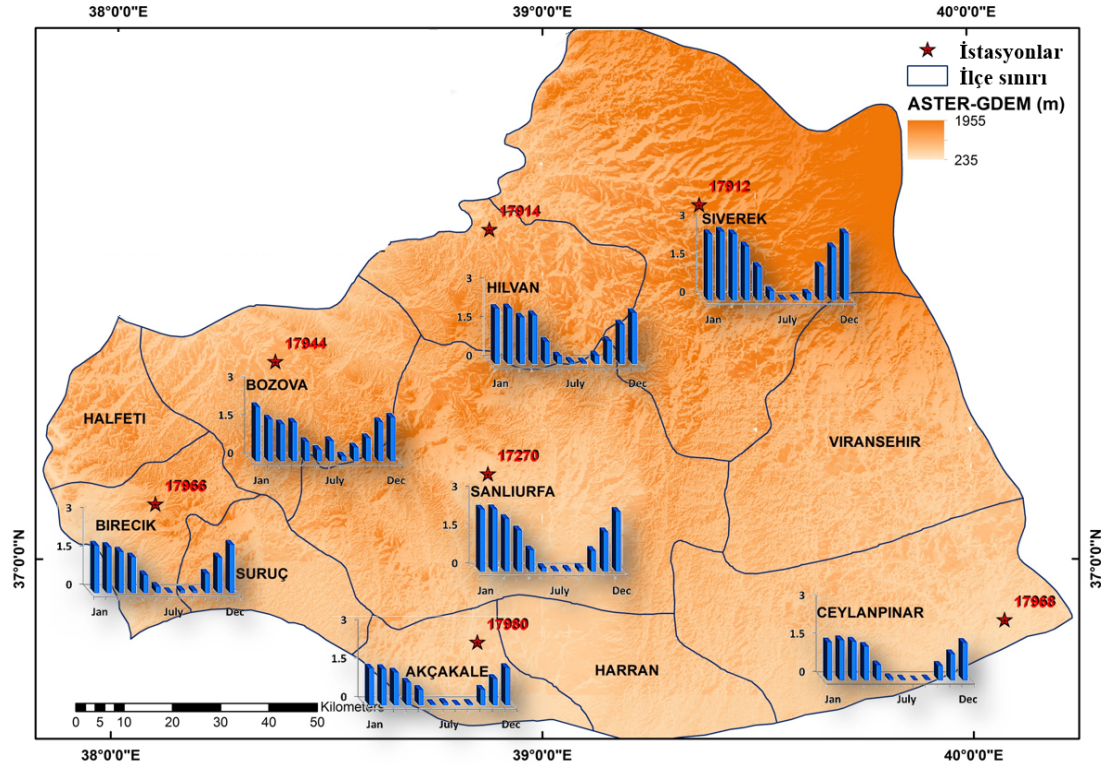
Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda dünya genelinde uygulanan çeşitli yöntemler ve sonuçları, yüksek çözünürlüklü verilerin kullanılması ile ülkemizdeki potansiyelin değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Çalışmanın, Türkiye’ de bu konu hakkında yapılacak olan çalışmalara hem alt yapı sağlayacağı hem de öncülük edeceği düşünülmektedir.

1.3 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak, yersel ölçüm istasyonlarının kurulmuş olduğu referans alan olarak Şanlıurfa ili tercih edilmiştir. Bu tercihin sebepleri; uydu görüntü temini açısından bulutsuz havada görüntü alınabilinen dolayısı ile bitkisel gelişimin en sık şekilde örneklenebileceği yer olması, yıl içinde ortalama iki dönem hasat yapılabilmekte olup kısa sürede daha çok veri elde edilebilmesinin sağlanması, Türkiye tarımsal üretiminde toplamda en yüksek paya sahip illerinden biri olması, Tarım Bakanlığı’na bağlı birimlerin denetiminde ülkemizin en geniş tarım alanlarının (Ceylanpınar, Akçakale, Koruklu vb.) bulunmasıdır.

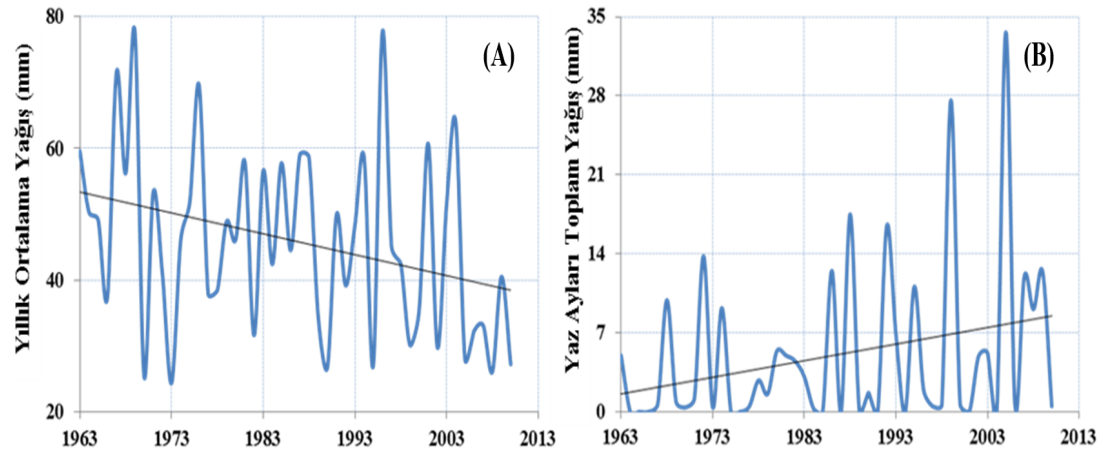
Şanlıurfa ili, 36° 40’ ve 38° 02’ kuzey enlemleriyle 37° 50’ ve 40° 12’ doğu boylamları arasında kalan, 518 metre ortalama yükseltisi ve 18584 km² yüzölçümü ile bölgede tarımsal verimliliğin ve çeşitliliğin geliştirilmesi için gerçekleştirilmiş olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)’ inde en önemli illerinden biridir (Şekil 1.1).

Çalışmada, farklı bölgelerde yetişen buğday alanlarının fenolojik takvimine uygun olarak programlanmış Spot 5 uydu görüntüleri bitki tür ayrımı, gelişim hızının belirlenmesi, desen tanımlama ve bitki indeksinin oluşturulması için kullanılmıştır. Uydu görüntülerinden elde edilen vejetasyon değerlerinde fenolojik takvim farklılaşmasının kurulan yersel akıllı istasyonlardaki kamera ve ışıkölçerlerinin zamansal çözünürlüğü ile kombinasyonu sağlanmıştır. Ayrıca, çalışma için seçilen alanlardaki istasyonlardan anlık olarak temin edilen meteorolojik veriler kullanılarak, farklı bölgelerdeki buğday alanlarının fenolojik gelişim dönemleri içerisindeki zaman serisi analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1.1 : Çalışma alanı ve meteoroloji istasyonlarının konumu. (Grafikler, 1970 – 2012 yılları arası her aya ait uzun yıllar günlük yağış ortalamalarını göstermektedir.)

Bölgede, yıllık ortalama sıcaklık 18° ve yıllık yağış ise yaklaşık 350 mm'dir. Son 50 yıllık ortalama yağışlarda belirgin bir azalış var iken yaz aylarındaki toplam yağışlarda önemli bir artış görülmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 : Uzun yıllar; (A) yıllık ortalama yağışlar, (B) yaz ayları (Haziran, Temmuz, Ağustos) yıllık toplam yağışlar.

Uzaktan algılama, farklı mekânsal ve zamansal çözünürlüklerde arazi yüzey ve su kaynakları durumlarını izlemek için çeşitli imkanlar sunmaktadır. Çalışmada, uydu görüntüleri ve yersel istasyonlardan sağlanan agrometeorolojik parametreler CBS ortamında bir arada değerlendirilerek bitki gelişiminde farklılıklara neden olan ekolojik koşullar ve ürünlerin adaptasyon farklılıkları incelenmiştir.

Bitki su ihtiyacı, evapotranspirasyon yolu ile kaybedilen su olarak tanımlanabilmektedir. Su kaynakları ve hidrolojik çalışmalarda, özellikle Güneydoğu Anadolu'nun kurak ve yarı kurak koşullarında, bitkilerin terlemesi ve altındaki topraktan buharlaşma sulama suyu gereksinimleri tahmin etmek için önemli faktörlerdir. Çalışmada; uzun yıllar iklim verileri ve uydu görüntülerinin birlikte kullanılması ile Atatürk Barajı'nın ve GAP bölgesindeki değişimlerin agrometeorolojik yönden etkileri araştırılmıştır.

Şanlıurfa ilinin potansiyeli, dönemsel çeşitleme gibi etmenlerin yanı sıra Türkiye'nin rekolte açısından ekonomik öncelikleri bir arada düşünüldüğünde buğdayın öncelikli izleme kümesinde olması ve yersel ölçüm noktalarının da bunlara göre belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu kapsamda, ürün gelişimine etki eden atmosfer-toprak-görsel parametrelerin belirlenmesi ihtiyacı gibi nedenlerden dolayı istasyonlar aracılığı ile yersel verilerin toplanması sağlanmış, bölgedeki ürün fenolojik bilgilerine göre ileri tarihlerdeki uygun görüntü alım programlamaları gerçekleştirilmiş ve yersel verilerin uydu görüntüleri ile entegrasyonu sağlanarak gerekli parametreler belirlenmiştir.

1.4 Veriler

Çalışmada kullanılan veriler uzaktan algılama verileri ve meteorolojik veriler olarak 2'ye ayrılmaktadır. Uzaktan algılama verileri kullanım amaçları doğrultusunda Şekil 1.3'te verilmiştir. Tez çalışmasında Şanlıurfa il sınırları içerisinde kurulan istasyonların bulunduğu tarım alanlarındaki fenolojik gelişimlerin takibi, ekim alanlarının desen tanımlamaları, seçilen alanlar için uygulanan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ve MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) analizleri ile yine bu alanlardaki bitki su ihtiyacının tahminine yönelik çalışmalar için SPOT 5 görüntüleri kullanılmıştır. Landsat görüntüleri; i) 1984-1992 yılları arasındaki baraj inşaatı periyodunda Atatürk Baraj Gölü'nün altında kalan tarım alanlarının belirlenmesi, ii) 1992-2002 yılları arası barajın tamamlanması ile tamamen

dolmasından sonraki periyotta baraj gölünün seçilen sulu tarım alanlarına etkisinin belirlenmesi ve iii) 2002-2011 yılları arası değişen iklim faktörleri altında dönemsel su rezervi değişimleri ile sulanan tarımsal alanlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi olmak üzere 3 farklı zaman periyodu için kullanılmıştır. Bölgesel olarak ekstrem değerlerin analizi ile uzun yıllar yağış verilerinin doğrulanması ve mekânsal değerlendirme çalışmaları kapsamında ise TRMM (Tropik Yağmur Ölçüm Misyonu) verileri kullanılmıştır.



Şekil 1.3 : Çalışmada kullanılan uzaktan algılama verileri ve kullanım amaçları.

Noktasal bazda anlık meteorolojik verilerin kullanımı ile seçilen istasyonların bulunduğu alanlara yönelik yapılan çalışmalarda; bitki termal büyüme sürelerinin tespiti, bitki evapotranspirasyon hesabı öncesinde referans evapotranspirasyonun hesabı ve istasyonlarda bulunan yüksek çözünürlüklü kamera görüntülerinin analizi ile istasyonların bulunduğu tarım alanlarındaki fenolojik takvimlerin belirlenmesi için yer gözlem istasyon verileri kullanılmıştır. Aylık ve günlük olarak sağlanan uzun yıllar meteorolojik verileri; zaman serisi analizleri ile yağış, sıcaklık ve nem değişkenlerinin spektral değerlendirmeleri, Landsat verilerinin de entegrasyonu ile zaman- mekânsal analizler ve agrometeorolojik değerlendirmeler, Şanlıurfa bölgesinde geçmişteki ekstrem yağış değerlerinin analizi ile gelecekte olması muhtemel ekstrem olayların mekânsal değerlendirmeleri ve uzaktan algılama yağış verileri ile doğrulama çalışmaları için kullanılmıştır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 : Çalışmada kullanılan meteorolojik veriler ve kullanım amaçları

2. BÖLÜM - BUĞDAY BİTKİSİ

Buğday, tek yıllık bir bitki olup, her türlü iklim ve toprak koşullarında yetişebilecek çok sayıda çeşitlere sahip olması nedeniyle, dünyanın hemen her tarafında yetiştirilmektedir. Buğday gerek dünyada; gerekse ülkemizde en fazla üretilen tarım ürünüdür. Ülkemizde beslenmede en ön sırada gelen bitkilerden birisi buğdaydır. Buğday ürününden elde edilen un, bulgur, makarna, nişasta insan beslenmesinde; buğday bitkisinin sapları ise kâğıt-karton sanayinde ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle gerek Dünya’ da ve gerekse ülkemizde özellikle buğday üretiminde herhangi bir nedenle azalma olduğunda gerek ekmek fiyatları veya gerekse undan yapılan gıda maddelerinin fiyatları yükselerek doğrudan herkesi etkilemektedir. Bu nedenle her ülke için buğday üretimi açısından yeterli olmak ve stoklarında yeterince buğday ürünü bulundurmak stratejik bir önem arz etmektedir.

2.1 Yetiştirme Koşulları ve Ekolojik İstekleri

Ürün çeşitlerinin fenolojik gelişimlerine bağlı olarak belirlenen periyotlarda yersel ve uydu görüntülerinin sağlanması için öncelikle ürün çeşitlerinin fenolojik gelişim süreçlerine ilişkin bilgi edinilerek dönemsel olarak yetişen temel tarımsal bitkiler tespit edilmiş, bu bitkilerden çalışmada ilk olarak kullanılması düşünülen buğdayın uygun yetiştirme koşulları ve gelişim süresince ekolojik istekleri belirlenmiştir.

2.1.1 Toprak istekleri

Buğday bitkisi her çeşit toprakta yetişmekle birlikte genellikle yüksek verim derin, killi, tınlı-killi, yeterli organik maddesi olan fosfor ve kireci bulunan humusça zengin topraklardan alınmaktadır. Toprakta organik madde miktarı arttıkça, buğdayın verimi de artmaktadır. Buna karşın makarnalık buğdayların ekmeklik buğdaylara göre daha fakir topraklarda yetiştirilmesi mümkün olabilmektedir (Url -1).

2.1.2 İklim istekleri

Buğday bitkisi genellikle ılık ve serin iklim şartlarında yetişir. Yetiştirme döneminin ilk devrelerinde düşük sıcaklık ve bol nemli hava istemektedir. Özellikle çimlenme ve kardeşlenme sırasında buğdayın istediği sıcaklık 5–10°C, nem ise % 60 kadardır. Buğday gelişmesinin ikinci devresi olan sapa kalkmada ise 10–15°C sıcaklık ve % 65 oranında nispi nem isteği olmaktadır.

Yıllık yağışı 350-1150 mm olan iklim bölgelerinde yetişebilmekle birlikte kaliteli ve bol ürün yıllık yağışı 500-600 mm olan yerlerde veya toprakta bu nemi sağlayacak sulamalarda alınabilmektedir (Ünal, 1991). Buğday başta olmak üzere serin iklim tahılları (arpa, çavdar), kışa oldukça dayanıklıdır. Kışa dayanıklılık açısından buğday çeşitleri arasında farklılık vardır. Bir bölgede ekilecek çeşidin kışa mukavemetinin önceden bilinmesi, üreticiye doğru tohumluk seçimi imkânı sağlayacaktır. Üreticilerinin kendi bölgelerine adapte olabilen doğru tohumluğu seçmeleri, şiddetli kış soğuklarında, buğday ürünlerinin don zararından korunmasını sağlayacaktır (Url-1).

2.1.3 Ekim ve gübreleme

Buğday tarımında dekardan yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmenin ön koşullarından biri de uygun bir zamanda ekim yaparak düzenli bir çimlenme ve çıkış sağlamaktır. Ekim zamanı ve yöntemlerinin seçiminde bu amaçlar göz önünde bulundurulmalıdır. Buğday tarımında ekim zamanını belirleyen en önemli faktörlerden biri de tohum yatağındaki toprak sıcaklığıdır. Toprak sıcaklığının 8-10 °C olduğu zaman ekim yapılırsa kök gelişmesi hızlı ve kök tacı da derin olur. Bu uygun zamandaki ekim, soğuğa ve kurağa karşı dayanıklılığı artırır. Erken ekimde, geç ekimde kış dönemindeki şiddetli soğuklardan bitkinin zarar görmesine neden olacağı için sakıncalıdır (Url-1).

Çalışma bölgesinde en uygun ekim 15 Ekim-15 Kasım tarihleri arasında yapılmaktadır. Ekimde geç kalındığı durumlarda kışlık buğdaydan da, yazlık buğday gibi düşük verim elde edilmektedir. Bu nedenle günlük ortalama sıcaklığın 5-8 °C olduğu dönemde buğday ekimi yapılmalıdır. Kışlık buğdayların 5-8 cm derinlikte ekilmesi verimin artmasında önemli etkindir.

Doğru bir gübreleme yapılması için üreticilerin topraklarını analiz yaptırması şarttır. Genel bir bilgi vermek için buğday tarımında yeterli ve dengeli bir gübreleme için kuru

ve sulu şartlarda uygulanabilecek gübre form ve dozlarının çeşitli seçenekleri aşağıda Çizelge 2.1’de belirtilmiştir (Süzer, 1994).

Çizelge 2.1 : Buğday üretiminde kuru ve sulu şartlarda toprağa uygulanabilecek gübre form ve dozlarından bazı seçenekler.

	Gübre Formu	Uygulama Zamanı	Uygulanabilecek Gübre Miktarları (kg/da)	
			Kuruda	Suluda
1.Uygulama	Amonyum Sülfat, Diamonyum Fosfat veya Kompoze N-P-K (20-20-0)	Ekim’de	20-25	25-30
2.Uygulama	Üre	Şubat sonu Mart başı	8-10	10-12
3.Uygulama	Amonyum Nitrat	Mart sonu Nisan başı	14-15	15-20

2.1.4 Sulama ve hasat

Buğday tarımında Buğday kışlık olarak yağışlı mevsimde yetiştirildiğinden genellikle sulama imkânı olmayan tarım arazilerinde tamamen toprakta depolanmış ve yağışlarla gelecek suya bağımlı olarak üretilmektedir. Bunun için yağış miktarı ve bunun vejetasyon dönemindeki dağılımı (yağış rejimi) yıldan yıla büyük değişiklikler göstermesi, hayati öneme sahip buğday ürünü üretiminde büyük sapmalara neden olmaktadır. Buğday bitkisinin vejetasyon boyunca istediği su miktarı gelişme dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Buğday bitkisi iyi bir çimlenme ve uygun bir çıkış sağladıktan sonra ekimden kaleme kalkma dönemine kadar olan dönemde su isteği fazla olmayıp, verim üzerine de çok etkili değildir. Buğday bitkisinde, hızlı bir kütleli büyümenin olduğu ve başak taslağının olduğu sapa kalkma dönemiyle birlikte su ihtiyacı gittikçe artmakta, başaklanma döneminde maksimuma ulaşmakta ve yüksek su talebi tane doldurma döneminde de devam etmektedir (Albut, 1992).

Buğday tarımında biçerdöver ile hasat, danedeki rutubet % 13–15 dolaylarında iken yapılır. Hasat zamanı geldiğinde buğday bitkisi tam olum devresindedir ve tümüyle saman rengini alır. Hasada erken girilmesi üründe kurutmayı gerektirir, geç kalınması ise hasat kayıplarını artırır. Hasat zamanının seçiminde dane dökme, hasat edilecek üründe su oranı ve makinelerin çalışabilme durumu göz önüne alınmalıdır. Hasat orak ve tırpanla yapılacaksa sarı olum devresi uygundur. Biçerdöverle yapıldığında biraz daha geç olarak yapılmalıdır. Süt olumunda hasat edilen danelerde 1000 dane ağırlığı düşer ve danelerde çalıklasma görülür. Geç hasatta ise, özellikle dane dökülmesi fazla

olur ve dolayısıyla ürün miktarı düşer. Makarnalık buğdaylar geciktirildiğinde dane parlaklığını kaybeder. Tırpan veya orakla biçilen buğdaylarda harman, harman makinesi (batöz) veya dövenle yapılır (Url-1; Süzer, 1994).

2.2 Fenolojik Gelişim Süreçleri

Çalışma alanında yetişen buğday bitkisinin fenolojik gelişim dönemlerinin takibi ile gelişimlerinin uydu görüntüleri ile izlenmesi için gerekli uydu programlamalarının yapılması çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

Yersel istasyonlardan verilerin alınmaya başlaması ile tarımsal faaliyetin başlangıcı aynı döneme denk gelmesinden dolayı uydu görüntü programlamasında bitki tür ayrımının gerçekleştirilebileceği uygun aralıkların tespiti için geçmiş yıllara ait yersel gözleme dayalı fenolojik bilgiler Türkiye İstatistik Kurumundan ve Tarım İl Müdürlüğü tarafından temin edilmiş, görüntü programlaması da bu veriler yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

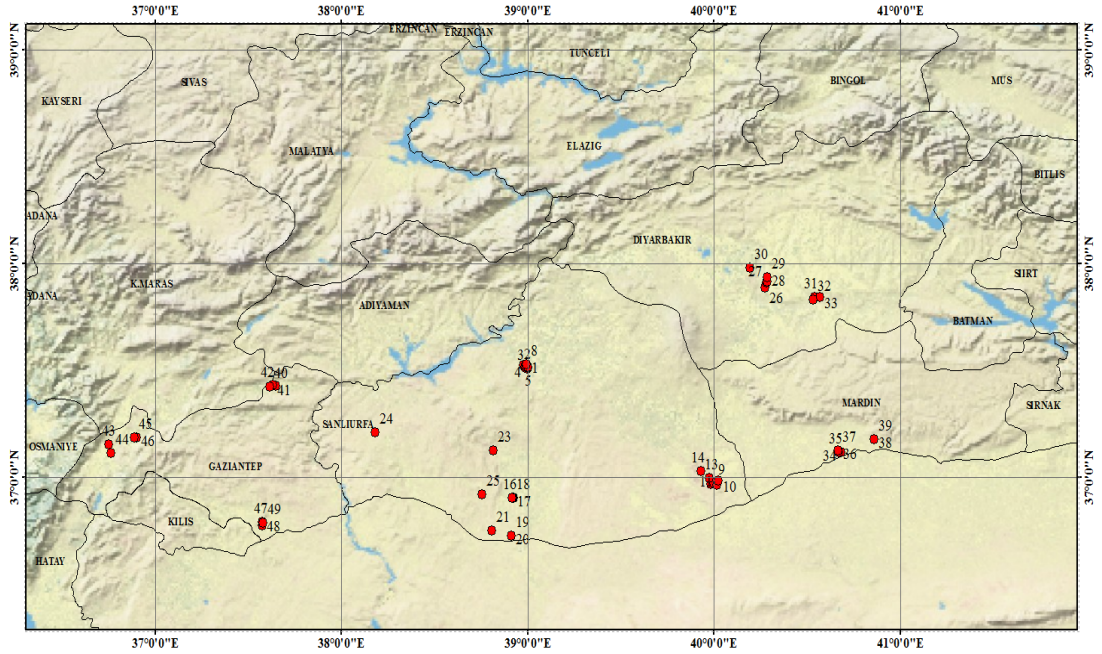
DMİ Genel Müdürlüğü'nün Zadoks Büyüme Skalasına (ZBS) göre belirlenen fenolojik gözlem raporları doğrultusunda, 2001- 2006 yılları arasında farklı ilçelerde bulunan istasyonlardaki buğday çeşitlerinin fenolojik gelişme zamanları Ek A - Çizelge A.1'deki gibi hazırlanmıştır (Zadoks vd., 1974). GAP bölgesinin 3.alt bölge kuşağı; Kilis-Suruç-Akçakale-Harran-Ceylanpınar-Kızıltepe-Nusaybin'e ait olan fenolojik gözlem raporları TAGEM İl Müdürlüğü'nden temin edilmiş olup buğday bitkisinin fenolojik gelişme dönemlerine göre Çizelge 2.2'de belirtilmiştir. 2.alt bölge kuşağı olan Gaziantep-Birecik-Bozova-Hilvan-Siverek-Viranşehir (kuzeyi)-Derik-Mardin için ekim tarihi 15 gün öncesine, hasat tarihi ise 15 gün sonrasına göre oluşturulmuştur. 2010 – 2011 ekim sezonu için sağlanmış olunan bu veriler doğrultusunda uydu görüntü programlamaları yapılmış olup; 2011 – 2012 sezonu için, bölgeye dağılmış olarak kurulan yer gözlem istasyonlarından alınan meteorolojik veriler ile kameralardan çekilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflar kullanılarak uydu programlamalarının istasyonlardan sağlanan veriler ile güncellenmiş fenolojik takvime göre yapılması sağlanmıştır.

Çizelge 2.2 : Buğday bitkisi için fenolojik gelişme dönemleri.

Buğday	Fenolojik Dönem
Ekim Tarihi	1 Kasım - 30 Aralık
Çıkış Tarihi	15 Kasım - 15 Ocak
Kardeşlenme	15 Aralık - 15 Şubat
Sapa Kalkma	15 Ocak - 05 Mart
Gebelik Dönemi	15 Mart - 30 Mart
Başaklanma Dönemi	30 Mart - 15 Nisan
Çiçeklenme Dönemi	15 Nisan - 30 Nisan
Süt Olum Dönemi	25 Nisan - 15 Mayıs
Sarı Olum Dönemi (Hamur Olum)	10 Mayıs - 30 Mayıs
Olgunlaşma ve Hasat dönemi	20 Mayıs – 10 Haziran

3. BÖLÜM - YER GÖZLEM İSTASYON VERİLERİNİN ANALİZİ

Fenolojik gelişme dönemlerinin değerlendirilmesi ile uydu programlamaları yapılmış ve dönem içerisinde çalışma alanında TARBİL (Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi) projesi kapsamında kurulmuş olan toplam 50 adet yer gözlem istasyonlarından (Şekil 3.1) veri alım tarihleri göz önünde bulundurularak 2010 – 2011 ekim sezonu için çalışmaya uygun istasyonlar belirlenmiş ve sağlanan veriler ile analizler gerçekleştirilmiştir. Ek A - Çizelge A.2’de belirtildiği gibi 2010 – 2011 ekim dönemi buğday ekili alanların ürün künye bilgileri ile istasyon-parsel bilgileri ve fenolojik gelişim başlangıç ve bitiş tarihleri belirlenmiştir.



Şekil 3.1 : Çalışma alanındaki yer gözlem istasyonlarının dağılımı.

TARBİL projesi kapsamında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin ve Gaziantep illerinde kurulmuş olan yer gözlem istasyonlarından çeşitli zamansal çözünürlüklerde veriler sağlanabilmektedir. Tarımsal alanlarda kurulmuş olan yer gözlem istasyonu ve bileşenleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir. İstasyonlardan 10 dakikada bir yağış, sıcaklık, nem, basınç vb. meteorolojik veriler ile çeşitli algılayıcılar vasıtasıyla ölçülen toprak nemi ve sıcaklığı, yaprak ıslaklık indisi ölçümleri dışında,

istasyonlara yerleştirilmiş olan kameralar ile istasyon çevresindeki her bir ekilen alanın 30 dakikada bir yüksek çözünürlüklü fotoğrafları çekilmekte ve ekim alanlarına yerleştirilen ölçüm direği ile bitki boyu ölçümleri yapılmaktadır. Çalışmada, pilot bölge olarak seçilen Şanlıurfa ilindeki yer gözlem istasyonlarından buğday ekili alanlar üzerine kurulmuş olanlar belirlenerek; 30 dk. zamansal çözünürlüklü yüksek çözünürlüklü kamera verileri ile 10 dk. zamansal çözünürlüklü meteorolojik parametreler kullanılmıştır.



Şekil 3.2 :Yer gözlem istasyonu ve bileşenleri.

2010 – 2011 ekim sezonu için buğday ekili parsellerde bulunan 31 yer gözlem istasyonundan, istasyonların kurulumu ile meteorolojik ve kamera görüntü verilerinin alınmaya başlama tarihi göz önünde bulundurularak, çalışmanın başlangıcı için Şanlıurfa il sınırları içerisinde bulunan ilk 25 istasyonun kullanılması uygun görülmüştür. İstasyonlardan alınan veriler; 10 dakikalık aralıklarla alınan meteorolojik ve 30 dakikada bir alınan yüksek çözünürlüklü veriler olmak üzere her bir farklı buğday ekim alanı için 2010 – 2011 fenolojik gelişim sezonu göz önünde bulundurularak belirlenen tarih aralıkları için temin edilmiştir. Bu verilerde; istasyonlardaki teknik arızalardan dolayı veri eksiklikleri ve hatalı kaydedilen verilerin temizlenmesi ve hataların giderilmesinin sağlanması, istasyon bölgesinin çevresinde bulunan yakın istasyonlardan ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün istasyonlarından faydalanılarak enterpolasyon işlemi ile gerçekleştirilmiştir.

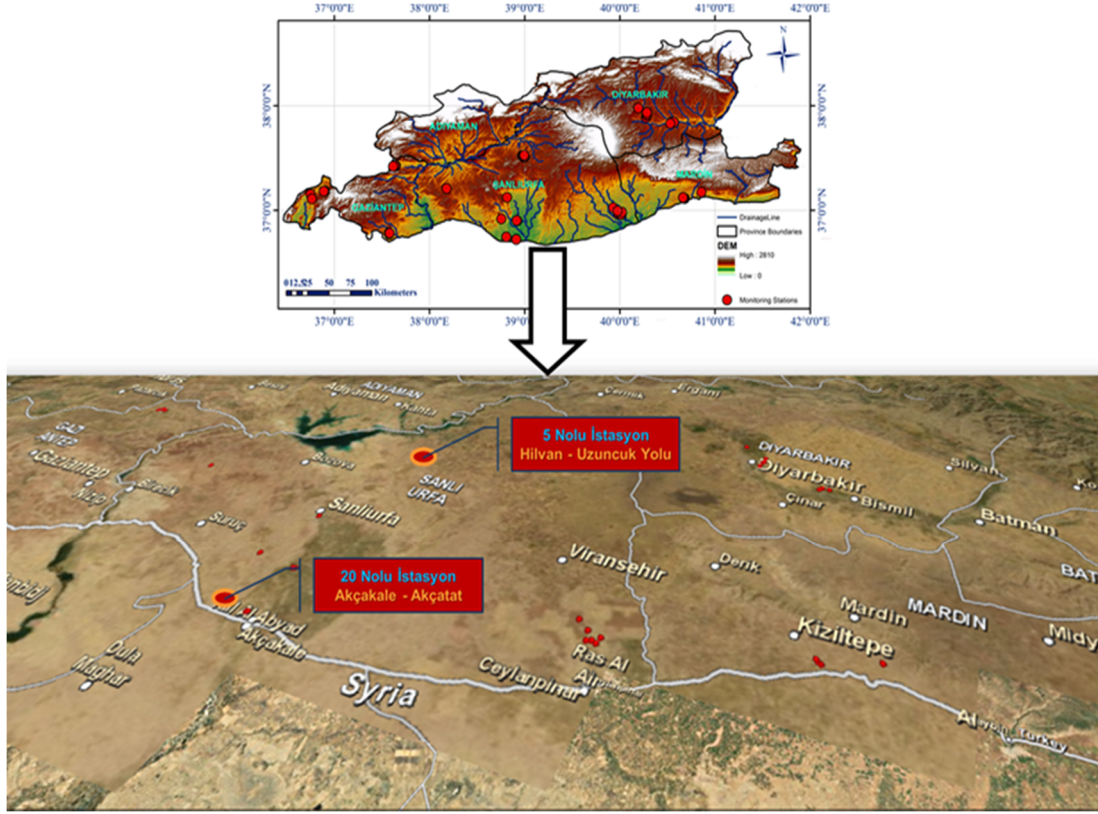
Çalışmada parametrelerin oluşturulabilmesi için bitki davranışının farklılık gösterdiği her bir irtifa, bakı, toprak ve mikro iklim kümesi için geçmiş yılların verisine ve iklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede; geçmiş yıllara ait veriler ile zaman serisi oluşturularak toplam hata payının minimuma indirgenmesi planlanmıştır. Geçmiş verisinin birikimi, bu ardışık süreçte sistemin bütününe farklı davranış biçimlerinde daha doğru tahmin üretmesini sağlayacaktır.

Geçmiş yıllara ait, özellikle uzun yıllar meteorolojik verilerin kullanılması ile ekstrem olayların belirlenmesi ve belirlenen tarihler aralığında sağlanabilecek uydu görüntülerinin analizi ve sağlanabilecek ürün-verim ve toprak analizlerinin bir arada değerlendirilme çalışması yapılarak geçmiş veriler ışığında iklim değişiminin bitki gelişimine ve toprak erozyonuna etkilerinin neler olduğu sorusuna yanıt aranmıştır. Meteorolojik veriler, toprak ve sedimantasyon verileri için ayrıca Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nden destek alınmıştır. Uzun yıllar ortalamaları ile her bir bölge için çalışmada kullanılan mevcut istasyonlardan alınan güncel meteorolojik verilerin arasındaki ilişkilerin uyumluluğu ve varsa değişkenliğe sebep olan parametreler araştırılmıştır.

3.1 Anlık Meteorolojik Verilerin Analizi

Uydu görüntüleri analiz sonuçlarının doğruluğunun artırılması için ek olarak meteorolojik parametrelerin kullanılması gerekmektedir (Duchemin vd., 2006). Çalışmada, meteorolojik veriler ile uydu görüntülerinin birlikte kullanılması ve farklı istasyonlardaki buğday ekili alanlardaki uydu verileri ile uzamsal koordinasyon, yersel gözlem istasyon verileri ile zamansal koordinasyon sağlanarak parametrelerin analizi gerçekleştirilmiş ve aralarındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma bölgesine dağılmış olarak kurulan 50 istasyondan buğday ekili alanlara yönelik 2010 – 2011 ekim dönemi için belirlenen 6 istasyona ait agrometeorolojik veriler değerlendirilmiştir. Pilot bölgelerde yapılan çalışmada; farklı iklim koşullarında bulunan iki yer gözlem istasyonu; yapılacak analizler için seçilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu istasyonlar; gerek konumları itibarı ile gerekse çalışmada belirlenmek istenen amaca uygun ve yeterli verilere sahip olması nedeniyle seçilmişlerdir. Çalışma için seçilen yer gözlem istasyonlarının konumu Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



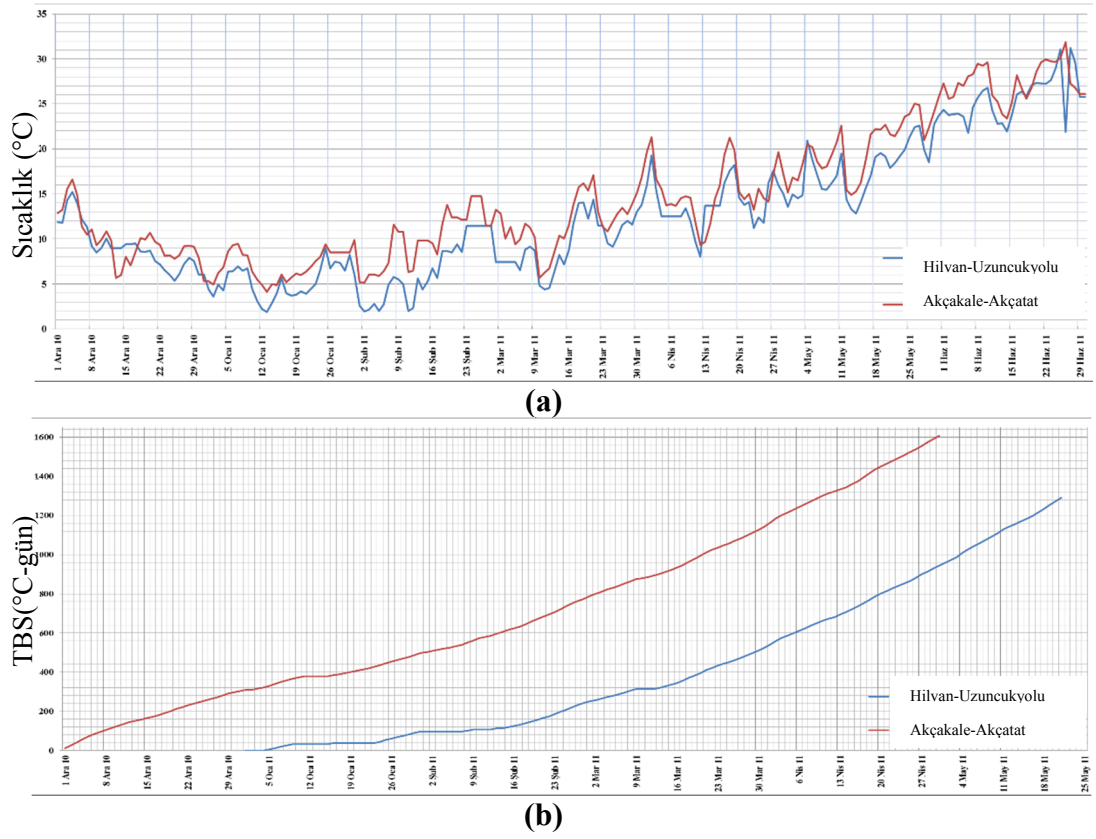
Şekil 3.3 : Pilot bölge yer gözlem istasyonlarının konumu.

3.1.1 Termal büyüme süresinin belirlenmesi

Büyüme ile maruz kalınan sıcaklık arasında bir ilişki olduğundan, çalışmada Termal Büyüme Süresi (TBS) (°C-gün) kullanılmıştır (3.1). Bitkisel gelişim fazlarına göre en belirgin endeks birikimli sıcaklık toplamı olan TBS'dir (Hundal vd., 1997).

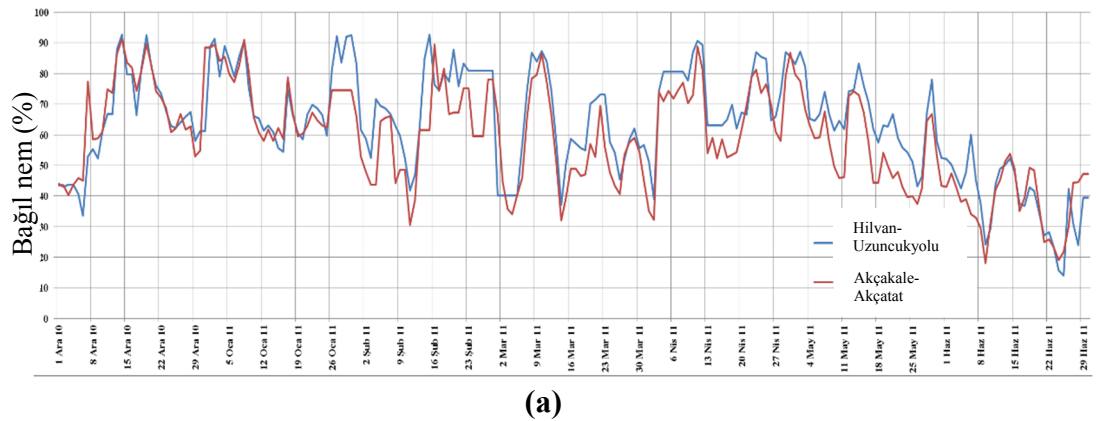
$$TBS = \sum_A^B \left\{ \left[\frac{T_{maks} + T_{min}}{2} \right] - T_b \right\} \quad (3.1)$$

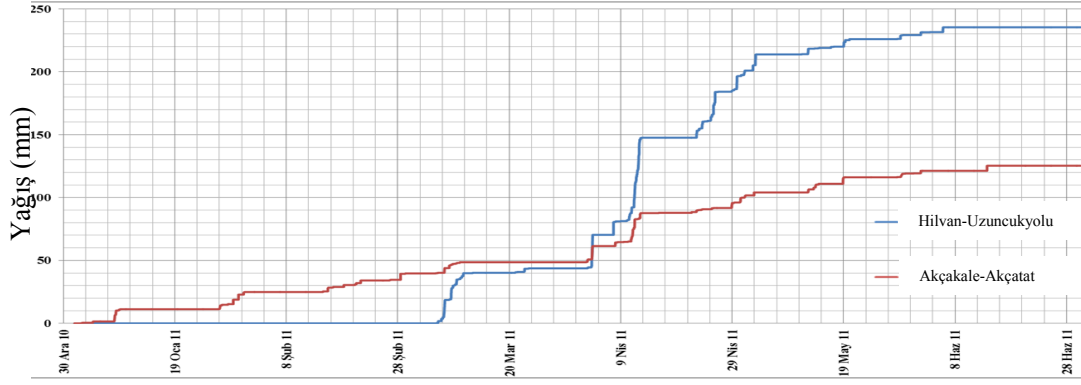
Çalışma bölgelerindeki seçilen parsellerin genel durumu Zadoks gelişim skalasına göre değerlendirilerek her bir istasyondan fenolojik takvimin başlangıç (A) ve bitiş (B) tarihleri arasında 10 dakikalık zaman çözünürlüğü ile alınan sıcaklık değerlerinin günlük ortalamalarının (Şekil 3.4a) kümülatif toplamı şeklinde TBS hesabı yapılmıştır (Şekil 3.4b). Hesaplama; büyümenin başladığı minimum sıcaklık (T_b), buğday için 5°C (Sharma, 2004; Dubey vd., 1987) ve eğer $T_{ort} < T_b$ ise $\Rightarrow TBS = 0$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4 : Yer gözlem istasyonlarında bulunan buğday parsellerinin 2010-2011 sezonu **(a)** Günlük Sıcaklık Ortalamaları, **(b)** TBS.

Fizyolojik gelişimin başlangıcından tamamlanmasına kadar; 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu istasyonu için toplam termal büyüme süresi 1291 °C gün, 20 nolu Akçakale – Akçatlat istasyonu için toplam termal büyüme süresi ise 1606 °C gün olarak belirlenmiştir. Fenolojik dönem içerisinde buğdayın en fazla suya ihtiyaç duyduğu dönemler; sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerindedir (Mızrak, 2011). Çalışılan bölgeler için bu dönemlerde istasyonlardan alınan yağış ve nem verileri ile zaman serisi analizleri de yapılmıştır (Şekil 3.5).

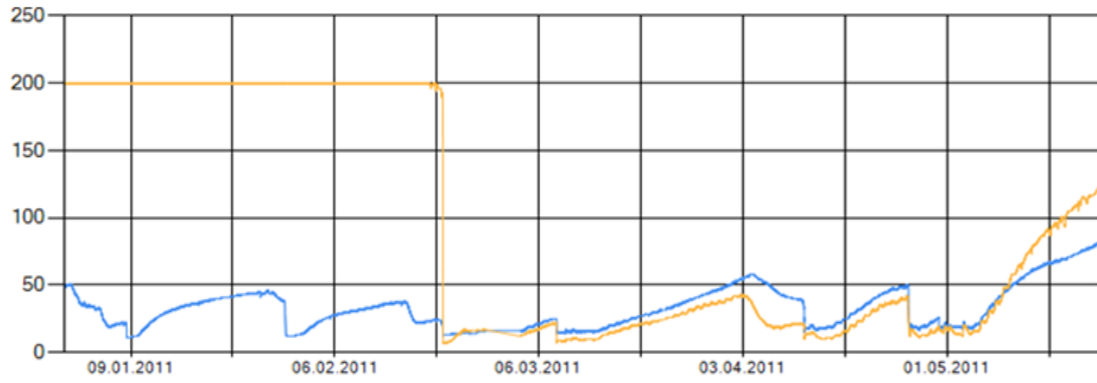




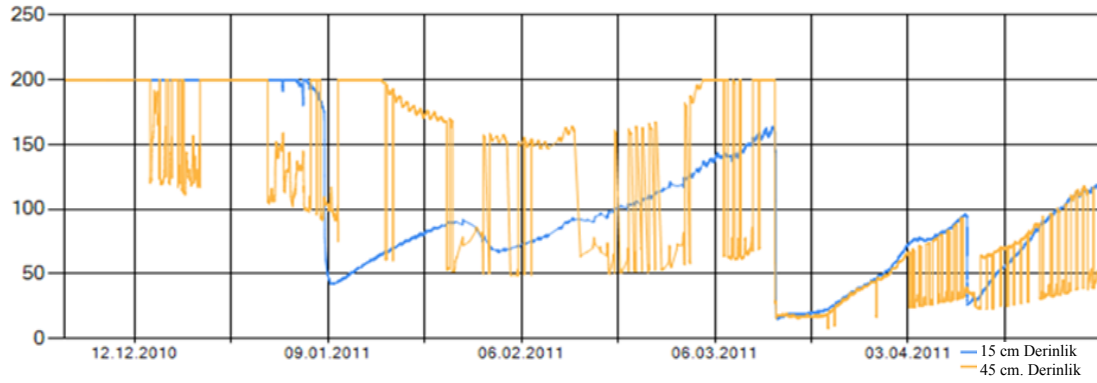
(b)

Şekil 3.5 : Fenolojik gelişim dönemlerinde yer gözlem istasyonlarından sağlanan günlük (a) bağıl nem (%) ve (b) yağış verileri (mm).

Yer gözlem istasyonlarında bulunan, 15 ve 45 cm derinliğindeki toprak nem sensörleri aracılığı ile bitkinin fenolojik gelişim dönemi boyunca toprağın nem durumu gözlemlenmiştir. 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu ve 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonlarından bu dönemler içerisinde alınan veriler kullanılarak buğday bitkisinin gelişim başlangıç ve hasat tarihleri öncesinden toprak nem durumu gözlemlenerek bitki su ihtiyacının belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.6).



(a)



(b)

Şekil 3.6 : (a) 5 nolu Hilvan-Uzuncuk Yolu ve (b) 20 nolu Akçakale-Akçatat istasyonlarından alınan 15 ve 45 cm derinliğinde toprak nem değerleri.

Tansiyometre üzerindeki manometre göstergeleri 200 eşit parçaya ayrılmıştır. Okumalar santibar (cb) olarak yapılmakta ve tansiyometre gösterge değeri “0” santibar ise toprağın bünyesi ne olursa olsun, tansiyometrenin yerleştirildiği bölgedeki toprağın su ile dolu olduğunu göstermektedir. Tansiyometre gösterge değerinin “0-20” santibar arasında aldığı değer bitki gelişimi için yeterli su olduğunu, “20-40” santibar arasında ise toprak tipi ne olursa olsun bitki için uygun nem ve hava dengesinin mevcut olduğunu, “40-80” santibar arasında ise bitki büyümesi için yeterli su ve hava dengesi olduğunu göstermekle birlikte; gösterge değerinin “80-120” santibar arasında aldığı değerler ince bünyeli topraklarda yeterli su ve havanın mevcut olduğunu, “120-160” santibar arasında ise killi topraklar dışındaki topraklarda kullanılabilir su açığı olduğunu göstermektedir.

3.1.2 Bitki evapotranspirasyonu (ET_c) tahmini

Bitki sulama projelerinin yapılması veya sulama rejiminin belirlenmesi gibi konularda evapotranspirasyon önemlidir. Bitkilerin gereksinim duydukları suyun yağışlarla karşılanamayan kısmı sulama ile toprağa verilir. Bitkilere verilmesi gereken sulama suyu miktarını belirleyebilmek için ihtiyaç duydukları ve tükettikleri su miktarının (evapotranspirasyon) bilinmesi gerekmektedir.

Bitki su tüketimi uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanarak tahmin edilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri daha sağlıklı sonuç vermesine karşın hem oldukça pahalı, hem de zaman alıcıdır. Bu nedenle, bitki su tüketimi yaygın olarak iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak belirlenmektedir (Güngör vd., 1996).

Referans Evapotranspirasyon (ET_o), su sıkıntısı olmayan koşullarda referans bir yüzeyden olan evapotranspirasyon anlamına gelmektedir. Bitki evapotranspirasyonu (ET_c) ise; belirli iklim ve en uygun toprak - su koşulları altında herhangi bir hastalık etmeni olmayan, sağlıklı ve geniş alanlarda tam olarak gelişen herhangi bir bitkinin su tüketimini temsil etmektedir.

Mevcut meteorolojik verilerden yola çıkılarak referans evapotranspirasyonu (ET_o) tahmin etmek için çok farklı modeller geliştirilmiştir. Bugün, dünya da en çok rağbet gören metot; FAO (Food and Agriculture Organization) Penman-Monteith eşitliğidir (Allen vd., 1998; Smith vd., 1996). Çalışmada belirlenen alanlar için; FAO Penman-

Monteith eşitliği kullanılarak ekim yılının farklı dönemlerindeki referans evapotranspirasyon değerleri belirlenmiştir (3.2).

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \frac{\gamma(900)}{T + 273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (3.2)$$

Burada;

ET_o : Referans evapotranspirasyon (mm gün⁻¹)

R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ m⁻² gün⁻¹)

G : Toprak ısı akı yoğunluğu (MJ m⁻² gün⁻¹)

T : 2m yükseklikteki ortalama günlük hava sıcaklığı (°C)

u_2 : İki metre yükseklikteki rüzgâr hızı (m s⁻¹)

e_s : Doygun buhar basıncı (kPa)

e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa)

$(e_s - e_a)$: Doymuş buhar basıncı açığı (kPa)

Δ : Doymuş buhar basıncı ve sıcaklık ilişkisinin eğimi (kPa °C⁻¹)

γ : Psikrometrik sabit (kPa °C⁻¹)

Referans evapotranspirasyonun avantajı; özel bitki parametrelerine ihtiyaç duymadan günlük meteorolojik parametreler vasıtasıyla hesaplanabilmesidir. Hesaplama için gerekli olan minimum ve maksimum sıcaklık, bağıl nem, güneş radyasyonu, rüzgâr hızı ve coğrafi konum bilgisidir. Çalışmada, büyüme aşamalarındaki buğday bitkisi için aylık bitki katsayıları “*FAO Irrigation and Drainage Paper 56*” yayınındaki yönergeler kullanılarak belirlenmiştir (Allen vd., 1998). Minimum bağıl nemin (RH_{min}) % 45’ten farklı olduğu veya 2 m yükseklikteki rüzgâr hızının 2,0 m s⁻¹’den büyük veya küçük olduğu iklimlerdeki özel ayarlamalar için, büyümenin orta ve son evreleri ile ilişkili bitki katsayı değerleri (K_C), (3.3)’deki eşitlik ile belirlenmiştir.

$$K_C = K_{C(tab)} + [0.04(u_2 - 2) - 0.004(RH_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3} \right) 0.3 \quad (3.3)$$

Burada;

$K_{C(tab)}$, (FAO-56), Tablo – 12’de belirtilen büyümenin orta ve son evrelerdeki tablo değerlerini temsil etmektedir. $20\% \leq RH_{min} \leq 80\%$ için; RH_{min} , orta büyüme evresi boyunca günlük minimum bağıl nemin ortalama yüzde değerlerini ve $0,1 \text{ m} < h < 10 \text{ m}$ için; h, yine bu dönem boyunca ortalama bitki boyunu göstermektedir.

Çeşitli iklim değişkenlerinin evapotranspirasyon üzerindeki etkileri bitki evapotranspirasyonu içerisine dâhil edilmiş olup bitki yüzeyini referans yüzeyden ayıran karakteristiklerin etkileri de bitki katsayısına entegre edilmiştir. Tüm bu hesaplamalardan sonra; çalışmada seçilen bölgeler dâhilinde bitki evapotranspirasyonunun belirlenmesinde (3.4)’deki eşitlik uygulanmıştır.

$$ET_C = K_C ET_O \quad (3.4)$$

Tez çalışmasında; farklı Arazi Kullanım Kabiliyet (AKK) sınıflarında ekilmiş buğday alanları için su ihtiyacının belirlenmesi amacı ile seçilen yer gözlem istasyonlarındaki buğday bitkisinden gerçek suyun buharlaşma hesabı uzaktan algılama teknikleri ile CBS ortamında yapılmıştır.

Bitki katsayısının uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi ve bitki evapotranspirasyon değerleri ile farklı bölgeler için belirlenen dönemlerdeki bitki su ihtiyaçları; tezin 8. Bölümü’nde “*Uydu ve Yersel Verilerin Entegrasyonu*” başlığı altında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.2 Yüksek Çözünürlüklü Kamera Görüntülerinin Analizi

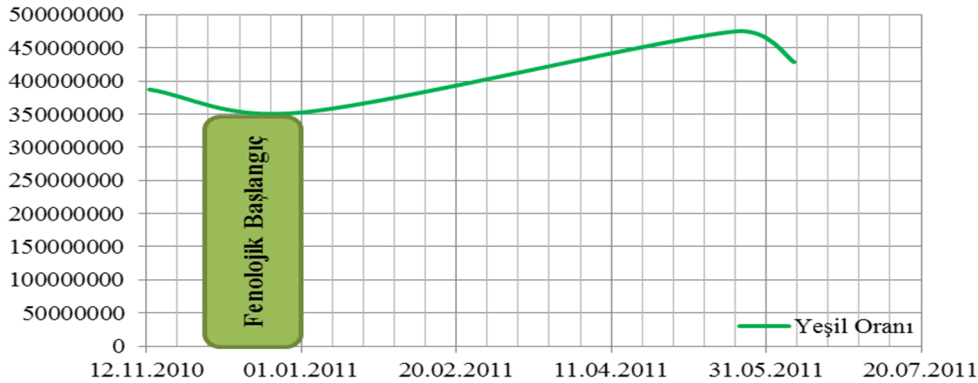
İstasyonlarda bulunan kamera görüntülerindeki Kırmızı, Yeşil, Mavi bileşenleri Fourier dönüşümü ile spektral olarak alınarak ekim öncesi, fenoloji başlangıcı, maksimum vejetasyon ve hasat öncesi fazlar, hesaplamalarda gün sayısı olarak kullanılmak üzere teşhis edilmiştir. Farklı fenolojik zamanlarda kamera görüntü piksellerinden elde edilen kırmızı, yeşil, mavi bileşen değerleri (toplamsal DN değerleri) ve FFT değerleri Çizelge 3.1’de görülmektedir.

Çizelge 3.1 : Farklı fenolojik zamanlarda farklı güneş ışın şiddetleri ($W m^{-2}$) altında normalize edilmemiş kamera çerçeve içi renk bileşen dağılımları.

Dönemler	Tarih	K	Y	M	Kalibrasyon	GRŞ (W/m^2)
Ekim Öncesi	13.11.2010	511890431	387469951	316861381	0,5412067	454
Fenolojik gelişim başlangıcı	01.01.2011	426134699	352641917	342180523	0,54218311	302
Fenolojik gelişim sonu	21.05.2011	376448065	475137086	210479544	0,74044288	220
Hasat öncesi	09.06.2011	467481757	428787805	428787805	0,56001331	977

Burada yeşili ayrıştırıcı dönüşüm uygulandığında Şekil 3.7’de görüldüğü gibi tarla sürümü ile azalan yeşil oranı fenoloji başlangıcı ile artar ve gelişim sonunda, doğal sararma sırasında azalmaktadır. Çimlenmenin % 90’ı geçtiği tarih yeşil kanalın diğer kanallara oranının matematiksel türevi ile belirlenmektedir. Her bir çerçevedeki tüm pikseller için (3.5)’deki bağıntı uygulanarak RGB’den HSI (Hue-Saturation-Intensity) uzayına geçilir.

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad S = 1 - \frac{3 \min(R, G, B)}{R + G + B} \quad H = \cos^{-1} \left[\frac{(R - G) + (R - B)}{2\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right] \quad (3.5)$$



Şekil 3.7 : Yüksek çözünürlüklü kameradan elde edilen yeşil piksel oranı.

Burada R, G, B kamera görüntü çerçevesindeki her bir pikselin sırasıyla Kırmızı, Yeşil, Mavi renk bileşen değerleridir. Kamera görüntülerinde HSI uzayında analizlerin yapılması yeşil renk dağılımına göre vejetasyonun özellikle de insan gözü açısından izlenmesi için iyi bir ayrıştırıcılık sağlamasından dolayı tercih edilmiştir.

3.3 İstasyon Bazında Ürün Fenolojik Takvimlerinin Belirlenmesi

Çalışmaya uygun olarak belirlenen 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu ve 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonları kameralarından farklı fenolojik tarihlerde alınan görüntülerin orijinal boyutları ile 10x büyütmede yöntemin uygulanması ile fenolojik gelişim takibi yapılarak her iki istasyonun bulunduğu alandaki buğday ekili alanlar için fenolojik gelişim başlangıç, tamamlanma, hasat öncesi ve hasat tarihleri belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 : İstasyonlardaki buğday ekili alanlarının 2010-2011 sezonunda belirlenen fenolojik gelişim tarihleri.

Dönemler	5 Nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu İstasyonu	20 Nolu Akçakale – Akçatat İstasyonu
Fenolojik gelişim başlangıcı	30.12.2010	01.12.2010
Fenolojik gelişim sonu	21.05.2011	30.04.2011
Hasat öncesi	09.06.2011	22.05.2011
Hasat	25.06.2011	09.06.2011

Ayrıca; çalışma bölgesindeki buğday ekili alanlar içerisindeki 6 adet yer gözlem istasyonu kameralarından uydu görüntülerinin algılandığı tarihlerde alınan yüksek çözünürlüklü kamera görüntülerin orijinal boyutları x1 ile x10 büyütmede yöntemin uygulanması ve uygulama sonuçları Ek B - Şekil B.1’de sunulmuştur.

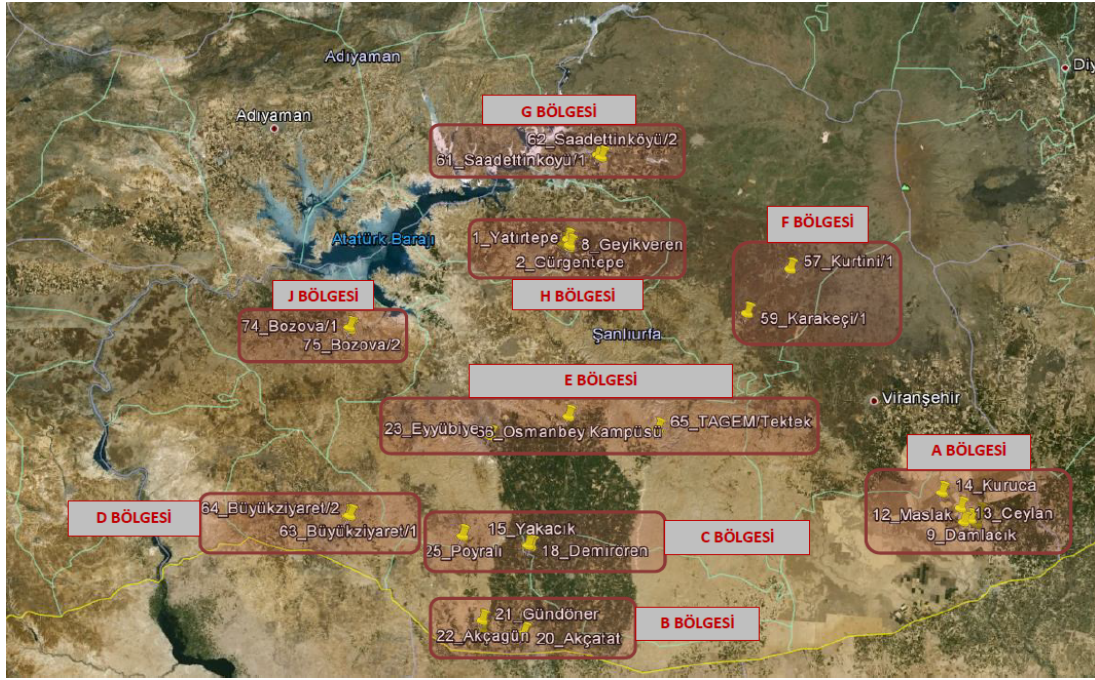
3.4 Spektrometrik Ölçümler

Bitkinin fenolojik dönemi doğrultusunda, spektral yansım oranlarının ölçüldüğü zaman dilimi, ölçüm cihazı, güneş ve bitki örtüsü arasındaki açısal farklılıklar sonuç üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Asrar vd., 1989).

3.4.1 Arazi çalışmaları

09 – 16 Mart ve 23 – 27 Nisan 2012 tarihleri arasında Şanlıurfa il sınırları içerisinde yapılan arazi çalışmalarında; toplam 31 yer gözlem istasyonlarının temsil ettiği buğday/arpa ekili alanlarda spektral ölçümler yapılarak toplamda 47 parselde ölçümler tamamlanmış olup ölçümün yapıldığı koordinatlar el GPS’i ile belirlenmiştir. Arazi çalışmasında yapılan ölçümlerin planlanması; hava şartları başta olmak üzere grup halinde bulunan istasyonlar bazında A,B,C,D,E,F,G,H ve J olmak üzere 9 adet bölgeye

ayrılmış olup ölçümler saat 11:00 – 15:30 arasında olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 : Arazi çalışması için seçilen yer gözlem istasyonlarının konumları.

09 – 16 Mart 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilen arazi çalışması için; çalışma günleri boyunca gidilen istasyonların numaraları ve ölçümü yapılan parsel sayısı Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

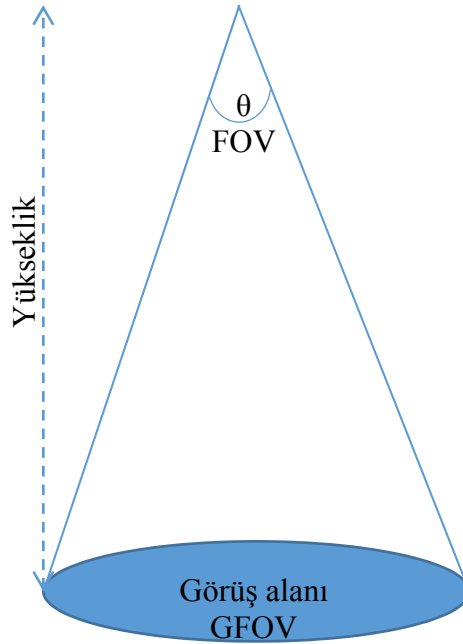
Çizelge 3.3 : Arazi çalışmasında seçilen istasyonların numaraları ve ölçüm yapılan parsel sayıları.

TARİH	İstasyon No (Ölçüm Adedi)
09.03.2012	66 (3 adet), 23 (2 adet), 18 (1 adet), 15 (1 adet), 16 (1 adet)
10.03.2012	5 (1 adet), 8 (2 adet), 1 (3 adet), 2 (2 adet), 3 (2 adet), 74 (2 adet), 75 (1 adet)
11.03.2012	19 (1 adet), 20 (1 adet), 67 (1 adet), 21 (2 adet), 22 (1 adet), 63 (2 adet), 64 (2 adet)
12.03.2012	14 (1 adet), 13 (1 adet), 9 (1 adet), 11 (2 adet), 10 (2 adet), 12 (1 adet)
13.03.2012	59 (1 adet), 57 (1 adet), 61 (1 adet), 62 (2 adet)
14.03.2012	65 (1 adet), 25 (2 adet)
15.03.2012	15, 16 ve 18. İstasyonlara kontrol amaçlı gidildi.
16.03.2012	1 ve 2. İstasyonlara kontrol amaçlı gidildi.

23 – 27 Nisan 2012 tarihleri arasında yapılan arazi çalışması da, bir önceki arazi çalışmasına göre gerçekleştirilmiş olup değerlendirmeler 2 arazi çalışması ile birlikte yapılmıştır.

3.4.2 Spektral değerlendirme

Farklı dönemlerde gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile; her bir ekili alan için, hem spektral yansıtımdaki yan etkileri azaltmak hem de GPS ölçümlerindeki hata payı göz önünde bulundurularak yapılan ölçümler parsellerin iç kısımlarında gerçekleştirilmiştir. Her bir parseldeki spektral ölçümler 1 ve 10 derecelik FOV (Field Of View) lensleri ile yaklaşık 1 m ve 1.5 m yükseklikten ortalama 2 saniyede bir toplamda 20 adet ölçüm yapılarak bitki yaprak ve kanopi ölçümleri alınmıştır (Şekil 3.9). 1°'lik FOV lensleri kullanılarak yaklaşık 1 m yükseklikten yapılan bitki yaprak ölçümleri yaklaşık 2 cm²'lik yaprak alanını; 10°'lik FOV lensleri kullanılarak yaklaşık 1.5 m yükseklikten yapılan bitki kanopi ölçümleri ise yaklaşık 540 cm²'lik alanı temsil etmektedir. Görüş alanı hesabı (3.6)'daki denklem ile yapılmıştır.



Şekil 3.9 : Spektrodymetre görüş alanı.

$$GFOV = 2(Yükseklik \times TAN\theta / 2) \quad (3.6)$$

Ölçüm yapılan her bir ekim alanına ait fotoğraflar 8 MP'lik fotoğraf makinesi ile parsel alanının bütününi temsil edecek şekilde çekilmiştir. I. ve II. arazi çalışmaları sonucunda seçilen her bir istasyonun temsil ettiği parsellerden 1 ve 10 derecelik FOV lensleri ile alınan spektral ölçümler kullanılarak, iklim açısından benzerlik gösteren bölgeler için değerlendirmek üzere her bölge için ortalama spektral imzalar belirlenmiştir (Şekil 3.11). Şekil 3.12'de J bölgesindeki her bir örneklem için 1 ve 10 derecelik FOV lensleri ile yapılan spektral ölçümler gösterilmiştir. Her iki arazi çalışmasında bölgelerdeki istasyonların temsil ettiği parsellere ait konumsal ölçümler Ek C - Çizelge C.1'de; diğer bölgeler için 1 ve 10 derecelik FOV lensleri ile ayrı ayrı yapılan spektral ölçümler de ayrıntılı olarak Ek C - Şekil C.1'de verilmiştir. Spektral analiz sonuçlarına göre; iklimsel olarak farklı bölgelerde bulunan buğday/arpa bitkisinin fenolojik gelişim dönemlerinden sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerinde yapılan arazi çalışmalarında, özellikle çalışılan bölgenin en kuzeyi (G Bölgesi) ile en güneyindeki (B Bölgesi) arasında yakın kızılötesi spektral aralığında yüksek fark olduğu her iki arazi çalışma sonucunda da belirlenmiştir. Bu da toprağın ürün tarafından örtülme yüzdesinin güney bölgede daha fazla olduğunu göstermektedir (bkz. Şekil 3.10). Yine bu iki bölge için; görünür dalga boylarındaki fark çiçeklenme döneminde daha fazla ortaya çıkmıştır. Diğer bir sonuç olarak; arpa ekili tarım alanlarında (D Bölgesi), sapa kalkma döneminde görünür ve yakın kızılötesi dalga boyu aralığında buğday ekili diğer alanlara oranla daha yüksek yansıtım vermiş, çiçeklenme döneminde ise su stresine bağlı olarak her iki dalga boyu aralığında da en düşük yansıtım değerlerini vermiştir. İki farklı zamanda yapılan spektral ölçmelerde, farklı bölgelerdeki bitkilerin fenolojik gelişim dönemleri arasındaki farklılıkların belirlenmesinde 10 derecelik FOV lensleri ile yapılan ölçümlerin daha etkili olduğu görülmüştür. 2011-2012 fenolojik dönemde yapılan arazi ölçümlerinin uydu görüntüleri ile spektral yansıtım değerlerinin karşılaştırılması, bu dönemdeki hava şartlarından dolayı sağlanamamıştır. İleriki çalışmalarda fenolojik gelişim boyunca ve uzun dönem spektral ölçümlerin zaman serileri ile uydu görüntülerinin spektral yansıtımlarının zaman serilerinin doğrulanması ve kalibrasyonu çalışması ile bölgesel olarak ürün gelişimlerinin dağılımı, ürün çeşitlerinin gelişim dönemlerindeki farklılıkları detaylı incelenebilecektir.

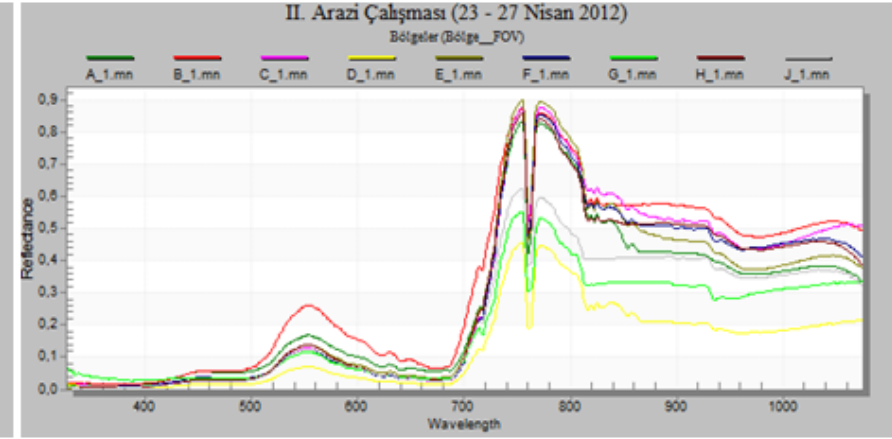
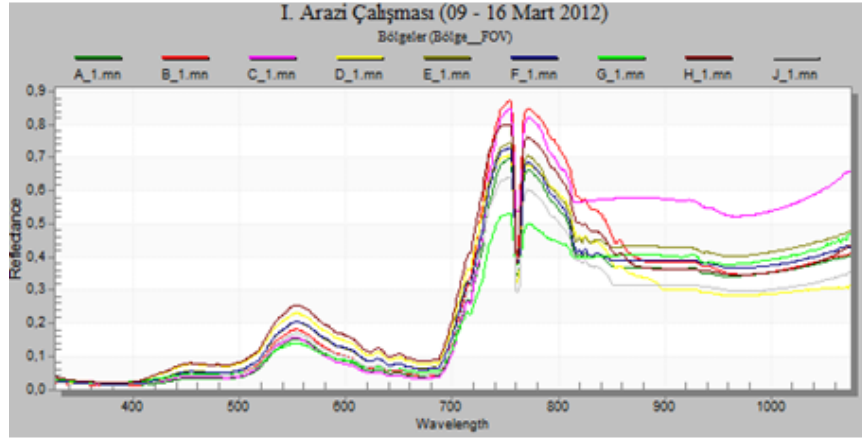


(A)

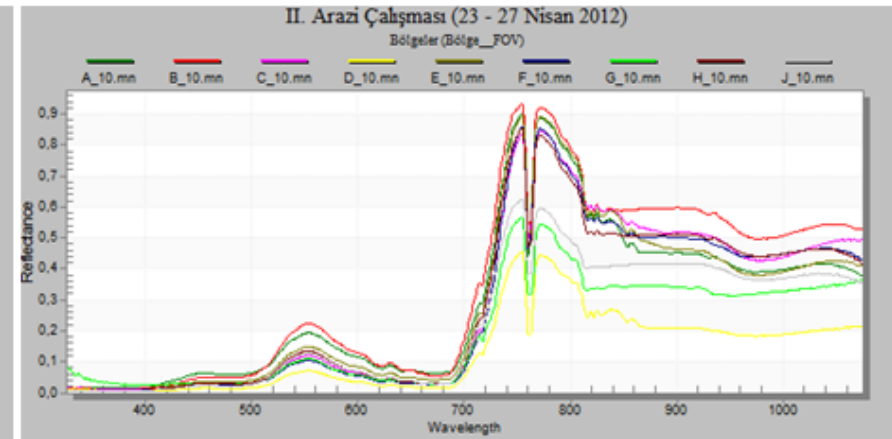
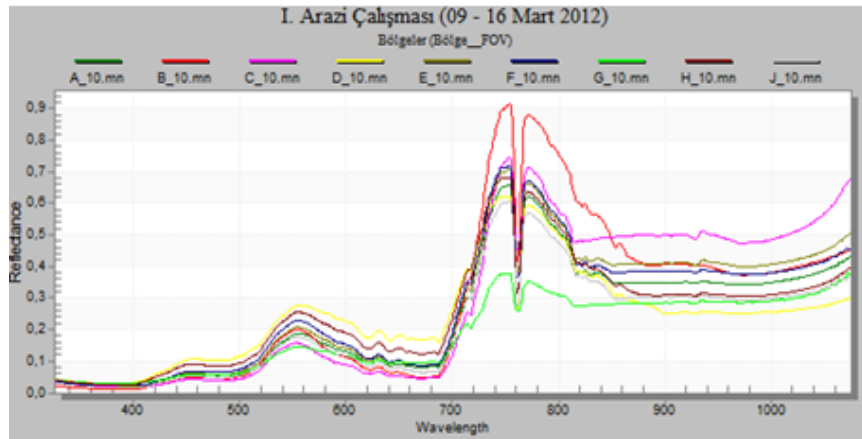


(B)

Şekil 3.10 : (A) G bölgesini, (B) B bölgesini temsil eden Mart ve Nisan aylarındaki arazi çalışmasından fotoğraflar.



(a)



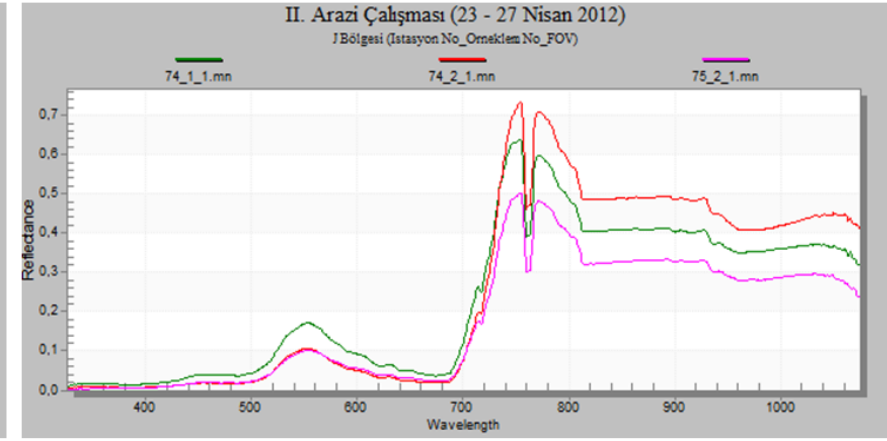
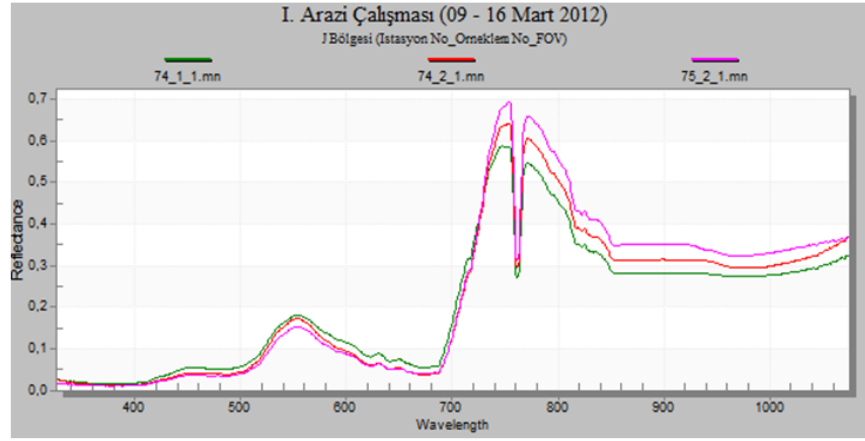
(b)

Şekil 3.11 : (a) 1 ve (b) 10 derecelik FOV lensleri ile bölge bazında ortalama spektral imzalar.

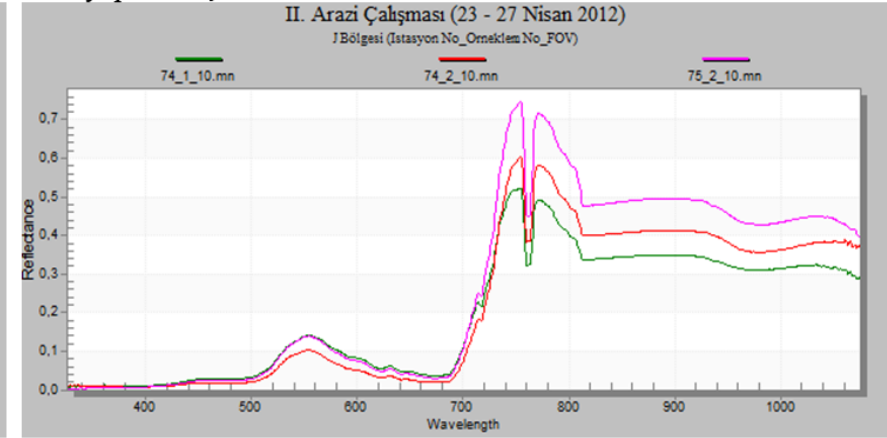
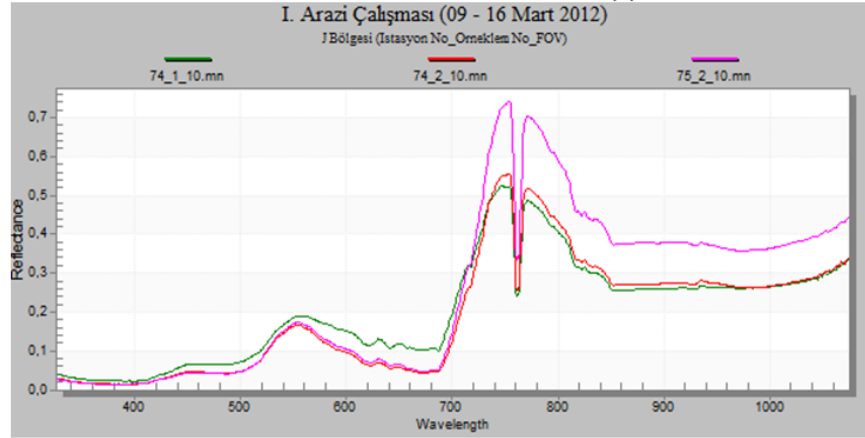
Mart

J BÖLGESİ

Nisan



(a) 1 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



(b) 10 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.

Şekil 3.12 : J bölgesine ait spektrodymetrik ölçümler.

4. BÖLÜM - UZUN YILLAR METEOROLOJİK VERİLERİN ANALİZİ

Noktasal frekans analizi uzun dönemli kayıtlar gerektirmektedir. Türkiye’de uzun gözlem süreli yağış ölçekleri oldukça az olmakla birlikte bunların çoğunun da yazıcısı bulunmamaktadır. Ayrıca pek çok yazıcı ölçekli istasyonlarda kaydedilen yağışların güvenilirliğinden şüphe edilmekte ve önemli ekstrem veriler kaydedilememektedir. Bu tip problemleri önleyebilmek için komşu istasyonlarda ölçülmüş benzer özelliklere sahip yağmur miktarları kullanılabilmekte ve verilerin güvenilirliği artırılabilir. Bölgesel frekans analizi olarak adlandırılan bu kavram, farklı gözlem istasyonlarındaki verilerin benzer frekanslara sahip olduğu durumlarda uygulanması anlamına gelmektedir. Böylelikle, her bir yağış gözlem istasyonunda ve aynı zamanda uygun bir şekilde tarif edilen bir bölge içinde, hiçbir verisi olmayan ve üzerinde ölçüm istasyonu olmayan havzalarda bile bölgesel karakteristikler kullanılarak daha doğru sonuçlara ulaşılmış olmaktadır (Hosking ve Wallis, 1993; Hosking ve Wallis, 1997).

Zaman serisi; ilgilenilen bir büyüklüğün zaman içerisinde sıralanmış ölçümlerinin bir kümesidir. Zaman serisi ile ilgili analizlerin yapılma amacı ise, gözlem kümesince temsil edilen gerçeğin anlaşılması ve zaman serisindeki değişkenlerin gelecekteki değerlerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesidir (Allen, 1964). Gelişen teknolojinin özellikle uydu verilerinin zamansal çözünürlüklerinin artırılmasına imkân tanınması sayesinde zaman serisi analizleri; bitki fenolojisi, ürün verim tahmini ve hidroloji çalışmalarında kullanılmaktadır (Meroni vd., 2014; Pouliot vd., 2014 ve Wang vd., 2012).

Zaman serileri analizlerinin en önemli amaçlarından birisi öngörü yapmaktır. Ancak geleceğe yönelik yapılan öngörünün doğru bilgiler verebilmesi için bir zaman serisinin sahip olduğu bilgilerin de güvenilir olması gerekmektedir. Dolayısıyla zaman serisini bir bütün olarak değerlendirdiğimizde, güvenilir bir analiz yapılabilmesi için öncelikle seriyi bileşenlerine ayırmak gerekmektedir.

Zaman serileri; trend (genel eğilim), mevsim bileşeni, çevrimsel bileşen ve düzensiz bileşen olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Trend bileşeni; zaman serilerinin uzun sürede gösterdiği düşme ve yükselme süreçlerinden sonra oluşan kararlı

durumdur. Zaman serileri uzun dönem açısından kararlı alçalma ya da yükselme şeklinde bir eğilime sahiptir. Mevsim bileşeni; zaman serilerinde mevsimlere göre değişmeyi ifade eder ve kullanılan verilerin kimi dönemlerinde diğerlerine göre farklılık gösterir. Çevrimsel bileşen; mevsimsel değişimler ile ilgili olmayan döngüsel değişimlerdir. Düzensiz bileşen ise; diğer unsurlar gibi belirli olmayan, hata terimi ile ifade edilebilecek değişimlerdir. Zaman serileri tüm bu kendilerini oluşturan bileşenlere ayrıştırıldıktan sonra, bileşenlerin toplamı ya da çarpımı şeklinde belli bir t döneminde y zaman serisi ifade edilebilmektedir (Newbold, 2000). Zaman serisi şeklinde elde edilen veriler zaman ve frekansın bir fonksiyonu olarak analiz edilmektedir (Li, 2004; Ogaja ve Satirapod, 2007). Değişkenlerin analizi; zaman ve frekans bölgesinde yapılır ve her iki boyutta analizlerden çıkan farklı sonuçlar değerlendirilir.

Zaman bölgesindeki analizlerde istatistiksel eşitlikler kullanılırken, frekans bölgesindeki analizlerde bazı karmaşık dönüşüm eşitlikleri kullanılmaktadır. Frekans bölgesine dönüşüm için Fourier, Laplace, Hankel, Hilbert, Z dönüşümü gibi yöntemler kullanılmaktadır. Zaman ve frekans düzlemindeki analizlerde sinyalin örnekleme aralığı (Δt) ile kayıt edilen bir zaman serisinde, örnekleme frekansı $1/\Delta t$ şeklinde ifade edilir. Buna göre; işlenebilecek en yüksek frekans; örnekleme frekansının yarısı kadardır (Blais, 1988).

Uzun yıllar meteorolojik verilerin zaman serisi analizleri ile spektral değerlendirmeler yazılan kodlar vasıtasıyla otomatik olarak gerçekleştirilmiş olup çıktılar alınmıştır.

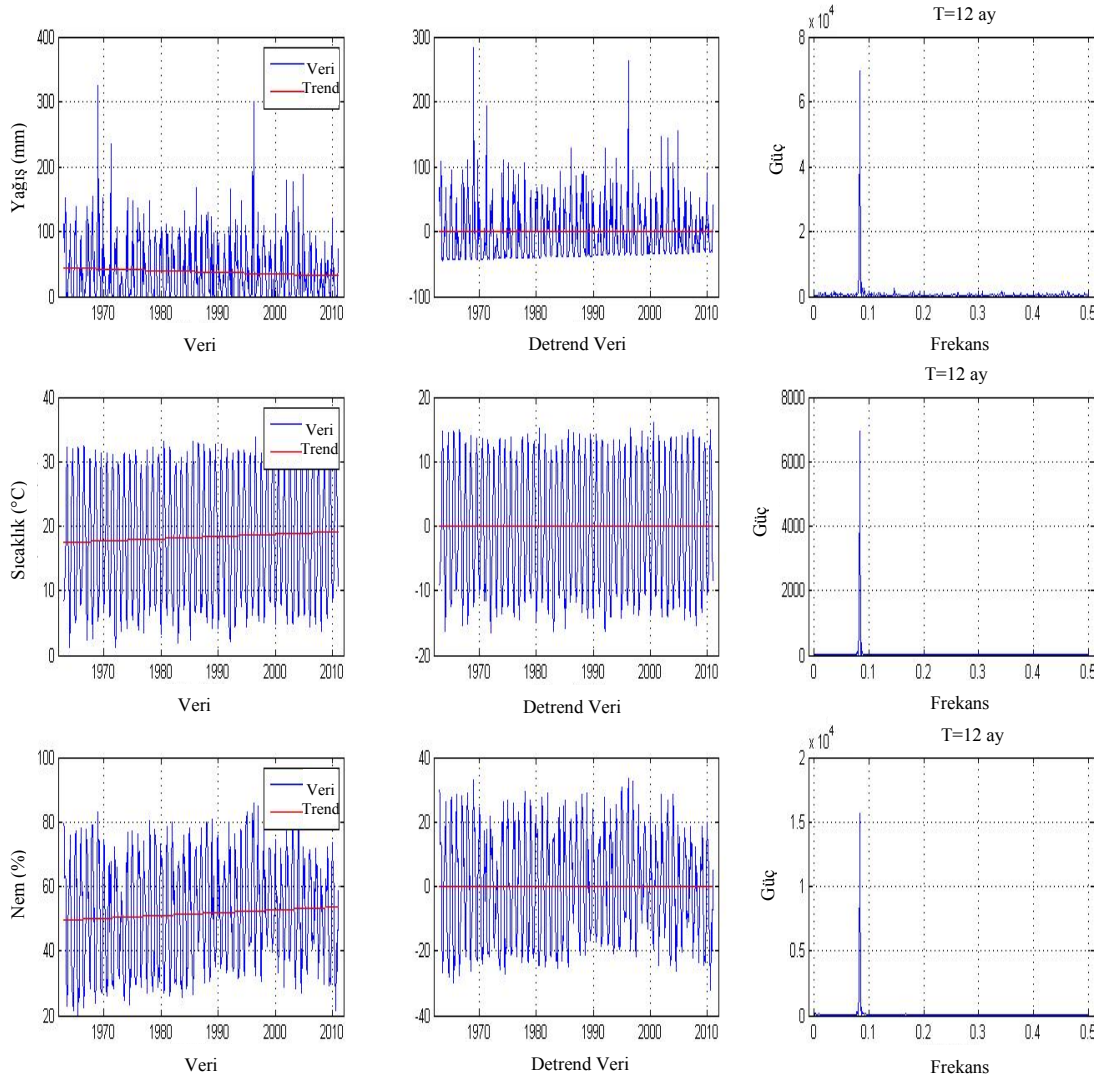
4.1 Aylık Verilerin Analizi

Çalışılan ürün bazında değerlendirilmek üzere; fenolojik dönemler göz önünde bulundurularak her ay için ayrı ayrı uzun yıllar zaman serisi analizleri gerçekleştirilmiştir. Şanlıurfa ilçelerinde bulunan 7 adet meteorolojik istasyonun 1963 – 2011 yılları arası aylık yağış verilerine ait uzun yıllar verilerinin birbirleri arasındaki ilişkilerin ortaya konması ve istasyonlar arası uyumluluğun araştırılması için korelasyon katsayıları belirlenerek Şekil 4.1’de verilmiştir. Aylık yağış verilerine göre kuzey ve güneydeki istasyonlar arası korelasyonun düşük olmasıyla birlikte; kuzeydeki istasyonların kendi aralarındaki korelasyonunun güneydeki istasyonlara oranla daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Bu da yağış verisinin olmadığı durumlarda ilgili istasyonun yakınındaki en yüksek korelasyona sahip istasyondan veri

sağlanabileceğini göstermektedir. Şanlıurfa - Merkez ilçesi meteoroloji istasyonundan sağlanan 1963 – 2011 yılları arası aylık yağış, sıcaklık ve nem verilerinin zaman serileri ve periyotları (T) örnek olarak Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

İSTASYONLAR		Bozova				
Hilvan	0,78	Hilvan				
Siverek	0.67	0.72	Siverek			
Merkez	0.75	0.70	0.69	Merkez		
Akcakale	0.56	0.56	0.56	0.69	Akcakale	
Ceylanpınar	0.48	0.48	0.47	0.52	0.55	Ceylanpınar
Birecik	0.71	0.61	0.60	0.70	0.55	0.42

Şekil 4.1 : 1963 – 2011 yılları istasyonlar arası aylık yağış verilerinin korelasyonu.

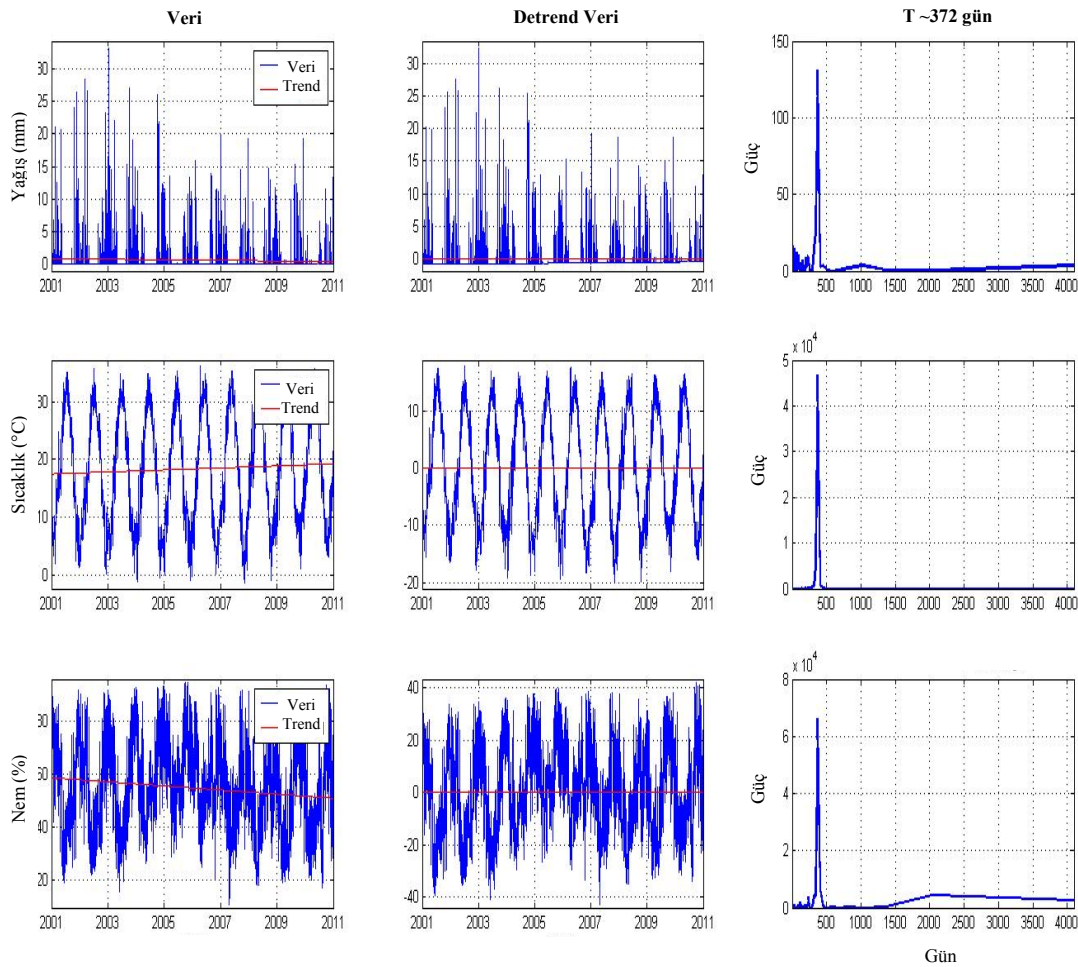


Şekil 4.2: (Şanlıurfa - Merkez) 1963 – 2011 yılları arası aylık yağış, sıcaklık ve nem verilerinin zaman serileri ve periyotları (T).

4.2 Günlük Verilerin Analizi

Çalışmanın daha anlamlı ve yapılacak tahminlerin doğruluğu açısından farklı alt iklim kuşaklarında bulunan meteorolojik istasyonlardan uzun yıllar günlük meteorolojik veriler temin edilmiştir. Çalışma bölgesinin tümünü temsil etmesi ve eksik verilerin enterpolasyon yöntemi ile tamamlanarak sağlanması açısından Şanlıurfa ili Akçakale, Merkez, Hilvan, Bozova, Birecik, Siverek ve Ceylanpınar ilçeleri meteoroloji istasyonlarından 1970 - 2012 yılları arasında günlük olarak veriler temin edilmiştir.

Şanlıurfa - Akçakale meteoroloji istasyonundan sağlanan günlük verilere göre zaman serileri ve periyotları örnek olarak Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Farklı alt iklim kuşaklarında bulunan diğer 6 adet meteoroloji istasyonundan 1970 - 2012 yılları arasında sağlanan günlük verilere göre zaman serisi analizleri ve periyotları her bölge için ayrı ayrı yapılmıştır. Zaman serilerinden eğilim değerleri çıkartılarak frekans ortamında incelenen değişkenlerin periyotları bulunmuştur.



Şekil 4.3 : Şanlıurfa - Akçakale istasyonu için günlük yağış, sıcaklık ve nem verilerinin zaman serileri ve periyotları (T).

Şanlıurfa ilçelerinde bulunan meteorolojik istasyonların 1970 – 2012 yılları arası günlük yağış verilerine ait korelasyon katsayıları Şekil 4.4’de verilmiştir. Uzun yıllar günlük yağış verilerinin istasyonlar arası korelasyonları aylık verilere göre daha düşük çıkmıştır. 7 istasyonun bulunduğu alanlar, bölgesel farklılıklardan dolayı aylık olarak benzer yağış rejimine sahip olsa da günlük verilerde düşük ilişki çıkması daha çok bölgelerin topografyası ile ilişkilidir.

İSTASYONLAR						
Hilvan	0.55	Hilvan				
Siverek	0.60	0.57	Siverek			
Merkez	0.64	0.56	0.68	Merkez		
Akçakale	0.49	0.45	0.56	0.71	Akçakale	
Ceylanpınar	0.42	0.41	0.50	0.56	0.61	Ceylanpınar
Birecik	0.62	0.5	0.59	0.71	0.59	0.45

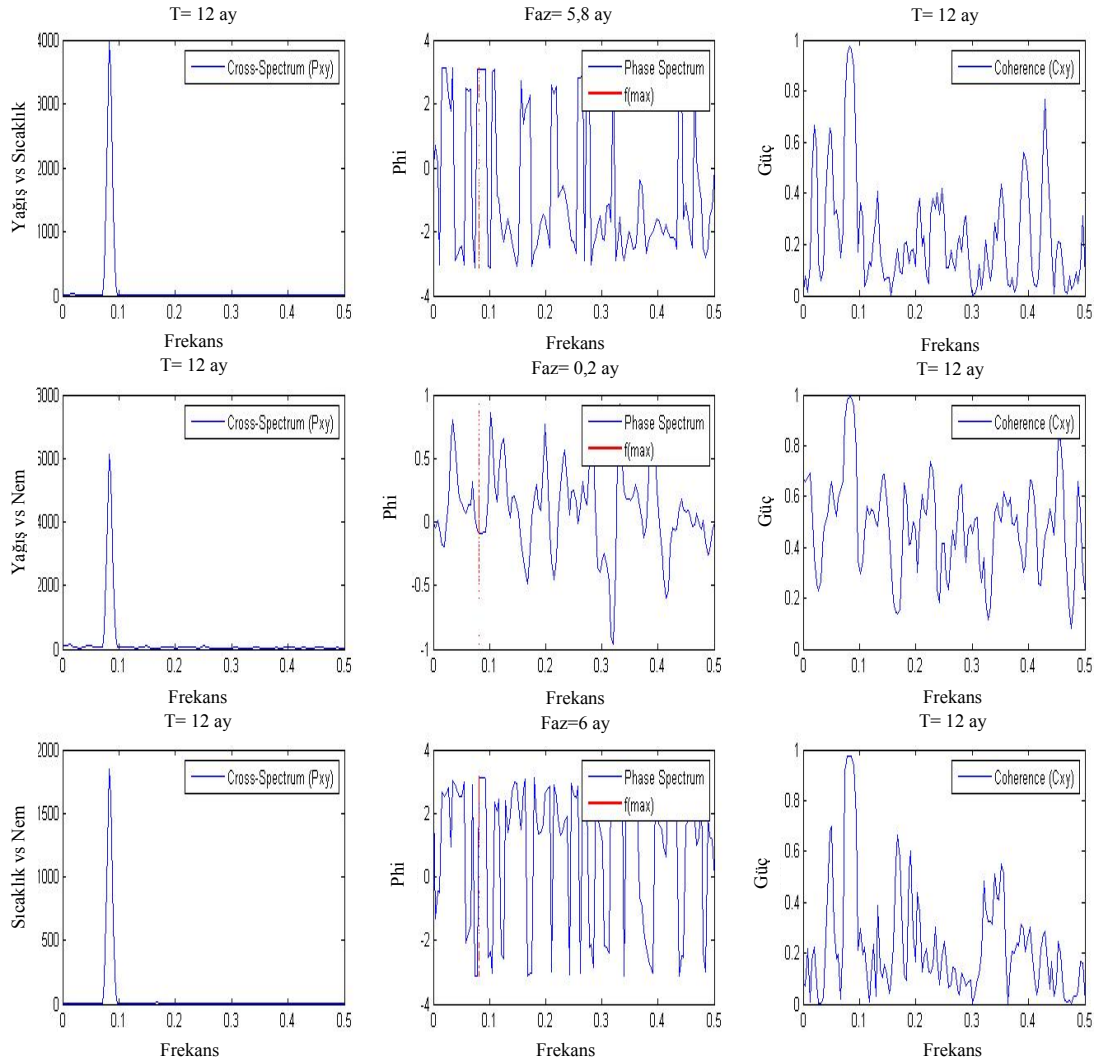
Şekil 4.4 : 1970 – 2012 yılları istasyonlar arası günlük yağış verilerinin korelasyonu.

4.3 Meteorolojik Değişkenlerin Frekans Analizleri

Çalışmada; 1963 - 2011 yılları arası aylık veriler ile 1970 – 2012 yılları arası günlük verilerin zaman bölgesinde periyodik özellik gösteren değişkenlerinin, zaman bölgesinde trend bileşeni belirlenerek filtreleme işlemi yapıldıktan sonra frekans bölgesine dönüştürerek anlamlı periyodik bileşenlerin belirlenmesi ve parametrelerinin hesaplanması sağlanmıştır. Meteorolojik değişkenlerin arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için yapılan spektral değerlendirme ile; iki zaman serisinin etkin frekanslarının birbirine yakınlığı, hangi frekansların birbiriyle çakıştığı, aralarındaki faz farkları ve etkin frekansların maksimum olduğu yerlerdeki uyumu ve güvenilirliği araştırılmıştır.

4.3.1 Aylık değişkenlerin spektral değerlendirmesi

Şekil 4.5’de Şanlıurfa - Merkez ilçesinin 1963 - 2011 yılları arası meteorolojik değişkenleri kullanılarak, yağış - sıcaklık, yağış - nem ve sıcaklık - nem ilişkileri spektral olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, uzun yıllar aylık meteorolojik değişkenlerinin her ay için ayrı ayrı spektral değerlendirmesi yapılmıştır. Uzun zaman serileri boyunca her ay için yapılan spektral değerlendirmeler ile mevsimsel değişkenlerin aylık olarak uzun zaman içerisindeki değişimleri ortaya konmaktadır.

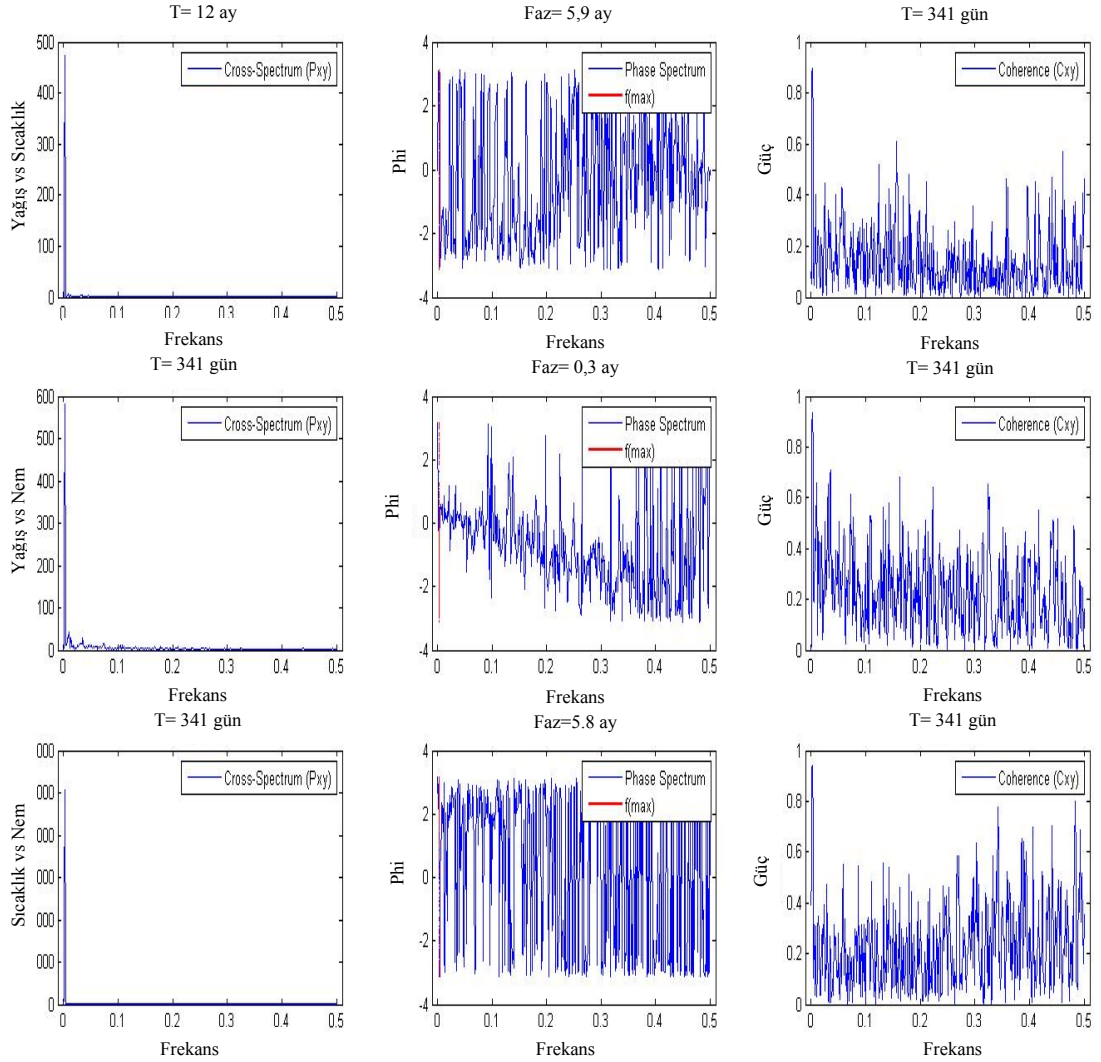


Şekil 4.5 : (Şanlıurfa - Merkez) 1963 – 2011 yılları arası aylık meteorolojik değişkenlerin spektral değerlendirmesi.

4.3.2 Günlük değişkenlerin spektral değerlendirmesi

1970 - 2012 yılları için Şanlıurfa - Akçakale istasyonundan sağlanan günlük verilere göre yapılan spektral değerlendirme örnek olarak Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Farklı alt iklim kuşaklarında bulunan diğer 6 adet meteoroloji istasyonundan 1970 - 2012 yılları arasında sağlanan günlük veriler kullanılarak; yağış - sıcaklık, yağış - nem ve sıcaklık - nem ilişkileri her bölge için ayrı ayrı spektral olarak değerlendirilmiştir. Yapılan frekans analizleri ile spektral değerlendirme çalışmaları; yağış, sıcaklık ve nem zaman serilerinin zaman bölgesinde trend bileşeni belirlenerek filtreleme işlemi yapıldıktan sonra frekans bölgesine dönüştürerek etkin frekanslarının birbirine yakınlığı, hangi frekansların birbiriyle çıktığı (Cross-Spectrum), aralarındaki faz farkları (Phase

Spectrum) ve etkin frekansların maksimum olduğu yerlerdeki uyumu ve güvenilirliği (Coherence) araştırılmıştır.



Şekil 4.6 : Şanlıurfa – Akçakale istasyonu günlük değişkenlerin spektral değerlendirmesi.

Aylık ve günlük uzun zaman serisi verilerine göre bazı sapmalarla birlikte yağış-sıcaklık ve sıcaklık-nem frekanslarının altı aylık bir zaman periyodunda değişim gösterdiği; buna karşın yağış-nem arasındaki ilişkinin doğru orantılı olarak periyotlarının yaklaşık bir sene olduğu belirlenmiştir. Uzun yıllar verileri ışığında yapılan değerlendirmelerde bölgesel karakteristikler göz önünde bulundurulmadan, doğrudan meteorolojik istasyonlardan sağlanan veriler kullanılmıştır. Bölgede yapılmış olan birçok barajın da etkisi muhtemeldir; bu nedenle uzun yıllar verisinin değişkenler arasındaki ilişkilerin ve değişimlerin daha doğru bir şekilde ortaya konması için meteorolojik verilerin barajların yapımı öncesi ve sonrası şeklinde daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.

5. BÖLÜM - UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ

5.1 Uydu Görüntülerinin Temini ve İşlenmesi

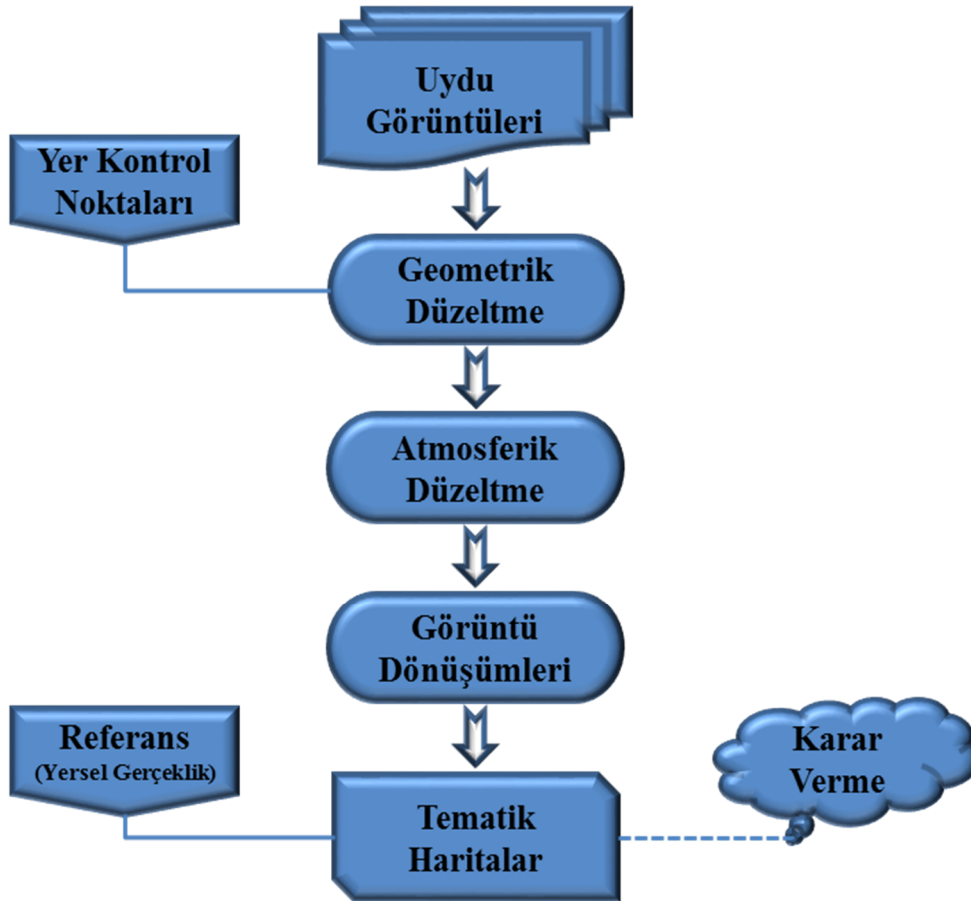
Uydu görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilen tarımsal odaklı çalışmalarda, bitki çeşitlerinin farklı spektral yansıtım özellikleri göstermesine neden olan her bitkiye özgü şekil, doku ve bitki gelişim takvimlerinin olması önemli parametrelerdir. Bu parametreler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen analizler sonucunda uydu görüntüleri, ürün tipi, ürün yoğunluğu ve ürün geometrisine ilişkin ayırt edilebilir işaretler sunabilmektedir (Türker ve Arıkan, 2005).

Uydu verileri ile tarımsal bitki tür farklılıklarının ayrımı ve bitki gelişim süreçlerinin izlenmesi sırasında arazi örtüsünün tanımlanması ile belirlenen tarım arazisi üzerindeki ürün çeşidinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilerek bitki çeşitlerinin ekim tarihinden itibaren hasat dönemine kadar gelişim sürecinin periyodik olarak izlenmesi gerçekleştirilir.

Tez çalışmasında uydu görüntülerinin temini için öncelikle buğday ekili alanlarda bulunan 31 istasyonun konumları göz önünde bulundurularak 2010 – 2011 fenolojik gelişim dönemleri göz önünde bulundurulmuştur. Gerek uydu programlama çalışmalarının geçmiş verilere dayanarak yapılması, gerekse 2010 – 2011 yılları için hava şartlarından ötürü görüntü alım tarihlerinde meydana gelen sapmalar nedeniyle, istasyonlardan sağlanan meteorolojik verilere uygun olarak temin edilen görüntüler çalışma başlangıcı olarak kullanılmıştır.

Uydu görüntülerinin işlenmesi aşamasında; öncelikle görüntü yapılarında bulunan sistematik ya da sistematik olmayan hataların giderilmesi için ön işlem adımları gerçekleştirilmiştir. Her bir görüntüdeki geometrik bozulma etkilerinin giderilmesi ve görüntünün yer kontrol noktaları kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması için geometrik düzeltme işlemi ile görüntülerin algılanma sırasında ortaya çıkan atmosferik etkileri azaltmak ve görüntülere ait piksel parlaklık değerlerini yersel spektral yansıtma değerleri ile spektral olarak karşılaştırılabilir birime dönüştürmek için atmosferik düzeltme işlemleri yapıldıktan sonra çeşitli bant dönüşümleri ile

tematik haritalar üretilmiştir (Şekil 5.1). Çalışmada kullanılan görüntülerin atmosferik düzeltme işlemleri, Erdas programı Atmospheric Correction (ATCOR) modülü ile gerçekleştirilmiştir. SPOT 5 uydusundan sağlanan 10 metre mekânsal çözünürlüklü multispektral veri ve aynı anda algılanmış 5 ve 2.5 metre mekânsal çözünürlüklü pankromatik verileri kaynaştırma işlemi gerçekleştirilerek 5 ve 2.5 metre mekânsal çözünürlüklü multispektral veriler elde edilmiştir. Veri kaynaştırma işleminde UNB (University of New Brunswick) algoritması kullanılarak veri kaynaştırma işlemi sonrasında ortaya çıkan sonuç görüntünün, multispektral görüntünün sahip olduğu tüm kanalları içermesi ve orijinal multispektral verinin kanallarına ait ortalama, standart sapma ve histogram şekli gibi spektral değer karakteristiklerinin korunması sağlanmıştır.



Şekil 5.1 : Görüntü işlem adımları.

2011 yılı verilerinin analizinden önce 2010 yılı Nisan ve Ağustos aylarına ait SPOT 5 uydu görüntüleri kullanılarak bant dönüşümleri ve spektral analiz işlemleri gerçekleştirilmiş ve 2010 – 2011 sezonu öncesindeki son durum güncellenmiştir. Çalışma bölgesi içerisinde belirlenen istasyonlar için 2010 - 2011 ekim sezonu için temin edilen görüntü tarihleri, mekânsal çözünürlükleri ve hangi sagmaente ait

oldukları Çizelge 5.1’de sunulmuştur. Konumu bilinen istasyon segmentleri ve farklı tarihli uydu görüntülerinin birlikte analizi ile zamansal çözünürlüğün avantajı ortaya konmakta ve tür tespitindeki başarımlar yükselmektedir.

Çizelge 5.1 : 2010 – 2011 fenolojik gelişim dönemi görüntü alım tarihleri ve istasyon dağılımı.

Görüntü Tarihleri	Mekânsal Çözünürlük (m)	İstasyon No.	Görüntü K / J
17.10.2010	5		
12.11.2010	2,5	2. Gürgentepe	
10.02.2011	5	4. Balkı Ova	
19.03.2011	10	5. Uzuncuk Yolu	
03.06.2011	2,5	6. Çetinler	
20.06.2011	2,5		123 / 275
		9. Damlacık	
		10. Pınar	
19.01.2011	5	11. Beyazkule	
19.06.2011	5	12. Maslak	
		13. Ceylan	
		14. Kuruca	125 / 276
17.10.2010	2,5	16. Rumi	
12.11.2010	2,5	18. Demirören	
10.02.2011	5	19. Tatnar	
19.05.2011	10	20. Akçatat	
03.06.2011	2,5	21. Gündöner	
20.06.2011	2,5	25. Poyralı	
			123 / 276
14.11.2010	5	27. Özerdem	
20.01.2011	5	28. Rektörlük	
29.05.2011	5	30. İskenderoğlu	
			125 / 274
		34. Çağul	
02.10.2010	5	35. Çevlik	
09.02.2011	2,5	36. Çağul	
25.05.2011	5	37. Çağul/2	
25.06.2011	5	38. Akıncı Köyü/1	
		39. Akıncı Köyü/2	127 / 275
09.01.2011	5		
03.02.2011	10		
13.03.2011	2,5	41. Araban/2	
24.05.2011	10		
			120 / 275
13.01.2011	10	43. Mencik	
08.02.2011	5	45. Sakçagözü/1	
09.05.2011	10	46. Sakçagözü/2	
			119 / 275

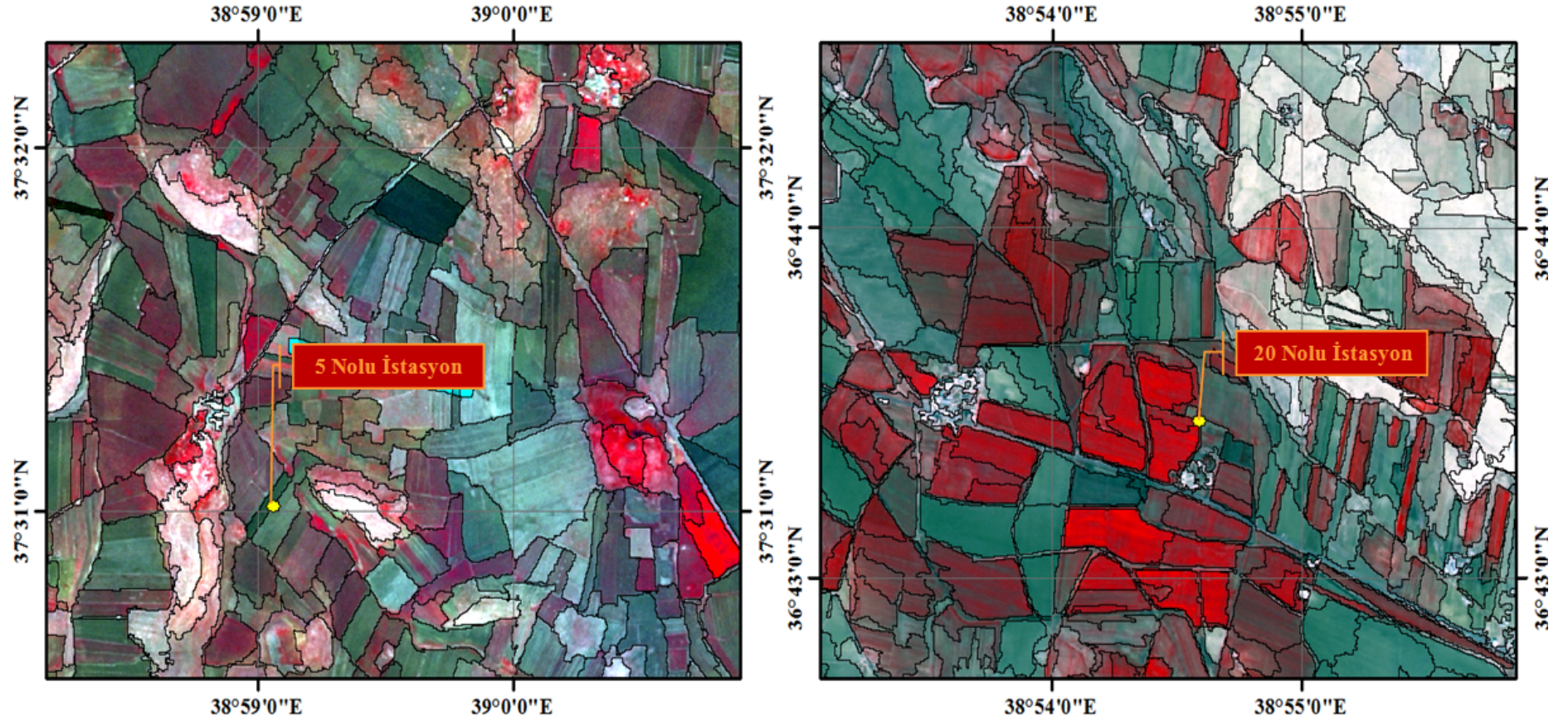
5.2 Ekim Alanları Segmentasyonu

Uydu verileri ile segmentasyon sürecinde veri üzerinde ayırt edilebilen ve çevresinden farklı özellik gösteren segmentlerin oluşturulması nesne tabanlı sınıflandırma çalışması ile sağlanmış, örtü tipini oluşturan objelerin şekil, büyüklük, doku, renk ve homojenlik özellikleri belirli ağırlıklarla işleme dâhil edilerek çalışma için seçilen istasyonlar bazında segmentasyon işlemi yapılmıştır. Segmentasyon yönteminde piksel boyutunda gruplanmış veriler yerine oluşturulan segmentler kullanılmaktadır. Segment, belirli bir gri değerini veya aralığa sahip değerler grubunu temsil eden alanlar olmak üzere bu alanlar segment parametrelerinin değerlerine göre görüntüde farklılık göstermektedir.

Çalışma bölgesinde ekim alanlarının segmentasyonu işlemleri ürünün fenolojik gelişme dönemi boyunca farklı tarihlerde algılanan SPOT 5 uydu görüntüleri kullanılarak yapılmıştır. Segment parametreleri, görüntünün özelliklerine ve yapılacak sınıflandırma çalışmasına göre farklı seviye değerleri oluşturularak en uygun parametreler desen tanımlama işlemi için kullanılır. Çalışma bölgesindeki tarım alanları boyutları ve yetiştirilen ürünler göz önünde bulundurularak; desen tanımlamada belirlenmiş en uygun parametre değerleri; ölçek parametresi 100, renk 0,3, şekil 0,7, pürüzlülük 0,3 ve sıklık 0,7 olarak belirlenmiştir.

Şekil 5.2’de 10.02.2011 tarihli SPOT 5 uydu görüntüleri üzerinde farklı istasyon konumlarında bulunan ekim alanlarındaki segmentasyon işlem sonucu örnek olarak gösterilmiştir.

Bu yöntemde uydu verisinin mekânsal ve spektral çözünürlüğü önem kazanmakla birlikte farklı fenolojik dönemlere göre algılanan uydu görüntülerinin segmentasyonu ile tarımsal alan bilgisi doğrulanmıştır.



Şekil 5.2 : 10.02.2011 tarihli Spot 5 uydu görüntüleri üzerinde (a) 5 nolu Hilvan- Uzuncuk Yolu (b) 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonlarındaki segmentasyon çalışması sonucu.

5.3 Görüntü Dönüşümleri

Fenolojik gelişim zamanlarına belirlenen periyotlardaki bitki katsayılarının belirlenmesi için yine bu zaman aralığına göre algılanan SPOT 5 uydu görüntüleri ile NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ve MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) analizleri gerçekleştirilmiş olup farklı arazi kabiliyet sınıflarında bulunan buğday ekili alanlar için belirlenen dönemlerdeki yaklaşık su ihtiyaçları hesaplanmıştır.

5.3.1 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) analizi

Bitki fenolojik sürecinin belirlenmesi için birçok çalışmada belirli sıklıkta elde edilmiş uydu görüntüleri kullanılarak NDVI analizleri gerçekleştirilmiş ve bu veriler ile zaman serileri oluşturularak, NDVI değerlerinde eşik değer analizi ve buna bağlı standart sapmalar ile fenolojik bilgi üretilmiştir (Bunchemin vd., 2006; Lee vd., 2000; Upadhyay vd., 2008).

NDVI, yakın kızılötesi band ile görünür bölgedeki kırmızı bandın arasındaki farkın, yine bu iki bandın toplamına oranını ifade etmekte olup $[-1,1]$ arasında değerler almaktadır (5.1).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (5.1)$$

Çalışmada, SPOT 5 uydusunun 10 metre mekânsal çözünürlüklü multispektral verilerinin analizi ile vejetasyon sağlığı, yoğunluğu ve dağılımı hakkında önemli bilgiler veren ayrıca farklı spektral davranış gösteren bitki türlerinin ayrıştırılmasında önemli olan NDVI görüntüleri, 2010 - 2011 fenolojik gelişim dönemi için oluşturulmuştur.

İlk 25 istasyonun bulunduğu Şanlıurfa iline bağlı ilçeler için Nisan ve Ağustos 2010 tarihli SPOT 5 görüntüsünden üretilmiş NDVI haritaları oluşturularak ürün bazında NDVI ortalama değerlerin grafik gösterimleri Ek D – Şekil D.1 ve Şekil D.2’de sunulmuştur.

2011 yılı için yapılan NDVI analizi çalışmasında ilçe ve ürün bazında istatistiksel NDVI değerleri Çizelge 5.2’de verilmiştir. Buğday ekili alanların NDVI ve MSAVI

analizi için 2010 – 2011 fenolojik gelişim dönemlerinde algılanan SPOT 5 uydu görüntüleri kullanılmış ve bu tarihlerdeki agrometeorolojik parametreler belirlenmiştir.

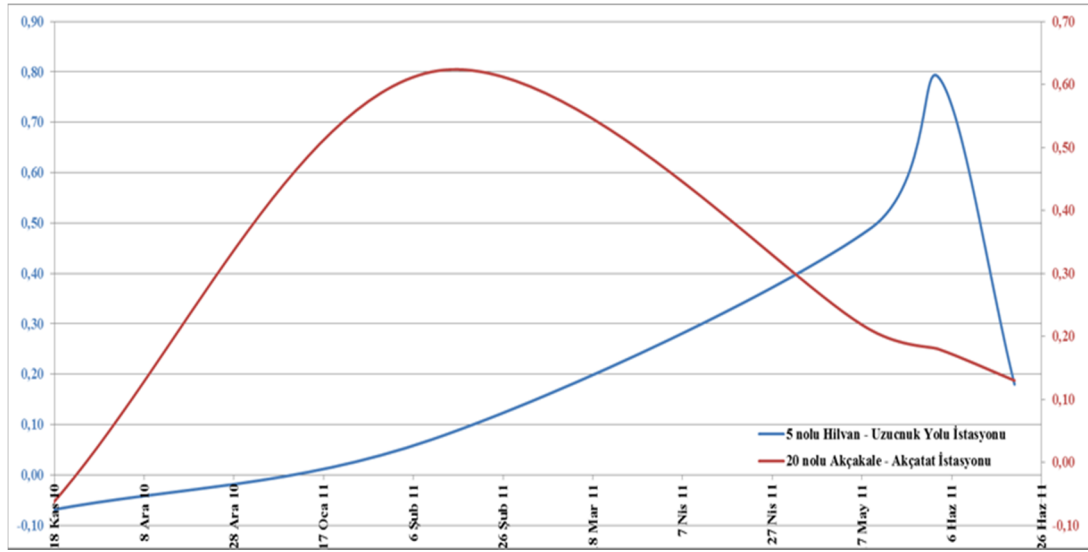
Çizelge 5.2 : 2011 yılı için Nisan – Mayıs ayına ait SPOT 5 uydu görüntülerinin ilçe - ürün bazında istatistiksel NDVI ortalama değerleri.

İLÇE/ÜRÜN	ARPA	BUĞDAY	MERCİMEK
Akçakale	-0,120	0,110	-0,210
Birecik	0,360	0,450	0,140
Bozova	0,141	0,290	0,030
Ceylanpınar	0,038	0,320	-0,143
Halfeti	0,220	0,320	-
Harran	0,090	0,317	-
Hilvan	0,340	0,50	0,320
Merkez	0,105	0,309	0,048
Siverek	0,140	0,290	0,120
Suruç	0,450	0,610	0,330
Viranşehir	0,238	0,417	0,068

2011 yılı NDVI haritaları kullanılarak seçilen istasyonlar doğrultusunda 50 dekar büyüklüğündeki farklı 2 bölgede yetişen buğday alanlarının agrometeorolojik veriler ile karşılaştırılarak farklı bölgelerdeki ürünlerin fenolojik gelişme süreçlerindeki farklılıklar tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmada, temin edilen 10 metre mekânsal çözünürlüklü multispektral verilerin analizi ile 2 farklı ekolojik bölge için ekimden hasata kadar olan dönemdeki fenolojik gelişme süreçlerine uygun olarak elde edilen uydu görüntülerden NDVI analizi yapılmış, Hilvan – Uzuncuk Yolu ve Akçakale – Akçatat istasyonlarının bulunduğu bölgelerdeki buğday ekili alanların bu dönem aralığındaki NDVI ortalamaları belirlenmiştir (Şekil 5.3).

Çalışma bölgesinde, seçilen istasyonlarda bulunan buğday ekili alanların bitki gelişim dönemlerindeki farklı aylar için SPOT 5 görüntülerine NDVI algoritması uygulanarak, ilgili aylar içerisinde vejetasyon indisleri ile buğdayın farklı bölgelerdeki bitki katsayısı (K_c) arasındaki korelasyon belirlenmiştir. Bitki evapotranspirasyonunun belirlenmesinde ilgili istasyonlardan elde edilen meteorolojik veriler ile referans evapotranspirasyon değeri hesaplanmış olup, NDVI ve MSAVI ile bitki gelişim dönemlerine ait literatürde belirlenmiş olan K_c değerleri arasındaki korelasyonlar belirlenerek en iyi korelasyonu sağlayan bitki indis değerlerine göre bitki su ihtiyaçları belirlenmiştir. Pilot bölgeler için yapılan bu çalışma ileride daha sağlıklı sonuçlar vermesi açısından birçok deneme alanında ve uzun dönem verileri ile yapılması hem

yapılan tahminlerin doğruluğunu arttıracak hem de başka bölgeler için bir referans veri sağlayacaktır.



Şekil 5.3 : Fenolojik gelişim boyunca görüntü alım tarihlerinde Hilvan ve Akçakale bölgelerindeki buğday ekili alanlar için ortalama NDVI değerleri.

5.3.2 MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) analizi

NDVI algoritmasının bir türeği olarak türetilen SAVI; toprak arkaplan durumlarının kısmi kanopi yansıtımı ve hesaplanmış bitki indisleri üzerinde önemli ölçüde etkisinin bulunması nedeniyle, spektral verideki toprak arkaplan etkisini azaltmak için kullanılmaktadır. Çalışmada, algoritmanın önceki sürümlerinde kullanılan WDVİ (Weighted Difference Vegetation Index) ve NDVI algoritmalarının yeniden hesaplanması ve toprak çizgisinin bulunması ihtiyacının giderilmesi amacıyla geliştirilen MSAVI'nin ikinci sürümü kullanılmıştır (5.2).

$$MSAVI = \frac{1}{2} \left[2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - RED)} \right] \quad (5.2)$$

Çalışmada geniş alanlarda uygulanan MSAVI algoritması ile belirlenen tarımsal toprak yansıtımı ile buğday bitkisi için spektral bitki katsayı değerleri, bitkinin aktif kök bölgesinden harcanan su miktarını tahmin etmek için hesaplanmıştır. Seçilen istasyonlarda bulunan buğday ekili alanların bitki gelişim dönemlerindeki farklı aylar için SPOT 5 görüntülerine MSAVI algoritması uygulanarak, ilgili aylar içerisinde vejetasyon indisleri ile buğdayın bitki katsayısı (K_c) arasındaki korelasyon

belirlenerek NDVI değerleri ile karşılaştırılmış ve tezin 8. Bölümü'nde “*Uydu ve Yersel Verilerin Entegrasyonu*” başlığı altında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

5.3.3 TC (Tasseled Cap) dönüşümü

TC dönüşümü ilk olarak Landsat algılayıcıları olan MSS (Multispectral Scanner) ve TM (Thematic Mapper) için geliştirilmiştir. Kauth-Thomas dönüşümü ile de adlandırılan TC dönüşümü, vejetasyon analizi ve tarımsal uygulamalar için farklı yansıma değerlerine sahip çok bantlı uydu verilerinin kullanılması ile vejetasyon indislerini bilgi bakımından zenginleştirme işlemidir (Sivanpillai vd., 2013; Ridd vd., 1998; Kauth ve Thomas, 1976; Crist ve Cicone, 1984). TC, benzer yansıma özellikleri aynı bandlarda toplayan bir lineer dönüşüm yöntemidir (Rees, 2001).

$$b = 0.433d_4 + 0.632d_5 + 0.586d_6 + 0.264d_7 + 32 \quad (5.3)$$

$$g = -0.290d_4 - 0.562d_5 + 0.600d_6 + 0.491d_7 + 32 \quad (5.4)$$

$$y = -0.829d_4 + 0.522d_5 - 0.039d_6 + 0.194d_7 + 32 \quad (5.5)$$

$$n = 0.223d_4 + 0.012d_5 - 0.543d_6 + 0.810d_7 + 32 \quad (5.6)$$

Burada (5.3)'deki b değişkeni; toprak arka planındaki değişimler ile ilgili olarak parlaklığı, (5.4)'deki g değişkeni; yeşil vejetasyon ile ilişkili olarak yeşilliliği, (5.5)'deki y değişkeni; yaşlanma değişimi ile ilişkili olarak sarılılığı ve (5.6)'daki n ise atmosferik durumlardaki değişimler ile ilgili değişkeni temsil etmektedir. Tez çalışmasında, bu dönüşüm temel alınarak, 6 bantlı Landsat TM görüntüsünden (termal kanal hariç) 6 bileşenli yeni görüntü elde edilerek ilk üç bileşen, cisimlerin spektral özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Bu bileşenler; çıplak toprak ve insan yapımı alanların spektral özelliklerinin toplandığı Parlaklık (Brightness), klorofil içeren vejetasyon ağırlıklı Yeşillik (Greenness) ve su içeriği yüksek cisimlerin veya alanların yoğunlukla yansıma değerlerinden oluşan Islaklık (Wetness) indeksleridir (Crist and Kauth, 1986). TC dönüşümünün indisleri fenolojik değişimlere duyarlı olmalarından dolayı vejetasyon sınıflamalarından daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamaktadır (Small ve Milesi, 2013; Crist and Kauth, 1986). Bu indislerden; arazi yansımalarının etkilediği biyolojik ve fiziksel faktörlere duyarlı olanı *Brightness* (B), altı yansıma bandının tümünün ortalamasından oluşmakta (Crist ve Cicone, 1984), *Greenness* (G), klorofil tarafından yayılan 0.45-0.69 mikron arasındaki görünür bantların yansımasına ve absorbe edilmesine duyarlı olup, vejetasyon indislerine benzer olarak yakın

kızılötesi bant ile görünür bantların farkından oluşturulmaktadır (Sabins, 1996). *Wetness (W)* ise; toprak ve bitki örtüsündeki su varlığının yorumlanmasında kullanılabilmekte olup, orta kızılötesi, yakın kızıl ötesi ve görünür bantların ağırlıklı ortalamalarının farkları ölçülerek oluşturulmaktadır (Seto vd., 2002). TC dönüşümünün, Landsat ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) görüntülerine uygulanması için doğrusal katsayıları modifiye edilmiştir.

Farklı algılayıcılar arasındaki kalibrasyon farkından dolayı; TC katsayılarını Landsat 5 TM sensörlerinde kullanabilmek için DN değerlerinin Landsat 7 ETM+ sensörleri tarafından kaydedilen DN verilerine eşdeğer olacak bir dönüşüm yapmak gerekmektedir (Huang vd., 2002). Bu dönüşüm, Vogelmann vd. tarafından (5.7)'deki gibi uygulanmıştır (Vogelmann vd., 2001).

$$DN7 = (slope_{\lambda} * DN5) + intercept_{\lambda} \quad (5.7)$$

Burada: $DN7$; Landsat 7 ETM+ eşdeğer DN verisini, $DN5$; Landsat 5 TM DN verisini, $slope$ ve $intercept$ değerleri ise bantlara özgü değerleri temsil etmektedir.

Yansıtım değerlerine dönüşümden önce DN değerlerine sahip tüm görüntüler öncelikle radyansa çevrilmiştir. Radyometrik olarak düzeltilmiş tüm görüntüler yansıtım değerlerine çevrilmiş ve B,G,W katsayılarının belirlenmesi için TC dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Landsat görüntülerine ait genel TC katsayıları Çizelge 5.3'de verilmiştir (Huang vd., 2002).

Çizelge 5.3 : Landsat görüntüleri için TC katsayıları.

	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
B	0.3561	0.3972	0.3904	0.6966	0.2286	0.1596
G	-0.3344	-0.3544	-0.4556	0.6966	-0.0242	-0.2630
W	0.2626	0.2141	0.0926	0.0656	-0.7629	-0.5388

5.3.4 DI (Disturbance Index) analizi

DI, uydu görüntülerinden hesaplanmış 3 TC indisinin (B, G ve W) ve TC veri uzayının dönüşümü olarak bitki örtüsü bulunan arazilerde değişim analizi çalışmaları için tasarlanmıştır (Kauth ve Thomas, 1976; Healey vd., 2005; Masek vd., 2008). Bu

indeks; normalize edilmiş 3 TC değerlerinin lineer bir kombinasyonu olarak hesaplanmaktadır (5.8).

$$B_r = \frac{B - B_\mu}{B_\sigma} \quad G_r = \frac{G - G_\mu}{G_\sigma} \quad W_r = \frac{W - W_\mu}{W_\sigma} \quad (5.8)$$

Burada; Br, Gr, Wr değerleri sırasıyla normalize edilmiş TC indislerini; B_μ, G_μ, W_μ ve $B_\sigma, G_\sigma, W_\sigma$ değerleri bu 3 TC uzayının ortalama ve standart sapma değerlerini göstermektedir. Yeniden ölçeklendirme işlemi dönemsel değişimler gibi yansıtım değerlerindeki toplam değişime göre piksel değerlerini TC bantları boyunca normalize etmektedir (Healey vd., 2005).

DI analizinin amacı genel olarak doğal ya da insan kaynaklı orman yangınları veya orman zararlısı istilası gibi bitki örtüsünün azalımının ölçülmesidir (Hais vd., 2009). Ancak; çalışmada kullanılan DI analizi ile sulama yapılan tarım alanları ile çıplak alanların arasındaki kontrast ortaya konmuştur.

Sulama yapılan tarım alanlarındaki mekânsal-zamansal desenlerin karakteristiğinin ortaya konması için, 1992 – 2011 yılları arasında toplamsal DI analizi için kullanılan görüntüler Çizelge 5.4’teki gibidir.

Çizelge 5.4 : 1992 – 2011 yılları arası toplamsal DI analizi için kullanılan Landsat görüntüleri.

Tarih	Sensör
05.09.1992	Landsat TM 5
21.08.1998	Landsat TM 5
24.08.1999	Landsat TM 5
26.08.2000	Landsat TM 5
28.08.2002	Landsat ETM+
27.08.2006	Landsat TM 5
30.08.2007	Landsat TM 5
04.09.2009	Landsat TM 5
22.08.2010	Landsat TM 5
25.08.2011	Landsat TM 5

6. BÖLÜM - UZAKTAN ALGILAMA YAĞIŞ VERİLERİNİN ANALİZİ

Son on yılda daha geniş alanların kapsanması ve daha doğru yağış tahminlerinin sağlanması için çeşitli mekânsal ölçek ve çözünürlüklere sahip uydu bazlı yağmur sensörleri geliştirilmiştir. Meteorolojik istasyonlar ile diğer yağmur ölçerler, uydu verilerinden sağlanan yağış verilerinin doğrulanması çalışmalarında tamamlayıcı unsurları olup, uzaktan algılama tabanlı yağış tahminlerinin hem oluşturulması hem de doğrulanmasında önemli rol oynamaktadırlar (Wolff vd., 2005).

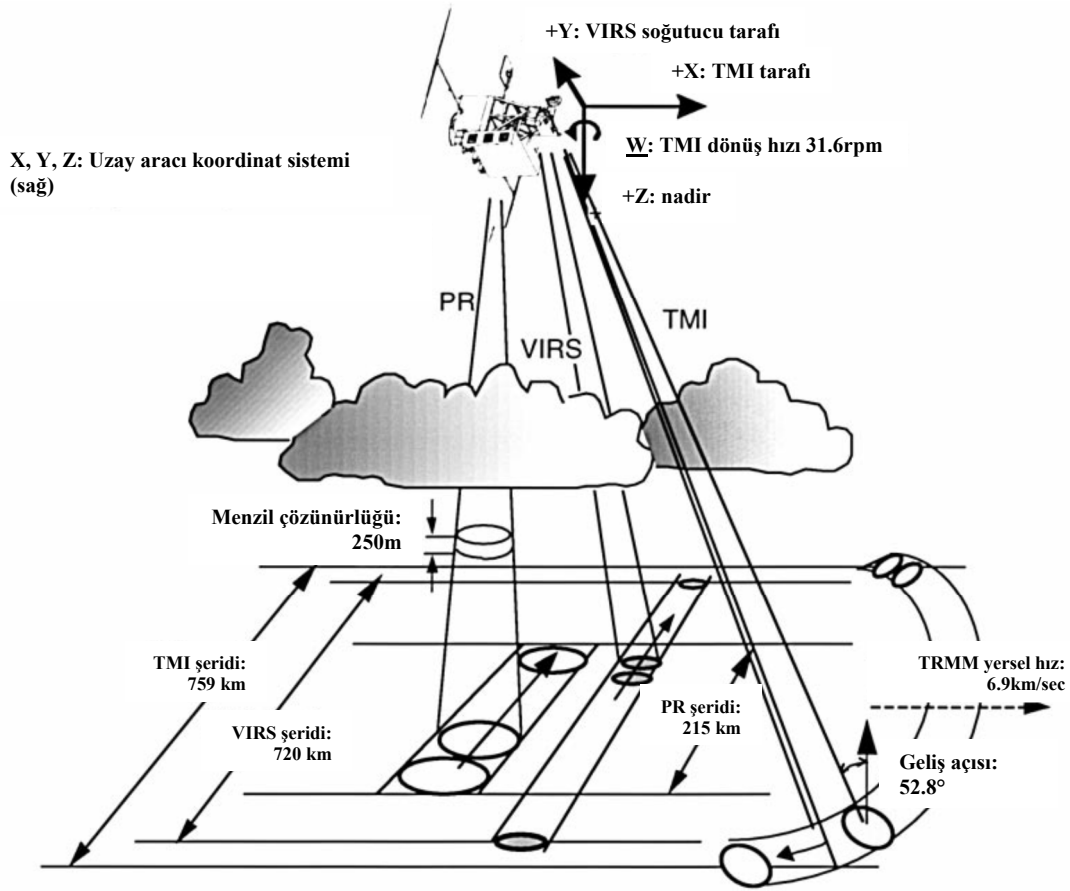
ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ve Japon Ulusal Uzay Geliştirme Ajansı (NASDA) arasında yapılan ortak bir proje ile kurulan Tropik Yağmur Ölçüm Misyonu (The Tropical Rainfall Measurement Mission - TRMM); tropik ve alt-tropiklerdeki yağışların 3-boyutlu dağılımlarını gerçek zamanlı ölçmek için geliştirilmiştir (Wilheit, 2003). TRMM, 1997 yılından bu yana $\pm 36^\circ$ enlemler arasında yağışın dikey dağılımını ölçerek 3 saatlik veriler halinde günlük çevrimini tamamlamaktadır (Okamoto, 2003).

TRMM üzerinde; TRMM Microwave Imager (TMI), Precipitation Radar (PR) ve the Visible and Infrared Radiometer System (VIRS) olmak üzere başlıca 3 yağış algılayıcısı mevcuttur (Şekil 6.1) (Kummerow vd., 1998). Mevcut TRMM platformunun diğer uydu platformları ile birlikte kullanılması farklı yağış ürünlerinin üretilmesini sağlamıştır (Simpson vd., 1988; Kummerow vd., 2000).

Bazı çalışmalar, bu ürünler arasında TRMM-3B42 ürünü yüzey yağış verilerinin diğer yüzey ölçümleri ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermişlerdir (örn. Huffman vd., 2007; Koo vd., 2009; Sapiiano ve Arkin, 2009), ancak; yağış verisinin mekânsal ölçeği bu verilerin meteorolojik istasyonlar ile doğrudan karşılaştırma yapılmasını zorlaştırmaktadır (Bookhagen, 2010).

TMI, 9 – kanallı pasif mikrodalga radyometresi olup; algılayıcı görüş yolu boyunca yağış bulutları içerisinde emilim-yayılım ve saçılımın etkilerinin son ürünü olan radyansı ölçmekte olup, bu ölçümler tamamlayıcı niteliktedir (Kummerow vd., 1998).

TRMM uydu verisi ile pasif mikrodalga radyometresi (TMI) ile birleştirilmiş olan TRMM-3B42 ürünü $\pm 50^\circ$ enlemler arasını kapsamaktadır.



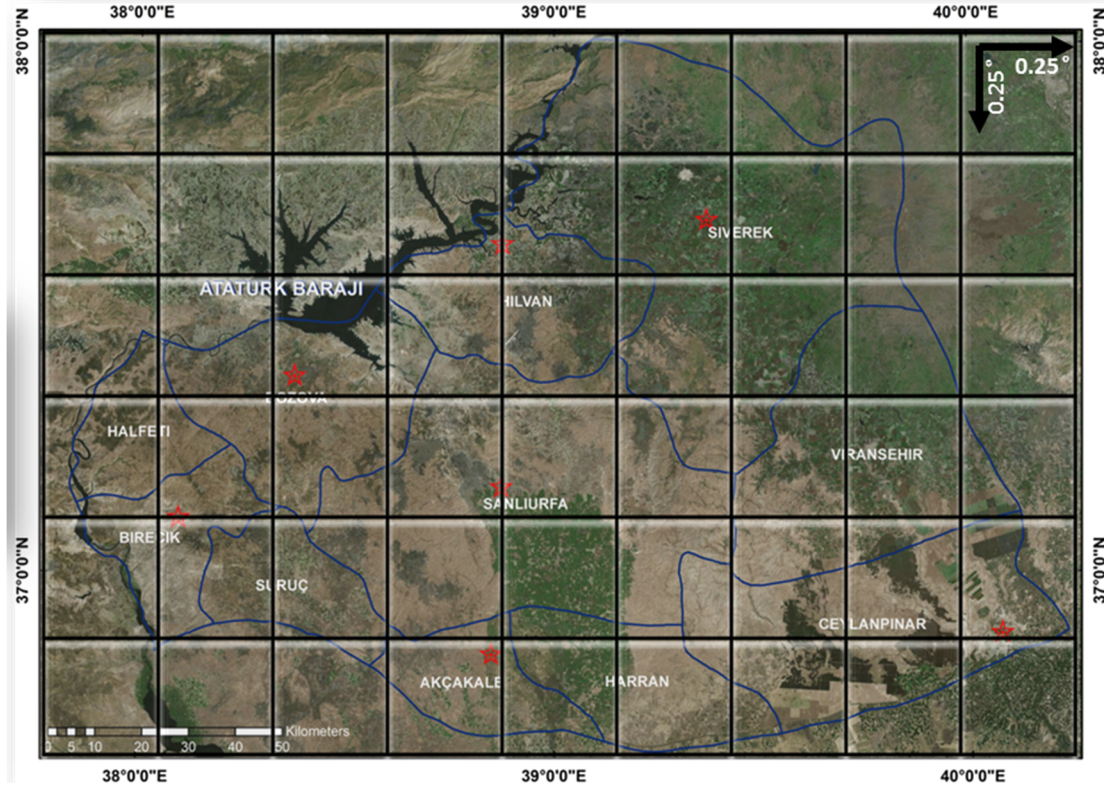
Şekil 6.1 : TRMM birincil yağış algılayıcılarının (TMI, PR ve VIRS) tarama geometrileri şematik gösterimi.

Çalışmada; Şanlıurfa ili sınırları içerisindeki farklı alt iklim kuşaklarında bulunan 7 adet meteorolojik istasyondan 1970 - 2012 yılları arası elde edilen günlük yağış verileri ve uzaktan algılama veri seti olarak 1998 - 2012 yılları arasında TRMM-3B42 ürününden elde edilen yağış verilerinin noktasal frekans analizi ile mekânsal değerlendirmeler yapılmıştır (Şekil 6.2).

Ekstrem değerlerin analizi ve geri dönüş periyotlarının belirlenmesi amacıyla; istenilen istasyon ve değişken seçimi ile maksimum verilerin farklı dağılım fonksiyon parametreleri hesaplanarak, uyum doğruluk testleri ve istatistiksel analizler aracılığıyla uygun dağılımların belirlenmesi ranking yöntemi ile sağlanmıştır.

Bununla birlikte yersel verilerin doğrulanması ve uydu verileri kullanılarak yapılan analizlerin birlikte değerlendirilmesi çalışmasında; TRMM ve meteorolojik istasyon verileri ile her bölge için maksimum değişkenlerin geri dönüş periyotları hesaplanmış

olup piksel bazlı noktasal frekans analizleri ile belirlenen bölgelerdeki mekânsal değerlendirmeler karşılaştırılarak uygun dağılım fonksiyon parametrelerine ait tematik haritalar oluşturulmuştur. TRMM uydu verilerinin analizi için Matlab üzerinde yazılan kodlar Ek E’de verilmiştir.



Şekil 6.2 : Çalışma alanı. (Kırmızı yıldızlar meteorolojik istasyonlarının konumu, siyah kare olarak belirtilen her biri $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ($\sim 30 \text{ km} \times 30 \text{ km}$) ‘lik alanı kapsayan dilimler, TRMM piksellerini ifade etmektedir.

7. BÖLÜM - YAĞIŞ VERİLERİNİN EKSTREM DEĞER ANALİZLERİ

Ekstrem değer teorisi; nadir gerçekleşen olaylarla ilgili çalışmalarda kullanılmakla birlikte, uzun zaman serisine sahip verilerin uygun modellenmesinde güvenilir olduğu kanıtlanmıştır.

Ekstrem değer teorisi uygulamaları, ekonomi, hidroloji ve klimatoloji gibi farklı alanlarda yapılmaktadır (örn., Jenkinson, 1955; Embrechts et al., 1999). Bu teori, verilerin dağılımların tamamından ziyade dağılımların kuyruk kısımlarını modellemeyi amaçlamaktadır. Dağılımların kuyruğundaki değerler ekstrem olayları göstermektedir. Çalışmada uygulanan ekstrem değer analizi için belirlenen akış şeması Şekil 7.1'deki gibidir.



Şekil 7.1 : Ekstrem değer analizi akış şeması.

7.1 Dağılım Fonksiyonları

Çalışmada uygun dağılım fonksiyonu seçiminde; GEV (Generalized Extreme Value), EV (Extreme Value) ve Gamma dağılımları göz önüne alınmıştır. Her bir istasyondan sağlanan verilerin karakteristiğinin tanımlanmasında veriye en uygun dağılımın belirlenmesi önemlidir.

Yapılan çalışmada; uyum doğruluk testleri doğrultusunda üç parametrelili GEV, iki parametrelili EV ve Gamma dağılımları, ölçülen verilerin dağılımlarını modelleme için

kullanılmıştır. Tez çalışmasında; frekans analizleri, Matlab programında yazılan kodlar ile gerçekleştirilerek verilerin hangi olasılık dağılımı ile temsil edileceği, seçilen 3 adet olasılık dağılım fonksiyonu arasından belirlenerek otomatik olarak yapılmıştır (Ek E). Dağılımlar belirlendikten sonra uygunluk testleri %5 önem düzeyinde Ki- Kare ve Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir.

7.1.1 GEV (Generalized Extreme Value) dağılımı

GEV dağılımı; yer (μ), ölçek (σ) ve şekil (ξ) parametreleri ile tanımlanmakla birlikte, Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (PDF), Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) ve frekans faktörüne (K_T) bağlı dönüş fonksiyonu ($X(T)$) sırasıyla (7.1), (7.2) ve (7.3)'de verilmiştir.

$$f(x : \mu, \sigma, \xi) = \frac{1}{\sigma} \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{(-1/\xi)-1} \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\xi} \right\} \quad (7.1)$$

$1 + \xi(x - \mu)/\sigma > 0$ için,

$$F(x : \mu, \sigma, \xi) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\xi} \right\} \quad (7.2)$$

$1 + \xi(x - \mu)/\sigma > 0$ için,

$$X(T) = \mu - \frac{\sigma}{\xi} \left\{ 1 - \left[-\log \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]^{-\xi} \right\} \quad (7.3)$$

7.1.2 EV (Extreme Value) dağılımı

EV dağılımı minimum ve maksimum ekstreme dayalı olmak üzere iki biçimde yer almaktadır. Yer (μ) ve ölçek (β) parametreleri ile tanımlanan EV dağılımının; genel Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (PDF), Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) sırasıyla (7.4) ve (7.5)'de verilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \exp \left(\frac{x - \mu}{\beta} \right) \exp \left[- \exp \left(\frac{x - \mu}{\beta} \right) \right] \quad (7.4)$$

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left(\frac{x-\mu}{\beta}\right)\right] \quad (7.5)$$

7.1.3 Gamma dağılımı

Ölçek (β) ve şekil (α) parametreleri ile tanımlanan Gamma dağılımının; Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (PDF), Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) sırasıyla (7.6) ve (7.7)'de verilmiştir.

$$f(x : \mu, \sigma, \xi) = \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \exp[-x/\beta], x > 0, \alpha, \beta > 0 \quad (7.6)$$

$$F(x) = \frac{\Gamma(x/\beta) \alpha}{\Gamma(\alpha)} \quad (7.7)$$

$\Gamma(x)$ tamamlanmamış Gamma fonksiyonudur.

7.2 İstatistiksel Analizler

Bu dağılım fonksiyonlarına ait; yer (μ) parametresi, dağılımın yatay eksenindeki kayma oranı, ölçek (σ) parametresi, dağılımın ne şekilde yayılma gösterdiği ve dağılımın nerede toplandığı hakkında bilgi vermektedir. Ölçek değerinin artması yayılımın daha fazla olduğunu göstermektedir. Şekil (ξ) parametresi ise nadir gerçekleşen ekstrem olayları gösteren, dağılımın kuyruk kısmı hakkında bilgi vermektedir. Yapılan analizler için kullanılan yağış verilerinden günlük olarak 0.1 mm'den büyük (yağışlı günler) yağış verileri kullanılmıştır.

7.2.1 Parametre analizi

1998 - 2012 yılları arasında sağlanan günlük yağış zaman serileri, belirtilen dağılım fonksiyonları ile modellenerek hem her bir meteorolojik istasyonlara hem de bu meteorolojik istasyonların coğrafi konumlarını temsil eden her bir TRMM-3B42 piksellerine ait fonksiyon parametreleri belirlenmiştir (Şekil 7.2). Parametrelere ait mekânsal değerlendirmeler 8. bölümde ele alınmıştır.

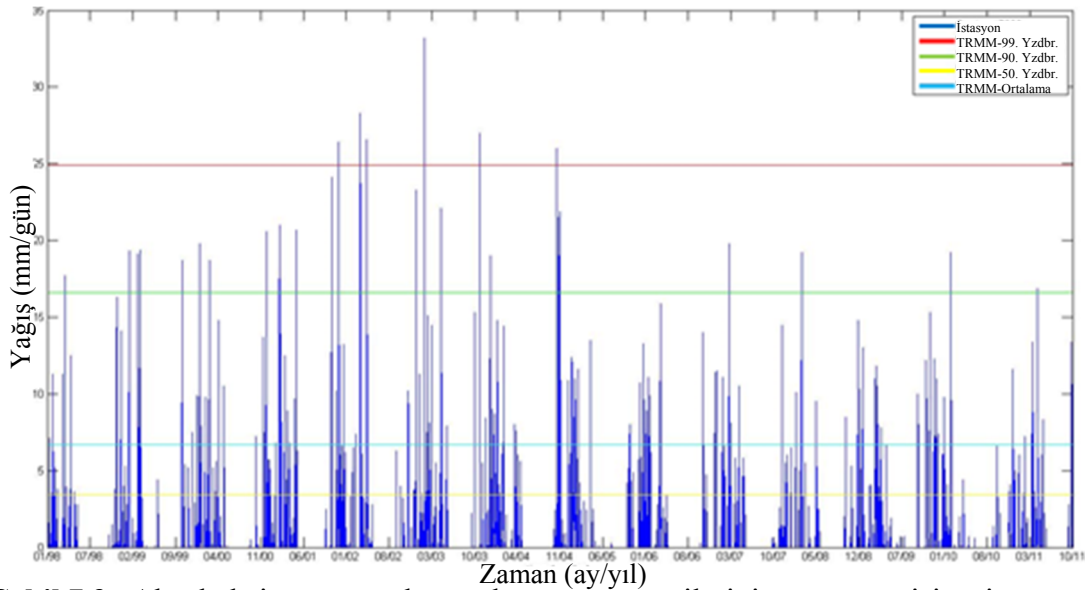
TRMM-3B42			PİKSEL #		
VERİ	Dağılım Fonk.	Parametreler	1		84
Yağışlı Günler ($>0,1$ mm/gün)	GAMMA	Şekil (ζ)	0,961		0,706
		Ölçek (σ)	5,110		11,707
	EV	Yer (μ)	9,376		16,096
		Ölçek (σ)	16,151		27,240
	GEV	Şekil (ζ)	0,638		0,978
		Ölçek (σ)	1,852		2,579
		Yer (μ)	1,891		2,117

TRMM 3B42 Pikselleri													
1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78		
2	9	16	23	30	37	44	51	58	65	72	79		
3	10	17	24	31	38	45	52	59	66	73	80		
4	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81		
5	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82		
6	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83		
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84		

Şekil 7.2 : TRMM-3B42 piksellerine ait istatistikler.

7.2.2 Yüzdebirlik analizleri

Bir yüzdebirlik, sıralanmış bir veri serisini yüz eşit parçaya bölen ve böylece her bir bölünen parçanın anakütle veya örneklem verilerinin 1/100'ini kapsadığı, 99 tane özetleme değerini belirtmektedir. Tez çalışmasında, ekstrem değerlerin belirlenmesinde bir yöntem olarak yersel istasyon ve uzaktan algılama uzun yıllar zaman serilerine ait günlük yağış verilerinin 90, 95 ve 99. yüzdebirlik değerleri belirlenmiş olup (Şekil 7.3) 8. Bölümde “Uydu ve Yersel Verilerin Entegrasyonu” başlığı altında detaylandırılmıştır.



Şekil 7.3 : Akçakale istasyonundan sağlanan yağış verilerinin zaman serisi ve istasyon konumundaki TRMM yağış verisinin yüzdebirlik değerleri.

7.3 Uyum Doğruluk Testleri

Uyum doğruluk testlerinde, gözlenen bir değişkenin beklenen bir dağılıma uygunluğu veya gözlenen iki değişkenin aynı dağılıma sahip olup olmadığı araştırılır.

Çalışmada, uyum doğruluk testleri; farklı dağılımlar ve parametreler için % 5 anlamlılık düzeyinde uygulanarak ranking yöntemi ile gözlenen değişkenlere en uygun dağılımlar belirlenmiştir.

7.3.1 Ki-Kare (X^2) testi

Ki-Kare; aritmetik ortalaması sıfır ve varyansı bir olan normal bölünmeli bir anakütleden herbiri diğerinden bağımsız olarak seçilen n birimli bir örnekleme ait değerlerin karelerinin toplamı demektir (Aytaç, 1998). Yani, Z_i , $i = 1, \dots, n$ olmak üzere, n tane bağımsız standart normal dağılım için $Z_1^2, Z_2^2, \dots, Z_n^2$ toplamı ile, n serbestlik dereceli Ki-Kare dağılımı elde edilir (Hasgür, 2000) (7.8).

$$x_n^2 \approx \sum_{i=1}^n Z_i^2 \quad (7.8)$$

Ki-kare testi, gözlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farkın istatistik olarak anlamlı olup olmadığı temeline dayanmaktadır. Niteliksel olarak belirtilen verilerin analizinde kullanılmakla birlikte belli bir hipoteze uygunluk ve olasılık dağılımlarına uygunluk testi olarak incelenmektedir.

Ki-kare testi, serbestlik derecesi (sd) ile karakterize edilir ve dağılımın ortalaması sd 'ye, varyansı ise sd 'nin iki katına eşittir. Eğer gerçek frekanslarla teorik frekanslar birbirine yakınsa ki-kare istatistiğinin değeri küçük çıkacak, dolayısıyla testin sonucunda seçilen dağılımın teorik dağılımla uyumlu olduğu sonucuna varılacaktır (Plackett, 1983).

Ki-kare dağılımı, genellikle iki bağımsız niteliksel kriteri test etmek için kullanılır. Sıfır hipotezi (H_0), iki kriterin bağımsız olduğunu; araştırma hipotezi (H_A) ise, iki kriterin arasında ilişki olduğunu ifade etmektedir (Masoom vd., 1992).

7.3.2 Kolmogorov-Smirnov testi

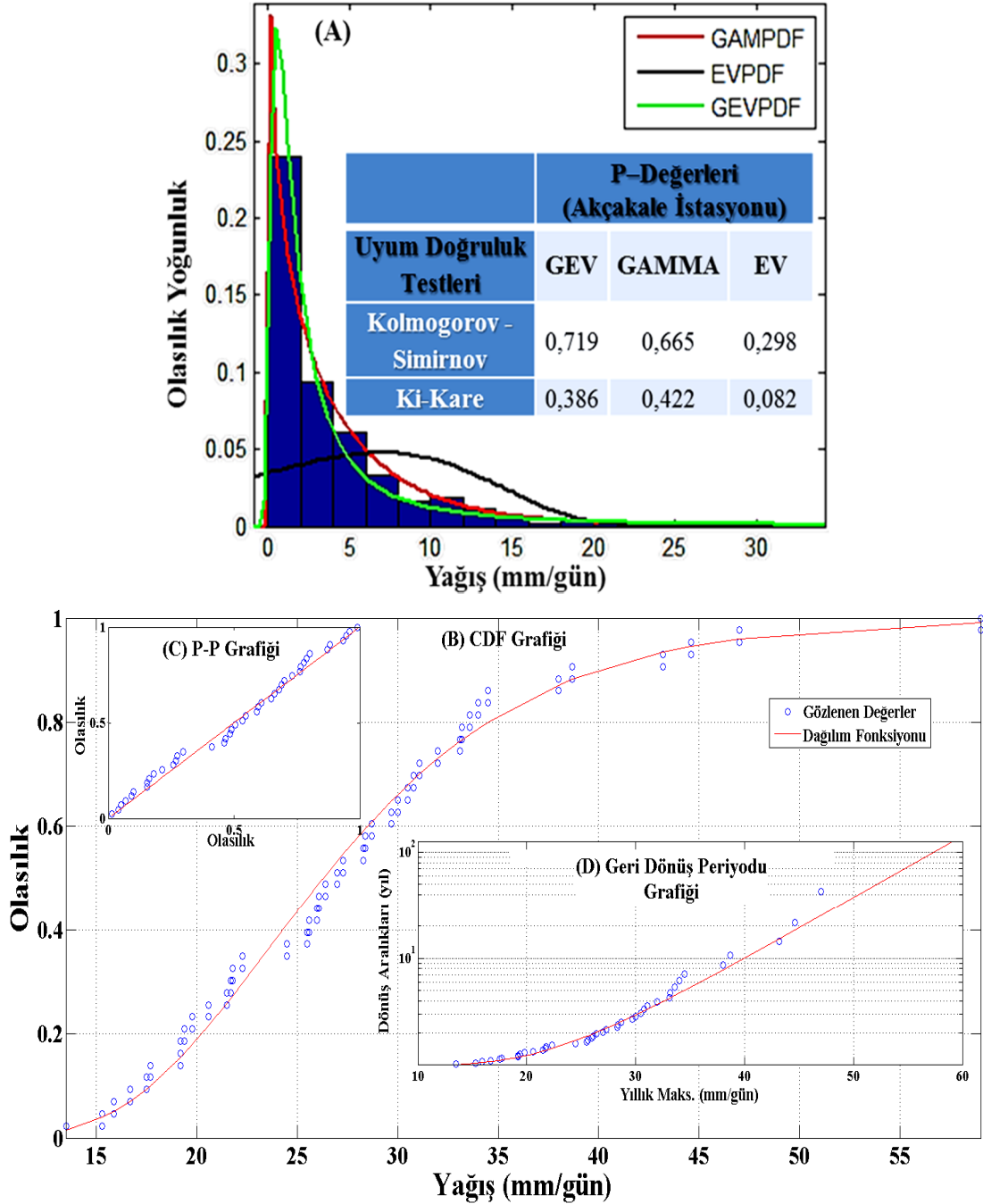
Herhangi bir değişken yönünden birbirinden bağımsız iki grubun dağılımlarının benzer olup olmadığını başka bir deyişle bu iki grubun aynı anakütleden veya aynı dağılıma sahip değişik iki anakütleden çekilip çekilmediğini test etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Kolmogorov-Smirnov testi ile herhangi bir değişken yönünden iki grup karşılaştırılabilir Kolmogorov-Smirnov testinde işlemler, her iki grubun toplamsal dağılımları üzerinde yapılır. Eğer, iki grup aynı anakütleden veya aynı dağılıma sahip ayrı anakütlelerden çekilmiş ise bu iki grubun birikimli dağılımlarında benzer olması gerekmektedir (Kolmogorov, 1941). Bu testte; öncelikle gözlenen seri elemanları büyüktten küçüğe veya küçüktten büyüğe doğru sıraya dizilir. Seçilen noktalama pozisyonu formülü ile her bir elemanın olasılığı (p_i) hesaplanarak seçilen dağılımın frekans doğrusu çizilir. Seçilen olasılık dağılım fonksiyonunda (x_i) değerine karşılık gelen $F(x = x_i)$ olasılıkları bulunur. Bunlar; aynı değerin gözlem grafiklenen nokta olasılığı ile kuramsal hesaplanan nokta olasılıklarıdır. Bu iki değer arasındaki maksimum değer Kolmogorov-Smirnov testi için örnek sayısı ve çeşitli önem düzeylerine göre hazırlanan çizelge değerinden küçükse seçilen olasılık dağılım modeli kabul edilir (Topaloğlu, 1999; Tülüçü, 1988).

7.4 Geri Dönüş Periyotları

Geri dönüş periyodu; bir zaman serisinde belirlenmiş ekstrem bir değerin yeniden tekrarlanması için geçen zaman aralığını temsil etmektedir. Çalışmada kullanılan günlük meteorolojik veriler değerlendirilerek yapılan analizler ile en uygun dağılım fonksiyonu seçilerek her bölge için maksimum değişkenlerin geri dönüş periyotları belirlenmiştir. Çalışmada maksimum değişkenler için kullanılan dağılım fonksiyolarının belirlenmesinde; istatistik olarak bilgi sağlayan uyum doğruluk testleri dışında görsel olarak da bilgi sağlayan Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) ve Olasılık - Olasılık (P-P) Grafikleri kullanılmıştır. 1970 - 2012 yılları için Şanlıurfa - Akçakale istasyonunun günlük yağış verilerinin farklı dağılım fonksiyonlarının olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF) grafikleri ve uyum doğruluk testleri p-değerleri ile belirlenen yıllık maksimum yağış verilerinin gözlenen ve örnek olarak GEV dağılımı ile belirlenen beklenen değerlerine ait Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) Grafikleri, Olasılık - Olasılık (P-P) Grafikleri ve Geri Dönüş Periyotları Şekil 7.4’de gösterilmiştir. Farklı alt iklim kuşaklarında bulunan 7 adet meteoroloji istasyonundan 1970 - 2012 yılları arasında günlük verileri ile belirlenen ekstrem değerlerin analizi ve geri dönüş periyotları tezin 8. Bölümü’nde “*Uydu ve Yersel Verilerin Entegrasyonu*” başlığı altında uzaktan algılama yağış verileri ile karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. Ekstrem değerlerin analizi ve geri dönüş periyotlarının belirlenmesi amacıyla;

istenilen istasyon ve değişken seçimi ile maksimum verilerin belirlenerek düzenlenmesi, dağılım parametrelerinin belirlenmesi, uyum doğruluk analizlerinin istatistiksel analizlerinin yapılarak uygun dağılımın seçilmesi, Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) ve Olasılık - Olasılık (P-P) grafiklerinin oluşturulması, Geri Dönüş Periyotlarının belirlenmesi için Matlab üzerinde yazılan kodlar Ek E’de verilmiştir.



Şekil 7.4 : Akçakale istasyonuna ait; (A) Farklı dağılım fonksiyonlarının olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF) grafikleri ve uyum doğruluk testi p-değerleri tablosu, (B) Kümülatif Dağılım Fonksiyonu (CDF) grafiği, (C) Olasılık-Olasılık (P-P) grafiği, (D) Geri dönüş periyodu grafiği.

8. BÖLÜM - UYGULAMALAR

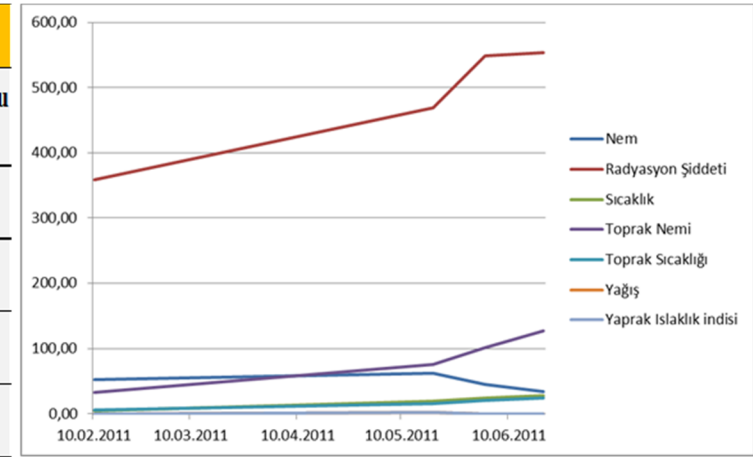
8.1 Uydu ve Yersel Verilerin Entegrasyonu

8.1.1 Bitki su ihtiyacının belirlenmesi

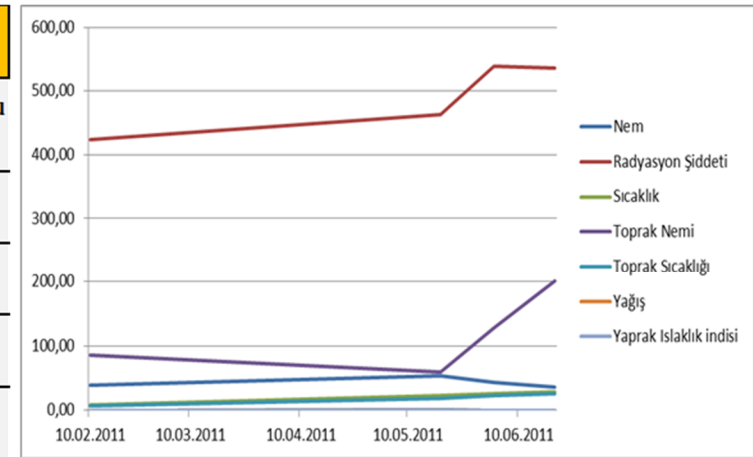
Tez çalışmasında buğday bitkisinin ekili alanlarının belirlenmesinin yanısıra farklı fenolojik dönemlerde bitki gelişim durumlarının belirlenebilmesine olanak sağlayacak spektral yansıma özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, aynı il içerisinde yer almasına rağmen farklı ekolojik özellik gösteren ve farklı ekim zamanına sahip olan buğday tarımı yapılan arazilerde yer alan bitkilerin gelişimlerinin de birbirinden farklı olduğu, buna bağlı olarak yansıtım özelliklerinin de çok farklı olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin gelişim dönemlerinde çiftçi uygulamaları dışında bitki büyümesine etkili olan en önemli doğal özelliklerin toprak nem ihtiyacı ile ortalama hava sıcaklığı olduğu görülmüştür. Her iki özelliğin de 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonunun bulunduğu bölgede, 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu istasyonunun bulunduğu bölgeye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak, Hilvan – Uzuncuk Yolu bölgesindeki buğday bitki örtüsünün gelişim döneminin büyük bir bölümünde, Akçakale – Akçatat’taki ekim alanlarına göre daha yüksek sayısal yansıma değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle elektromanyetik alanın yakın kızılötesi bölgesindeki yansıma değerlerinin yüksek ölçümlenmesi bitki yeşil dokusunun daha fazla ve sağlıklı olduğunu göstermektedir.

Çalışma bölgesindeki buğday ekili alanlarda bulunan istasyonlardan 5 ve 20 nolu istasyonlar için, bölgedeki görüntü alım tarihlerinde sağlanan bazı agrometeorolojik veriler örnek olarak Şekil 8.1’de verilmiştir. Bu veriler, uydu görüntüleri kullanılarak bitki su ihtiyacının belirlenmesi çalışmasında farklı arazi kullanımına sahip iki istasyon bölgesinde ekilen ürünlerin fenolojik gelişme evrelerindeki su ihtiyaçlarının tahmininde ve bu evrelerdeki agrometeorolojik durumun yorumlanması için kullanılmıştır.

5 nolu Hilvan - Uzuncuk Yolu İstasyon Verileri										
Tarih	Nem	Radyasyon Şiddeti	Sıcaklık	Toprak Nemi	Toprak Sıcaklığı	Yağış	Yaprak Islaklık indisi	Yeşil Oranı (%)x1	Yeşil Oranı (%)x10	Bitki Boyu (cm)
10.02.2011	52,65	358,95	4,99	32,79	5,89	0,00	0,00	47,00	32,00	0,00
19.05.2011	62,64	468,78	19,68	75,12	15,61	2,26	2,54	100,00	100,00	88,84
03.06.2011	45,47	548,91	24,10	100,94	20,69	0,05	0,00	100,00	100,00	98,35
20.06.2011	34,09	553,43	27,52	127,03	23,69	0,00	0,00	92,00	28,00	91,99

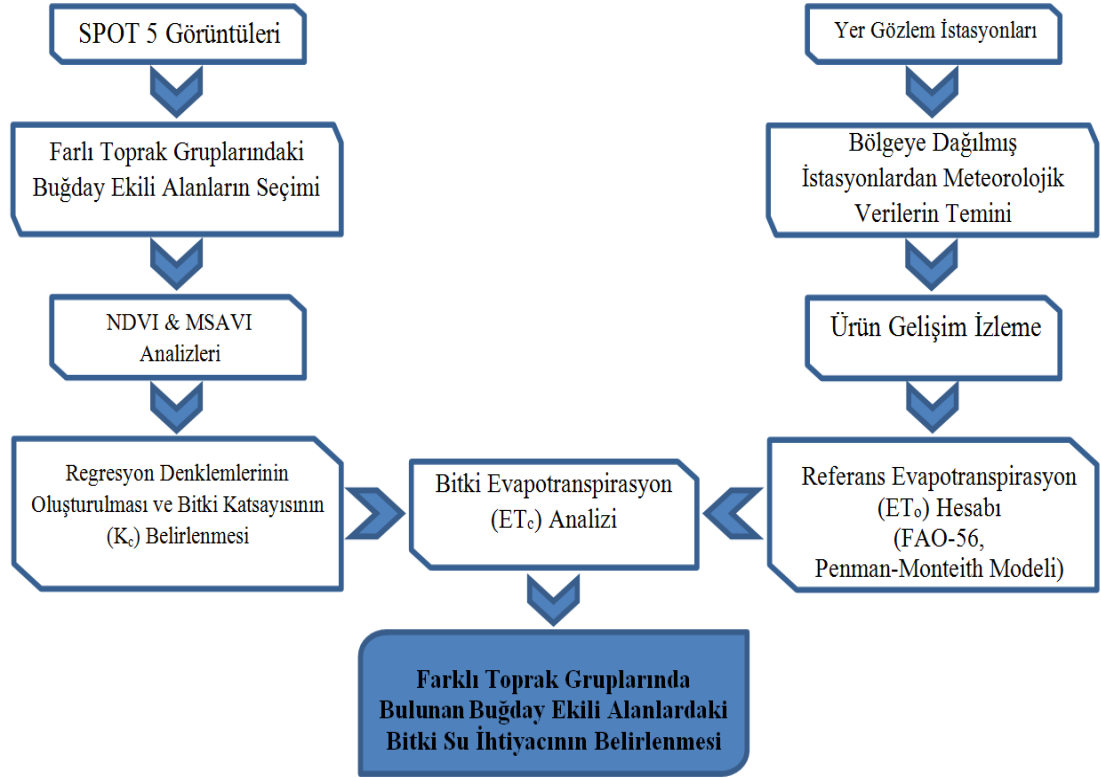


20 nolu Akçakale - Akçatat İstasyon Verileri										
TARİH	Nem	Radyasyon Şiddeti	Sıcaklık	Toprak Nemi	Toprak Sıcaklığı	Yağış	Yaprak Islaklık indisi	Yeşil Oranı (%)x1	Yeşil Oranı (%)x10	Bitki Boyu (cm)
10.02.2011	39,17	423,51	7,83	84,76	6,11	0,00	0,00	85,00	85,00	0,00
19.05.2011	53,48	462,49	22,29	59,67	18,54	0,18	0,88	99,00	98,00	102,24
03.06.2011	42,44	538,78	25,89	127,52	22,02	0,00	0,00	79,00	62,00	112,03
20.06.2011	36,46	536,12	28,64	200,00	25,26	0,00	0,00	76,00	10,00	



Şekil 8.1 : Çalışma bölgesindeki buğday ekili alanlarda bulunan istasyonlardan, bölgedeki görüntü alım tarihlerinde sağlanan agrometeorolojik veriler ve grafikleri.

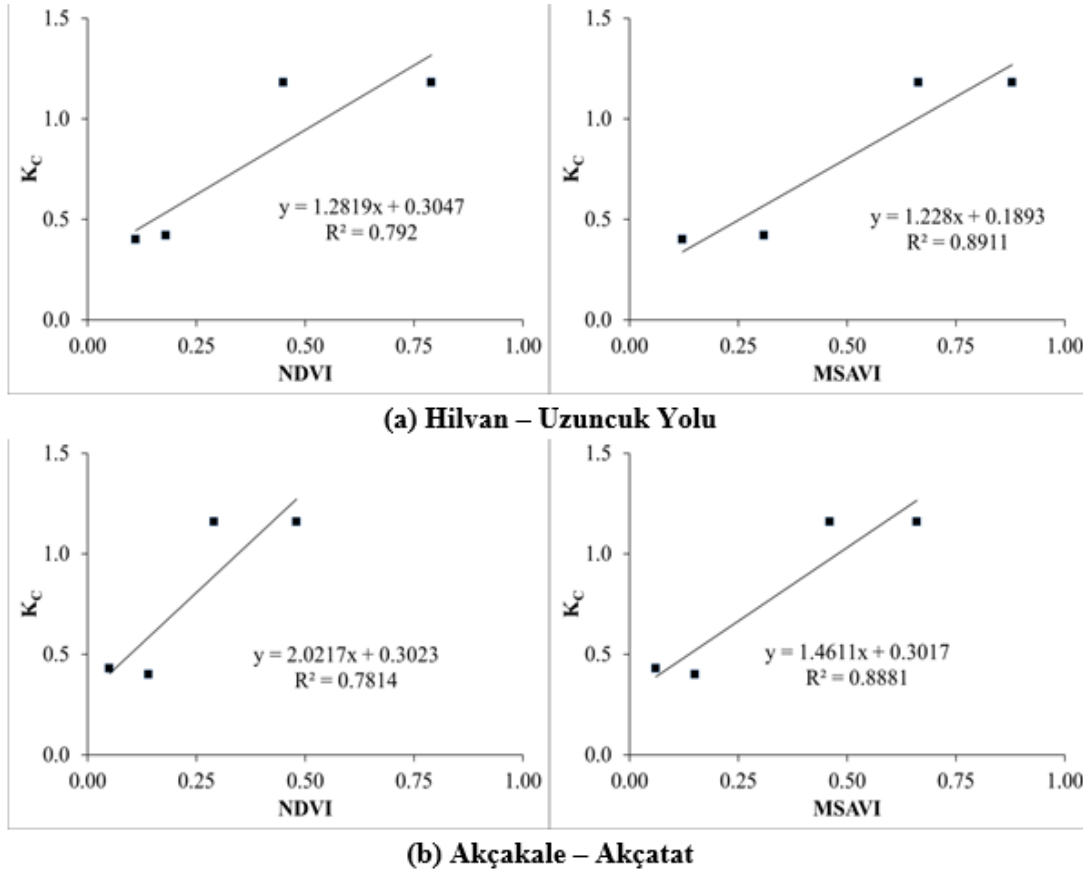
Çalışmada seçilen farklı AKK sınıflarında bulunan aynı istasyonlar için belirlenen dönemlerdeki bitki su ihtiyacının belirlenmesine yönelik çalışmada uydu ve yer gözlem istasyon verileri birlikte kullanılmıştır. Yapılan işlem adımları Şekil 8.2'deki akış şemasında belirtilmiştir.



Şekil 8.2 : Buğday ekili alanlarda bitki su ihtiyacının belirlenmesi çalışmasındaki akış şeması.

Çalışma boyunca kullanılan 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu ve 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonlarında bulunan alanlardaki buğday bitkisinin fenolojik gelişim dönemlerinde algılanan uydu görüntülerine uygulanan NDVI ve MSAVI analizleri ile farklı AKK sınıflarında bulunan buğday bitkilerinin en çok suya ihtiyaç duyduğu dönemlerdeki su ihtiyacının tahmini için FAO-56’da belirtilen; bitkilerin büyüme dönemlerindeki bitki katsayı değerleri (K_c), farklı dönemlerdeki istasyonlardan iklim koşullarına göre doğrulanmış olup aralarındaki ilişki belirlenmiştir (Şekil 8.3). 2 farklı AKK sınıfında bulunan 5000 m²’lik buğday ekili alanların farklı tarihlerde algılanmış 2.5 m çözünürlüklü SPOT 5 görüntülerinden ortalama NDVI ve MSAVI değerleri ile büyüme dönemlerindeki bitki katsayıları değerleri arasındaki korelasyon belirlenip regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Seçilen iki çalışma bölgesi için de; MSAVI değerleri, NDVI değerlerine kıyasla bitki katsayı değerleri (FAO) ile daha yüksek ilişkili olduğu ortaya konmuştur ($R^2 \sim 0.89$). Buna göre daha yüksek korelasyona sahip

MSAVI ile geliştirilen ampirik regresyon ilişkileri kullanılarak ilgili MSAVI haritalarından piksel bazında bitki katsayıları hesaplanmıştır.



Şekil 8.3: K_c değerleri ile NDVI ve MSAVI ilişkisi.

Bu çalışmanın amacı; farklı AKK sınıflarına sahip topraklarda ekilen buğday bitkisinin su ihtiyacının ve toprak etkisinin belirlenmesi olması nedeniyle çalışma bölgesine ait AKK haritası sayısal ortamda temin edilmiş ve çalışmada yorumlama için kullanılmıştır (Ek F - Şekil F.1). Seçilen istasyonların bulunduğu bölgeler aynı Büyük Toprak Grubu (BTG) içerisinde olmakla birlikte; toprak derinliği 90 cm'den fazla olan ve erozyonun yok denecek kadar az olduğu 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu istasyonunun bulunduğu bölge ile toprak derinliği 20-50 cm arasında değişen ve hafif şiddetli erozyon etkisine sahip 20 nolu Akçakale – Akçatat istasyonunun bulunduğu bölgenin eğimi %2 ile %6 arasında olup kırmızımsı kahverengi topraklara sahiptirler. Bu toprakların bünyelerinde kil oranı yüksek olmakla birlikte, ayrıca kireç içeriği de orta veya yüksek olabilmektedir. *Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Arazi Dairesi Başkanlığı Toprak Sınıflaması Teknik Talimatı* doğrultusunda; tarım arazilerinin AKK sınıflandırması, çalışma bölgesinde seçilen istasyonların bulunduğu buğday ekili araziler için belirlenmiştir.

Buna göre; 5 nolu Hilvan – Uzuncuk Yolu istasyonunun bulunduğu arazi II. sınıf arazi olarak belirtilmiştir. Bu sınıftaki araziler teknik talimat doğrultusunda; bazı özel tedbirler alınmak suretiyle kolayca işlenebilen, hafif meyillilik gösteren, orta derecede erozyona maruz kalan, orta derecede kalın toprağa sahip olan, ara sıra orta derecede taşkınlara uğrayabilen ve kolayca izole edilebilecek orta derecede ıslaklık ihtiva eden gibi sınırlayıcı faktörleri olabilen iyi bir arazi olarak nitelendirilmiştir.

20 nolu Akçakale–Akçatat istasyonunun bulunduğu arazi III. sınıf arazi olarak belirtilmiştir. Bu sınıftaki araziler de; üzerinde iyi bir bitki münavebesi kullanılmak ve uygun ziraat metotları tatbik edilmek suretiyle fazla gelir getiren çapa bitkileri için orta derecede iyi bir arazi olmakla birlikte orta derecede meyilli, erozyona fazla hassas, fazla ıslaklık, yüzlek toprak, taban taşının varlığı, fazla kumluluk veya çakıllılık, düşük su tutma kapasitesi ve az verimlilik bu sınıf araziye ait olan özellikler olarak belirtilmiştir.

2010 – 2011 periyodu bitki büyüme sezonu için tezin 3. bölümünde açıklamaları yapılmış olan (3.2), (3.3) ve (3.4) eşitlikleri kullanılarak belirlenen bitki katsayıları, referans evapotranspirasyon ve bitki evapotranspirasyon değerleri, buğday ekili alanlarda en çok suya ihtiyaç duyulan ilk büyüme evresi olan sapa kalkma ve süt olum dönemleri için belirlenmiş olup alan bilgisi doğrultusunda 2011 yılı Şubat ve Mayıs aylarındaki bitki su ihtiyaçları tahmin edilmiştir (Çizelge 8.1).

Çizelge 8.1 : Farklı AKK sınıflarında bulunan buğday bitkisinin Şubat ve Mayıs aylarındaki su ihtiyaçları.

5 nolu Hilvan - Uzuncuk Yolu İstasyonu					
	K _C	ET _O (mm)	ET _C (mm)x10 ³	Alan (m ²)	Bitki Su İhtiyacı (m ³)
Şubat	0.34	141.23	0.048	50000	2385.96
Mayıs	1.00	223.02	0.224	50000	11203.23
TOPLAM					13589.19

(a)

20 nolu Akçakale - Akçatat İstasyonu					
Month	K _C	ET _O (mm)	ET _C (mm)x10 ³	Alan (m ²)	Bitki Su İhtiyacı (m ³)
Şubat	0.52	226.89	0.118	50000	5909.00
Mayıs	0.97	218.74	0.213	50000	10650.70
TOPLAM					16559.70

(b)

8.1.2 Zaman – mekânsal analizler

Zaman – mekânsal analizlerde; uzun yıllar iklim verileri ve uydu görüntülerinin birlikte kullanılması ile Atatürk Barajı'nın mekânsal ve zamansal etkisinin GAP bölgesine agrometeorolojik bakımdan etkileri belirlenmiştir. Çok zamanlı Landsat uydu görüntüleri ile meteorolojik veriler kullanılarak, 1984 – 2011 yılları arasında baraj gölü su seviyesindeki değişimlerin çevresel etkileri belirlenmiştir.

Yapılan çalışma:

- i) Atatürk Baraj Gölü'nün altında kalan tarım alanlarının belirlenmesi için; 1984 – 1992 yılları arası baraj inşaatı periyodu,
- ii) Atatürk Baraj Gölü'nün seçilen sulu tarım alanlarına etkisinin belirlenmesi için; 1992 – 2002 yılları arası barajın tamamlanması ile tamamen dolmasından sonraki 10 yıllık periyot,
- iii) Değişen iklim faktörleri altında dönemsel su rezervi değişimleri ile sulanan tarımsal alanlar arasındaki ilişkinin belirlenmesi için; 2002 – 2011 yılları arası 9 yıllık periyot

olmak üzere 3 farklı zaman periyodu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

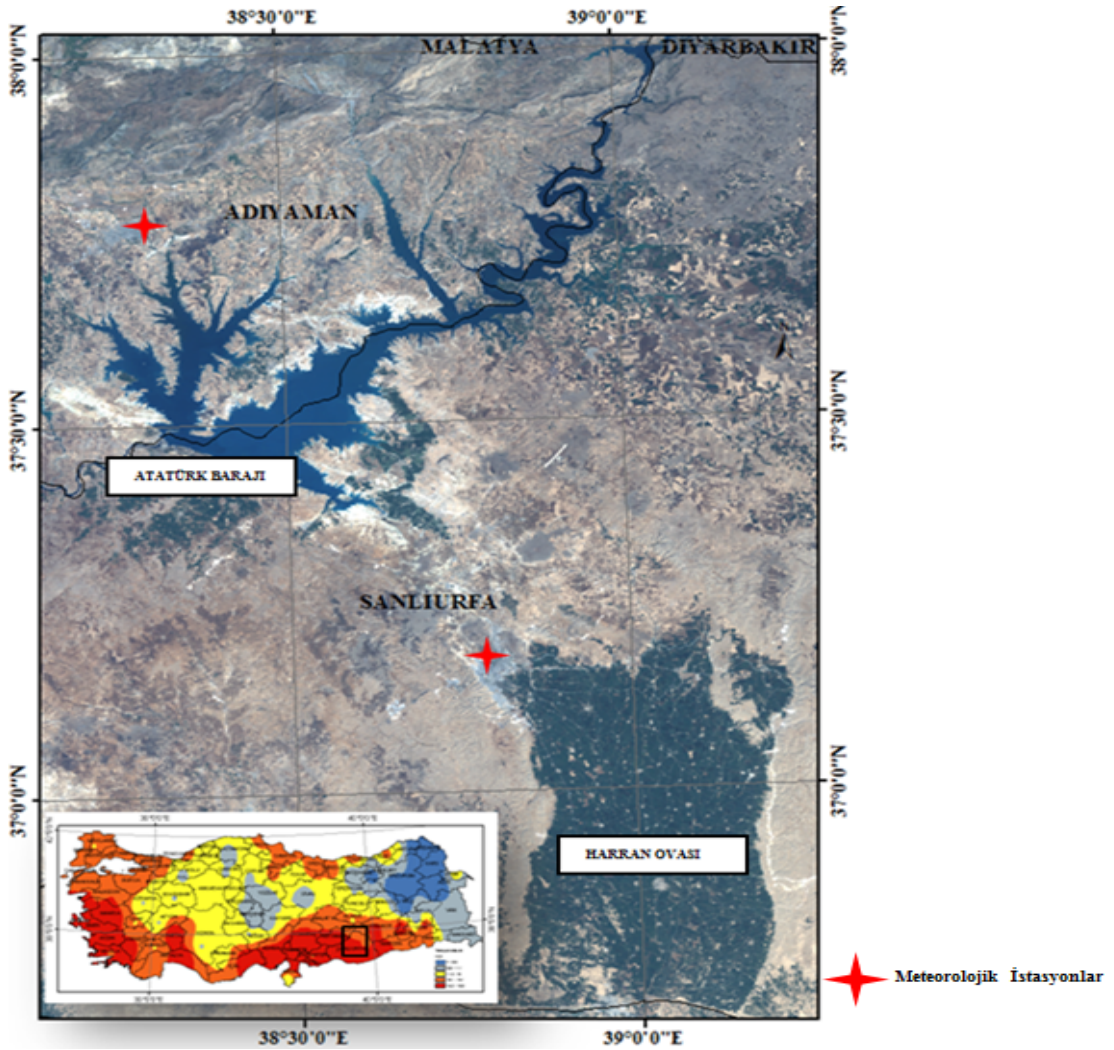
Çalışmada 30 yıllık zaman serisi analizi ile su rezervi ve tarımsal alanlardaki mekânsal-zamansal değişimlerin belirlenmesi için iklim verilerinin yanısıra 1984-1992 yılları arasında hem baraj gölü su seviyesi değişimi ile baraj gölünün altında kalan tarım alanlarının belirlenmesi hem de 1992-2011 yılları arasında sulanan tarımsal alanların belirlenmesi için toplam 99 adet Landsat uydu görüntüsü kullanılmıştır. Tüm görüntülerin geometrik düzeltilmesi yapılarak TC (Tasseled Cap) dönüşümleri tamamlanmış ve DI (Disturbance Index) değerleri hesaplanarak tematik haritalar oluşturulmuştur. Çalışmada altlık olarak kullanılan ve GAP Projesi'nin en önemli 7 alt projesinden biri olan Aşağı Fırat Projesi'nin planlanan sulama şemasında gösterildiği üzere taranmış alanlar Atatürk Barajı rezervuarı tarafından sulanan alanları temsil etmektedir (Şekil 8.4) (SPO, 1989).

Çalışma için önem arz eden Harran Ovası, Atatürk Baraj Gölü tarafından sulanmakta olup yüzey alanı 2756 km²'dir. Çalışma alanında bulunan meteorolojik istasyonlardan baraj gölünü temsilen Adıyaman; Harran Ovası'nı temsilen Şanlıurfa meteoroloji

istasyonlarından uzun yıllar aylık ortalama verileri kullanılmıştır. Çalışma alanı ve seçilen istasyonların konumu Şekil 8.5’te gösterilmiştir.



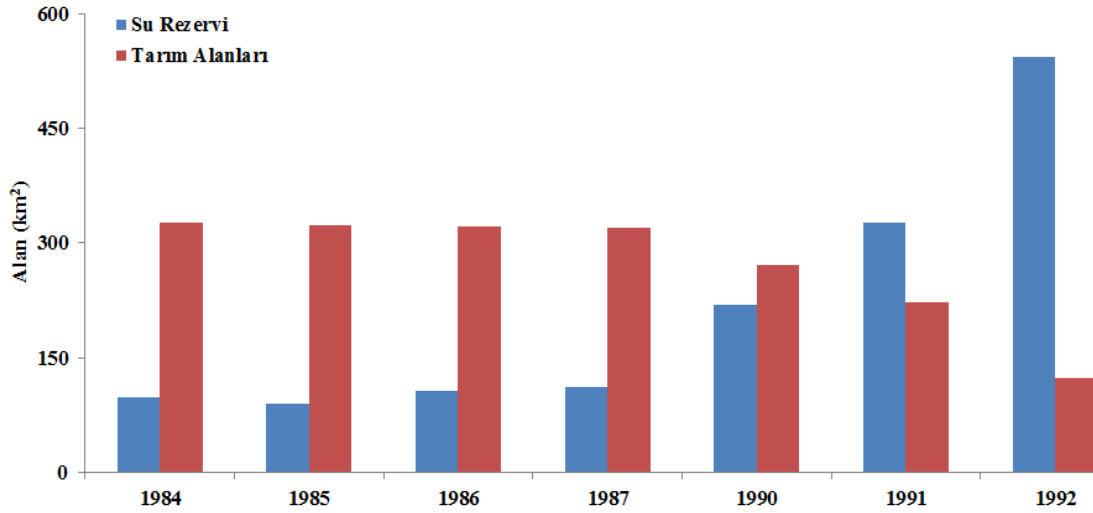
Şekil 8.4 : Aşağı Fırat Projesi sulama şeması.



Şekil 8.5 : Çalışma alanının Ağustos 2011 tarihli Landsat TM görüntüsü ve Türkiye yıllık ortalama sıcaklık haritası.

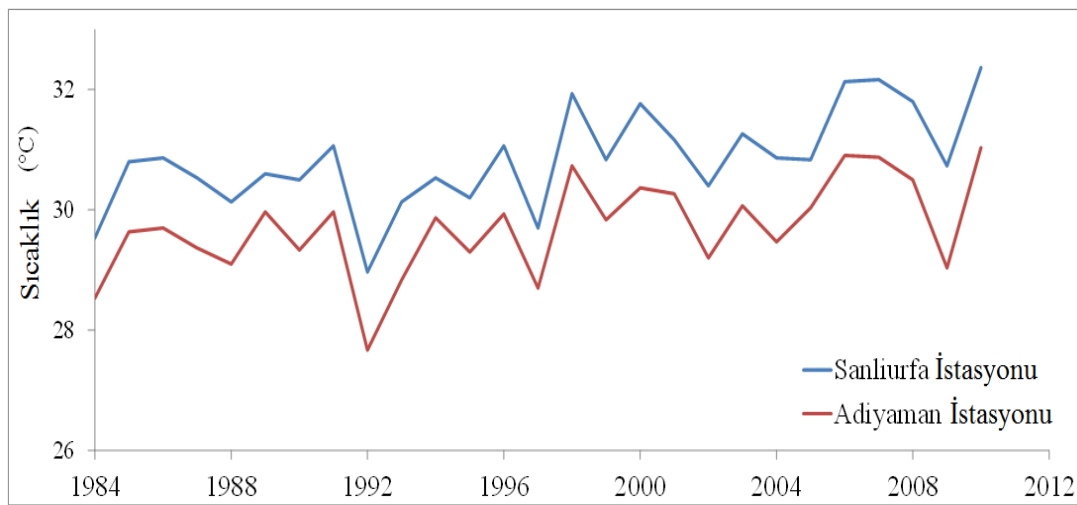
8.2 Agrometeorolojik Değerlendirmeler

1984 – 1992 yılları arası baraj inşaatı periyodu süresince baraj gölü altında kalan tarım alanlarının mekânsal değişimleri ile su rezervi değişimleri Landsat uydu görüntülerine 5. Bölümde ayrıntılı olarak açıklanan yöntemler kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 8.6).



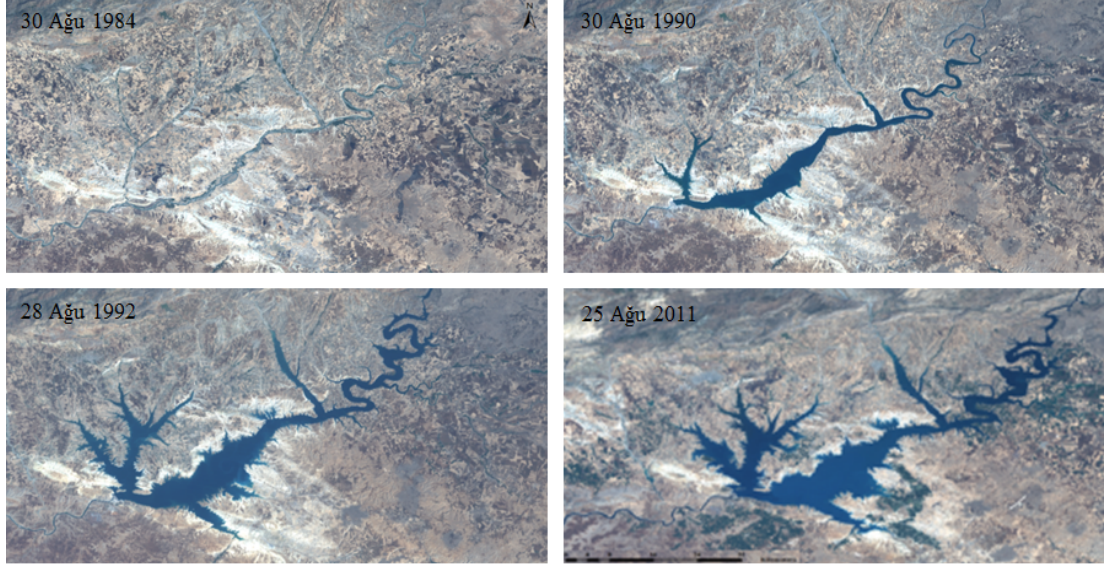
Şekil 8.6 : Tarımsal alanlar ve su rezervindeki mekânsal değişimler.

Harran Ovası ve Atatürk Baraj Gölü'ndeki iklimsel değişimleri temsil eden meteorolojik zaman serisi analizleri 1984 – 2011 yılları arasındaki meteorolojik değişkenler (aylık ortalama sıcaklık, yağış ve nem) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Meteorolojik değişkenlerin değerlendirilmesinde en göze çarpan farklılık sıcaklık verisinde gözlemlenmiştir (Şekil 8.7).



Şekil 8.7 : Atatürk Baraj Gölü ve Harran Ovası bölgelerinin yıllık sıcaklık dağılımları.

Çalışmada; 2011 yılına kadar tarım alanlarının yaklaşık 367,65 km²'lik kısmının sular altında kaldığı belirlenmiş olup bu değer toplam rezervuar alanı 800 km² olan baraj gölünün % 45'lik kısmına denk düşmektedir. 1984 – 2011 yılları arasında bazı tarihlerdeki Landsat görüntüleri ile Atatürk Baraj Gölü su rezervi değişimleri Şekil 8.8'de gösterilmiştir.

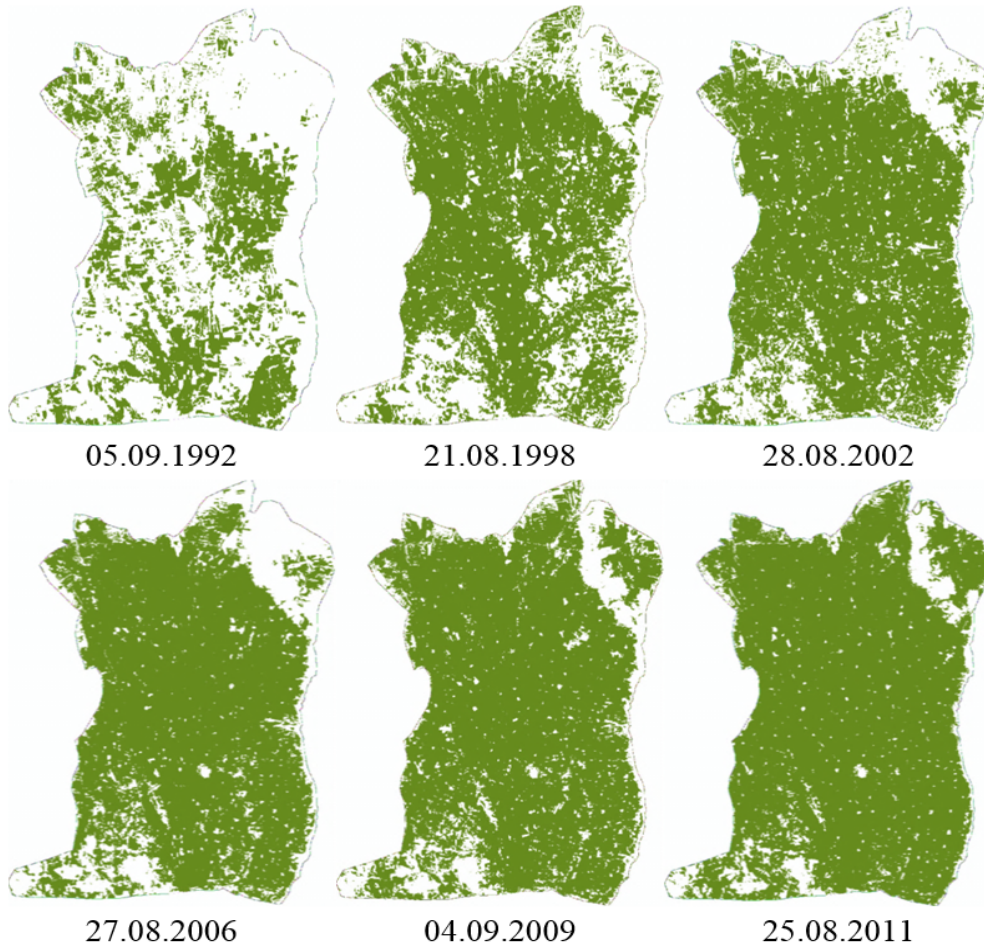


Şekil 8.8 : 1984 – 2011 yılları arasında Atatürk Baraj Gölü su rezervi değişimleri

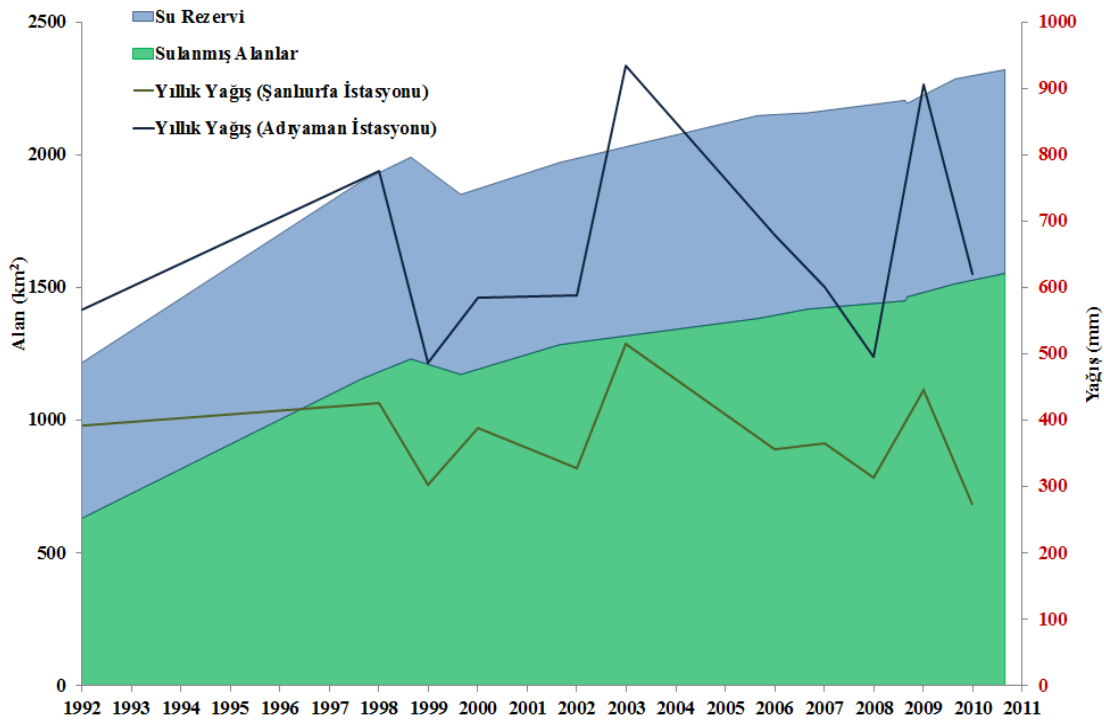
Sulanan tarım alanlarının mekânsal – zamansal desenlerinin belirlenmesi için Landsat zaman serisi ve DI analizi ile sulanan tarım alanları ve çıplak arazi arasındaki kontrast ortaya çıkartılmış, 1992 – 2011 yılları arasında gerçekleştirilen çalışma ile Harran Ovası'nda sulanan tarım alanlarının % 56,3 oranında arttığı belirlenmiştir. Şekil 8.9'da bazı yıllar için alansal olarak değişimler gösterilmiştir.

1992 – 2011 zaman periyodunda Harran Ovası'ndaki mekânsal desen dağılımı çeşitli sonuçlar ortaya koymuştur. 1992 – 1999 yılları arasında sulanan tarım alanları çoğunlukla ovanın merkezinde yoğunlaşırken, 2002 yılı itibarı ile sulama ovanın kenar kısımlarına da ulaşmış olup, son 3 yıllık dönemde de ovanın kuzey tarafında yoğunluk göstermiştir.

Yapılan çalışma sonucunda; son 30 yıllık dönem için dönemsel su rezervi değişimi ile sulanan tarım alanları arasındaki ilişki değerlendirilmiştir (Şekil 8.10). Buna göre; 2011 yılında toplam alanın yaklaşık % 56'sı olan 1552 km²'lik tarım alanının sulandığı belirlenmiştir. Bu da; 1992 yılında yaklaşık 599 km² olan sulama yapılan tarım arazilerinde % 250 artış olduğunu göstermektedir.



Şekil 8.9 : Harran Ovası'nda 1992 – 2011 yılları arasında sulanan tarım arazilerinin mekânsal – zamansal desenleri.



Şekil 8.10 : Yıllık yağış ile su rezervi ve sulanan tarım alanları değişimleri.

Diğer bir sonuç olarak; 1992 – 1999 yılları arasında sulanan alanların dağılım hızı artmış ancak, 1999 yılı itibarı ile yağış değerlerindeki önemli düşüş ile birlikte su rezervinin yaklaşık olarak % 10 değerinde düşmesi, sulanan tarım alanlarında da % 5’lik bir düşüşe sebep olduğu gözlenmiştir. Belirgin bir durum da, 2003 – 2008 yılları arasında yıllık yağıştaki önemli düşüşte gözlenmiştir. Ancak; bazı iklimsel değişimlere rağmen; hem sulanan tarım alanlarında hem de su rezervi seviyesinin artan eğiliminde önemli bir değişiklik meydana gelmediği belirlenmiştir.

8.3 Ekstrem Değerlerin Mekânsal Değerlendirmeleri

Çalışmada, yağış verilerinin dağılım fonksiyonları ile modellenmesi ve uyum doğruluk testleri sonucunda çalışma alanında 1998 - 2012 yılları arasında 7 adet meteorolojik istasyonunun yağış verilerinin daha çok GEV dağılım fonksiyonu ile daha doğru modellendiği, bunun yanında bazı istasyon verilerinin modellenmesinde Gamma dağılımının da iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

TRMM uydusundan 1998 - 2012 yılları arasında elde edilen piksel bazlı yağış verileri ile 7 adet yersel meteorolojik istasyondan elde edilen günlük yağış verileri karşılaştırılmıştır. Piksel bazlı noktasal frekans analizleri ile belirlenen bölgelerdeki mekânsal değerlendirmeler yapılarak farklı bölgelerdeki ekstrem yağışların mekânsal farklılığının ortaya konulması amacıyla yersel ve uydu yağış verilerinin modellenmesiyle elde edilen uygun dağılım fonksiyon parametrelerinden yer, ölçek ve şekil parametrelerine ait tematik haritalar oluşturulmuştur.

Her bir TRMM-3B42 piksel alanına ve bu alanların temsil ettiği bölgelerdeki meteorolojik istasyonlardan 1998 - 2012 yılları arasında temin edilen yağış verilerinin günlük 0.1 mm’den büyük değerlerin GEV, GAMMA ve EV dağılım fonksiyonları arasından en uygun dağılım modelinin belirlenmesinde uyum doğruluk testleri p-değerlerinin sonuçları ranking yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Uygun dağılım fonksiyonunun belirlenmesi ile yıllık maksimum yağış verileri kullanılarak geri dönüş grafikleri elde edilmiştir. Mekânsal değerlendirmeler için Matlab üzerinde yazılan kodlar Ek E’de verilmiştir.

8.3.1 Parametrelerin mekânsal değerlendirmesi

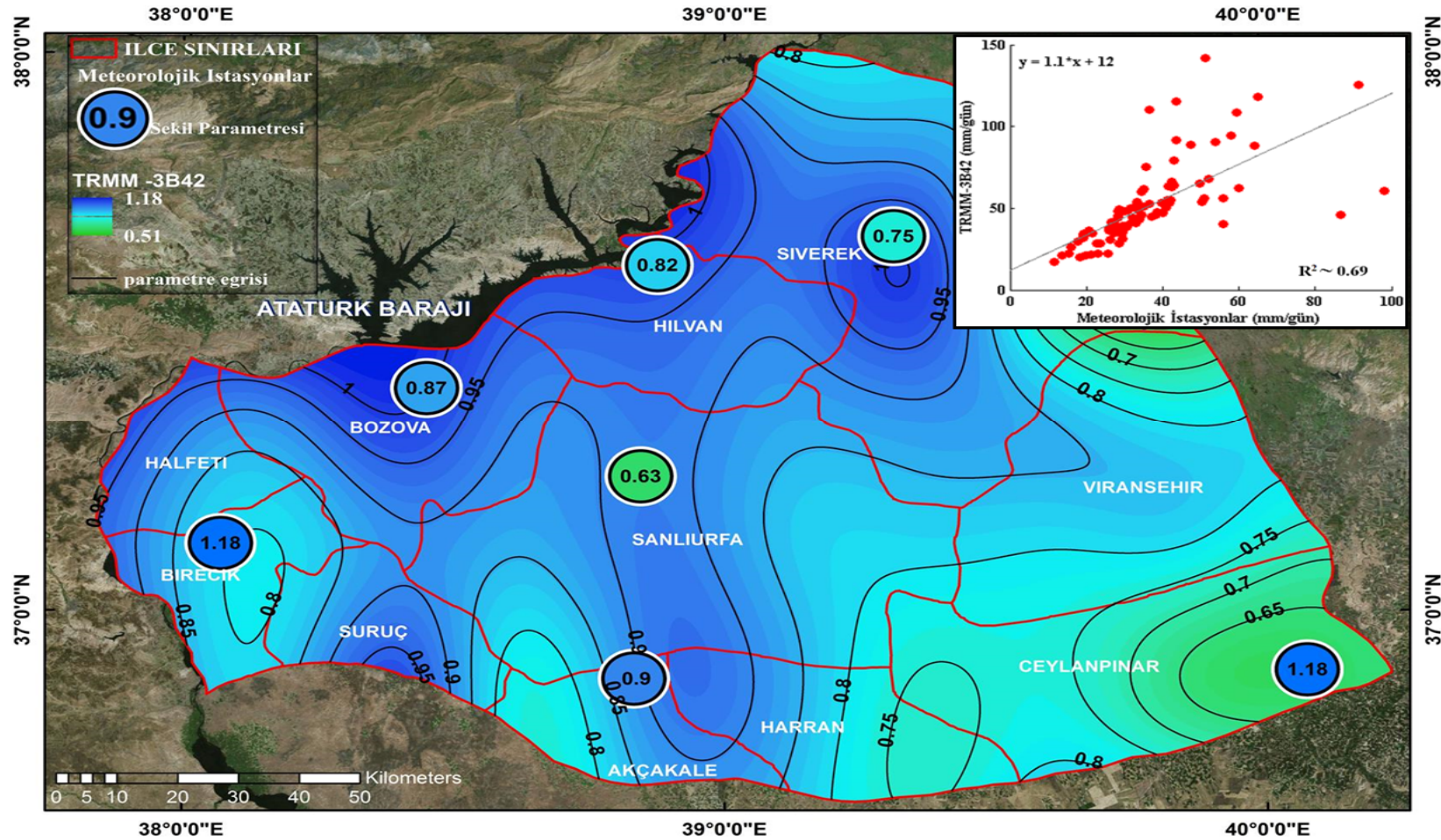
Çalışmada, en uygun dağılım belirlenerek modellenen yağış dağılımlarının kuyruk kısımları incelenerek nadir gerçekteşen ekstrem olaylar ile ilgili bilgi veren şekil parametresi için; hem bölgedeki 7 adet meteorolojik istasyonlardan sağlanan uzun yıllar günlük yağış verileri hem de her bir meteorolojik istasyonun coğrafi koordinatlarına göre TRMM uydusu 3B42 ürününden sağlanan piksel yağış verileri kullanılarak elde edilen şekil parametrelerinin mekânsal dağılımları şekil 8.11’de harita üzerinde gösterilmiştir.

Benzer şekilde sadece GEV dağılımına göre modellenen yağış verilerinin şekil parametrelerinin çalışma bölgesindeki mekânsal dağılımı şekil 8.12’de verilmiştir. Yer, ölçek ve şekil parametrelerine ait mekânsal dağılım haritaları hem meteorolojik istasyonların temsil ettiği ilçeler için hem de TRMM uydusundan piksel ve kontur bazında çıkartılarak Ek G – şekil G.1, şekil G.2 ve şekil G.3’de verilmiştir.

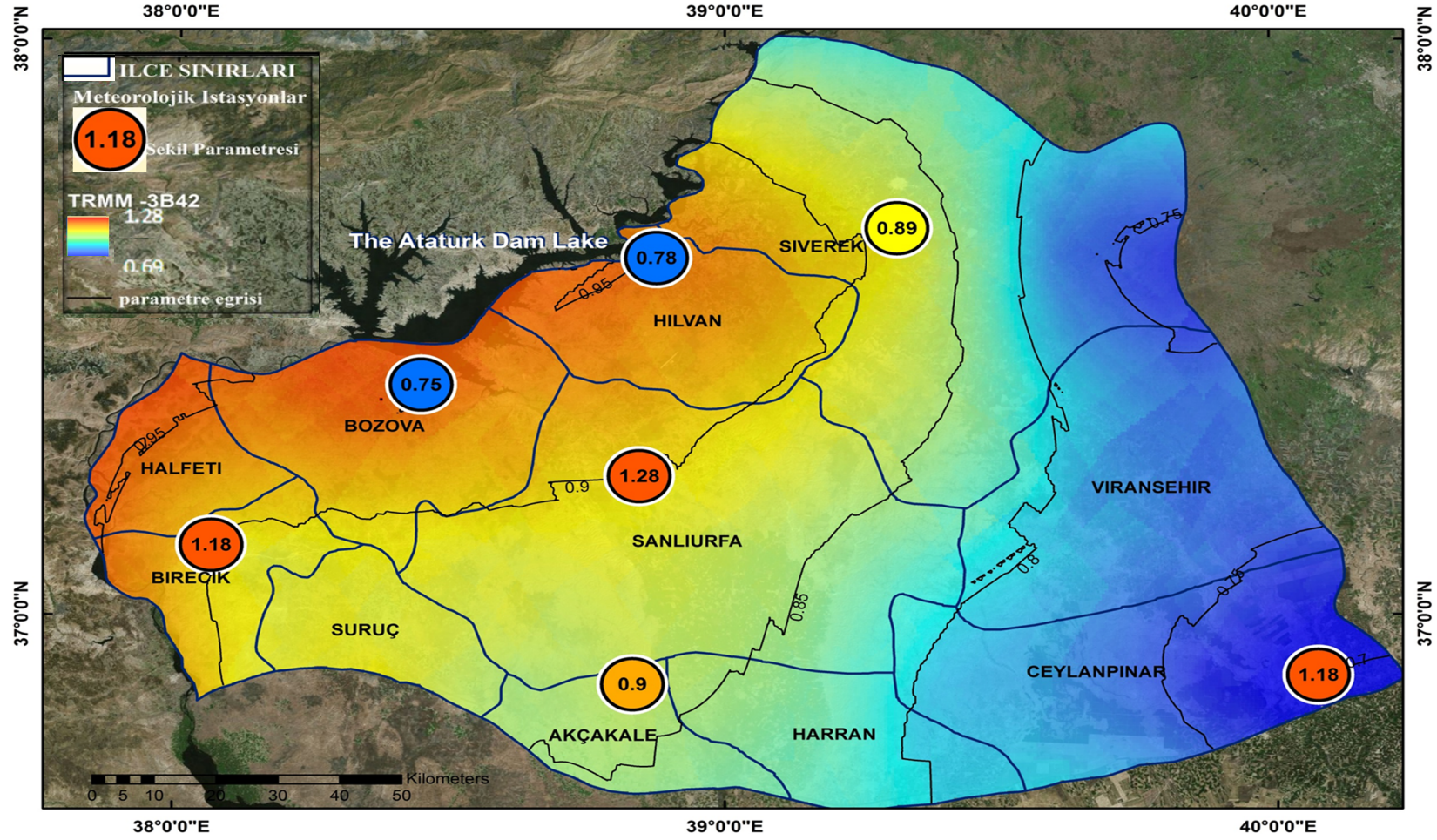
TRMM-3B42 uydu verisinin mekânsal dağılımı IDW (Inverse-Distance-Weighted) interpolasyon algoritması ile oluşturulmuştur. şekil parametresinin büyük pozitif değerleri günlük ekstrem yağışların büyüklüğünü açıklamaktadır.

TRMM-3B42 uydu verisi ile meteorolojik istasyon verilerinden elde edilen şekil parametresi değerleri bölgenin genelinde yakın sonuçlar vermekle birlikte bölgenin merkez ilçesinde ve özellikle güneydoğu tarafında kayda değer farklılıklar belirlenmiştir. Geri dönüş periyodu değerlerinin çok benzer bulunduğu, bölgenin en güneyinde bulunan Akçakale istasyonunda ise, şekil parametresi değerleri de aynı çıkmıştır.

Her ne kadar TRMM uydu verisinden elde edilen yağış verileri ile meteorolojik istasyonlardan sağlanan 1998 - 2012 yılları arası günlük yağış verilerinin doğrudan korelasyonu düşük çıksa da, yıllık olarak hesaplanan maksimum yağış miktarları arasında bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2=0.69$).



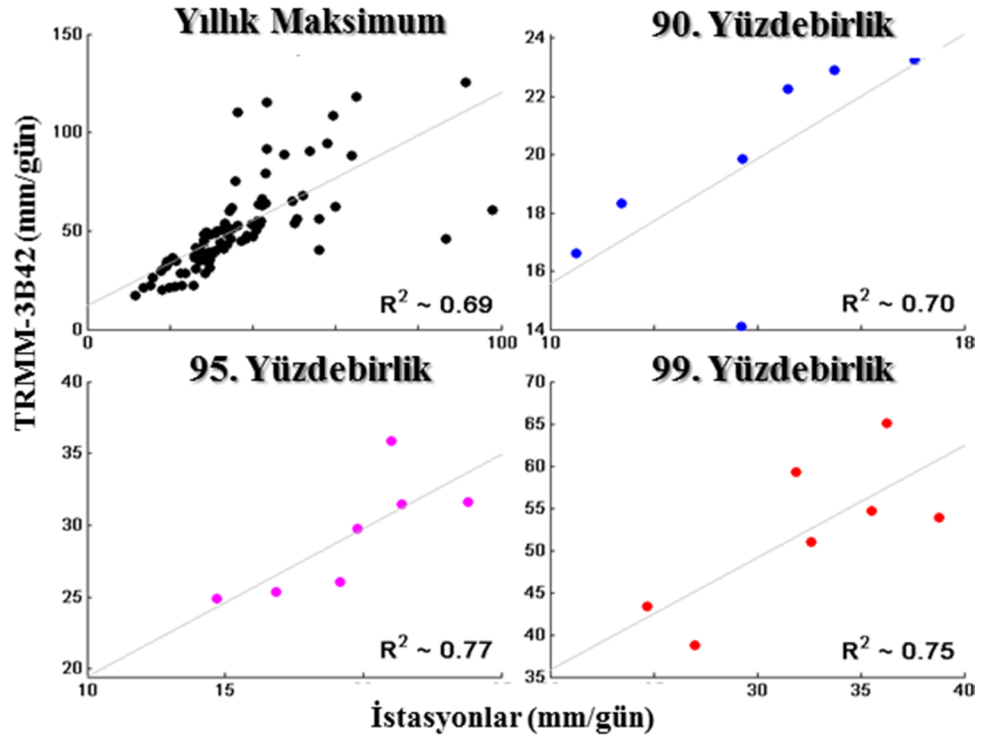
Şekil 8.11 : 1998 - 2012 yılları arası meteorolojik istasyonlara ait (yuvarlak olarak gösterilen) ve TRMM-3B42 uydu yağış verilerinin şekil parametrelerinin mekânsal dağılımı. Sağ üst köşedeki grafik, yersel ve uydu yağış verilerinin günlük maksimum değerleri arasındaki korelasyonu göstermektedir. (En uygun dağılıma göre modellenmiştir.)



Şekil 8.12 : 1998 - 2012 yılları arası meteorolojik istasyonlara ait (yuvarlak olarak gösterilen) ve TRMM-3B42 uydu yağış verilerinin şekil parametrelerinin mekânsal dağılımı. (GEV dağılımına göre modellenmiştir.)

8.3.2 Yüzde birliklerin mekânsal değerlendirmesi

Ekstrem değerlerin belirlenmesi için; 1998 – 2012 yılları arası istasyonlardan ve ilgili TRMM uydu verilerinden sağlanan günlük yağışların 0.1 mm’den büyük değerleri kullanılmış olup, hesaplanan 90, 95 ve 99. yüzdebirlik değerlerine ait mekânsal dağılımlar karşılaştırmalı olarak Ek G – Şekil G.4’de verilmiştir. TRMM-3B42 uydu verisi ve istasyonlardan sağlanan yağış verilerinin yıllık maksimum, 90, 95. ve 99. yüzdebirlik değerleri karşılaştırılmıştır (Şekil 8.13).



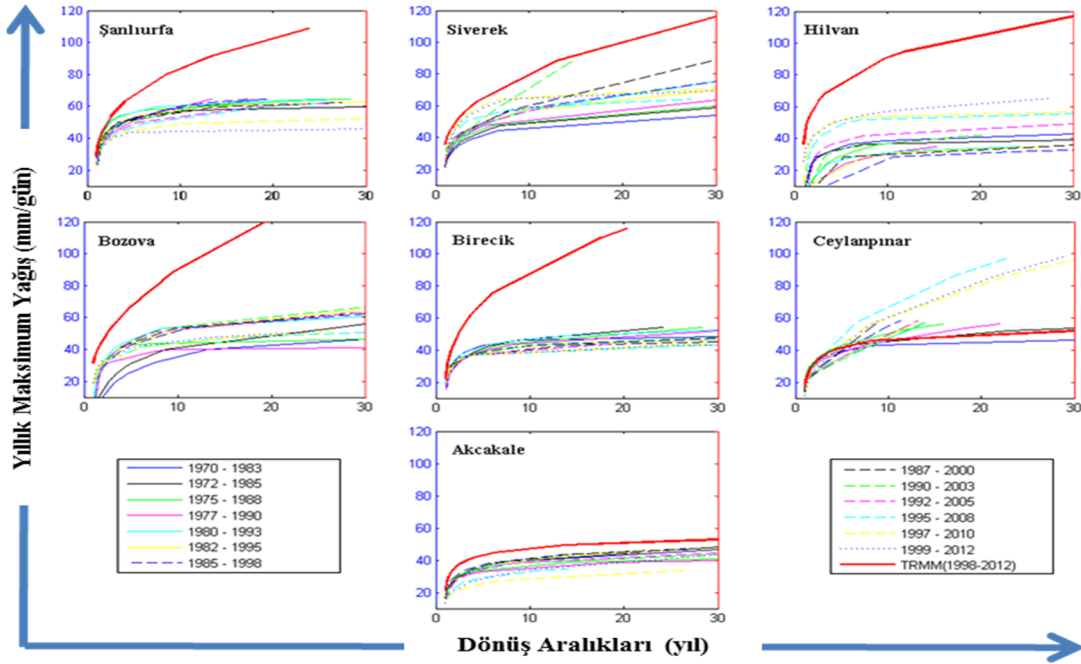
Şekil 8.13 : TRMM uydu verisi ile istasyonların yıllık maksimum ve yüzdebirlik değerlerinin karşılaştırılması.

Her ne kadar uydu verileri ile yersel istasyon günlük yağış değerleri arasında bire bir ilişki olmasa da ekstrem değerler arasında kayda değer bir ilişki olduğu saptanmıştır.

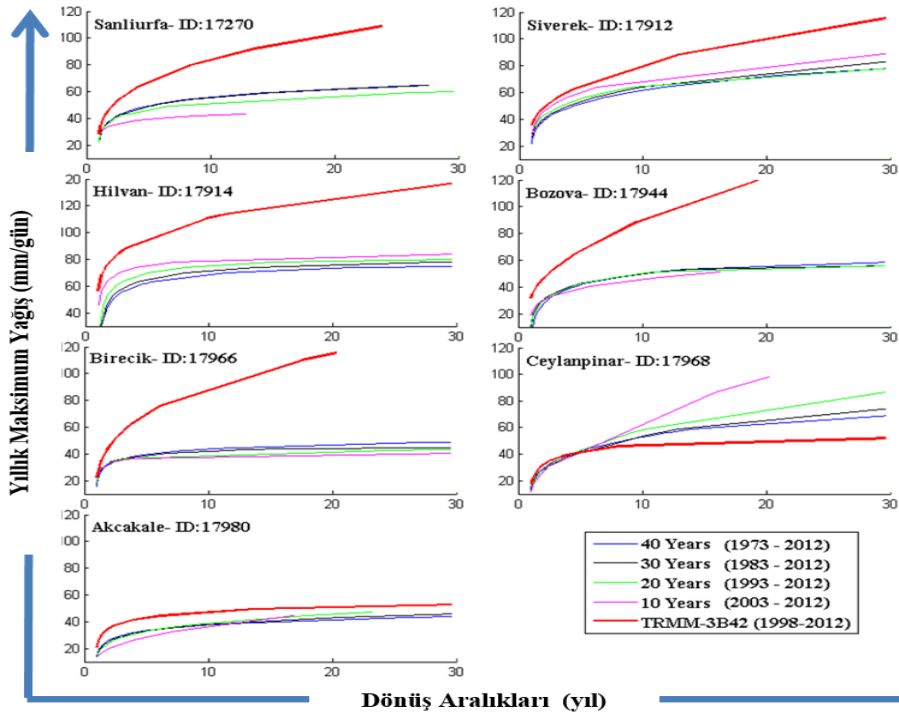
8.3.3 Geri dönüş periyotlarının mekânsal değerlendirmesi

TRMM-3B42 uydu verisi yağış verilerine ait geri dönüş periyodu değerleri ile meteorolojik istasyonlardan elde edilen değerler kullanılarak yapılan karşılaştırmada meteorolojik istasyon verilerinin 1970 - 2012 yılları arasındaki yağış verileri kullanılmıştır.

Yersel ve uydu yağış verilerinin 14 yıllık farklı zaman aralıkları için ve yersel verilerin 10, 20, 30 ve 40 yıllık zaman serilerine göre geri dönüş periyotları sırasıyla Şekil 8.14 ve Şekil 8.15’de gösterilmiştir.



Şekil 8.14 : Meteorolojik istasyonlardan ve istasyonlar ile aynı konumu temsil eden TRMM-3B42 piksellerinden elde edilen yağış verilerinin 14 yıllık farklı zaman aralıkları içerisindeki geri dönüş periyotları.



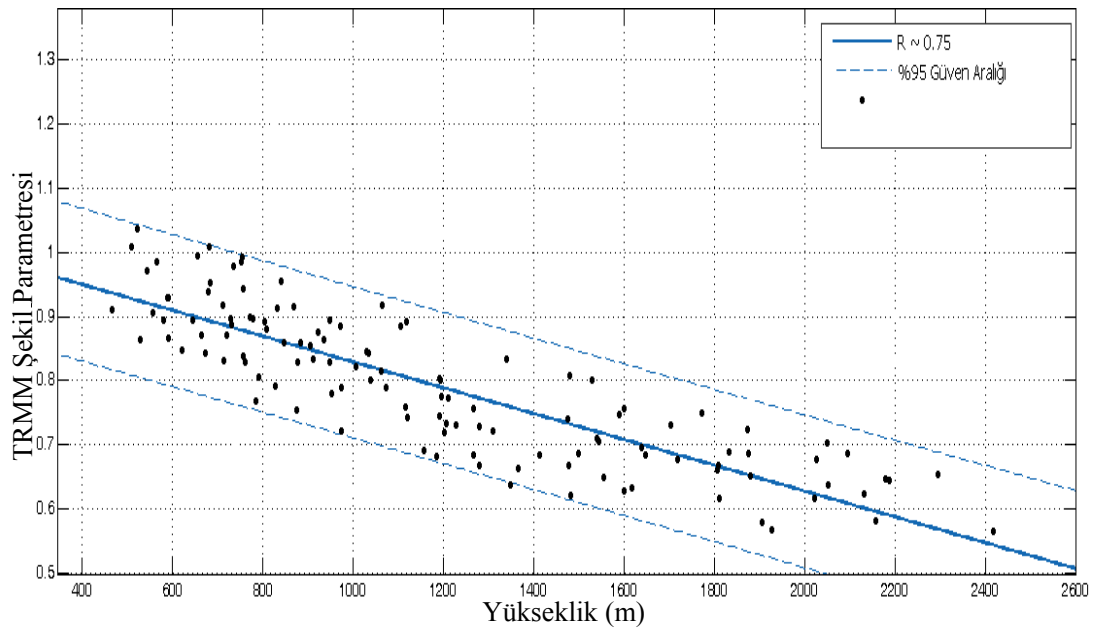
Şekil 8.15 : Meteorolojik istasyonlardan elde edilen yağış verilerinin 10, 20, 30 ve 40 yıllık ve istasyonlar ile aynı konumu temsil eden TRMM-3B42 piksellerinden 14 yıllık zaman aralıkları içerisindeki geri dönüş periyotları.

TRMM uydu verisinden elde edilen sonuçların istasyon verilerine göre genel olarak yüksek değer vermesine rağmen bazı bölgelerde yakın sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 8.17’de 1998 – 2012 yılları arası günlük yağış verileri kullanılarak hesaplanan 20 yıllık geri dönüş periyoduna göre hem TRMM uydusundan elde edilen değerler hem de istasyonlardan sağlanan değerlerin mekânsal olarak dağılımları gösterilmiştir.

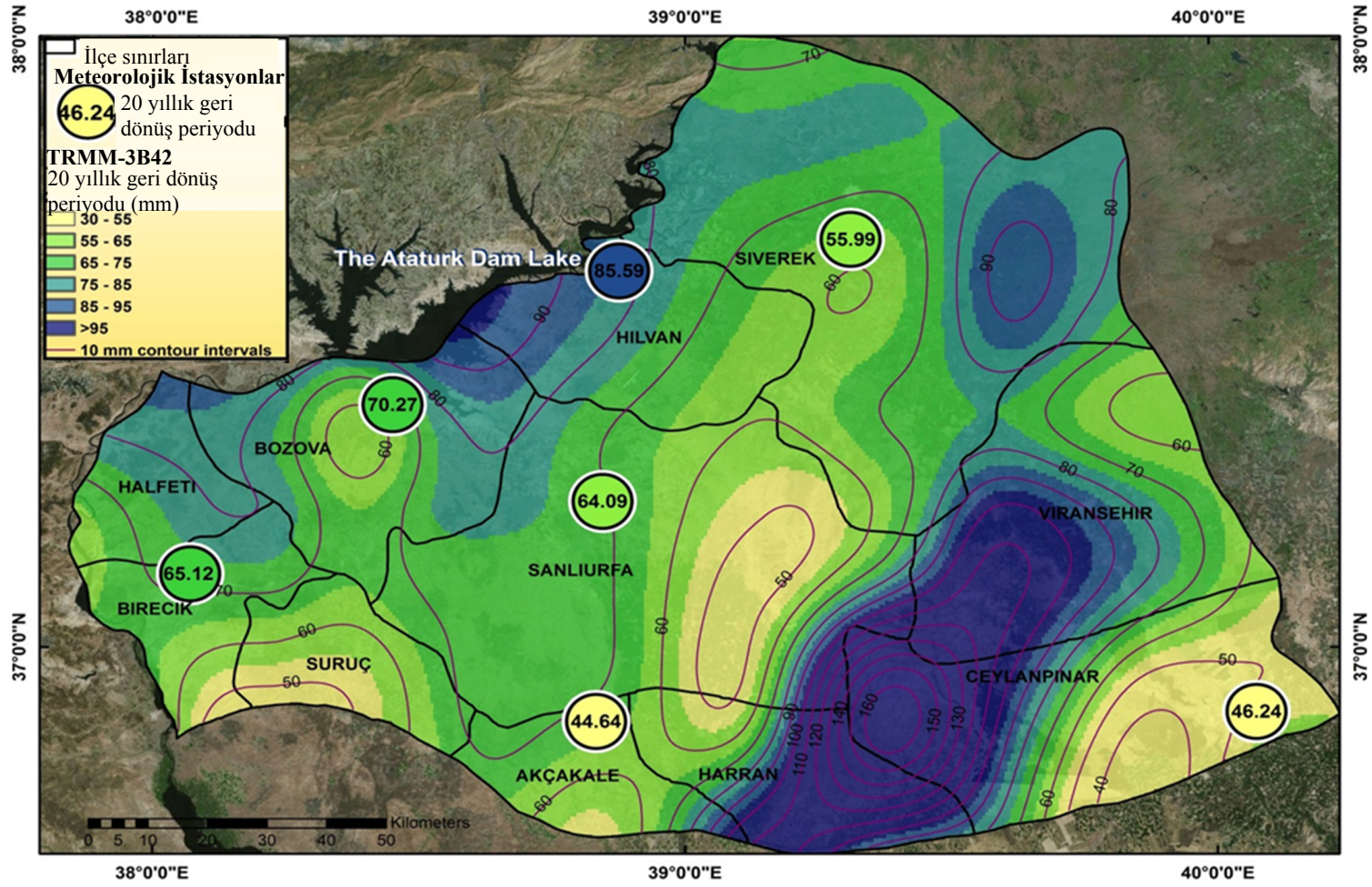
1970 - 2012 yılları arasında hem son 14 sene için hem de 10, 20, 30 ve 40 senelik dönemler için oluşturulan geri dönüş periyot grafikleri, her bir bölgedeki yağış karakteristiği ve bölgenin iklim değişimi hakkında bilgi vermektedir.

8.3.4 TRMM verisi ekstrem değer – yükseklik ilişkisi

Çalışma bölgesinin özellikle kuzey-batı ve güney-doğu bölgelerinde TRMM uydu verileri ile yersel istasyon verileri arasında hem şekil parametreleri hem de geri dönüş periyotları arasındaki farkın diğer bölgelere oranla daha fazla olması, TRMM-3B42 verisinin temsil ettiği yaklaşık 30km x 30km’lik piksel alanının yükseklik ortalaması ile meteorolojik istasyonlarının bulunduğu yükseklik arasındaki farktan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bunun için; bölgesel olarak TRMM-3B42 verisinden bölgenin daha yüksek kesimlerini de kapsayacak şekilde alınan yağış verilerinin ekstrem değer analizleri yapılarak, ekstrem değer – yükseklik ilişkisi bölgesel olarak belirlenmiştir. Şekil 8.16’da genişletilmiş alan için TRMM uydu verisinden elde edilen yağış verilerine ait şekil parametreleri ile her bir TRMM pikselinin temsil ettiği yaklaşık 30km x 30km’lik alanların yükseklik ortalamaları arasındaki ilişki gösterilmiştir.

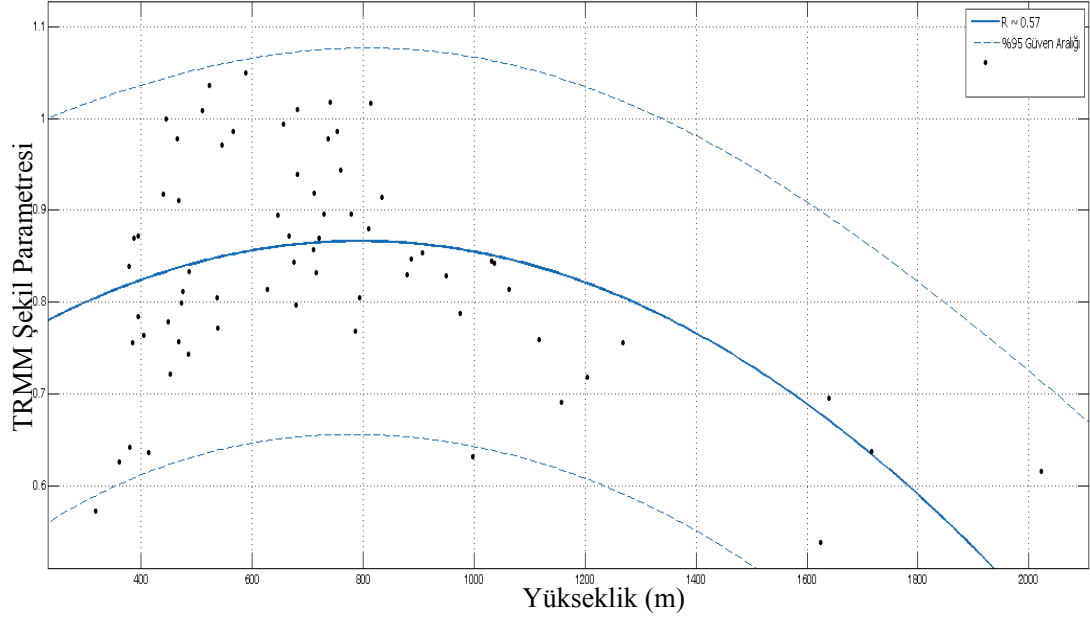


Şekil 8.16 : Genişletilmiş alana ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen şekil parametresi ile yükseklik arasındaki ilişki.



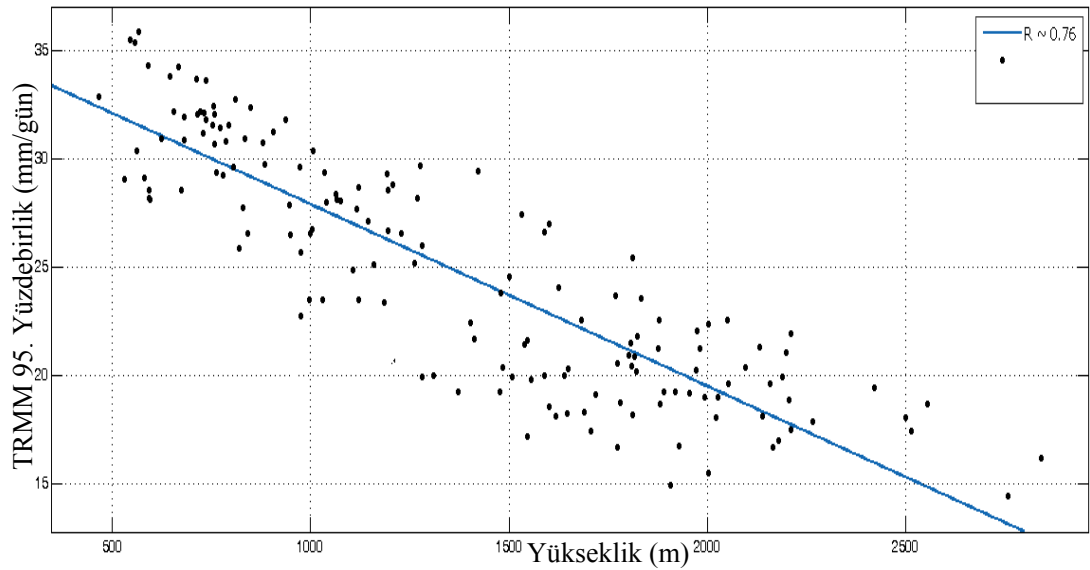
Şekil 8.17 : 1998 - 2012 yılları arası meteorolojik istasyonlara ait (yuvarlak olarak gösterilen) ve TRMM-3B42 uydu yağış verilerinin 20 yıllık geri dönüş periyodu değerlerinin mekânsal dağılımı.

Genişletilmiş alan için belirlenen ilişkide şekil parametresi ile yükseklik değerleri arasında lineer bir ilişki olduğu ve yüksekliğin artmasıyla şekil parametresinin düştüğü yni ekstrem yağışların azaldığı görülmektedir. Ancak; çalışılan bölge bazında şanlıurfa il sınırları için belirlenen ekstrem değer – yükseklik ilişkisi 2. dereceden polinom ile ifade edilmektedir (şekil 8.18).

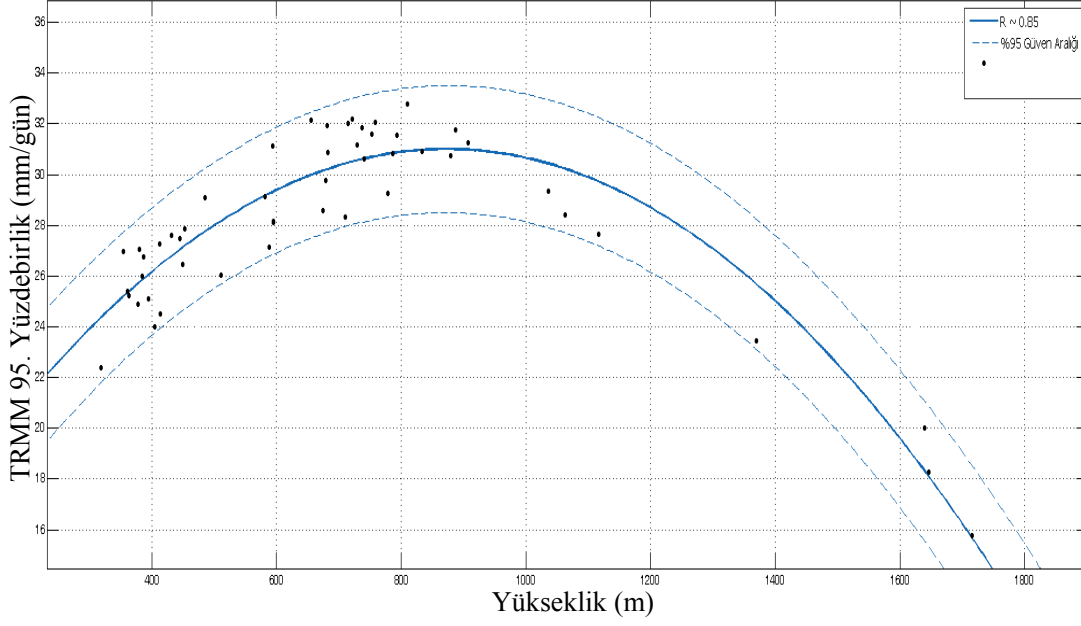


şekil 8.18 : Çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen şekil parametresi ile yükseklik arasındaki ilişki.

Benzer şekilde hem genişletilmiş alan için hem de çalışma bölgesi için 95. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik değerleri arasındaki ilişkiler sırasıyla şekil 8.19 ve şekil 8.20’de verilmiştir.



şekil 8.19 : Genişletilmiş alana ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 95. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.



Şekil 8.20 : Çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 95. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.

Çalışma bölgesinde; TRMM uydu verileri ile yersel istasyon verileri arasında hem şekil parametreleri hem de geri dönüş periyotları arasındaki farkın fazla olduğu bölgeler, TRMM-3B42 verisinden elde edilen ekstrem değer – yükseklik arasındaki ilişkinin en az olduğu bölgelere denk düşmektedir. Bu bağlamda, uydu verileri ile yersel verilerin doğrulanmasında ekstrem değer – yükseklik ilişkilerinin bölgesel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Genişletilmiş alan ile çalışma bölgesine ait 90. ve 99. yüzdebirlik değerler ile yükseklik arasındaki karşılaştırmalar Ek H – Şekil H.1 ve Şekil H.2’de verilmiştir.

9. BÖLÜM – SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Tez çalışmasının amacı; uzun yıllar meteorolojik verileri ve uydu görüntüleri zaman serisi analizlerine göre iklim değişiminin bitki büyümesi ve toprak erozyonuna etkisinin ileri uzaktan algılama tekniklerinin uygulanması ve CBS ortamında değerlendirilmesi için bir model altyapısı oluşturulmasıdır.

Tez çalışmasında, yer gözlem istasyon verilerinin değerlendirilmesi ve uydu görüntülerinin analizi kapsamında; uydu programlama çalışmalarının geçmiş verilere dayanarak yapılması ve 2010 – 2011 ekim sezonu için hava şartlarının çalışmaya uygunluğunun aleyhine olması nedeniyle görüntü alım tarihlerinde bazı sapmalar meydana gelmiştir. Bu nedenle; TARBİL projesi kapsamında kurulan yer gözlem istasyonlarından sağlanan meteorolojik verilerle eşleşecek şekilde uygun tarihlerde temin edilen görüntüler çalışma başlangıcında kullanılmıştır.

Buğday ekili alanlarda bulunan yer gözlem istasyonlarının belirlenmesi, çiftçilerin ve istasyon sorumlularının fenolojik gelişim dönemi içerisinde bildirdikleri ekin künye bilgileri ile sağlanmıştır. Bu veriler doğrultusunda çalışmayı daha geniş alanlara yaymak hedeflenmiş olup kurulu olan 50 yer gözlem istasyonundan çalışma için uygun olacak 31 istasyona ait 45 örneklem seçilmiş; ancak yer gözlem istasyonlarının kurulma zamanları göz önünde bulundurulduğunda, gerekli meteorolojik parametrelerin 2010 – 2011 fenolojik gelişim dönemi içerisinde bazı istasyonlardan sağlanamaması nedeniyle çalışmaya ilk 25 yer gözlem istasyon verilerinin temin ve kontrol edilmesi ile başlanmıştır.

İlk 25 yer gözlem istasyonunun bulunduğu Şanlıurfa ilinde 2010 ve 2011 yılları için gerçekleştirilen tarımsal faaliyetlerde ekilen ürün tipleri ve bu ürünlerin mekânsal dağılımları, uydu görüntülerinin analizi ile ekim alanları segmentasyonu ve görüntü dönüşümleri ile NDVI analizleri gerçekleştirilerek çalışma bölgesindeki istatistiksel değerler belirlenmiştir. Farklı ekim bölgelerindeki buğday bitkisinin fenolojik gelişimlerine bağlı olarak yansıma özelliklerinin de farklı olduğu NDVI analizleri sonucunda belirlenmiştir. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak yüksek doğruluk

oranı ile buğday ekili alan ve rekolte çalışmaları yapılabilmesi için bu özelliğin temel bir bilgi olarak dikkate alınması gerektiği saptanmıştır.

İklimsel olarak farklı ekim bölgelerindeki buğday bitkisinin fenolojik gelişimlerine bağlı olarak sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerine denk düşen arazi çalışmaları; 09 – 16 Mart ve 23 – 27 Nisan 2012 tarihleri arasında Şanlıurfa il sınırları içerisinde yer gözlem istasyonlarının temsil ettiği buğday/arpa ekili tarım alanlarında gerçekleştirilmiş olup, spektral analiz sonuçları her bir bölge için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. I. ve II. arazi çalışmaları sonucunda seçilen her bir istasyonun temsil ettiği parsellerden 1 ve 10 derecelik FOV lensleri ile alınan spektral ölçümler kullanılarak, iklim açısından benzerlik gösteren bölgeler için değerlendirmek üzere her bölge için ortalama spektral imzalar belirlenmiştir.

Spektral analiz sonuçlarına göre; iklimsel olarak farklı bölgelerde bulunan buğday/arpa bitkisinin fenolojik gelişim dönemlerinden sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerinde yapılan arazi çalışmalarında, özellikle çalışılan bölgenin en kuzeyi (G Bölgesi) ile en güneyindeki (B Bölgesi) arasında yakın kızılötesi spektral aralığında yüksek fark olduğu her iki arazi çalışma sonucunda da belirlenmiştir. Bu da toprağın ürün tarafından örtülme yüzdesinin güney bölgede daha fazla olduğunu göstermektedir. Yine bu iki bölge için; görünür dalga boylarındaki fark çiçeklenme döneminde daha fazla ortaya çıkmıştır. Diğer bir sonuç olarak; arpa ekili tarım alanlarında (D Bölgesi), sapa kalkma döneminde görünür ve yakın kızılötesi dalga boyu aralığında buğday ekili diğer alanlara oranla daha yüksek yansıtım vermiş, çiçeklenme döneminde ise su stresine bağlı olarak her iki dalga boyu aralığında da en düşük yansıtım değerlerini vermiştir.

İki farklı zamanda yapılan spektral ölçmelerde, farklı bölgelerdeki bitkilerin fenolojik gelişim dönemleri arasındaki farklılıkların belirlenmesinde 10 derecelik FOV lensleri ile yapılan ölçümlerin daha etkili olduğu görülmüştür. 2011-2012 fenolojik dönemde yapılan arazi ölçümlerinin uydu görüntüleri ile spektral yansıtım değerlerinin karşılaştırılması, bu dönemdeki hava şartlarından dolayı sağlanamamıştır.

İleriki çalışmalarda fenolojik gelişim boyunca ve uzun dönem spektral ölçümlerin zaman serileri ile uydu görüntülerinin spektral yansıtımlarının zaman serilerinin doğrulanması ve kalibrasyonu çalışması ile bölgesel olarak ürün gelişimlerinin

dağılımı, ürün çeşitlerinin gelişim dönemlerindeki farklılıkları detaylı incelenebilecektir.

İklim verilerinin değerlendirmesine yönelik yapılan çalışmalar için 1963 – 2011 yılları arasındaki meteorolojik veriler aylık ortalamalar olarak, 1970-2012 yılları arasındaki meteorolojik veriler de günlük olarak temin edilmiştir. Bu veriler kullanılarak uzun yıllar ortalamaları ile bölgesel bazda iklim değişikliklerinin etkileri araştırılmıştır.

Aylık yağış verilerine göre kuzey ve güneydeki istasyonlar arası korelasyonun düşük olmasıyla birlikte; kuzeydeki istasyonların kendi aralarındaki korelasyonunun güneydeki istasyonlara oranla daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Bu da yağış verisinin olmadığı durumlarda ilgili istasyonun yakınındaki en yüksek korelasyona sahip istasyondan veri sağlanabileceğini göstermektedir. Uzun yıllar günlük yağış verilerinin istasyonlar arası korelasyonları aylık verilere göre daha düşük çıkmıştır. 7 istasyonun bulunduğu alanlar, bölgesel farklılıklardan dolayı aylık olarak benzer yağış rejimine sahip olsa da günlük verilerde düşük ilişki çıkması daha çok bölgelerin topoğrafyası ile ilişkilidir.

Meteorolojik değişkenlerin arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için yapılan spektral değerlendirme çalışması ile; iki zaman serisinin etkin frekanslarının birbirine yakınlığı, hangi frekansların birbiriyle çakıştığı, aralarındaki faz farkları ve etkin frekansların maksimum olduğu yerlerdeki uyumu ve güvenilirliği araştırılmıştır. Aylık ve günlük uzun zaman serisi verilerine göre bazı sapmalarla birlikte yağış-sıcaklık ve sıcaklık-nem frekanslarının altı aylık bir zaman periyodunda değişim gösterdiği; buna karşın yağış-nem arasındaki ilişkinin doğru orantılı olarak periyotlarının yaklaşık bir sene olduğu belirlenmiştir.

Uzun yıllar verileri ışığında yapılan değerlendirmelerde bölgesel karakteristikler göz önünde bulundurulmadan, doğrudan meteorolojik istasyonlardan sağlanan veriler kullanılmıştır. Bölgede yapılmış olan birçok barajın da etkisi muhtemeldir; bu nedenle uzun yıllar verisinin değişkenler arasındaki ilişkilerin ve değişimlerin daha doğru bir şekilde ortaya konması için meteorolojik verilerin barajların yapımı öncesi ve sonrası şeklinde daha detaylı incelenmesi gerekmektedir.

Uydu ve yersel verilerin entegrasyonu çalışmalarında, uydu verileri ve yer gözlem istasyonu verilerinin birlikte analizi ile farklı ekim bölgesindeki buğday bitkisinin ihtiyaç duyduğu dönemlerdeki su ihtiyacının belirlenmesine yönelik yapılan

çalışmada, iki farklı AKK sınıfında bulunan 5000 m²'lik buğday ekili alanların farklı tarihlerde algılanmış 2.5 m çözünürlüklü SPOT 5 görüntülerinden ortalama NDVI ve MSAVI değerleri ile büyüme dönemlerindeki bitki katsayıları değerleri arasındaki korelasyon belirlenip regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Seçilen iki çalışma bölgesi için de; MSAVI değerleri, NDVI değerlerine kıyasla bitki katsayı değerleri (FAO) ile daha yüksek ilişkili olduğu ortaya konmuştur ($R^2 \sim 0.89$). Buna göre daha yüksek korelasyona sahip MSAVI ile geliştirilen ampirik regresyon ilişkileri kullanılarak ilgili MSAVI haritalarından piksel bazında bitki katsayıları hesaplanarak bitki su ihtiyaçları belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; gerek istasyonların bulunduğu bölgelerin farklı iklim koşullarına maruz kalması gerekse ekili alanların farklı AKK sınıflarında olması ve farklı AKK sınıflarında yer alması bu bölgelerdeki su ihtiyacının farklı olmasına neden olmuştur. Özellikle Akçakale – Akçatat istasyonu bölgesindeki toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması ve Hilvan – Uzuncuk Yolu istasyonu bölgesinin daha kuzeyde yer alması nedeniyle yağışların bu bölgede daha fazla olması bitki su ihtiyacının güneyde daha fazla olmasına neden olmuştur.

Uzun yıllar iklim verileri ve uydu görüntülerinin birlikte kullanılması ile Atatürk Barajı'nın mekânsal ve zamansal etkisinin GAP bölgesine agrometeorolojik bakımdan etkileri 3 farklı zaman periyodu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çok zamanlı Landsat uydu görüntüleri ile meteorolojik veriler kullanılarak, 1984 – 2011 yılları arasında baraj gölü su seviyesindeki değişimlerin çevresel etkileri TC dönüşümü ve DI analizi ile belirlenerek tez çalışmasında önemli bir yere sahip olan Harran Ovası'nın iklim değişimine bağlı olarak agrometeorolojik yönden incelenmesi yapılmıştır.

2011 yılına kadar tarım alanlarının yaklaşık 367,65 km²'lik kısmının sular altında kaldığı belirlenmiş olup bu değer toplam rezervuar alanı 800 km² olan baraj gölünün % 45'lik kısmına denk düşmektedir. 1992 – 2011 yılları arasındaki dönem için gerçekleştirilen çalışma ile Harran Ovası'nda sulanan tarım alanlarının % 56,3 oranında arttığı belirlenmiştir.

1992 – 1999 yılları arasında sulanan tarım alanları çoğunlukla ovanın merkezinde yoğunlaşırken, 2002 yılı itibarı ile sulama ovanın kenar kısımlarına da ulaşmış olup, son 3 yıllık dönemde de ovanın kuzey tarafında yoğunluk göstermiştir. 2011 yılında toplam alanın yaklaşık % 56'sı olan 1552 km²'lik tarım alanının sulandığı

belirlenmiştir. Bu da; 1992 yılında yaklaşık 599 km² olan sulama yapılan tarım arazilerinde % 250 artış olduğunu göstermektedir.

Diğer bir sonuç olarak; 1992 – 1999 yılları arasında sulanan alanların dağılım hızı artmış ancak, 1999 yılı itibarı ile yağış değerlerindeki önemli düşüş ile birlikte su rezervinin yaklaşık olarak % 10 değerinde düşmesi, sulanan tarım alanlarında da % 5’lik bir düşüşe sebep olduğu gözlenmiştir. Belirgin bir durum da, 2003 – 2008 yılları arasında yıllık yağıştaki önemli düşüşte gözlenmiştir. Ancak; bazı iklimsel değişimlere rağmen; hem sulanan tarım alanlarında hem de su rezervi seviyesinin artan eğiliminde önemli bir değişiklik meydana gelmediği belirlenmiştir.

İklim değişikliğinin bitki gelişimini kısıtlayıcı faktörler üzerine etkisinin ileri uzaktan algılama teknikleri kullanılarak CBS ortamında değerlendirilmesi çalışmaları için 1970 - 2012 yılları arası günlük meteorolojik verilerin temin edilmesiyle kısıtlayıcı faktörlerin ekstrem şartlardaki etkileri, çalışılan pilot bölge kapsamında değerlendirilmiştir.

1970 - 2012 yılları arası sağlanan günlük meteorolojik veriler kullanarak uzun yıllar meteorolojik verilerin zaman serisi ve frekans analizlerinin yanısıra ekstrem olayların analizi için gerekli model Matlab üzerinden oluşturulmuştur. Uydu görüntüleri verilerinin de oluşturulan modelde otomatik olarak kullanılması ile ekim bölgelerinde fenolojik gelişim süreçleri boyunca anlık olarak meteorolojik analizlerin yapılması ve geniş alanlarda hem fenolojik dönem boyunca bitki gelişiminin denetlenmesi hem de ileriye yönelik tahminlerin yapılması sağlanabilecektir.

Çalışmada, yağış verilerinin dağılım fonksiyonları ile modellenmesi ve uyum doğruluk testleri sonucunda çalışma alanında 1998 - 2012 yılları arasında 7 adet meteorolojik istasyonunun yağış verilerinin daha çok GEV dağılım fonksiyonu ile daha doğru modellendiği, bunun yanında bazı istasyon verilerinin modellenmesinde; uyum doğruluk testlerinde belirlenen p-değerlerine göre, Gamma dağılımının da iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

TRMM uydusundan 1998 - 2012 yılları arasında elde edilen piksel bazlı yağış verileri ile 7 adet yersel meteorolojik istasyondan elde edilen yağış verileri karşılaştırılmıştır. Piksel bazlı noktasal frekans analizleri ile belirlenen bölgelerdeki mekânsal değerlendirmeler yapılarak farklı bölgelerdeki ekstrem yağışların mekânsal farklılığının ortaya konulması amacıyla yersel ve uydu yağış verilerinin

modellenmesiyle elde edilen uygun dağılım fonksiyon parametrelerinden şekil parametresine ait tematik haritalar oluşturulmuştur. TRMM-3B42 uydu verisi yağış verilerine ait geri dönüş periyodu değerleri ile meteorolojik istasyonlardan elde edilen değerler kullanılarak yapılan karşılaştırmada meteorolojik istasyon verilerinin 1970 - 2012 yılları arasındaki yağış verileri kullanılmıştır.

TRMM-3B42 uydu verisi ile meteorolojik istasyon verilerinden elde edilen şekil parametresi değerleri bölgenin genelinde yakın sonuçlar vermekle birlikte bölgenin merkez ilçesinde ve özellikle güneydoğu tarafında kayda değer farklılıklar belirlenmiştir. Geri dönüş periyodu değerlerinin çok benzer bulunduğu, bölgenin en güneyinde bulunan Akçakale istasyonunda ise, şekil parametresi değerleri de aynı çıkmıştır.

Her ne kadar TRMM uydu verisinden elde edilen yağış verileri ile meteorolojik istasyonlardan sağlanan 1998 - 2012 yılları arası günlük yağış verilerinin doğrudan korelasyonu düşük çıksa da, yıllık olarak hesaplanan maksimum yağış miktarları arasında bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2=0.69$). Ayrıca, 1970 - 2012 yılları arasında her 14 sene için belirlenen geri dönüş periyot grafikleri, her bir bölgedeki yağış karakteristiği ve bölgenin iklim değişimi hakkında bilgi vermektedir.

Yersel istasyonlardaki zaman serilerinin uzunluğu ve çözünürlüğü, bölgesel analizlere göre noktasal tahminlerde daha fazla önem taşımaktadır. Tez çalışmasında uzun yıllar günlük veri kaydı olan az sayıda istasyonun bulunması, uydu verileri ile yapılan karşılaştırma ve doğrulama çalışmasını sınırlandırmıştır.

Ön değerlendirmeler neticesinde; uydu ve yersel yağış verilerinin noktasal frekans analizi ile çalışılan bölgedeki mekânsal farklılıklar ortaya konarak bölgedeki istasyon sayısının doğrulama çalışmaları için yetersiz olduğu, bunun yanında yükseklik modelinin, uydu verilerinin kalibrasyonu ve doğrulanması çalışmalarında kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Böylelikle oluşturulan modelin kullanılması ile meteorolojik istasyonların bulunmadığı bölgeler için de uydu teknolojilerinden mümkün olduğunca faydalanılarak, özellikle tarımsal açıdan önemli olan bölgelerdeki ekstrem değer analizleri de yapılabilecektir.

Geçmişe dayalı iklim verilerinden elde edilecek olan bilgiler doğrultusunda çeşitli bitkilerin fenolojik gelişimleri boyunca su tüketimlerine etki eden parametrelerdeki değişim araştırılarak iklimin bu parametrelere etkisinin belirlenmesi ile parsel bazında

yapılacak olan gelecek iklim tahminleri ile uydu görüntülerinin zamansal analizi, spektral ve mekânsal özellikleri kullanılarak CBS ortamında bölgesel bazda tahminlerle birlikte, ayrıntılı iklim öngörü ve senaryoların geliştirilmesi ile hassas tarım uygulamaları da yapılabilecektir. Ayrıca, ürün çeşitlerinin fenolojisine göre geçmiş zamandaki mevcut koşulların tanımlanması ile bitki gelişimini etkileyen faktörlerin derecesi hesaplanarak, belirli şartlar altında ekilen ürünün meteorolojik etkilere ve bazı hastalıklara bağlı gelişimlerin erken uyarısı yapılabilecek ve meteorolojik parametrelere göre ürün çeşitlerini yetiştirmeye uygun potansiyel alanlar Uzaktan Algılama ve CBS sistemleri kullanılarak belirlenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Acevedo, E., Silva, P., Silva, H. ve Solar, B.,** 1999. *Wheat production in Mediterranean environments*. In E.H. Satorre & G.A. Slafer, eds. *Wheat. Ecology and physiology of yield determination*, p. 295-331. Binghamton, NY, USA, Haworth Press.
- Ahlrics, J.S. ve Bauer, M.E.,** 1983., Relation Of Agronomic And Multi Spectral Reflectance Characteristics Of Spring Wheat Canopies. *Agronomy Journal* 75: 987-993.
- Albut, S.** 1992. Trakya Bölgesinde Tarımsal Yapı ve Sulama Sorunları ve Bunların Çözüm Olanakları. *T.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(2):89-96.
- Allen, R. G. D.,** 1964. *Statics for Economists*, Mc-Millan, UK, ss. 133-152.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M.,** 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, Rome, Italy.
- Asrar, G., Myneni, R.B., Li, Y., Kanemasu, E.T.** 1989. Measuring and modeling spectral characteristics of tall grass prairie. *Remote Sens. Environ.*, 27:143-155.
- Aydemir, T. Dönmez, Ö. Yılmaz, K., Sezer, N.,** 2003. *Tescilli Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim ve Kalite Yönünden Değerlendirilmesi*. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi 13-17 Ekim 2003. Diyarbakır.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Mut, Z., Özcan, H.,** 2005. *Ekmeklik buğday (Triticum aestivum l.) çeşit ve atlarının Karadeniz koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*. *AÜZF Tarım Bilimleri Dergisi*, 11; 3, 257-262.
- Aytaç, M.** 1998. *Matematiksel İstatistik*, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Bernhardsen, T.** 2008. Geographic information systems. *The Global Environment: Science, Technology and Management*, 1029-1041.
- Blais, J.A.R.,** 1988. *Estimation and Spectral Analysis*, The University of Calgary Press, Calgary, Alberta, Canada, ISBN 0-919813-41-0, 132pp.
- Boers, N., and co-authors.,** 2013. Complex networks identify spatial patterns of extreme rainfall events of the South American Monsoon System, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 10.1002/grl.50681.
- Bolca, M., Kurucu, Y., & Altınbaş, Ü.** 2003. Batı Anadolu Bölgesi 2002 Yılı Pamuk Ekili Alanlarının Ve Ürün Rekoltesinin Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 40(2), 89-96.
- Bonhomme, R.,** 2000, *Bases and limits to using 'degree.day' units*. *European Journal of Agronomy* 13(2000)1-10.

- Bookhagen, B.**, 2010. Appearance of extreme monsoonal rainfall events and their impact on erosion in the Himalaya, *Geomatics, Natural Hazards Risk*, 1, 1, pp. 37-50.
- Bookhagen, B. and Strecker, M.R.**, 2008. Orographic barriers, high-resolution TRMM rainfall and relief variations along the eastern Andes, *Geophysical Research Letters*, 35, L06403.
- Bookhagen, B., Thiede, R.C., Strecker, M.R.**, 2005. Abnormal Monsoon years and their control on erosion and sediment flux in the high, arid northwest Himalaya, *Earth and Planetary Science Letters*, 231, 131-146.
- Carter, G. A.**, 1993. Responses of leaf reflectance to plant stress. *American J. Botany*, 80:239-243.
- Ceccato, P., Flasse, S., Tarantola, S., Jacquemoud, S., Gregoire, J.M.**, 2001. Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain, *Remote Sens. Environ.*, 77:22-33.
- Chen, S., ve Rao P.**, 2008. Land degradation monitoring using multi-temporal Landsat TM/ETM data in a transition zone between grassland and cropland of Northeast China. *International Journal of Remote Sensing* 29(7): 2055–2073.
- Clark, R.L., McGuckin, R.L.**, 1996. *Variable Rate Application Equipment for Precision Farming*. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council of America, P.O. Box 12285, Memphis, TN 38182, USA, 1996.
- Crist, E. P., ve Kauth, R. J.**, 1986. The Tasseled Cap demystified, *Photogrammetric Eng Remote Sens* 52(1): 81-86.
- Çaldağ, B., ve Şaylan, L.** 2011. İklim değişiminin buğday verimine etkilerinin incelenmesi: Kırklareli örneği. *İTÜDERGİSİ/d*, 9(5).
- Deriux, M., and Bonhomme, R.**, 1982a, *Heat Unit Requirements for maize hybrids in Europa: Results of the European FAO sub-network*. I: Sowing Silking Period. *Maydica* XXVII, 59-77.
- Deriux, M., and Bonhomme, R.**, 1982b, *Heat Unit Requirements for Maize Hybrids in Europa: Results of the European FAO sub-network*. II: Period from Silking to Maturity. *Maydica* XXVII, 79-96.
- Doğan, R.**, 2002. *Ekmeklik buğday hatlarının (Triticum aestivum L.) tane verimi ve kimi agronomik özelliklerinin belirlenmesi*. Uludağ. Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 16(2): 149-158.
- Dubey, R.P., Kalubarme, M.H., Jhorar, O.P. and Cheema, S.S.**, 1987. *Wheat yield models and production estimates for Patiala and Ludhiana districts based on Landsat-MSS and Agrometeorological data*. Scientific Note: IRS-UP/SAC/CPF/SN/08/87, Space Applications Centre, Ahmedabad, India.

- Duchemin, B., Hadria, R., Erraki, S., Boulet, G., Maisongrande, P., Chehbouni, A., Escadafal, R., Ezzahar, J., Hoedjes, J.C.B., Kharrou, M.H., Khabba, S., Mougenot, B., Oliso, A., Rodriguez, J.-C., Simonneaux, V.** 2006. *Monitoring wheat phenology and irrigation in Central Morocco: On the use of relationships between evapotranspiration, crops coefficients, leaf area index and remotely-sensed vegetation indices.* *Agricultural Water Management*, 79: 1–27.
- Embrechts P., Resnick, S., ve Samorodnitsky, G.,** 1999. Extreme value theory as a risk management tool, *North American Actuarial Journal*, 3, 30-41.
- Gontia, N. K, Tiwari, K. N.,** 2004. Crop evapotranspiration estimation using temporally distributed NDVI. *Int.conf. on emerging technologies in agr. and food eng.*, India.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O.,** 1996. *Sulama*. Ankara Üniv. Ziraat Fak Yayınları No: 1443, Ankara, 295s.
- Hais, M., Jonasova, M., Langhammer, J., ve Kucera, T.,** 2009. Comparison of two types of forest disturbance using multitemporal Landsat TM/ETM+ imagery and field vegetation data. *Remote Sensing of Environment*, 113, 835–845.
- Hasgür, İ.** 2000. *Matematiksel İstatistik*, Seçkin Yayınları, Ankara.
- Healey, S. P., Cohen, W. B., Yang, Z. Q., ve Krankina, O. N.** 2005. Comparison of Tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. *Remote Sensing of Environment*, 97, 301–310.
- Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R.** 1993. *Some statistics useful in regional frequency analysis.* *Water Resources Research*, 29, 271-81.
- Hosking, J.R.M., and Wallis, J.R.** 1997. *Regional frequency analysis: An approach based on L-moments.* Cambridge University Press, Cambridge, UK. 224p.
- Huffman, G.J., vd.,** 2007. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis: quasi-global, multiyear, combined sensor precipitation estimates at fine scales. *J. Hydromet*, 8, 38–55.
- Huang, C., B. Wylie, L. Yang, C. Homer, and G. Zylstra,** 2002. Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 7 at-satellite reflectance. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 1741-1748.
- Hundal, S.S., Singh, R. and Dhaliwal, L.K.,** 1997. *Agro-climatic indices for predicting phenology of wheat (Triticum aestivum) in Punjab.* *J. Agric. Sci.*, 67:265-68.
- Jenkinson, A.F.,** 1955. The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements, *Quarterly J. of the Royal Meteorological Society*, 81, 158-171.
- Kadioğlu, M., ve Şaylan, L.** 2001. Trends of growing degree-days in Turkey. *Water, Air, and Soil Pollution*, 126(1-2), 83-96.

- Kauth R. J., ve Thomas G. S.,** 1976. The Tasseled Cap a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen in Landdat. In Proceedings on the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data. West Lafayette, Indiana, 41-51.
- Kolmogorov, A. N.** 1941. Confidence limits for an unknown distribution function. *Annals of Mathematical Statistics*, 12:461-463.
- Koo, M.S., Hong, S.Y., ve Kim, J.,** 2009. An evaluation of the TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA) data over South Korea. *Asia-Pacific J. of Atmos. Sci.*, 45, 265–282.
- Korkut, K. Z., Başer, İ., Bilgin, O.,** 2001. *İleri ekmeklik buğday hatlarının (T.aestivum L.) verimi ve bazı agronomik karakterler yönünden değerlendirilmesi.* Türkiye IV.Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, Tahıllar ve Yemeklik Tane Baklagiller, 99-104, 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Köksal, H.,** 1995. *Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su-Verim İlişkileri ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uygunluğunun Saptanması*, (Doktora Tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Kummerow, C., Barnes, W., Kozu, T., Shiue, J., & Simpson, J.** 1998. The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 15(3), 809-817.
- Kummerow, C., vd.,** 2000. The status of the TRMM after two years in orbit. *J. Appl. Met.*, 39, 1965–1982.
- Lee, R., L.A. Kastens, L.P. Price, and E.A. Martinko.** 2000. *Forecasting corn yield in Iowa using remotely sensed data and vegetation phenology information.* Proc. Int. Conf. on Geospatial Information in Agric. and Forestry, 2nd, Lake Buena Vista, FL. 10–12 Jan. 2000. ERIM Int., Ann Arbor, MI.
- Li X.,** 2004. The Advantage of an Integrated RTK-GPS System in Monitoring Structural Deformation, *Journal of Global Positioning System*, Vol.3, No. 1-2:191-199,
- Long, S. P.,** 1991. *Modification Of The Response Of Photosynthetic Productivity To Rising Temperature By Atmospheric CO2 Concentrations: Has Its Importance Been Underestimated?* *Plant Cell Env.* 14 (8), 729–739.
- Masek, J. G., Huang, C. Q., Wolfe, R., Cohen, W., Hall, F., Kutler, J., vd.** 2008. North American forest disturbance mapped from a decadal Landsat record. *Remote Sensing of Environment*, 112, 2914–2926.
- Masoom, M.A., Umbach, D., ve Saleh, A.K.MD.E.,** 1992. Estimating Life Functions of Chi Distribution Using Selected Order Statistics, *IIE Transactions*, 24, 5, 88-98.
- Meroni, M., Fasbender, D., Kayitakire, F., Pini, G., Rembold, F., Urbano, F., ve Verstraete, M. M.** 2014. Early detection of biomass production deficit hot-spots in semi-arid environment using FAPAR time series and a probabilistic approach. *Remote Sensing of Environment*, 142, 57-68.
- Mızrak, G.,** 2011. *Buğdayın Hikayesi.* Türkiye Ziraat Odaları Birliği. 156 sayfa.

- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H., Bayramoğlu, H. O.,** 2005. *Orta karadeniz bölgesinde ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi*. GOP Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 22 (2): 85-93.
- Newbold, P.,** 2000. İşletme ve İktisat için İstatistik, çev.Ümit Şenesen, Literatür Y., İstanbul, ss. 777-785.
- Ogaja, C., Satirapod, C.,** 2007. "Analysis of high-frequency multipath in 1-Hz GPS kinematic solutions," GPS Solutions-Springer Verlag, Volume 11, Number 4, 269-280.
- Okamoto, K.,** 2003. A short history of the TRMM precipitation radar, in Cloud Systems, Hurricanes, and the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), Meteorol. Soc. Monogr., vol. 29, pp. 187–195, Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.
- Okman, C.,** 1994. Hidroloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 1388, Ankara.
- Öztürk, A. ve Akten, Ş.,** 1999. *Kışlık buğdayda bazı morfolojik karakterler ve tane verimine etkileri*. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi 23 (ek sayı 2): 409-422.
- Palosuo, T., et al.** 2011. "Simulation of winter wheat yield and its variability in different climates of Europe: a comparison of eight crop growth models." *European Journal of Agronomy* 35.3: 103-114.
- Pamuk, G.,** 2003. *II. Ürün Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Bölge koşullarına Uygunluğunun İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma* (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Plackett, R. L.** 1983. Karl Pearson and the Chi-Squared Test. *Int. stat. Rev.*, 51:59-72.
- Pouliot, D., Latifovic, R., Zabcic, N., Guindon, L, ve Olthof, I.** 2014. Development and assessment of a 250 m spatial resolution MODIS annual land cover time series (2000–2011) for the forest region of Canada derived from change-based updating, *Remote Sensing of Environment*, 140, pp. 731-743.
- Raun, W. R., Solie, J.B, Johnson, G.V., Stone, M.L., Lukina, E.V., Thomason, W.E., Schepers, J.S.,** 2001. In- Season of potential grain yield in winter wheat using canopy reflectance. *Agronomy Journal.*, 93:131-138.
- Rees, W. G.,** 2001. *Physical Principles of Remote Sensing*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Reginato, R. J., Jackson R. D., Pinter P. J. Jr.,** 1985. Evapotranspiration calculated from remote multispectral and ground station meteorological data. *Remote Sensing of Env.* 18(1):75–89.
- Ridd, M. K., & Liu, J.** 1998. A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. *Remote sensing of environment*, 63(2), 95-100.

- Ritchie, J. T., U. Singh, D.C. Godwin, W.T. Bowen.**, 1998. *Cereal Growth, Development and Yield*. In Understanding Options for Agricultural Production. G. Y. Tsuji, G. Hoogenboom, and P. K. Thornton (Editors), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p.79-98.
- Rosenzweig, C., Hillel, D.**, 1998. *Climate Change And The Global Harvest*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Rosenzweig, C., Parry, M. L.**, 1994. *Potential Impact Of Climate Change On World Food Supply*. Nature 367, 133–138.
- Rudorff, B. and Batista, G.**, 1991. Wheat yield estimation at the farm level using tm landsat and agrometeorological data. Institute for Space Research (INTE), 12201 Sao Jose Dos Campos, Brazil.
- Sabins, F.F.**, 1996. Remote sensing: Principles and Interpretation, Freeman, Newyork.
- Saidi, A., Ookawa, T., Motobayashi, T., and Hirasawa, T.**, 2008. *Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage: insufficient soil moisture conditions before heading render wheat plants more resistant to drought to ripening*. Plant Prod. Sci., 11: 403-411.
- Sapiano, M. R. P., ve Arkin, P. A.**, 2009. An intercomparison and validation of high resolution satellite precipitation estimates with 3-hourly gauge data. J. Hydrometeorol, 10, pp. 149–166.
- Schatz, R., Walker, D., de Kroes, J., Arciniegas, G., Getz, P., & Khare, A.** 2013. Geographic Information Systems (GIS) as a Tool in Reducing a Community's Ecological Footprint. In *Mitigating Climate Change* (pp. 25-43). Springer Berlin Heidelberg.
- Seto, K.C., Woodcock, C.E., Song, C., Huang, X., Lus, J., Kaufmann, R.K.**, 2002. Monitoring land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM. International Journal of Remote Sensing, 23 (10): 1985-2004.
- Sezen, M.**, 2000. *Çukurova ve Harran ovası koşullarında buğdayda azot-su-verim ilişkilerinin belirlenmesi ve Ceres-Wheat v.3 modelinin test edilmesi* (Doktora Tezi) Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Sharma, A. R.** 2004. *Fertilizer management in Maize-Wheat cropping system in the Western Himalayan Region*. Fertilizer News: 49 (2) 13-18, 21-28 and 31- 32p.
- Simpson, J., Alder, R. F., ve North, G. R.**, 1988. A proposed Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite. Bull. Amer. Meteor. Soc., 69, 278–295.
- Sivanpillai, R., ve Ewers, B. E.** 2013. Relationship between sagebrush species and structural characteristics and Landsat Thematic Mapper data. *Applied Vegetation Science*, 16(1), 122-130.
- Small, C., ve Milesi, C.** 2013. Multi-scale standardized spectral mixture models. *Remote Sensing of Environment*, 136, 442-454.

- Smith, M., Allen, R. G., Pereira, L. S., Camp, C. R., Sadler, E. J., Yoder, R. E.,** 1996. Revised FAO methodology for crop water requirements. International conference on evapotranspiration and irrigation scheduling, San Antonio, Texas, USA, 3–6 Nov 1996, pp 116–123.
- SPO,** 1989. Water demand and supply balance study. GAP Master Plan Study. *Working Paper Series No. 15 (Revised)*. Nippon Koei Co. Ltd., Yüksel Proje A.S., Joint Venture. Tokyo and Ankara.
- Süzer, S.** 1994. Buğday Tarımında Gübrelemenin Önemi İle Bitki Besin Maddelerinin Noksanlıklarının Belirtileri. Marmara’ da Tarım. Sayı:59:42–44.
- Şaylan, L., Durak, M. ve Çaldağ, B.,** 1998, *Dünya’da ve Türkiye’de Bitki İklim (Bitki Gelişimi Simulasyon) Modelleri*, Tarım ve Orman Meteorolojisi’98 Sempozyumu, 21-23 Ekim 1998, İstanbul, s. 275-283.
- Tayyar, Ş.,** 2005. *Biga koşullarında yetiştirilen farklı ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşit ve hatlarının verim ve bazı kalite özelliklerinin saptanması*. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 18 (3), 405-409.
- Tekin, A.B., Sındır, K.O.,** 2006. Tarımsal Üretimde Hassas Tarım. XI. Türkiye İnternet Konferansı, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.
- Tekin, A., Sındır, K.,** 2007. *Tarımsal Üretimde Hassas Tarım Uygulamaları*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Topaloğlu, F.,** 1999. Seyhan Havzası Akarsularında Taşkınların Büyüklük ve Frekanslarının Tahmini İçin Uygun Bir Yöntemin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi , ADANA .
- Topçu, S. ve Tekinel, O.,** 1994. *Bitki büyümesinin modelleştirilmesi, model tipleri ve kullanım alanları*. Toprak-Su, Sayı: 1, Ankara.
- Tsuji, G., Uehara, G. and Balas, S.,** 1994. *DSSAT version 3*. Univesity of Hawaii, Honolulu, Hawaii.
- Tülücü, K.,** 1988. KT-310 Uygulamalı Hidroloji. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, No:76, ADANA.
- Türker, M. ve Arıkan M.** 2005. *Sequential masking classification of multi-temporal Landsat7 ETM+ images for field-based crop mapping in Karacabey, Turkey*. International Journal of Remote Sensing, 26 (17): 3813-3830.
- Upadhyay, G., Ray, S. S., Panigrahy, S.** 2008. *Derivation of Crop Phenological Parameters using Multi-Date SPOT-VGT-NDVI Data: A Case Study for Punjab*. Journal of Indian Society of Remote Sensing, 36: 37–50.
- Url-1** <<http://www.ttae.gov.tr/index.php/makaleler/yetistirme-teknigi/183-bugday-tar-m>>, alındığı tarih 15.02.2012.
- Url-2** <<http://www.bugday.nedir.com>>, alındığı tarih 15.02.2012.
- Ünal, S.,** 1991. Hububat Teknolojisi, 216 Sayfa, Bornova – İzmir.

- Vogelmann, J. E., Howard, S. M. Yang, L., Larson, C. R., Wylie, B. K., ve Van Driel, J. N.** 2001: Completion of the 1990's National Land Cover Data Set for the conterminous United States. *Photogrammetric Eng. and Remote Sens.*, 67, 650-662.
- Wang, L., Dronova, I., Gong, P., Yang, W., Li, Y., ve Liu, Q.** 2012. A new time-series vegetation-water index of phenological-hydrological trait across species and functional types for Poyang Lake wetland ecosystem, *Remote Sensing of Environment*, 125, pp. 49-63.
- Wilheit, T.,** 2003. The TRMM measuring concept, in Cloud Systems, Hurricanes, and the TRMM, Meteorol. Soc. Monogr., vol. 29, pp. 197-200, Am. Meteorol. Soc., Boston, Mass.
- Wolff, D. B., and co-authors,** 2005. Ground validation for the TRMM. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 22, 365-380.
- Wolf, J. Ve Van Diepen, C. A.,** 1995. *Effects Of Climate Change On Grain Maize Yield Potential In The European Community*, *Clim. Change* 29, 299-331.
- Wulf, H., Bookhagen, B., and Scherler, D.,** 2012. Climatic and Geologic Controls on Suspended Sediment Flux in the Sutlej River Valley, Western Himalaya. *HESS*, 16, 2193 - 2217.
- Wulf, H., Bookhagen, B., and Scherler, D.,** 2010. Seasonal Precipitation Gradients and their Impacts on Fluvial Sediment Flux in the Northwest Himalaya. *Geomorphology*, 118, 13-21.
- Yağdı, K.,** 2004. *Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması*. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1): 11-23.
- Yazar, A., Çevik, B., Tekinel, O., Tülücü, K., Baştuğ, R. ve Kanber, R.,** 1990, *Çukurova Koşullarında Yağmurlama Yöntemiyle Sulanan II. Ürün Soyada Evapotranspirasyon-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi*, *Doğa Tr. Journal of Agriculture and Forestry* 14:181-203.
- Zadoks, J. C., T. T. Chang and C. F. Konzak.** 1974. *A Decimal code for the growth stages of cereals*. *Weed Res.*, 14: 415-421.

EKLER

EK A : Bölge bazında ekili alan, ürün ve fenolojik bilgiler.

EK B : Yüksek çözünürlüklü kamera görüntülerinin analizi.

EK C : Arazi çalışmalarına ait ölçümler.

EK D : NDVI analizleri.

EK E : Çalışmada oluşturulan Matlab kodları.

EK F : Haritalar.

EK G: Parametrelerin ve yüzdebirliklerin mekânsal dağılımları.

EK H:TRMM ekstrem değer – yükseklik ilişkileri.

EK A

Çizelge A.1 : Farklı buğday çeşitlerinin 2001 – 2006 yılları arasında çalışma bölgesindeki farklı ilçelerdeki fenolojik gelişim zamanları.

İstasyon	Bitki	Cinsi	Toprak Hazırlık	Ekim	Çimlenme	3.yaprak	Filizlenme	Kardeşlenme	Başaklanma	Çiçeklenme	Olgunlaşma	Hasat olgunluğu
AKÇAKALE	Buğday		15.10.2005	15.12.2005	19.01.2006	25.02.2006	25.03.2006	10.04.2006	15.05.2006	23.05.2006	10.06.2006	
BİRECİK	Buğday	Dicle - 74	28.10.2001	25.11.2001	12.01.2002	27.02.2002	18.03.2002	23.04.2002	28.04.2002	15.05.2002	10.06.2002	
BİRECİK	Buğday	Dicle - 74	25.10.2002	27.11.2002	10.01.2003	23.02.2003	20.03.2003	27.04.2003	04.05.2003	24.05.2003	15.06.2003	
BİRECİK	Buğday	Dicle - 74	26.10.2003	20.11.2003	15.01.2004	20.02.2004	15.03.2004	24.04.2004	07.05.2004	25.05.2004	18.06.2004	
BİRECİK	Buğday		25.10.2005	10.11.2005	14.01.2006	17.02.2006	15.03.2006	20.04.2006	07.05.2006	21.05.2006	15.06.2006	
BOZOVA	Buğday		15.10.2005	03.12.2005	25.01.2006	28.02.2006	30.03.2006				10.05.2006	30.06.2006
HİLVAN	Buğday		30.11.2005	16.12.2005	20.12.2005	30.01.2006	01.03.2006	01.04.2006	15.04.2006	15.05.2006	15.06.2006	
SİVEREK	Buğday		15.10.2005	25.11.2005	20.01.2006	25.02.2006	15.04.2006	05.05.2006	20.05.2006	05.06.2006		
ŞANLIURFA	Buğday	Kışlık	14.10.2002	31.10.2002	20.03.2003	31.03.2003	17.04.2003	30.04.2003	20.05.2003	31.05.2003	27.06.2003	
ŞANLIURFA	Buğday	Kışlık	18.10.2003	30.10.2003	19.03.2004	31.03.2004	16.04.2004	29.04.2004	18.05.2004	31.05.2004	29.06.2004	
ŞANLIURFA	Buğday		05.11.2005	20.12.2005	23.01.2006	28.02.2006	05.04.2006	28.04.2006	04.05.2006	29.05.2006	10.06.2006	

EK A

Çizelge A.2 : 2010 – 2011 ekim dönemi buğday ekili alanların istasyon ve parsel bilgileri ile fenolojik gelişim başlangıç ve bitiş tarihleri.

İl / İlçe	İstasyon No.	Segment (Parsel)	Dekar	Ürünün Cinsi	Tohum	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi
Şanlıurfa / Hilvan	2. <i>Gürgentepe</i>	2	35	Buğday	Ceyhan 99	17.11.2010	25.06.2011
	4. <i>Balkı Ova</i>	1	100	Buğday	Burgis	17.11.2010	25.06.2011
	5. <i>Uzuncuk Yolu</i>	1	50	Buğday	Burgis	13.11.2010	25.06.2011
	6. <i>Çetinler</i>	1	140	Buğday	Burgis	17.11.2010	18.06.2011
Şanlıurfa / Ceylanpınar	9. <i>Damlacık</i>	1	200	Buğday	Ceyhan 99	24.11.2010	15.06.2011
		2	200	Buğday	Ceyhan 99	24.11.2010	15.06.2011
		3	200	Buğday	Gönen	09.11.2010	09.06.2011
	10. <i>Pınar</i>	1	200	Buğday	Ceyhan 99	26.11.2010	15.06.2011
	11. <i>Beyazkule</i>	3	200	Buğday	Ceyhan 100	12.12.2010	15.06.2011
	12. <i>Maslak</i>	1	185	Buğday	Ceyhan 99	25.11.2010	15.06.2011
		2	200	Buğday	Gönen	25.11.2010	11.06.2011
		3	185	Buğday	Ceyhan 99	25.11.2010	15.06.2011
	13. <i>Ceylan</i>	1	200	Buğday	Tosun bey	08.11.2010	15.06.2011
		2	200	Buğday	Tosun bey	08.11.2010	15.06.2011
Şanlıurfa / Merkez	14. <i>Kuruca</i>	1	4000	Buğday	Ceyhan 99	21.11.2010	15.06.2011
		3	4000	Buğday	Gönen	03.11.2010	09.06.2011
	16. <i>Rumi</i>	2	40	Buğday	Tümü	06.11.2010	19.06.2011
Şanlıurfa / Akçakale	18. <i>Demirören</i>	2	40	Buğday	Tümü	06.11.2010	10.06.2011
	19. <i>Tatnar</i>	1	150	Buğday	Tümü	24.11.2010	10.06.2011
	20. <i>Akçatat</i>	2	50	Buğday	Tümü	06.11.2010	24.06.2011

	21. Gündöner	1	500	Buğday	Tümü	06.11.2010	20.06.2011
Şanlıurfa / Merkez	25. Poyralı	3	42	Buğday		06.10.2011	01.06.2011
Diyarbakır / Dicle Üniversitesi	27. Özerdem	3		Buğday		15.10.2010	09.07.2011
	28. Rektörlük	3		Buğday		15.10.2010	17.06.2011
	30. İskenderoğlu	1	45	Buğday	Sekretorya	15.10.2010	29.06.2011
		2	110	Buğday		15.10.2010	29.06.2011
Mardin / Kızıltepe	34. Çağıl	1	146	Buğday	Güney yıldızı	01.12.2010	19.06.2011
	35. Çevlik	1	160	Buğday	Nurkent	01.11.2010	13.06.2011
		2	400	Buğday	Ceyhan 99	01.12.2010	14.06.2011
	36. Çağıl	2	130	Buğday	Şahinbey	25.12.2010	10.06.2011
	37. Çağıl/2	1	150	Buğday	Şahinbey	25.12.2010	15.06.2011
	38. Akıncı Köyü/1	1	165	Buğday	Svevo	15.12.2010	08.06.2011
		2	190	Buğday	Ceyhan 99	28.11.2010	09.06.2011
	39. Akıncı Köyü/2	1	200	Buğday	Tüten	15.12.2010	11.06.2011
		2	100	Buğday	Svevo	15.12.2010	11.06.2011
Gaziantep / Araban	41. Araban/2	2	360	Buğday	Svevo	11.11.2010	24.06.2011
		3	55	Buğday	Svevo	18.11.2010	23.06.2011
Gaziantep / Nurdağı	43.	1	100	Buğday	Gonya	15.12.2010	29.06.2011
	Mencik	4	100	Buğday	Gonya	15.12.2010	29.06.2011
	45. Sakçagözü/1	1	90	Buğday		15.12.2010	25.06.2011
		3	60	Buğday		15.12.2010	25.06.2011
	46. Sakçagözü/2	1	90	Buğday		15.12.2010	25.06.2011
		3	100	Buğday		15.12.2010	25.06.2011
Gaziantep / Oğuzeli	47. Aydınlı/1	1	90	Buğday		15.12.2011	25.06.2011
	49. Aydınlı/3	1	96	Buğday		15.11.2010	25.06.2011

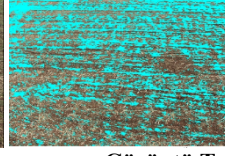
Not: İstasyonlardaki örneklemelerin künye bilgileri çiftçilerin beyanı doğrultusunda hazırlanmıştır.

EK B

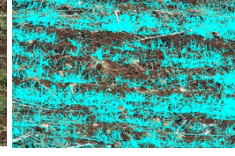
2 NOLU HİLVAN – GÜRGENTEPE İSTASYONU

Görüntü Tarihi: 10.02.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

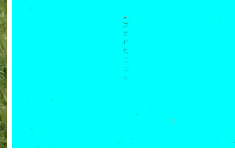
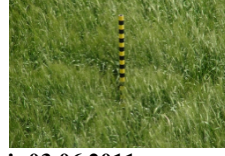


Görüntü Tarihi: 19.05.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



Görüntü Tarihi: 03.06.2011

X1 büyütme

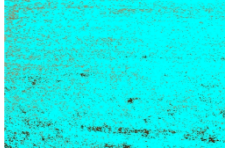


X10 büyütme

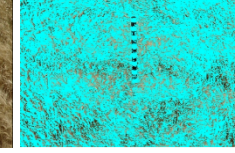


Görüntü Tarihi: 20.06.2011

X1 büyütme



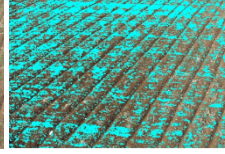
X10 büyütme



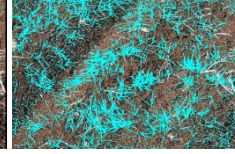
4 NOLU HİLVAN – BALKI OVA İSTASYONU

Görüntü Tarihi: 10.02.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



Görüntü Tarihi: 19.05.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



Görüntü Tarihi: 03.06.2011

X1 büyütme

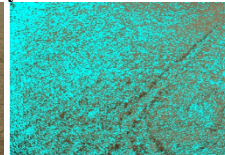


X10 büyütme

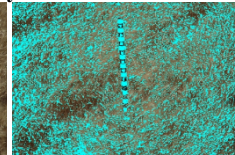
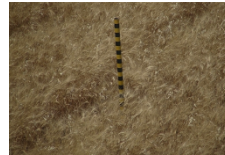


Görüntü Tarihi: 20.06.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

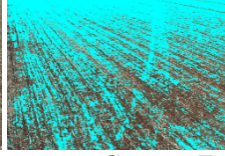


EK B

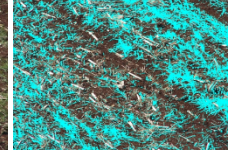
5 NOLU HILVAN – UZUNCUK YOLU İSTASYONU

Görüntü Tarihi: 10.02.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

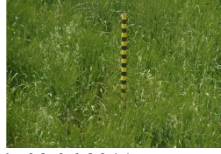


Görüntü Tarihi: 19.05.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



Görüntü Tarihi: 03.06.2011

X1 büyütme

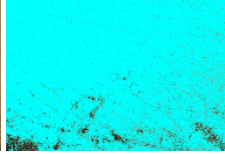


X10 büyütme

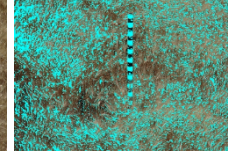


Görüntü Tarihi: 20.06.2011

X1 büyütme



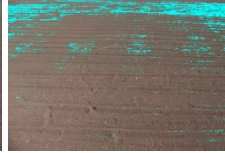
X10 büyütme



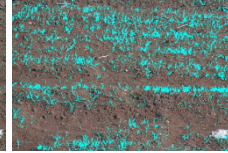
16 NOLU MERKEZ – RUMİ İSTASYONU

Görüntü Tarihi: 10.02.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



Görüntü Tarihi: 19.05.2011

X1 büyütme

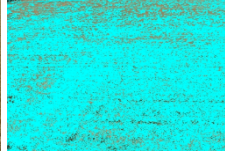


X10 büyütme

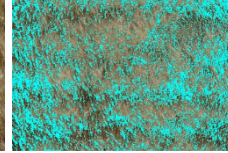


Görüntü Tarihi: 03.06.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



Görüntü Tarihi: 20.06.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

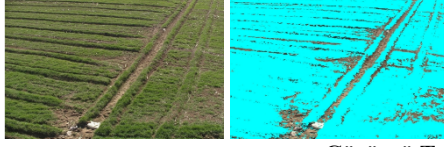


EK B

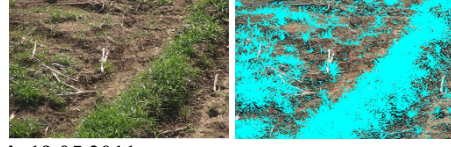
19 NOLU AKÇAKALE – TATNAR İSTASYONU

Görüntü Tarihi: 10.02.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

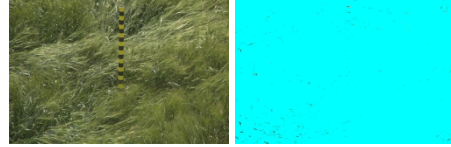


Görüntü Tarihi: 19.05.2011

X1 büyütme

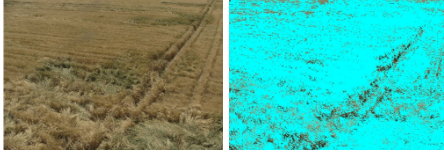


X10 büyütme

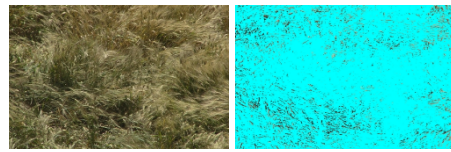


Görüntü Tarihi: 03.06.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

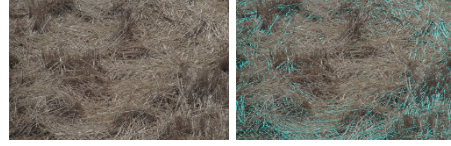


Görüntü Tarihi: 20.06.2011

X1 büyütme



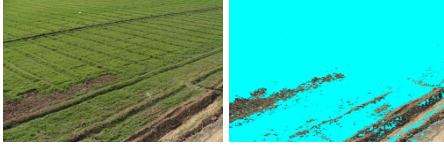
X10 büyütme



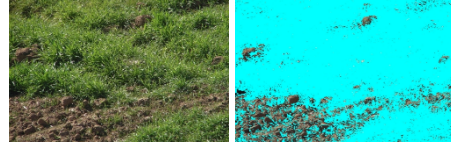
20 NOLU AKÇAKALE – AKÇATAT İSTASYONU

Görüntü Tarihi: 10.02.2011

X1 büyütme

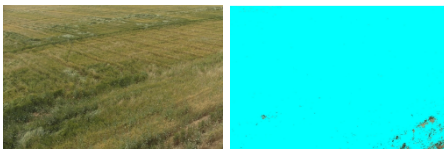


X10 büyütme

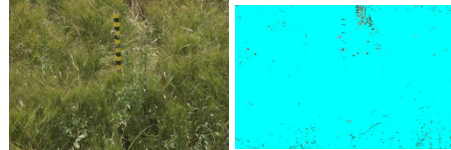


Görüntü Tarihi: 19.05.2011

X1 büyütme



X10 büyütme

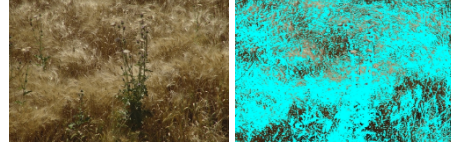


Görüntü Tarihi: 03.06.2011

X1 büyütme

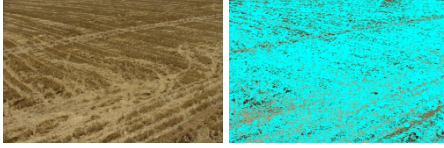


X10 büyütme

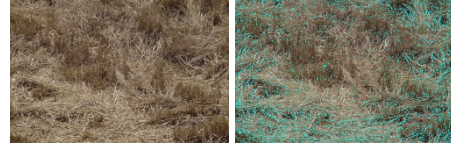


Görüntü Tarihi: 20.06.2011

X1 büyütme



X10 büyütme



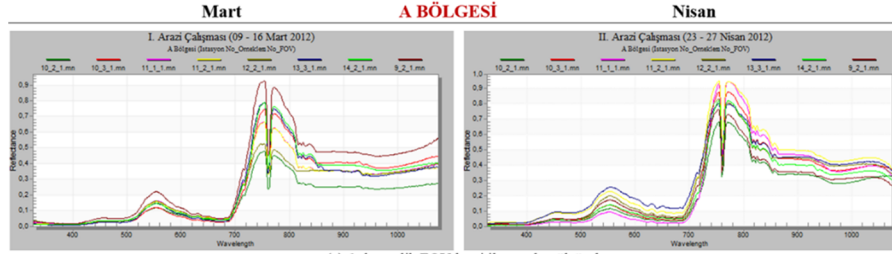
Şekil B.1 : Buğday ekili alanların büyüme sürecinde topraktan ayrıştırılması.

EK C

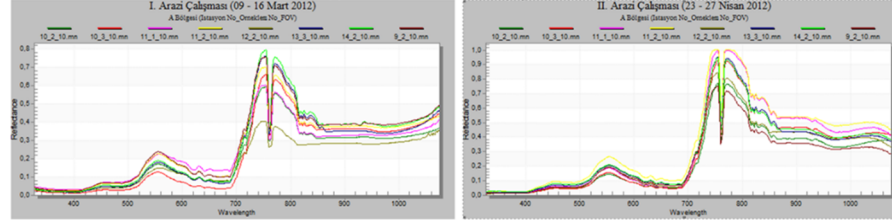
Çizelge C.1 : Arazi çalışmasında belirlenen konumsal ölçümler.

İstasyon No.	İstasyon Adı	İl	İlçe	Örneklem	Arazi Çalışmasında Ölçüm Yapılan Noktaların Koordinatları			Ekili olan bitki	Tohum türü
					X	Y	Z		
1	Yatırtepe	Şanlıurfa	Hilvan	1	500005	4151930	650	Buğday	
				2	499976	4152048	652	Buğday	
				3	500103	4152035	651	Buğday	
2	Gürgentepe	Şanlıurfa	Hilvan	1	499995	4151595	625	Buğday	
				2	499921	4151589	622	Buğday	
				3	-	-	-	-	
3	Araptarlası	Şanlıurfa	Hilvan	1	499795	4151351	624	Buğday	
				2	499854	4151321	623	Buğday	
				3	-	-	-	-	
5	Uzuncukyolu	Şanlıurfa	Hilvan	1	498661	4152242	619	Buğday	
				2	-	-	-	-	
				3	-	-	-	-	
8	Geyikveren	Şanlıurfa	Hilvan	1	499599	4153316	639	Buğday	
				2	499525	4153361	639	Buğday	
				3	-	-	-	-	
9	Damlacık	Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	-	-	-	Mercimek	Fırat87
				2	589106	4092239	440	Buğday	Ceyhan99
				3	-	-	-	Mercimek	Fırat87
10	Pınar	Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	-	-	-	Mercimek	Fırat87
				2	590929	4093446	454	Buğday	Ceyhan99
				3	590994	4093479	457	Buğday	Ceyhan99
11	Beyazkule	Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	590480	4091052	437	Buğday	Ceyhan99
				2	590576	4091132	439	Buğday	Ceyhan99
				3	-	-	-	Mercimek	Fırat87
12	Maslak	Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	-	-	-	Mercimek	Fırat87
				2	587569	4091505	439	Buğday	Ceyhan99
				3	-	-	-	Mercimek	Fırat87
13	Ceylan	Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	-	-	-	Mercimek	Fırat87
				2	-	-	-	Mercimek	Fırat87
				3	586851	4094810	461	Buğday	Ceyhan99
14	Kuruca	Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	-	-	-	Sürülmüş	
				2	582682	4098064	450	Buğday	
				3	-	-	-	Sürülmüş	
15	Yakacık	Şanlıurfa	Merkez	1	-	-	-	-	
				2	-	-	-	-	
				3	493172	4084032	381	Buğday	
16	Rumî	Şanlıurfa	Merkez	1	-	-	-	-	
				2	492952	4083904	381	Buğday	
				3	-	-	-	-	
18	Demirören	Şanlıurfa	Merkez	1	-	-	-	-	
				2	492534	4084128	378	Buğday	
				3	-	-	-	-	
19	Tatnar	Şanlıurfa	Akçakale	1	492165	4063990	358	Buğday	
				2	-	-	-	-	
				3	-	-	-	-	
20	Akçatat	Şanlıurfa	Akçakale	1	491955	4064248	-	Buğday	
				2	-	-	-	-	
				3	-	-	-	-	
21	Gündöner	Şanlıurfa	Akçakale	1	482826	4066698	379	Buğday	
				2	482906	4066776	376	Buğday	
22	Akçagün	Şanlıurfa	Akçakale	1	482940	4066948	380	Buğday	
				2	-	-	-	-	
				3	-	-	-	-	
23	Eyyübiye	Şanlıurfa	Merkez	1	483661	4108661	468	Buğday	
				2	483574	4108625	469	Buğday	
25	Poyralı	Şanlıurfa	Merkez	1	478089	4086017	502	Buğday	
				2	478087	4085958	502	Buğday	
				3	-	-	-	Badem	
57	Kurtini/1	Şanlıurfa	Siverek	1	-	-	-	Sürülmüş	
				2	548236	4147688	830	Buğday	
59	Karakeçi/1	Şanlıurfa	Siverek	1	-	-	-	Sürülmüş	
				2	539026	4137628	693	Buğday	
61	Saadettinköyü/1	Şanlıurfa	Siverek	1	-	-	-	-	
				2	505657	4172611	606	Buğday	
62	Saadettinköyü/2	Şanlıurfa	Siverek	1	506506	4172059	616	Buğday	Yerli Tohum
				2	506456	4172050	618	Buğday	Yerli Tohum
63	Büyükiyaret/1	Şanlıurfa	Suruç	1	453064	4089812	476	Arpa	
				2	453129	4089866	477	Arpa	
64	Büyükiyaret/2	Şanlıurfa	Suruç	1	-	-	-	Arpa	
				2	-	-	-	Arpa	
65	TAGEM/tektek	Şanlıurfa	Akçakale	1	520106	4110976	515	Buğday	
				2	-	-	-	Zeytin	
66	Ziraat Fak.Osman bey kampüsü	Şanlıurfa	Harran	1	500603	4113348	498	Buğday	
				2	500713	4113355	498	Buğday	
				3	500571	4113453	500	Buğday	
67	Urfa/TAGEM	Şanlıurfa	Akçakale	1	483195	4065496	376	Buğday	
				2	-	-	-	-	
74	Bozova/1	Şanlıurfa	Suruç	1	452556	4132391	619	Buğday	
				2	452509	4132488	618	Buğday	
75	Bozova/2	Şanlıurfa	Suruç	1	-	-	-	Fi	
				2	452627	4131983	618	Buğday	

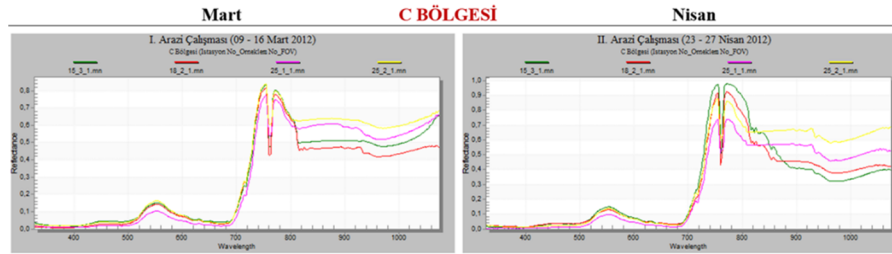
EK C



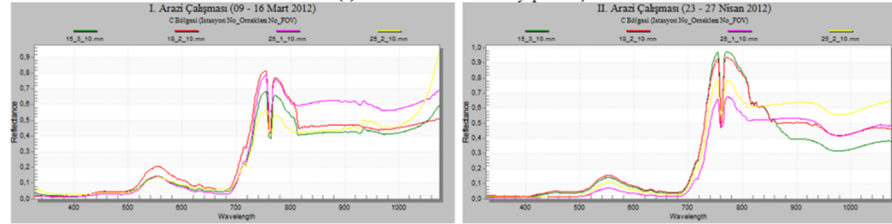
(a) 1 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



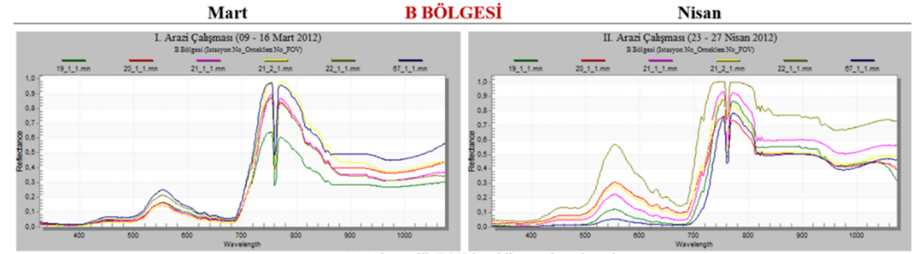
(b) 10 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



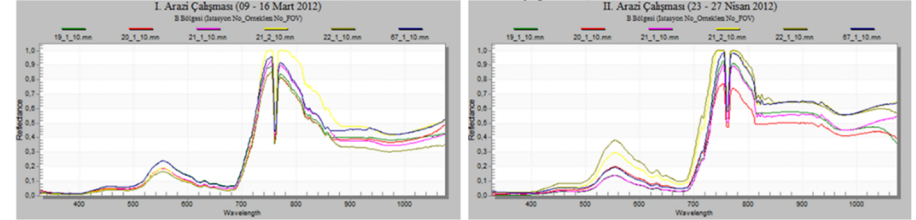
(a) 1 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



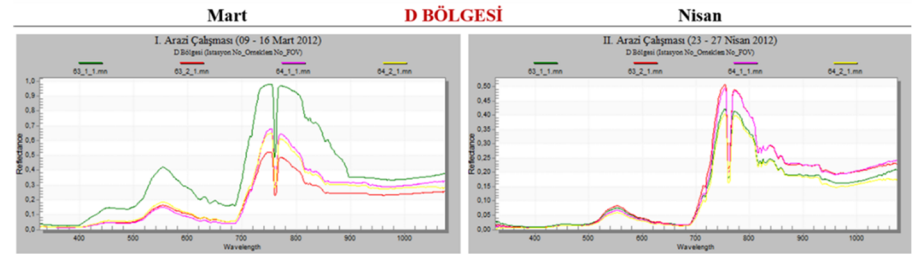
(b) 10 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



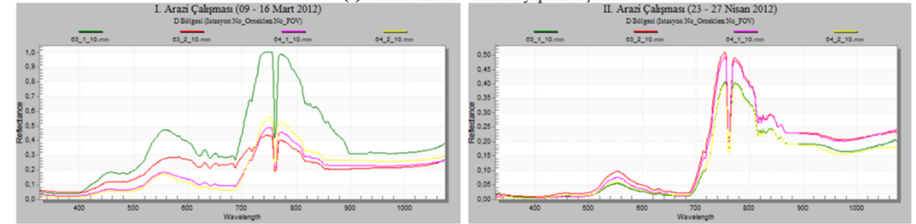
(a) 1 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



(b) 10 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.

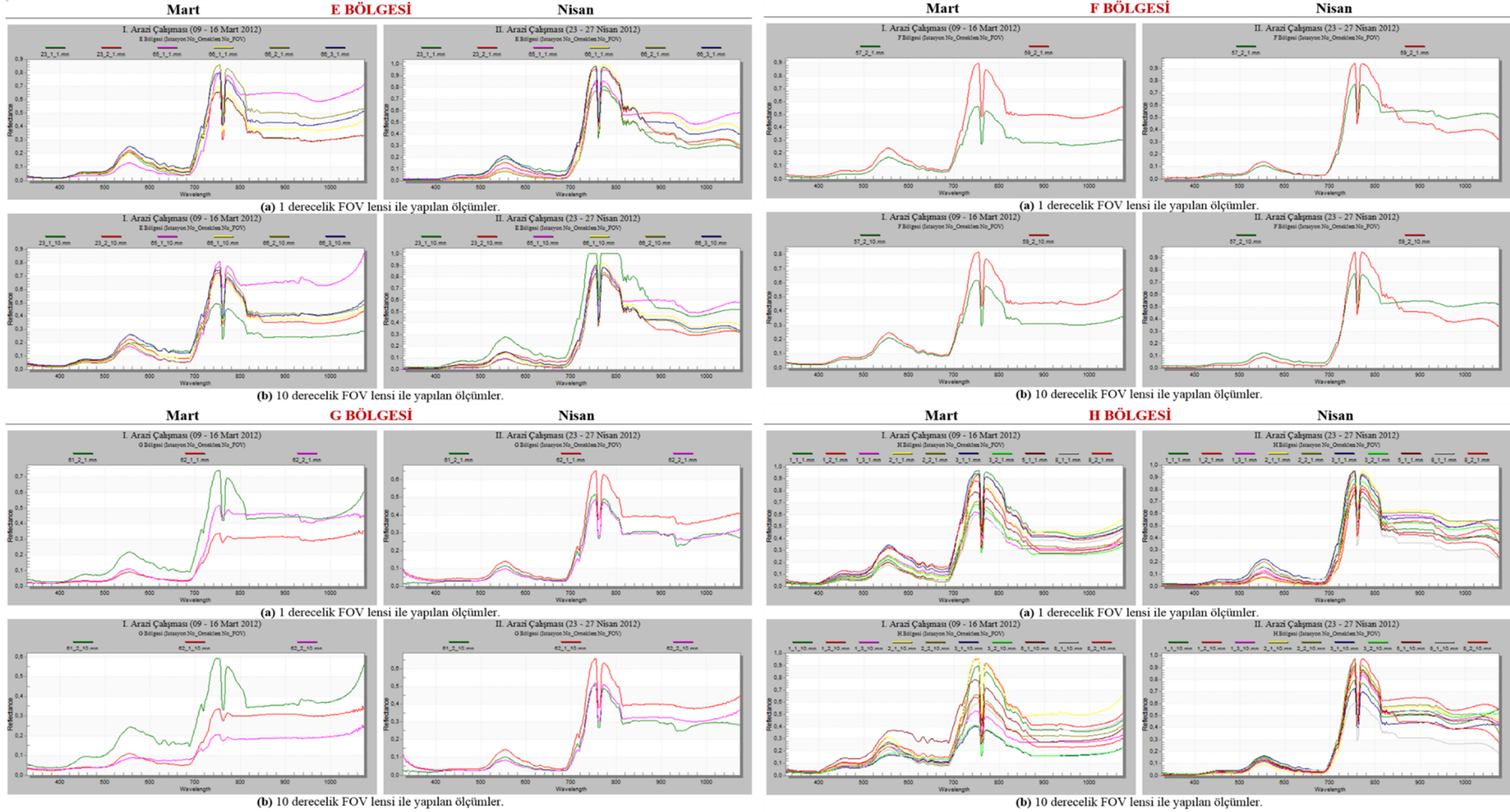


(a) 1 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.



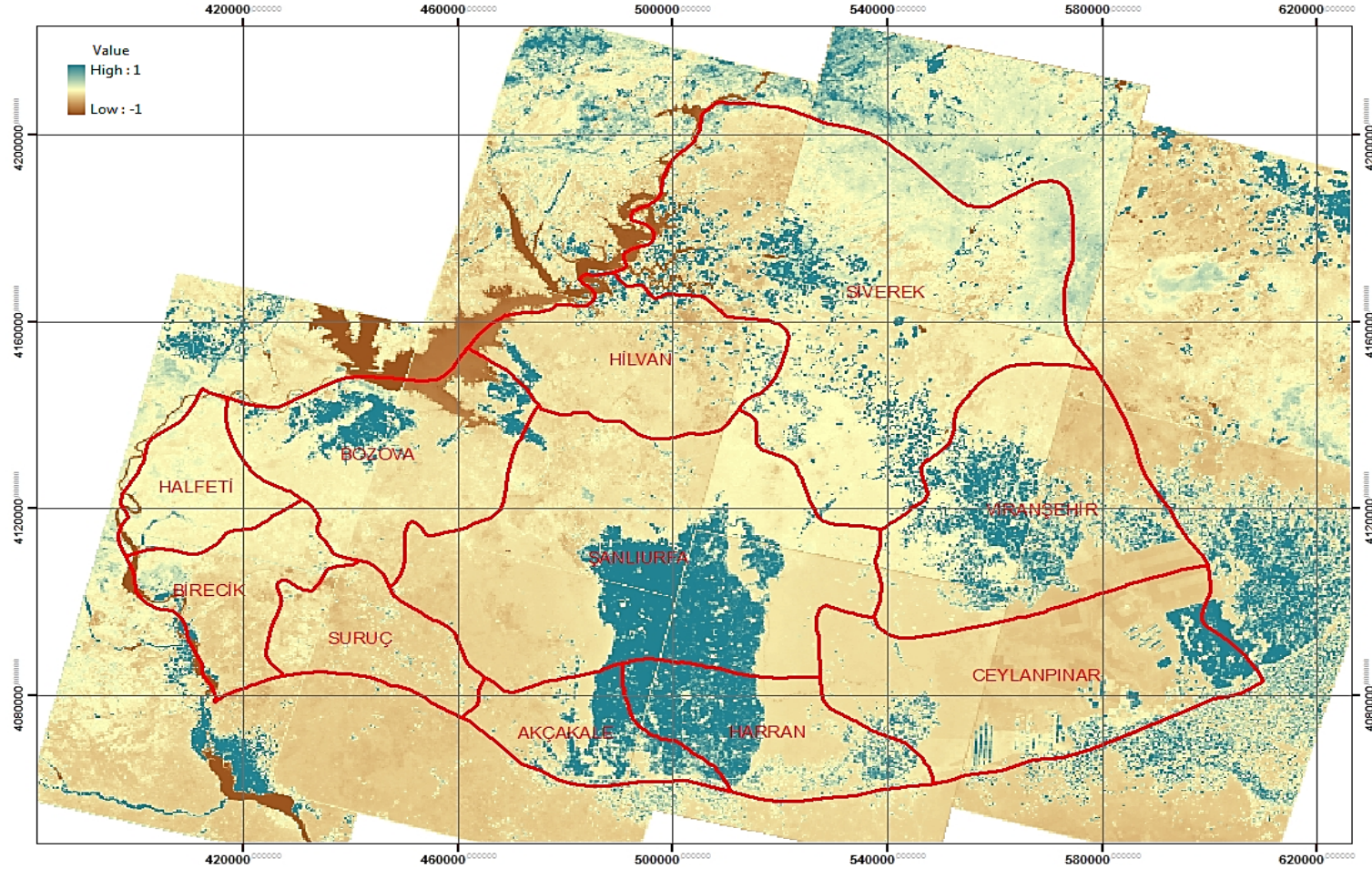
(b) 10 derecelik FOV lensi ile yapılan ölçümler.

EK C



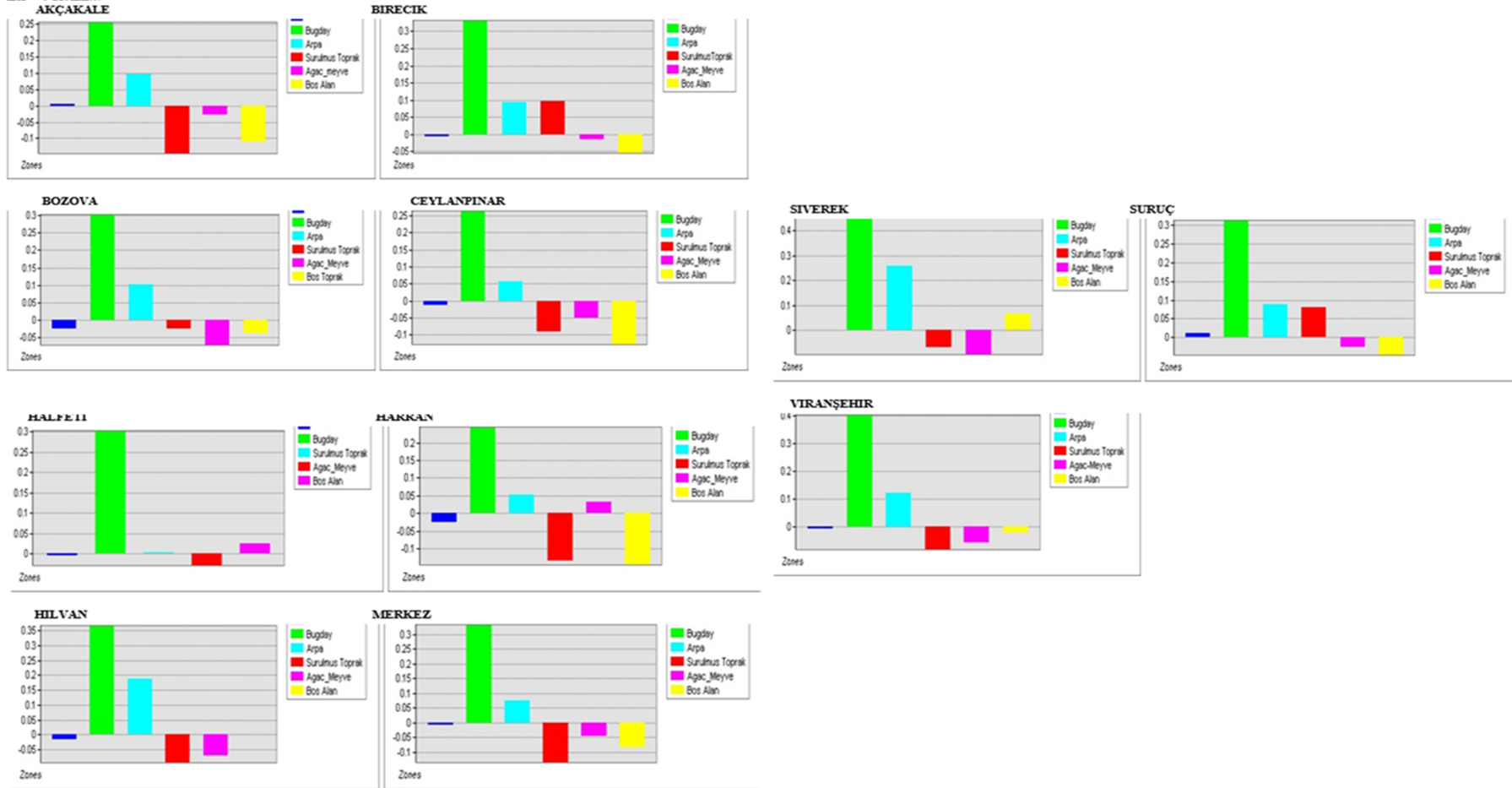
Şekil C.1 : 09 – 16 Mart ve 23 – 27 Nisan 2012 tarihleri arasında Şanlıurfa il sınırları içerisinde yapılan arazi çalışmalarına ait spekro - radyometrik ölçümler.

EK D



Şekil D.1 : Şanlıurfa ili, Ağustos 2010 tarihli SPOT 5 10 mt mekânsal çözünürlüklü uydu verisinden üretilmiş NDVI görüntüsü.

EK D



Şekil D.2 : Şanlıurfa iline bağlı ilçeler için Nisan 2010 tarihli SPOT 5 görüntüsünden üretilmiş ürün bazında NDVI ortalama değerlerin grafik gösterimleri.

EKE

```
%Cross-Spectrum of Daily data
clc
h=suptitle('Cross-Correlation-17968 vs 17270(Daily)');
set(h,'Position',[0.5,-0.01,0]);
y1=Precip_Daily_17968(:,1);
y2=Precip_Daily_17270(:,1);
Dp1=detrend(y1,'linear');
Dp2=detrend(y2,'linear');
[Pxy,w]=cpsd(Dp1,Dp2);
f=w/2/pi;
subplot(3,1,1);plot(f,abs(Pxy))
xlims = [f(1)-0.01 f(end)+0.01];
set(gca,'XLim',xlims);
[maximumPxy,a]=max(Pxy);
T=1/f(a);
Tstr=['T = ' num2str(T,'%5.0f') ' days'];
title(Tstr)
xlabel('Frequency')
ylabel('Power')
legend('Cross-Spectrum (Pxy)')
%Phase Spectrum
phase=angle(Pxy);
subplot(3,1,2);plot(f,phase)
xlims = [f(1)-0.01 f(end)+0.01];
set(gca,'XLim',xlims);
P=abs(phase(a)*6/pi);%2pi for one cycle that is 12 months for our time scale.
Tstr=['Phase = ' num2str(P,'%5.1f') ' months' ];
title(Tstr)
hold on
plot(f(a),phase,'-r','LineWidth',2)
xlabel('Frequency')
ylabel('Phi')
legend('Phase Spectrum','f(max)')
%Coherence
[Cxy,w]=mscohere(Dp1,Dp2);
subplot(3,1,3);plot(f,Cxy)
xlims = [f(1)-0.01 f(end)+0.01];
set(gca,'XLim',xlims);
[maximumCxy,a]=max(Cxy);
T=1/f(a);
Tstr=['T = ' num2str(T,'%5.0f') ' days'];
title(Tstr)
xlabel('Frequency')
ylabel('Power')
legend('Coherence (Cxy)')
[c,lags]=xcorr(y1,y2,'coeff');
figure;
plot(lags, c)
R=corrcoef(y1,y2);
%Export All Daily Precip Data from 1970 to 2013 into structure
SevenStPrecip=struct('StationName',{'Sanliurfa','Siverek',...
'Hilvan','Bozova','Birecik','Ceylanpinar','Akcaakale'},...
'Value',{Precip_Daily_17270,Precip_Daily_17912,Precip_Daily_17914,...
Precip_Daily_17944,Precip_Daily_17966,Precip_Daily_17968,Precip_Daily_17980});
for i=1:7;
    SevenStPrecip(i).start=datestr(SevenStPrecip(i).Value(1,2));
    SevenStPrecip(i).end=datestr(SevenStPrecip(i).Value(end,2));
end
%Select Original Data
DATA=Precip_Daily_17980(:,1);
%Remove Zeros from original data & Use Only wet days.
DATA(DATA==0)=[];
%Identify the percentile.
p95obs_17968=prctile(DATA,95);
%Split the time series for extreme values.
DATA_n=DATA(DATA<p95obs_17968);
DATA_e=DATA(DATA>=p95obs_17968);
binWidth = 2;
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the whole series
binCtrs = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,1); hist(DATA,binCtrs);
counts = hist(DATA,binCtrs);
hold on; prc=line([p95obs_17968 p95obs_17968],[0 max(counts)]);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
set(prc,'Color','magenta','LineWidth',2)
legend('# of Wet Days','%95 Percentile')
xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts)+10]);
title('HISTOGRAM-Whole Data','fontWeight','bold','fontSize',10)
%GAMFIT
paramEsts_gam = gamfit(DATA);
n = length(DATA);
prob = counts / (n * binWidth);
subplot(2,3,4); bar(binCtrs,prob,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
pdfEst_gam = gampdf(xgrid,paramEsts_gam(1),paramEsts_gam(2));
p_gam=line(xgrid,pdfEst_gam);
set(p_gam,'Color','red','LineWidth',2)
hold on
%EVFIT
paramEsts_ev = evfit(DATA);
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev = evpdf(xgrid,paramEsts_ev(1),paramEsts_ev(2));
p_ev=line(xgrid,pdfEst_ev);
set(p_ev,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev = gevfit(DATA);
```

```

xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob)+0.1]);
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev(1),paramEsts_gev(2),paramEsts_gev(3));
p_gev=line(xgrid,pdfEst_gev);
set(p_gev,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Whole Data)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gev p_ev p_gev_n],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the series representing normal intensities.
binCtrs_n = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA_n)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,2); hist(DATA_n,binCtrs_n);
counts_n = hist(DATA_n,binCtrs_n);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
legend('# of Normal Wet Days')
xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts_n)+10]);
title('HISTOGRAM-Normal Intensities (<95 Percentile)','fontweight','bold','fontsize',10)
%GAMFIT
paramEsts_gam_n = gamfit(DATA_n);
n_n = length(DATA_n);
prob_n = counts_n / (n_n * binWidth);
subplot(2,3,5); bar(binCtrs_n,prob_n,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
pdfEst_gam_n = gampdf(xgrid,paramEsts_gam_n(1),paramEsts_gam_n(2));
p_gam_n=line(xgrid,pdfEst_gam_n);
set(p_gam_n,'Color','red','LineWidth',2)
hold on
%EVFIT
paramEsts_ev_n = evfit(DATA_n);
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev_n = evpdf(xgrid,paramEsts_ev_n(1),paramEsts_ev_n(2));
p_ev_n=line(xgrid,pdfEst_ev_n);
set(p_ev_n,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev_n = gevfit(DATA_n);
xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob_n)+0.1]);
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev_n = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev_n(1),paramEsts_gev_n(2),paramEsts_gev_n(3));
p_gev_n=line(xgrid,pdfEst_gev_n);
set(p_gev_n,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Normal)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gam_n p_ev_n p_gev_n],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the series representing extreme intensities.
binCtrs_ex = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA_e)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,3); hist(DATA_e,binCtrs_ex);
counts_ex = hist(DATA_e,binCtrs_ex);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts_ex)+2]);
title('HISTOGRAM-Extreme Intensities (>95 Percentile)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend('# of Extreme Wet Days')
%GAMFIT
paramEsts_gam_ex = gamfit(DATA_e);
n_ex = length(DATA_e);
prob_ex = counts_ex / (n_ex * binWidth);
subplot(2,3,6); bar(binCtrs_ex,prob_ex,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
pdfEst_gam_ex = gampdf(xgrid,paramEsts_gam_ex(1),paramEsts_gam_ex(2));
p_gam_ex=line(xgrid,pdfEst_gam_ex);
set(p_gam_ex,'Color','red','LineWidth',2)
%EVFIT
paramEsts_ev_ex = evfit(DATA_e);
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev_ex = evpdf(xgrid,paramEsts_ev_ex(1),paramEsts_ev_ex(2));
p_ev_ex=line(xgrid,pdfEst_ev_ex);
set(p_ev_ex,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev_ex = gevfit(DATA_e);
xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob_ex)+0.03]);
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev_ex = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev_ex(1),paramEsts_gev_ex(2),paramEsts_gev_ex(3));
p_gev_ex=line(xgrid,pdfEst_gev_ex);
set(p_gev_ex,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Extreme)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gam_ex p_ev_ex p_gev_ex],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%h=suptitle('PDFs for DAILY HUMIDITY (Station #17968)');
%set(h,'Position',[0.5,-0.01,0]);
%Select Original Data
DATA=Humid_Daily_17980(:,1);
%Identify the percentile.
p95obs=prctile(DATA,95);
%Split the time series for extreme values.
DATA_n=DATA(DATA<p95obs);
DATA_e=DATA(DATA>p95obs);
binWidth = 2;
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the whole series
binCtrs = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,1); hist(DATA,binCtrs);
counts = hist(DATA,binCtrs);
hold on; prc=line([p95obs p95obs],[0 max(counts)]);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];

```

```

set(gca,'XLim',xlims);
set(prc,'Color','magenta','LineWidth',2)
legend('# of Days','%95 Percentile')
xlabel('Humidity (%)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts)+10]);
title('HISTOGRAM-Whole Data','fontWeight','bold','fontSize',10)
%GAMFIT
paramEsts_gam = gamfit(DATA);
n = length(DATA);
prob = counts / (n * binWidth);
subplot(2,3,4); bar(binCtrs,prob,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
pdfEst_gam = gampdf(xgrid,paramEsts_gam(1),paramEsts_gam(2));
p_gam=line(xgrid,pdfEst_gam);
set(p_gam,'Color','red','LineWidth',2)
hold on
%EVFIT
paramEsts_ev = evfit(DATA);
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev = evpdf(xgrid,paramEsts_ev(1),paramEsts_ev(2));
p_ev=line(xgrid,pdfEst_ev);
set(p_ev,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev = gevfit(DATA);
xlabel('Humidity (%)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob)+0.01]);
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev(1),paramEsts_gev(2),paramEsts_gev(3));
p_gev=line(xgrid,pdfEst_gev);
set(p_gev,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Whole Data)','fontWeight','bold','fontSize',10)
legend([p_gam p_ev p_gev],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the series representing normal intensities.
binCtrs_n = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA_n)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,2); hist(DATA_n,binCtrs_n);
counts_n = hist(DATA_n,binCtrs_n);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
legend('# of Normal Days')
xlabel('Humidity (%)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts_n)+10]);
title('HISTOGRAM-Normal Intensities(<%95 Percentile)','fontWeight','bold','fontSize',10)
%GAMFIT
paramEsts_gam_n = gamfit(DATA_n);
n_n = length(DATA_n);
prob_n = counts_n / (n_n * binWidth);
subplot(2,3,5); bar(binCtrs_n,prob_n,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
pdfEst_gam_n = gampdf(xgrid,paramEsts_gam_n(1),paramEsts_gam_n(2));
p_gam_n=line(xgrid,pdfEst_gam_n);
set(p_gam_n,'Color','red','LineWidth',2)
hold on
%EVFIT
paramEsts_ev_n = evfit(DATA_n);
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev_n = evpdf(xgrid,paramEsts_ev_n(1),paramEsts_ev_n(2));
p_ev_n=line(xgrid,pdfEst_ev_n);
set(p_ev_n,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev_n = gevfit(DATA_n);
xlabel('Humidity (%)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob_n)+0.01]);
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev_n = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev_n(1),paramEsts_gev_n(2),paramEsts_gev_n(3));
p_gev_n=line(xgrid,pdfEst_gev_n);
set(p_gev_n,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Normal)','fontWeight','bold','fontSize',10)
legend([p_gam_n p_ev_n p_gev_n],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the series representing extreme intensities.
binCtrs_ex = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA_e)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,3); hist(DATA_e,binCtrs_ex);
counts_ex = hist(DATA_e,binCtrs_ex);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
xlabel('Humidity (%)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts_ex)+2]);
title('HISTOGRAM-Extreme Intensities (>%95 Percentile)','fontWeight','bold','fontSize',10)
legend('# of Extreme Humid Days')
%GAMFIT
paramEsts_gam_ex = gamfit(DATA_e);
n_ex = length(DATA_e);
prob_ex = counts_ex / (n_ex * binWidth);
subplot(2,3,6); bar(binCtrs_ex,prob_ex,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
pdfEst_gam_ex = gampdf(xgrid,paramEsts_gam_ex(1),paramEsts_gam_ex(2));
p_gam_ex=line(xgrid,pdfEst_gam_ex);
set(p_gam_ex,'Color','red','LineWidth',2)
%EVFIT
paramEsts_ev_ex = evfit(DATA_e);
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev_ex = evpdf(xgrid,paramEsts_ev_ex(1),paramEsts_ev_ex(2));
p_ev_ex=line(xgrid,pdfEst_ev_ex);
set(p_ev_ex,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev_ex = gevfit(DATA_e);
xlabel('Humidity (%)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob_ex)+0.01]);

```

```

xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev_ex = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev_ex(1),paramEsts_gev_ex(2),paramEsts_gev_ex(3));
p_gev_ex=line(xgrid,pdfEst_gev_ex);
set(p_gev_ex,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Extreme)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gam_ex p_ev_ex p_gev_ex],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%%to add a constant (10 C degree) to avoid having to use with negative values,
for i=1:4017;
    Temp_Daily_17968(i,3)=Temp_Daily_17968(i,1)+10;
end
clc
%h=suptitle('PDFs for DAILY TEMPERATURE(Station #17968)');
%set(h,'Position',[0.5,-0.01,0]);
%Select Original Data
DATA=Temp_Daily_17968(:,3);
%Identify the percentile.
p95obs_17980=prctile(DATA,95);
%Split the time series for extreme values.
DATA_n=DATA(DATA<p95obs_17980);
DATA_e=DATA(DATA>=p95obs_17980);
binWidth = 2;
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the whole series
binCtrs = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,1); hist(DATA,binCtrs);
counts = hist(DATA,binCtrs);
hold on; prc=line([p95obs_17980 p95obs_17980],[0 max(counts)]);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
set(prc,'Color','magenta','LineWidth',2)
legend('# of Days','%95 Percentile')
xlabel('Temperature (^oC)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts)+10]);
title('HISTOGRAM-Whole Data','fontweight','bold','fontsize',10)
%GAMFIT
paramEsts_gam = gamfit(DATA);
n = length(DATA);
prob = counts / (n * binWidth);
subplot(2,3,4); bar(binCtrs,prob,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
pdfEst_gam = gampdf(xgrid,paramEsts_gam(1),paramEsts_gam(2));
p_gam=line(xgrid,pdfEst_gam);
set(p_gam,'Color','red','LineWidth',2)
hold on
%EVFIT
paramEsts_ev = evfit(DATA);
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev = evpdf(xgrid,paramEsts_ev(1),paramEsts_ev(2));
p_ev=line(xgrid,pdfEst_ev);
set(p_ev,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev = gevfit(DATA);
xlabel('Temperature (^oC)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob)+0.02]);
xgrid = linspace(min(DATA)-1,max(DATA)+1,100);
xlims = [min(DATA)-1 max(DATA)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev(1),paramEsts_gev(2),paramEsts_gev(3));
p_gev=line(xgrid,pdfEst_gev);
set(p_gev,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Whole Data)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gam p_ev p_gev],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})
%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the series representing normal intensities.
binCtrs_n = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA_n)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,2); hist(DATA_n,binCtrs_n);
counts_n = hist(DATA_n,binCtrs_n);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
legend('# of Normal Days')
xlabel('Temperature (^oC)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts_n)+10]);
title('HISTOGRAM-Normal Intensities(<95 Percentile)','fontweight','bold','fontsize',10)
%GAMFIT
paramEsts_gam_n = gamfit(DATA_n);
n_n = length(DATA_n);
prob_n = counts_n / (n_n * binWidth);
subplot(2,3,5); bar(binCtrs_n,prob_n,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
pdfEst_gam_n = gampdf(xgrid,paramEsts_gam_n(1),paramEsts_gam_n(2));
p_gam_n=line(xgrid,pdfEst_gam_n);
set(p_gam_n,'Color','red','LineWidth',2)
hold on
%EVFIT
paramEsts_ev_n = evfit(DATA_n);
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_ev_n = evpdf(xgrid,paramEsts_ev_n(1),paramEsts_ev_n(2));
p_ev_n=line(xgrid,pdfEst_ev_n);
set(p_ev_n,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev_n = gevfit(DATA_n);
xlabel('Temperature (^oC)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob_n)+0.02]);
xgrid = linspace(min(DATA_n)-1,max(DATA_n)+1,100);
xlims = [min(DATA_n)-1 max(DATA_n)+1];
set(gca,'XLim',xlims);
pdfEst_gev_n = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev_n(1),paramEsts_gev_n(2),paramEsts_gev_n(3));
p_gev_n=line(xgrid,pdfEst_gev_n);
set(p_gev_n,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Normal)','fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gam_n p_ev_n p_gev_n],{'GAMPDF', 'EVPDF', 'GEVPDF'})

```



```

%Fit GAMMA & EXTREME VALUE distributions to the series representing extreme intensities.
binCtrs_ex = binWidth/2:binWidth:round(max(DATA_e)+0.5);
%HISTOGRAM
subplot(2,3,3); hist(DATA_e,binCtrs_ex);
counts_ex = hist(DATA_e,binCtrs_ex);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'Xlim',xlims);
xlabel('Temperature ('oC)'); ylabel('Frequency'); ylim([0 max(counts_ex)+2]);
title('HISTOGRAM-Extreme Intensities (>95 Percentile)', 'fontweight','bold','fontsize',10)
legend('# of Extreme Hot Days')
%GAMFIT
paramEsts_gam_ex = gamfit(DATA_e);
n_ex = length(DATA_e);
prob_ex = counts_ex / (n_ex * binWidth);
subplot(2,3,6); bar(binCtrs_ex,prob_ex,'hist');
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
pdfEst_gam_ex = gampdf(xgrid,paramEsts_gam_ex(1),paramEsts_gam_ex(2));
p_gam_ex=line(xgrid,pdfEst_gam_ex);
set(p_gam_ex,'Color','red','LineWidth',2)
%EVFIT
paramEsts_ev_ex = evfit(DATA_e);
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'Xlim',xlims);
pdfEst_ev_ex = evpdf(xgrid,paramEsts_ev_ex(1),paramEsts_ev_ex(2));
p_ev_ex=line(xgrid,pdfEst_ev_ex);
set(p_ev_ex,'Color','black','LineWidth',2)
%GEVFIT
paramEsts_gev_ex = gevfit(DATA_e);
xlabel('Temperature ('oC)'); ylabel('Probability Density'); ylim([0 max(prob_ex)+0.4]);
xgrid = linspace(min(DATA_e)-1,max(DATA_e)+1,100);
xlims = [min(DATA_e)-1 max(DATA_e)+1];
set(gca,'Xlim',xlims);
pdfEst_gev_ex = gevpdf(xgrid,paramEsts_gev_ex(1),paramEsts_gev_ex(2),paramEsts_gev_ex(3));
p_gev_ex=line(xgrid,pdfEst_gev_ex);
set(p_gev_ex,'Color','green','LineWidth',2)
title('GAMMA, EV & GEV PDFs (Extreme)', 'fontweight','bold','fontsize',10)
legend([p_gam_ex p_ev_ex p_gev_ex],{'GAMPDF','EVPDF','GEVPDF'})
%Enter Parameter Name(Precip/Humid/Temp)&Station Number
prompt={'Enter Parameter Name:','Enter Station Number:'};
dlg_title='Input for Parameters & Station Numbers';
numlines=1;
defaultanswer={'Precip','17980'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
options.Interpreter='tex';
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,numlines,defaultanswer,options);
P1=char(answer(1,1));
P2=char(answer(2,1));
DATA=eval([P1 '_Daily_' P2]);
%Find the maximum of the years from daily data
j=1;
for i=1:11;
dif_date=datenum(2000+i,12,31)-datenum(2000+i,01,01)+1;
Yearly_Max(i,1)=max(DATA(j:dif_date+j-1,1));
j=j+dif_date;
end
%Sort maximums
Yearly_Max(:,2)=sort(Yearly_Max(:,1));
%CDF of different distributions
%GEV
paramhat_gev=gevfit(Yearly_Max(:,2));
CDF_max_gev=gevcdf(Yearly_Max(:,2),paramhat_gev(1),paramhat_gev(2),paramhat_gev(3));
%GAMMA
paramhat_gam = gamfit(Yearly_Max(:,2));
CDF_max_gam=gamcdf(Yearly_Max(:,2),paramhat_gam(1),paramhat_gam(2));
%EV
paramhat_ev = evfit(Yearly_Max(:,2));
CDF_max_ev=evcdf(Yearly_Max(:,2),paramhat_ev(1),paramhat_ev(2));
%GOODNESS of FIT TESTS
%Kolmogorov-Smirnov
[H,P(1,1),KSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max(:,2),[Yearly_Max(:,2),CDF_max_gev],0.05);
[H,P(1,2),KSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max(:,2),[Yearly_Max(:,2),CDF_max_gam],0.05);
[H,P(1,3),KSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max(:,2),[Yearly_Max(:,2),CDF_max_ev],0.05);
%Chi-Square
[h,P(2,1),st]=chi2gof(Yearly_Max(:,2),'cdf',@ (z) gevcdf(z,paramhat_gev(1),paramhat_gev(2),paramhat_gev(3)), 'nparams',3, 'nbins',45, 'emin',0)
[h,P(2,2),st]=chi2gof(Yearly_Max(:,2),'cdf',@ (z) gamcdf(z,paramhat_gam(1),paramhat_gam(2)), 'nparams',2, 'nbins',45, 'emin',0)
[h,P(2,3),st]=chi2gof(Yearly_Max(:,2),'cdf',@ (z) evcdf(z,paramhat_ev(1),paramhat_ev(2)), 'nparams',2, 'nbins',45, 'emin',0)
%SAVE GOF TEST RESULTS for selected Station
eval(['P_Values_' P1 '_Yearly_Max_' P2], '=P;');
%Calculation of Cumulative Probability
for i=1:length(Yearly_Max);
Yearly_Max(i,3)=i/length(Yearly_Max);
end
%Save maximum as its own name
eval(['P1 '_Yearly_Max_' P2], '=Yearly_Max;');
%CDF Plots
figure(1)
stairs(Yearly_Max(:,2),Yearly_Max(:,3),'k');hold on
plot(Yearly_Max(:,2),CDF_max_gev,'-r*');hold on
plot(Yearly_Max(:,2),CDF_max_gam,'-mo');hold on
plot(Yearly_Max(:,2),CDF_max_ev,'bs');hold on
legend('CDF','GEV','GAM','EV');
title([P1 P2]);
xlabel(P1); ylabel('Probability');hold off
%P-P Plot
figure(2)
subplot(1,3,1);
plot(CDF_max_gev,Yearly_Max(:,3), 'or');hold on
A=plot(CDF_max_gev,CDF_max_gev,'-r');hold on

```

```

legend([A],{'GEV'},'location','SouthEast');
ylabel('Probability');hold off;
subplot(1,3,2);
plot(CDF_max_gam,Yearly_Max(:,3), 'om');hold on
A=plot(CDF_max_gam,CDF_max_gam,'--m');hold on
legend([A],{'GAMMA'},'location','SouthEast');
xlabel('Probability');
title(['P-P Plot' P1 P2]);hold off;
subplot(1,3,3);
plot(CDF_max_ev,Yearly_Max(:,3), 'ob');hold on
A=plot(CDF_max_ev,CDF_max_ev,':b');
legend([A],{'EV'},'location','SouthEast');hold off
%Return Periods (Only for GEV)
ret=1./(1-CDF_max_gev);
ret_d=1./(1-Yearly_Max(:,3));
figure(3)
plot(ret,Yearly_Max(:,2),'r');
grid on;
hold on;
plot(ret_d,Yearly_Max(:,2),'or');
axis([0 2*length(Yearly_Max(:,2)) min(Yearly_Max(:,2)) max(Yearly_Max(:,2))]);
xlabel('Return Periods (years)');
ylabel(['Daily Max' P1]);
legend('GEV ESTIMATED','DATA','location','SouthEast');
title(['Return Period of Daily' P1 'Station #' P2 '(1963 - 2011)'])
hold off;
%Theoretical Precipitations for Return Periods (Hosking 1997)
i=1
for T=[5,10,25,50,100];
TP(1,i)=paramhat_gev(3)+(paramhat_gev(2)/paramhat_gev(1))*(1-(log((T-1)/T))^paramhat_gev(1));
i=i+1
end
%Save TP as its own name
eval(['TP ' P1 ' Yearly_Max ' P2'],'=TP;');
%Plot/View TRMM3B42 V7 data (daily)
load TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY
%select an idx to plot
idx2plot = 100;
timestring = timename_daily(idx2plot,:);
%timestring_num = datenum(timestring); %convert timestring to Matlab number format (makes timeseries plotting
easier)
figure(1), clf
subplot(2,1,1,'align'); s=sprintf('TRMM3B42 V7 - daily - TURKEY: %s', timestring);
imagesc(squeeze(TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY(:,idx2plot)),[0 25]); %limit color scale from 0 to 25 mm/day
title(s), colorbar, axis equal tight
subplot(2,1,2,'align'); s=sprintf('Mean daily rainfall TRMM3B42 V7', timestring);
imagesc(nanmean(TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY, 3),[0 10]); %limit color scale from 0 to 10 mm/day
title(s), colorbar, axis equal tight
%% Extract time series at a geographic coordinate (area will work, too)
%coordinate information are stored in start_latitude and stop_latitude
%(same for longitude)
clc
load TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY
luc_lat=38.125; rlc_lat=36.625;
luc_lon=37.625; rlc_lon=40.375;
TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY=double(TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY);%make double
lat_TURKEY=double(lat_TURKEY);
lon_TURKEY=double(lon_TURKEY);
[idx_x, idx_y] = find(luc_lat >= lat_TURKEY & rlc_lat <= lat_TURKEY & rlc_lon >= lon_TURKEY & luc_lon <=
lon_TURKEY);
k=1;
for i=1:length(idx_x);
point_ts(:,k) = squeeze(TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY(idx_x(i), idx_y(i),:)); %extract time series ts for
coordinate
k=k+1;
end
timename_daily_num = datenum(timename_daily); %convert daily time string to Matlab number format
%truncate point_ts to length of timename_daily_num
%last values of point_ts are NaN (to fill in the rest of 2012 or any given year)
point_ts(5205:length(point_ts),:) = [];%instead of 5205 use timename_daily_num+1
timename_daily_num(5205:length(timename_daily_num),:)=[];
figure(1), clf
plot(timename_daily_num, point_ts(:,76), '+-'), grid, xlabel('time (month/year)'), ylabel('rainfall (mm/day)');
datetick('x','mm/yy')
for i=1:84
DATA=point_ts(:,i);
%Remove Zeros & all data < 0.1mm/day from original data & Use Only wet days.
DATA(DATA<0.1)=[];
%Identify the percentile array.
p95obs(i)=prctile(DATA,95);
%Split the time series for extreme values.
DATA_n=DATA(DATA<p95obs(i));
DATA_e=DATA(DATA>=p95obs(i));
%GAMFIT
paramEsts_gam(i,:) = gamfit(DATA);
%EVFIT
paramEsts_ev(i,:) = evfit(DATA);
%GEVFIT
paramEsts_gev(i,:) = gevfit(DATA);
%GAMFIT
paramEsts_gam_n(i,:) = gamfit(DATA_n);
%EVFIT
paramEsts_ev_n(i,:) = evfit(DATA_n);
%GEVFIT
paramEsts_gev_n(i,:) = gevfit(DATA_n);
%GAMFIT
paramEsts_gam_ex(i,:) = gamfit(DATA_e);
%EVFIT
paramEsts_ev_ex(i,:) = evfit(DATA_e);
%GEVFIT
paramEsts_gev_ex(i,:) = gevfit(DATA_e);
end
p95_r=reshape(p95obs,7,12);

```

```

figure(2), clf
subplot(2,1,1,'align'); s=sprintf('TRMM3B42V7-daily-1998-2012-STUDY REGION - 95 Percentile');
imagesc(p95_r,[15 36]); %limit color scale from 0 to 25 mm/day
set(gca,'YTick',[1 4 7],'YTickLabel',fliplr([36.625 37.375 38.125] ))
set(gca,'XTick',[1 7 12],'XTickLabel',[37.625 39.125 40.375] )
title(s), colorbar, axis equal tight
subplot(2,1,2,'align'); s=sprintf('Contour Plot ');
contourf(p95_r,[15:1:36]); %limit color scale from 0 to 25 mm/day
set(gca,'YDir','reverse','YTick',[1 4 7],'YTickLabel',fliplr([36.625 37.375 38.125] ))
set(gca,'XTick',[1 7 12],'XTickLabel',[37.625 39.125 40.375] )
title(s), colorbar, axis equal tight
%Return Periods
load TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY
TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY=double(TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY);%make double
lat_TURKEY=double(lat_TURKEY);
lon_TURKEY=double(lon_TURKEY);
%Enter Parameter Name(Precip/Humid/Temp)&Station Number
prompt={'Enter Latitude:','Enter Longitude:'};
dlg_title='Input for Coordinates';
numlines=1;
defaultanswer={'38.125','37.625'};
options.Resize='on';
options.WindowStyle='normal';
options.Interpreter='tex';
answer=inputdlg(prompt,dlg_title,numlines,defaultanswer,options);
L1=char(answer(1,1));
L2=char(answer(2,1));
P1=str2num(L1);
P2=str2num(L2);
radius = 0.125;
[idx_lat, idx_lon] = find(P1-radius <= lat_TURKEY & P1+radius > lat_TURKEY & P2-radius <= lon_TURKEY & P2+radius > lon_TURKEY);
DATA = squeeze(TRMM3B42V7_daily_1998_2012_TURKEY(idx_lat(1), idx_lon(1),:));
%%DATA=eval([P1 'Daily_' P2]);
%Find the maximums of the years from TRMM daily data
j=1;
for i=1:15;
dif_date=datenum(1997+i,12,31)-datenum(1997+i,01,01)+1;
Yearly_Max(i,1)=max(DATA(j:dif_date+j-1,1));
j=j+dif_date;
end
%Sort maximums
Yearly_Max(:,2)=sort(Yearly_Max(:,1));
%CDF of different distributions
%GEV
paramhat_gev=gevfit(Yearly_Max(:,2));
CDF_max_gev=gevcdf(Yearly_Max(:,2),paramhat_gev(1),paramhat_gev(2),paramhat_gev(3));
%GAMMA
paramhat_gam = gamfit(Yearly_Max(:,2));
CDF_max_gam=gamcdf(Yearly_Max(:,2),paramhat_gam(1),paramhat_gam(2));
%EV
paramhat_ev = evfit(Yearly_Max(:,2));
CDF_max_ev=evcdf(Yearly_Max(:,2),paramhat_ev(1),paramhat_ev(2));
%GOODNESS of FIT TESTS
%Kolmogorov-Smirnov
[H,P(1,1),KSSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max(:,2),[Yearly_Max(:,2),CDF_max_gev],0.05);
[H,P(1,2),KSSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max(:,2),[Yearly_Max(:,2),CDF_max_gam],0.05);
[H,P(1,3),KSSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max(:,2),[Yearly_Max(:,2),CDF_max_ev],0.05);
%Chi-Square
[h,P(2,1),st]=chi2gof(Yearly_Max(:,2),'cdf',@ (z) gevcdf(z,paramhat_gev(1),paramhat_gev(2),paramhat_gev(3)), 'nparams',3,'nbins',45,'emin',0);
[h,P(2,2),st]=chi2gof(Yearly_Max(:,2),'cdf',@ (z) gamcdf(z,paramhat_gam(1),paramhat_gam(2)), 'nparams',2,'nbins',45,'emin',0);
[h,P(2,3),st]=chi2gof(Yearly_Max(:,2),'cdf',@ (z) evcdf(z,paramhat_ev(1),paramhat_ev(2)), 'nparams',2,'nbins',45,'emin',0);
%SAVE GOF TEST RESULTS for selected Station
eval(['P_Values_Pixel'],'=P;');
%Calculation of Cumulative Probability
for i=1:length(Yearly_Max);
Yearly_Max(i,3)=i/length(Yearly_Max);
end
%Save maximum as its own name
eval(['Yearly_Max_Pixel'],'=Yearly_Max;');
%CDF Plots
figure(1)
stairs(Yearly_Max(:,2),Yearly_Max(:,3),'k');hold on
plot(Yearly_Max(:,2),CDF_max_gev,'-r*');hold on
plot(Yearly_Max(:,2),CDF_max_gam,'--m');hold on
plot(Yearly_Max(:,2),CDF_max_ev,':bs');hold on
legend('CDF','GEV','GAM','EV');
title(['Lat:' L1 ' ' 'Lon:' L2]);
xlabel('Precipitation (mm)'); ylabel('Probability');hold off
%P-P Plot
figure (2)
subplot(1,3,1);
plot(CDF_max_gev,Yearly_Max(:,3), 'or');hold on
A=plot(CDF_max_gev,CDF_max_gev,'-r');hold on
legend(A,{'GEV'},'location','SouthEast');
ylabel('Probability');hold off;
subplot(1,3,2);
plot(CDF_max_gam,Yearly_Max(:,3), 'om');hold on
A=plot(CDF_max_gam,CDF_max_gam,'--m');hold on
legend(A,{'GAMMA'},'location','SouthEast');
xlabel('Probability');
title(['P-P Plot' ' ' 'Lat:' L1 ' ' 'Lon:' L2]);hold off;
subplot(1,3,3);
plot(CDF_max_ev,Yearly_Max(:,3), 'ob');hold on
A=plot(CDF_max_ev,CDF_max_ev,':b');
legend(A,{'EV'},'location','SouthEast');hold off
%Return Periods (%Select the best dist. using P-Values)
ret=1./(1-CDF_max_gev);
ret_d=1./(1-Yearly_Max(:,3));
figure(3)

```

```

plot(ret,Yearly_Max(:,2),'r');
grid on;
hold on;
plot(ret_d,Yearly_Max(:,2),'or');
axis([0 2*length(Yearly_Max(:,2)) min(Yearly_Max(:,2)) max(Yearly_Max(:,2))]);
xlabel('Return Periods (years)');
ylabel(['Max. Daily Precipitation']);
legend('GEV ESTIMATED','DATA','Location','SouthEast');
title(['Return Period of Daily TRMM Data(1998 - 2012)' '___' 'Lat:' L1 '___' 'Lon:' L2 ''])
hold off;
%Parameters and Percentiles Mapshow
for i=1:7;
DATA=SevenStPrecip(i).Station_vs_TRMM_98_12(:,1);
DATA(isnan(DATA))=0;
DATA(DATA<0.1)=[];
paramEsts_gev_ST = gevfit(DATA);
SevenStPrecip(i).GEVShapeST_98_12=paramEsts_gev_ST(1);
SevenStPrecip(i).GEVScaleST_98_12=paramEsts_gev_ST(2);
SevenStPrecip(i).GEVLocationST_98_12=paramEsts_gev_ST(3);
DATA=[];
end
load('C:\Users\ORKANSSD\Desktop\ORKAN\071513\TRMMUrfaDaily_cropped.mat')
%SHAPE
figure(1);
mapshow(TRMM_Urfa_Lon_r,TRMM_Urfa_Lat_r,GEVShapeTRMM_re,'DisplayType','contour','ShowText','on');
hleg=legend('TRMM Urfa Daily Data');hold on;
h=suptitle('GEV Shape Parameter of Daily Station vs Daily TRMM Precipitation (1998-2012)');
set(h,'Position',[0.5,-0.08,0]);set(hleg,'Location','NorthEast')
for i=1:7;
scatter(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat, 100,SevenStPrecip(1,i).GEVShapeST_98_12,'filled')
if i<=10;
text(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat,SevenStPrecip(1,i).StationName,'horiz','center','vert','bottom');
else
text(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat,SevenStPrecip(1,i).StationName,'horiz','left','vert','top');
end
hold on;
A(i)=SevenStPrecip(1,i).GEVShapeST;
end
hcb = colorbar('southoutside');
caxis([min(A) max(A)])
set(get(hcb,'Xlabel'),'String','GEV Shape Parameter')
set(hcb,'Position',[.265,.058,.5,.01]);
A=[];
%SCALE
figure(2);
mapshow(TRMM_Urfa_Lon_r,TRMM_Urfa_Lat_r,GEVScaleTRMM_re,'DisplayType','contour','ShowText','on');
hleg=legend('TRMM Urfa Daily Data');hold on;
h=suptitle('GEV Scale Parameter of Daily Station vs Daily TRMM Precipitation (1998-2012)');
set(h,'Position',[0.5,-0.08,0]);set(hleg,'Location','NorthEast')
for i=1:7;
scatter(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat, 100,SevenStPrecip(1,i).GEVScaleST_98_12,'filled')
if i<=10;
text(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat,SevenStPrecip(1,i).StationName,'horiz','center','vert','bottom');
else
text(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat,SevenStPrecip(1,i).StationName,'horiz','left','vert','top');
end
hold on;
A(i)=SevenStPrecip(1,i).GEVScaleST;
end
hcb = colorbar('southoutside');
caxis([min(A) max(A)])
set(get(hcb,'Xlabel'),'String','GEV Scale Parameter')
set(hcb,'Position',[.265,.058,.5,.01]);
A=[];
%LOCATION
figure(3);
mapshow(TRMM_Urfa_Lon_r,TRMM_Urfa_Lat_r,GEVLocationTRMM_re,'DisplayType','contour','ShowText','on');
hleg=legend('TRMM Urfa Daily Data');hold on;
h=suptitle('GEV Location Parameter of Daily Station vs Daily TRMM Precipitation (1998-2012)');
set(h,'Position',[0.5,-0.08,0]);set(hleg,'Location','NorthEast')
for i=1:7;
scatter(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat, 100,SevenStPrecip(1,i).GEVLocationST_98_12,'filled')
if i<=10;
text(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat,SevenStPrecip(1,i).StationName,'horiz','center','vert','bottom');
else
text(SevenStPrecip(1,i).Lon,SevenStPrecip(1,i).Lat,SevenStPrecip(1,i).StationName,'horiz','left','vert','top');
end
hold on;
A(i)=SevenStPrecip(1,i).GEVLocationST;
end
hcb = colorbar('southoutside');
caxis([min(A) max(A)])
set(get(hcb,'Xlabel'),'String','GEV Location Parameter')
set(hcb,'Position',[.265,.058,.5,.01]);
%FIRST SET DATE INTERVALS
for i=1:7;
DATA_St=SevenStPrecip(i).Value(:,1);
date=SevenStPrecip(i).Value(:,2);
[idx]=find(date>= datenum(1999,01,01,00,00) & date<datenum(1999,01,01,00,59,00));
[idy]=find(date>=datenum(2012,12,31,00,00,00) & date<datenum(2013,01,01,00,00,00));
DATA_St=DATA_St(idx(1):idy(1),:);
DATA_St(isnan(DATA_St))=0;
%%Find the maximum of the years from daily data
j=1;
for k=1:15;
dif_date_st=(datenum(1998+k,12,31)-datenum(1998+k,01,01)+1);
try
Yearly_Max_St_99_12(k,1)=max(DATA_St(j:dif_date_st+j-1,1));
catch
disp('Index exceeds matrix dimensions.');
```



```

set(hleg1,'Orientation','Vertical')
%set(hleg1, 'Position', [.25,.05,.5,.001]);
set(hleg1, 'Position', [-.05,.56,.3,.4]);
%Return Periods Stations vs TRMM
%load('SevenStPrecip.mat');
h=suptitle('Return Periods of Daily Station Data vs Daily TRMM Data (Using 1998 - 2012 Timescale)');
set(h,'Position',[0.5,-0.03,0]);
%STATION DATA
for i=1:7;
    DATA_St=SevenStPrecip(i).Station vs TRMM_98_12(:,1);
    DATA_TRMMDaily=SevenStPrecip(i).Station vs TRMM_98_12(:,2);
    date=SevenStPrecip(i).Station vs TRMM_98_12(:,3);
    [idx]=find(date>= datenum(1998,01,01,00,00,00) & date<datenum(1998,01,01,00,59,00));
    [idy]=find(date>=datenum(2012,01,01,00,00,00) & date<datenum(2012,01,01,00,59,00));
    DATA_St=DATA_St(idx(1):idy(1),:);
    DATA_St(isnan(DATA_St))=0;
    DATA_TRMMDaily=DATA_TRMMDaily(idy(1):idy(1),:);
    DATA_TRMMDaily(isnan(DATA_TRMMDaily))=0;
    %%Find the maximum of the years from daily data
    j=1;
    for k=1:14;
        dif_date_st=(datenum(1997+k,12,31)-datenum(1997+k,01,01)+1);
        try
            Yearly_Max_St_98_12(k,1)=max(DATA_St(j:dif_date_st+j-1,1));
            Yearly_Max_TRMMDaily(k,1)=max(DATA_TRMMDaily(j:dif_date_st+j-1,1));
        catch
            disp('Index exceeds matrix dimensions. ');
            disp('Execution will continue. ');
        end
        j=j+dif_date_st;
    end
    %%Sort maximums
    Yearly_Max_St_98_12(:,2)=sort(Yearly_Max_St_98_12(:,1));
    Yearly_Max_TRMMDaily(:,2)=sort(Yearly_Max_TRMMDaily(:,1));
    %%CDF of different distributions
    %%GEV
    paramhat_gev=gevfit(Yearly_Max_St_98_12(:,2));
    CDF_max_gev=gevcdf(Yearly_Max_St_98_12(:,2),paramhat_gev(1),paramhat_gev(2),paramhat_gev(3));
    paramhat_gev_TRMMDaily=gevfit(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2));
    CDF_max_gev_TRMMDaily=gevcdf(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),paramhat_gev_TRMMDaily(1),paramhat_gev_TRMMDaily(2),paramha
t_gev_TRMMDaily(3));
    %%GAMMA
    paramhat_gam = gamfit(Yearly_Max_St_98_12(:,2));
    CDF_max_gam=gamcdf(Yearly_Max_St_98_12(:,2),paramhat_gam(1),paramhat_gam(2));
    paramhat_gam_TRMMDaily = gamfit(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2));
    CDF_max_gam_TRMMDaily=gamcdf(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),paramhat_gam_TRMMDaily(1),paramhat_gam_TRMMDaily(2));
    %%EV
    paramhat_ev = evfit(Yearly_Max_St_98_12(:,2));
    CDF_max_ev=evcdf(Yearly_Max_St_98_12(:,2),paramhat_ev(1),paramhat_ev(2));
    paramhat_ev_TRMMDaily = evfit(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2));
    CDF_max_ev_TRMMDaily=evcdf(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),paramhat_ev_TRMMDaily(1),paramhat_ev_TRMMDaily(2));
    %%GOODNESS of FIT TESTS
    %%Kolmogorov-Simirnov
    [H,P_98_12(1,1),KSSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max_St_98_12(:,2),[Yearly_Max_St_98_12(:,2),CDF_max_gev],0.05);
    [H,P_98_12(1,2),KSSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max_St_98_12(:,2),[Yearly_Max_St_98_12(:,2),CDF_max_gam],0.05);
    [H,P_98_12(1,3),KSSTAT,CV] = kstest(Yearly_Max_St_98_12(:,2),[Yearly_Max_St_98_12(:,2),CDF_max_ev],0.05);
    [H,P_TRMMDaily(1,1),KSSTAT,CV] =
    kstest(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),[Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),CDF_max_gev_TRMMDaily],0.05);
    [H,P_TRMMDaily(1,2),KSSTAT,CV] =
    kstest(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),[Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),CDF_max_gam_TRMMDaily],0.05);
    [H,P_TRMMDaily(1,3),KSSTAT,CV] =
    kstest(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),[Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),CDF_max_ev_TRMMDaily],0.05);
    %%Chi-Square
    [h,P_98_12(2,1),st]=chi2gof(Yearly_Max_St_98_12(:,2),'cdf',@ (z)gevcdf(z,paramhat_gev(1),paramhat_gev(2),paramhat_g
ev(3)),'nparams',3,'nbins',45,'emin',0);
    [h,P_98_12(2,2),st]=chi2gof(Yearly_Max_St_98_12(:,2),'cdf',@ (z)gamcdf(z,paramhat_gam(1),paramhat_gam(2)),'nparams'
,2,'nbins',45,'emin',0);
    [h,P_98_12(2,3),st]=chi2gof(Yearly_Max_St_98_12(:,2),'cdf',@ (z)evcdf(z,paramhat_ev(1),paramhat_ev(2)),'nparams',2,
'nbins',45,'emin',0);
    [h,P_TRMMDaily(2,1),st]=chi2gof(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),'cdf',@ (z)gevcdf(z,paramhat_gev_TRMMDaily(1),paramhat_ge
v_TRMMDaily(2),paramhat_gev_TRMMDaily(3)),'nparams',3,'nbins',45,'emin',0);
    [h,P_TRMMDaily(2,2),st]=chi2gof(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),'cdf',@ (z)gamcdf(z,paramhat_gam_TRMMDaily(1),paramhat_ga
m_TRMMDaily(2)),'nparams',2,'nbins',45,'emin',0);
    [h,P_TRMMDaily(2,3),st]=chi2gof(Yearly_Max_TRMMDaily(:,2),'cdf',@ (z)evcdf(z,paramhat_ev_TRMMDaily(1),paramhat_ev_T
RMMDaily(2)),'nparams',2,'nbins',45,'emin',0);
    %%SAVE GOF TEST RESULTS for selected Stations
    SevenStPrecip(i).Pvalues_St9812=P_98_12;
    SevenStPrecip(i).Pvalues_TRMMDaily=P_TRMMDaily;
    %%Calculation of Cumulative Probability
    for m=1:length(Yearly_Max_St_98_12);
        Yearly_Max_St_98_12(m,3)=m/length(Yearly_Max_St_98_12);
        Yearly_Max_TRMMDaily(m,3)=m/length(Yearly_Max_TRMMDaily);
    end
    %%Save maximum as its own name
    SevenStPrecip(i).Yearly_max_St9812=Yearly_Max_St_98_12;
    SevenStPrecip(i).Yearly_max_TRMMDaily=Yearly_Max_TRMMDaily;
    %%Return Periods
    if max(max(P_98_12))==P_98_12(1,1) || max(max(P_98_12))==P_98_12(2,1)
        SevenStPrecip(i).ret_St9812=1./(1-CDF_max_gev); SevenStPrecip(i).BestFit9812= 'GEV';
    else if max(max(P_98_12))==P_98_12(1,2) || max(max(P_98_12))==P_98_12(2,2)
        SevenStPrecip(i).ret_St9812=1./(1-CDF_max_gam); SevenStPrecip(i).BestFit9812= 'GAMMA';
    else if max(max(P_98_12))==P_98_12(1,3) || max(max(P_98_12))==P_98_12(2,3)
        SevenStPrecip(i).ret_St9812=1./(1-CDF_max_ev); SevenStPrecip(i).BestFit9812= 'EV';
    end
end
%%Return Periods TRMMDaily
if max(max(P_TRMMDaily))==P_TRMMDaily(1,1) || max(max(P_TRMMDaily))==P_TRMMDaily(2,1)
    SevenStPrecip(i).ret_TRMMDaily=1./(1-CDF_max_gev_TRMMDaily); SevenStPrecip(i).BestFitTRMM= 'GEV';
else if max(max(P_TRMMDaily))==P_TRMMDaily(1,2) || max(max(P_TRMMDaily))==P_TRMMDaily(2,2)
    SevenStPrecip(i).ret_TRMMDaily=1./(1-CDF_max_gam_TRMMDaily); SevenStPrecip(i).BestFitTRMM= 'GAMMA';
else if max(max(P_TRMMDaily))==P_TRMMDaily(1,3) || max(max(P_TRMMDaily))==P_TRMMDaily(2,3)
    SevenStPrecip(i).ret_TRMMDaily=1./(1-CDF_max_ev_TRMMDaily); SevenStPrecip(i).BestFitTRMM= 'EV';
end

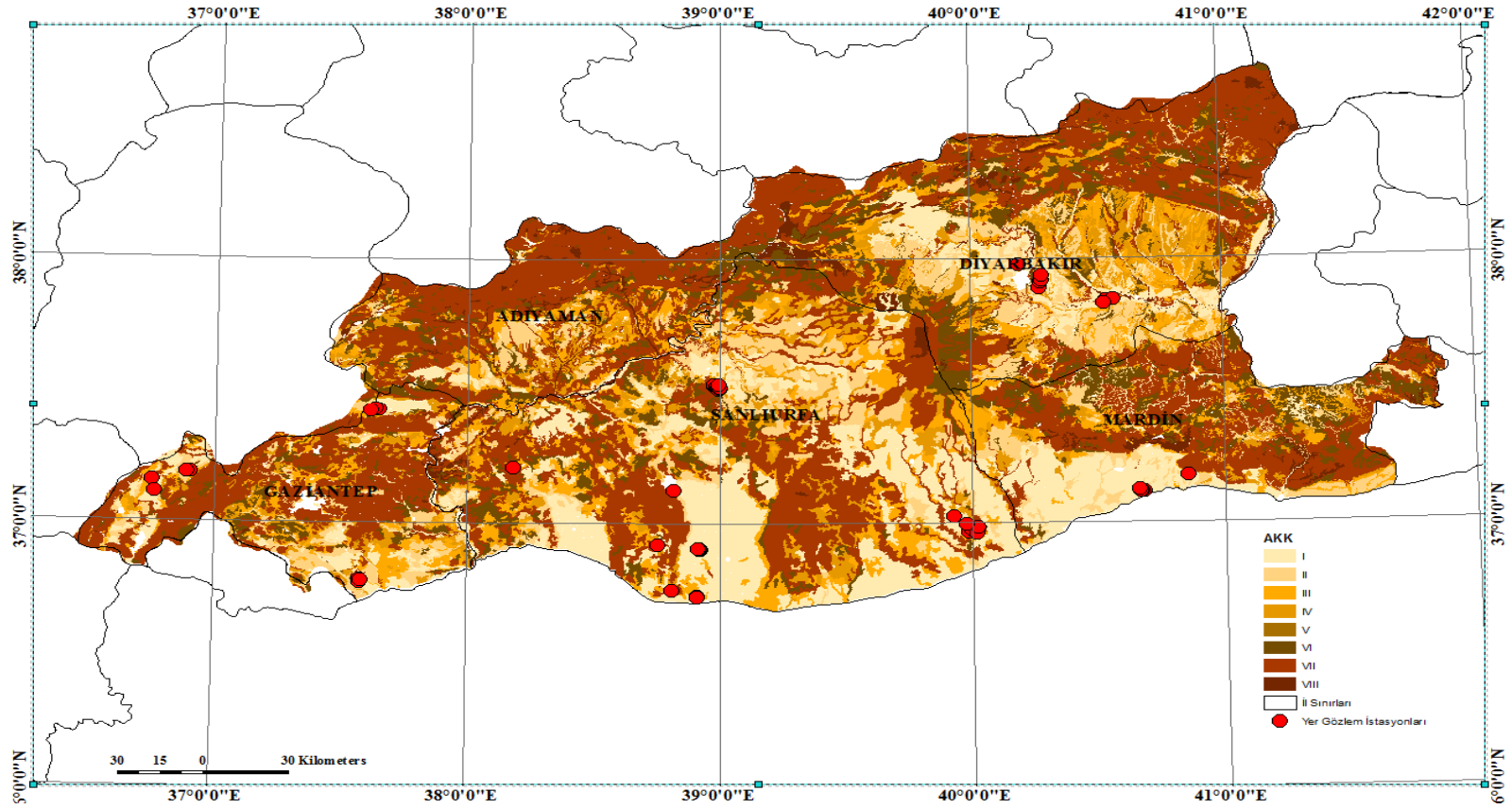
```

```

        end
    end
end
subplot(3,3,i);
[AX,H1,H2]=plotyy(SevenStPrecip(i).ret_St9812,SevenStPrecip(i).Yearly_max_St9812(:,2),SevenStPrecip(i).ret_TRMMDaily,SevenStPrecip(i).Yearly_max_TRMMDaily(:,2),'plot');
set(get(AX(1),'Ylabel'),'String','Station Data Max (mm/day)')
set(get(AX(2),'Ylabel'),'String','TRMMDaily Data Max (mm/day)')
legendInfo{i} = ('Station');
legendInfo{i+1} = ('TRMMDaily');
xlabel('Return Periods (years)');
hold on;
Yearly_Max_TRMMDaily=zeros(1,1);Yearly_Max_St_98_12=zeros(1,1);set(AX(2),'XTick',[])
if i>1;
legendInfo(:,1:i-1)=[];hleg1=legend(legendInfo);
else
hleg1=legend(legendInfo);
end
set(hleg1,'Location','NorthEast')
title([SevenStPrecip(1,i).StationName ' Station']);
set(AX(1),'Xlim',[0 30]);set(AX(1),'XTick',[0:10:30]);
set(AX(2),'Xlim',[0 30]);set(AX(2),'XTick',[0:10:30]);
set(AX(1),'Ylim',[10 120]);set(AX(1),'YTick',[0:20:120]);
set(AX(2),'Ylim',[10 120]);set(AX(2),'YTick',[0:20:120]);
end
%Elevation vs Extremes
[Z,refvec]=dted('D:\ASTER_GDEM_TURKEY\ERDAS_DTED\mosaic_tr_ast_gdem_v2_2.dir',1,[36 39],[36 42]);
figure (6)
geoshow(Z,refvec,'DisplayType','surface');
latlon=setlatlon(Z, refvec, 1, 1);
% locations,
lats = TRMM_Urfa_Lat_r;
longs =TRMM_Urfa_Lon_r;
elevations = ltln2val(Z,refvec,lats,longs);
elevations_r=reshape(elevations,84,1);
p90_r_TRMMDaily_r=reshape(p90_r_TRMMDaily,84,1);
p95_r_TRMMDaily_r=reshape(p95_r_TRMMDaily,84,1);
p99_r_TRMMDaily_r=reshape(p99_r_TRMMDaily,84,1);
%P90vs_Elevation
figure (1)
scatter(elevations_r,p90_r_TRMMDaily_r,'filled');lsline
corrcoef(elevations_r,p90_r_TRMMDaily_r)
%P95vs_Elevation
figure (2)
scatter(elevations_r,p95_r_TRMMDaily_r,'filled');lsline
corrcoef(elevations_r,p95_r_TRMMDaily_r)
%P90vs_Elevation
figure (3)
scatter(elevations_r,p99_r_TRMMDaily_r,'filled');lsline
corrcoef(elevations_r,p99_r_TRMMDaily_r)
%Yearlymax_vs_Elevation
for i=1:84;
    TRMM_max(i,1)=max(point_ts(:,i));
end
figure (4)
scatter(elevations_r,TRMM_max,'filled');lsline
corrcoef(elevations_r,TRMM_max)
%Mean_vs_Elevation
for i=1:84;
    TRMM_mean(i,1)=mean(point_ts(:,i));
end
figure (5)
scatter(elevations_r,TRMM_mean,'filled');lsline
corrcoef(elevations_r,TRMM_mean)
%GEVShape_vs_Elev
figure (7)
scatter(elevations_r,GEVShapeTRMM,'filled');lsline
corrcoef(elevations_r,GEVShapeTRMM)
%GEVShape_vs_P95
figure (8)
scatter(p95_r_TRMMDaily_r,GEVShapeTRMM,'filled');lsline
corrcoef(p95_r_TRMMDaily_r,GEVShapeTRMM)

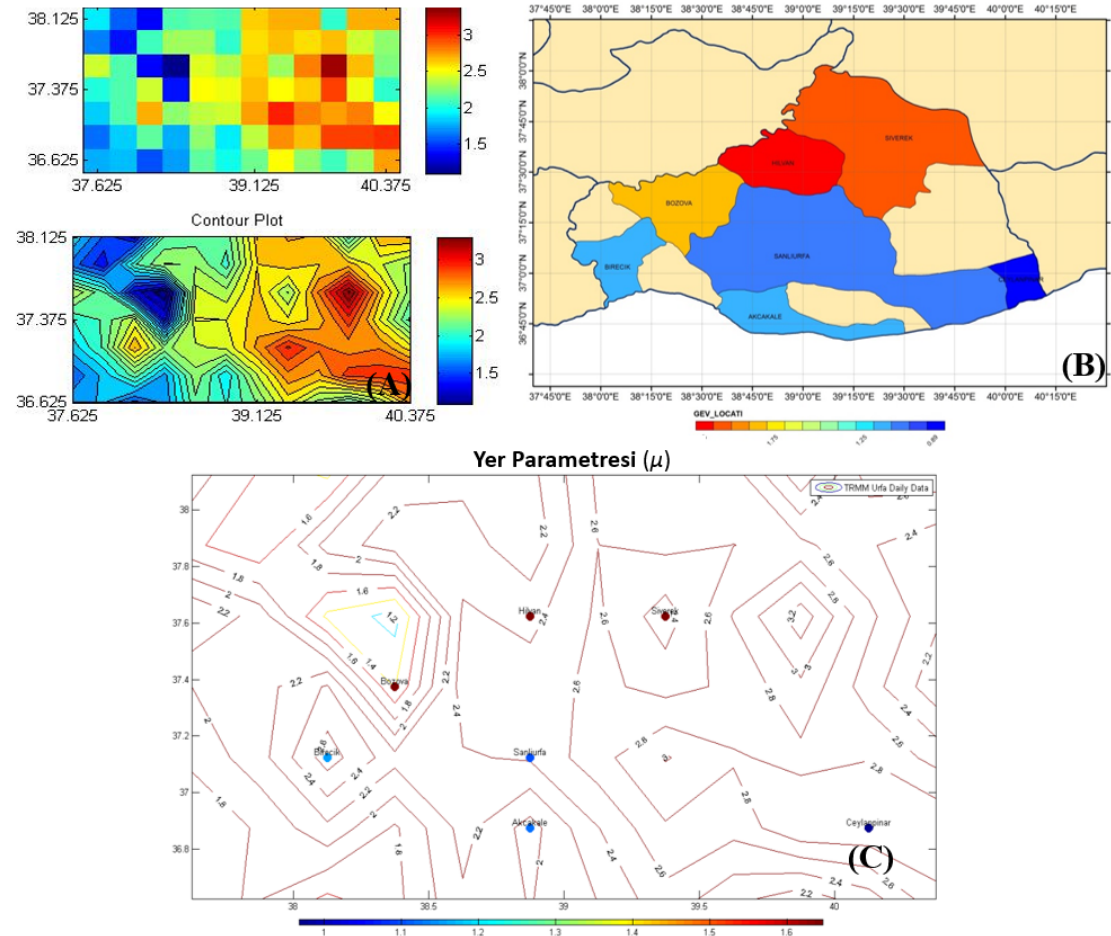
```

EK F



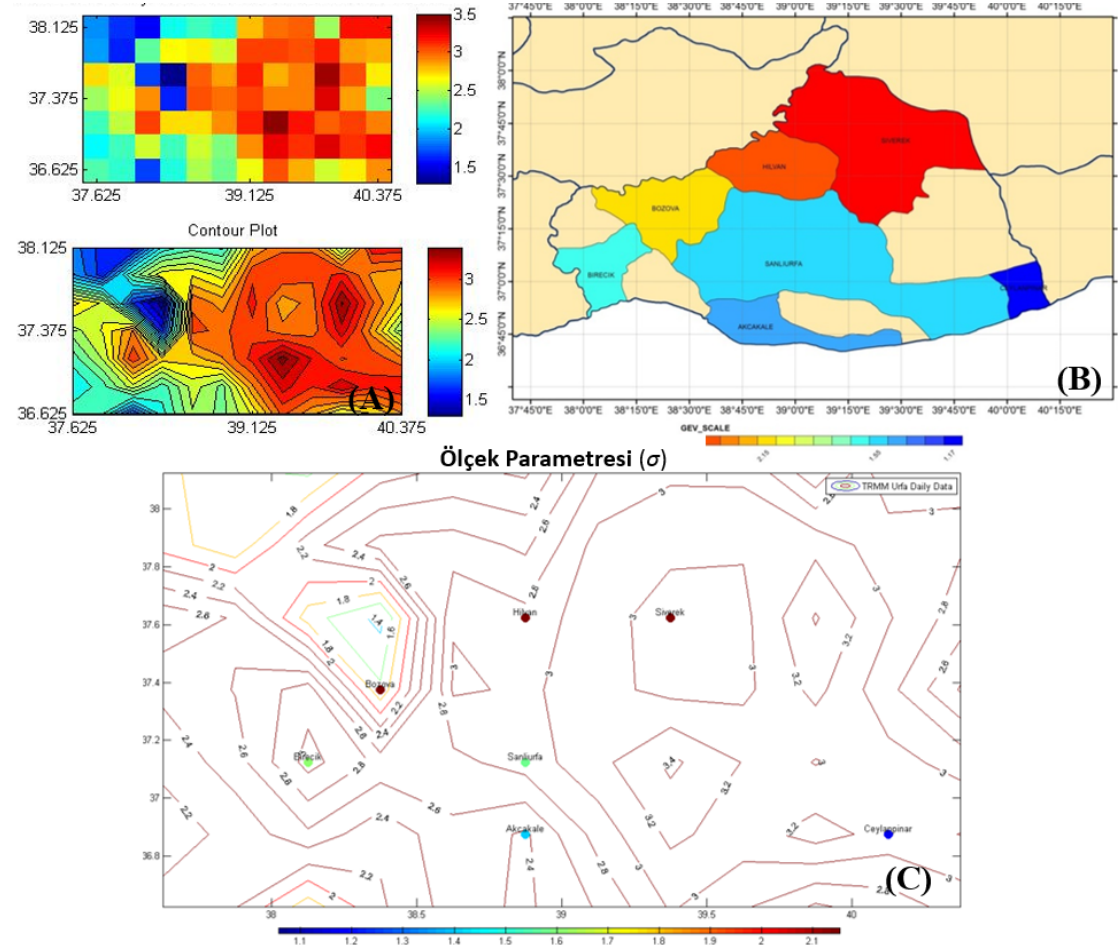
Şekil F.1 : AKK haritası ve yer gözlem istasyonlarının konumu.

EK G



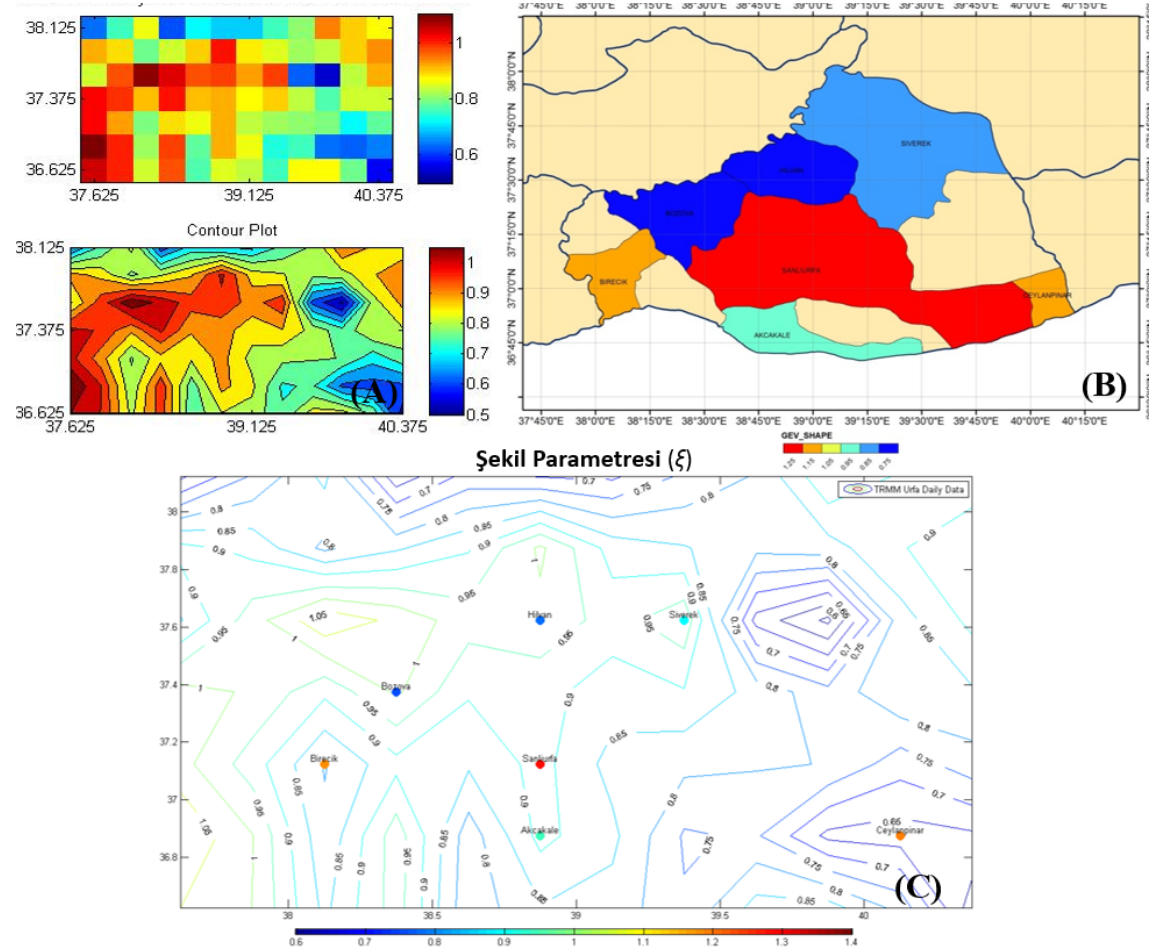
Şekil G.1 : Yer parametresinin (A) TRMM piksel ve kontur, (B) istasyon-ilçe, (C) TRMM (kontur) ve istasyon (noktalar) bazında mekânsal dağılımları.

EK G



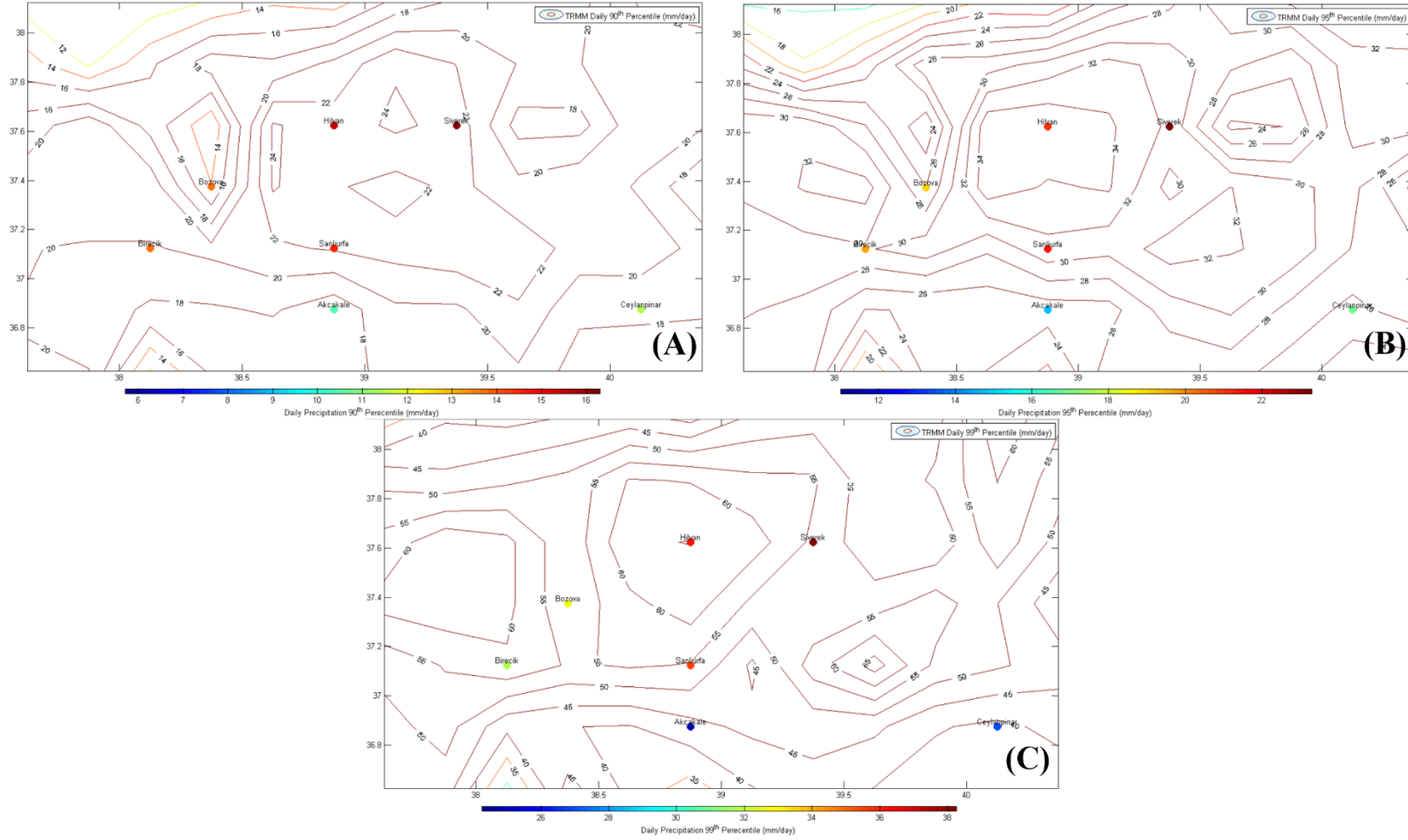
Şekil G.2 : Ölçek parametresinin (A) TRMM piksel ve kontur, (B) istasyon-ilçe, (C) TRMM (kontur) ve istasyon (noktalar) bazında mekânsal dağılımları.

EK G



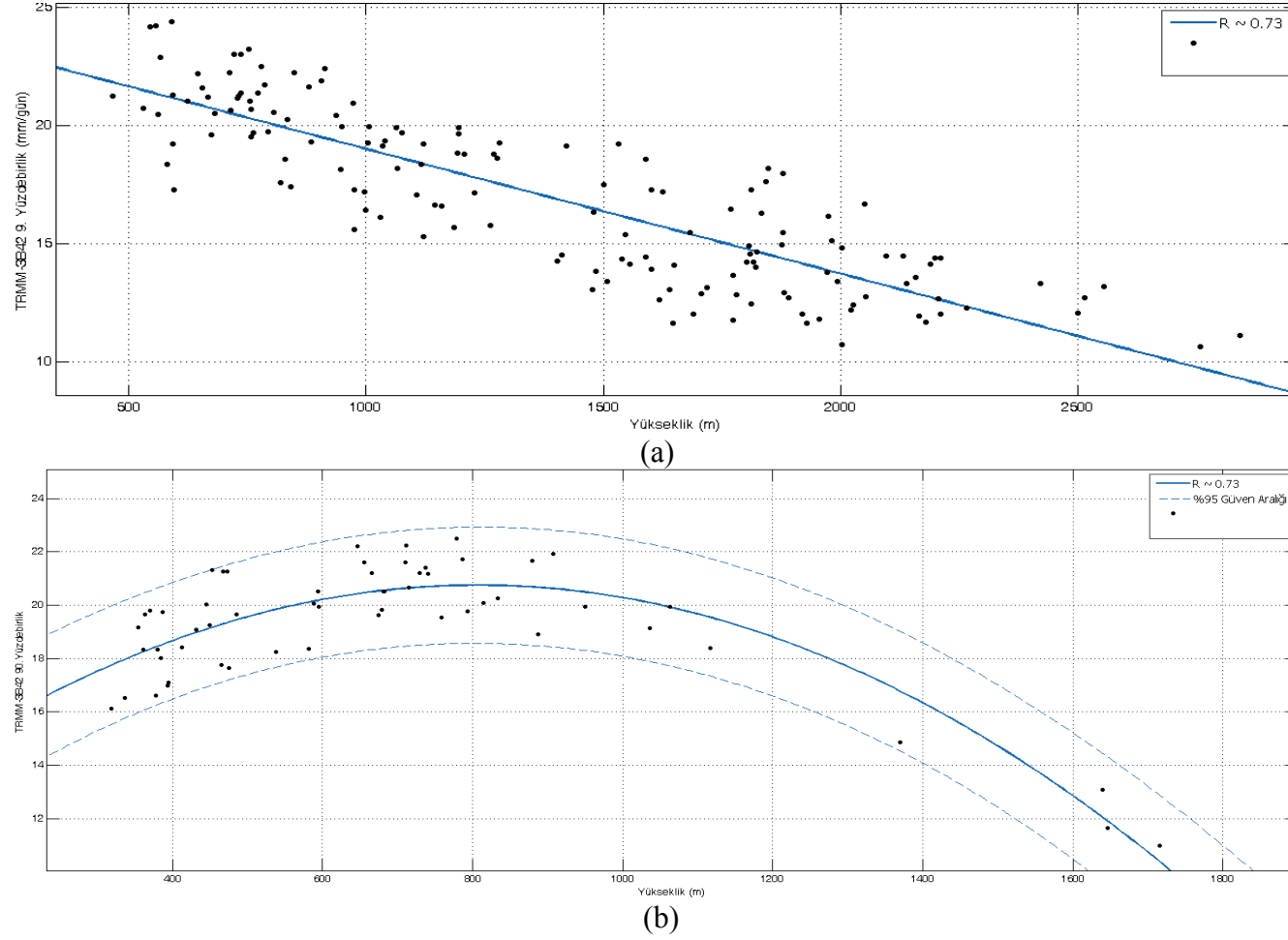
Şekil G.3 : Şekil parametresinin (A) TRMM piksel ve kontur, (B) istasyon-ilçe, (C) TRMM (kontur) ve istasyon (noktalar) bazında mekânsal dağılımları.

EK G



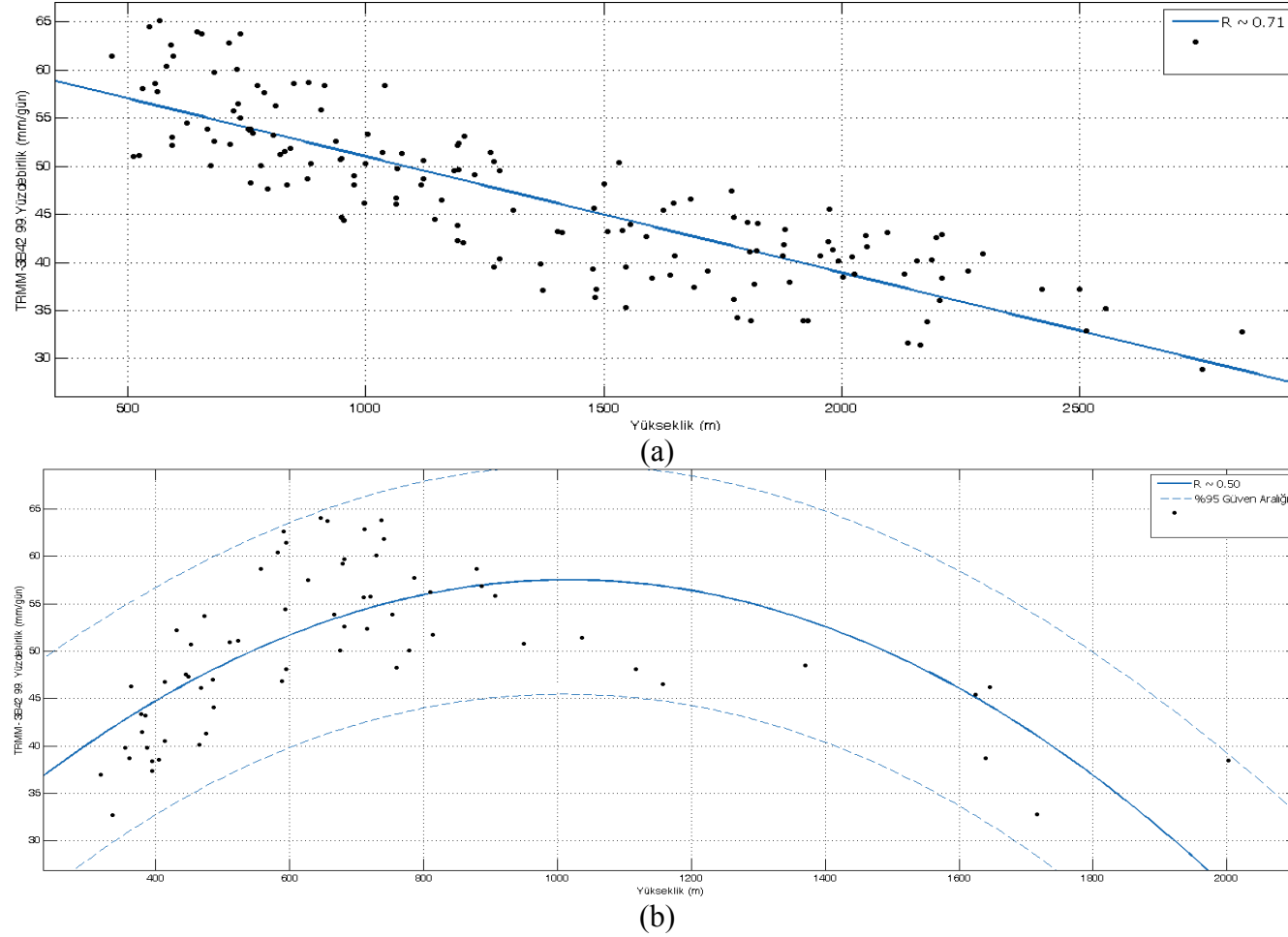
Şekil G.4 : TRMM uydu (kontur) ve istasyon (noktalar) verilerinden hesaplanan (A) 90., (B) 95., (C) 99. yüzdebirlüklerin mekânsal dağılımları.

EK H



Şekil H.1 : (a) Genişletilmiş alanda (b) çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 90. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.

EK H



Şekil H.2 : (a) Genişletilmiş alanda (b) çalışma bölgesine ait TRMM-3B42 verisinden elde edilen 99. yüzdebirlik değerleri ile yükseklik arasındaki ilişki.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: ORKAN ÖZCAN

Doğum Yeri ve Tarihi: ANKARA / 05.05.1983

Adres: Semizkumlar mah. Türkan sok. No:30 Silivri

Lisans Üniversitesi: Hacettepe Üniversitesi

Yayın Listesi:

I. TEZLER

Özcan, O., (2007). *Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Risk Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

II. MAKALELER

Uluslararası Hakemli Dergilerde (SCI) Yayınlanmış Makaleler

- 1. Özcan, O.,** Musaoglu, N., Ustundag, B., **(2014).** *Crop Water Requirement Estimation of Wheat Cultivated Fields by Remote Sensing and GIS*, Journal of Food, Agriculture and Environment – (JFAE), Vol. 12, (1), Pages: 289 – 293.
- 2. Özcan, O.,** Musaoglu, N., Seker, D.Z., **(2012).** *Environmental Impact Analysis of Quarrying Activities Established on and Near River Bed by Using Remotely Sensed Data*, Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 21, 11, Pages: 3147 – 3153.
- 3. Özcan, O.,** Musaoglu, N., Seker, D.Z., Tanık, A., **(2008).** *Determination of Flood Risk in Sakarya Sub basin using Remotely Sensed Data and GIS*, Fresenius Environmental Bulletin, Vol 17, 11b, Pages: 1964 – 1970.

III. TAM METİNLİ BİLDİRİLER

III.1. Uluslararası Tam Metinli Bildiriler

1. **Ozcan, O.**, Bookhagen, B., Musaoglu, N., (2013). *Analyzing Spatiotemporal Patterns of Extreme Precipitation Events in Southeastern Anatolia*. ISPRS Conference on “Serving Society with Geoinformatics” ISPRS2013-SSG, 11 - 17 Nov., Antalya, TURKEY.
2. **Ozcan O.**, Bookhagen B., Musaoglu N., (2012). *Impact of the Atatürk Dam Lake on Agro-Meteorological Aspects of The South-eastern Anatolia Region Using Remote Sensing and GIS Analysis*, 22nd ISPRS Congress, Aug 25 – Sept 1, 2012, Melbourne, Australia.
3. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Ormeci, C., Seker, D. Z., Kurucu, Y., Ustundag, B., (2012). *Investigation of Water Requirement of Wheat on Different Soil Types Using RS and GIS*. The International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management" 15-17 May 2012, Cesme-Izmir-TURKEY.
4. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Seker, D.Z., (2011). *Environmental Impact Analysis Of Quarrying Activities Established On And Near River Bed By Using Remotely Sensed Data*, 16th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, September 24 – 27, 2011, Ioannina, Greece.
5. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., (2010). *Vulnerability Analysis of Floods in Urban Areas Using Remote Sensing and GIS*, 30th EARSEL Symposium, May 31 – June 03, 2010, Paris, France.
6. Saral, A., **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., (2010). *Flood Risk Analysis Using Information Diffusion Theory – A Case Study: Ayamama Creek*, 30th EARSEL Symposium, May 31 – June 03, 2010, Paris, France.
7. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Seker, D.Z., (2009). *Determining and Management of Flood Risk Using GIS and Remotely Sensed Data; Sakarya Sub Basin Case Study*, TIEMS 16th Annual Conference, June 9-11, 2009, Istanbul, Turkey.

8. Mentese, E. Y., Erturac, K., **Ozcan, O.**, (2009). *Establishment of a GIS Based Disaster Information and Meteorological Early Warning Systems in Rize Province of Turkey*, TIEMS 16th Annual Conference, June 9-11, 2009, Istanbul, Turkey.
9. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Seker, D.Z., (2009). *Using Digital Elevation Models for Environmental Studies*, Third Ain Shams International Conference on Environmental Engineering, April 14-16, 2009, Cairo, Egypt.
10. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Seker, D.Z., Tanik, A., (2008). *Flood Risk and its impacts on the environment - a case study from Turkey*, 21st ISPRS Congress, July 3–11, 2008, Beijing, China.
11. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Seker, D.Z., (2007). *Evaluation and Monitoring of Spatial Changes in Sakarya Sub basin Using Remotely Sensed Data*, 14th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, October 10-14, 2007, Sevilla, Spain.

III.II Ulusal Tam Metinli Bildiriler

1. **Özcan, O.**, Musaoğlu, N., Bookhagen, B., Örmeci, C., (2013). *Uydu ve Yersel Yağış Verilerinin Noktasal Frekans Analizi ile Mekânsal Değerlendirmesi*. TMMOB - Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11- 13 Kasım 2013, Ankara.
2. Bilgili, A. V., Ak, B. E., Çullu, M. A., Aydemir, A., Aydoğdu, M., **Özcan, O.**, Sakar, E., Acar, İ., Bilgili, A., Çini, H. K., (2012). *Piksel (pixel-based) ve Nesne Tabanlı (object-based) Sınıflandırma Metotları Kullanarak Zeytin Dikili Alanların Tespit Edilebilme Potansiyelinin Araştırılması*. Türkiye II. Zeytin ve Zeytinyağı Kongresi, 02 – 06 Ekim 2012, Şanlıurfa.
3. **Özcan, O.**, Musaoğlu, N., Üstündağ, B., Kurucu, Y., Örmeci, C., (2011). *Buğday Bitkisinin Farklı Ekim Bölgelerindeki Gelişim Düzeyinin Bilgi Teknolojileri ile İncelenmesi*, TMMOB – Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 31 Ekim – 4 Kasım 2011, Antalya.
4. Bilgili, A. V., Ak, B. E., Çullu, M. A., Aydoğdu, M., Aydemir, A., **Özcan, O.**, Bilgili, A., Acar, İ., (2011). *Zeytin Dikili Alanların Uzaktan Algılama ile Tespit*

Edilmesi Üzerine Bir Araştırma, Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04 – 08 Ekim 2011, Şanlıurfa.

5. **Özcan, O.**, Saral, A., Musaoğlu, N., (2011). *Hidrolojik Modellemenin Bilgi Difüzyon Teorisi Kullanılarak Uzaktan Algılama ve CBS ile Değerlendirilmesi*, TUFUAB VI. Teknik Sempozyum, 21- 25 Şubat 2011, Antalya.
6. **Özcan, O.**, Musaoğlu, N., Şeker, D.Z., (2009). *Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi Ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği*, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11 - 15 Mayıs 2009, Ankara.
7. Menteşe, E. Y., Erturaç, K., **Özcan, O.**, (2009). *Rize İli Geneline Heyelan Tehlikesi Altında Bulunan Bölgelerin Kullanım Türlerinin Belirlenmesi*, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11 - 15 Mayıs 2009, Ankara.
8. **Özcan, O.**, Musaoğlu, N., (2009). *Taşkın Risk Analizinde Hidrolojik Modelleme ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi*, TUFUAB V. Teknik Sempozyumu, 4 - 6 Şubat 2009, Ankara.

IV. ÖZET BİLDİRİLER

1. **Ozcan, O.**, Bookhagen, B., Jones, C., Musaoglu, N., (2013). *Validation of Remotely-Sensed Rainfall Products and WRF-Model Outputs with Rain-Gauge Data in South-Central California*, AGU Fall Meeting, December 9 – 13, 2013, San Francisco, California, USA.
 2. **Ozcan, O.**, Musaoglu, N., Ormeci, C., Seker, D.Z., (2011). *Estimation of Soil Type Effects on Water Demand for Cultivated Wheat Fields Using RS and GIS*, AGU Fall Meeting, December 5 – 9, 2011, San Francisco, California, USA.
-