

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALTINOVA TARIM İŞLETMESİNDE KURAKLIĞIN BUĞDAY VERİMİNE
ETKİSİ**

Arman MONSHIZADEH KARIMI

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALTINOVA TARIM İŞLETMESİNDE KURAKLIĞIN BUĞDAY VERİMİNE ETKİSİ

Arman MONSHİZADEH KARİMİ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman KODAL

Bu araştırma Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı Altınova Tarım İşletmesinde kuraklığın buğday verimine olası etkilerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma Aquacrop bitki simülasyon modeli ve uzaktan algılama verileri kullanılarak yürütülmüştür. Materyal olarak; 40 nolu parselde ait toprak özellikleri, 40 nolu parselin 2000-2010 yılları arasında buğday verim değerleri, iklim verileri, NDVI, LST ve 2019 yılında TSM cihazı ile ölçülmüş uzaktan algılama verileri kullanılmıştır. Çalışmanın ilk kısmında bezostaja ve bayraktar buğday çeşitleri için 2003-2010 yılları arasındaki veriler kullanılarak Aquacrop modelinin kalibrasyon ve tahmin kabiliyetleri belirlenmiştir. İkinci kısımda; Landsat 5 uydu görüntüleri kullanılarak NDVI ve LST görüntüleri oluşturularak kuraklık ve verim değerleri ile bağlantısı incelenmiştir. Üçüncü kısımda; TSM cihazı ile ölçümler alınarak toprağın 110 cm derinlikteki nem hacim yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre Aquacrop bitki büyüme modelinin tahmin ettiği buğday verim değerleri ile gerçek verim değerleri birbirine yakın bulunmuştur (belirtme katsayısı: 0.89). Uzaktan algılama değerlerinin verdiği sonuçlara göre minimum NDVI değeri 0.13 olarak kuraklığın yaşandığı ve verimin en düşük olduğu 2008 yılının Haziran ayında ve maksimum NDVI değeri ise 0.51 olarak 2005 yılının Mayıs ayında tespit edilmiştir. Maksimum LST değeri 44.9 °C olarak kuraklığın başladığı 2007 yılının Temmuz ayında ve minimum değer ise 26.8 °C ile 2010 yılının Temmuz ayında bulunmuştur.

Ocak 2021, 68 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Uzaktan algılama, Aquacrop, Verim tahmini, NDVI, LST, Top soil mapper, Buğday.

ABSTRACT

Master of Science Thesis

THE EFFECT OF DROUGHT ON WHEAT YIELD IN ALTINOVA FARM

Arman MONSHIZADEH KARIMI

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman KODAL

This research was carried out in order to determine the possible effects of drought on wheat yield in Altinova farm affiliated to the General Directorate of Agricultural Enterprises. The research was carried out using the Aquacrop plant simulation model and remote sensing data. As the material; Soil properties of parcel no 40, wheat yield values of parcel no 40 between 2000-2010, climate data, NDVI, LST and soil moisture content data measured with TSM in 2019 were used. In the first part of the study, the calibration and prediction capabilities of the Aquacrop model were determined by using the data between 2003 and 2010 for bezostaja and Bayraktar wheat varieties. In the second part; By using Landsat 5 satellite images, NDVI and LST images were created and its relation with drought and yield values was examined. In the third part; Moisture volume percentages of the soil at a depth of 110 cm were calculated by taking measurements with the TSM device. According to the results of the study, the wheat yield values predicted by the Aquacrop plant growth model and the actual yield values were found to be close to each other (coefficient of determination: 0.89). According to the results of remote sensing values, the minimum NDVI value was determined as 0.13 in June 2008, when drought was experienced and the yield was the lowest, and the maximum NDVI value was 0.51 in May 2005. In July 2007, when the drought started, the maximum LST value was found to be 44.9 ° C and in July 2010 the minimum value was found to be 26.8 ° C.

January 2021, 68 pages

Key Words: Drought, Remote sensing, Aquacrop, Yield estimating, NDVI, LST, Top soil mapper, Wheat.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Yalnızca bu tez çalışmasında değil, birlikte çalışmaya başladığımız ilk andan bu yana bana her türlü desteği veren, yol gösteren ve her zaman arkamda duran başta Danışman Hocam Prof. Dr. Süleyman KODAL'a ve Hocam Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM'a, kıymetli hocam Doç.Dr. İsmail TAŞ'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Bu çalışmanın tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen değerli ablam Dr. Gonca BİLGİN KARACA'ya, saygıdeğer hocam ve ağabeyim Dr. Cenk AKŞİT'e, daimi destekçim Merve KÖKSAL'a, ziraat yüksek mühendisi Ceren GÖRGİŞEN, Tüğba YETER ve Çağlar ÖZKAN SEZER'e, Değerli arkadaşım Dr. Hüdaverdi GÜRKAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın tüm aşamalarında arkamda duran ve beni bu günlere getiren annem Marziyeh AMMARİ ve ablam Afagh MONSHIZADEH KARIMI'ye sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Arman MONSHIZADEH KARIMI
Ankara, Ocak 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 İklim değişikliğine bağlı kuraklık ve tarıma etkisi	5
2.2 Coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama ve ilgili yazılımların tarımda kullanımı	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal.....	17
3.1.1 Araştırma yeri	17
3.1.2 İklim özellikleri	19
3.1.3 Toprak özellikleri	21
3.1.4 Buğday çeşitleri ve verimleri.....	21
3.1.5 Uydu görüntüleri.....	23
3.1.6 AquaCrop bitki-büyüme modeli.....	24
3.1.7 Top Soil Mapper (TSM) cihazı	25
3.2 Yöntem	25
3.2.1 Aquacrop bitki-büyüme modeli.....	25
3.2.1.1 İklim verilerinin AquaCrop modeline girilmesi	27
3.2.1.2 Toprak verilerinin AquaCrop modeline girilmesi	27
3.2.1.3 Bitki verilerinin Aquacrop modeline girilmesi	28
3.2.1.4 Başlangıç toprak nemi hesabı.....	29
3.2.1.5 AquaCrop kalibrasyonu ve doğrulanması.....	29
3.2.2 Uydu görüntülerinin işlenmesi.....	29
3.2.2.1 Geometrik düzeltmeler	29
3.2.2.2 Radyometrik düzeltmeler	30
3.2.2.3 Arazi yüzey sıcaklığı (LST)	31

3.2.2.4 Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) görüntülerinin üretilmesi.....	32
3.2.2.5 Top Soil Mapper (Tsm) cihazı ile ölçüm alınması ve işlenmesi	33
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	34
4.1 Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) Bulguları	34
4.2 Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) Bulguları.....	37
4.3 NDVI ve LST Verileri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi Bulguları	39
4.4 Ekim Dönemi Başlangıç Toprak Nemi Bulguları	40
4.5 AquaCrop Bitki Büyüme Modeli Bulguları	40
4.6 TSM Bulguları.....	45
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	46
5.1 NDVI ve LST Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	46
5.2 AquaCrop Sonuçlarının Değerlendirilmesi	46
5.3 TSM Sonuçlarının Değerlendirilmesi	47
KAYNAKLAR	48
EKLER	53
EK 1 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı arazi yüzey sıcaklıkları.....	53
EK 2 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Temmuz ayı arazi yüzey sıcaklıkları.....	53
EK 3 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Ağustos ayı arazi yüzey sıcaklıkları.....	53
EK 4 Lansat Uydusu Kullanılarak Hesaplanan Nisan Ayı NDVI.....	53
EK 5 Lansat Uydusu Kullanılarak Hesaplanan Mayıs Ayı NDVI	53
EK 6 Lansat Uydusu Kullanılarak Hesaplanan Haziran Ayı NDVI.....	53
EK 7 Nisan Ayı NDVI Görüntüleri	53
EK 8 Mayıs Ayı NDVI Görüntüleri.....	53
EK 9 Haziran Ayı NDVI Görüntüleri	53
EK 10 Haziran Ayı LST Görüntüleri.....	53
EK 11 Temmuz Ayı LST Görüntüleri.....	53
EK 12 Ağustos Ayı LST Görüntüleri	53
EK 1 Landsat Uydusu Kullanılarak Hesaplanan Haziran Ayı Arazi Yüzey Sıcaklıkları	54
EK 2 Landsat Uydusu Kullanılarak Hesaplanan Temmuz Ayı Arazi Yüzey Sıcaklıkları	55
EK 3 Landsat Uydusu Kullanılarak Hesaplanan Ağustos Ayı Arazi Yüzey Sıcaklıkları	56

EK 4 Lansat uydusu kullanılarak hesaplanan Nisan ayı NDVI	57
EK 5 Lansat uydusu kullanılarak hesaplanan Mayıs ayı NDVI	58
EK 6 Lansat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı NDVI.....	59
EK 7 Nisan ayı NDVI görüntüleri	60
EK 8 Mayıs ayı NDVI görüntüleri.....	61
EK 9 Haziran ayı NDVI görüntüleri	62
EK 10 Haziran ayı LST görüntüleri.....	63
EK 11 Temmuz ayı LST görüntüleri.....	65
EK 12 Ağustos ayı LST görüntüleri	67
ÖZGEÇMİŞ.....	68



SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrad derece
%	Yüzde
C	Kil
cm	Santimetre
ha	Hektar
da	Dekar
dS	Desisimens
t	Ton
kg	Kilogram
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
kc	Bitki katsayısı
D	Maksimum etkili kök derinliği
K1	Birinci kalibrasyon sabiti
K2	İkinci kalibrasyon sabiti
L	Sensördeki spektral radyans
LMIN	Minimum parlaklık değerine göre ölçeklendirilen spektral radyans
LMAX	Maksimum parlaklık değeri a göre ölçeklendirilen spektral radyans
QCAL	Parlaklık değerleri
QCALMAX	Maksimum parlaklık değeri
QCALMIN	Minimum parlaklık değeri
ρp	Sensördeki yansıtım değerleri
θs	Solar zenit açısı
ESUNλ	Ortalama atmosferik solar irradyans
d	Dünya-Güneş arası mesafe

Kısaltmalar

EC	Elektiriksel iletkenlik
R	Yüzey akış
SN	Solma noktası

TK	Tarla kapasitesi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri
KAR	Kıştan arta kalan rutubet
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
LST	Land surface temperature (Arazi yüzey sıcaklığı)
NDVI	Normalized difference vegetation index
TSM	Top soil mapper (Üst toprak haritalayıcı)
WP	Water productivity (Su verimliliği)
HI	Harvest index (Hasat indeksi)
NIR	Near infrared (Yakın kızıl ötesi)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Dünyada yıllar bazında buğdayın üretim alanlarındaki ve üretim değerlerindeki değişimi (Anonim 2020 a)	2
Şekil 1.2 Türkiye’de yıllar bazında buğdayın üretim alanlarında ve üretim değerlerindeki değişimi (Anonim 2020 b)	3
Şekil 3.1 Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Altınova Tarım İşletmesi (Anonim 2020e).....	17
Şekil 3.2 TİGEM Altınova Tarım İşletmesi 40 no’lu parsel (Anonim 2020e)	19
Şekil 3.3 Yunak bölgesi 1961-2013 yılları arası 12 aylık kuraklık analizi (Anonim 2020g)	20
Şekil 3.4 Top Soil Mapper cihazı.....	25
Şekil 3.5 Aquacrop modeli çalışma şeması.....	26
Şekil 4.1 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı arazi yüzey sıcaklıkları	35
Şekil 4.2 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Temmuz ayı arazi yüzey sıcaklıkları	36
Şekil 4.3 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Ağustos ayı arazi yüzey sıcaklıkları	36
Şekil 4.4 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Nisan ayı NDVI	37
Şekil 4.5 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Mayıs ayı NDVI.....	38
Şekil 4.6 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı NDVI.....	39
Şekil 4.7 Verim tahminleri ve gerçek değerler arasında regresyon analizi.....	45
Şekil 4.8 TSM cihazı ile elde edilen toprak nem içeriği (0 – 110 cm)	45

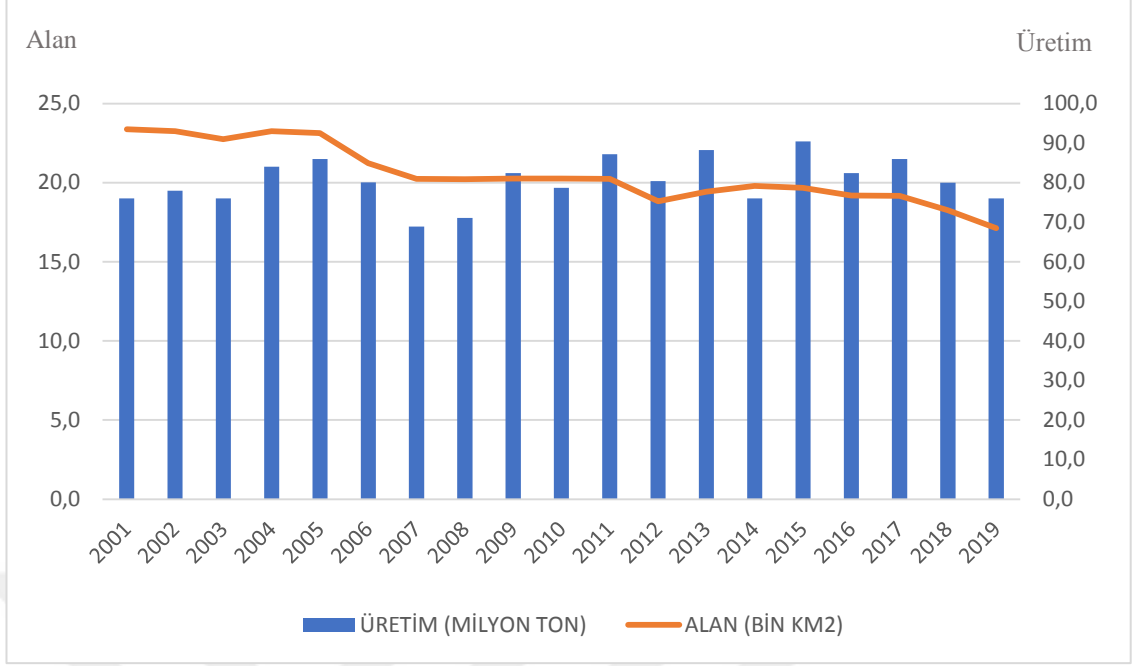
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 TİGEM Altınova Tarım İşletmesi tarım alanları dağılımı (Anonim 2020f).....	18
Çizelge 3.2 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde tarımı yapılan tarla bitkileri ve alanları (2015-2019) (Anonim 2020f)	18
Çizelge 3.3 2000-2010 yılları arasında Yunak meteoroloji istasyonu kuraklık değerlendirmesi (Anonim 2020g).....	20
Çizelge 3.4 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde 40 no'lu parsel toprak özellikleri	21
Çizelge 3.5 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde yetiştirilen Bezostaja 1 çeşidinin verimi (kg/da) (2001-2008)	22
Çizelge 3.6 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde yetiştirilen Bayraktar çeşidinin verimi (kg/da) (2009-2010) ²	22
Çizelge 3.7 Lansat 5 TM uydusu teknik özellikleri (Anonim 2020h)	23
Çizelge 3.8 Landsat 5 TM uydusuna ait değerlendirilmiş görüntüler.....	23
Çizelge 4.1 40 no'lu parselin Kuzey ve Güney bölümleri için NDVI ve LST değerlerinin korelasyon katsayıları	40
Çizelge 4.2 KAR hesabı yaklaşımı ile elde edilen bitki ekim dönemi toprak nemleri ...	42
Çizelge 4.3 Aquacrop modeli verim tahminleri ve gerçek verim değerleri.....	44

1. GİRİŞ

Yıllar geçtikçe artış gösteren Dünya nüfusu nedeniyle gıda talebinde de artış yaşanmaktadır. 2050 yılına kadar beklenen 2.3 milyarlık nüfus artışı ile Dünya nüfusunun 10 milyarı geçeceği öngörülmektedir. Bu nüfus artışına paralel olarak, artan gıda talebini karşılamak için, mevcut gıda arzında %70'in üzerinde artışın gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Anonim 2019a). Günümüzde nüfus artışı, küçülen tarım arazileri ve meydana gelen iklim değişiklikleri, gelişmekte olan veya ekonomik ve bilimsel açıdan yetersiz olan ülkelerde kıtlıklara yol açmakta ve yetersiz tarımsal üretimin sonucu olarak Dünya nüfusunun yaklaşık %11'i açlıkla mücadele etmek zorundadır. Açlık oranının en yüksek olduğu yer Afrika'da her beş kişiden biri, Doğu Afrika'da ise her üç kişiden biri açlık çekmektedir. Genel bir bakışta Afrika'da nüfusun yüzde 20'si, Asya'da da yüzde 12'den fazlası açlık sınırının altında yaşamlarını sürdürmektedir (Anonim 2019b).

Buğday neolitik dönemden bu yana yetiştiriciliği yapılan ve anavatanı Mezopotamya olan önemli bir bitkidir. Geniş bir adaptasyon özelliği olan buğday tarih boyunca insanların temel besin kaynaklarından biri olup, yetiştiriciliği yapılmış kültür bitkileri arasında ekiliş ve üretim açısından birinci sırada yer almaktadır (Anonim 2016). Dünyada birçok insan için buğday, gıda ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir kaynaktır. Günümüzde Avrupa'dan Hindistan'a, İskandinav Ülkelerinden, Rusya ve Mısır'a kadar olan oldukça geniş coğrafyada insanlar tarafından yeri doldurulmayacak bir gıda olarak kabul edilmektedir (Atar 2017). Bu nedenle buğdayın üretimi ülkeler bazında temel stratejik öneme sahip olmakla beraber, yönetimler bu stratejik bitkinin üretiminde ithalata bağlı kalmamak için uzun vadeli planlamalar yapmakta, daha fazla verim elde etmek amacıyla buğdayın ıslah çalışmalarına ve üretimi arttırabilecek diğer bilimsel ve teknik çalışmalara destek vermektedirler.



Şekil 1.2 Türkiye’de yıllar bazında buğdayın üretim alanlarında ve üretim değerlerindeki değişimi (Anonim 2020 b)

Türkiye’de 2001 yılında 9 350 000 ha olan buğday üretim alanı 2019 yılında 6 846 327 ha’ya kadar düşmüştür (Şekil 1.2). Şekil 1.1 ve Şekil 1.2 incelendiğinde Dünyada yıllar içinde buğday üretiminde artış gözlenirken Türkiye’de tam tersi bir durum söz konusudur. Araziler küçülmesine rağmen üretim bazı yıllarda artış göstermiş fakat bu artışlar süreklilik kazanamamıştır, örneğin en büyük üretim artışı 2015 yılında 22.6 milyon ton olarak gözlemlenmiş ama bu değer 2015’i takip eden yıllarda düşmeye başlamış ve 2019 yılında 19 milyon ton ile sınırlı kalmıştır. Bu durum artan nüfusla beraber değerlendirilirse buğday üretiminin yeterli düzeyde olmadığı ortaya çıkmaktadır. Üretimdeki bu azalmanın nedenlerinden bir kısmı doğal sebepler olmakla beraber diğer bir kısmı ise tarım politikaları ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA’nın tanımına göre iklim değişikliği bir bölgede bulunan iklim koşullarının değişmesi olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2020c).

İklim değişikliği, belirli bir bölgede veya küresel iklimde uzun bir süre boyunca, yağış veya sıcaklık gibi iklim faktörlerinde beklenen ortalama değerlerde herhangi bir spesifik değişikliğin meydana gelmesi anlamına gelir. İklim değişikliği, Dünya atmosferi ile iklimdeki anormal değişiklikleri ve bu durumun Dünyanın farklı bölgelerindeki sonuçlarını yansıtır (Anonim 2019d).

Türkiye’de buğday üretimi genellikle kuru tarım, yani yağışlara dayalı olarak yapılmaktadır. Her ne kadar bu durum su fakiri olan ülkemiz için yararlı olsa da kuraklık gibi iklimsel değişiklikler üretimi etkilemekte ve istenilen miktarda verimin elde edilmesinin önüne geçmektedir. Diğer yandan buğday tarımı yapılan büyük arazilerin su israfı olmadan sulanması, teknik alt yapının olmaması veya eksik olması, sulamanın çiftçilere fazladan maliyet yüklemesi gibi etmenler arazilerin sulamaya açılmasını engellemektedir. Bu sebepten dolayı kuraklık gibi faktörleri daha önceden tahmin edip, buğday üretimi üzerindeki etkilerini öğrenip, bu etkileri en aza indirmek her gün daha fazla önem kazanmaktadır.

Yağışların beklenilen düzeyin altında kalması ile oluşan kuraklık, doğal afetler arasında en büyük etkiye sahiptir, bu etkiler sosya, çevre ve ekonomik zararlara yol açabiliyorken kontrolü oldukça güçtür. Atmosfer şartlarınsaki değişime bağlı olarak oluşan kuraklığın etkisi ve etki alanlarının bu denli fazla olmasının sebebi ise insanların atmosferik olayları kontrol altına alamamasından kaynaklanmaktadır.

Türkiye’de yıllara göre yağışların değişiminden dolayı bazı yıllarda şiddetli kuraklıklar yaşanmıştır. 1971-1974, 1983-1984, 1989-1990, 1996, 2001, 2007-2008, 2013-2014 yıllarında geniş çaplı ve şiddetli kuraklıklar yaşanmıştır ve kuraklıklar doğrudan veya dolaylı bir biçimde tarımsal üretim faaliyetlerini etkilemiştir. Bu durum Şekil 1.2’de görüldüğü gibi 2006-2008 yılları arasındaki tarımsal üretim değerleri incelendiğinde daha net bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Anonim 2020d).

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 İklim değişikliğine bağlı kuraklık ve tarıma etkisi

Kuraklık Dünya genelinde tarımsal üretimi kısıtlayan önemli faktörlerden biridir. Dünya üzerinde bitkisel faaliyet yapılabilen alanlarda kuraklık stresi %26'lık oran ile diğer stres faktörlerine göre daha fazla bir paya sahiptir (Blum.A 1986).

Giunta vd. (1993) kuraklığın buğday ve tritikale üzerindeki etkilerini incelemişlerdir ve durum buğdayında %25 ile %87 arasında verim düşüşünün meydana geldiğini ancak tritikale bitkisinde ise bu düşüşün %8 oranında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca buğday bitkisinde kuraklıktan en çok etkilenen %60 azalma ile, birim alana düşen verimli başak sayısı olmuştur. Bu durumda tritikalenin kuraklık stresine daha toleranslı olduğu ortaya çıkmış ve bunun nedenini ise yayılma tarihinin erken olması ve köklerinin su alma kapasitesinin buğdaya göre daha iyi olmasından kaynaklı olduğunu bildirilmiştir.

Adams vd. (1998) yaptıkları bir çalışmada iklim değişikliğinin tarımsal verime etkilerinin bölgeye ve ürüne göre değiştiğini belirtmişlerdir. İklim değişikliğinin tarıma etkisi Dünya genelinde farklılık gösterebilmektedir. İklim değişikliğinin tarımı nasıl etkileyeceğini belirlemek karmaşıktır ve farklı sonuçlar meydana gelebilmektedir.

Türkeş vd. (2000) yaptıkları çalışmada iklim değişikliğini bir yerde yaşanan olağan hava koşullarındaki değişiklik olarak tanımlamıştır. Bunun, bir yere genellikle bir yıl içinde ne kadar yağış düştüğünün değişmesi olabileceği gibi bir yerin normal sıcaklığında bir ay ya da mevsimlik bir değişiklik de olabileceğini belirtmiştir. İklim değişikliği aynı zamanda Dünya'nın iklimindeki bir değişikliktir. Bu, Dünya'nın olağan sıcaklığında ya da Dünyaya düşen yağışların yeri, zamanı ve miktarında oluşan değişiklikler olabilmektedir. İklimin değişmesi yüzlerce hatta milyonlarca yıl alır. İklim ve iklimsel olaylar tahmini olarak yerkürenin 4.5 milyar yıllık geçmişinden tüm zaman dilimlerinde değişkenlik eğiliminde bulunmuşlardır. Klimatolojik ve jeomorfolojik

etkileri iyi bilinen en önemli ve en son gerçekleşen doğal iklim değişikliği, buzul ve buzular arası dönemde meydana gelmiştir. Doğal iklim değişikliklerine ek olarak 19. yüzyılın orta dönemlerinde ilk kez insan faaliyetlerinin etkisinin de iklimi değiştirebileceği yeni bir dönem başlamıştır. Örnek olarak İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne göre iklim değişikliği belirli bir zaman diliminde gözlemlenen doğal iklim değişikliğine ilave olarak tüm insan faaliyetlerinin sonucunda direkt veya dolaylı yoldan atmosferin bileşimini bozarak iklimde oluşan herhangi bir farklılık veya değişiklik olarak tanımlanmıştır.

Kuraklığın buğday üzerindeki etkisini istatistik verilerle inceleyen Leilah vd. (2004) çoklu istatistiksel prosedürleri kullanarak kuraklık koşullarından etkilenen en önemli verim değişkenlerinin birim alanda başak sayısı, tahıl/başak ağırlığı, hasat indeksi ve biyolojik verim olduğunu göstermişlerdir.

Kuraklık, afetler arasında en büyük etkiye sahip meteorolojik karakterli doğa olayıdır. Sosyal, çevresel ve ekonomik zararlara yol açabilen kuraklık, yağışların beklenen ve önceden kaydedilen normal miktarının büyük ölçüde altında kalmasıyla oluşmaktadır. Arazi, su kaynakları ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebebiyet vermektedir. Bilindiği gibi tarım atmosfer şartlarına doğrudan bağlıdır. Tarımı etkileyen insan, tohum ve toprak gibi diğer etmenler kontrol altına alınabilmekte veya ıslah edilebilmektedir. Yalnız iklim için aynı şey söylenememektedir. Tarımda kullanılan yeni gelişmeler veya teknikler her ne kadar ilerlese de iklim faktörleri tarımsal faaliyetleri önemli derecede etkileyebilmektedir (Şimşek 2010).

İklim değişikliği, bugün Dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük çevresel zorluklardan biridir. Yükselen Dünya sıcaklıkları, iklim modelini değiştiren etmenlerden biridir. İklim değişikliği ve küresel ısınma, kuraklığın yayılmasına ve sürmesine neden olmaktadır. Ayrıca, bu değişiklik yağışların düzeninin değişmesine neden olur ve su kaynaklarını etkiler (Khosravi vd. 2010).

Kristensen vd. (2010) 1992 ile 2008 yılları arasında, geleneksel çiftçilik şeklinde, kışlık buğday üzerinde yapılan tarla denemelerinden elde ettikleri tahıl verim değerlerini,

Danimarka'yı kapsayan 44 grid için mevcut olan günlük hava durumu verileriyle birleştirerek, dokuz agroklimatolojik indis hesaplamış ve bunları hava durumu verileri ile dane verimi arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda ortalama verimin öngörülen iklim değişikliği koşullarında düşeceği belirlenmiştir. Ortalama azalma, iklim projeksiyonuna, yere ve toprak tipine bağlı olarak 0.1 ile 0.8 t/ha arasında değişmiştir. Ortalama olarak, tahıl verimi 1985'ten 2020'ye kadar yaklaşık 0.25 t/ha (yaklaşık % 3.6) ve 1985'ten 2040'a kadar yaklaşık 0.55 t/ha (yaklaşık % 8) azalmıştır.

Gholi Nejhah (2011) yaptığı çalışmada iklim değişikliğinin tarımdaki etkilerinden şu şekilde bahsetmiştir: Genel olarak yüksek enlemlerde artan sıcaklık, uzun mahsul mevsimi, fotosentez ve bitki yoğunluğunu artırarak bitki verimini iyileştirirken, düşük enlemlerde artan sıcaklık, kuraklık stresi gibi çevresel stres problemlerini oluşturmaktadır. Ayrıca sıcaklığın arttığı ılıman bölgelerde, ilkbahar filizlenmesi sorunu ortaya çıkabilmekte ve bu durum genelde verimi olumsuz etkilemektedir, iklim değişikliği ile karbondioksit miktarında herhangi bir değişiklik, yabancı otların büyümesi veya oluşması üzerinde ayrı bir etkiye sahiptir ve mahsuller ile yabancı otlar arasındaki rekabeti etkileyerek verim azalmasına sebep olabilmektedirler.

Türkeş (2012)'e göre sanayi devriminden bu yana insan etkinlikleri sebebiyle atmosferdeki sera gazlarının birikimindeki artışlar yerkürenin enerji dengesini bozarak Dünya ikliminin daha değişken ve sıcak olmasını sağlamıştır. Diğer yandan iklim değişikliğinin iklimsel ve hava olaylarının dağılımlarında, uzunluğunda, şiddetinde ve süresinde önemli farklılıkların meydana gelmesini sağlamış ve bu durum 1900-2005 yılları arasında Dünya genelinde yağış dağılımında oluşan artış ve azalışlar ile gözlemlenmiştir.

Malcom vd. (2012)'ne göre tarımsal üretim her zaman bölgesel ve küresel iklim değişikliğinden etkilenmektedir. İklimsel modeller küresel ölçekte ortalama sıcaklıkların artmasını, yerel sıcaklık ve yağışların izlenmesi ile tahmin edebilmektedir. İklim değişikliğinin mahsul büyümesi üzerindeki etkisinin birkaç nedeni vardır. Yükselen sıcaklık, yerel yağış modelinde değişiklik, atmosferik karbondioksitin artması,

değişen zararlı ve hastalık paternleri, toprak verimliliği ve erozyon oranlarındaki değişiklikler, iklim çeşitliliğindeki değişiklikler ve doğal afetler bu faktörler arasında sayılabilir. Bu değişiklikler şu anda gıda arzı, çiftçilerin ve kırsal toplulukların geçim kaynakları için bir tehdittir. Bu sebepten dolayı çiftçiler bu iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için üretim şekillerini bu duruma uyarlamaları gerekmektedir. Uyarlanabilir davranışlar, üreticinin iklim değişikliğinin maliyetlerini azaltmasına olanak tanımaktadır. Yeni koşullara uyum sağlamış ve iklim değişikliğiyle karşı karşıya kalan daha iyi mahsul türlerinin tanıtılması bunu kolaylaştırabilmektedir.

Barnwal vd. (2012) Hindistan'da iklim değişikliğinin çeltik bitkisi üzerindeki etkilerini ele almış ve İklim faktörlerindeki değişikliklerin verim üzerinde heterojen bir etkiye sahip olduğunu, pirinç verimi üzerindeki iklimsel etkilerin yönü büyük ölçüde tarımsal-iklim bölgelerine bağlı olduğunu ve Pirinç verimi üzerindeki mevsimsel iklim etkilerin önemli olduğunu göstermişlerdir. Daha spesifik olarak, musona bağımlı bir mahsul, sıcaklık ve yağışa karşı daha duyarlıdır, oysa bir kış mahsulü, iklim değişkenlerinin seviyelerindeki değişikliklere büyük ölçüde dirençli kalır. Bu bulgular, Hindistan'da tarım üzerindeki kendine özgü iklimsel etkileri açıklığa kavuşturmuştur

Salvo vd. (2013) yaptıkları çalışmada iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve araştırma için uygun modellerin kararlaştırılmasının karmaşık bir işlem olduğuna inanmışlar ve karmaşıklığın sebeplerini dört ana maddede belirtmişlerdir. Bunlar:

1. Verilere ulaşabilmek her zaman mümkün değildir veya elde edilen veriler gerekli zamansal veya mekânsal ölçeklerde sınıflandırılmamış.
2. Bu tür araştırmalar, analizlerin biyolojik ve fizyolojik özellikleri, teknik ve sosyoekonomik özellikleri ve çiftçiler tarafından iklim değişikliğiyle yüzleşmek için benimsenen uyum stratejilerini üretebilmek gibi farklı uzmanlıklar gerektirmektedir.
3. Bu çalışmalarda ekonomik ve tarımsal politikalar ve analizin coğrafi ölçeği rol almaktadırlar.

4. Geçerli bir model, iklimin zamansal ve mekânsal değişkenliğini dikkate almalıdır. Gelecekteki iklim senaryolarının belirsizliği ve iklim değişikliğinin tarıma etkisinin belirsizliği bu işlemleri zorlaştırmaktadır.

İklim değişikliğine bitkilerin tepkisi, CO₂, sıcaklık, güneş radyasyonu ve yağışla olan karmaşık bir dizi etkileşim tarafından belirlenir. Her ürün türünün, büyüme ve üreme için üst ve alt sınırların yanı sıra her gelişim aşaması için optimum sıcaklıkları tanımlayan belirli bir sıcaklık eşik değeri vardır. Bitkiler şu anda eşik değerlerine uygun sıcaklıklara maruz kaldıkları alanlarda yetiştirilmektedir. Önümüzdeki yüzyılda sıcaklıklar arttıkça, mahsul üretim alanlarında değişimler meydana gelebilir, çünkü bitkisel üretim için gerekli olan sıcaklıklar artık bitkilerin, tahılların veya meyvelerin optimum büyüme ve verimi için kritik zaman periyodunda farklılıklar gösterebilmektedir (Anonymous 2013).

Kuraklık şüphesiz en yaygın olan ve bitki üretimine en çok zarar veren abiyotik strestir. (Alghabari vd. 2015).

Kouchaki vd. (2015) yaptıkları bir araştırmada GFDL adlı model ile İran'da 2050 yılında iklim değişikliği ve oluşturabilecek etkilerini, buğday, mısır, nohut ve şekerpancarı bitkileri üzerinde incelemeye almış ve sırasıyla buğdayda %18.6 mısırdaki %19.1, nohut bitkisinde %6.6 ve şekerpancarında %20 verim azalmasını tahmin etmişlerdir ve bu verim azalmasının genel sebebinin sıcaklıklardaki artış olduğunu bildirmişlerdir, her 1 derecelik sıcaklık artışının bahsi geçen bitkilerde %9 ile %17 arasında bir verim kaybına sebep olduğunu göstermişlerdir.

Bitkiler yaşam süreleri boyunca stres olarak tabir edilen olumsuz etkilere maruz kalabilmektedirler. Bu sebepten dolayı bitkilerin gelişimlerinde, metabolizmalarında ve verimlerinde istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır (Korkmaz ve Durmaz 2017).

1980 -2010 yılları arasında buğday verimini Global ve Avrupa ölçeğinde inceleyen Zampieri vd. (2017) iklim anomalilerinin ve oluşan değişikliklerin buğday verim

miktarını doğrudan etkilediğini bildirmişlerdir ve sıcaklık artışlarının en az kuraklık kadar önemli olduğunu belirterek Akdeniz iklimine sahip ülkelerde buğday veriminin sıcaklıktan ziyade kuraklıktan etkilendiğini vurgulamışlardır.

Ghiyasi vd. (2018) iklim değişikliğinin tarıma etkisini 6 ana başlık altında değerlendirmişlerdir.

Bunlar:

1. Karbondioksit artışı: bitki türleri CO₂ artışına farklı tepkiler veya adaptasyonlar gösterebilmektedirler örnek olarak pirinç, buğday veya soya fasulyesi CO₂ artışına hızlı reaksiyonlar gösterirken mısır ve sorgum gibi bitkilerin reaksiyonu daha yavaştır genel bir bakışta atmosferde CO₂ artışı bitkilerin stomalarının kapanmasına ve yaprak yüzeylerinden buharlaşmanın ve bitkinin soğumasının yavaşlamasına sebep olmaktadır.
2. Sıcaklık artışı: Orta ve yüksek enlemlerde küresel ısınma bitkilerin büyüme dönemini uzatır ve ilkbaharda tohum gelişimini ve hasat mevsiminde bitkilerin çimlenmesini hızlandırır. Bitkilerin biyolojik aktiviteleri için sıcaklık optimum seviyeye çıktığında, çoğu olumsuz tepki verir ve verimde ani bir düşüş yaşar. Birçok iklim değişikliği modelinde, minimum akşam sıcaklığının maksimum gündüz sıcaklığından daha fazla artacağı tahmin edilmektedir. Gün içinde sıcaklık stresinin meydana gelmesi, ortalama gece sıcaklığının artmasına nazaran daha az olumsuz etkiye sahiptir, bitkinin gece boyunca solunumunu arttırması muhtemelen mahsul verimini daha fazla düşürebilmektedir. Artan sıcaklığın bir diğer önemli etkisi de bitkinin olgunlaşması ve gelişmesi gibi fizyolojik faaliyetleri hızlandırarak mahsul verimini düşürmektir.
3. Toprak erozyonu ve verimlilik: Sıcaklık yükseldikçe toprak da etkilenmektedir. Daha sıcak iklimlerde olduğu gibi, toprak organik maddesinin ayrışma olasılığı da artmakta ve toprak verimliliğini olumsuz etkileyecek başka reaksiyonlara sebep olmaktadır. Bu nedenle, bu olguyu telafi etmek ve mahsul verimindeki düşüşü önlemek için kimyasal gübre kullanımının artırılması gerekmektedir ve buna bağlı olarak karbondioksit konsantrasyonunu artabilmektedir, ayrıca

Kimyasal gübre kullanımının artması su kaynakları ve hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir.

4. Hastalık ve zararlılar: Küresel ısınma ile birlikte zararlı böceklerin üremesine ve popülasyonunun artmasına yönelik koşullar uygun hale gelecektir. Büyüme mevsimi ne kadar uzunsa, üreme döngüsünden geçen çekirgeler gibi bu tür zararlıların sayısı o kadar artar ve bu bölgelerde yılın sıcak mevsimlerinde haşere salgını olasılığını arttırır. Rüzgâr düzeninin değiştirilmesi hastalığa neden olan böcek, bakteri ve mantarların bulaşmasında da değişikliklere neden olur.
5. Deniz seviyesinin yükselmesi: Önümüzdeki yüzyılın ortalarında, eriyen kutup buzulları okyanusların ve denizlerin seviyesinin 1 – 1.1 m'ye kadar yükselmesine neden olabilmektedir. Deniz seviyesinin yükselmesi, tuzlu suların yüzey ve yeraltı su kaynaklarına taşması ve bu kaynaklardan gelen sulama suyu arzının kesintiye uğraması nedeniyle deniz seviyesinin altında kalan kıyı bölgelerinde tarım için ciddi bir tehdit oluşturabilmektedir.
6. Yağışların değişiklikleri: Yağış, en değişken iklim unsurlarından biridir ve bu nedenle, sıcaklık için farklı tahminlerinin sonuçları arasındaki benzerlik yağışların tahminine göre daha fazladır bu sebepten, tarım için potansiyel sulak alanları değerlendirmek zordur. Uluslararası İklim Değişikliği Komitesi (IBRC), son raporuna göre, Dünya genelindeki yağışların değişimi belirli bir eğilim göstermemektedir örnek olarak Doğu, Kuzey ve Güney Amerika, Kuzey Avrupa ve Orta Asya gibi bölgelerde yağışlar artış eğilimindeyken Akdeniz, Güney Asya ile Güney Afrika'da yağışların azaldığı gözlemlenmektedir.

Kuraklık, en önemli çevresel olaylardan biridir ve iklim değişikliğinin ayrılmaz bir parçasıdır. Kuraklık herhangi bir bölgede meydana gelebilir ve su kıtlığına neden olabilir, ancak kuraklığın şiddeti, süresi ve büyüklüğü gibi özellikleri ve etkileri yerden yere değişir. Kuraklıkların özellikleri ve etkileri farklı iklim rejimlerine göre değişiklik gösterir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış azlığı su kaynakları üzerinde ciddi etkilere sahiptir ve çoğu durumda meteorolojik kuraklıklar hidrolojik kuraklıklara yol açar (Jamalabadi 2018).

Yu vd. (2018) Doğu Çin’de yaptıkları bir çalışmada kışlık buğday bitkisinde kuraklığın bitkinin farklı dönemlerinde oluşmasının verime etkisini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda buğday bitkisinin kış döneminde yani bitkinin uyku döneminde olduğu sürede yeni oluşan kuraklıktan fazla etkilenmediğini gözlemlemişlerdir. Buna karşın kuraklık, çiçeklenme ve dane doldurma döneminde buğdayın veriminin düşmesinde oldukça etkili olduğunu belirtmişler ve bu dönemlerde kuraklığın izlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Senapati vd. (2018) Avrupa'nın başlıca buğday yetiştirme bölgelerini temsil eden 13 farklı bölgede gelecekteki 2050 iklim senaryosu altında kuraklığa toleranslı ve kuraklığa duyarlı buğday çeşitlerini optimize etmek için Sirius buğday modelini kullanmışlardır ve kuraklığa toleranslı olan çeşitlerin, kuraklığa duyarlı olan çeşitlere göre %13.4 daha fazla verim sağladığını göstermişlerdir. Buna dayanarak Avrupa’da oluşabilecek ve öngörülen iklim değişikliği koşullarında buğday üretiminde daha yüksek verim ve verim stabilizesini sağlamak için kuraklığa toleranslı çeşitlerin tercih edilmesi gerektiğini önermişlerdir.

Zhang vd. (2018) pirinç ve buğday üzerinde yaptıkları çalışma sonucu, kuraklığın pirinç ve buğday bitkilerinde farklı büyüme aşamalarında tarımsal özelliklerini farklı şekilde azalttığını göstermiştir, yani kuraklığın denk geldiği dönem her bitkiyi farklı şekilde etkisi altına almıştır. Yapılan incelemede buğday ve pirinç verimlerinin sırasıyla %27.5 ve %25.4 azaldığını belirtmişlerdir.

Son yıllarda meydana gelen iklim değişikliği çevreyi etkileyen en önemli küresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Çiftçiler iklimi kontrol edemedikleri için tarım sektörü bu değişikliklerden ilk etkilenen alanlardan biri olmuştur. Ancak mahsul yetiştiriciliği ve yetiştirme modelinin bölgenin iklimine göre optimizasyonu gibi faktörlerin yönetimi ve değişimi, iklim değişikliğinin tarımsal ürünlerin büyümesi ve verimi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilir ve sürdürülebilir gıda üretiminde önemli bir rol oynayabilir (Soleymani Nejad vd. 2019).

Türkiye’de farklı yıllarda yağışların değişiminden dolayı şiddetli kuraklıklar yaşanmıştır. 2013-2014, 2007-2008 ve 2001 yıllarında geniş çaplı ve şiddetli biçimde meydana gelmiş kuraklıklar son 10 yılda, tarımsal üretim faaliyetlerini doğrudan veya dolaylı bir biçimde etkilemişlerdir. (Anonim 2020d).

2.2 Coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama ve ilgili yazılımların tarımda kullanımı

Peştemalcı vd. (1994) Landsat 5 uydusunun 3, 4 ve 5 inci bantlarını kullanarak Çukurova bölgesinde buğday ve arpa tarımı yapan arazileri tespit etmişlerdir ve vejetasyon indeksini oluşturarak bu indeks ile verim arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonunda vejetasyon indeksi değerlerinin artmasıyla verimin artmasının paralel seyrettiğini bildirmişlerdir.

Mevicar vd. (1998) Avustralya’nın bazı bölgelerinde oluşan kuraklığın incelenmesinde uzaktan algılamanın nasıl kullanıldığını veya kullanılması gerektiğini incelemeye almışlardır. Çalışma sonucunda uzaktan algılamanın tarım için sağlayabileceği birincil bilimsel bilgilerin, bitki örtüsü ve durumu, toprak nemi ve kuraklık koşullarının sınırlarını tahmin etmek olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Uydu görüntülerinin çekimi sırasında ince bulutlar veya su buharı gibi farklı atmosferik etkiler uydu görüntüsünün hassasiyetini ve kalitesini düşürebilmektedir bu etkileri en aza indirmek ve her görüntünün piksellerine ait dijital numara olarak adlandırılan piksel parlaklık değerlerini, spektral radyans değerlerine ve buradan elde edilen değerleri ise spektral yansıma değerlerine dönüştürmek için radyometrik düzeltme yapılması gerekmektedir (Yang ve Lo, 2000).

Tatari vd. (2009) İran’ın Horasan ilinde kuru tarımı yapılan buğday bitkisinde verim tahmini üzerine yaptıkları çalışmada 1983-2004 yılları arasında Horsan ilinin Ekim ile Nisan aylarına ait yağış verilerini inceleyerek, sadece Ekim ve Nisan aylarına bakılarak verim tahminini kabul edilebilir düzeyde gerçekleştirebileceklerini belirtmişlerdir.

Kale vd. (2012) Bala Tarım İşletmesinde Aquacrop modelinden yararlanarak kuru tarımı yapılan buğday verim değerlerini tahmin etmişlerdir. Elde ettikleri tahmin değerlerinin gerçek verim değerleri ile istatistiksel açıdan kıyaslayarak biokütle tahminlerinde ortalama sapma değerini 1.16, standart hata değerini 1.17 ve modelin etkinlik katsayısını ise 0.67 olarak hesaplamışlardır. Blunan verim değerleri için benzeri analizlerin sonucunda ortalama sapma değeri 0.320, standart hata değeri 0.326 ve modelin etkinlik katsayısı ise 0.83 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değerlerin sonuçlarına dayanarak Aquacrop modelinin toprak kök bölgesinde mevcut nemin, bitki örtü yüzdesini ve dane verimini gerçek değerlere yakın tahmin ettiğini bildirmişler, yalnız biokütle değerleri gerçek değerlere göre yüksek tahmin edilmiştir.

Atzberger (2013) tarımda kullanılan uzaktan algılama işlemlerindeki ilerlemeleri incelemiş ve kullanım alanlarını biokütle ve verim tahminini;

1. Bitki örtüsü canlılığı ve kuraklık stresi izleme,
2. Mahsulün fenolojik gelişiminin değerlendirilmesi,
3. Mahsul ekimi tahmini ve mahsul alanı haritalaması,
4. Düzensizliklerin ve arazi kullanımı veya arazi örtüsü değişikliklerinin haritalanması,
5. Hassas tarım ve sulama yönetimi

başlıkları altında toplamıştır.

Chun Jiang (2014) uzaktan algılamanın tarımda kullanımı ile ilgili incelemelerde bulunmuş ve uzaktan algılamanın tarımsal faaliyetlerde, ekinlerin uzaktan algılama ile sınıflandırması ve tanımlanması, tarım arazilerinin besin yeterliliğinin ve farklı gübreleme tekniklerinin belirlenmesi, ürün verimi ve kalite kaybı tespiti ve tarımsal afet izleme ve tahmini gibi işlemlerde kullanabildiğini açıklamıştır.

Belirli aralıklarla uydu görüntülerinin termal bantlarının yardımı oluşturulan ve belirli bir bölgede meydana gelmiş iklimsel değişikliklerin incelenmesine olanak sağlayan arazi yüzey sıcaklığı (LST) oldukça önemli bir değişkendir. (Şekertekin 2015)

Akhlaghi vd. (2015) farklı tuzluluk ve su kısıtlarında yetişen buğday bitkisinde Aquacrop verim tahmini modelini kullanmışlardır. Yapılan çalışmada 2002-2003 yılına ait toprak, iklim ve bitki verilerini kullanarak modelin kalibrasyonunu gerçekleştirmiş ve 2003-2004 yılına ait verileri modelin doğrulaması ve verim tahmini için kullanmışlardır, elde ettikleri tahmin değerleri ile gerçek verim değerlerinin istatistiksel analiz sonuçlarına göre modelin verim tahmininde kabul edilebilir başarı elde ettiğini bildirmişlerdir.

Kaplan vd. (2016) Akşehir gölünde kuraklık durumunu incelemek için 1987, 2000, 2011 ve 2016 yıllarında Landsat uydu görüntülerini kullanarak NDWI indeksi oluşturmuş ve 1986 yılından 2016 yılına kadar gölün suyla kaplı olduğu alanın 224 km² azaldığını tespit etmişlerdir.

Moazen Zadeh (2016), MODIS uydu görüntülerini kullanarak, bitki örtüsü durum indeksini oluşturmuş, 2002-2005 yılları arasında İran'da bulunan Damghan ovasını kuraklık açısından incelemiş ve Ekim ile Mayıs aylarında arasında indeks değerini 0.35 altında bulmuştur. Bu durum incelenen tüm yıllarda bölgede kuraklığın meydana geldiğini göstermiştir.

Hamzeh vd. (2016) İran'ın merkezi ilinde kuraklığın incelenmesi için Modis uydu verilerinden yararlanarak, normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI), Sıcaklık Durumu (TCI), Dönüştürülmüş Fark Bitki Örtüsü (TDVI), Bitki Örtüsü Durum (VCI) ve Toprak Su (SWI) indekslerini oluşturarak elde ettikleri değerleri Standart Yağış İndeksi (SPI) ile karşılaştırmışlardır ve bitki örtüsü durum indeksinden elde ettikleri verilere dayanarak 2000 ile 2008 yılında bölgenin kurak ve 2009 ile 2010 yıllarında ise yağışlı yıl olduğunu belirtmişlerdir.

Tarım endüstrisinde yeni tekniklerin kullanılması doğal kaynakların korunması üzerinde önemli etkiye sahiptir. Tarımda ekimden hasada kadar olan tüm aşamalarda yaygın olarak kullanılabilen tekniklerden biri de uydu görüntüleri ve CBS kullanımıdır. Günümüzde hassas tarımda uzaktan algılama, bitkileri kontrol etmede ve mahsul verimini artırmada etkili tekniklerden biridir. Bu teknikler kullanılarak bitki endeksleri incelenebilir ve ürün performansının doğru tahminleri elde edilebilir. Tarımsal ürünlerdeki zararlıların teşhisi, yabancı ot kontrolü ve ayrıca su stresi tahmini, uydu ve havadan görüntülerin dikkatlice incelenmesiyle takip edilebilir ve verimi artırmak için duruma göre temel kararlar alınabilir. Örnek olarak su stresinin belirlenmesinde uydulardan temin edilebilen termal görüntüler incelenerek stresin oluşup oluşmayacağı, stresin süresi ve etkileri belirlenebilir ve duruma göre stres etkilerini azaltmak için uygun tedbirler alınabilir. (Sadeghi vd. 2017)

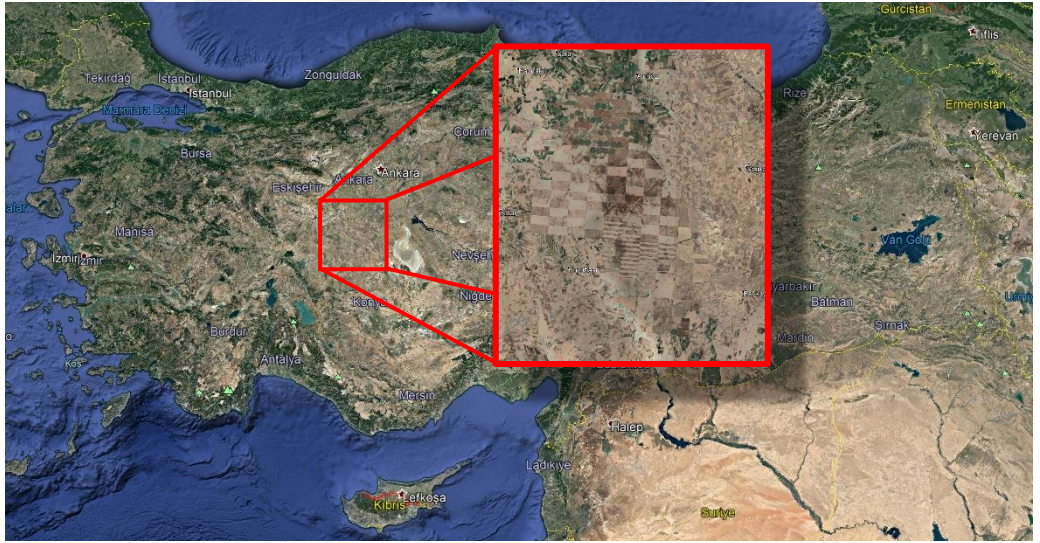
Bahreyni vd. (2018) Modis uydu görüntülerinin yardımı ile 2000-2015 yılları arasında İran'da bulunan Bushehr ilinin kuraklık durumunu incelemek için Gelişmiş Bitki Örtüsü (EVI), Toprak Ayarlı Bitki Örtüsü (SAVI) ve normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) oluşturmuş ve 14 meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri ile Standart Yağış İndeksi (SPI) elde etmişlerdir. Yaptıkları analiz sonucunda 2012 yılında şiddetli kuraklığın meydana geldiği ve 2004 yılının ise yağışlı yıl olduğu sonucuna varmışlardır. NDVI verilerini incelediklerinde ise 2004-2012 yılları arasında bölgeye hâkim bitki örtüsünün %42 oranında azaldığını gözlemleyerek kuraklığın etkilerini ortaya çıkarmışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yeri

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) Altınova Tarım İşletmesi, 38.71° kuzey enleminde 32.17° doğu boylamında, 982 m rakımda, Konya iline bağlı Kadınhanı ilçesinin kuzeyinde, Konya İl Merkezine 120 km ve Kadınhanı İlçesine 60 km uzaklıkta ve Sakarya kapalı havzasında yer almaktadır (Şekil 3.1). Altınova işletmesi 1942 yılında faaliyete başlamış olup işletmede hem bitkisel üretim hem de hayvansal üretim faaliyetleri yürütülmektedir.



Şekil 3.1 Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Altınova Tarım İşletmesi (Anonim 2020e)

Altınova işletmesi toplam 311 371.9 dekar araziye sahip olup (Çizelge 3.1), bu arazinin %73.8'ünde (2,296,75 da) alanında buğday, arpa, korunga, fiğ, silaj mısır ve yonca gibi tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır (Çizelge 3.2). Diğer tarla bitkilerine göre daha fazla alanda üretilmekte olan buğday bitkisi, işletmede üretim açısından önemli bir yere sahiptir.

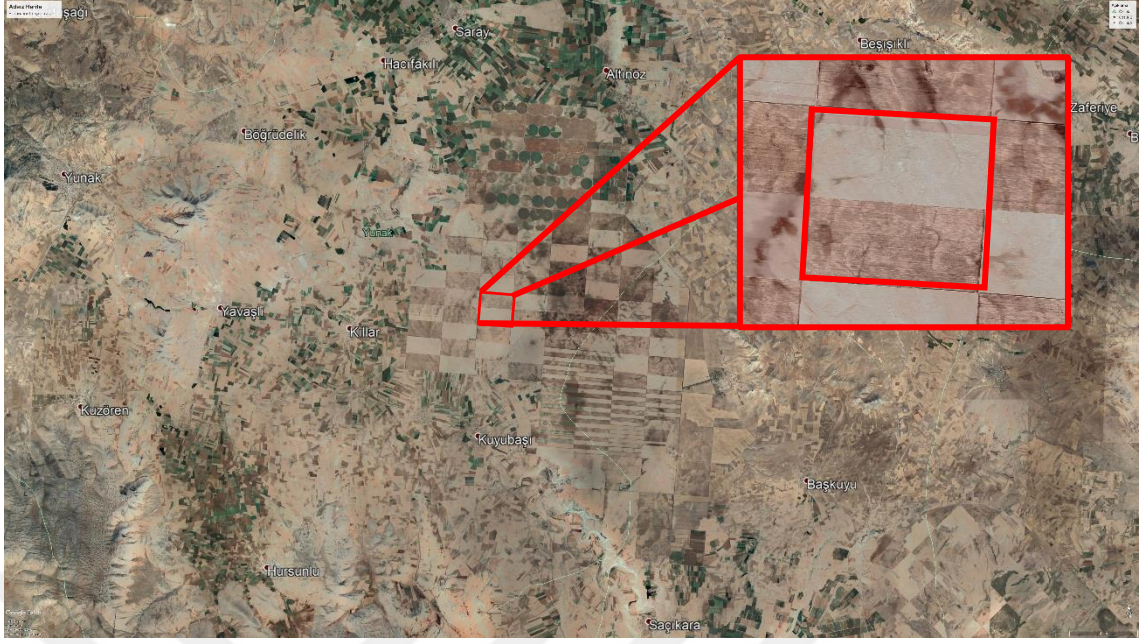
Çizelge 3.1 TİGEM Altınova Tarım İşletmesi tarım alanları dağılımı (Anonim 2020f)

Arazinin Cinsi	Alanı (da)	Oran (%)
Kültür Altı Arazi	299 738.7	96.3
Tarla Arazisi	229 675.0	73.8
Yem Bitkileri	36 315.0	11.7
Tabi Mera	25 507.7	8.0
Bahçe Arazisi	8 691.0	2.8
Kültür Dışı Arazi	11 633.2	3.7
Toplam Arazi	311 371.9	100.0

Çizelge 3.2 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde tarımı yapılan tarla bitkileri ve alanları (2015-2019) (Anonim 2020f)

YIL	Buğday	Arpa	Slaj Mısır	Fiğ Tohum	Fiğ Kuru Ot	Korunga Tohum	Korunga Kuru Ot	Yonca Tohum	Yonca Kuru Ot
2015	41 028	7 167	7 500	148	3 000	222	3 350	4	1 780
2016	10 411	990	12 300	380	2 844	86	260	73	1 700
2017	23 685	8 200	12 085	552	2 750	335	1 000	139	2 198
2018	15 655	6 340	5 915	282	2 400	56	175	99	2 610
2019	17 654	5 026	2 720	282	550	150	300	115	1 465

Bu çalışmada Altınova işletmesinde 2000-2010 yılları arasında buğday üretimi yapılmış olan parsellerden, 10, 32 ve 40 no'lu parsellerin toprak özellikleri incelendikten sonra 40 no'lu parselin değerlendirme için daha uygun olduğuna karar verilmiştir ve çalışmalar bu parselde yoğunlaşmıştır. 40 no'lu parsel 3 907 da büyüklüğüne sahip olup işletmenin güney batısında yer almaktadır ve parselin orta nokta koordinatları 38.44 kuzey enlemi ile 32.01 doğu boylamında bulunmaktadır. Buğday ekimi yapılan bu parsellerin özelliği nadas yöntemi ile kullanılmalarıdır, bunun için parseller ikiye ayrılarak kuzey yönündeki parselde ekim yapılırken güney parseli nadasa bırakılır ve bu durum bir sonraki ekim yılında tersi bir şekilde uygulanarak bir önceki yetiştirme döneminde ekili olan parsel yeni üretim yılında nadasa bırakılmaktadır.



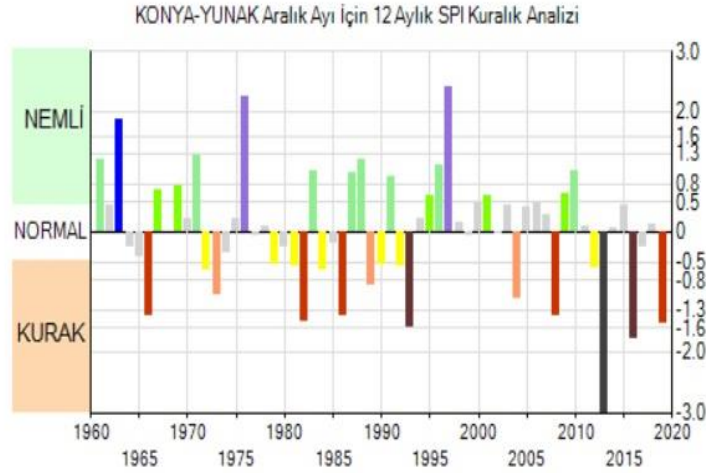
Şekil 3.2 TİGEM Altınova Tarım İşletmesi 40 no'lu parsel (Anonim 2020e)

3.1.2 İklim özellikleri

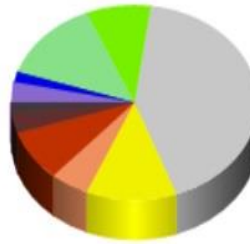
İşletme alanına ait en yüksek sıcaklık ortalaması 22.5 °C ile Temmuz ayı ve en düşük 1.7 °C ile Ocak ayına aittir. Yıllık ortalama yağış miktarı 362.9 mm'dir. İşletme Konya il sınırları içerisinde bulunmaktadır ve iklim sınıfı olarak yarı kurak ve çok kurak olarak sınıflandırılmıştır. Kuraklık açısından 1960-2020 yılları aralığını inceleyen Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) raporlarına göre 16 yıl nemli, 25 yıl normal ve 18 yıl ise kurak olarak belirlenmiştir (Anonim 2020g).

2000-2010 yılları arasında yapılan meteorolojik gözlem verileri Altınova işletmesinden temin edilmiştir. Aquacrop modeli için önerilen iklim verilerinin günlük değerler olması ve işletmeden temin edilen verilerin aylık olması sebebi ile bu veriler modelin çalışması için uygun bulunmamış ve MGM'den Konya iline ait istasyonların günlük verileri temin edilmiştir. Çalışmada öncelikle işletmeye en yakın mesafede bulunan Yunak istasyon verilerinin kullanılmasına karar verilmiştir, ancak iklim verilerinin bölgesel olarak farklılıklar göstermesinden ve bu durumun bitki modellemesindeki hassasiyeti düşürmesinden dolayı Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)'nin Power Projesi kapsamında simülasyon ile oluşturduğu noktasal

meteorolojik verilerin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu veriler meteorolojinin farklı istasyon verileri ile istatistiksel açıdan kıyaslanıp, doğruluk testi yapıldıktan sonra kullanılmaya uygun bulunmuştur.



Sayı Yüzde		
Olağan Üstü Nemli	2	%3,39
Aşırı Nemli	1	%1,69
Çok Nemli	0	%0,00
Orta Nemli	8	%13,56
Hafif Nemli	5	%8,47
Normal	25	%42,37
Hafif Kurak	7	%11,86
Orta Kurak	3	%5,08
Şiddetli Kurak	5	%8,47
Çok Şiddetli Kurak	2	%3,39
Olağanüstü Kurak	1	%1,69
Belirsiz	0	%0,00



Seçilen Dönem(Başlangıç Bitiş Tarihi):
12 Aylık(Ocak-Aralık)

Analizi Yapılan Toplam Yıl Sayısı : **59**

İlk Gözlem Yılı : **1961**

En Kurak Yıl : **2013**

Kurak Geçen Yıl Sayısı: **18**

Şekil 3.3 Yunak bölgesi 1961-2013 yılları arası 12 aylık kuraklık analizi (Anonim 2020g)

Çizelge 3.3 2000-2010 yılları arasında Yunak meteoroloji istasyonu kuraklık değerlendirmesi (Anonim 2020g)

Yıl	Kuraklık Durumu
2000	Normal
2001	Hafif nemli
2002	Normal
2003	Normal
2004	Orta kurak
2005	Normal
2006	Normal

Çizelge 3.3 2000-2010 yılları arasında Yunak meteoroloji istasyonu kuraklık değerlendirmesi (Anonim 2020g) (Devam)

Yıl	Kuraklık Durumu
2007	Normal
2008	Şiddetli kurak
2009	Hafif nemli
2010	Orta nemli

3.1.3 Toprak özellikleri

İşletmenin detaylı toprak etüt ve haritalama çalışmaları Dinç vd (1997) tarafından yapılmış olup işletme toprakları Aridisol, Vertisol ve Entisol Ordolarından oluşmaktadır. Çalışmanın gerçekleştiği parsel killi bünyeye sahip olmakta, tarla kapasitesi %29,98 ve solma noktası ise %19,31 olarak bulunmuştur¹(Bayramin vd 2013).

Çizelge 3.4 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde 40 no'lu parsel toprak özellikleri

Derinlik (cm)	Bünye	Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	PH	Elektriksel İletkenlik, EC (µs)	Tarla Kapasitesi (ağırlık yüzdesi)	Solma Noktası (ağırlık yüzdesi)
0-20	SCL	1.36	7.68	307.38	27.65	18.33
20-40	C	1.33	7.68	283.07	28.60	19.72
40-60	C	1.29	7.77	281.89	32.96	20.70
60-80	C	1.29	7.86	269.64	32.83	18.78
80-100	C	1.28	7.94	251.60	32.32	20.09

3.1.4 Buğday çeşitleri ve verimleri

Bu çalışmada TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde yağışa bağlı tarım yapılan parsellerden 2000-2010 yılları arasında buğday üretimi yapılan ve düzenli verim değerleri bulunan parsellere ilişkin değerler kullanılmıştır.

¹Bayramin vd 2013, 1100729 numaralı Radar Görüntülerinin Toprak Etüt ve Haritalama Çalışmalarında Kullanımı. TÜBİTAK projesi.

Çizelge 3.5 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde yetiştirilen Bezostaja 1 çeşidinin verimi (kg/da) (2001-2008) ²

Parsel No \ Yıl	Yıl							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
40 (A)	120.4	0.0	239.1	0.0	208.0	0.0	221.1	0.0
40 (B)	0.0	251.9	0.0	217.0	0.0	294.5	0.0	106.9

Çizelge 3.6 TİGEM Altınova Tarım İşletmesinde yetiştirilen Bayraktar çeşidinin verimi (kg/da) (2009-2010) ²

Parsel No \ Yıl	Yıl	
	2009	2010
40 (A)	376.7	0.0
40 (B)	0.0	316.4

Altınova Tarım İşletmesinde tahılların üretiminde farklı tohum çeşitleri kullanılmaktadır. Buğday yetiştiriciliğinde işletme 1999-2007 yılları arasında Bezostaja çeşidine odaklanılmış ve ekmeklik buğday üretimi için bu çeşit tercih edilmiştir. Bezostaja buğday çeşidi orta erkenci, yatmaya dayanıklılık gösteren, soğuğa dayanımı yüksek olan ve su stresine toleransı az olan bir çeşittir. 1 000 tane ağırlığı 38-44 gr arasında değişmekte olup kuru koşullarda verimi 150 kg/da iken sulu tarımda verim değerleri 600 kg/da'a kadar ulaşabilmektedir. Ayrıca tarla şartlarında kahverengi pas gibi hastalıklara dayanım göstermektedir. Başta Orta Anadolu ve geçit bölgeler ile kışlık buğday üretimi yapan ve yüksek yağış alan veya sulu tarım yapan taban suyu yüksek araziler için tavsiye edilmektedir. Bezostaja Rusya kökenli bir çeşit olup, 1968 yılında tescil edilmiştir (Anonim 2018a).

2008'den itibaren işletme tarafından ekmeklik buğday için tercih edilen diğer bir çeşit ise Bayraktar 2000 çeşididir. Bu çeşit soğuğa, su stresine ve yatmalara dayanıklı,

² Tigem Altınova işletmesinden temin edilmiştir.

erkenci bir çeşittir. Ayrıca sarı pas gibi hastalıklara dayanıklı olup, 1000 tane ağırlığı 32-34 gr arasındadır. Verim değerleri ise 300-400 kg/da'a kadar çıkabilmektedir (Anonim 2018b).

3.1.5 Uydu görüntüleri

2000-2010 yılları arasında işletme arazisini içerisine alan Landsat 5 (TM) uydusunun Level 2 uydu görüntüleri kullanıldı. Landsat 5 uydusu 1984 yılında NASA tarafından fırlatılmış ve 2013 yılına kadar yörüngede kalarak görev yapmıştır. 7 banda sahip uydunun zamansal çözünürlüğü 16 gündür.

Çizelge 3.7 Lansat 5 TM uydusu teknik özellikleri (Anonim 2020h)

Spektral Bantlar		Dalga Boyu (μm)	Mekânsal Çözünürlük (m)
Bant 1	Mavi	0.45 – 0.52	30
Bant 2	Yeşil	0.52 – 0.60	30
Bant 3	Kırmızı	0.63 – 0.69	30
Bant 4	Yakın kızıl ötesi	0.76 – 0.90	30
Bant 5	Kısa dalga kızıl ötesi	1.55 – 1.75	30
Bant 6	Termal kızıl ötesi	10.4 – 12.5	120
Bant 7	Kısa dalga kızıl ötesi	2.08 – 2.35	30

Çizelge 3.8 Landsat 5 TM uydusuna ait değerlendirilmiş görüntüler

Tarih	Path/Row	Tarih	Path/Row	Tarih	Path/Row
16.04.2000	177/33	5.07.2003	178/33	30.06.2007	178/33
18.05.2000	177/33	14.07.2003	177/33	9.07.2007	177/33
26.06.2000	178/33	30.07.2003	177/33	25.07.2007	177/33
5.07.2000	177/33	15.08.2003	178/33	6.08.2007	178/33
12.07.2000	178/33	31.08.2003	178/33	10.08.2007	177/33
21.07.2000	177/33	16.09.2003	178/33	11.09.2007	177/33
28.07.2000	178/33	17.03.2004	178/33	27.09.2007	177/33
6.08.2000	178/33	4.05.2004	178/33	25.06.2008	178/33
22.08.2000	178/33	13.05.2004	177/33	18.07.2008	178/33
23.09.2000	178/33	21.06.2004	178/33	28.08.2008	177/33
16.10.2000	178/33	30.06.2004	177/33	15.05.2009	178/33
10.11.2000	178/33	2.09.2004	178/33	12.06.2009	177/33
26.11.2000	178/33	5.11.2004	178/33	28.06.2009	177/33

Çizelge 3.9 Landsat 5 TM uydusuna ait değerlendirilmiş görüntüler (devam)

25.02.2001	178/33	25.02.2005	177/33	30.07.2009	177/33
25.03.2001	178/33	21.04.2005	178/33	15.08.2009	177/33
3.04.2001	177/33	16.05.2005	177/33	31.08.2009	177/33
5.05.2001	177/33	8.06.2005	178/33	21.09.2009	178/33
21.05.2001	177/33	17.06.2005	177/33	9.10.2009	178/33
13.06.2001	178/33	24.06.2005	178/33	2.03.2010	178/33
Tarih	Path/Row	Tarih	Path/Row	Tarih	Path/Row
29.06.2001	178/33	30.07.2005	178/33	5.05.2010	178/33
15.07.2001	178/33	20.08.2005	178/33	30.05.2010	178/33
24.07.2001	177/33	7.10.2005	177/33	15.06.2010	177/33
31.07.2001	178/33	23.10.2005	177/33	1.07.2010	177/33
9.08.2001	177/33	17.04.2006	177/33	14.07.2010	178/33
25.08.2001	177/33	20.06.2006	177/33	2.08.2010	177/33
10.09.2001	177/33	23.08.2006	177/33	7.08.2010	178/33
12.10.2001	177/33	8.09.2006	178/33	18.08.2010	177/33
17.02.2002	177/33	27.11.2006	177/33	3.09.2010	177/33
25.06.2002	177/33	22.02.2007	178/33	19.09.2010	177/33
18.07.2002	178/33	10.03.2007	178/33	5.10.2010	178/33
12.08.2002	178/33	11.04.2007	178/33	21.10.2010	178/33
28.06.2003	177/33	23.06.2007	177/33	6.11.2010	178/33

3.1.6 AquaCrop bitki-büyüme modeli

Aquacrop, FAO'nun (Food and Agriculture Organization of United Nations) toprak ve su biriminin gıda güvenliğini değerlendirmek ve çevre yönetiminin mahsul üzerindeki etkilerini ele almak için geliştirilmiş ve çalışmalarda sıkça tercih edilen bir bitki büyüme modelidir. Bu model suyun otsu bitkilerin verimini nasıl etkilediğini modeller ve özellikle suyun bitkisel üretimde sınırlayıcı olduğu koşullarda verimli çalışabilmektedir. Modelin tasarımında basitlik ve doğru sonuç vermesine özen gösterilmiştir. Ayrıca modelin çalıştırılması için nispeten az girdi istemektedir. Buna rağmen başarılı bir şekilde sonuç vermektedir (Hsiao vd. 2009, Raes vd. 2009, Steduto vd. 2009).

3.1.7 Top Soil Mapper (TSM) cihazı

Elektromanyetik indüksiyon tekniğiyle çalışan TSM cihazı arazi yüzeyinde yapılan tarama işlemi vasıtasıyla 0-40 cm, 40-70 cm, ve 70-110 cm toprak derinliklerindeki tuzluluk değerleri, toprak işleme derinliği ve 110 cm toprak derinliğindeki oransal nem içeriği değerlerini haritalayabilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Top Soil Mapper cihazı

3.2 Yöntem

3.2.1 Aquacrop bitki-büyüme modeli

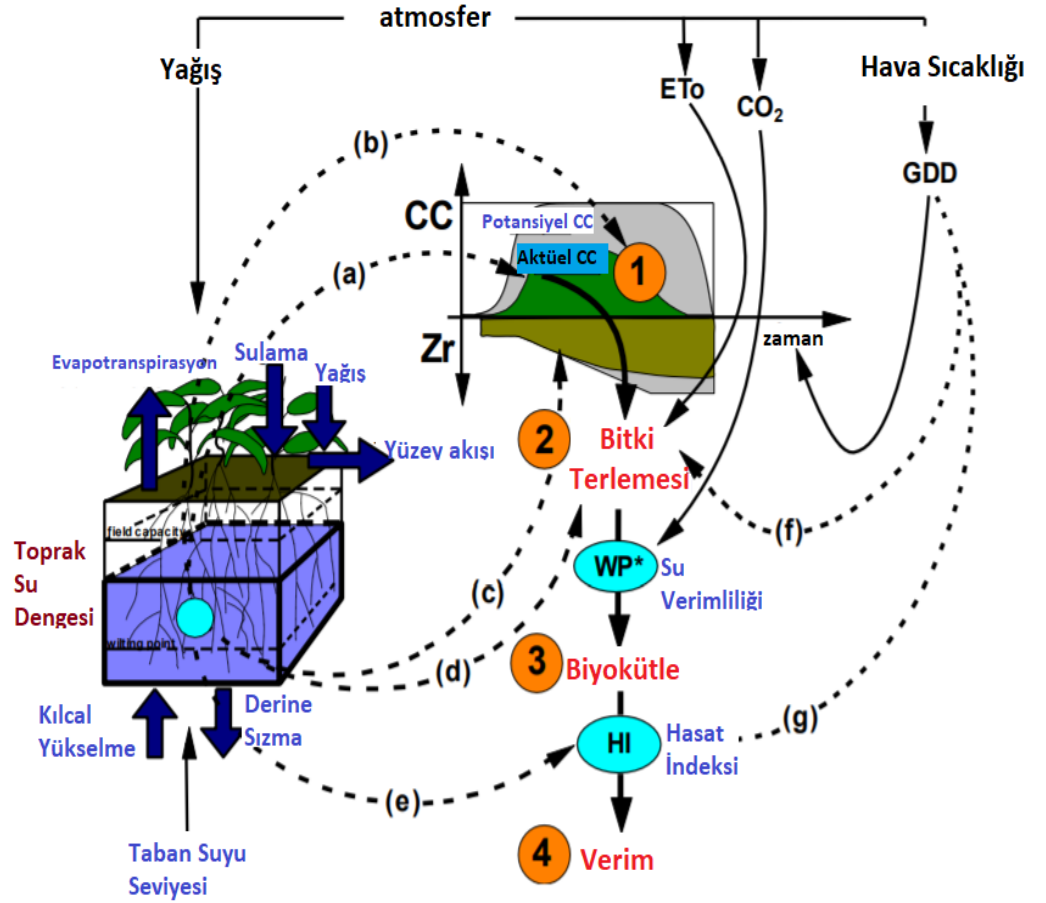
Otsu bitkilere uygun bir şekilde tasarlanan Aquacrop, 2009 yılında FAO tarafından kullanıma hazır hale getirilmiştir. 16 bitkinin modellemesini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilen bu programın en güncel sürümü 2018 yılında sunulmuştur (Gürkan 2019).

Aquacrop modeli verim tahmini ve bitkin büyümesini görsel olarak verebilmesi için bitki su tüketiminden yararlanmaktadır. Bu model toprak ve bitki yüzeyinden oluşan

buharlaşmayı birbirinden bağımsız şekilde tahmin ederek evapotranspirasyon miktarını tahmin etmektedir. Günlük biokütle miktarını tahmin etmek için bitki yüzeyinden oluşan buharlaşmayı yani tranpirasyonu kullanır (Gürkan 2019).

Aquacrop verim değerlerini dört aşamada hesaplamaktadır (Şekil 3.5);

1. Bitki örtüsü gelişimi
2. Transpirasyon
3. Toprak üstü biokütle gelişimi
4. Bitki verimi



Şekil 3.5 Aquacrop modeli çalışma şeması

3.2.1.1 İklim verilerinin AquaCrop modeline girilmesi

Aquacrop modeli iklim verilerinin günlük, 10 günlük veya aylık kullanımına imkân tanımaktadır. Yalnız çalışmalar için genelde günlük verilerin kullanımı tavsiye edilir. Modelin çalıştırılması için gerekli olan asgari meteorolojik parametreler 6 ana parametre şeklinde verilmiştir, bunlar:

- Maksimum sıcaklık
- Minimum sıcaklık
- Ortalama rüzgâr hızı
- Ortalama nem
- Güneşlenme şiddeti veya süresi
- Toplam yağış

İklim verileri metin formatına (.txt) dönüştürülüp bir dosya haline getirilerek programa yüklenmiştir. Yükleme sırasında oluşturulan metin dosyası, hazırlanma sırasına göre programa tanıtılmıştır. Modelin meteorolojik parametrelerinin alt ve üst sınırları incelenerek girilen meteorolojik verilere göre yenilenmiştir.

3.2.1.2 Toprak verilerinin AquaCrop modeline girilmesi

Aquacrop modelinde toprak profiline ait parametreler girilmelidir. Bu parametreler:

- Katman sayısı ve kalınlıkları
- Solma noktası (hacim yüzdesi cinsinden)
- Tarla kapasitesi (hacim yüzdesi cinsinden)
- Doyma noktası (hacim yüzdesi cinsinden)
- Hidrolik iletkenlik
- Taş içeriği (zorunlu değil)
- Kapiler yükselme miktarı (zorunlu değil)

Toprak özelliklerinin girilmesinden ve toprak bünyesinin seçilmesinden sonra program otomatik olarak olmayan veya girilmeyen değerleri atamaktadır.

Toprak verileri girilirken eldeki solma noktası ve tarla kapasitesi değerleri ağırlık yüzdesi biriminde olduğundan bu değerler hacim ağırlıkları ile çarpılarak hacim yüzdesi cinsine dönüştürülmüş ve programa uygun olan format haline getirilmiştir. Ayrıca tuzluluk değerlerinin birimleri ds/m olarak değiştirilmiştir.

3.2.1.3 Bitki verilerinin Aquacrop modeline girilmesi

Aquacrop son sürümünde 16 bitkinin simülasyonu mümkündür. Model bu simülasyonları gün-derece veya takvim günü olarak yapabilmektedir (Gürkan 2019). Modelin girilebilen bitki parametreleri:

- Ekim zamanı
- Ekim şekli (ekim veya dikim)
- Ekim aralığı ve sıklığı (sıra arası veya üzeri mesafe, dekara atılan tohum miktarı)
- İlk çıkış günü
- Maksimum yeşil örtünün kaplandığı gün
- Maksimum etkili kök derinliği günü
- Çiçeklenme başlangıç tarihi
- Çiçeklenme süresi
- Sararmanın başladığı tarih
- Hasat olgunluğuna ulaştığı tarih

Yukarıda belirlenen kriterlere ek olarak modele tohumun 1 000 tane ağırlığı, çimlenme yüzdesi, maksimum etkili kök derinliği ve bitkinin dayanabildiği minimum ve maksimum sıcaklık eşik değerleri gibi faktörler girilmiştir.

TİGEM Altınova İşletmesi 2000-2007 yılları arasında bezostaja çeşidini tercih etmiş ve üretime bu tohum çeşidi ile devam etmiştir. 2008'den itibaren ise bayraktar çeşidine geçilmiştir bu sebepten, bitki verileri girilirken her iki buğday çeşidi için farklı bitki dosyası oluşturulmuştur.

3.2.1.4 Başlangıç toprak nemi hesabı

TİGEM Altınova İşletmesi üretime dayalı bir işletme olduğundan ekim tarihleri zamanlarında topraktan herhangi bir örnek alınmamıştır. Bu sebeple ekim tarihlerinde toprak başlangıç nemleri bilinmemektedir. Başlangıç nemlerinin bulunması modelin çalıştırılması açısından önemli bir etken olduğundan Devlet Su İşleri (DSİ)'ne ait Kıştan Artakalan Rutubet (KAR) hesabı yaklaşımı ile toprak başlangıç nemleri hesaplanarak modele girilmiştir (Özgenç vd. 1988).

3.2.1.5 AquaCrop kalibrasyonu ve doğrulanması

Modelin genel mantığı girilen veriler ile verim tahmini yapmaktır. Bu çalışmada bezostaja çeşidi için kalibrasyon yılları 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006 olarak belirlenmiş. Bu üretim dönemleri ile program kalibre edildikten sonra 2006-2007 ile 2007-2008 yıllarındaki veriler doğrulanarak tahminlerde bulunulmuştur. Bayraktar çeşidinde ise 2008-2009 üretim yılı kalibrasyon yılı olarak seçilmiş ve kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra 2009-2010 yılına ait verimler tahmin edilmiştir.

3.2.2 Uydu görüntülerinin işlenmesi

3.2.2.1 Geometrik düzeltmeler

Landsat 5 uydu görüntüleri ile yapılan önceki çalışmalarda genel olarak Level 1 uydu görüntüleri kullanıldığından uydu verilerinin kullanılabilmesi için görüntüler yersel veriler ile eşleştirilerek bir koordinat üzerine oturtulmalıydı. Bu durum NASA tarafından değerlendirilmeye alınarak 2016 yılından itibaren görüntüleri yersel kontrol noktaları yardımı ile geometrik düzeltmeler yaparak Level 2 adıyla servis edilmeye

başlanmıştır. Bu nedenle görüntüler için herhangi bir geometrik düzeltmeye ihtiyaç duyulmamıştır.

3.2.2.2 Radyometrik düzeltmeler

Level 2 görüntülerinde termal bant hariç tüm bantlarda radyometrik düzeltmeler NASA tarafından yapılmıştır. Bu nedenle bu çalışmada termal bant için radyometrik düzeltmenin birinci aşaması yani piksel parlaklık değerlerinin spektral radyans (Eşitlik 3.1) değerlerine dönüştürülmesi işlemi yapılmıştır. Üst atmosfer düzeltmesi yerine bu parlaklık değerleri önce kelvin cinsinden yüzey sıcaklığına sonra ise derece cinsinden yüzey sıcaklığına dönüştürülmüştür.

3.2.2.2.1 Piksel parlaklık değerinin spektral radyans değerine dönüştürülmesi

$$L\lambda = \left[\frac{(L_{max\lambda} - L_{min\lambda})}{(Q_{cal_{max}} - Q_{cal_{min}})} \right] x [Q_{cal} - Q_{cal_{min}}] + L_{min\lambda} \quad (\text{Anonymous 2019}) \quad (3.2)$$

- $L\lambda$: Sensördeki spektral radyans ($MW/c^2 \cdot sr \cdot \mu m$)
 $L_{max\lambda}$: $Q_{cal_{max}}$ 'a göre ölçeklendirilen spektral radyans
 $L_{min\lambda}$: $Q_{cal_{min}}$ 'e göre ölçeklendirilen spektral radyans
 Q_{cal} : Parlaklık değerleri
 $Q_{cal_{max}}$: Maksimum parlaklık değeri
 $Q_{cal_{min}}$: Minimum parlaklık değeri

Uydu görüntüleri indirildiğinde farklı bant görüntülerinin yanında bir de metadata dosyasına sahiptir. Piksel parlaklık değerinin spektral radyans değerine dönüştürülmesi için kullanılan denklemde, değişkenlerin değerleri metadata dosyasından alınarak kullanılmıştır.

3.2.2.2.2 Spektral radyans değerinin spektral yansıtma değerine dđnüşürülmesi

$$\rho_p = \frac{\pi \times L\lambda \times d^2}{ESUN_\lambda \times \cos \theta_s} \quad (\text{Anonymous 2019}) \quad (3.3)$$

- ρ_p : Sensördeki yansıtma değerleri
 $L\lambda$: Sensördeki spektral radyans
 d : Dünya-Güneş arası mesafe
 $ESUN_\lambda$: Ortalama atmosferik solar irradiyans
 θ_s : Solar zenit açısıdır

Hesaplama için gerekli olan ESUN değeri Landsat 5 kullanım kılavuzundan, görüntünün alındığı tarihte Dünya ve güneş arasındaki mesafe Landsat 7 uydusuna ait el kitabından ve solar zenit açısı görüntünün metadata dosyasından temin edilmiştir.

3.2.2.3 Arazi yüzey sıcaklığı (LST)

Bu aşamada arazi yüzey sıcaklığı değerlerini elde etmek için gerekli uygun yazılımlar kullanılarak Landsat 5 uydusuna ait 10.40-12.50 μm dalga boyu aralığına sahip bant 6 (termal kızıl ötesi) kullanılarak öncelikle radyometrik düzeltmenin birinci aşaması olan piksel parlaklık değerini spektral radyans değerine dđnüşürülmesi işlemi uygulanmıştır (Eşitlik 3.2).

Bu aşamadan sonra elde edilen spektral radyans değerleri Eşitlik 3.3 kullanılarak kelvin cinsinden, arazi yüzey sıcaklığı değerlerine çevrilmiştir.

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\left(\frac{K_1}{L\lambda}\right)+1\right)} \quad (\text{Anonymous 2019}) \quad (3.4)$$

- K_1 : Kalibrasyon sabiti (607.76)
 K_2 : Kalibrasyon sabiti (1260.56)
 T_b : Yüzey Sıcaklığı

Arazi yüzey sıcaklık verilerinin daha kolay değerlendirmeye alınması için elde edilen kelvin cinsinden değerler Eşitlik 3.5 yardımı ile santigrat dereceye çevrilmiş ve sonrasında araştırmanın konusu olan 40 no'lu parsel bu görüntülerden kesilmiştir.

$$T_c = T_k - 273 \quad (3.5)$$

3.2.2.4 Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) görüntülerinin üretilmesi

Araştırmacılar bir arazide bitkiler tarafından yansıtılan yakın kızılötesi (NIR) ve görünür kırmızı (RED) dalga boylarını gözlemleyerek o arazideki yeşil bitki örtüsünü gözlemleyebilirler. Güneş ışığı birçok dalga boyuna sahiptir güneş ışığı nesnelere çarptığında bazı dalga boyları emilirken diğer dalga boyları yansıtılır. Bitkilerin yapraklarında bulunan klorofil 0.4 ile 0.7 µm dalga boyunda bulunan görünür ışığı emerken 0.7 ile 1.1 µm dalga boylarında yakın kızıl ötesi ışığını geri yansıtırlar. Bitkiler ne kadar çok sağlıklı yeşil yaprağa sahip ise görünür olan kırmızı ışığı o kadar fazla emerken, yaprak sayıları azaldığında veya yapraklarda sararma meydana geldiğinde yakın kızıl ötesi ışıklarını emerler bu iki durum arasındaki inceleme normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) ile yapılabilir. (Anonim 2020i)

Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) ilk defa Tucker (1979) tarafından geliştirilmiştir. Tucker bitki yapraklarının farklı dalga boylarını yansıtma veya emme özelliklerine göre incelemeye almış ve yaprak sayısı yüksek olan sağlıklı bitkilerin, yaprak sayısı az olan veya sağlıklı görünmeyen bitkilere nazaran kırmızı ışığı normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) sonucu elde edilen değer boyutsuz bir değerdir ve -1 ile +1 arasında değişmektedir değer -1'e yaklaştıkça bitki örtüsünün azaldığını veya bitkilerin sağlıklı olduğunu +1'e yaklaşırlar ise bitkilerin sağlıklı ve yeşil örtünün fazla olduğunu gösterebilmektedir. NDVI da eksi değerler genel olarak su birikintilerini göstermektedir zira su yakın kızılötesi dalga boylarını tamamen emer. Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi (NDVI) denklemi aşağıdaki gibidir.

Bu çalışmada NDVI değerlerini oluşturmak için Landsat 5 uydusuna ait bant 3 (kırmızı) ve bant 4 (yakın kızıl ötesi) verileri kullanılarak (Eşitlik 3.6), indirilmiş olan görüntülerin, NDVI'ları oluşturulmuş ve sonrasında TİGEM Altınova arazisinde bulunan ve değerlendirmeye alınan 40 no'lu parsel bu görüntülerden kesilmiştir.

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \quad (3.6)$$

3.2.2.5 Top Soil Mapper (Tsm) cihazı ile ölçüm alınması ve işlenmesi

Arazi çalışmasının bir parçası olan TSM ile ölçüm, 2019 yılının Eylül ayında yapılmıştır. Çalışma sırasında cihazın çalışma talimatlarına göre cihaz yere temas etmeyecek şekilde traktörün arkasına monte edilmiş ve bilgisayarı traktörün kabinine kurularak GPS sisteminin aktif hale gelmesi sağlanmıştır. Kurulum tamamlanınca traktör 8 km/h hızı aşmayacak şekilde ölçüm almaya başlamış ve işlem 4 günde tamamlanmıştır. Buradan elde edilen veriler cihaza ait bilgisayar yazılımı ile işlenerek harita haline getirilmiştir.

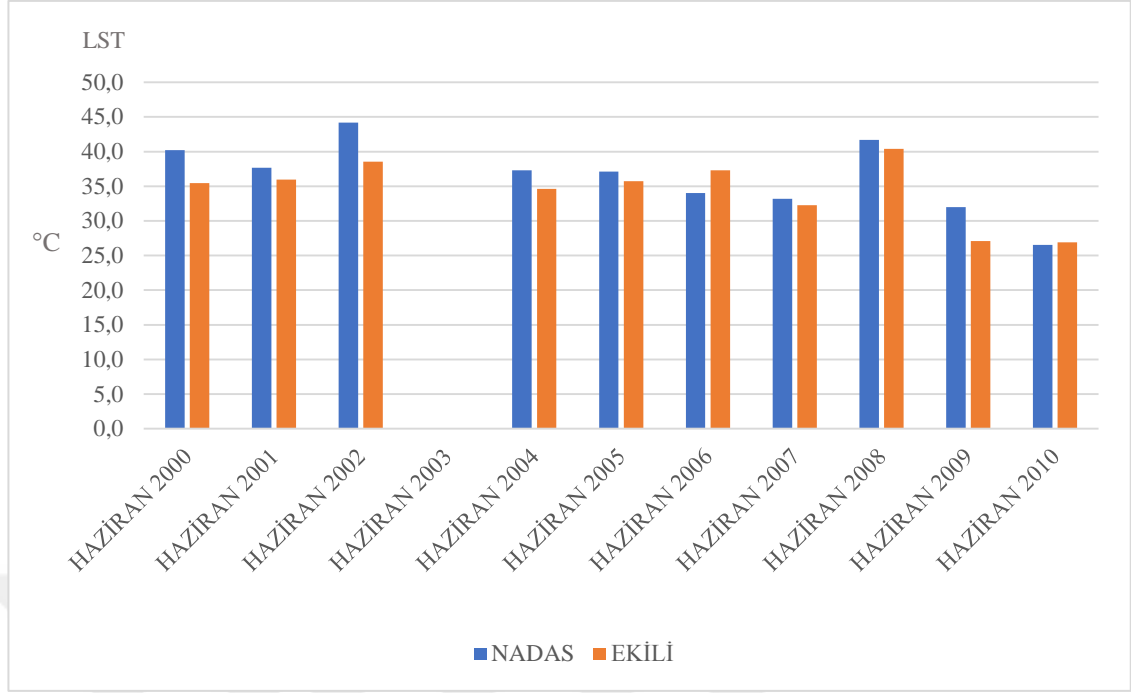
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) Bulguları

Landsat 5 uydu görüntülerinin termal bandı olan bant 6 kullanılarak 2000-2010 yıllarına ait 100 adet tarazi yüzey sıcaklığı görüntüsü oluşturulmuş ve bu görüntülere ait piksel değerleri tablolara aktararak tamamı genel bir şekilde incelenmiş ve Şekil 4.1 – 4.3’de sunulmuştur. Elde edilen değerlere göre 2000 ile 2010 yılları arasında 40 no’lu parselde maksimum sıcaklık değeri 44.9 °C ve minimum sıcaklık değeri ise 4.5 °C dir. En yüksek sıcaklık 2007 yılının Temmuz ayında yani buğday hasat işleminin gerçekleştiği tarihten sonra ölçülmüşken en düşük yüzey sıcaklığı ise 2001 yılının şubat ayında, bitkinin uyku döneminde kaydedilmiştir.

Arazi yüzey sıcaklığının detaylı incelenmesi için 2000-2010 yılları arasında buğday bitkisinin olgunluk ve hasat dönemine denk gelen, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarına ait yüzey sıcaklık verileri Şekil 4.1 – 4.3’de verilmiştir.

Şekil 4.1 incelendiğinde 40 no’lu parselin nadasa bırakılmış arazisinde en yüksek yüzey sıcaklığı 44.2 °C ile 2002 yılında ve en düşük yüzey sıcaklığı ise 2010 yılında 26.5 °C ile gerçekleşmiştir. Buğday ekimi yapılan arazinin ise maksimum sıcaklık 2008 yılında 40.4 °C ve en düşük sıcaklık ise 2010 yılında 26.9 °C olarak kayıt edilmiştir. Nadasa bırakılan arazi ve ekim yapılan arazi arasında ortalama 2.69 °C sıcaklık farkı gözlemlenmiştir.

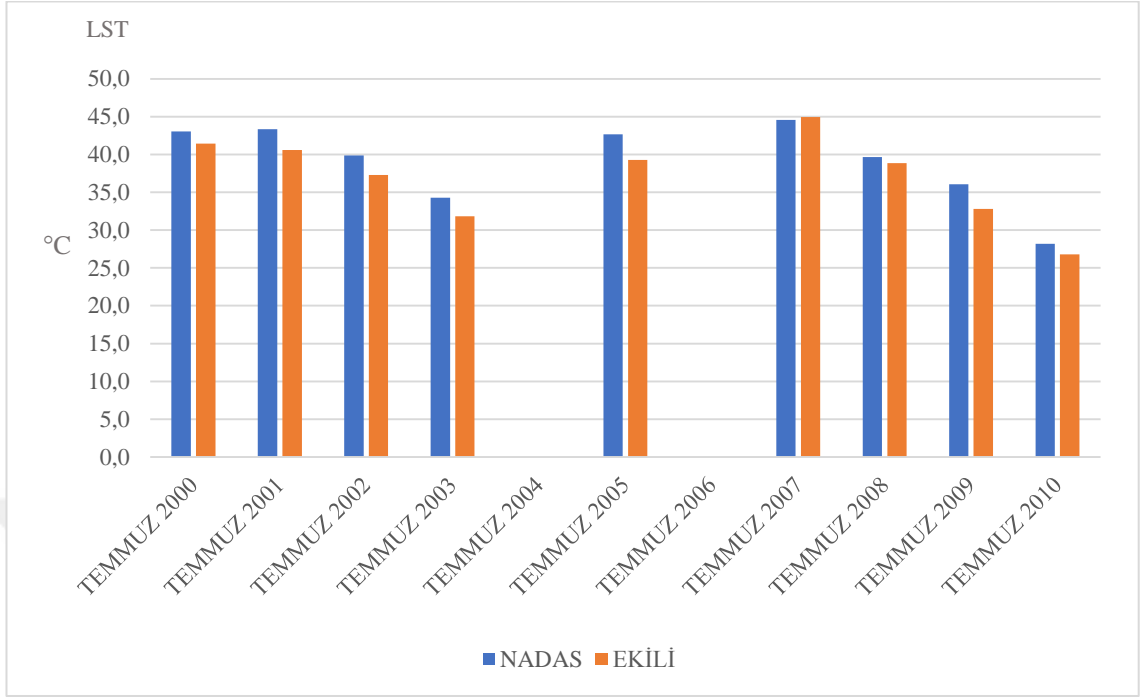


Şekil 4.1 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı arazi yüzey sıcaklıkları

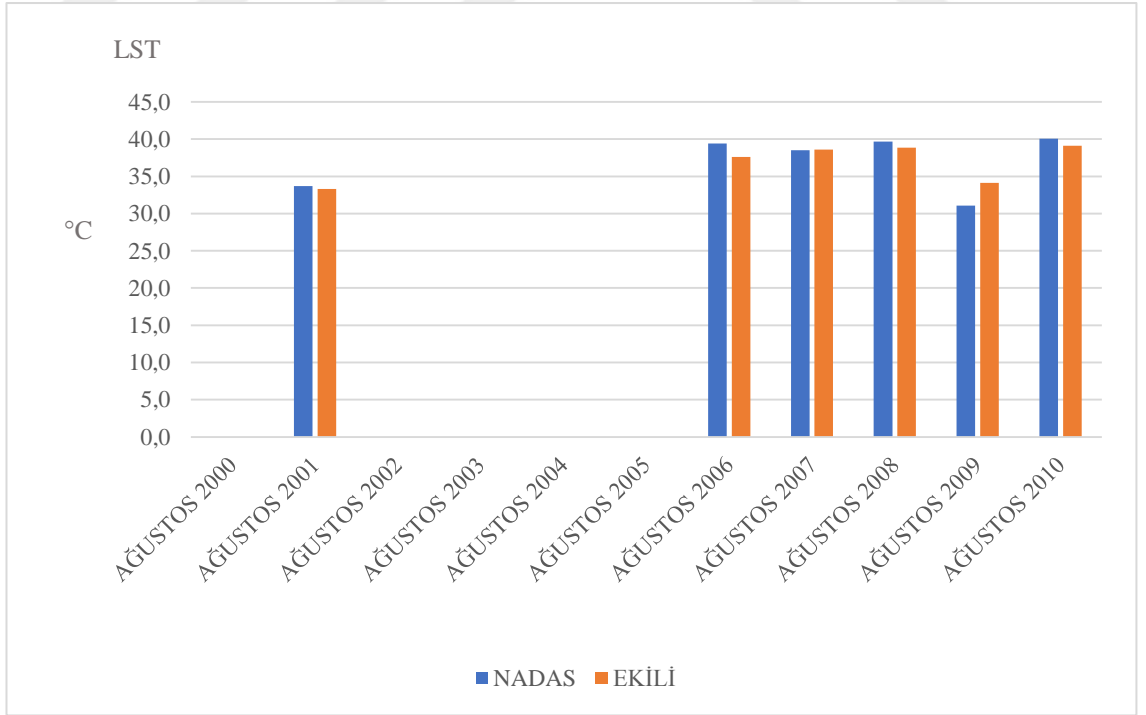
Şekil 4.2 incelendiğinde nadasa bırakılmış alan ve buğday ekimi yapılmış alan arasındaki ortalama sıcaklık farkı 2.07 °C bulunmuştur. Bu durum Temmuz ayındaki sıcaklık farkının Haziran ayına göre % 23 azaldığını göstermektedir. Temmuz ayında en yüksek sıcaklık değeri 2007 yılında 44.9 °C ile ekili olan arazi tarafında kayıt edilmiştir. Bu sıcaklık 2000-2010 yılları arasında kaydedilmiş en yüksek sıcaklık değeridir.

Şekil 4.3 incelendiğinde Ağustos ayında nadas ve ekili araziler arasındaki ortalama yüzey sıcaklık farkı 0.89 °C olarak hesaplanmıştır. Nadas ve ekili arazide ölçülen Haziran ve Temmuz aylarına oranla Ağustos ayında ölçülen nispeten yüksek sıcaklıklar değerlendirildiğinde Ağustos ayında her iki tarafında çıplak toprak yüzeyine sahip olduğu ve buğday bitkisinin hasat edildiği sonucu çıkarılabilir.

Genel bir değerlendirme yapılmak gerekirse bitki ile kaplı arazi tarafında bitki yoğunluğunun artışı sıcaklık akışının daha iyi yapılmasına sebep olmakta ve bu durum buharlaşmayı artırarak yüzey sıcaklık değerlerini düşürmektedir (Joshi ve Bhatt, 2012).



Şekil 4.2 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Temmuz ayı arazi yüzey sıcaklıkları

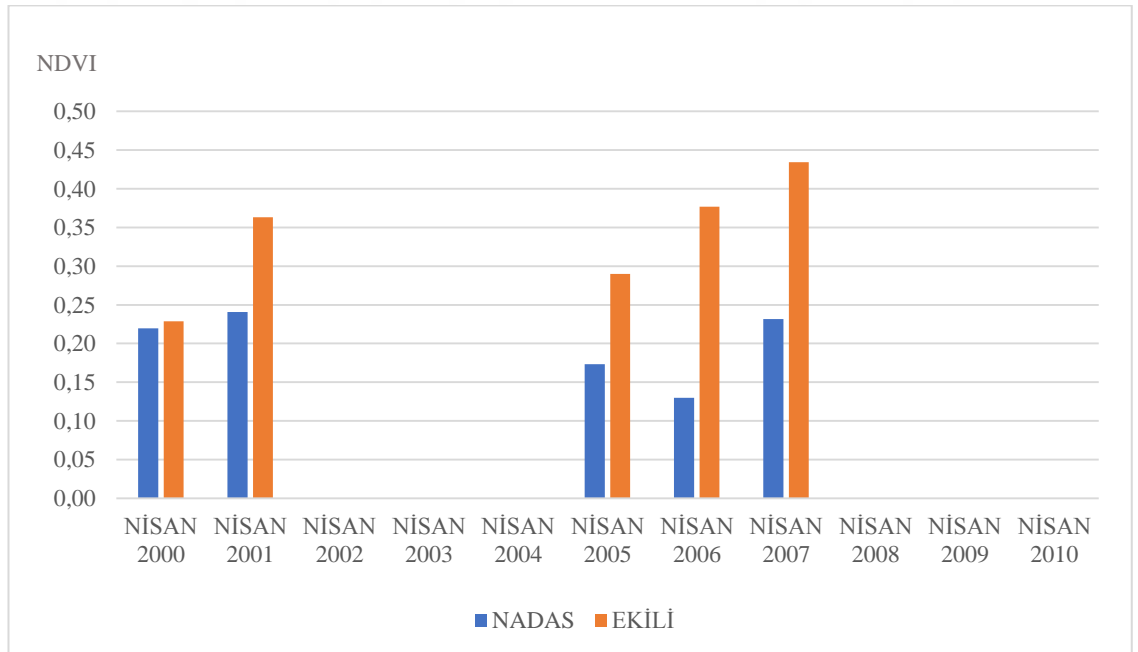


Şekil 4.3 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Ağustos ayı arazi yüzey sıcaklıkları

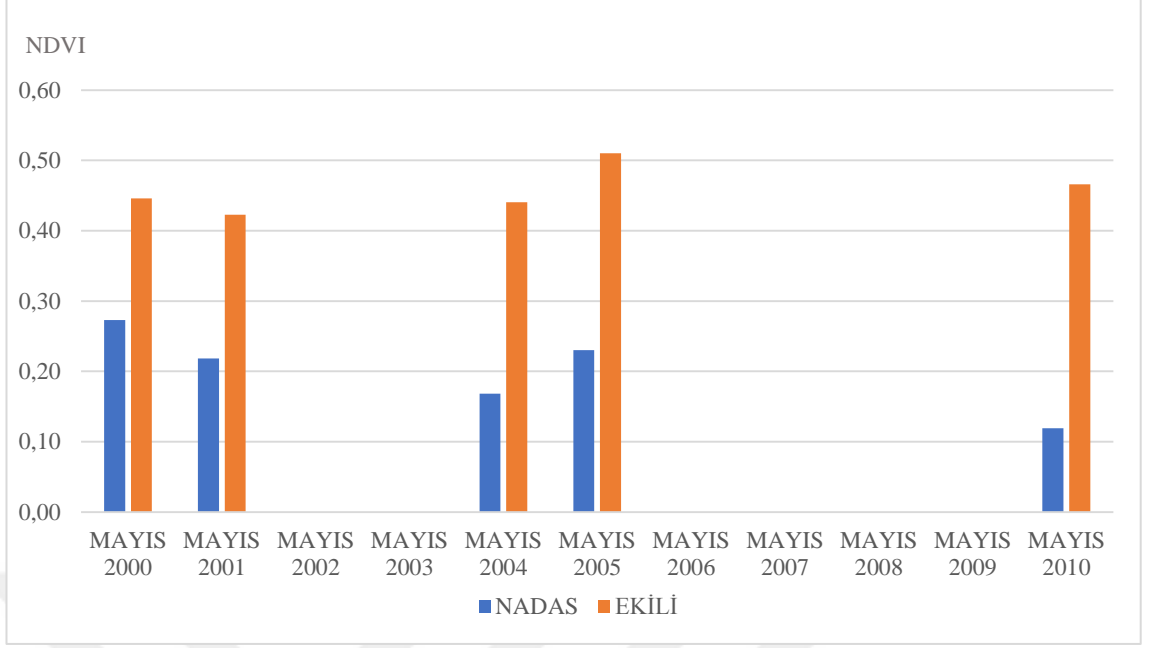
4.2 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Findings

2000-2010 years between NDVI general evaluation the highest NDVI values in May recorded and these values are between 0.40 and 0.51 range. It is observed that the values change. The lowest values are in the summer months after the harvest date or in the winter months when the plant is in the dormant period and the crop is not harvested. This is why the wheat crop germination and emergence are high in the spring months. This is why the green plant cover is measurable level, April, May and June months NDVI values are evaluated (Figure 4.4 – 4.6).

Figure 4.4 is examined in April in the cropland area NDVI values of wheat sowing. The cropland area is lower than the uncultivated area. The reason is that the cropland area receives less near infrared radiation and more visible red radiation. The highest NDVI value in April in the cropland area is 0.43 in 2007 and the lowest value is 0.23 in 2000.



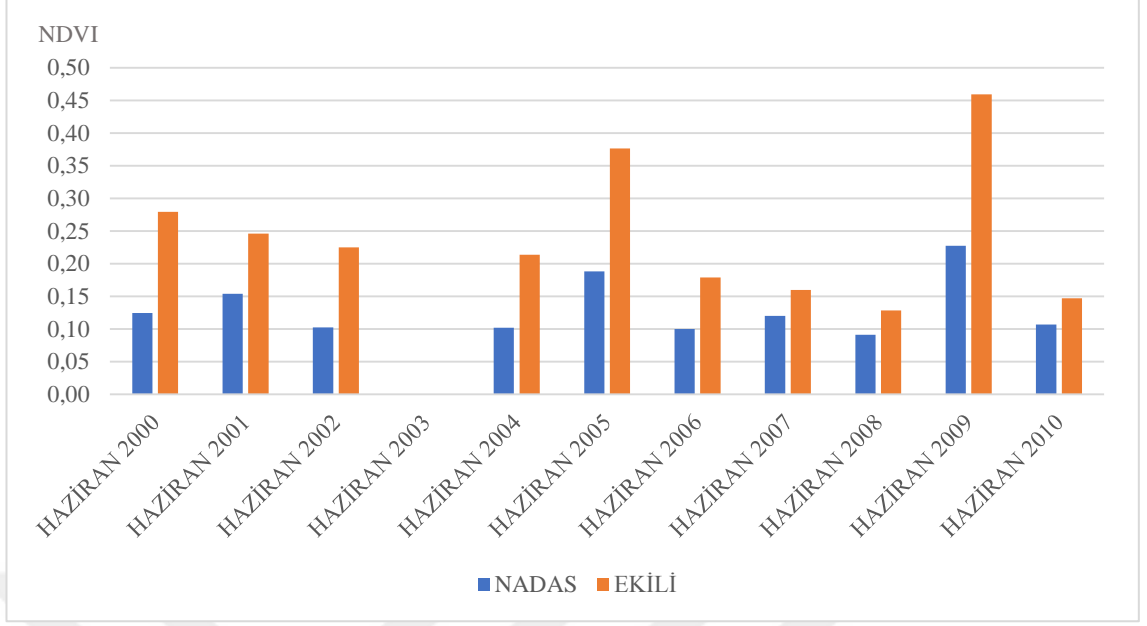
Şekil 4.4 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Nisan ayı NDVI



Şekil 4.5 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Mayıs ayı NDVI

Şekil 4.5 incelendiğinde en yüksek NDVI değerleri Mayıs ayında hesaplanmıştır. Bunun nedeni ise buğday bitkisinin araziye en iyi kapladığı ve yeşil aksamın en yoğun olduğu dönem olmasıdır.

Haziran ayında en yüksek NDVI değeri 2009 yılında gerçekleşmiştir (Şekil 4.6). Meteorolojinin kuraklık izleme sisteminin değerlendirilmesine göre 2009 ve 2010 yılları yağışlı yıl olarak belirlenirken 2008 yılı şiddetli kurağın yaşandığı yıl olarak belirlenmiştir. Bu kuraklığın etkisi açıkça 2008 NDVI değerlerinde ve işletmenin kaydettiği verim değerlerinde (Çizelge 3.5) görülmektedir.



Şekil 4.6 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı NDVI

4.3 NDVI ve LST Verileri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi Bulguları

LST ve NDVI değişkenlerinin arasındaki istatistiksel ilişkinin bulunması için yıllar bazında parselin kuzey ve güney kısımlarına ait LST ve NDVI değerlerinin korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde genel olarak LST ve NDVI korelasyon değerlerinin eksi çıktığı görülmektedir. Yani bu iki değişken arasında ters bir ilişkinin mevcuttur. LST değerleri yükseldikçe NDVI değerleri düşmekte, LST değerleri düştükçe NDVI değerleri yani yeşil örtünün yoğunluğu artmaktadır. 2002, 2005 ve 2008 yıllarında korelasyon değerleri pozitif çıkmaktadır, bunun sebebi ise bu yıllara ait mevcut uydu görüntüleri yalnızca bitkinin hasat tarihinden sonra veya bitkinin uykuda olduğu dönemlere aittir. Bu nedenle parselin kuzey ve güney kısımlarında NDVI veya LST değerleri arasında büyük farklar bulunmamaktadır. Buna dayanarak bitkinin yeşil örtüsünün maksimum olduğu dönemlerde LST değerinin minimum olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1 40 no'lu parselin Kuzey ve Güney bölümleri için NDVI ve LST değerlerinin korelasyon katsayıları

Yıl	Kuzey Kısım	Güney Kısım
2000	-0.82	-0.92
2001	-0.39	-0.43
2002	0.08	-1.00
2003	0.84	0.92
2004	-0.11	-0.08
2005	0.59	0.45
2006	-0.23	-0.99
2007	-0.71	-0.72
2008	0.99	0.86
2009	-0.62	-0.42
2010	-0.56	-0.78

4.4 Ekim Dönemi Başlangıç Toprak Nemi Bulguları

AquaCrop modelinin kalibrasyonunun ve doğrulamasının gerçekleştirilmesi için ekim tarihindeki toprak nem içeriğinin bilinmesi gerekmektedir. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Altınova Tarım İşletmesinde ekim tarihlerinde toprak nem tayini yapılmadığından bu değerleri elde etmek için DSİ tarafından kullanılan KAR (Kıştan Artan Rutubet) hesabı yaklaşımı kullanılarak hesaplanan nem değerleri (Çizelge 4.2) programda kullanılarak kalibrasyon ve doğrulama işlemi yapılmıştır. Ekim döneminde toprak nem değerleri 2003, 2004, 2005, 2007 ve 2009 yıllarında %10 olarak belirlenirken 2006 ve 2008 yıllarında bu değerler %19 – 64 arasında değişmektedir.

4.5 AquaCrop Bitki Büyüme Modeli Bulguları

Aquacrop bitki büyüme modelinin kalibrasyon işlemi için öncelikle 2000'den 2005 yılına kadarki yetiştirme dönemleri seçildi. Ancak TİGEM Altınova işletmesinin verim değerleri incelendiğinde 2000 ile 2002 yılları arasında büyük sapmaların olduğu gözlemlendi. Bu nedenle kalibrasyon işlemine 2003 yılından başlanmış ve 2005 yılına kadar yapılmıştır. Doğrulama işlemi ise 2006-2007 ve 2007-2008 yılları için gerçekleştirilmiştir. 2008 yılından itibaren buğday çeşidi değiştiğinden yeni çeşit olan bayraktar için 2008-2009 yılı kalibrasyon yılı olarak seçilmiş ve doğrulama yılı olarak

ise 2009-2010 yılı değerlendirilmiştir. Yapılan kalibrasyon ve doğrulama işlemlerine ait sonuçlar izelge 4.3'de verilmiştir.

Kalibrasyon ve doğrulama sonucunda ortaya çıkan verim tahmin değerleri gerçek değerler ile istatistiksel olarak kıyaslanmış ve regresyon grafiği oluşturularak doğrulukları test edilmiştir. Modelle tahmin edilen değerler ile gerçek verimler arasındaki belirtme katsayısı 0.89 bulunmuştur (şekil 4.7). Ayrıca modelin 2007-2008 yılında kuraklığın yaşanmasından dolayı meydana gelen şiddetli verim azalmasını da % 96.2 oranında tahmin ettiği görülmektedir.



Çizelge 4.2 KAR hesabı yaklaşımı ile elde edilen bitki ekim dönemi toprak nemleri

Ay, Yıl	Ekim 2003			Eylül 2004			Eylül 2005		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Dönem (on günlük)									
Yağış (mm/ay)	3.58	0.49	30.45	0.2	0	0	3.77	8.69	11.56
ET _o (mm/ay)	37.8	27.4	27.2	56.2	45.3	46.5	49.5	43.2	32
kc	0.3	0.52	0.52	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
ET (mm/ay)	11.3	14.248	14.14	16.86	13.59	13.95	14.85	12.96	9.6
<u>depolama</u> <u>tüketim</u>	-7.8	-13.76	16.31	-16.66	-13.59	-13.95	-11.08	-4.27	1.96
MR (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MR (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Düzeltilmiş MR (%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10

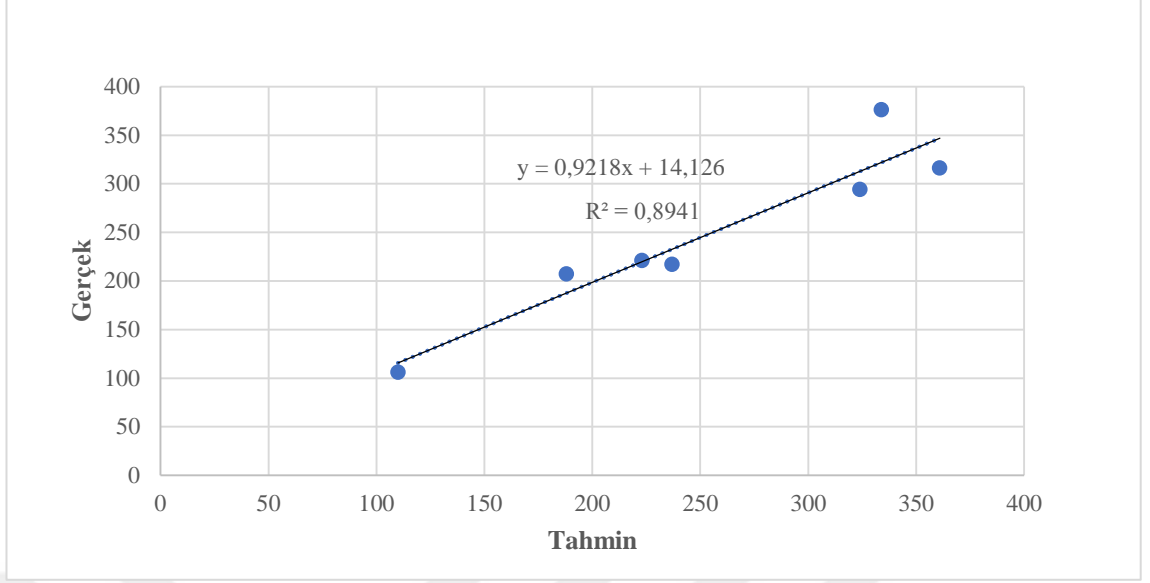
Çizelge 4.2 KAR hesabı yaklaşımı ile elde edilen bitki ekim dönemi toprak nemleri (devam)

Ay, Yıl	Ekim 2006							Eylül 2007			Ekim 2008			Ekim 2009			
	I	II	III					I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Dönem (on günlük)																	
Yağış (mm/ay)	1.3 9	65.78	39.45					1.7 6	0	0.9	2.63	10.6 3	8.9 7	1.6 5	4.65	15. 07	
ET _o (mm/ay)	29. 7	16	15.3					57. 2	45.7	41. 8	28.6	23.9	15. 5	35	35.1	21	
kc	0.3	0.52	0.52					0.3	0.3	0.3	0.3	0.52	0.5 2	0.3	0.52	0.5 2	
ET (mm/ay)		8.91	8.32	7.956	17.1 6	13.71	12.5 4	8.58	12.428	8.06	10.5	18.252	10.92				
<u>depolama tüketim</u>		-7.52	57.46	31.49 4	- 15.4	-13.71	11.6 4	-5.95	-1.798	0.91	-8.85	-13.602	4.15				
MR (mm)		18.91	11.39	68.85	0	0	0	34.87	28.92	27.122	0	0	0				
MR (%)		14.796 6	8.912 36	53.87 32	0	0	0	27.284 8	22.6291	21.222 2	0	0	0				
Düzeltilmiş MR (%)		24.7966		18.91 24	63.87 32	1 0	1 0	1 0	37.284 8	32.629 1	31.222 2	10	10	10			

Çizelge 4.3 Aquacrop modeli verim tahminleri ve gerçek verim değerleri

ÇEŞİT	İŞLEM	YILLAR	Sıcaklık Eşik Değerleri		WP*	HI**	D***	Verim Değerleri		Başarı Yüzdesi
			Min Sıcaklık	Max Sıcaklık				Tahmin	Gerçek	
			(°C)	(°C)				(Kg/da)	(Kg/da)	
BEZOSTAJA	Kalibrasyon	2003 - 2004	0	27	15	37	0.9	237	217	90.8
		2004 - 2005	0	27	15	37	0.9	188	207	90.8
		2005 - 2006	0	27	15	37	0.9	324	294	89.8
	Doğrulama	2006 - 2007	0	27	15	37	0.9	223	221	99.1
		2007 - 2008	0	27	15	37	0.9	110	106	96.2
BAYRAKTAR	Kalibrasyon	2008 - 2009	0	30	18	39	0.9	334	376	88.8
	Doğrulama	2009 - 2010	0	30	18	39	0.9	361	316	85.8

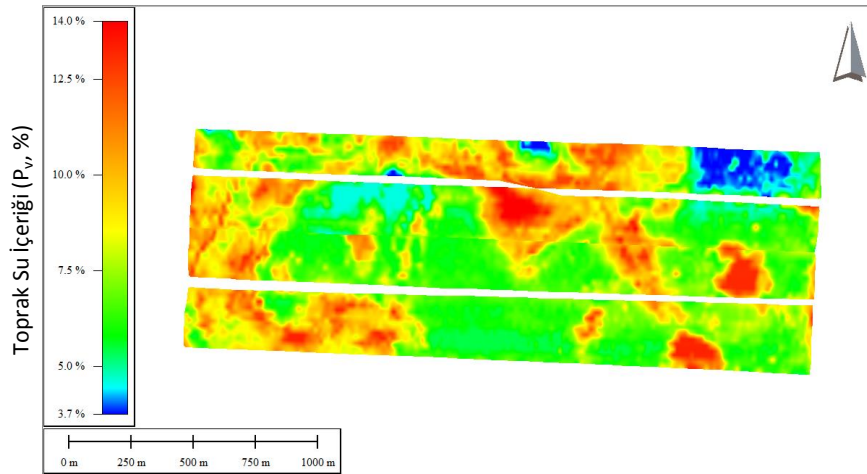
* WP: Su üretkenlik (water productivity)
* HI : Hasat indeksi (Harvest index)
* D : Maksimum etkili kök derinliği (Maximum effective root depth)



Şekil 4.7 Verim tahminleri ve gerçek değerler arasında regresyon analizi

4.6 TSM Bulguları

Şekil 4.8 incelendiğinde en düşük su içeriği %3.7 ile arazinin kuzey doğu bölgesinde ölçülürken en yüksek su içeriği %14 ile arazinin farklı kısımlarında ölçülmüştür. Bu durum arazinin büyük olmasından ve farklı toprak serilerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Haritada görüldüğü üzere mavi renkle belirtilmiş en düşük nem içeriğine sahip alanın büyüklüğü haritalanmış alanın tamamına göre oldukça küçük bir alan kaplamaktadır.



Şekil 4.8 TSM cihazı ile elde edilen toprak nem içeriği (0 – 110 cm)

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1 NDVI ve LST Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İncelenen NDVI ve LST değerleri ile MGM'ye ait kuraklık izleme verileri karşılaştırıldığında 2007'de başlayan ve 2008'in sonlarına kadar devam eden kuraklığın NDVI ve LST değerlerini bariz bir şekilde etkilediği görülmüştür. Zira en yüksek yüzey sıcaklığı 2007'nin Temmuz ayında ve en düşük NDVI değeri ise 2008 yılının Mayıs ayında ölçülmüştür. Bu değerler işletmenin buğday verim değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde 2007 yılına kadar olan ortalama 200 kg/da'lık verim değerlerinin 2008 yılında 102 kg/da'a kadar düştüğünü göstermektedir. Bu değerlendirilmelere dayanarak LST ve NDVI değerleri yetiştirme dönemi boyunca uydu görüntüsü veya farklı algılama yöntemleri ile takip edilir ise bitki sağlığı ile ilgili ve buna bağlı olarak verim değerleri ile ilgili oldukça faydalı bilgiler elde etmek mümkündür.

5.2 AquaCrop Sonuçlarının Değerlendirilmesi

AquaCrop bitki büyüme modeli kullanılarak yapılmış olan tahmin sonuçlarının regresyon analizi sonucunda kabul edilebilir bir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Modelin diğer bitki büyüme modellerine göre daha az sayıda girdi kullanılarak başarılı sonuç vermesi, verim değerlerini daha önceden tespit edilebilmesini oldukça kolaylaştırmış ve mümkün kılmıştır. Buna ek olarak bir tarım işletmesinde AquaCrop modeli kullanılacak ise ekim tarihi gelmeden yetiştirilecek ürün hakkında tüm veriler belirlenmeli ve bitki büyüme mevsimi boyunca ihtiyaç duyulan gözlemler yapılmalıdır. Çimlenme ve çıkış tarihleri, fizyolojik özellikler, bitkinin stres toleransları, 1000 dane ağırlığı gibi değerlerin bilinmesi gerçeğe daha yakın verim tahmini yapılmasını sağlayacaktır. Yapılan çalışmada AquaCrop modeli için ekim tarihindeki nem içeriği, toprak bünyesi, tarla kapasitesi ve solma noktası gibi toprak özelliklerinin çok önemli olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle bu modelle çalışmaya başlamadan önce yukarıda belirtilen değişkenlerin tespiti yüksek önem arz etmektedir. Ayrıca AquaCrop modeli, homojen toprak koşullarının hâkim olduğu alanlarda rahatlıkla ve yüksek güvenilirlikle kullanılabilir. Çalışmada seçilen 40 no'lu parsel 3901 da olup 6 farklı toprak serisinden

meydana gelmektedir. Bu çalışmada bu serilerin ortalaması alınarak kullanılması kalibrasyon işini zorlaştırmış ve dolayısı ile tahmin hassasiyetini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca meteorolojik faktörlerin etkisi bölgesel olarak değişmekte, örneğin parselin üzerine düşen yağış miktarı her tarafa homojen dağılmadığından farklı yerlerde farklı etkiler ortaya koyabilmektedir. Belirtilen faktörler dikkate alındığında tahmin yapılacak alanın küçük parçalara ayırarak modellenmesi daha güvenilir sonuçların ortaya çıkmasına katkı sağlayacak ve böylelikle de modelin tahmin hassasiyeti artacaktır.

5.3 TSM Sonuçlarının Değerlendirilmesi

TSM'nin sağladığı en büyük avantaj toprak profilinin dört farklı derinliğindeki tuzluluk değerlerinin, 110 cm toprak derinliğindeki hacimsel toprak suyu içeriğinin ve toprak işleme derinliğinin parsel bazında mekânsal değişiminin hızlı bir şekilde belirlenmesidir. Özellikle Altınova gibi büyük işletmelerde bu cihaz kullanılarak toprak hakkındaki bazı bilgilerin hızlı bir şekilde toplanabilmekte ve gerekli olan müdahaleler anında yapılabilmektedir. Örnek olarak hacimsel toprak suyu içeriğinin belirlenmesi ile ekim için en uygun zaman seçilebilmekte, toprak işleme derinliğinin ekim zamanında belirlenmesi ile ekim makinasına anında komut verilerek tohumların aynı derinliğe bırakılması mümkün olabilmektedir. Bu cihaz ile dört farklı derinlikteki toprak tuzluluğu değerleri modele girilerek bunun verime etkisi değerlendirilebilir.

Altınova Tarım İşletmesi 2000 ile 2007 yılları arasında Rusya kökenli soğuga dayanıklı ve su stresine toleransı az olan bezostaja çeşidini kullanmıştır. Bu ürünün özellikleri incelendiğinde soğuk iklime uygun olduğu fakat kuru tarım için önerilmediği gözlemlenmektedir. Yalnız işletme uzun yıllar bu çeşide bağlı kalmış 200 kg/da dolaylarında verim elde etmiştir. Çeşidin kuru tarım için uygun olmadığı gerçeği ise 2007'den 2008'e kadar süren kuraklıkta ortaya çıkmıştır. Bu yılda verim değerleri 102 kg/da kadar azalmış, yaklaşık %50 verim kaybı meydana gelmiştir. İşletme 2008 yılından itibaren su stresine toleransı daha yüksek olan bayraktar çeşidine geçiş yaparak verim değerlerini 300 kg/da üzerine çıkarmıştır. Bu durum doğru ve uygun tohum çeşidinin seçilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Adams, R. Hurd, B. Lenhart, S. Leary, N. 1998. Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Climate Research journal*, 11 (1), 19-30.
- Anonymous. 2013. *Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation report*. Washington.
- Alghabari, F., Ihsan, M. Z., Hussain, S., Aishia, G., & Daur, I. (2015). Effect of Rht alleles on wheat grain yield and quality under high temperature and drought stress during booting and anthesis. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (20), 15506–15515.
- Akhlaghi, A. Sharifan, H. Kiyani, H. 2015. Aquacrop Bitki büyüme Modelinin Buğday Verimi Tahminindeki Başarısını İncelemek. tarımı ve çevre koşullarını geliştirme birinci ulusal kongresi. 10-11 Eylül 2015. Bildiri Özetler Kitabı, 1-12; Tehran, İran.(Farsça)
- Anonim. 2015. Web Sitesi: <https://www.zmo.org.tr/genel/>. Erişim Tarihi: 13.09.2020.
- Anonim. 2016. Web Sitesi: <http://apelasyon.com/Yazi/>. Erişim Tarihi: 13.09.2020.
- Atar, B. 2017. Gıdamız Buğdayın, Geçmişten Geleceğe Yolculuğu. Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi, 2 (1), 1-12.
- Anonim 2018a. Web Sitesi: <http://arastirma.tarim.gov.tr/gktaem/Belgeler/>. Erişim Tarihi: 07.10.2020.
- Anonim 2018b. Web Sitesi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Sayfalar/>. Erişim Tarihi: 07.10.2020.
- Anonymous. 2019. *Landsat 7 (L7) Data Users Handbook*. North dakota, USA.
- Anonim 2019a. Web Sitesi: <https://www.bbc.com/turkce/>. Erişim Tarihi: 05.08.2020.
- Anonim 2019b. Web Sitesi: <https://www.ntv.com.tr/dunya/bm-821-milyon-insan-ac-dunyanin-yuzde-11i,9V1b7qKnu02HEr8y5O5K4A>. Erişim Tarihi: 05.08.2020.
- Anonim 2019c. Web Sitesi: https://daneshyari.com/isi/articles/climate_variability. Erişim Tarihi: 08.10.2020.
- Anonim 2020a. Web Sitesi: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Erişim Tarihi: 09.08.2020
- Anonim 2020b. Web Sitesi: <https://tuikweb.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 09.08.2020.
- Anonim 2020c. Web Sitesi: <https://climate.nasa.gov>. Erişim Tarihi: 08.10.2020.
- Anonim 2020d. Web Sitesi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/>. Erişim Tarihi: 14.09.2020.
- Anonim 2020e. Web Sitesi: <https://www.google.com/maps>. Erişim Tarihi: 26.12.2020.

- Anonim 2020f. Web Sitesi: <https://www.tigem.gov.tr/Sayfalar/Detay>. Erişim Tarihi: 07.10.2020.
- Anonim. 2020g. Web Sitesi: <http://kuraklikizle.mgm.gov.tr> , Erişim Tarihi: 10.02.2020.
- Anonim. 2020h. Web Sitesi: <https://eos.com/landsat-5-tm> , Erişim Tarihi: 07.10.2020.
- Anonim 2020i. Web Sitesi: <https://earthobservatory.nasa.gov/> Erişim Tarihi: 07.10.2020.
- Blum, A. & Jordan, W. R. 1985. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2 (3), 199–238.
- Blum A. 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments, *Critical Reviews in Plant Department of Field and Garden Crops, The Volcani Center Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israel*.
- Barnwal, P. and, Kotan, k. 2012. Climatic impacts across agricultural crop yield distributions: An application of quantile regression on rice crops in Andhra Pradesh, India. 87 (1), 95-109.
- Bayramin, İ. Kılıç, Ş. Dengiz, O. Başkan, O. Tunçay, T. Yıldırım, A. Koç, A. 2013. Radar görüntülerinin toprak etüt ve haritalama çalışmalarında kullanımı. TÜBİTAK Proje No: 1100729; Ankara.
- Bahreyni, F. Panahi, F. Jafari, M. 2016. Uzaktan Algılama Yöntemi ile Kuraklık Riski Altında Olan Alanların Belirlenmesi. *İran doğal kaynaklar dergisi*, 72 (2), 341-354.(Farsça)
- ChunJiang, Z. Advances of research and application in remote sensing for agriculture. 2014. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 45 (12), 277-293.
- Dinç, U., Yeşilsoy, Ş., Cangir, C., Şenol, S., Kapur, S. ve Karaman. C. 1997. Altınova Tarım İşletmesi topraklarının detaylı toprak etüt ve haritalaması. *Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 23 100 sayfa*. Ankara
- Giunta, F. Motzo, R. and Deidda, M. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Elsevier Science Publishers B.V*, 33 (1), 399-409.
- Gholinejad, E. 2011. İklim Değişikliğinin Tarıma ve çevreye etkisi. *Ulusal iklim değişikliği kongresi, Urumiye/İran*.(Farsça)
- Ghiyasi, M. Amirniya, R. Fazelimanesh, M. 2018. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkisi. 3. Ulusal iklim değişikliği ve tarıma etkisi konferansı. 29 Şubat 2018. *Bildiri Özetler Kitabı*, 521-525; Urumiye/İran.(Farsça)
- Gürkan, H. 2019. Konya havzasında iklim değişikliğinin ayçiçeği (*helianthus annuus l.*) verimine olası etkilerinin tahmin edilmesi. *Doktora Tezi*. Ankara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.

- Hsiao, T. C., Heng, L., Steduto, P., Rojas-Lara, B., Raes, D., ve Fereres, E. 2009. AquaCrop—the FAO crop model to simulate yield response to water: III. Parameterization and testing for maize. *Agronomy Journal*, 101 (3), 448-459.
- Hamzeh, S. Farahani, Z. Mahdavi, S. Chatrabgoon, O. Gholamnia, M. 2016. Uzaktan Algılama Yöntemi İle İranın Merkezi İlinde Kuraklığın zamansal ve Mekansal Değişimini İncelemek. *Çevresel tehlikelerin uzaysal incelenmesi dergisi*, 4 (3), 53-70 .(Farsça)
- Joshi, J.P. ve Bhatt, B. 2012. Estimating temporal land surface temperature using remote sensing: a study of vadodara urban area, Gujarat. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2(1), 123-130.
- Jamalabadi, S. 2018. Kuraklığın Çevre, Doğal Kaynaklar ve Tarıma Etkisi, Batı Azerbaycan ili Örneği. *Zist sepehr öğrenci dergisi*, 13 (1), 38-50.(Farsça)
- Khosravi, M., Esmael Nejad, M. And, Nazari pour, H. 2010. Climate change and its impact on water resources in the Middle East. 4 th international congress of the Islam world geographers, 14-16 April 2010, Zahedan, Iran.
- Kale, S ve Tarı, A. 2012. Sulu ve Kuru Koşullar Altında Kışlık Buğday İçin FAO-AQUACROP Modelinin Performansının Değerlendirilmesi. *Toprak Su Dergisi*, 1 (2), 119-131.
- Kouchaki, A. Nasiri, M. 2015. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkisi, Tahminler Ve Adaptasyon Yöntemler. *Zerayi pajooohesh dergisi*, 14 (1), 1-20.(Farsça)
- Kaplan, G. Avdan, U. Avdan, Z. Yıldız, N. 2016. Landsat uydu görüntüleri kullanılarak kuraklık izlenmesi (Akşehir gölü örneği), *Uzaktan Algılama - Coğrafi Bilgi Sistemleri (UZAL-CBS) Sempozyumu*, 5 – 7 Ekim, çukurova üniversitesi,bildiri özetler kitabı, 535 – 540. Adana.
- Korkmaz, H. ve Durmaz, A. 2017. Bitkilerin Abiyotik Stres Faktörlerine Verdiği Cevaplar. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 192-207.
- Leilah, a. Al-khateeb, S. 2004. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments*, 61 (3), 483-496.
- McVicar, T. R. And Jupp, D. L. B. 1998. The current and potential operational uses of remote sensing to aid decisions on drought exceptional circumstances in Australia: a review. *Agricultural Systems*, 57 (3), 399–468.
- Malcolm, S. Marshall, E. Aillery, M. Heisey, P. Livingston M. And, Rubenstein, K. 2012. *Agricultural Adaptation to a Changing Climate Economic and Environmental Implications report*. Washington.
- Moazen Zadeh, R. 2016. Kuraklık Gelişiminin Uydu Görüntüleri Yardımı İle İzlenmesi. 15. ulusal hidrolik konferansı. 24 Kasım 2016. *Bildiri Özetler Kitabı*, 30-33; Gazvin/İran.(Farsça)
- Özgenç, N ve Erdoğan, F. 1988. DSİ sulamalarında bitki su tüketimleri ve sulama suyu ihtiyaçları. *DSİ basımve foto işletme müdürlüğü matbası*, 320, Ankara.

- Peştemalci, V. Dinç, U. Yegingil, İ. Kandırmaz, M. Çullu, M.A. Öztürk, N. and AKSOY, E. 1994. Acreage estimation of wheat and barley fields in the province of Adana, Turkey, *International Journal of Remote Sensing*, 16 (6), 1075-1085.
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T. C., & Fereres, E. 2009. AquaCrop—the FAO crop model to simulate yield response to water: II. Main algorithms and software description. *Agronomy Journal*, 101 (3), 438-447.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Raes, D., & Fereres, E. 2009. AquaCrop—The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. *Agronomy Journal*, 101 (3), 426-437.
- Salvo, D. Begalli, D. And signorello G. 2013. Measuring the effect of climate change on agriculture: A literature review of analytical models. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 5 (12), 499–509.
- Sadeghi, V. Tarighi, J. 2017. Uzaktan Algılamının Tarımda Kullanım Alanları. 5. Ulusal organik tarım konferansı. 25-26 Temmuz 2017. Bildiri Özetler Kitabı, 1-9; Ardabil, İran.(Farsça)
- Senapati, N. Stratonovitch, P. Paul, MJ. Semenov, MA. 2018. Drought tolerance during reproductive development is important for increasing wheat yield potential under climate change in Europe, *Journal of Experimental Botany*, 70 (9), 2549–2560.
- Soleymani Nejad, S., Dourandish, A., Sabouhi Sabouni, M., Banayan Aval, M. 2019. The Effects of Climate Change on Cropping Pattern (Case Study: Mashhad Plain), *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research* 50(2), 249-251.
- Şimşek, O. 2010. Türkiye’de tarım yılı kuraklık değerlendirilmesi ve bitki gelişim modeli ile buğdayda kuraklık-verim analizi. Doktora Tezi. Ankara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Şekertekin, A. Kutoğlu, H. Kaya, Ş. ve Marangoz, M. 2015. Uydu Verileri ile Arazi Örtüsündeki Yer Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin Analizi: Zonguldak Örneği. 15 Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-28 Mart; Ankara.
- Türkeş, M., Sümer. U. M. ve Çetiner. G. 2000. ‘Küresel iklim değişikliği ve olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Tatari, M. Kouchaki, A. Nasiri, M. 2009. İstatistiksel Yöntemlerle Kuru Tarım İle Üretilen Buğdayda Verim Tahmini. *Zerayi pajooohesh dergisi*, 7(2) 357 – 365. (Farsça)
- Türkeş.M. 2012. Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çolleşme. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.

- Yang, XJ. Lo, C. 2000. Relative Radiometric Normalization Performance for Change Detection from Multi-Date Satellite Images 107. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66 (8), 967-980.
- Yu, H. Zhang, Q. Sun, P. Song, C. 2018. Impact of Droughts on Winter Wheat Yield in Different Growth Stages during 2001–2016 in Eastern China. *International Journal of Disaster Risk Science*, 9(3), 376–391.
- Zampieri, M. Ceglar, A. Dentener, F. and Toreti. 2017. A Wheat yield loss attributable to heat waves, drought and water excess at the global, national and subnational scales. *Environmental Research Letters*, 12(6), 1-11.
- Zhang, J. Zhang, S. Cheng, M. Jiang, H. Zhang, X. Peng, C. Lu, X. Zhang, M. and Jin, J. 2018. Effect of Drought on Agronomic Traits of Rice and Wheat: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 839.



EKLER

EK 1 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı arazi yüzey sıcaklıkları

EK 2 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Temmuz ayı arazi yüzey sıcaklıkları

EK 3 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Ağustos ayı arazi yüzey sıcaklıkları

EK 4 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Nisan ayı NDVI

EK 5 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Mayıs ayı NDVI

EK 6 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı NDVI

EK 7 Nisan ayı NDVI görüntüleri

EK 8 Mayıs ayı NDVI görüntüleri

EK 9 Haziran ayı NDVI görüntüleri

EK 10 Haziran ayı LST görüntüleri

EK 11 Temmuz ayı LST görüntüleri

EK 12 Ağustos ayı LST görüntüleri

EK 1 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı arazi yüzey sıcaklıkları

Yıl	Sıcaklık (°C)		
	Nadas	Ekili	Fark
Haz.00	40.20	35.47	4.73
Haz.01	37.66	35.94	1.72
Haz.02	44.19	38.57	5.62
Haz.03			
Haz.04	37.30	34.60	2.70
Haz.05	37.10	35.71	1.39
Haz.06	34.04	37.30	3.26
Haz.07	33.21	32.25	0.96
Haz.08	41.71	40.41	1.30
Haz.09	31.98	27.10	4.88
Haz.10	26.54	26.92	0.38
Ortalama	36.39	34.43	2.69

EK 2 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Temmuz ayı arazi yüzey sıcaklıkları

Yıl	Sıcaklık (°C)		
	Nadas	Ekili	Fark
Tem.00	43.07	41.43	1.64
Tem.01	43.34	40.60	2.74
Tem.02	39.89	37.28	2.61
Tem.03	34.27	31.82	2.45
Tem.04			
Tem.05	42.65	39.27	3.38
Tem.06			
Tem.07	44.60	44.94	0.34
Tem.08	39.65	38.87	0.78
Tem.09	36.09	32.81	3.27
Tem.10	28.19	26.79	1.40
Ortalama	39.08	37.09	2.07

EK 3 Landsat uydusu kullanılarak hesaplanan Ağustos ayı arazi yüzey sıcaklıkları

Yıl	Sıcaklık (°C)		
	Nadas	Ekili	Fark
Ağu.00			
Ağu.01	33.68	33.29	0.39
Ağu.02			
Ağu.03			
Ağu.04			
Ağu.05			
Ağu.06	39.41	37.62	0.08
Ağu.07	38.50	38.58	0.08
Ağu.08	39.65	38.87	0.78
Ağu.09	31.07	34.13	3.06
Ağu.10	40.06	39.10	0.96
Ortalama	37.06	36.93	0.89

EK 4 Lansat uydusu kullanılarak hesaplanan Nisan ayı NDVI

Yıl	NDVI		
	Nadas	Ekili	Fark
Nis.00	0.22	0.23	0.01
Nis.01	0.24	0.36	0.12
Nis.02			
Nis.03			
Nis.04			
Nis.05	0.17	0.29	0.12
Nis.06	0.13	0.38	0.25
Nis.07	0.23	0.43	0.20
Nis.08			
Nis.09			
Nis.10			
Ortalama	0.20	0.34	0.12

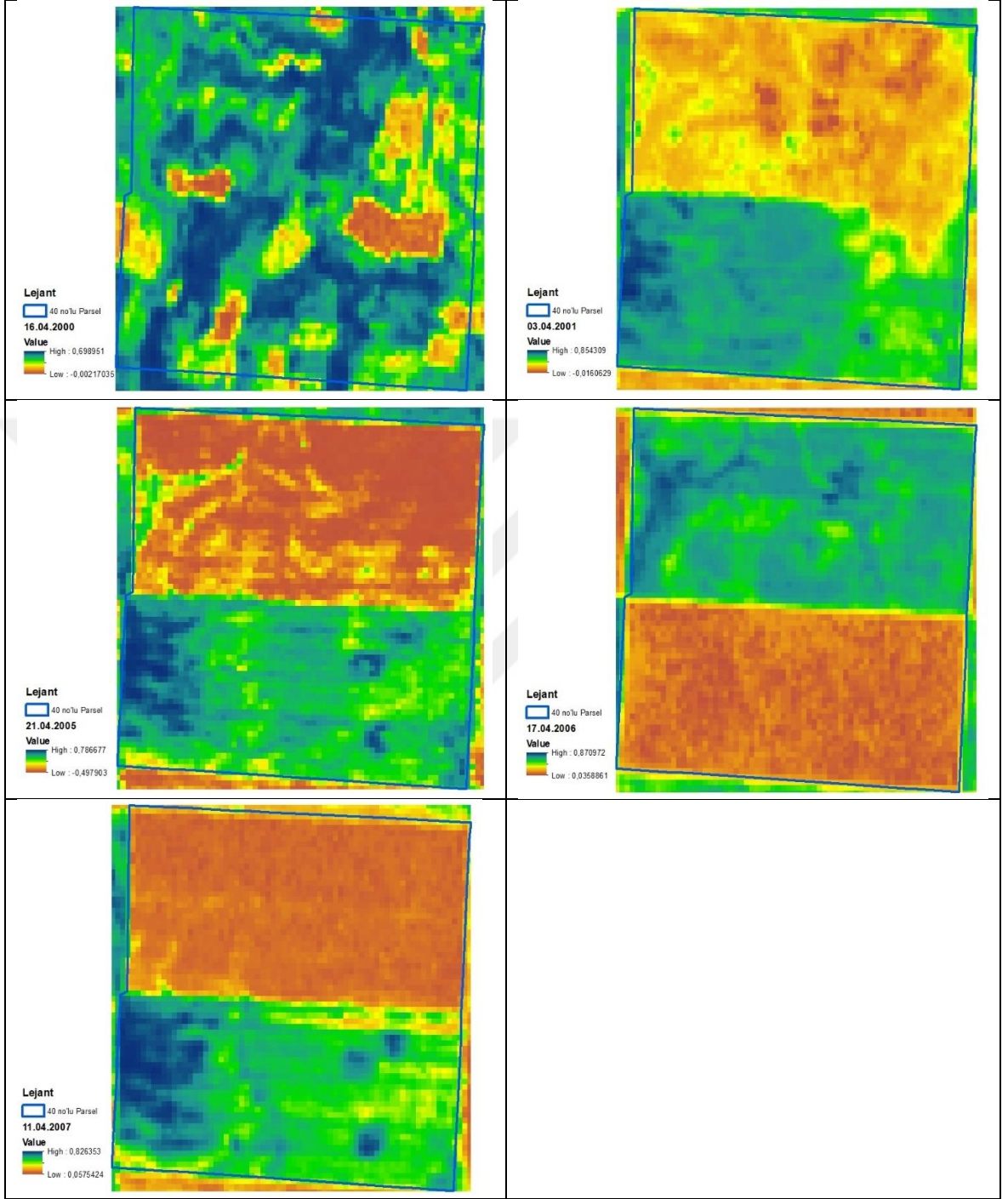
EK 5 Lansat uydusu kullanılarak hesaplanan Mayıs ayı NDVI

Yıl	NDVI		
	Nadas	Ekili	Fark
May.00	0.27	0.45	0.17
May.01	0.22	0.42	0.20
May.02			
May.03			
May.04	0.17	0.44	0.27
May.05	0.23	0.51	0.28
May.06			
May.07			
May.08			
May.09			
May.10	0.12	0.47	0.35
Ortalama	0.20	0.46	0.26

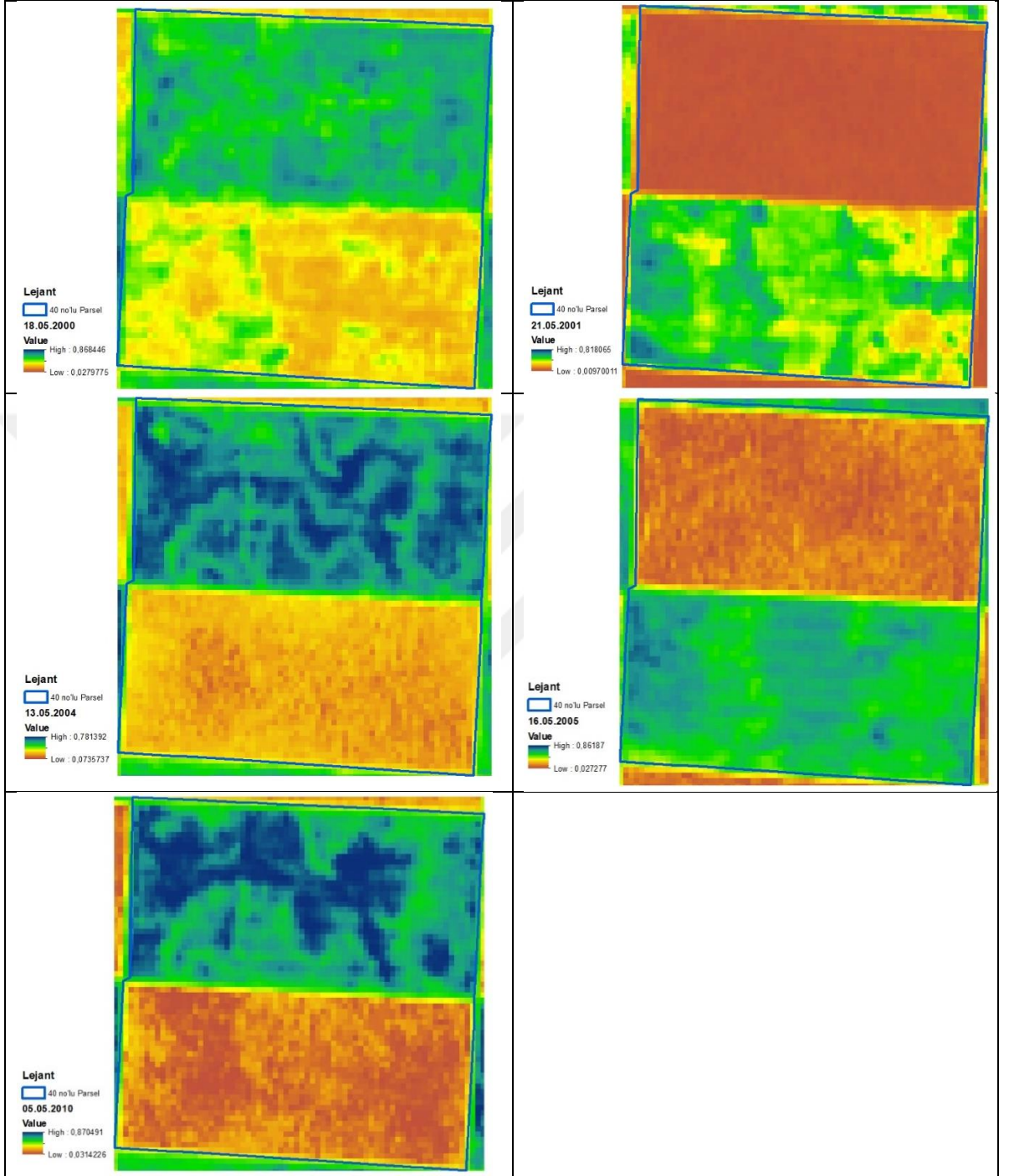
EK 6 Lansat uydusu kullanılarak hesaplanan Haziran ayı NDVI

Yıl	NDVI		
	Nadas	Ekili	Fark
Haz.00	0.12	0.28	0.15
Haz.01	0.15	0.25	0.09
Haz.02	0.10	0.23	0.12
Haz.03			
Haz.04	0.10	0.21	0.08
Haz.05	0.19	0.38	0.19
Haz.06	0.10	0.18	0.08
Haz.07	0.12	0.16	0.04
Haz.08	0.09	0.13	0.04
Haz.09	0.23	0.46	0.23
Haz.10	0.11	0.15	0.04
Ortalama	0.13	0.24	0.11

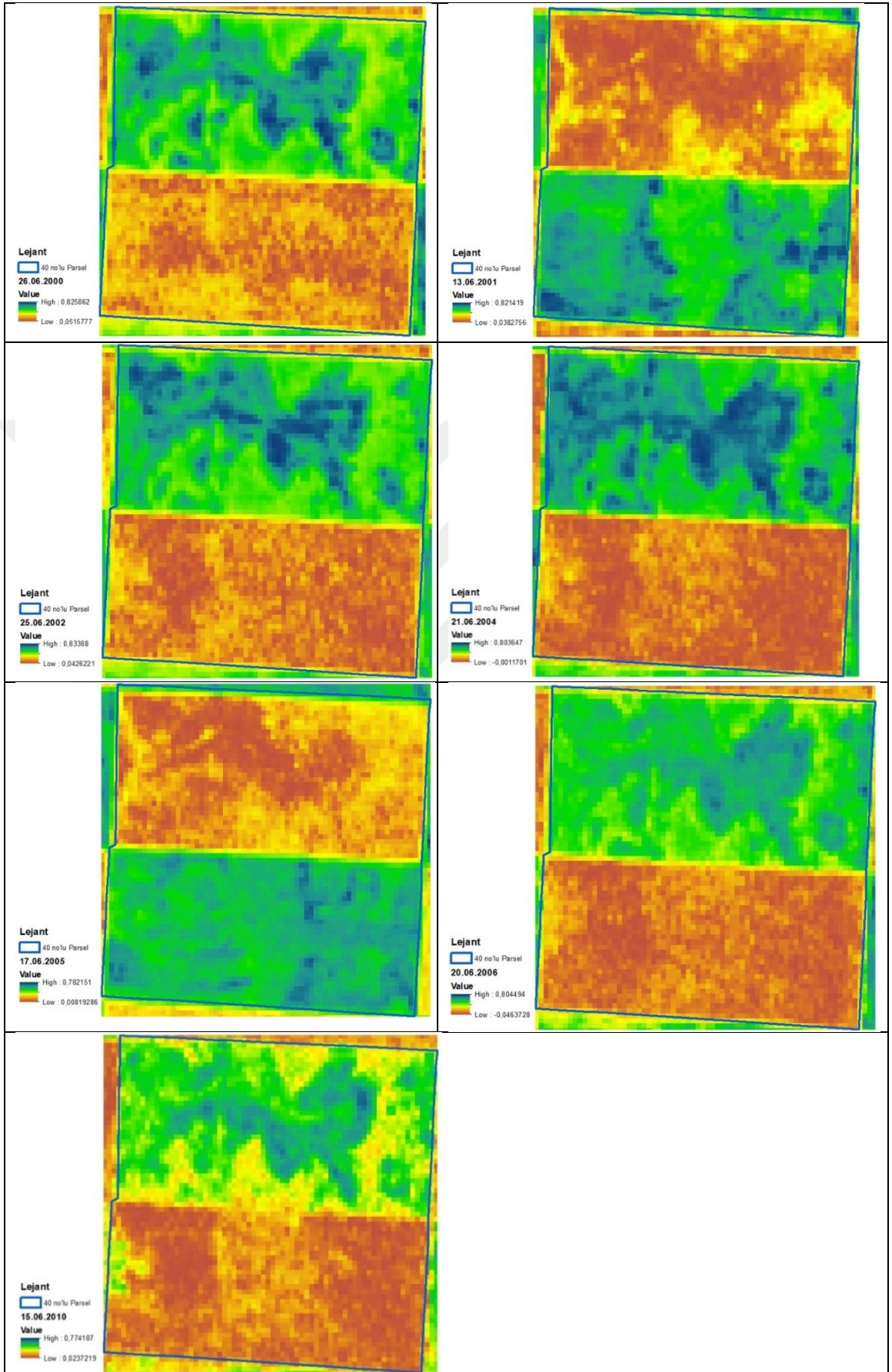
EK 7 Nisan ayı NDVI görüntüleri



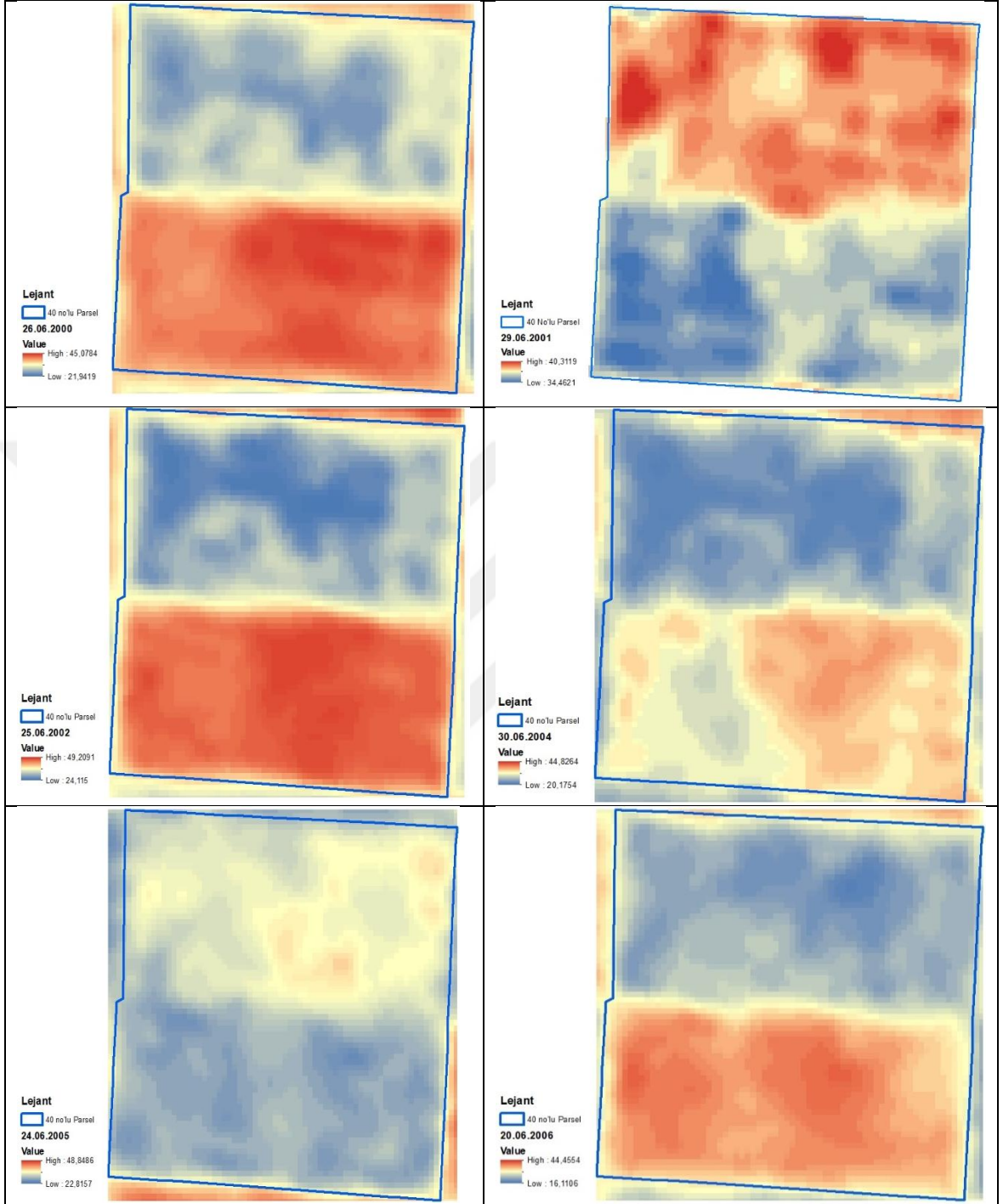
EK 8 Mayıs ayı NDVI görüntüleri



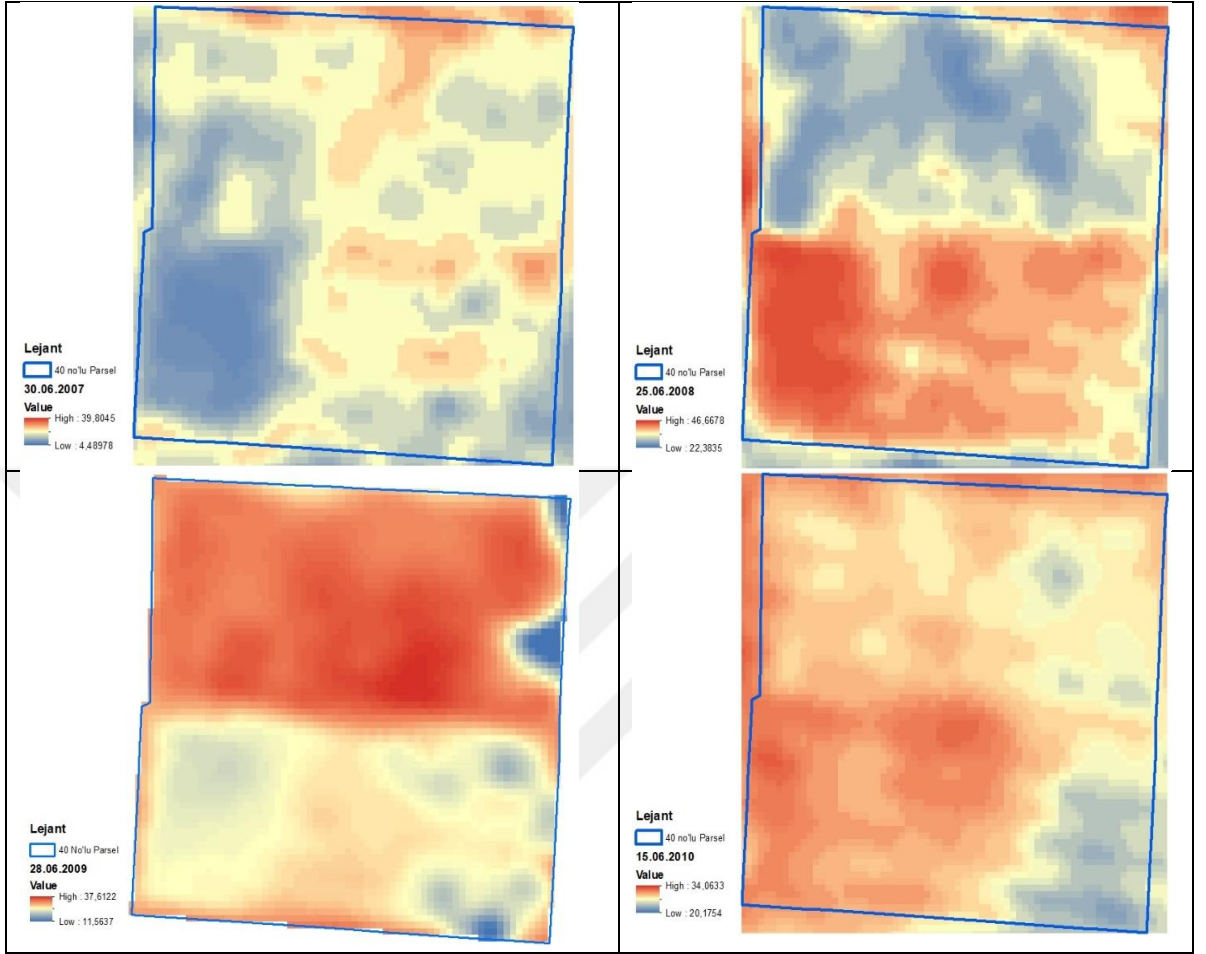
EK 9 Haziran ayı NDVI görüntüleri



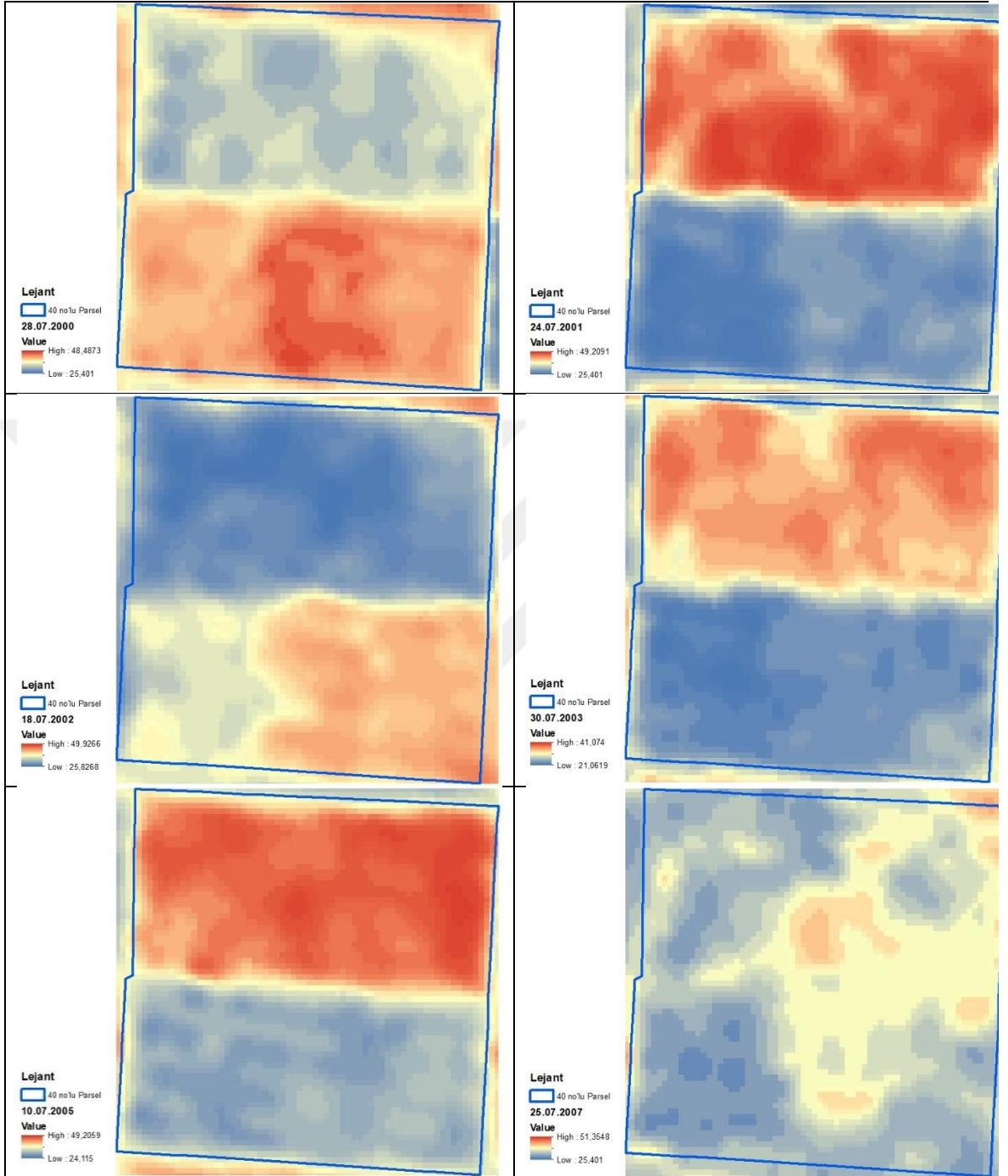
EK 10 Haziran ayı LST görüntüleri

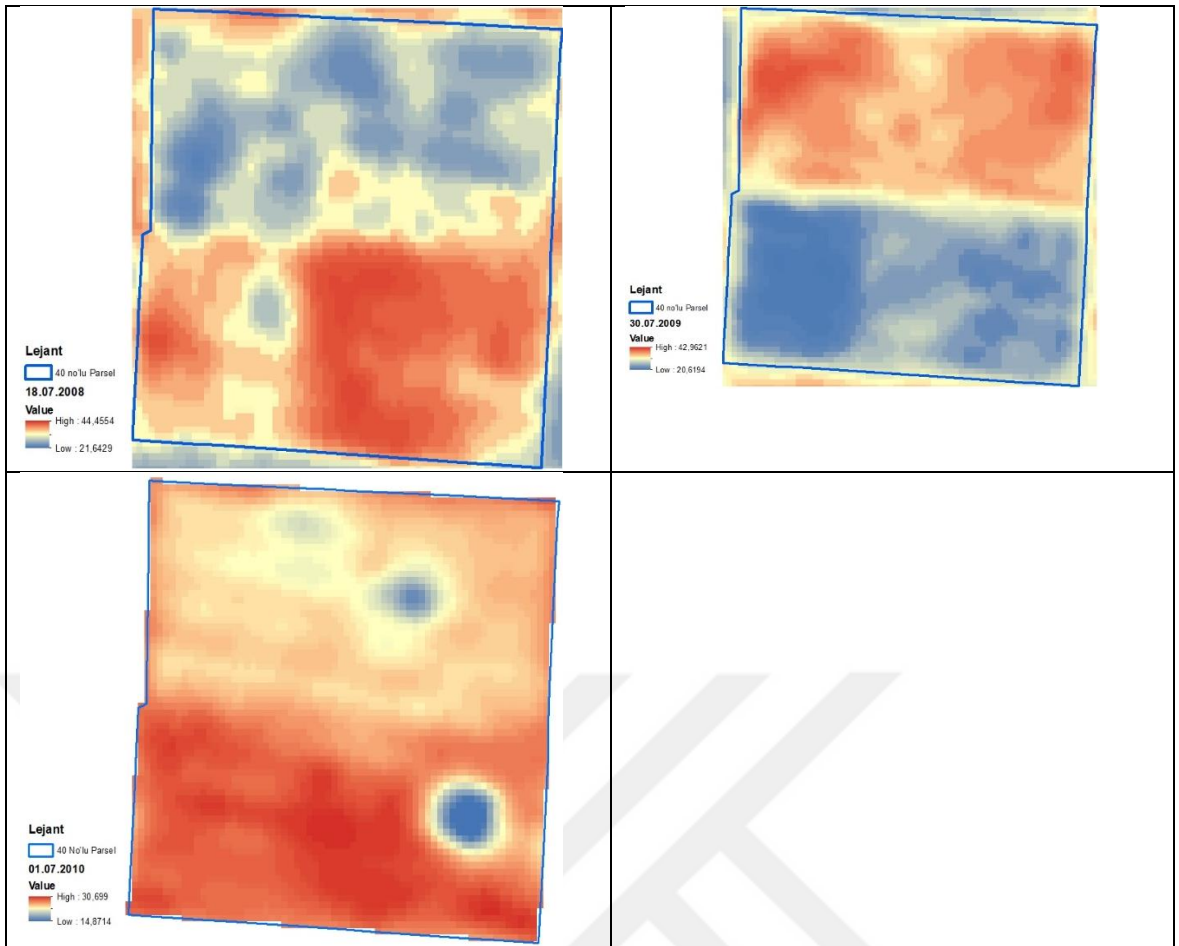


EK 10 Haziran ayı LST görüntüleri (Devam)

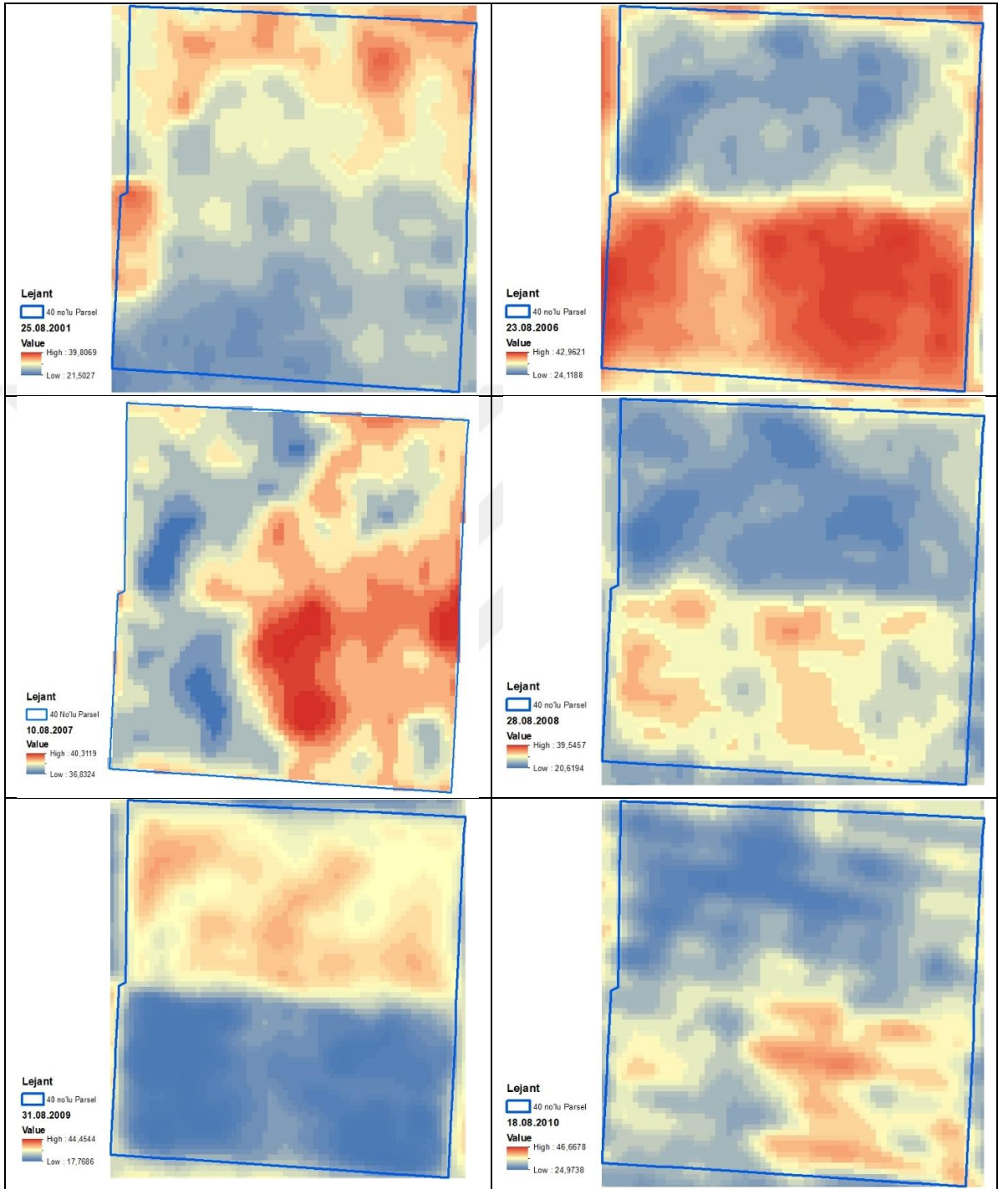


EK 11 Temmuz ayı LST görüntüleri





EK 12 Ağustos ayı LST görüntüleri



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Arman MONSHIZADEH KARIMI

Doğum Yeri : Tabriz

Doğum Tarihi : 26 Kasım 1989

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce, Farsça, Azerice

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sardaran Shahid Lisesi (2007)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal yapılar ve sulama Lisans Programı (2016)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (2017- 2021)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Peninsula Tours, Tur Rehberi (2008 – 2014)