

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇEREZLİK KABAKTA TARLA DÜZEYLİ UZAKTAN
ALGILAMA TEKNİKLERİNİN VERİM, KALİTE
TAHMİNİ VE SULAMA SUYU YÖNETİMİNDE
KULLANILMASI**

**Hazırlayan
Hasan Ali İRİK**

**Danışman
Prof. Dr. Halil KIRNAK**

Doktora Tezi

**Aralık 2018
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇEREZLİK KABAKTA TARLA DÜZEYLİ UZAKTAN
ALGILAMA TEKNİKLERİNİN VERİM, KALİTE
TAHMİNİ VE SULAMA SUYU YÖNETİMİNDE
KULLANILMASI**

(Doktora Tezi)

**Hazırlayan
Hasan Ali İRİK**

**Danışman
Prof. Dr. Halil KIRNAK**

**Bu tez çalışması; TÜBİTAK-TOVAG (114O225) ve Erciyes Üniversitesi
Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: FDK-2015-5875)
Tarafından desteklenmiştir.**

**Aralık 2018
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Hasan Ali İRİK



YÖNERGEYE UYGUNLUK

‘Çerezlik Kabakta Tarla Düzeyli Uzaktan Algılama Tekniklerinin Verim, Kalite Tahmini ve Sulama Suyu Yönetiminde Kullanılması’ adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

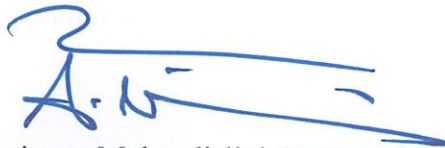
Tezi Hazırlayan

Hasan Ali İRİK



Danışman

Prof. Dr. Halil KIRNAK



Biyosistem Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA

Prof. Dr. Halil KIRNAK danışmanlığında **Hasan Ali İRİK** tarafından hazırlanan “**Çerezlik Kabakta Tarla Düzeyli Uzaktan Algılama Tekniklerinin Verim, Kalite Tahmini ve Sulama Suyu Yönetiminde Kullanılması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

12 / 12 / 2018

JÜRİ:

Danışman: Prof. Dr. Halil KIRNAK
Üye: Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA
Üye: Doç. Dr. Sinan GERÇEK
Üye: Doç. Dr. Eyüp Selim KÖKSAL
Üye: Doç. Dr. Duran YAVUZ



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **25/12/2018** tarih ve **2018/55-14**... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocalarım Prof. Dr. Halil KIRNAK'a ve Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin her aşamasında özellikle verilerimin analiz edilmesinde yardımlarını esirgemeyen ve bizleri kırmayıp jüri olan hocam Doç. Dr. Eyüp Selim KÖKSAL'a, lisans hayatımdan bu yana maddi ve manevi desteklerini her zaman gösteren ve bizleri kırmayıp jüri olan Doç. Dr. Duran Yavuz'a ve hem tez izleme komitemde hem de jüri üyesi olan hocam Doç. Dr. Sinan GERÇEK'e teşekkür ederim.

Hem arazi çalışmalarında hem de laboratuvar çalışmalarında bu yükü birlikte sırtladığımız arkadaşım Mehmet Yılmaz'a, arazide ölçümler sırasında yardımlarını esirgemeyen Yasemin AKPINAR'a, Betül BIYIK'a ve Levent SÖNMEZ'e teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK-TOVAG:114O225) ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FDK-2015-5875) teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince desteklerini ve sabrını hiçbir zaman esirgemeyen, hayatımı anlamlı kılan hayat arkadaşım Sevgi İRİK'e ve aileme teşekkür ederim.

Hasan Ali İRİK

Kayseri, Aralık 2018

ÇEREZLİK KABAKTA TARLA DÜZEYLİ UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİNİN VERİM, KALİTE TAHMİNİ VE SULAMA SUYU YÖNETİMİNDE KULLANILMASI

Hasan Ali İRİK

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi, Kasım 2018
Danışman: Prof. Dr. Halil KIRNAK

ÖZET

Bu çalışma, çerezlik kabağın su stresine karşı tepkisini belirlemek amacıyla, Kayseri Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERÜTAM) araştırma alanında, 2015 ve 2016 bitki yetiştirme sezonunda iki yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmada; su stresi altında 9 farklı (EVI, NPCI, GNDVI, NDVI, MCARI, OSAVI, SAVI, SR ve WI) spektral vejetasyon indeksi, bitki su stres indeksi (CWSI), tohum verimi ve tohum kalitesi (yağ ve protein içeriği, yağ asitleri, mineral madde ve E vitamini içeriği) incelenmiştir. Denemede 6 farklı (I_{100} , I_{80} , I_{60} , I_{40} , I_{20} , I_0) sulama suyu düzeyi uygulanmıştır. Ayrıca araştırmanın ikinci yılında A sınıfı buharlaşma kabı (bitki-kap katsayısı=1, Cap_1) kullanılarak çerezlik kabak bitkisinin sulama programlamasında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bitki su tüketim (ET_a) değerleri 2015 ve 2016 yılları için sırasıyla 256-577 mm ve 227-628 mm arasında değişim göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre tohum verimi 2015 yılında 46.97-141.65 kg/da arasında, 2016 yılında ise 42.7-130.6 kg/da arasında değişim göstermiştir. Cap_1 konusunda ET_a değeri 424 mm, tohum verimi ise 88.6 kg/da olarak bulunmuştur. 2016 yılında Araştırmamızda CWSI değerlerinin 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 0.24-1.0 ve 0.08-0.93 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Her iki yıl birleştirildiğinde LL eşitliği $T_c - T_a = -2.3728 \times VPD + 4.4254$ ($R^2 = 0.75$) ve UL hattı 8.10 °C olarak bulunmuştur. CWSI ile verim arasında istatistiksel olarak önemli ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada vejetasyon indeksleri ile verim ve diğer parametreler arasında da önemli istatistiki ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çerezlik kabak, damla sulama, bitki su stres indeksi, uzaktan algılama

USE OF FILED-SCALE REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR YIELD-QUALITY ESTIMATES AND IRRIGATION WATER MANAGEMENT OF PUMPKIN SEED

Hasan Ali İRİK

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

PhD Thesis, November 2018

Supervisor: Prof. Dr. Halil KIRNAK

ABSTRACT

This research was conducted over the experimental fields of Erciyes University (ERUTAM) in the years 2015 and 2016 to determine the response of pumpkin seed plants to water stress. Nine different spectral vegetation indices (EVI, NPCI, GNDVI, NDVI, MCARI, OSAVI, SAVI, SR and WI) crop water stress index (CWSI), seed yield and quality (oil, protein content, fatty acids, minerals, vitamin E content) were investigated under water stress. Six different irrigation water levels (I_{100} , I_{80} , I_{60} , I_{40} , I_{20} , I_0) were applied to plants. In the second year of the experiments, potential use of Class-A (crop-pan coefficient=1, Cap_1) pan in irrigation scheduling of pumpkin seed plants was investigated. Plant water consumption (ET_a) values in 2015 and 2016 varied respectively between 256-577 mm and between 227-628 mm. Seed yields varied between 46.97-141.65 kg/da in 2015 and between 42.7-130.6 kg/da in 2016. In Cap_1 treatments of the second year, ET_a was measured as 424 mm and seed yield was measured as 88.6 kg/da. CWSI values varied between 0.24-1.0 in 2015 and between 0.08-0.93 in 2016. Based on combined data of two years, LL equation was obtained as $T_c - T_a = -2.3728 \times VPD + 4.4254$ ($R^2 = 0.75$) and UL line was identified as 8.10 °C. Significant correlations were observed between CWSI and yield. Vegetation indices had also significant correlations with yield and the other quality parameters.

Keywords: Pumpkin seed, drip irrigation, crop water stress index, remote sensing

İÇİNDEKİLER

ÇEREZLİK KABAKTA TARLA DÜZEYLİ UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİNİN VERİM, KALİTE TAHMİNİ VE SULAMA SUYU YÖNETİMİNDE KULLANILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMA VE SİMGELER	x
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Literatür Özeti.....	5
1.1.1. Kabak Konusunda Yapılan Çalışmalar	5
1.1.2. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Konusunda Yapılan Çalışmalar	9
1.1.3. Spektral Vejetasyon İndeksleri Konusunda Yapılan Çalışmalar	11

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal	15
2.1.1. Deneme Yeri Hakkında Genel Bilgiler	15
2.1.1.1. Deneme Yerinin İklim Özellikleri	15

2.1.1.2. Deneme Alanının Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri	17
2.1.2. Denemede Kullanılan Bitki Materyali.....	18
2.1.3. Toprak Nem Ölçümü ve Cihazlarının Kalibrasyonu.....	18
2.1.4. Çalışmada Kullanılan Infrared Termometre ve Spektrometre Cihazları ve Ölçüm Yöntemleri	20
2.1.4.1. İnfrared Termometre	20
2.1.4.2. Spektrometre.....	21
2.2. Yöntem	22
2.2.1. Sulama Sistemi.....	23
2.2.2. Toprak Nemine Göre Sulama Programı	23
2.2.3. Buharlaşma Kabına Göre Sulama Programı	24
2.2.4. Bitki Su Stresi İndeksinin (CWSI) Saptanması.....	25
2.2.5. Spektral Vejetasyon İndeksleri	26
2.2.6. Spektral Vejetasyon İndeksleri Kullanılarak ET'nin Tahmin Edilmesi ..	28
2.2.7. Çerezlik Kabak Tohumlarında Yapılan Kimyasal Analizler.....	28
2.2.7.1. Tohumlarda E Vitamini Analizi.....	28
2.2.7.2. Tohumlarda Yağ Analizi.....	29
2.2.7.3. Tohumlarda Protein Analizi.....	29
2.2.7.4. Tohumlarda Yağ Asiti Kompozisyonu Analizi	30
2.2.7.5. Tohumların Mineral Madde İçeriklerinin Tayini	31
2.3. Analiz ve Değerlendirme	31

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Bitki Su tüketimi (ET _a) ve Tohum Verimi, Üzerine Etkisi	32
3.2. Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Çerezlik Kabak Tohumunun Mineral Madde İçeriklerine Etkisi.....	34

3.3. Çerezlik Kabakta Sulamanın E vitamini, Yağ Asitleri, Yağ ve Protein İçeriğine Etkisi.....	39
3.4. Bitki Örtü Sıcaklığı ve CWSI Bulguları	44
3.5. CWSI ile Sulama Suyu Miktarı, ET, Tohum verimi, Yağ ve Protein Arasındaki İlişki.....	48
3.6. Spektral Yansımaya Değerleri ve Spektral Vejetasyon İndekslerine İlişkin Bulgular.....	52
3.7. Spektral Vejetasyon İndeksleri İle ET_a/ET_0 (k_c) oranı ve ET Arasındaki İlişki	61
3.8. Vejetasyon İndeksleri ile Tohum Verimi, Yağ ve Protein Arasındaki İlişki	65

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar	77
4.2. Öneriler	78
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ.....	92

KISALTMA VE SİMGELER

Sembol	Anlamı	Birimi
ET	Bitki Su Tüketimi	mm
T _c	Bitki Örtü Sıcaklığı	°C
T _a	Hava Sıcaklığı	°C
k _c	Bitki Katsayısı	-
k _{cp}	Bitki Pan Katsayısı	-
E _{pan}	Pan kabı buharlaşma miktarı	mm
k _{cb}	Basal Bitki Katsayısı	-
YSP	Yaprak Su Potansiyeli	bar
LL	Alt Limit	°C
UL	Üst Limit	°C
ET ₀	Referans Bitki Su Tüketimi	mm
d	Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı	mm
P _{vtk}	Hacim Yüzdesi Cinsinden Tarla Kapasitesi	%
P _{vm}	Hacim yüzdesi cinsinden sulamadan önce ölçülen nem miktarı	%
D	Islatılacak toprak derinliği	cm
P	Islatılacak alan oranı	%
I	Sulama Suyu	mm
R	Etkili Yağış	mm
C _r	Kapilerik Yükseliş	mm
D _p	Derine Sızma Kayıpları	mm
R _f	Yüzey Akış Kayıpları	mm
Δs	Toprak Profilineki Nem Değişimi	mm
EVI	Geliştirilmiş Vejetasyon İndeksi	-
NPCI	Normalize Edilmiş Pigment Klorofil İndeksi	-
WI	Su İndeksi	-
GNDVI	Yeşil İçin Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi	-
NDVI	Normalize Edilmiş Vejetatif Değişim İndeksi	-
MCARI	Modifiye edilmiş yansıma oranında klorofil absorpsiyon indeksi	-

SR	Basit oran indeksi	-
SAVI	Toprak yansımalarını dikkate alan indeks	-
OSAVI	Optimize edilmiş toprak yansımalarını dikkate alan indeks	-
TK	Tarla Kapasitesi	-
SN	Solma Noktası	-
VPD	Buhar Basıncı Açığı	kPa
RH	Nispi Nem	%
RH _{mak}	Maksimum Nem	%
RH _{min}	Minimum Nem	%
EC	Elektriksel İletkenlik	dS/m
pH	Asitlik-Alkalilik Faktörü	-
Y _a	Gerçek Verim	kg/da
Y _m	Maksimum Verim	kg/da
T _{mak}	Maksimum Sıcaklık	°C
T _{min}	Minimum Sıcaklık	°C
T _{ort}	Ortalama Sıcaklık	°C
GS	Güneşlenme Süresi	Saat
GŞ	Güneşlenme Şiddeti	MJ/m ² .gün
U	Rüzgar Hızı	m/sn

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Kayseri ilinin uzun yıllar ortalama meteorolojik verileri (1950-2016).....	16
Tablo 2.2. Deneme alanına ait meteorolojik veriler (2015-2016)	16
Tablo 2.3. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri	17
Tablo 2.4. Denemede kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları.....	17
Tablo 2.5. 2015 ve 2016 yıllarında yapılan tarımsal işlemler	22
Tablo 2.6. Spektral vejetasyon indeksleri.....	27
Tablo 3.1. Farklı sulama suyunun ETa, ve verim üzerine etkisi	32
Tablo 3.2. Farklı sulama suyu düzeylerinin çerezlik kabak tohumunun mineral madde içeriklerine etkisi	35
Tablo 3.3. Farklı sulama suyu düzeylerinin Ca içeriği (mg/kg) üzerine etkisi	35
Tablo 3.4. Konulara göre Ca içeriği (mg/kg) ve Duncan grupları	35
Tablo 3.5. Farklı sulama suyu düzeylerinin Mg içeriği (mg/kg) üzerine etkisi	36
Tablo 3.6. Konulara göre Mg içeriği (mg/kg) ve Duncan grupları	36
Tablo 3.7. Farklı sulama suyu düzeylerinin P içeriği (mg/kg) üzerine etkisi.....	37
Tablo 3.8. Konulara göre P içeriği (mg/kg) ve Duncan grupları.....	37
Tablo 3.9. Çerezlik kabak tohumlarının E vitamini, Yağ asitleri, yağ ve protein içerikleri	39
Tablo 3.10. Farklı sulama suyu düzeylerinin E vitamini içeriği (mg/100g) üzerine etkisi	40
Tablo 3.11. Konulara göre E vitamini içeriği (mg/100g) ve Duncan grupları	40
Tablo 3.12. Farklı sulama suyu düzeylerinin toplam yağ içeriği (%) üzerine etkisi	42
Tablo 3.13. Konulara göre yağ içeriği (%) ve Duncan grupları	42
Tablo 3.14. Farklı sulama suyu düzeylerinin protein içeriği (%) üzerine etkisi	43
Tablo 3.15. Konulara göre protein içeriği (%) ve Duncan grupları	43
Tablo 3.16. k _c ile vejetasyon indeksleri arasındaki istatistiksel analiz sonuçları	61

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Nötronmetre okumalarına karşılık gelen hacimsel nem içeriği	19
Şekil 2.2.	TDR cihazı görünümü	19
Şekil 2.3.	TDR cihazından okunan k değerleri ile hacimsel nem içeriği arasındaki ilişki	20
Şekil 2.4.	İnfrared termometre kalibrasyon grafiği	20
Şekil 2.5.	Spektroradyometre ile deneme parsellerinde ölçüm yapılması.....	21
Şekil 2.6.	İnfrared termometre ile bitki örtü sıcaklığının ölçülmesi.....	26
Şekil 2.7.	Tohumlardan yağ çıkarılması.....	29
Şekil 2.8.	Tohumlarda protein analizi	30
Şekil 3.1.	2015 ve 2016 yılında gerçekleşen Tc-Ta değişimi.....	44
Şekil 3.2.	CWSI hesaplamasında kullanılan temel grafik	45
Şekil 3.3.	CWSI hesaplamasında kullanılan temel grafik	46
Şekil 3.4.	Konular bazında CWSI değişimi.....	47
Şekil 3.5.	Sulama suyu miktarı ile CWSI arasındaki ilişki	48
Şekil 3.6.	Çerezlik kabakta ET_a ile CWSI arasındaki ilişki	49
Şekil 3.7.	Tohum verimi ile CWSI arasındaki ilişki	50
Şekil 3.8.	Çerezlik kabak tohumlarının protein içeriği ile CWSI arasındaki ilişki	51
Şekil 3.9.	2015 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansım oranları	53
Şekil 3.10.	2015 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansım oranları	54
Şekil 3.11.	2016 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansım oranları	55
Şekil 3.12.	2015-2016 yılına ait vejetasyon indekslerinin konular bazında değişimi	57
Şekil 3.13.	Gerçek bitki su tüketimi ile tahmini su tüketim arasındaki ilişki.....	62
Şekil 3.14.	Tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasındaki ilişki.....	66
Şekil 3.15.	Vejetasyon indeksleri ile tohumların yağ içeriği arasındaki ilişki	70
Şekil 3.16.	Vejetasyon indeksleri ile tohumların protein içeriği arasındaki ilişki.....	73

GİRİŞ

Ülkemizde *Cucurbitaceae* familyasına ait kabak türlerinin büyük bir kısmı sorunsuz olarak yetiştirilebilmektedir. Kabak türlerinin bazıları taze olarak tüketilirken, bazı türleri ise çerezlik olarak tüketilmektedir. Ülkemizde çerezlik olarak yetiştirilen kabakların büyük bir kısmı *Cucurbita pepo* L. türüne, az bir kısmı ise *Cucurbita moschata* türüne giren kabak türleridir (Yanmaz, 1995). Bu kabak tohumları çiğ ve kavrulmuş olarak dünyanın birçok ülkesinde çerez olarak tüketilmektedir (Murkovic et al. 1996; Ardabili et al. 2011). Ülkemizde son yıllarda çerezlik kabak yetiştiriciliği artış göstermiştir. Bunun nedeni olarak kabak bitkisinin fazla bakım istememesi, tohum muhafazasının kolay ve saklama süresinin uzun olması söylenebilir (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Çerezlik kabak tohumlarından elde edilen yağ bileşimi incelendiğinde doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik miktarının yüksek, doymuş yağ asitleri olan palmitik ve sitrik asit miktarının düşük olduğu gözlenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar kabak çekirdeğinin doymamış yağ asitleri (%35-47), protein (%33-36) ve karbonhidrat (%37) bakımından zengin olduğu kadar mineral maddeler ile E vitamini bakımından da zengin olduğunu ortaya koymuştur (Yanmaz vd. 2010; Ermiş, 2010). Bu özelliklerinden dolayı çerezlik kabak tohumları insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. İnsan sağlığına katkısı; prostatın büyümesini ve gelişmesini engellemesi, eklem kireçlemesini engellemesi, kolesterolü düşürmesi ve tansiyonu düzenlemesi olarak sayılabilir (Stevenson et al. 2007).

İç Anadolu Bölgesi ülkemiz çerezlik kabak ihtiyacının çok büyük bir kısmını karşılamaktadır. Türkiye’de 628441 ha alandan toplam 42181 ton çerezlik kabak üretimi gerçekleştirilmektedir. Kayseri ilinde ise 313101 ha alandan 15053 ton üretim elde edilmektedir (TÜİK 2016). Buna göre Türkiye’nin çerezlik kabak üretiminin %35’i Kayseri ilinden karşılanmaktadır. Kayseri ilinde sulama suyu yetersizliğinden dolayı üreticiler genelde yağışa dayalı şartlarda çerezlik kabak tarımı yapmaktadır. Çerezlik kabak yetiştiriciliği, tahıllara nazaran karlılığı, depolanma ve pazarlanma kolaylıkları

nedeniyle bölgede cazibesini her geçen gün arttırmaktadır. Bölgede yeni sulama projelerinin devreye girmesiyle birlikte kurak koşullarda tarımı yapılan çerezlik kabakta sulu tarıma doğru bir geçiş olmaktadır. Bu nedenlerle bölgede yaygın olarak yetiştirilen çerezlik kabak bitkisi ile ilgili temel sulama verilerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Sulamaya açılan alanlarda su yönetimi büyük önem arz etmektedir. Sulama zamanının, süresinin ve miktarının doğru bir biçimde belirlenmesi sulamadan beklenen faydanın elde edilmesi açısından önemlidir. Sulama uygulamalarının yanlış yapılması, verimde azalmanın yanı sıra alkalilik ve tuzluluk problemlerine de yol açabilmektedir (Öneş vd. 1995).

Kurak ve yarı kurak alanlar Dünya'da üçte bir yer kaplamaktadır. Bu bölgelerde tarımsal faaliyetleri kısıtlayan en önemli faktör sulama suyunun kıt olmasıdır. Bu bölgelerin yaklaşık %85'inde düşük randımanlı yüzey sulama yöntemleri kullanılarak sulama yapılmakta ve bu durum su kaynaklarının yetersizliğini artırmaktadır (Er-Raki et al. 2010). Kurak ve yarı-kurak alanlarda uygun sulama programlarının oluşturulması su kaynaklarının sürdürülebilir olması bakımından son derece önemlidir.

Sulama programlaması genel olarak ne zaman sulama yapılacağı ve ne kadar su verileceğinin planlamasıdır. Başarılı bir sulama, sulama programlama ilkelerini anlamaya ve onu kullanan bir yönetim planının geliştirilmesine bağlıdır (Erdem vd., 2005). Sulama programlamasında kullanılan yöntemler genel olarak toprak su içeriğinin ölçülmesi, meteorolojik verilerin kullanılması ve bitkilerde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin ölçülmesine dayanmaktadır (Köksal ve Yıldırım, 2011).

Meteorolojik verilere dayalı oluşturulan sulama programlarında çok fazla iklimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Toprak nemi vasıtasıyla bitki su gereksinimlerinin belirlenmesi için birçok noktadan toprak nemi ölçümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hem pahalı hem de zaman alıcı olduğu için bitki su gereksinimlerinin değerlendirilmesinde bazı kısıtlamaları da beraberinde getirmektedir. Sulama programlamasının bitki su durumunun temel alınarak oluşturulması daha avantajlı olmaktadır. Bu nedenle, bitki bünyesindeki suyun ve bunun oluşturduğu stresin belirlenmesine yönelik bazı teknikler geliştirilmiştir. Uzaktan algılama teknikleri günümüzde su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasında faydalanılan karar destek

araçlarından birisidir. Tarla bazında uzaktan algılama tekniklerinden “el radyometreleri” ile bitkilerin gelişme durumları izlenebilmektedir (Köksal, 2006).

Infrared termometre ölçümlerine dayanan teknikler kullanılarak sulama programının oluşturulması, atmosferik buhar basıncı açığına karşın, bitki örtü sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki farkın (T_c-T_a), bitki su stresi ile ilişkilendirilmesine dayanmaktadır. Bitkiler su stresi altında olduğunda stomalarını kapatarak yaprak sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yaprak sıcaklığı bitkinin su stresinin bir göstergesi olarak kullanılır (Jackson et al. 1980). Idso et al. (1981) tarafından geliştirilen bitki su stres indeksi (CWSI) sulama programlamasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. CWSI hesaplamasında bitki örtü sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkının (T_c-T_a) ve havanın buhar basıncı açığının (VPD) doğrusal regresyonu ile elde edilen alt ve üst limite dayanmaktadır. Farklı bölgelerde ve farklı bitkiler üzerinde yapılan birçok çalışmada CWSI'nin sulama programlamasında başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur (Nielsen 1990'da soyada; Wanjura et al. 1992'de pamukta; Alderfasi ve Nielsen, 2001'de buğdayda; Gençoğlan ve Yazar, 1999'da mısırdada; Sezen vd. 2014'te biberde; O'shaughnessy et al. 2012'de sorgumda; Argyrokastritis et al. 2015'te pamukta; Veysi et al. 2017'de şeker kamışında; Han et al. 2018'de mısırdada). Ancak, literatürde çerezlik kabak bitkisinde CWSI tekniğinin kullanılmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Uzaktan algılama yöntemlerinden bir diğeri olan tarla bazlı spektrometrelerdir. Bu cihaz elektromanyetik spektrumun görünür (400-700 nm), yakın (700-1500 nm) ve orta kızılötesi (1500-5500 nm) dalga boylarını algılama özelliğine sahiptir. Bitki ile temasın zor olduğu veya yetiştirilen ürüne zarar verme söz konusu olduğunda tarla düzeyli el radyometreleri kullanılarak uzaktan algılama ile bitkilerin durumlarının izlenmesine olanak tanınmaktadır. Spektral yansımaların ölçülmesi ile çıplak gözle görülemeyen ve herhangi bir şekilde oluşmuş olan stresli bitkilerin bulunduğu alanlar gözle görülebilir duruma gelmeden önce tespit edilebilmektedir. Çünkü stresli bitkiler sağlıklı bitkilerden farklı yansıma göstermektedir. Sağlıklı bitkiler güneşten gelen mavi ve kırmızı dalga boylu ışığı absorbe ederken, yeşil dalga boylu ışığı yansıtmaktadır (Çamoğlu vd. 2010). Bitkilerin genel olarak 400-1100 nm yakın kızıl ötesi dalga boyunda yansıma yaptıkları ve spektral yansıma ölçümlerinin bu aralıkta yoğunlaştığı bulunmuştur (Jacquemoud ve Ustin, 2001). Yakın kızıl ötesi olarak bilinen 700-1500 nm dalga boylarında genellikle

yansıma yapan bitkiler, bu dalga boylarındaki farklı yansıma oranlarına göre bitki özellikleri tespit edilmektedir (Başyigit vd. 2008). Spektrometre ile ölçülen farklı dalga boyundaki yansıma oranları ile vejetasyon indeksleri elde edilmektedir. Elde edilen vejetasyon indeksleri ile bitki ve toprak özellikleri arasında ilişkilerin olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Köksal 2011, Başyigit vd. 2008; Mandal et al. 2007; Çamoğlu vd. 2010; Hunsaker et al. 2003).

Bu çalışmada; damla sulama sistemi ile farklı sulama suyu düzeylerinde sulanan çerezlik kabakta verim ve kalite arasındaki ilişki ile çerezlik kabak bitkisinde uzaktan algılama tekniklerinin sulama yönetiminde kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Ayrıca, denemenin ikinci yılında (2016 yılında) Class A Pan buharlaşma kabı ile oluşturulan sulama programının çerezlik kabakta kullanılabilme olanakları da araştırılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Literatür Özeti

1.1.1. Kabak Konusunda Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde yetiştirilen çerezlik kabakların çoğu *Cucurbita pepo* L. türüne ait kabaklardır. Bunun yanında az miktarda *Cucurbita moschata* türüne ait kabaklarda yetiştirilmektedir (Yanmaz ve Düzeltir, 2004).

Ertek vd. (2004) Van'da sulama miktarının ve sıklığının kabak bitkisinde verim unsurlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada 2 sulama aralığı (I_1 : 5 gün, I_2 :10 gün) ve 3 farklı bitki-kap buharlaşma katsayısı (K_{cp1} : 0.45, K_{cp2} : 0.65 ve K_{cp3} : 0.85) kullanmışlardır. Bitkiler çimlenip birinci meyve görülene kadar tam sulama yapılmış ve daha sonra sulama programını uygulamışlardır. Denemelere uygulanan sulama suyu miktarı 279 ile 475 mm arasında, sezonluk bitki su tüketimi (ET) 336 ile 539 mm ve kabak verimi ise 22.4 ile 44.7 t/ha arasında değişmiştir. I_1K_{cp3} uygulaması 44.7 t/ha ile en yüksek verim alınan konu olmuştur. ET/Epan oranı konulara göre 0.12 ile 1.16 arasında değişmiştir. Sulama uygulamalarının verim üzerinde önemli etkisi olmuştur. Tarla koşullarında kabaktan daha yüksek verim alabilmek için 5 gün sulama aralığını ve K_{cp3} bitki-pan katsayısını önermişlerdir.

Nerson (2005) 4 farklı kabak türünde tohum verimine bitki yoğunluğunun (0.5 ile 8 bitki/m²) etkisini İsrail'de 2 yıl boyunca ilkbahar-yaz dönemlerinde incelemişlerdir. Meyve başına ortalama tohum verimini en yüksek 4 bitki/m² yoğunlukta (44 g/meyve) elde etmiştir.

İtalya'da serada yapılan bir çalışmada kabak bitkisinde 2 farklı ekim döneminde (28 Mart - 6 Eylül) radyasyon ve su kullanım etkinliklerini araştırmışlardır (Rouphael ve

Colla 2005). Araştırmacılar, bahar-yaz döneminde yetişen bitkilerin yaz-sonbahar dönemine göre toplam hacim, yaprak, gövde, yaprak alanı ve kuru meyve ağırlığı olarak daha yüksek değere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. İlkbahar-yaz döneminde yaprak, gövde, meyve kuru ağırlığı ve yaprak alan indeksi sırasıyla 460 g/m^2 , 91 g/m^2 , 422 g/m^2 ve 5.1 olarak bulmuşlardır. Yaz-sonbahar sezonunda ise aynı özellikleri 306 g/m^2 , 58 g/m^2 , 311 g/m^2 ve 2.7 olarak bulmuşlardır. Bitki katsayısı ilkbahar-yaz sezonu boyunca 0.10 ile 1.15 arasında değişirken yaz-sonbahar sezonunda ise 0.12 ile 0.80 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Yaz-sonbahar sezonu, ilkbahar-yaz sezonuna göre en düşük transpirasyon oranı ($0.97 \text{ L/m}^2 - 2.60 \text{ L/m}^2$), en yüksek radyasyon ($4.17 \text{ g/Mj} - 2.46 \text{ g/Mj}$) ve su kullanım etkinliğine ($4.02 \text{ g/kg} - 2.73 \text{ g/kg}$) sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Ünlükara vd. (2016) Kayseri Develi’de yapılan bir çalışmada klasik yetiştiricilik ve mikro havza su hasadı tekniği altında çerezlik kabak ekim normunu belirlemek amacıyla kuru tarımda çerezlik kabak için sıra arası ve sıra üzerinin 1’er m olmasını önermişlerdir. Söz konusu çalışmada meyve verimi 19-26.2 t/ha, ortalama meyve ağırlığı 1.37-2.38 kg, net tohum verimi 469-587 kg/ha ve 100 tane ağırlığı 18.3-24.8 g arasında değiştiği bildirilmiştir.

Kayseri’de farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresine karşı çerezlik kabağın tepkisini belirlemek amacıyla yürütölen bir çalışmada verim tepki faktörü (ky), vejetatif gelişme, çiçeklenme ve meyve olum dönemi için sırasıyla 1.52, 1.85 ve 0.64 olarak belirlenmiştir. Su stresine karşı en hassas dönemin çiçeklenme ve sonrasında vejetatif gelişme döneminin olduğu belirtilen çalışmada su stresi uygulanmayan kontrol konularında bitki su tüketiminin 511 mm olduğu belirtilmiştir. Kabak meyve verimi konulara göre 26.49-47.38 t/ha, meyve ağırlığı 1.53-2.63 kg, meyve çapı 15.7-18.7 cm, tohum verimi 660-985 kg/ha, meyve başına tohum verimi 37.9-55.2 g ve 100 tane ağırlığı 18.9-23.0 g arasında değiştiği saptanmıştır. Kabak tohumları için, sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) $0.23-0.42 \text{ kg/m}^3$ ve su kullanım etkinliği ise $0,15-0,23 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmiştir (Sekendur, 2017).

Al-Omran et al. (2004) Suudi Arabistan’da lizimetre koşullarında kabak bitkisinin gerçek su tüketimini bazı ET tahmin metodları ile (FAO-Penman, Baney Criddle, Jansen-Haise, Pan Evaporasyon ve Thornthwaithe) karşılaştırmışlardır. Çalışma

sonucunda kabak bitkisi için ET tahmininde en iyi FAO-Penman metodu olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kabak için gelişim evrelerine göre kc bitki katsayı değerlerinin 0.56, 0.72, 0.96 ve 0.73 olarak bulmuşlardır.

Mohammad et al. (2004) Ürdün'de 2 yıllık tarla denemesinde farklı fosfor oranlarını (0 mg, 30 mg, 60 mg ve 90 mg) fertigasyon tekniği ile uygulamışlardır. Sulama uygulamalarını ise haftada iki kere A sınıfı kaptan gerçekleşen buharlaşmanın %80'ini geri verme şeklinde uygulamışlardır. Çalışma sonucunda en yüksek verim damla sulama ile birlikte uygulanan 30 mg P konusundan ilk yıl 38.4 t/ha, ikinci yıl ise 26 t/ha olarak elde etmişlerdir.

Suudi Arabistan'da 2002-2003 yetiştirme sezonunda kabak bitkisinde 4 farklı sulama suyu düzeyi (ET_0 'ın T_1 :%60, T_2 :%80, T_3 :%100 ve T_4 :%120'sinin uygulanması) ve 2 farklı sulama yöntemi (damla ve toprak altı damla yöntemi) kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma sonucunda en yüksek verim her iki yılda da T_1 konusundan 28.30 t/ha ve 26.30 t/ha ile alınırken en düşük verim her iki yılda da T_4 konusundan sırasıyla 19.90 t/ha ve 9.90 t/ha olarak alınmıştır. Su kullanım etkinliği (WUE) ise ilk yıl 2.34-2.95 kg/m^3 , ikinci yıl ise 1.71-3.64 kg/m^3 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Al-Omran et al. 2005).

Yavuz vd. (2015) Konya'da 2013-2014 yetiştirme sezonunda çerezlik kabak üzerinde yapılan bir çalışmada 3 farklı sulama aralığı (S_7 : 7 gün, S_{14} : 14 gün, S_{21} : 21 gün) ve 5 farklı sulama suyu düzeyi (I_{100} , I_{75} , I_{50} , I_{25} ve I_0) kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Sezonluk bitki su tüketim değerleri 2013 yılında 194.2-660.2 mm arasında, 2014 yılında 208.6-629.6 mm arasında olduğu bildirilmiştir. En yüksek verim S_7I_{100} konusundan 1274 kg/ha olarak alınmıştır. Verim tepki faktörü (k_y) 2013 yılında 0.92 iken 2014 yılında 1.27 olmuştur. Çalışma sonucunda çerezlik kabakta yüksek verim için 7 günde bir tam sulamanın (I_{100}) yapılmasını önermişlerdir.

Bakır (2017) Kayseri'de tritikale-macar fiğ karışımı sonrası 2. ürün olarak çerezlik kabak yetiştirilebilirliğini araştırmıştır. Çalışmada, 3 farklı ekim dönemi (D_1 : Normal ekim, D_2 : 2. Ürün döneminde ekim, D_3 : Tritikale-macar fiğ sonrası 2. Ürün ekimi) ve 2 farklı sulama konusu (T_{40} : Toprak tansiyonunun 40 cbar olduğunda, T_{60} : Toprak tansiyonunun 60 cbar olduğunda sulama) uygulamıştır. Çalışma sonucunda D_1 , D_2 ve D_3 konularında verim farklılığının istatistiksel olarak önemli olmadığı ve sırasıyla 107.9

kg/da, 98 kg/da ve 103.8 kg da olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda D₁, D₂ ve D₃ konularındaki bitki su tüketimlerinin sırasıyla 497.8 mm, 435. 3 mm ve 440.5 mm olarak bulunmuştur.

Kabak ekirdeği içerdiği protein, yağ, karbonhidrat, mineral madde ve vitamin bakımından insan beslenmesinde önemli bir almaktadır. Kabak ekirdeği yağının yüksek oranda doymamış yağ asiti bileşimi onu beslenme açısından önemli kılmaktadır. Çerezlik kabak tohumlarından elde edilen yağ bileşimi incelendiğinde doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik miktarının yüksek, doymuş yağ asitleri olan palmitik ve stearik asit miktarının düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kabak tohumlarının E vitamini ve protein miktarlarının da yüksek olduğu bilinmektedir (Yanmaz vd. 2010; Ermiş 2010). Bu özelliklerinden dolayı erezlik kabak tohumları insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. İnsan sağlığına katkısı; prostatın büyümesini ve gelişmesini engellemesi, eklem kirelemesini engellemesi, kolesterolü düşürmesi ve tansiyonu düzenleyici olması sayılabilir (Stevenson et al. 2007). Ayrıca kabak çekirdeğinin hipertansiyonun ilerlemesini önlediği gibi hipoglisemik aktiviteyi teşvik ederek diyabeti engellediği bulunmuştur (Stevenson et al. 2007; Fu et al. 2006; Imaeda et al. 1999). Japon diyetlerinde erezlik kabak önemli bir E vitamin (tokoferol) kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Murkovic et al. (1996) erezlik kabakta yürüttükleri çalışmada hakim yağ asitlerinin palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit olduğunu bildirmişlerdir. Dört yağ asidinin oranının %98.1 ile %98.7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çekirdeklerin yağ içeriğinin %41.8-54.9 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

12 farklı kabak çekirdeği çeşidinde yürütölen bir çalışmada tohumların yağ, yağ asidi ve E vitamini içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda tohumların yağ içeriğinin %10.9-30.9 arasında, E vitamini içeriğinin 27.1-75.1 µg/g arasında olduğu belirtilmiştir. Tohumlardaki hakim yağ asitlerinin linoleik, oleik, palmitik ve stearik asitleri olduğu tespit edilmiştir. Yağ asitleri içeriğinin %73.1-80.5 arasında değiştiği bildirilmiştir (Stevenson et al. 2007).

1.1.2. Bitki Su Stres İndeksi (CWSI) Konusunda Yapılan Çalışmalar

Arizona’da buğdayda yapılan bir çalışmada bitkinin su durumunu gösteren bir indeks olarak infrared termometreyle ölçülen bitki örtü sıcaklığı ile hava sıcaklığı farkı kullanılmıştır. Yetiştirme dönemi boyunca elde edilen sıcaklık farkları toplamı ‘Stres Düzey Gün’ olarak adlandırılmış ve buğdayın sulama programlamasında kullanılabileceği bildirilmiştir (Jackson et al.1977).

Idso et al. (1981) yaptıkları çalışmada ‘Bitki Su Stres İndeksini (CWSI)’ belirlemek için alt baz ve üst baza dayalı bir yöntem geliştirmişlerdir. Buna göre, atmosferik buhar basıncı açığında, bitki örtü sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki farkın (T_c-T_a), bitki su stresi ile ilişkilendirilmesine dayanmaktadır. Bitki kök bölgesinde yeterli nem bulunması durumunda, bitki potansiyel olarak transpirasyon yapacaktır. Bu durumda terleme, serinletme etkisi yapacak ve böylece yaprak sıcaklığı, çevre havanın sıcaklığından daha düşük bir seviyeye gelecektir. Ancak topraktaki nem belli bir düzeyin altında ise transpirasyon azalacak ve bitki suyu bünyesinde tutmaya çalışacaktır ve sonuç olarak yaprak sıcaklığı artarak ve hava sıcaklığının üzerine çıkacaktır. Üst baz hattı potansiyel olarak transpirasyonun gerçekleştiği durumlarda elde edilirken, alt baz hattı ise transpirasyonun gerçekleşmediği durumlarda elde edilmektedir. Dünyada bu konuda yapılan çalışmalar, hava sıcaklığının fazla buna karşın nispi nemin düşük olduğu bölgelerde CWSI’in daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir (Yazar, 1990).

Nielsen (1990) Soya bitkisinde sulama programlamasını CWSI tekniği kullanarak yapmıştır. Çalışmada CWSI 0.2, 0.3, 0.4, ve 0.5 değerine ulaştığında sulamalar yapılmıştır. En yüksek verim CWSI 0.2 ye ulaştığında sulama yapılan konudan 2656 t/ha ile alınmıştır. CWSI 0.2 ile 0.3 konuları arasında verim bakımından istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Soyada CWSI 0.3 olduğunda sulamaların yapılması önerilmiştir. Ayrıca CWSI ile yaprak su potansiyeli (YSP), stoma direnci, fotosentez oranı ve transpirasyon oranı arasında önemli ilişkilerin olduğu bildirilmiştir.

Gençel (2009) Adana’da ikinci ürün mısırdaki uygulanacak sulama suyu miktarının kestiriminde CWSI tekniğinin kullanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışma sonucunda CWSI ile toprakta eksilen su miktarı arasında önemli istatistiksel ilişkilerin olduğunu belirlemiştir. Mısır bitkisinin sulanmasında CWSI tekniğinin kullanılabileceğini

bildirmiştir. Ayrıca CWSI yaklaşımının eksik yönü olan ‘her sulamada ne kadar su verileceği’ konusunun bu şekilde tamamlandığını belirtmiştir.

Özer (2012) 2010-2011 yetiştirme sezonunda damla sulama ile sulanan kabak bitkisinde sulama programının oluşturulmasında bitkiye dayalı ölçümleri kullanmıştır. Çalışmada CWSI değişimi ile topraktaki eksik nemin değişiminin paralel olduğunu tespit etmiştir. CWSI ile verim tahmininin yapılabileceğini ve bu tahminde $Y_{2010} = -37.12 * CWSI + 44.475$ ve $Y_{2011} = -18.338 * CWSI + 34.726$ eşitliklerinin kullanılabilceğini belirtmiştir.

1997-1999 yılları arasında pamuk sulamasında infrared termometre tekniğinin kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Araştırmada pamukta CWSI belirlemek için bitkinin hiç stres yaşatılmadığı konudan alt sınır (LL) eşitlikleri bitkiye su stresinin yaşatıldığı konudan üst limit (UL) eşitlikleri elde edilmiştir. LL hattına ait $T_c - T_a = 1.82 - 1.57 * VPD$ eşitliğini bulunmuştur. Çalışma sonucunda pamuk bitkisinin sulamasında CWSI kullanılabilceği CWSI değerinin 0.47-0.50 olduğunda sulama yapılması önerilmiştir (Kayam vd. 2000).

Rojo et al. (2016) badem ve üzümde bitki su durumunu belirlemek için CWSI ve modifiye edilmiş bitki su stres indeksini (MCWSI) kullanmışlardır. Çalışma sonucunda bademde bitki su durumunu tespit etmede CWSI ($R^2 = 0.78$), üzümde ise MCWSI ($R^2 = 0.70$) değerinin etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Erdem vd. (2005) Tekirdağ’da 2003 yılında kavun bitkisinin sulama planlamasında CWSI'nin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmada kavun bitkisinin sulanmasında CWSI değeri 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1.0 (sulanan konu) değerine ulaştığında sulama yapmışlardır. Uygulanan sulama suyu miktarı 193-342 mm arasında ET değeri ise 167-412 mm arasında değişmiştir. En yüksek verim 76.6 t/ha ile CWSI 0.2 olan konudan elde edilmiştir. CWSI 0.2 konusu ile CWSI 0.4 ve 0.6 konuları arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunamamıştır. Kavun bitkisinin sulama planlanmasında CWSI değeri 0.6 olduğunda sulamaya başlanması önerilmiştir.

Tekirdağ’da 2005 yetiştirme sezonunda Razaki ve Semillon üzüm çeşitlerinde farklı sulama suyu düzeylerinin verim ve CWSI üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda uygulanan sulama suyu düzeyi arttıkça verim artmış buna karşın CWSI

değeri azalmıştır. Verim ile CWSI arasında Razaki çeşidi için $Y = -5.9258 * CWSI + 12.042$ $R^2 = 0.58$, Semillon çeşidi için $Y = -8.4909 * CWSI + 19.875$ $R^2 = 0.68$ olduğu belirlenmiştir (Ahi vd. 2015).

Şanlıurfa'da 2000 yılında ikinci ürün mısır bitkisinde bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada 120 cm derinliğindeki topraktan eksilen nemin farklı oranlarda geri verilmesi prensibine dayalı olarak 6 farklı sulama suyu düzeyi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda alt baz limiti $T_c - T_a = 3.03 - 1.09 \times VPD$ ve $R^2 = 0.91$ olarak belirlenmiştir. CWSI ile verim arasında istatistiksel olarak önemli bir korelasyon ($R^2 = 0.96$) olduğu tespit edilmiştir. Mısır sulama programlaması için CWSI eşik değerinin 0.25 olduğu bildirilmiştir (Kırnak ve Gençoğlan, 2001).

Alderfasi ve Nielsen (2001) buğdayda sulama programını izlemede CWSI kullanımını incelemişlerdir. Çalışmayı 1990-1991 yıllarında 7 farklı kışlık buğday genotipini ile Colorado'da yürütmüşlerdir. Idso et al. (1981)'de belirtilen esaslara göre belirlenen CWSI değerleri sulanan konularda yıllara göre sırasıyla 0,1 ve 0,57, sulanmayan konularda ise 4,4 ve 4,1 çıkmıştır. CWSI değerinin kışlık buğdayda bitki su durumunun ve sulama programı oluşturulmasında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

İran'da şeker kamışı bitkisinde yapılan bir çalışmada CWSI su stresinin izlenmesinde ve sulama programlamasında etkili bir şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir (Veysi vd. 2017).

Ahmadi et al. (2017) patates bitkisinin sulama programlamasında bitki örtü sıcaklığı ve yaprak su potansiyelinin kullanılabilme olanaklarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada kısıntılı sulama ve kısmi kök kuruluğu yöntemini uygulamışlardır. Çalışma sonucunda farklı su tasarrufu sağlayan sulama yöntemlerine karşılık, bitki su durumu ve sulama planlaması göstergesi olarak bitki örtü sıcaklığının yaprak su potansiyelinden daha güvenilir bir parametre olduğunu belirtmişlerdir.

1.1.3. Spektral Vejetasyon İndeksleri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Jackson et al. (1980)'e göre spektral vejetasyon indeksleri ile bazı bitki özelliklerinin doğru bir şekilde tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Vejetasyon indeksleri iki bandın spektral yansımalarının birbiriyle oranlanmasıyla elde edilmektedir. Doğru bantlar

seçildiği zaman bu indekslerin kullanımının oldukça yararlı olduğunu belirtmişlerdir. 350-1050 nm dalga boyu aralıklarının bitkilerin biyokimyasal ve fiziksel özelliklerinin izlenmesinde oldukça etkilidir (Thenkabail et al. 2000).

Maktav ve Sunar (1991) elektromanyetik spektrumun mavi ve kırmızı dalga boyu bölgelerinin klorofil absorpsiyon bölgeleri olduğunu ve bu bölgede olan absorpsiyonların klorofil-a, klorofil- b ve karotenoid tarafından kullanılmaktadır. Bitki strese girdiğinde klorofil miktarındaki azalmaya bağlı olarak mavi ve kırmızı dalga boylarında yansıma oranının artacağını ifade etmişlerdir.

Mandal et al. (2007) Hindistan'da sorgum bitkisi üzerinde kök bölgesi su dengesi modelini kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Bitki büyüme dönemlerinde spektral yansımaları ölçerek verim, yaprak alan indeksi (YAI), biyomas ile spektral vejetasyon indekslerinin ilişkilerini incelemişlerdir. Vejetasyon indeksi olarak normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (NDVI), toprak yansımalarını dikkate alan indeks (SAVI), modifiye edilmiş SAVI (MSAVI), yeşil için NDVI (GNVI) indeksleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda vejetasyon indeksleri ile YAI, biyomas ve verim arasında önemli korelasyonların olduğu bulunmuştur.

Pamuk bitkisinin bazal bitki katsayısının (k_{cb}) belirlenmesinde NDVI indeksinin kullanılabilirliği Amerika'da araştırılmıştır. Araştırmada k_{cb} ile NDVI arasında oldukça güçlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir ($R^2=0.97$). Çalışma sonucunda NDVI ile belirlenen bitki su tüketiminin gerçek bitki su tüketimine yakın bir değerde olduğu ve ET tahmininde NDVI indeksinin kullanılabileceği bildirilmiştir (Hunsaker 2003).

Kimura et al. (2004) pirinçte YAI ve potansiyel buharlaşma ile vejetasyon indeksleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada NDVI, SAVI, GNDVI, MSAVI indekslerine ek olarak YAI için vejetasyon indeksi (VILAI), optimize edilmiş SAVI (OSAVI), dönüştürülmüş klorofil absorpsiyon indeksi (TCARI), modifiye edilmiş klorofil absorpsiyon indeksi (MCARI) kullanmışlardır. Çalışma sonucunda YAI'nin tahmin edilmesinde tüm vejetasyon indekslerinin etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca potansiyel buharlaşmanın tahmin edilmesinde SAVI ve MSAVI indekslerinin diğer indekslere göre daha fazla korelasyona sahip olduğunu belirtmişlerdir.

İtalya'da yağmurlama sulama ile sulanan soğan bitkisi üzerinde vejetasyon indekslerinin kullanılabilme olanaklarını araştırmışlardır. Araştırmada 11 farklı vejetasyon indeksi ile verim arasındaki ilişki irdelenmiştir. Araştırma sonucunda TSAVI ve NDVI vejetasyon indekslerinin verim tahmininde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Marino ve Alvino 2015).

Prabhakara et al. (2015) 6 farklı kışlık buğday çeşidinde 10 farklı vejetasyon indeksleri ile biyomas ve bitki örtü yüzdesi arasındaki ilişkiyi belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmayı 2012-2013 kış yetiştirme sezonunda yürütmüşlerdir. NDVI ile bitki örtü yüzdesi arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu ($R^2=0.93$) bildirmişlerdir. NDVI, SAVI ve GNDVI arasında diğer indekslere göre biyomas arasında daha güçlü korelasyonların olduğu tespit edilmiştir.

Portekiz'de mısır bitkisinin sulama yönetiminde uzaktan algılama kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, YAI ile NDVI arasında $YAI=0.268 \cdot e^{3.4396NDVI}$ ve $R^2=0.87$ eşitliği bulunmuştur. Ayrıca k_c ile NDVI arasında $R^2=0.82$ gibi güçlü bir ilişkinin olduğu ve $k_c=1.464 \cdot NDVI-0.253$ eşitliğinin bulunduğu bildirilmiştir (Toureiro et al. 2016).

El-Hendawy et al. (2017) Suudi Arabistan'da buğday çeşitlerinde tam sulama ve kısıntılı sulama uygulayarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada 4 farklı spektral vejetasyon indeksi kullanmışlardır. Sulama suyu uygulamaları Class A- pan kabından olan buharlaşma 50-150 mm olduğunda yapılmıştır. Çalışma sonucunda buğday verimleri ile vejetasyon indeksleri arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Kuru madde içerik indeksi (DMCI) verim ile en iyi korelasyonu ($R^2=0.81$) veren indeks olmuştur. Bunu RNDVI ($R^2=0.77$), NDMI ($R^2=0.76$) ve GNDVI ($R^2=0.75$) indeksleri takip etmiştir. Ayrıca bitkilerin kurağa karşı tepkilerinin spektral indeksler ile belirlenebileceği bildirilmiştir.

Marino ve ark. (2014) damla sulama ile domateste 18 farklı spektral indeks kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, domates verimi ile en iyi ilişkiler PVI ($R^2=0.645$) ve SAVI ($R^2=0.647$) indekslerinden elde edilmiştir. Bunları OSAVI, WdVI ve MSAVI izlemiştir.

Er-Raki et al. (2007) Buğdayın sulamasında 3 farklı bitki katsayısının (lokal k_c , NDVI içeren k_c ve FAO-56'da verilen k_c) kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma sonucunda k_c 'nin NDVI kullanarak ET tahmininde %15-20 gibi bir hata payı ile iyi bir sonuç verdiğini ancak lokal k_c 'nin ET tahmininde daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Hem bitki katsayısı hem de spektral vejetasyon indekslerinin yaprak alan indeksi ile bitki örtüsü yüzdesine karşı hassas olduğu belirlenmiştir. Spektral indekslerden yararlanılarak k_c tahmin edilmesinin mümkün olduğunu belirlenmiştir.

Fas'ta yürütülen bir çalışmada buğdayda yaprak alan indeksinin NDVI ile %30, bazal bitki katsayısının (K_{cb}) ise %15 hata payı ile tahmin edilebileceği belirlenmiştir (Duchemin et al. 2006).

Hunsaker et al. (2003) spektral vejetasyon indekslerinin pamuk bitkisinde k_{cb} ve ETa tahmininde kullanılma olanaklarını araştırmışlardır. Çalışma Arizona'da 1990-1991 yılları arasında yürütülmüştür. ETa hesaplanmasında FAO Penman-Monteith metodunu kullanmışlardır. Çalışma sonucunda NDVI ile k_{cb} arasında önemli bir korelasyon olduğunu ($R^2=0.97$) belirlenmiştir. ETa'nin spektral veriler ile tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Bausch (1993) yağmurlama sulama sistemi ile sulanan mısırdaki bitki su tüketimi hesaplanmasında gerekli olan k_c tahmininde SAVI indisinin kullanılabilirliğini bildirmiştir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Deneme Yeri Hakkında Genel Bilgiler

2.1.1.1. Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Çalışma, 2015 ve 2016 yıllarında Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma Merkezi' ne (ERÜTAM) bağlı deneme arazisinde 2 yıl süre ile yürütülmüştür. Deneme alanının deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1084 m olup 35° 30' doğu boylamları ve 38° 41' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Kayseri ilinde karasal iklim hakim olup, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Uzun yıllar iklim verilerine göre Kayseri ili yıllık ortalama sıcaklığı 10,7 °C, en soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı -1,7 °C ve sıcaklık farkı ($T_{\text{mak.}}-T_{\text{min.}}$) 28,9 °C'dir. En sıcak ay ise 30,6 °C ortalama ile Temmuz ayı olup bu aya ilişkin sıcaklık farkı 18,7 °C'dir. İlde Ocak-Mart, Nisan-Ağustos ve Eylül-Aralık dönemlerinde düşen yağış sırasıyla 113,5 mm, 159,7 mm ve 111,7 mm'dir. Toplam yıllık yağış miktarı ise 384,9 mm'dir. 2015 yılının Mayıs ve Haziran aylarında toplam 140,4 mm, 2016 yılında Mayıs ve Haziran aylarında toplam 177,4 mm yağış düşmüştür. Uzun yıllar verilerine göre değerlendirildiğinde hem 2015 yılında hem de 2016 yılında uzun yıllar ortalamasından daha fazla yağış düşmüştür. Deneme alanına ait uzun yıllar ortalama, 2015 ve 2016 yılları meteorolojik veriler sırasıyla Tablo 2.1, ve 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kayseri ilinin uzun yıllar ortalama meteorolojik verileri (1950-2016)

Meteorolojik veriler	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
T _{ort} (°C)	-1.7	0.1	4.7	10.6	15.0	19.0	22.2	22.0	17.3	11.8	5.5	0.6
T _{mak} (°C)	4.1	6.1	11.4	17.7	22.5	26.8	30.6	30.7	26.5	20.4	13.0	6.4
T _{min} (°C)	-6.9	-5.2	-1.4	3.1	6.8	9.7	11.9	11.4	7.3	3.5	-0.9	-4.5
u ₂ (m.s ⁻¹)	1.1	1.3	1.6	1.7	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1
Yağış (mm)	35.2	36.5	41.8	52.1	51.8	39.5	10.5	8.8	15.0	28.0	32.4	37.4
RH _{ort} (%)	76.6	74.0	68.3	62.3	61.2	55.8	49.5	49.2	54.1	63.6	71.7	77.1
RH _{mak} (%)	96.4	96.6	96.7	96.3	95.3	93.0	87.0	87.1	94.3	97.0	97.1	97.4
RH _{min} (%)	38.8	34.4	22.5	18.6	19.0	19.4	17.2	16.9	17.4	20.3	28.2	36.8
GS (saat)	3.0	4.0	4.8	6.2	8.3	10.4	11.9	11.4	9.1	6.7	4.8	3.0
GŞ (MJ/m ² /gün)	7.0	9.8	13.1	16.1	19.0	21.8	22.7	20.6	17.0	11.6	8.0	6.1
ET ₀ (mm/ay)	24	31	62	92	119	137	158	147	107	70	40	26

T: Sıcaklık U2 : 2 m yük. rüzgar hızı, RH: Bağıl nem, GS: Güneşlenme süresi, GŞ: Güneşlenme şiddeti, ET₀: Referans Evapotranspirasyon

Tablo 2.2. Deneme alanına ait meteorolojik veriler (2015-2016)

	Meteoroloji verileri	Aylar				
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
2015	T _{ort} (°C)	8.7	15.89	18.15	22.15	26.69
	T _{mak} (°C)	23.4	22.55	24.33	30.06	32.67
	T _{min} (°C)	-4.5	9.34	11.98	14.24	20.71
	u ₂ (m/sn)	1.7	1.75	1.46	1.69	1.87
	Yağış (mm)	60.1	25.60	114.80	0.40	1.20
	RH _{mak} (%)	84.2	77.62	85.72	70.56	60.26
	RH _{min} (%)	36.6	31.79	39.71	23.52	22.82
2016	T _{ort} (°C)	14.02	14.83	20.41	23.33	25.38
	T _{mak} (°C)	20.4	26.7	34.6	37.0	34.8
	T _{min} (°C)	4.5	4.4	7.5	10.8	14.5
	u ₂ (m/sn)	1.57	1.88	1.75	1.81	1.81
	Yağış (mm)	60.1	151.8	25.6	2.0	0
	RH _{mak} (%)	65.2	80.0	78.2	66.1	62.4
	RH _{min} (%)	25.5	34.4	30.8	21.1	19.9

2.1.1.2. Deneme Alanının Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri

Toprak örnekleri deneme alanını temsil edecek şekilde 3 farklı noktadan 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm derinliklerinden alınarak analiz edilmiştir. Alınan örneklerde toprak tekstürü, elektriksel iletkenlik (EC), Tarla kapasitesi (TK), Solma noktası (SN), hacim ağırlığı, organik madde miktarı, kireç, azot, fosfor ve potasyum içerikleri gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Tablo 2.3'te analiz sonuçları verilmiştir. Deneme alanı toprak tekstürü genel olarak tınlı olup tuzluluk sorunu yoktur. Toprak etkili kök derinliğinde EC değerleri 0.173-0.258 mmhos/cm arasında, pH değerleri ise 8.13-8.17 arasında değişim göstermiştir. Çerezlik kabak bitkisinin etkili kök derinliği olan 60 cm' de TK, SN ve elverişli su tutma kapasitesi değerleri sırasıyla 184 mm, 84 mm ve 100 mm olarak bulunmuştur.

Çift silindirli infiltrometre ile 3 farklı noktadan deneme alanında toprak infiltrasyon hızını belirlemek amacıyla infiltrasyon testi yapılmıştır. Test sonucu deneme alanı toprağının kararlı infiltrasyon hızı 23,3 mm/h olarak bulunmuştur.

Tablo 2.3. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Tekstür	EC (dS/m)	pH	TK(%) P _w	SN(%) P _w	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Organik Madde (%)	Kireç (%)	N (kg/da)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ SO ₄ (kg/da)
0-30	Tınlı	0.220	8.13	25.5	10.7	1.27	1.25	2.5	2.15	2.05	27.16
30-60	Tınlı	0.173	8.17	23.3	11.4	1.24	1.05	5.8	1.05	1.15	37.64
60-90	Killi Tınlı	0.258	8.14	26.0	9.4	1.22	0.69	3.2	0.4	0.6	31.01
90-120	Tınlı	0.191	8.23	25.0	9.4	1.28	0.73	6.2	0.4	0.2	31.01

Tüzüner vd. (1990) tarafından verilen yöntemler ile sulama suyu analizi (elektriksel iletkenlik, anyon, katyon içerikleri) yapılmıştır. Sulama suyu örneği sulama yapılan kuyudan alınarak analiz edilmiş ve analiz sonuçları Tablo 2.4'de verilmiştir. pH ve EC sorunu olmayan sulama suyunun sınıfı C₁S₁ olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.4. Denemede kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

pH	EC (μS)	Na ⁺ (mg L ⁻¹)	K ⁺ (mg L ⁻¹)	Ca ⁺² (mg L ⁻¹)	Mg ⁺² (mg L ⁻¹)	HCO ₃ (mg L ⁻¹)	CO ₃ ⁻² (mg L ⁻¹)	SAR
7.60	242	11.6	4.57	26.4	6.63	12.2	< 1.0	2.86

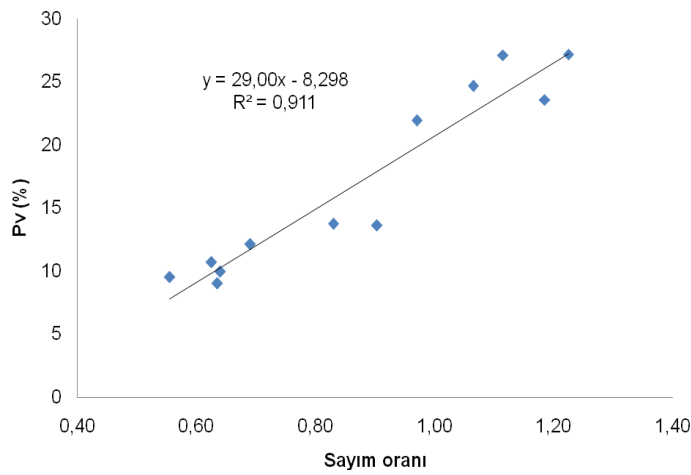
2.1.2. Denemede Kullanılan Bitki Materyali

Tescilli bir çerezlik kabak çeşidi ülkemizde olmadığı için bölgede yaygın şekilde tarımı yapılan ve “çerçeveli” olarak isimlendirilen Develi kabak popülasyonu bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

2.1.3. Toprak Nem Ölçümü ve Cihazlarının Kalibrasyonu

Denemede ilk yıl toprak nemi nötronmetre (503 DR Hydroprob) ile izlenmiş, ikinci yıl ise TDR (TDR-6050X3K1B mini trace) cihazıyla izlenmiştir. 28 Nisan 2015 tarihinde her parsele 3 adet olacak şekilde 120 cm derinliğe kadar nötronmetre ölçüm (access) tüpleri yerleştirilmiştir. Denemenin ikinci yılı 25 Mayıs 2016 tarihinde TDR cihazının ölçüm sensörleri 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklere yerleştirilmiştir.

Deneme parsellerinde ölçümler başlamadan önce nötronmetre cihazının kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyon için deneme alanının içerisinde 1.2x1.2 m ebatlarında 3 adet küçük parsel hazırlanmıştır. Parsellerin bir tanesi tamamen su ile doyurulmuştur. İkinci parsel kısmen sulanarak nem miktarı artırılmış ve son parsele kuru muhafaza edilmiştir. Su uygulanan parsellerin üzeri plastik örtü ile örtülerek suyun buharlaşması engellenmiştir. Serbest drenaj gerçekleştikten sonra kalibrasyon parsellerine yerleştirilen ölçüm tüpleri içerisinde toprak yüzeyinden itibaren 20, 40, 60, 80, 100 cm derinliklerinden ölçümler alınmıştır. Nötron prob ölçümleri ile eş zamanlı olarak toprak profili açılarak her okuma noktasının sağından ve solundan 4'er adet bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Bu örneklerden sayım oranına karşılık gelen hacimsel toprak nem içeriği belirlenmiştir. Sonrasında nötron okumaları ile hacimsel toprak nem içeriği değerleri arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak kalibrasyon eşitliği elde edilmiştir (Şekil 2.1).

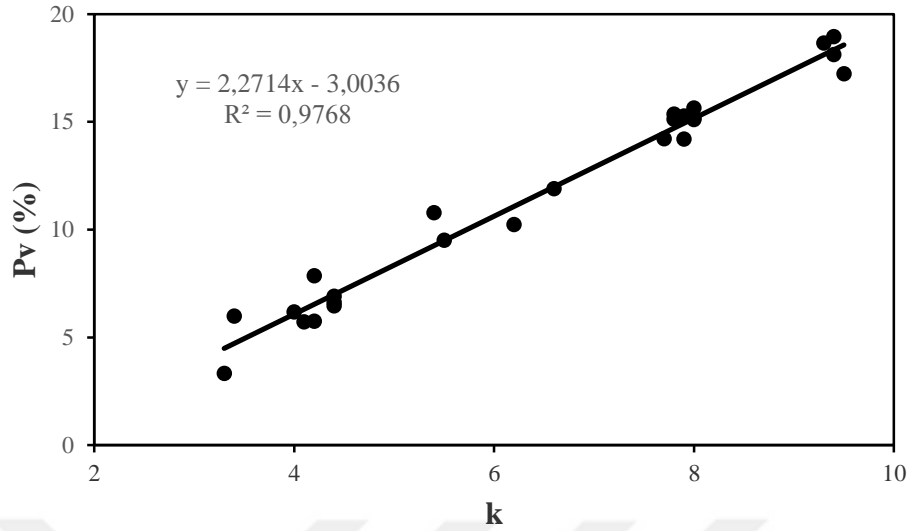


Şekil 2.1. Nötronmetre okumalarına karşılık gelen hacimsel nem içeriği

TDR probları parsellerin orta kısmına 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerine yerleştirildikten sonra okumalar alınmıştır. Alınan okuma derinliklerinden eş zamanlı olarak gravimetrik örneklerde alınarak TDR cihazının kalibrasyonu yapılmış ve kalibrasyon eşitliği Şekil 2.3’de gösterilmiştir (Akpınar, 2016).



Şekil 2.2. TDR cihazı görünümü

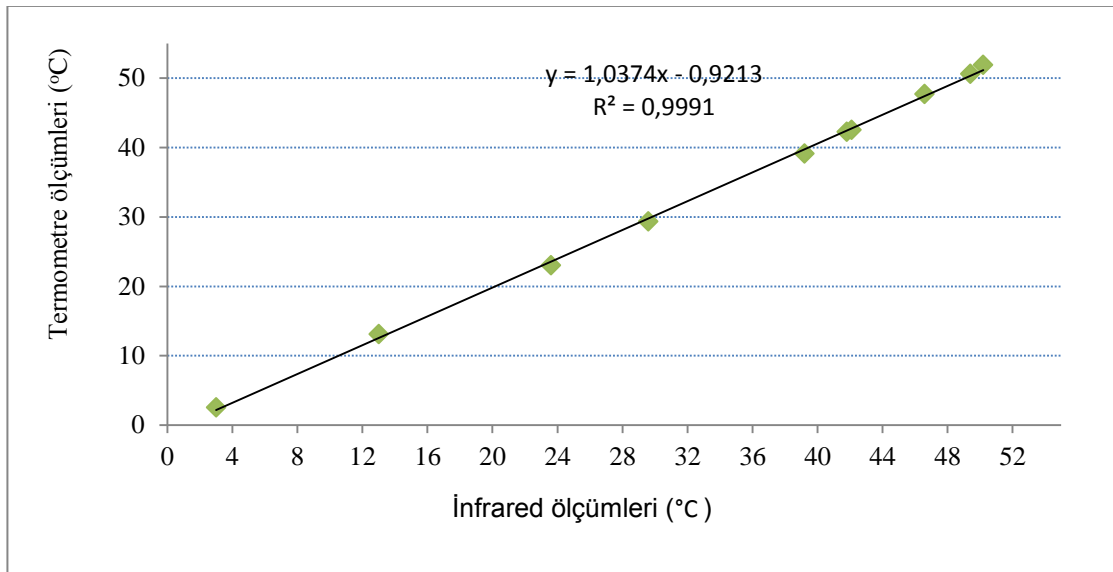


Şekil 2.3. TDR cihazından okunan k değerleri ile hacimsel nem içeriği arasındaki ilişki

2.1.4. Çalışmada Kullanılan Infrared Termometre ve Spektrometre Cihazları ve Ölçüm Yöntemleri

2.1.4.1. İnfrared Termometre

Bitki örtüsü sıcaklığını belirlemek için Everest 100L model 8-14 μm spektral bant aralığına ve 4 derece görüş açısına sahip infrared termometre (IRT) cihazı kullanılmıştır. IRT cihazının kalibrasyonunda yüzey sıcaklığı belirlenebilen siyah renkte cisimler kullanılmıştır (Fucs ve Tanner, 1966).



Şekil 2.4. İnfrared termometre kalibrasyon grafiği

Cihazın kalibrasyonu bir su ısıtıcısı üzerinde bulunan ve bir karıştırıcı ile termometreden oluşan bir su kabı düzeneği ile yapılmıştır. Bu düzeneğin içerisine bir ucu kapalı bir ucu açık 2 tarafı konik, içerisi ince siyah boya ile boyanmış bakır bir kaptan oluşan bir bakır siyah kap yerleştirilmiş ve infrared termometre ile sıcaklık okumaları bu bakır kaptan suyun sıcaklığı ise su içerisine yerleştirilmiş olan termometre yardımıyla ölçülmüştür ve kalibrasyon grafiği Şekil 2.4’de verilmiştir.

2.1.4.2. Spektrometre

Denemede spektral yansıma oranlarının ölçülmesinde ASD HandHeld 2 marka portatif el spektrometresi kullanılmıştır. ASD HandHeld 2 cihazı ile 325-1075 nm dalga boyu aralığında 1 nm adımlarla ölçüm alınabilmektedir. Spektrometre ile her bir radyans ölçümü öncesinde, cihazla spektral panel kullanılarak irradyans ölçümleri yapılmıştır. Radyansın irradyansa oranı alınarak herbir dalga boyu için spektral yansıma oranı değerleri hesaplanmıştır. Spektral ölçümlere 2 Temmuz 2015 ve 20 Haziran 2016 tarihlerinde başlanmıştır (Şekil 2.5). Ölçümler haftada 2 kere havanın bulutsuz ve güneş açısının 45 derece olduğu vakitlerde (güneş açısının 45° olduğu zaman dilimi ölçümlerin ilk günleri 08:30 iken deneme sonlarına doğru bu zaman dilimi saat 9:35’e olarak gerçekleşmiştir) yapılmıştır. Tüm konularda parsellerden seçilen 5 bitki üzerinden ve her bir bitkiden 3 tekrür halinde okumalar alınmıştır. Buna göre her bir tekrürde 5 ölçüm toplamda her bir parselden 15 okuma alınmıştır.



Şekil 2.5. Spektrometre ile deneme parsellerinde ölçüm yapılması

2.2. Yöntem

Deneme, 2015 ve 2016 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Toprak analiz sonuçlarına göre 27 Nisan 2015 ve 25 Nisan 2016 tarihlerinde tüm deneme alanına (1.8 da) 31.1 kg olacak şekilde DAP gübresi elle verilerek diskaro ile karıştırılmıştır. Toprağın mevcut potasyum içeriği yüksek olduğu için ayrıca K gübresi verilmemiştir. Çerezlik kabak tohumları sıra arası 100 cm, sıra üzeri ise 60 cm olacak şekilde elle her ocağa 3 adet tohum konularak 5 cm toprak derinliğine ekimi yapılmıştır. Her bir parselde 8 adet sıra bulunmaktadır ve parselin büyüklüğü 8×7.8 m olacak şekilde planlanmıştır. Ayrıca her parselde 0-120 cm derinliğe kadar başlangıç nemi belirlenmiştir. Denemede yapılan çalışmalar özet olarak Tablo 2.5’de verilmiştir.

Tablo 2.5. 2015 ve 2016 yıllarında yapılan tarımsal işlemler

Tarih	Tarımsal İşlemler	Tarih	Tarımsal İşlemler
16.10.2014	Kışlık derin sürüm	13.10.2015	Kışlık derin sürüm
9.04.2015	Pulluk ile derin sürüm	13.04.2016	Pulluk ile derin sürüm
27.04.2015	1.8 da alana 31.1 kg DAP gübresinin verilmesi	25.04.2016	1.8 da alana 31.1 kg DAP gübresinin verilmesi
28.04.2015	Parselleme işlemi	27.04.2016	Parselleme ve damla sulama sisteminin kurulması
30.04.2015	Nötron metre için ölçüm borularının yerleştirilmesi	28.04.2016	Damla sulama sisteminin tamiri ve kontrolü
05.05.2015	Kabak çekirdeği ekimi	29.04.2016	Kabak çekirdeği ekimi
13.05.2015	İlk çıkışların gözlenmesi	9.05.2016	İlk çıkışların gözlenmesi
18.05.2015	%80-85 çıkışların tamamlanması	19.05.2016	%80-85 çıkışların tamamlanması
20-21.05.2015	Damla sulama sisteminin kurulması	24-30.05.2016	Çıkış olmayan yerlere şaşırtma işleminin yapılması
22-24.05.2015	Çıkış olmayan yerlere şaşırtma işleminin yapılması	25.05.2016	TDR problemleri ve nötron metre ölçüm borularının yerleştirilmesi
27-28.05.2015	İlk çapa, boğaz doldurma ve tekleme işlemlerinin yapılması	01-04.06.2016	İlk çapa, boğaz doldurma ve tekleme işlemlerinin yapılması
19.06.2015	Programlı sulamaya geçilmesi	13.06.2016	Programlı sulamaya geçilmesi
29-30.06.2015	İkinci çapalamanın yapılması	16-17.06.2016	İkinci çapalamanın yapılması
04.07.2015	728 g Amonyum sülfat gübresinin ilk dozunun fertigasyon ile verilmesi	24.06.2016	728 g Amonyum sülfat gübresinin ilk dozunun fertigasyon ile verilmesi
08.07.2015	728 g Amonyum sülfat gübresinin ikinci dozu fertigasyon ile parsellere verildi	11.07.2016	728 g Amonyum sülfat gübresinin ikinci dozu fertigasyon ile parsellere verildi
06.08.2015	Son sulamanın yapılması	25.07.2016	Son sulamanın yapılması
21-22.08.2015	Hasadın yapılması	10-11.08.2016	Hasadın yapılması

2.2.1. Sulama Sistemi

Çerezlik kabak bitkisinin sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Sulama sistemi ve unsurları Yıldırım (2003)'e göre tertip edilmiştir. Buna göre sistemde damlatıcı aralığı 0,33 m, damlatıcı debisi 4 lt/h, lateral çapı 20 mm, manifold boru çapı 40 mm ve ana boru çapı 63 mm şeklindedir.

2.2.2. Toprak Nemine Göre Sulama Programı

Toprak su içeriği ölçümlerine göre sulama konuları belirlenmiştir. Tam sulama konusuna bitki etkili kök derinliğindeki (60 cm) kullanılabilir nem içeriğinin %35-40'ı tüketildiği zaman ve topraktaki nem eksikliği kadar sulama suyu uygulanmıştır. I_{80} , I_{60} , I_{40} ve I_{20} konularına I_{100} ile aynı zamanda fakat I_{100} 'e uygulanan sulama suyu miktarının farklı oranları uygulanmıştır. I_0 konusuna tohum yatağını ıslatmak ve sağlıklı bir çimlenme temin etmek için can suyu uygulanmış ve sonrasında sulama suyu verilmemiş olup yağışa dayalı üretim yapılmıştır.

I_{100} - Kullanılabilir nemin %35-40 tüketildiğinde sulama yapılarak tekrar tarla kapasitesine çıkarılan sulama konusu

I_{80} - I_{100} konusuna verilen suyun %80' inin uygulaması

I_{60} - I_{100} konusuna verilen suyun %60' inin uygulaması

I_{40} - I_{100} konusuna verilen suyun %40' inin uygulaması

I_{20} - I_{100} konusuna verilen suyun %20' inin uygulaması

I_0 - Susuz (can suyu sonrası sulama yapılmayan konu)

Susuz konu, mevcut koşullarda bölge üreticilerinin uygulamalarını temsil etmektedir. Bitki etkili kök derinliği Allen vd. (1998)'e göre 60 cm olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$d = \frac{(P_{vk} - P_{vm})}{10} \times D \times P$$

Eşitlikte; d: Uygulanacak sulama suyu miktarı, mm; P_{vtk}: Hacim yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi,%; P_{vm}: Hacim yüzdesi cinsinden sulamadan önce ölçülen nem miktarı,%; D: Islatılacak toprak derinliği, cm, ve P: Islatılacak alan oranı'dır. Hesaplanan değer (mm), sulanacak alan (m²) ile çarpılarak uygulanacak sulama suyu miktarı litre cinsine çevrilmiştir. Her bir deneme parseli için ayrı olarak belirlenen hacimsel sulama suyu miktarları su sayaçlarından yararlanılarak deneme parsellerine verilmiştir.

Islatma alanı yüzdesi, bir damlatıcı altında, toprağın yaklaşık 20 cm (veya toprakta en fazla ıslanma genişliğinin olduğu derinlik) altındaki ıslatma şeridinin genişliğinin lateral aralığına bölünmesiyle bulunmuştur. Bu oran tahmini en fazla sulama süresi dikkate alınarak, deneme tarlasında yapılan test sonucuna göre belirlenmiştir. Bu testte, manifoldun ön, orta ve son bölümlerinden olmak üzere rastgele 3 lateral seçilerek ve seçilen bu her bir lateral üzerinde eşit mesafe olmak üzere yine ön, orta ve son bölümlerinden olmak üzere üç nokta belirlenip ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortalaması alınarak ıslatılan alan yüzdesi %66 olarak bulunmuştur (Keller ve Bliesner, 1990).

2.2.3. Buharlaşma Kabına Göre Sulama Programı

Denemenin ikinci yılında mevcut sulama konularına ek olarak A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılarak bir deneme konusu oluşturulmuştur. Toprak neminin izlenerek sulama programlaması yapılması zaman alıcı, pahalı ve teknik bilgi gerektirdiği için çiftçiler tarafından uygulanması pek mümkün değildir. Bu nedenle herhangi bir cihaz ve karmaşık ölçüm yapılmadan sadece basit bir ölçme ile buharlaşma miktarına göre sulama programlamasının yapılabilme olanaklarını araştırmak için A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. Bunun içinde buharlaşma kabından oluşan 5 günlük buharlaşma miktarı dikkate alınarak sulama programı oluşturulmuştur. Çalışmada bitki-kap katsayısı (K_p) 1 olarak seçilmiştir.

Ölçülen buharlaşma miktarına göre uygulanacak sulama suyu miktarları Kanber 1984'de belirtilen yöntemle göre hesaplanmıştır.

$$I = A_{pan} \times K_p \times P \times A$$

Eşitlikte; Apan: 5 günlük A sınıfı buharlaşma kabından olan yığışimli buharlaşma miktarı, mm; K_p : Bitki-kap katsayısı; P: bitki örtü yüzdesi, %; A: parsel alanı, m².

Deneme konularında bitki su tüketiminin (ET_a) belirlenmesinde James (1993) tarafından verilen su bütçesi denklemi kullanılmıştır:

$$ET = I + R + C_r - D_p - R_f \pm \Delta s$$

Eşitlikte; ET; Bitki su tüketimi (mm), I; Sulama suyu (mm), R; Etkili yağış (mm), C_r ; Kapilerik yükseliş (mm), D_p ; Derine sızma kayıpları (mm), R_f ; Yüzey akış kayıpları (mm), Δs ; Toprak profilindeki nem değişimi (mm).

Eşitlikte, eksik nemi tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulandığından derine sızma kaybı gerçekleşmemiştir. Buna ek olarak, sulama hızı infiltrasyon hızını geçmediği, parseller arasında tampon bölge oluşturulduğu ve damla sulama sistemi kullanıldığı için sulamalarda yüzey akış kaybı gerçekleşmemiştir. Deneme alanında yapılan çalışmalarda 5-6 m derinliği kadar henüz bir taban suyu gözlemlenmediği için herhangi bir kapillar yükselme beklenilmemekte olup dolayısıyla kapilerik yükselişin sıfır olduğu kabul edilmiştir. Her sulama uygulamasından sonra 60-90 cm toprak derinliğinde nem değişimi takip edilerek derine sızma olup olmadığı izlenmiştir. Parseller arası alanlar; hem spektral ölçümlerdeki hassasiyeti artırmak ve hem de ET üzerine olabilecek etkileri azaltmak için boş bırakılmayarak bu alanlara da çerezlik kabak bitkisi ekilmiştir.

2.2.4. Bitki Su Stresi İndeksinin (CWSI) Saptanması

Bitki örtü sıcaklığı ölçümleri havanın tamamen açık olduğu veya bulutların güneşi engellemediği koşullarda saat 13:00-14:00 arasında yapılmıştır. Sezon boyunca en az 3 defa olmak üzere konular bazında farklı VPD koşullarında su stresinin günlük değişimini belirlemek için ise sabah saat 08:00'den akşam saat 20:00'a dek birer saat aralıklarla ölçümler alınmıştır. Örtü sıcaklığı ölçümleri sulamadan önce ve sonra olmak üzere yukarıda belirtilen koşulların sağlandığı her gün yapılmıştır. Parsellerin köşegenleri doğrultusunda ve her bir parselde 3 yinelemeli olmak üzere toplam 12 ölçümün ortalaması alınarak bir parsele ait ortalama örtü sıcaklığı bulunmuştur. Bitki örtü sıcaklıkları portatif infrared termometre (IRT) ile ölçülmüştür (Şekil 2.6). Toprak yüzeyini IRT'nin görüş alanı dışında tutmak için IRT yatayla 30-40° lik bir açıyla bitki

yüzeyine yöneltilerek örtü sıcaklığı belirlenmiştir. Bitki örtü sıcaklıkları ölçümü süresince hava sıcaklığı ve nispi nem değerleri de kaydedilmiştir. Bitki su stresi indeksi (CWSI), Idso et al. (1981)'in önerdiği amprik yöntemle belirlenmiştir. Anılan yöntemle göre CWSI şu şekilde tanımlanmıştır:

$$CWSI = \frac{[(T_c - T_a) - LL]}{UL - LL}$$

Eşitlikte: T_c , bitki örtü sıcaklığını; T_a , hava sıcaklığını; LL , bitkide su stresinin olmadığı alt sınır ve UL bitkilerin tamamen stres altında olduğu üst sınırı göstermektedir.



Şekil 2.6. İnfrared termometre ile bitki örtü sıcaklığının ölçülmesi

2.2.5. Spektral Vejetasyon İndeksleri

Bitki örtüsü özelliklerinin tanımlanmasında pek çok sayıda spektral vejetasyon indeksleri geliştirilmiştir. Bu indeksler normalizasyon, fark veya oranlama gibi yöntemlere dayanabilmektedir (Jackson et al. 1980). Bu indekslerin en yaygını yakın kızıl ötesi ve kırmızı bölgedeki yansımaların esas alınarak elde edildiği indeksler olup bu indeksler pek çok bitki verileriyle istatistiki olarak önemli korelasyona sahiptir (Heute, 1988). Aşağıda spektral vejetasyon indekslerin hesaplama yöntemleri Tablo 2.6'de verilmiştir:

Tablo 2.6. Spektral vejetasyon indeksleri

Spektral vejetasyon indeksleri	Kullanılan eşitlik	Kaynak
EVI (Geliştirilmiş vejetasyon indeksi)	$EVI = 2.5 \times \frac{R800 - R680}{R800 + 6 \times R680 - 7.5 \times R480 + 1}$	Liu ve Huete (1995)
NPCI (Normalize edilmiş pigment klorofil indeksi)	$NPCI = \frac{R680 - R430}{R680 + R430}$	Penuelas et al.(1994)
GNDVI (Yeşil için Normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi)	$GNDVI = \frac{R800 - R550}{R800 + R550}$	Gitelson et al. (1996)
NDVI (Normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi)	$NDVI = \frac{R800 - R680}{R800 + R680}$	Penuelas et al.(1997)
MCARI (Modifiye edilmiş yansıma oranında klorofil absorpsiyon indeksi)	$MCARI = \left[(R700 - R670) - 0.2 \times (R700 - R550) \frac{R700}{R670} \right]$	Daughtry ve ark., (2000)
OSAVI (Optimize edilmiş toprak yansımalarını dikkate alan indeks)	$OSAVI = \frac{(1 + 0.16)(R800 - R680)}{(R800 + R680 + 0.16)}$	Rondeaux ve ark., (1996)
SAVI (Toprak yansımalarını dikkate alan indeks)	$SAVI = \frac{(1 + 0.5)(R800 - R680)}{(R800 + R680 + L)}$	Heute (1988)
SR (Basit oran indeksi)	$SR = \frac{R900}{R680}$	Aparicio ve ark. (2000)
WI (Su indeksi)	$WI = \frac{R900}{R970}$	Penuelas ve ark. (1997)

Eşitliklerdeki R680, R800, R480, R430, R550, R970, R700 ve R670 sırası ile 680, 800, 480, 430, 550, 970, 700 ve 670 nm dalga boylarında ölçülen spektral yansıma oranlarını ifade etmektedir. SAVI hesabında kullanılan L değeri toprak yansımalarının etkisini en aza indirmek için geliştirilmiştir. Huete (1988) L katsayısını, vejetasyonun seyrek olması durumunda 1,0, orta seviyede olması durumunda 0,5 ve yoğun olması durumunda 0,25 olarak alınmasını önermektedir.

2.2.6. Spektral Vejetasyon İndeksleri Kullanılarak ET'nin Tahmin Edilmesi

Yukarıda ifade edilen her bir vejetasyon indeksi ile ET_a/ET_0 oranı arasındaki matematiksel ilişki belirlenmiş ve bu oran ile en iyi uyumu gösteren vejetasyon indeksi tespit edilmiştir. ET_a , bitki kök bölgesinde su bütçesi yardımıyla, ET_0 (referans bitki su tüketimi) ise FAO Penman-Monteith eşitliği ve meteorolojik veriler kullanılarak belirlenmiştir.

Hesaplanan ET_a/ET_0 oranı ile spektral vejetasyon indeksleri arasında regresyon analizi yapılmıştır. En yüksek korelasyona sahip olan spektral vejetasyon indeksine ilişkin eşitlik kullanılarak ET_a/ET_0 oranı tahmin edilmiş ve ardından ET_a/ET_0 oranına dayalı olarak ET_a tahmin edilmiştir. Su bütçesi ile hesaplanan ET_a , tahmin edilen ET_a değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

2.2.7. Çerezlik Kabak Tohumlarında Yapılan Kimyasal Analizler

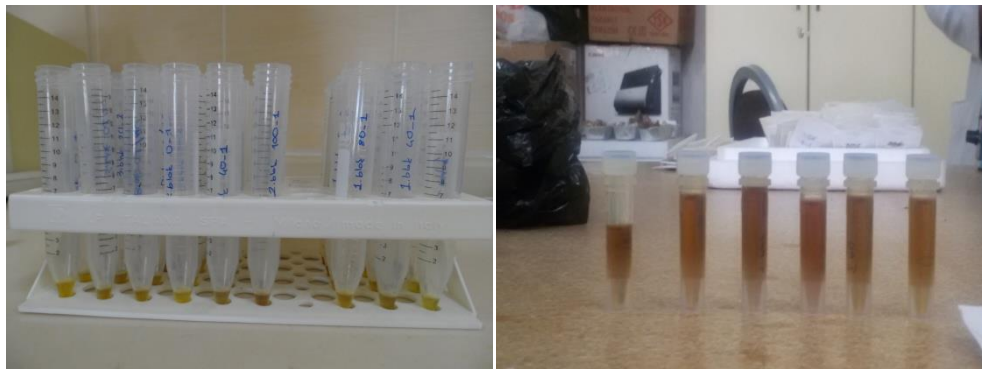
2.2.7.1. Tohumlarda E Vitamini Analizi

Çerezlik kabak tohumlarında E vitamini konsantrasyonu sıvı kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2000; Kuhnlein et al. 2006). Örnek hazırlama işlemi iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan birinci aşamada belirli miktarda tartılan örnek su-etanol ortamında potasyum hidroksit kullanılarak sabunlaştırılma aşamasıdır. İkinci aşamada ise sabunlaşmayan fraksiyon, hegzan ile ekstrakte edilmektedir. Son aşamada elde edilen ekstrakt azot atmosferinde buharlaştırılmakta ve sıvı kromatografisi kullanılarak analiz edilmiştir. Tohumlar öğütme işlemi yapıldıktan sonra ekstrakte edilen yağda E vitamini konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu amaçla yaklaşık 0,1 g örnek virgülden sonra dört basamak hassasiyetle tartılarak 15 mL hacminde vida kapaklı deney tüplerine alınmıştır. Daha sonra yağ örneklerinin üzerine 0,2 g askorbik asit antioksidan olarak eklenmiştir. Bu şekilde hazırlanan örneklerin üzerine 5,5 mL sabunlaştırma çözeltisinden eklenmiştir. Sabunlaştırma çözeltisi %45 su ve %55 etanole %11 KOH (w/v) eklenerek hazırlanmıştır. Sabunlaştırma çözeltisi eklendikten sonra tepe boşluğunda bulunan hava azot gazı kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Deney tüplerinin kapakları sıkıca kapatılarak 80°C'de ısıtılmalı ultrasonik su banyosunda 30 dakika süreyle sabunlaştırma işlemi için bekletilmiştir. İşlem sonunda tüpler hemen soğutulularak sıvı-sıvı ekstraksiyon aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla su banyosundan alınan

örneklerin üzerine 1,5 mL saf su eklenmiştir. Daha sonra tüpler 3 mL n-hegzan eklenerek vortekste 3 dakika karıştırılmış tüpler içinde faz ayrımını hızlandırmak için örnekler 2000 rpm’de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüjden alınan örneklerde üst hegzan faz 30 mL hacminde vial içinde toplanmıştır. Aynı ekstraksiyon işlemi tekrarlanarak elde edilen hegzan fazı ilki ile birleştirilmiştir. 30 mL’lik vial içinde bulunan hegzan fazı azot akımıyla buharlaştırıldıktan sonra vial tabanında kalan kalıntı 0,5 ml hacminde metanolla çözülerek örnek hazırlama aşaması tamamlanmıştır. HPLC analizleri Agilent 1100 serisi LC sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında seperasyon işlemi 250x4,6 mm boyutlarında 5 µm çapında partiküllerle doldurulmuş analitik kolonda gerçekleştirilmiştir. Kromatogramlar Agilent 1100 Diyot Serisi Dedektor kullanılarak 325 nm dalga boyunda ölçüm yapılarak kaydedilmiştir. E vitamini konsantrasyonu, standartların pik yükseklikleri ya da pik alanlarıyla kıyaslanarak belirlenmiştir.

2.2.7.2. Tohumlarda Yağ Analizi

Çerezlik kabak tohumlarında yağ analizi Soxhlet yöntemiyle yapılmıştır (AACC, 2000). Tohumları öğütüldükten sonra analiz öncesi kurutulan örneklerden yağ, petroleum eter kullanılarak Soxhlet yöntemiyle ekstrakte edilmiştir (Şekil 2.7). Solvent buharlaştırıldıktan sonra kalan 100°C’de sabit ağırlıkta kurutulmuştur.



Şekil 2.7. Tohumlardan yağ çıkarılması

2.2.7.3. Tohumlarda Protein Analizi

Protein analizleri için Dumas prensibine göre çalışan otomatik azot tayin cihazı (Leco, ABD) kullanılmıştır. Bu amaçla, yaklaşık 0,2 mg kadar örnek uygun tartım kaplarına tartılarak önceden açılmış ve fırın sıcaklığı 850 °C ye getirilmiş Leco FP 528 azot analiz

cihazında yakılmış ve örneklerin azot içerikleri doğrudan cihaz ekranından kaydedilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Tohumlarda protein analizi

2.2.7.4. Tohumlarda Yağ Asidi Kompozisyonu Analizi

Çerezlik kabak çekirdeği tohumları öğütüldükten sonra ekstrakte edilen yağın, yağ asidi kompozisyonu analizi Gaz Kromatografisi ile gerçekleştirilmiştir (Tulukcu vd. 2012). Bu amaçla, önceden ekstrakte edilip $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilen örnekler önce eritilmiştir ve daha sonra 15 ml santrifüj tüplerine 100 mg olacak şekilde tartımı yapılmıştır. Metillendirme işleminin gerçekleştirilebilmesi amacıyla yağ örneği içeren tüplere önce 100 μL 2 N KOH ve daha sonra da 3 mL heksan ilave edilmiştir. Ağız kapatılan santrifüj tüpleri önce 15 saniye süreyle vorteksten geçirilerek homojen bir karışım haline getirildikten daha sonra 5000 rpm'de 5 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından tüplerdeki karışımının üst fazından yaklaşık 1,5 mL alınarak viallere aktarılmıştır ve gaz kromografisi ile yağ asidi kompozisyonu belirlemek için analize hazır hale getirilmiştir. Viallere alınan örneklerin yağ asidi kompozisyonu Atom İyonizasyon Detektörüne sahip bir Gaz Kromatografisi ile (Agilent 6890, Ariz., ABD) belirlenmiştir. Kolon olarak 100 m uzunluğunda ve 0,25 mm çapında ID HP-88 kolonu kullanılmıştır. Enjeksiyon sıcaklığı $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, fırın sıcaklığı ise $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış ve 1 dk sonra $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye dakikada $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ artmış, daha sonrasında ise $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den

215 °C'ye dakikada 2,75 °C artacak şekilde programlanmıştır. Son olarak fırın sıcaklığının 5 dk süreyle 230 °C'de kalması sağlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış ve akış oranı 2 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Split oranı ise 1/50 şeklinde belirlenmiştir. Analiz yaklaşık 40 dk olup, süre sonunda cihaz yazılımı kullanılarak yağ asitlerinin alıkonulma süreleri tespit edilmiştir. Önceden alıkonulma süreleri belirlenmiş olan yağ asitleri standartları ile karşılaştırma yapılarak analize alınan yağ örneklerinde hangi yağların olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar ise toplam yağ asidi kompozisyonu içinde % dağılım olarak verilmiştir.

2.2.7.5. Tohumların Mineral Madde İçeriklerinin Tayini

Bu kapsamda çerezlik kabak tohumlarında önemli olan; P, K, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Ca, Na mineral madde analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde ICP/OES cihazı kullanılmıştır. Tohum örneklerinin P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile 3 farklı adımda (1. adım; 145 °C de %75 mikrodalga gücün de 5 dakika. 2. adım; 180°C'de %90 mikrodalga gücün de 10 dakika ve 3. adım 100°C'de %40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrodalga yağ yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr1 72800 Enien Gernmany) yakmaya tabi tutulmuş olup (Mertens 2005a) sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 4300 DV, ICP/OES) okunmuştur (Mertens, 2005b).

2.3. Analiz ve Değerlendirme

Deneme sonucu elde ettiğimiz veriler SAS 8.0 paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre değerlendirilmiştir. Farklı sulama suyu uygulamalarının verim, kalite ve verim unsurları üzerine etkisi Anova ve ortalamalar arasındaki fark Duncan testine tabi tutulmuştur. CWSI ve spektral veriler ile elde ettiğimiz ortalama veriler ET_a , ET_a/ET_0 oranı, verim, kalite unsurları ile korelasyon yapılarak aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Yapılan homojenlik testi (F testi) sonucunda birçok verim ve kalite parametresi yıllar bazında homojen olmadığı için, birleştirilmiş varyans analizi yapılmamış, yıllar ayrı olarak değerlendirilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Farklı Sulama Suyu Düzeylerinin Bitki Su tüketimi (ET_a) ve Tohum Verimi, Üzerine Etkisi

Çerezlik kabak bitkisine uygulanan farklı sulama suyu düzeylerinin ET_a ve tohum verimi, üzerine etkisi Tablo 3.1’de verilmiştir. 2015 yılında 21 Mayıs tarihinde 16 mm ve 28 Mayıs tarihinde 8 mm çıkış sulamaları yapılmıştır. 2015 yılı yetiştirme sezonunda deneme konularına göre sulama suyu uygulamalarına 19 Haziran tarihinde başlanmış ve son sulama 6 Ağustos tarihinde yapılmıştır. 2016 yetiştirme sezonunda 29 Nisan ve 12 Mayıs tarihlerinde sırasıyla 8 mm ve 5 mm çıkış sulaması yapılmıştır. 2016 yetiştirme sezonunda 13 Haziran’da deneme konularına göre sulama suyu uygulamalarına başlanmıştır. 25 Temmuz 2016 tarihinde son sulama yapılmıştır. 2015 yılında 8 defa, 2016 yılında 12 kez sulama yapılmıştır. Cap₁ konusuna ise 29 Mayıs 2016 tarihinde 48.1 mm çıkış sulaması yapılmış olup son sulama 21 Temmuz 2016 tarihinde yapılmıştır. Cap₁ konusuna toplam 11 kez sulama yapılmıştır. Denemenin ikinci yılı eklenen Cap₁ konusu diğer konular ile istatistiki analize tabi tutulmamıştır.

Tablo 3.1. Farklı sulama suyunun ET_a, ve verim üzerine etkisi

	Konular	Sulama (mm)	ET _a (mm)	Tohum Verimi (kg/da)
2015	I ₀	24.0	256	46.97 d
	I ₂₀	70.8	305	63.07 cd
	I ₄₀	117.9	353	85.74 bc
	I ₆₀	164.6	394	100.29 b
	I ₈₀	211.4	445	130.84 a
	I ₁₀₀	258.4	577	141.65 a
2016	I ₀	13.0	227	42.7 d
	I ₂₀	104.4	307	73.8 c
	I ₄₀	195.8	381	92.1 b
	I ₆₀	287.3	473	103.2 b
	I ₈₀	378.8	541	122.1 a
	I ₁₀₀	470.2	628	130.6 a
	Cap ₁	265.7	424	88.6

ET_a değerleri 2015 yılında (I₀, I₂₀, I₄₀, I₆₀, I₈₀ ve I₁₀₀ deneme konularında) sırasıyla 256, 305, 353, 394, 445 ve 577 mm olarak hesaplanmıştır. ET_a değerleri 2016 yılında ise (I₀, I₂₀, I₄₀, I₆₀, I₈₀, I₁₀₀ ve Cap₁ deneme konularında) sırasıyla 227, 307, 381, 473, 541, 628 ve 424 mm olarak bulunmuştur.

Farklı sulama düzeyleri çerezlik kabak bitkisinde 2015 - 2016 yılları yetiştirme sezonunda tohum verimi üzerine P<0,01 önem seviyesinde farklılıklar oluşturmuştur. (Tablo 3.1). 2015 ve 2016 yıllarında en yüksek tohum verimi tam sulama (I₁₀₀) konusundan sırasıyla 141.7 kg/da ve 130.6 kg/da olarak elde edilirken, en düşük tohum verimi susuz (I₀) konusundan 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla 47 kg/da ve 42.8 kg/da olarak elde edilmiştir. 2015 yılında tam sulama konusuna göre I₀, I₂₀, I₄₀, I₆₀ ve I₈₀ konularında sırasıyla %66.84, %49.04, %39.47, %29.19, ve %7.63 oranında verim düşüşü meydana gelirken, 2016 yılında ise I₀, I₂₀, I₄₀, I₆₀ ve I₈₀ konularında sırasıyla %67.33, %45.53, %29.53, %21.04 ve %6.58 oranında verim düşüşü meydana gelmiştir. Cap₁ konusunda I₁₀₀ konusuna göre verim düşüşü %32.2 olmuştur. Su kısıntısı arttıkça çerezlik kabakta verim önemli düzeyde azalmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre her iki yılda da istatistiksel olarak 4 grup oluşmuş I₁₀₀-I₈₀ ile I₆₀-I₄₀ konuları aynı grupta yer almıştır. Ayrıca Cap₁ konusu ile tüm sezon boyunca yapılacak sulamalar çerezlik kabak sulamasında %60-80 su kısıtı yapılıyor denebilir. Cap₁ konusunda k_p değerinin sabit 1 olarak alınması bitkinin ihtiyaç duymadığı dönemlerde fazla sulama, ihtiyaç duyduğu dönemlerde ise eksik sulama yapılmasına neden olduğu için uygulanan sulama suyu miktarı fazla olmasına rağmen verimde ciddi kayıplara neden olmuştur.

2015 yılı İç Anadolu bölgesi koşullarında yetiştirilen çerezlik kabağın k_c değerleri başlangıç 0.33, orta 1.09 ve son 0.55 olarak bulunmuştur. 2016 yılı için k_c değerleri başlangıç 0.19, orta 1.36 ve son 1.14 olarak bulunmuştur.

Çerezlik kabak bitkisinde farklı sulama suyu seviyelerinin verim, su kullanım etkinliği, sulama suyu kullanım etkinliği, verim tepki faktörü (k_y), bitki katsayısı parametreleri Kırnak vd. (2017)'de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2. Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Çerezlik Kabak Tohumunun Mineral Madde İçeriklerine Etkisi

Farklı düzeylerde uygulanan sulama suyu miktarlarının çerezlik kabakta mineral madde içeriklerine etkisi Tablo 3.2’de gösterilmiştir. Uygulanan farklı sulama suyu miktarları Ca, Mg ve P içeriğine etkide bulunurken K, Na, Fe, Cu, Mn ve Zn içeriğine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır.

Uygulanan farklı sulama suyu miktarları 2015 ve 2016 yıllarında Ca içeriğine $p < 0.05$ önem düzeyinde farklılık oluşturmuştur (Tablo 3.3). En düşük Ca içeriği 2015 yılında I_{100} konusundan 7738 mg/kg olarak elde edilirken, en yüksek I_0 konusundan 9309 mg/kg olarak elde edilmiştir. En düşük Ca içeriği 2016 yılında en düşük I_{100} konusundan 7314 mg/kg olarak elde edilirken, en yüksek I_0 konusundan 9472 mg/kg olarak elde edilmiştir.

İstatistiksel olarak 2015 ve 2016 yıllarında 3 farklı grup oluşmuş, her iki yılda da I_0 ve I_{20} aynı grupta yer almıştır (Tablo 3.4). Su kısıtı çerezlik kabakta Ca içeriğinin yükselmesine etkide bulunmuştur. Seymen vd. (2016a)’da Konya’da yürüttükleri çalışmada farklı genotipteki çerezlik kabak Ca içeriklerinin 77.12-526.97 mg/kg arasında değiştiğini, Glew et al. (2006)’da yaptıkları çalışmada çerezlik kabak Ca içeriğinin ortalama 346 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Deneme sonucu elde ettiğimiz Ca içeriği her iki çalışmadan da fazla çıkmıştır. Deneme alanındaki toprakların kireç içeriğinin fazla olması ve bu kireçten bitkinin Ca sağlaması bu durumun sebebi olarak açıklanabilir.

Tablo 3.2. Farklı sulama suyu düzeylerinin çerezlik kabak tohumunun mineral madde içeriklerine etkisi

Yıl	Mineral maddeler	Ca	K	Mg	Na	P	Fe	Cu	Mn	Zn
2015	Konular	mg/kg								
	I ₀	9309	7421	5850	708	9323	107	25	91	84
	I ₂₀	8892	7734	6588	885	10676	112	23	87	74
	I ₄₀	8523	6836	6247	621	9414	97	25	82	86
	I ₆₀	8415	6552	5621	659	9238	116	34	84	74
	I ₈₀	8349	6838	6752	809	8888	112	32	90	78
	I ₁₀₀	7738	7152	7389	717	8189	113	30	89	88
2016	I ₀	9472	8018	4110	940	8623	102	29	95	87
	I ₂₀	9098	7828	4024	920	8665	108	26	78	88
	I ₄₀	8184	7323	4748	911	10324	108	25	91	108
	I ₆₀	8203	7060	4654	1089	11349	102	23	91	97
	I ₈₀	7584	7318	4934	994	11548	106	24	89	93
	I ₁₀₀	7314	7425	4752	1169	11514	96	27	78	90
	Cap ₁	8250	7285	4569	986	11424	103	24	93	102

Tablo 3.3. Farklı sulama suyu düzeylerinin Ca içeriği (mg/kg) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	593567.067	266783.533	2.83 öd
	Sulama Sev.	5	4235575.959	847115.192	8.07 *
	Hata	10	1049124.368	104912.437	
	Genel	17	5878267.394		
2016	Blok	2	2077261.44	1038630.72	8.00*
	Sulama Sev.	5	10554503.61	2110900.72	16.26*
	Hata	10	1298177.89	129817.79	
	Genel	17	13929942.94		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 3.4. Konulara göre Ca içeriği (mg/kg) ve Duncan grupları

Konular	Ca içeriği (mg/kg)		
	2015	2016	2015 – 2016 ort.
I ₀	9309 a	9472 a	9390.5
I ₂₀	8892 ab	9098 a	8995
I ₄₀	8523 b	8184 b	8353.5
I ₆₀	8415 b	8203 b	8309
I ₈₀	8349 b	7584 bc	7966.5
I ₁₀₀	7738 c	7314 c	7526

Çerezlik kabakta Mg içeriğine sulama suyu düzeyleri 2015 yılında $p < 0.05$ önem düzeyinde farklılıklar oluştururken 2016 yılında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır (Tablo 3.5). Mg içeriği 2015 yılında en düşük I_{60} konusundan 5621 mg/kg olarak elde edilirken, en yüksek I_{100} konusundan 7389 mg/kg olarak elde edilmiştir. 2016 yılında en düşük I_{100} konusundan 7314 mg/kg olarak elde edilirken, en yüksek I_0 konusundan 9472 mg/kg olarak elde edilmiştir. İstatistiksel olarak 2015 yılında 3 farklı grup oluşmuş, ancak 2016 yılında ise konular arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.5. Farklı sulama suyu düzeylerinin Mg içeriği (mg/kg) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	861448.58	430724.29	1.39 öd
	Sulama Sev.	5	6211453.87	1242290.77	4.02 *
	Hata	10	3092626.83	309262.68	
	Genel	17	10165529.28		
2016	Blok	2	1668136.11	834068.056	3.97 öd
	Sulama Sev.	5	2121481.61	424296.32	2.02 öd
	Hata	10	2102237.22	210223.72	
	Genel	17	5891854.94		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 3.6. Konulara göre Mg içeriği (mg/kg) ve Duncan grupları

Konular	Mg içeriği (mg/kg)		
	2015	2016	2015 – 2016 ort.
I_0	5850 bc	4110	4980
I_{20}	6588 abc	4024	5306
I_{40}	6247 bc	4748	5497.5
I_{60}	5621 c	4654	5137.5
I_{80}	6752 ab	4934	5843
I_{100}	7389 a	4752	6070.5

Çerezlik kabak tohumları P içeriğine uygulanan farklı oranlarda uygulanan sulama suyu düzeyleri hem 2015 ve hem de 2016 yılında $p < 0.05$ önem düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Farklı sulama suyu düzeylerinin P içeriği (mg/kg) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	178752.00	89376.00	0.16 öd
	Sulama Sev.	5	9945064.50	1989012.90	3.54 *
	Hata	10	5622235.50	562223.55	
	Genel	17	15746052.00		
2016	Blok	2	5097551.44	2539775.72	1.54*
	Sulama Sev.	5	28835	5767097.26	3.49*
	Hata	10	16521276.56	1652127.66	
	Genel	17	50436314.28		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 3.8. Konulara göre P içeriği (mg/kg) ve Duncan grupları

Konular	P içeriği (mg/kg)		
	2015	2016	2015 – 2016 ort.
I ₀	9323 ab	8623 b	8973
I ₂₀	10676 a	8665 b	9670.5
I ₄₀	9414 ab	10324 ab	9869
I ₆₀	9238 ab	11349 a	10293.5
I ₈₀	8888 b	11548 a	10218
I ₁₀₀	8189 b	11514 a	9851.5

En düşük P içeriği I₁₀₀ konusundan 2015 yılında 8189 mg/kg olarak alınırken, en yüksek I₂₀ konusundan 10676 mg/kg olarak elde edilmiştir. En yüksek P içeriği 2016 yılında ise I₈₀ konusundan 11548 mg/kg olarak alınırken, en düşük I₀ konusundan 8623 mg/kg olarak alınmıştır. İstatistiksel olarak 2015 yılında 2 grup oluşmuş ve I₀, I₂₀, I₄₀ ve I₆₀ aynı grupta yer almıştır. Aynı şekilde 2016 yılında da 2 grup oluşmuş olup I₆₀, I₈₀ ve I₁₀₀ aynı grupta yer almıştır (Tablo 3.8). Yürütülen bir çalışmada çerezlik kabak tohumları P içeriğinin 3570-9109 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Seymen vd. 2016a). Araştırma sonucu bulduğumuz değerler yapılan çalışma ile uyum göstermektedir.

Uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri 2015 ve 2016 yıllarında çerezlik kabak tohumlarında Na, Fe, Mn, Cu ve Zn içeriğine istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. 2015 yılında çerezlik kabak tohumlarının Na içeriği 621-885 mg/kg arasında değişim gösterirken, 2016 yılında 911-1169 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 2015 ve 2016 yıllarında en düşük Na içeriği I₄₀ konusundan sırasıyla 621 mg/kg ve 911 mg/kg olarak elde edilmiştir. 2015 yılında Na içeriği en yüksek I₂₀ konusundan 885 mg/kg olarak elde edilirken, 2016 yılında ise en yüksek I₁₀₀ konusundan 1169 mg/kg olarak elde edilmiştir. 2015 yılında tohumların Fe içeriği 97-116 mg/kg arasında değişim gösterirken, 2016 yılında 96-108 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 2015 yılında en düşük Fe I₄₀ konusundan 97 mg/kg olarak alınırken, 2016 yılında ise I₁₀₀ konusundan 96 mg/kg olarak elde edilmiştir. 2015 yılında Fe içeriği en yüksek I₆₀ konusundan 116 mg/kg olarak elde edilirken, 2016 yılında I₂₀ ve I₄₀ konularından 108 mg/kg olarak elde edilmiştir. Tohumların Cu içeriği 2015 yılında 23-30 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 2016 yılında 23-29 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 2015 yılında en düşük Cu içeriği I₂₀ konusundan 23 mg/kg olarak belirlenirken en yüksek I₆₀ konusunda 34 mg/kg olarak bulunmuştur. 2016 yılında ise en düşük I₆₀ konusundan 23 mg/kg olarak alınmışken en yüksek I₀ konusundan 29 mg/kg olarak alınmıştır. Tohumların Mn içeriği 2015 yılında 82-91 mg/kg arasında değişirken, 2016 yılında 78-95 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 2015 yılında en düşük Mn içeriği I₄₀ konusundan 82 mg/kg olarak alınmış en yüksek Mn içeriği ise I₀ konusundan 91 mg/kg olarak alınmıştır. 2016 yılında en düşük Mn içeriği I₂₀ ve I₁₀₀ konularından 78 mg/kg olarak alınmış en yüksek Mn içeriği 95 mg/kg olarak I₀ konusundan alınmıştır. Tohumların Zn içeriği 2015 yılında 74-88 mg/kg arasında değişirken 2016 yılında 87-108 mg/kg arasında değişim göstermiştir. 2015 yılında en düşük Zn içeriği I₂₀ ve I₆₀ konularından 74 mg/kg olarak alınırken, en yüksek Zn içeriği 88 mg/kg ile I₁₀₀ konusundan elde edilmiştir. 2016 yılında en düşük Zn içeriği 87 mg/kg ile I₀ konusundan elde edilirken, en yüksek Zn içeriği 108 mg/kg ile I₄₀ konusundan elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada çerezlik kabak tohumlarının Na içeriğinin 20.80-107.54 mg/kg arasında Fe içeriğinin 20.41-71.50 mg/kg arasında Cu içeriğinin 8.18-23.49 mg/kg arasında Mn içeriğinin 12.77-42.04 mg/kg arasında ve Zn içeriğinin 27.13-83.04 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Seymen vd. 2016a). Deneme sonucunda elde ettiğimiz Na ve Mn içerikleri verilen literatürden yüksek çıkmıştır. Fe, Zn ve Cu içerikleri ise daha önceki yapılan çalışma ile uyum göstermektedir. Bu farklılığın nedeni

su-gübre yönetim uygulamaları ile toprak özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Cap konusu ile diğer konuların mineral madde içerikleri incelendiğinde I₆₀ konusuna yakın değerlerde seyrettiği bulunmuştur.

3.3. Çerezlik Kabakta Sulamanın E vitamini, Yağ Asitleri, Yağ ve Protein İçeriğine Etkisi

Farklı sulama suyu uygulamaları sonucu elde edilen çerezlik kabak tohumları E vitamini, yağ asitleri, yağ ve protein içerikleri Tablo 3.9’da verilmiştir. Sulama suyu düzeyleri çerezlik kabakta yağ içeriğine her iki yetiştirme sezonunda istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluştururken, E vitamini ve protein içeriğine 2016 sezonunda farklılıklar oluşturmuştur. Her iki yetiştirme sezonunda da yağ asitleri içeriğine sulamanın istatistiksel olarak herhangi bir etkisi olmamıştır.

Tablo 3.9. Çerezlik kabak tohumlarının E vitamini, Yağ asitleri, yağ ve protein içerikleri

Yıl	Konular	E vitamini (mg/100 g)*	Linoleik (%)	Oleik (%)	Palmitik (%)	Stearik (%)	Yağ (%)*	Protein (%)*
2015	I ₀	51.9	33.8	45.3	10.9	7.6	26	32.2
	I ₂₀	55.3	34.3	47.3	10.7	7.7	35	30.6
	I ₄₀	41.6	34.1	45.5	12.4	8.5	45	29.9
	I ₆₀	46.0	33.0	48.9	11.3	6.9	49	29.8
	I ₈₀	46.1	34.2	48.4	11.1	6.4	45	28.5
	I ₁₀₀	46.8	33.9	48.2	11.3	6.7	51	29.4
	2016	I ₀	47.4 bc	32.37	39.55	11.52	10.40	58.3
I ₂₀		50.4 abc	34.35	43.94	10.80	10.33	60.4	34.7
I ₄₀		45.0 c	33.98	43.38	11.70	10.38	59.3	34.8
I ₆₀		53.9 ab	33.44	44.51	12.40	9.23	61.3	33.2
I ₈₀		48.2 bc	35.03	43.06	12.62	9.12	63.8	29.6
I ₁₀₀		55.3 a	34.48	43.83	11.81	9.64	63.8	32.3
Cap ₁		51.2	33.75	44.13	11.75	9.28	61.1	33.0

Çerezlik kabak tohumlarında farklı sulama suyu düzeyleri 2015 yılında E vitamin içeriğine istatistiksel olarak bir etkide bulunmazken, 2016 yılında p<0.05 önem düzeyinde etki etmiştir (Tablo 3.10). E vitamin içeriği 2015 yılında 41.6-55.3 mg/100g arasında değişim gösterirken 2016 yılında 45.0-55.3 mg/100g arasında değişim göstermiştir. En düşük E vitamini içeriği 2015 ve 2016 yıllarında I₄₀ konusundan alınırken, en yüksek E vitamini içeriği 2015 yılında I₂₀ konusundan 2016 yılında I₆₀ konusundan elde edilmiştir (Tablo 3.11). Çerezlik kabak tohumları yüksek E vitamin içeriğine sahiptir. Rezig et al. (2012) çerezlik kabak tohumlarının (*Cucurbita maxima*) E

vitamin içeriğinin 41.9 mg/100 g olduğunu belirtmişlerdir. Stevenson et al. (2007) yaptıkları çalışmada 12 farklı çerezlik kabak tohumlarında Evitamini içeriğinin 45.4-70.9 mg/100 g arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. İran'da yapılan bir çalışmada (Cucurbita pepo Subsp.pepo Var) tohumlarının E vitamin içeriğinin 88.8 mg/100g olduğu tespit edilmiştir (Ardabili et al. 2011). Çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler önceki yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir. E vitamini doğal antioksidanlardır. Yağdaki E vitamin içeriği tohumlardaki yağın türüne ve doymamış yağ asitlerin içeriğine bağlıdır. Ayrıca E vitamin içeriği işleme koşullarında da etkilenmektedir (Nakic et al. 2006).

Tablo 3.10. Farklı sulama suyu düzeylerinin E vitamini içeriği (mg/100g) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	27.090	13.545	0.44 öd
	Sulama Sev.	5	355.738	71.148	2.30 öd
	Hata	10	308.811	30.881	
	Genel	17	691.639		
2016	Blok	2	631.101	315.551	28.89**
	Sulama Sev.	5	235.449	47.090	4.31*
	Hata	10	109.232	10.923	
	Genel	17	975.783		

öd: Önemsiz. *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 3.11. Konulara göre E vitamini içeriği (mg/100g) ve Duncan grupları

Konular	E vitamini içeriği (mg/100g)		
	2015	2016	2015 – 2016 ort.
I ₀	51.9	47.4 bc	49.7
I ₂₀	55.3	50.4 abc	52.9
I ₄₀	41.6	45.0 c	43.3
I ₆₀	46.0	53.9 ab	49.9
I ₈₀	46.1	48.2 bc	47.2
I ₁₀₀	46.8	55.3 a	51.1

Çerezlik kabak tohumlarında yağ asitleri olarak linoleic, linolenik, oleik, stearik, palmitik ve miristik incelenmiş olup linolenik ve miristik yağ asitlerine hiç rastlanılmamıştır. Uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri her iki yetiştirme yılında da yağ asitleri içeriğinde önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Linoleik asit içeriği 2015 yılında % 33.0-34.3 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında %32.4-35.0 arasında değişmiştir. Oleik asit her iki yetiştirme sezonunda da hakim yağ asidi olmuştur.

Çerezlik kabak tohumlarının oleik asit içeriği 2015 yılında %45.3-48.9 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında %39.6-44.5 arasında değişim göstermiştir. Palmitik yağ aside içeriği 2015 yılında %10.7-12.4 arasında değişirken, 2016 yılında %10.8-12.6 arasında değişim göstermiştir. Tohumların stearik içeriği ilk yıl için %6.4-8.8 arasında değişirken, ikinci yıl %9.1-10.4 aralığında değişmiştir. Yağ asitleri içeriği incelendiğinde her iki yetiştirme sezonunda birbirine yakın değişim göstermiştir.

Doymamış yağ asitleri (Linoleik+Oleik asit) içeriği çerezlik kabakta yüksek düzeydedir. 2015 yılında yağ asitleri içeriği %79.1-82.6 arasında değişirken, 2016 yılında %72-78.3 arasında değişim göstermiştir. Stevenson ve ark. 2007'ye göre çerezlik kabak tohumlarının doymamış yağ asidi içeriği %73.1-80.5 arasında değişim göstermektedir. Meru ve ark. 2018'de kabak tohumlarının doymamış yağ aside içeriğinin %78.6-86.1 aralığında olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda hakim doymamış yağ asidi oleik olurken onu linoleik asit takip etmiştir. Elde ettiğimiz sonuç Nakic ve ark. (2006) ile paralellik göstermektedir. Yağ asidi içeriği olarak en düşük stearik (%6.4-10.4) olurken onu palmitik asit (%10.7-12.6) takip etmiştir. Diğer araştırmacılar tarafından rapor edilen veriler ile elde ettiğimiz veriler uyum göstermektedir (Lazos 1986; Şekerci vd. 2017; Nawirska-Olszanska et al. 2013; Seymen vd. 2016b).

Çoğu kabak çekirdeği yağı rafine edilmemiştir. Rengi, güçlü aroma ve yağ asidi bileşimi nedeniyle yemek pişirmek için değil salata sosu gibi soğuk bir çeşni olarak tüketilmektedir. Kabak çekirdeğinde bulunan yüksek linoleik asit içeriği yağın ısı dengesini düşürdüğü için pişirmeye uygun kılmamaktadır (Nederal et al. 2012; Potacnik et al. 2018).

Uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak tohumlarının yağ içeriğine her iki yetiştirme sezonunda da $p < 0.05$ önem düzeyinde etki etmiştir (Tablo 3.12). Çerezlik kabak tohumları yağ içeriği 2015 yılı için %26-51 aralığında iken, 2016 yılında %58-64 aralığında olmuştur. 2015 yılında en düşük yağ içeriği I_0 konusundan alınırken en yüksek yağ içeriği I_{100} konusundan elde edilmiştir. 2015 yılında istatistiksel olarak 3 farklı grup oluşmuş olup I_{100} , I_{80} , I_{60} ve I_{40} aynı grupta yer almıştır. 2016 yılında ise en düşük I_0 konusundan elde edilirken en yüksek I_{100} konusundan alınmıştır. 2016 yılında istatistiksel olarak 2 farklı grup oluşmuş olup I_{20} , I_{60} , I_{80} ve I_{100} aynı grupta yer almıştır (Tablo 3.13). Her iki yetiştirme sezonunda uygulanan sulama suyu miktarı

arttıkça tohumların yağ içeriği de artış göstermiştir. Stevenson et al. (2007)'de çerezlik kabak tohumlarının yağ içeriğinin %31.2-51 arasında değiştiğini. Seymen vd. (2016b)'da kabak tohumlarının yağ içeriğinin %33.04-46.97 arasında değiştiğini ve Murkovic et al. (1996)'da tohumların yağ içeriğinin %41.8-54.9 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Meru et al. (2018)'de tohumların yağ içeriğinin %29.33-48.41 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Deneme sonucu elde ettiğimiz yağ içerikleri önceki çalışmalar ile uyum göstermiş olup 2016 yılında I₆₀, I₈₀ ve I₁₀₀ konuları önceki çalışmalara göre biraz yüksek toplam yağ içeriğine sahip olmuşlardır.

Tablo 3.12. Farklı sulama suyu düzeylerinin toplam yağ içeriği (%) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	47.639	23.82	1.96 öd
	Sulama Sev.	5	1367.16	273.431	22.48 *
	Hata	10	121.65	12.165	
	Genel	17	1536.44		
2016	Blok	2	132.009	66.004	18.07**
	Sulama Sev.	5	78.127	15.625	4.28*
	Hata	10	36.535	3.653	
	Genel	17	246.670		

öd: Önemli, *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

Tablo 3.13. Konulara göre yağ içeriği (%) ve Duncan grupları

Konular	Yağ içeriği (%)		
	2015	2016	2015 – 2016 ort.
I ₀	26 c	58.3 b	42.2
I ₂₀	35 b	60.4 ab	47.7
I ₄₀	45 a	59.3 b	52.2
I ₆₀	49 a	61.3 ab	55.2
I ₈₀	45 a	63.8 a	54.4
I ₁₀₀	51 a	63.8 a	57.4

Farklı sulama suyu uygulamaları çerezlik kabak tohumlarında protein içeriğinde 2015 yılında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmazken 2016 yılında p<0.05 önem düzeyinde farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 3.14). 2015 ve 2016 yıllarında en düşük protein içeriği I₈₀ konusundan sırasıyla %28.5 ve %29.6 olarak alınırken en yüksek I₀ konusundan sırasıyla %32.2 ve %37.8 olarak alınmıştır. Uygulanan sulama suyu kısıtı arttıkça çerezlik kabak tohumlarında protein içeriği artmıştır. Diğer araştırmacılar tarafından rapor edilen protein içeriği ile çalışma sonucu elde ettiğimiz veriler uyum

göstermektedir. Glew et al. 2006 kabak çekirdeğinin %51.4 protein içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Lazos 1986'ya göre çerezlik kabak tohumları %32 protein içeriğine sahiptir. Ardabili et al. 2011'de kabak tohumlarının %25.4 proteine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Al-Khalifa 1996 *Cucurbita pepo* için %26.5, *Cucurbita moschata* için %24 protein olduğunu tespit etmiştir. Çalışma sonucunda çerezlik kabak tohumlarının protein içeriğinin %28.5-37.7 aralığında olduğunu tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar Glew ve ark. 2006'ya göre daha düşük çıkmış olup diğer araştırmacı raporları ile uyum göstermektedir.

Protein ve yağ içeriğinde farklılıkların kullanılan çeşit, yetiştirme koşulları ve iklimsel faktörlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Cap₁ konusunun yağ, yağ asitleri, protein ve E vitamini içeriğinin I₄₀-I₆₀ konuları arasında değişim gösterdiği bulunmuştur.

Tablo 3.14. Farklı sulama suyu düzeylerinin protein içeriği (%) üzerine etkisi

Yıllar	Kaynaklar	S.D.	Kareler Top.	Kareler Ort.	F
2015	Blok	2	0,556	0,278	0,56 öd
	Sulama Sev.	5	7,593	1,519	3,05 öd
	Hata	10	4,974	0,497	
	Genel	17	13,123		
2016	Blok	2	26,167	13,084	2,72 öd
	Sulama Sev.	5	112,402	22,480	4,67*
	Hata	10	48,108	4,810	
	Genel	17	186,677		

öd: Önemsiz, *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir.

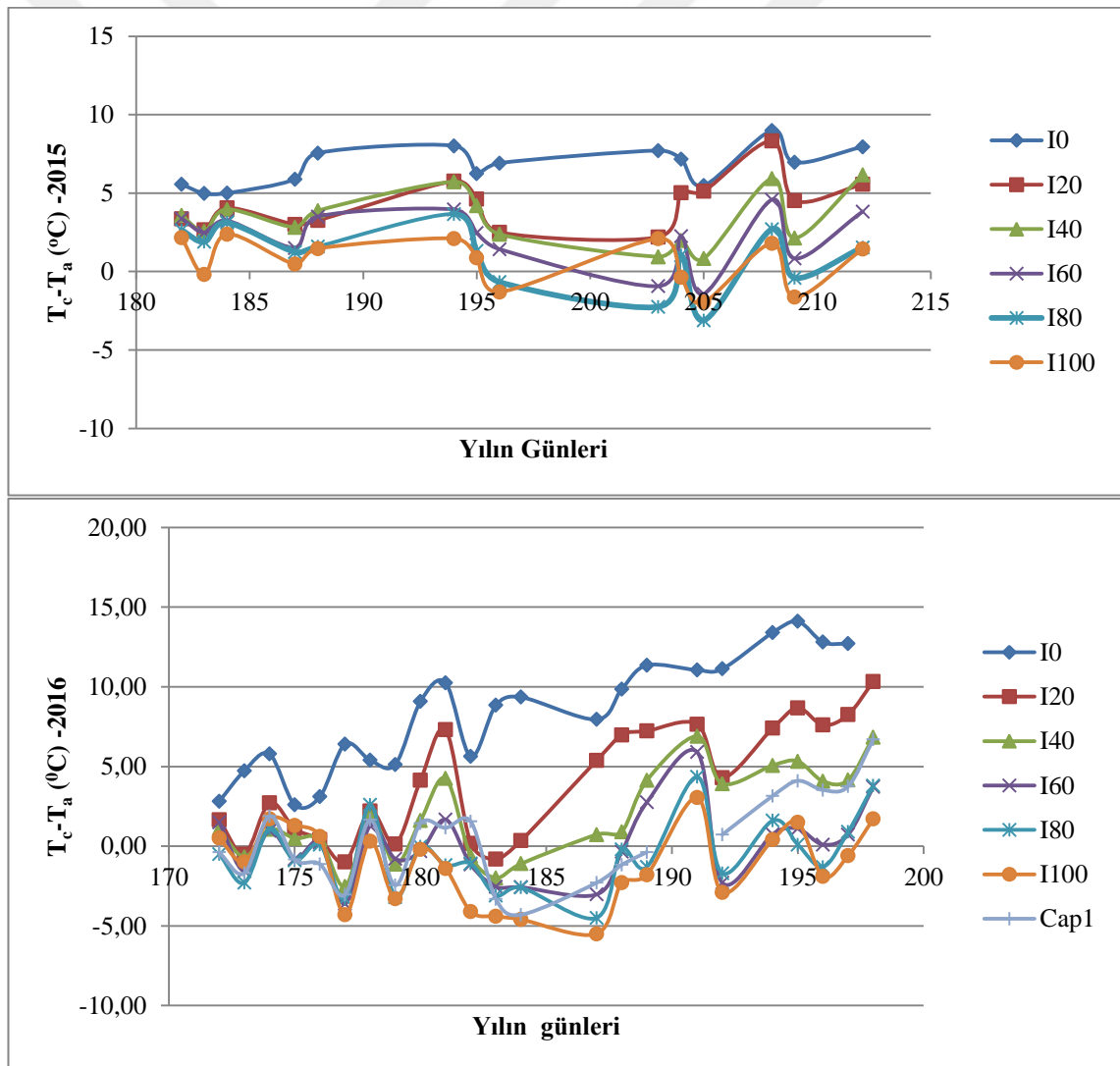
Tablo 3.15. Konulara göre protein içeriği (%) ve Duncan grupları

Konular	Protein içeriği (%)		
	2015	2016	2015 – 2016 ort.
I ₀	32.2	37.7 a	35.0
I ₂₀	30.6	34.7 ab	32.7
I ₄₀	29.9	34.8 ab	32.4
I ₆₀	29.8	33.2 bc	31.5
I ₈₀	28.5	29.6 c	29.1
I ₁₀₀	29.4	32.3 bc	30.9

Cap₁ konusu ile diğer konular karşılaştırıldığında verim açısından büyük farklar oluşurken, yağ, protein, yağ asitleri, E vitamini ve mineral madde açısından çok önemli farklar oluşturmamıştır.

3.4. Bitki Örtü Sıcaklığı ve CWSI Bulguları

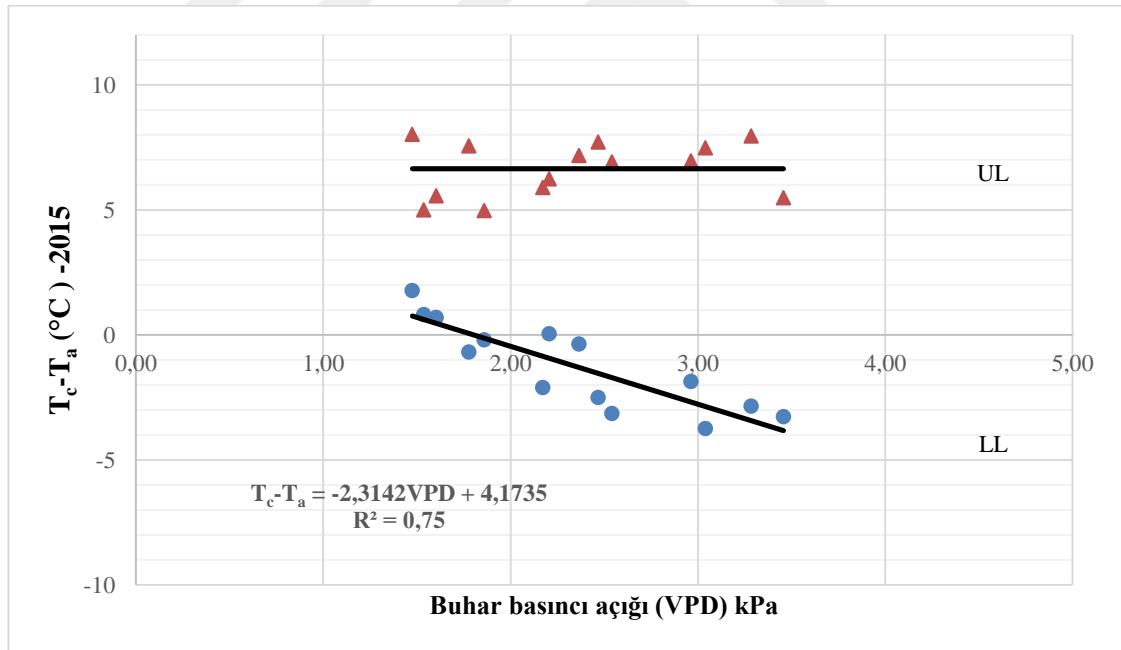
Denemenin ilk yılında bitki örtü sıcakları ölçümü 1 Temmuz 2015 tarihinde başlanmış ve son ölçüm 31 Temmuz 2015 tarihinde alınmıştır. Denemenin ikinci yılında ise bitki örtü sıcakları ölçümüne 27 Haziran 2016 tarihinde başlanmış ve son ölçüm 29 Temmuz 2016 tarihinde alınmıştır. Yıllara göre konular bazında oluşan T_c-T_a değişimi Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



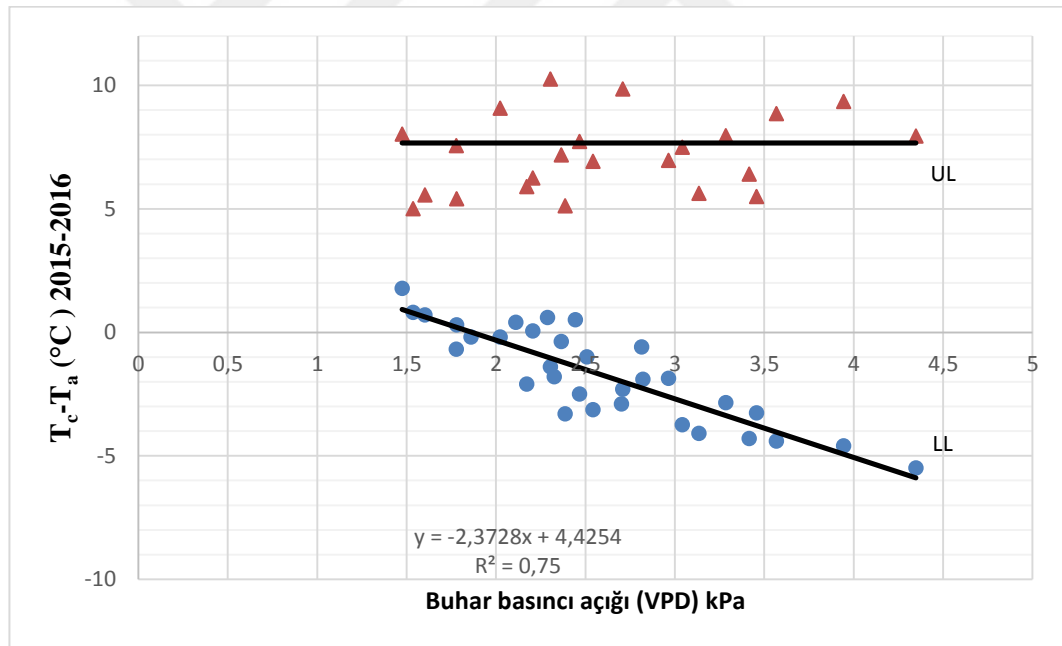
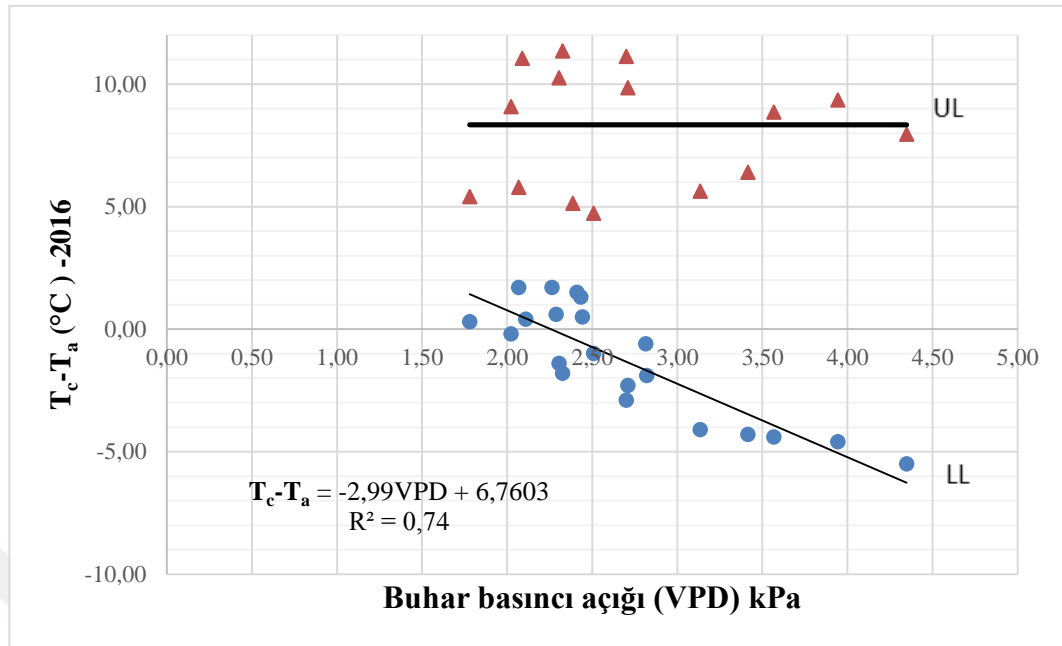
Şekil 3.1. 2015 ve 2016 yılında gerçekleşen T_c-T_a değişimi

Şekil 3.1 incelendiğinde farklı sulama suyu uygulamalarının T_c-T_a 'yı etkilediği görülmektedir. 2015 ve 2016 yıllarında en yüksek T_c-T_a su stresinin tam yaşandığı konu olan I_0 konusundan alınırken, en düşük T_c-T_a ise tam su stresinin olmadığı konu olan I_{100} konusundan elde edilmiştir. 2015 yılında T_c-T_a değerleri $-3.1-8.9$ °C arasında değişim gösterirken, 2016 yetiştirme sezonunda ise $-5.5-14.1$ °C arasında değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça T_c-T_a azalırken, sulama suyu miktarı azaldıkça T_c-T_a artış göstermiştir. Bitkiler potansiyel olarak yeterli düzeyde transpirasyon yaptıklarında bitki yaprakları terleme ile serinlemekte ve T_c-T_a değeri negatif olmaktadır. Eğer bitki yeterli transpirasyon yapamaz ise T_c-T_a yükselmekte ve su stresinin etkisine bağlı olarak pozitif değere gelebilmektedir.

CWSI hesaplanmasında kullanılan olan temel grafik yıllar bazında Idso et al. (1981)'de belirtilen amprik eşitlik yardımıyla T_c-T_a ve buhar basıncı farkı (VPD) değerleri kullanılarak edilmiş olup Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. CWSI hesaplamasında kullanılan temel grafik (devamı)

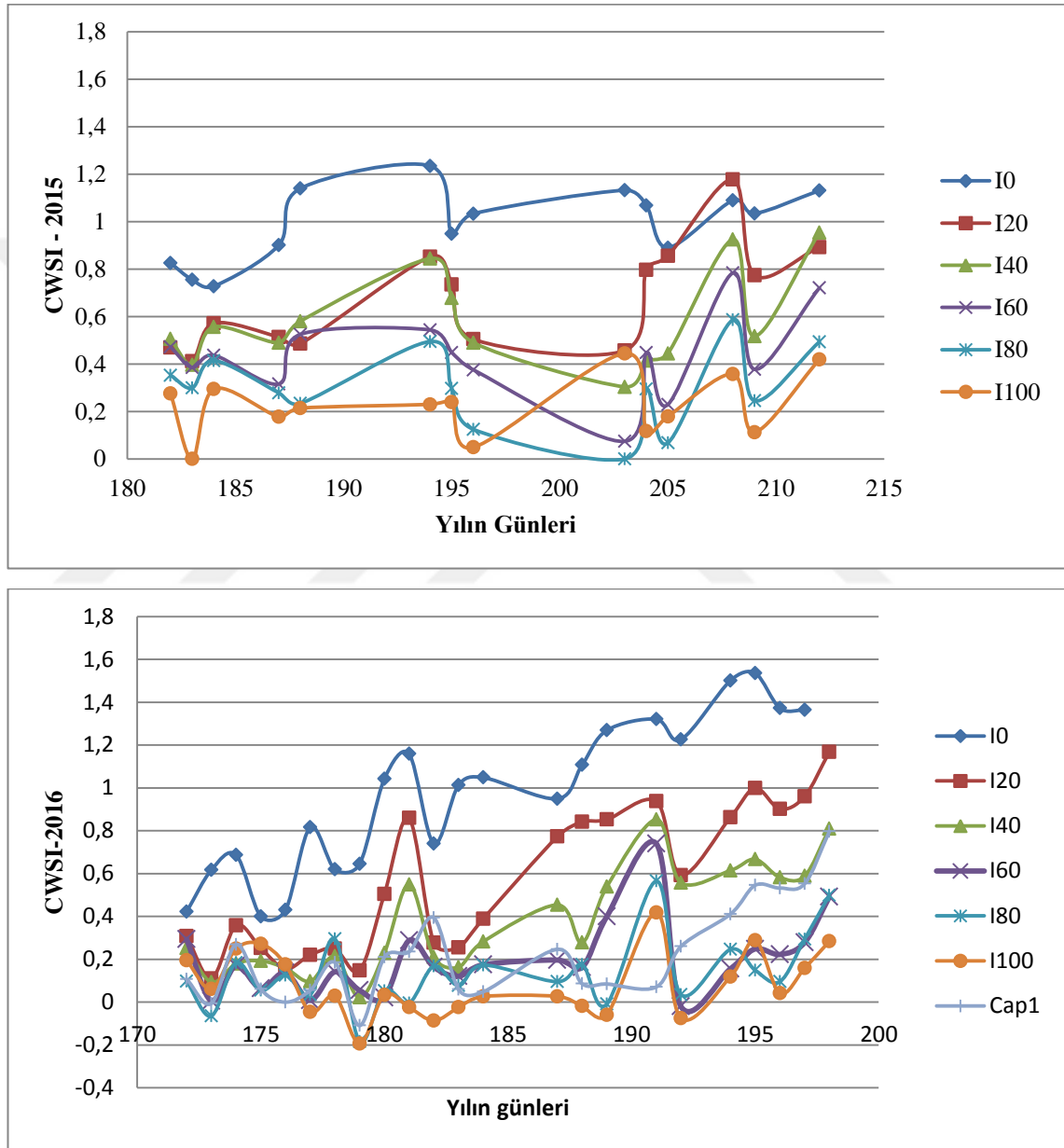


Şekil 3.3. CWSI hesaplamasında kullanılan temel grafik

Üst baz hattı (UL) su kısıntısının tam yaşatıldığı konu olan I_0 konusundan elde edilirken alt baz hattı (LL) su kısıntısının hiç yaşatılmadığı konu olan I_{100} konusundan elde edilmiştir. Konular bazında CWSI değerleri Idso et al. (1981)'de verilen amprik eşitlik vasıtasıyla hesaplanmış olup sonuçlar Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Denemenin 2015 yılına ait LL eşitliği $T_c - T_a = -2,3142 \times VPD + 4,1735$ ($R^2 = 0,75$) olarak elde edilirken, 2016 yılında ise LL eşitliği ve $T_c - T_a = -2,99 \times VPD + 6,7603$ ($R^2 = 0,74$) olarak elde edilmiştir.

Her iki yıl birleştirildiğinde ise LL eşitliği $T_c - T_a = -2.3728 \times VPD + 4.4254$ ($R^2 = 0.75$) ve UL hattı 8.10 °C olarak bulunmuştur.

Sulama suyu uygulamaları sonucu elde edilen CWSI grafikleri Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



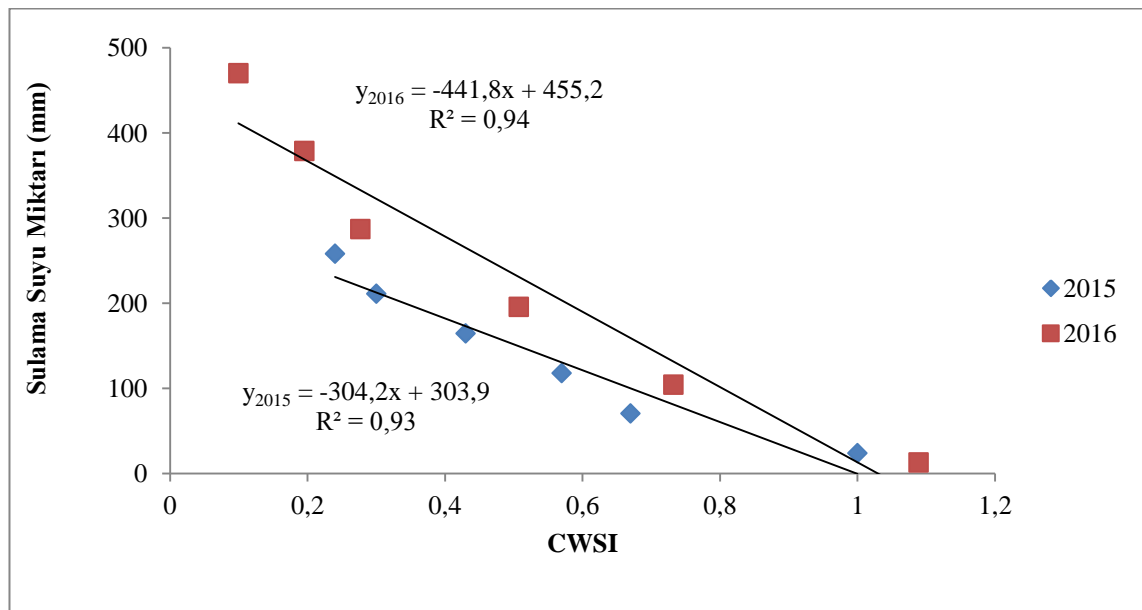
Şekil 3.4. Konular bazında CWSI değişimi

Uygulanan farklı sulama suyu seviyelerinin CWSI değerini etkilediği görülmüştür (Şekil 3.3). Su kısıtının fazla olduğu konularda transpirasyon azalmakta ve $T_c - T_a$ değeri pozitif değerlere ulaşmaktadır ve CWSI değeri 1'in üzerine kadar çıkmıştır. Su kısıtı

olmayan durumda ise bitkiler potansiyel düzeyde transpirasyon gerçekleştirmekte ve $T_c - T_a$ değeri negatif olmakta ve CWSI değeri sifıra doğru yaklaşmaktadır. Denemede konular bazında CWSI değişimi incelendiğinde I_{100} konusunda 0 ile 0.51 arasında, I_{80} konusunda 0 ile 0.53 arasında, I_{60} konusunda 0.07 ile 0.73 arasında, I_{40} konusunda 0.31 ile 0.95 arasında, I_{20} konusunda 0.41 ile 1.17 arasında ve I_0 konusunda 0.66 ile 1.25 arasında değiştiği bulunmuştur. 2016 yılında ise I_{100} konusunda 0 ile 0.42 arasında, I_{80} konusunda 0 ile 0.56 arasında, I_{60} konusunda 0.05 ile 0.73 arasında, I_{40} konusunda 0.10 ile 0.85 arasında, I_{20} konusunda 0.11 ile 0.94 arasında ve I_0 konusunda 0.42 ile 1.54 arasında değiştiği bulunmuştur. Cap_1 konusunda ise CWSI değeri 0-0.80 arasında değişim göstermiştir. CWSI değerine bakılarak Cap_1 konusu I_{60} konusuna yakın değerler almıştır. Cap_1 konusu incelendiğinde çerezlik kabak bitkisinde yeterli serinletmeyi sağlayamadığı bu yüzden CWSI değerinin I_{100} konusuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

3.5. CWSI ile Sulama Suyu Miktarı, ET, Tohum verimi, Yağ ve Protein Arasındaki İlişki

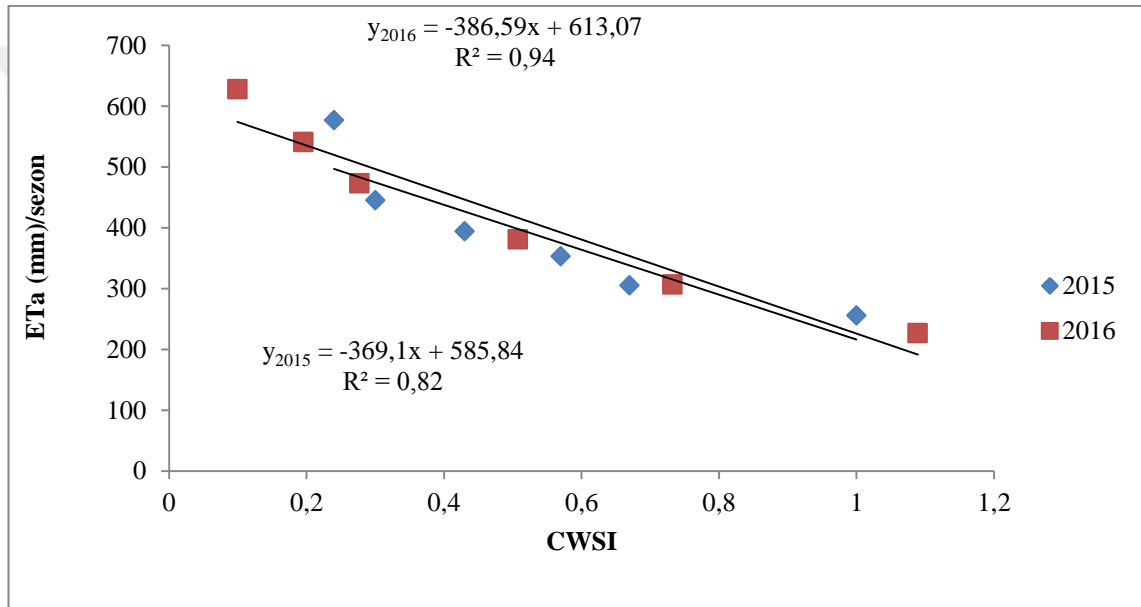
2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında uygulanan farklı sulama suyu miktarları ile yıllık ortalama CWSI arasındaki ilişki Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Sulama suyu miktarı ile CWSI arasındaki ilişki

CWSI değeri sulama suyu miktarının azalması ile artış göstermiştir. Sulama suyu miktarının azalmasıyla birlikte transpirasyon azalmakta ve bitki yaprak sıcaklığı artmaktadır. Bunun neticesinde bitki örtü sıcaklığı hava sıcaklığından daha yüksek hale gelmekte ve CWSI değeri artmaktadır. 2015 yılında sulama suyu miktarı ile CWSI arasında $I = -304.2 \times \text{CWSI} + 303.9$ eşitliği oluşurken 2016 yılında ise $I = -441.8 \times \text{CWSI} + 455.2$ eşitliği bulunmuştur.

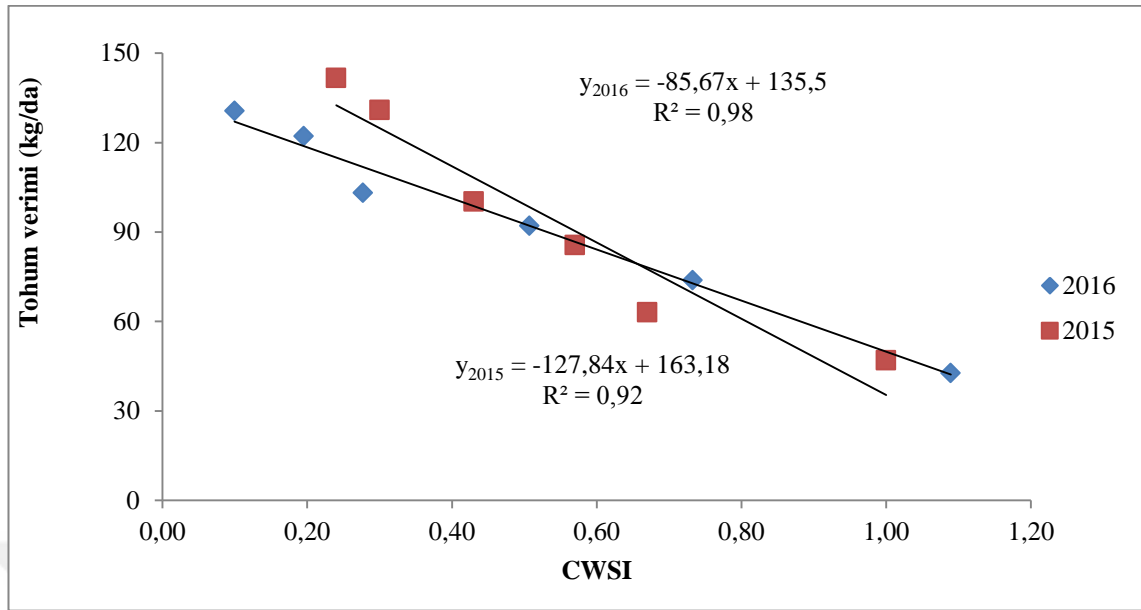
Çerezlik kabak bitkisinde uygulanan farklı sulama suyu seviyeleri neticesinde oluşan ET_a ile sezonluk CWSI arasındaki ilişki Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Çerezlik kabakta ET_a ile CWSI arasındaki ilişki

Şekil 3.6 incelendiğinde potansiyel düzeyde transpirasyon yapan bitkilerde ET_a artmakta ve bitkilerde serinleme meydana gelmektedir. ET_a arttıkça CWSI değeri azalmakta, ET_a azaldıkça CWSI değeri artmaktadır. Elde ettiğimiz bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Köksal, 2006; Gençel, 2009). 2015 yılında bitki su tüketimi ile CWSI arasında $ET_a = -369.1 \times \text{CWSI} + 585.84$ eşitliği oluşurken, 2016 yılında ise $ET_a = -386.59 \times \text{CWSI} + 613.07$ eşitliği bulunmuştur.

Farklı sulama suyu uygulamaları sonucu CWSI ile tohum verimi arasındaki ilişki Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

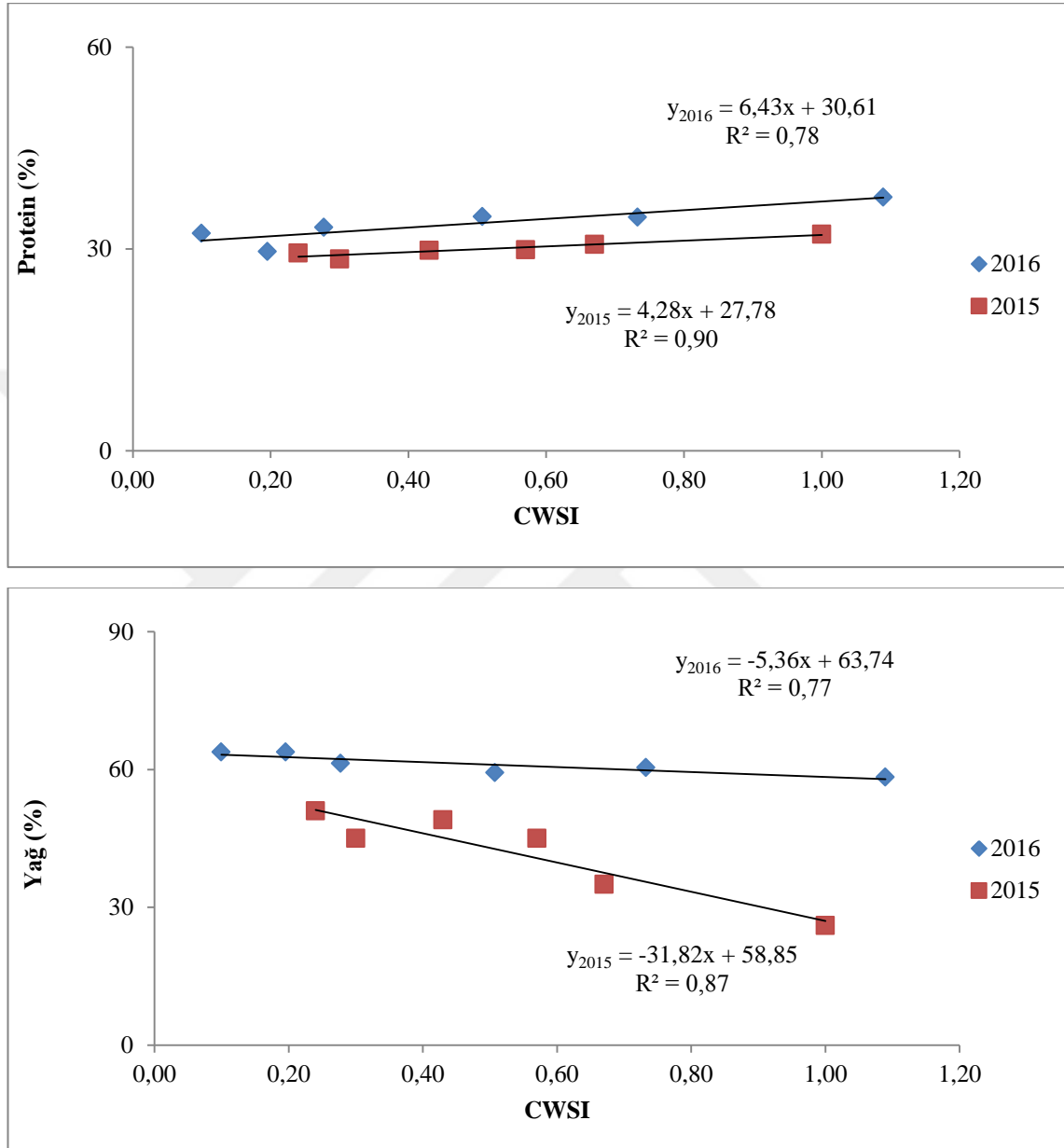


Şekil 3.7. Tohum verimi ile CWSI arasındaki ilişki

Her iki yetiştirme sezonunda ET_a azaldıkça CWSI değeri yükselmektedir. Bunun neticesinde artan CWSI değerine paralel olarak tohum verimi azalmaktadır. Çerezlik kabak bitkisinde CWSI değeri arttıkça tohum verimi azalmakta, CWSI değeri azaldıkça tohum verimi artmaktadır. Her iki yetiştirme sezonunda da CWSI ile tohum verimi arasında $R^2=0.92$ ve $R^2=0.98$ gibi önemli istatistiksel ilişkiler olduğu belirlenmiştir. 2015 yılında tohum verimi = $-127.84 \times CWSI + 163.18$ ve 2016 yılında tohum verimi = $-85.67 \times CWSI + 135.5$ eşitlikleri elde edilmiştir. Özer (2012) Tekirdağ'da 5 farklı sulama suyu düzeyi ile sulanan yazlık kabakta CWSI ile verim arasında 2010 yılı için $R^2=0.90$, 2011 yılı için ise $R^2=0.87$ gibi istatistiksel açıdan önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Erdem vd. (2010) brokolide yürüttükleri çalışmada CWSI ile verim arasında $R^2=0.99$ gibi önemli bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Mersin'de yürütülen bir çalışmada damla sulama ile sulanan patlıcanda CWSI ile verim arasında önemli lineer ilişki olduğu bildirilmiştir ($R^2=0.82$). Sezen vd. (2014) kırmızı biber bitkisinde yaptıkları çalışma sonucunda verim ile CWSI arasında $R^2=0.90$ gibi önemli bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen veriler ışığında çerezlik kabak tohum verim tahmininde CWSI değerinin kullanılabileceği söylenebilir.

Uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri sonucu oluşan tohumlardaki yağ ve protein içeriği ile sezonluk CWSI arasındaki ilişki Şekil 3.7'de gösterilmiştir. CWSI ile mineral

madde, E vitamini ve yağ asitleri arasında önemli ilişkiler belirlenemediği için burada gösterilmemiştir.



Şekil 3.8. Çerezlik kabak tohumlarının protein içeriği ile CWSI arasındaki ilişki

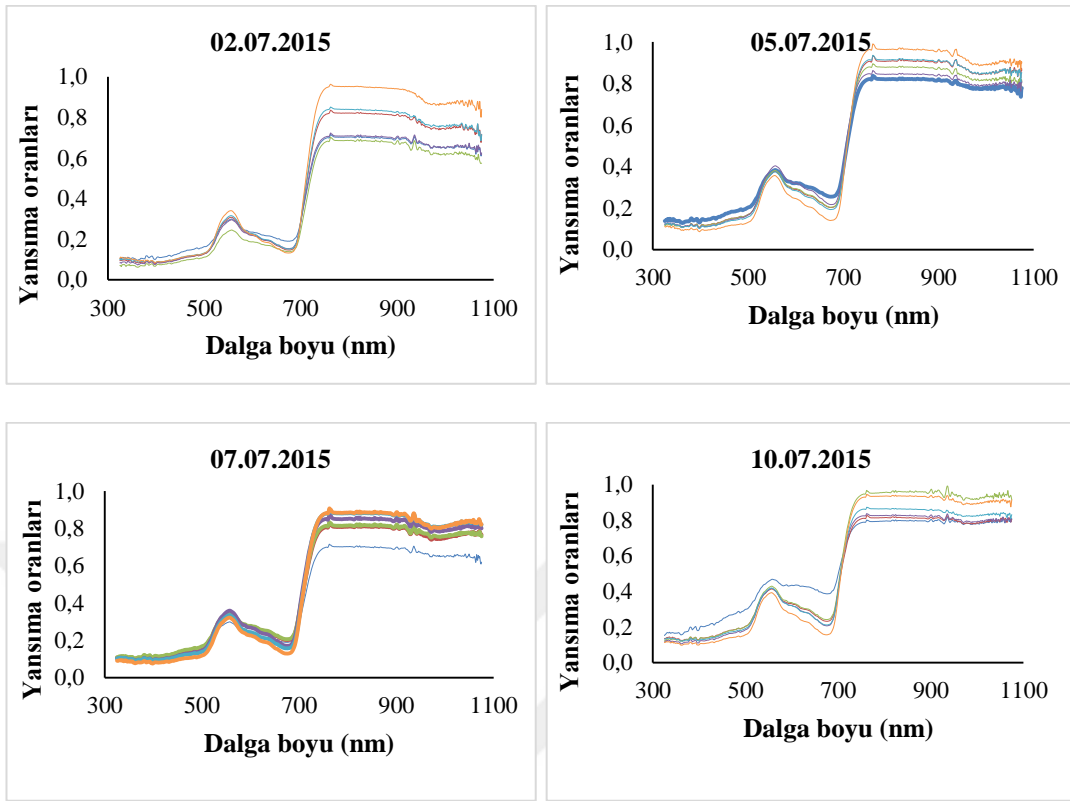
Çerezlik kabak tohumlarının yağ ve protein içeriği ile CWSI arasında her iki yetiştirme sezonunda da önemli lineer ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Yağ içeriği ile CWSI arasında 2015 yılında $R^2=0,87$ ve $Yağ = -31,82 \times CWSI + 58,85$ eşitliği elde edilirken, 2016 yılında $R^2=0,77$ ve $Yağ = -5,36 \times CWSI + 63,74$ eşitliği elde edilmiştir. Her iki yetiştirme sezonunda da CWSI değeri azaldıkça tohumların yağ içeriğini artarken, protein içeriği azalmıştır. Çerezlik kabak bitkisi üzerinde CWSI ile yağ ve protein

içeriği ilişkisi üzerine herhangi bir çalışma olmadığı için kıyaslama yapılamamıştır. Ancak farklı bitkiler üzerinde olan çalışmalara örnek verilmiştir. Candoğan vd. (2013)'te yaptıkları çalışmada soya yağ içeriği ile CWSI arasında logaritmik bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

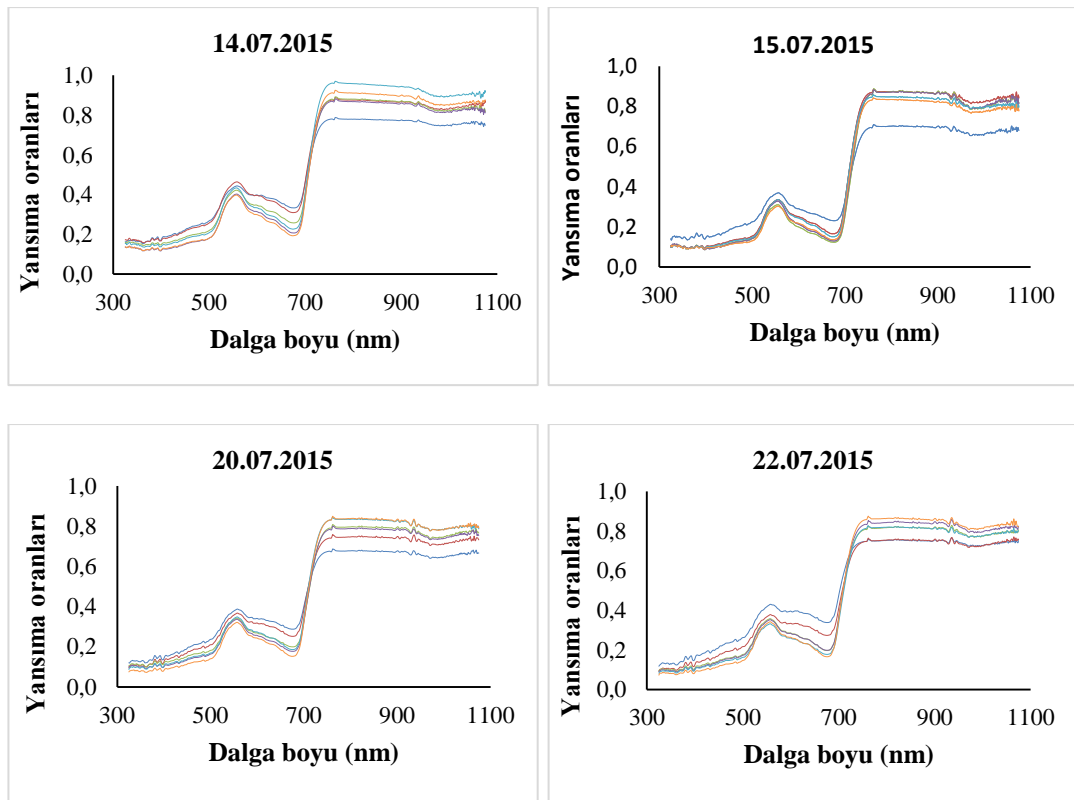
Tohumların protein içeriği ile CWSI arasında 2015 yılı için $\text{Protein} = 4,28 \times \text{CWSI} + 27,78$ $R^2=0,90$, 2016 yılı için $\text{Protein} = 6,43 \times \text{CWSI} + 30,61$ $R^2=0,78$ gibi istatistiki olarak önemli ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Garrot et al. (1990)'da yürüttükleri çalışmada CWSI değeri arttıkça buğdayın protein içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir. Candoğan vd. (2013) yürüttükleri çalışmada soya protein içeriği ile CWSI arasında üssel bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

3.6. Spektral Yansımaya Değerleri ve Spektral Vejetasyon İndekslerine İlişkin Bulgular

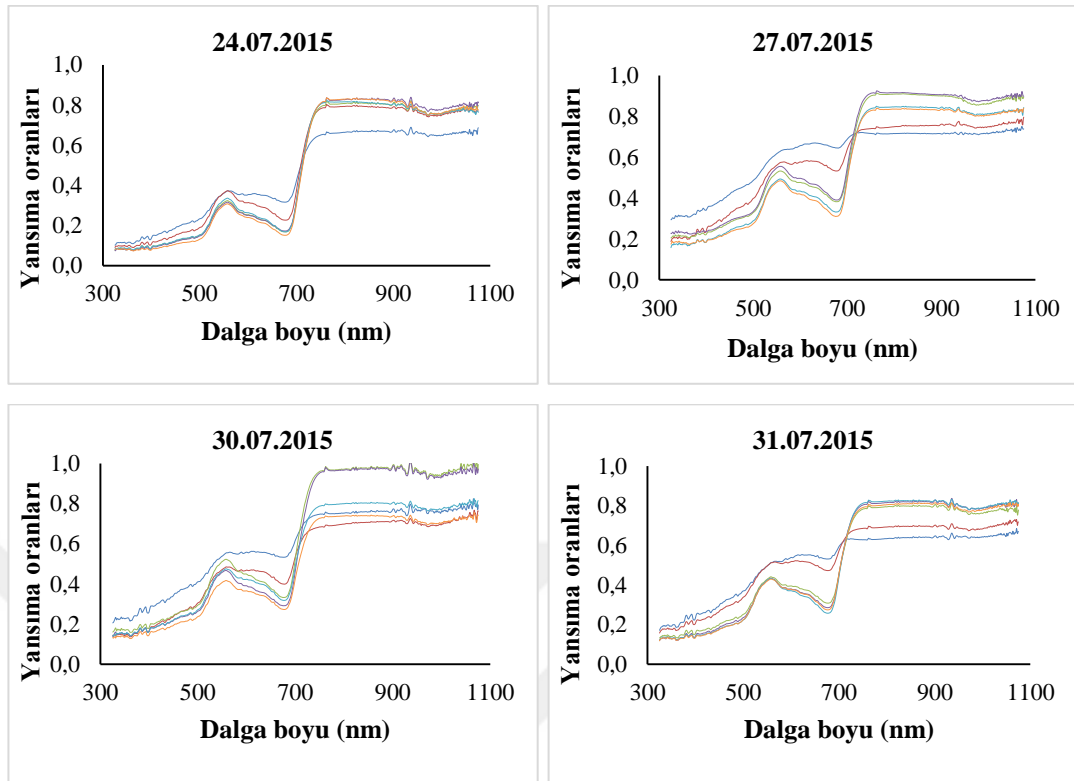
Spektroradyometre cihazı ile ölçülen yansımaya oranları yıllara göre konular bazındaki değişimi Şekil 3.8 ve 3.9'da gösterilmiştir. Şekil 3.8 ve 3.9 incelendiğinde hem 2015 hem de 2016 yıllarında spektral yansımaya oranlarının konular ve zamana göre değişimlerine bakıldığında uygulanan farklı sulama suyu düzeylerinden etkilendiği görülmüştür. 2015 ve 2016 yıllarında su stresinin olmadığı konularda 500-700 nm dalga boyunda düşük yansımaya oranı verdiği, su stresinin oluşturulduğu konularda bu dalga boyunda yüksek yansımaya oranlarına sahip olduğu görülmüştür. 700-1000 nm dalga boyunda ise su stresinin olmadığı konular yüksek yansımaya oranına sahip iken, su stresinin olduğu konular düşük yansımaya oranlarına sahip olmuştur. Hem 2015 hem de 2016 yetiştirme dönemlerinde yansımaya oranlarındaki fark hasada doğru birbirine yaklaşma göstermiştir. Cap_1 konuları genel olarak I_{60} - I_{100} konuları arasında yansımaya oranlarına sahip olmuştur.



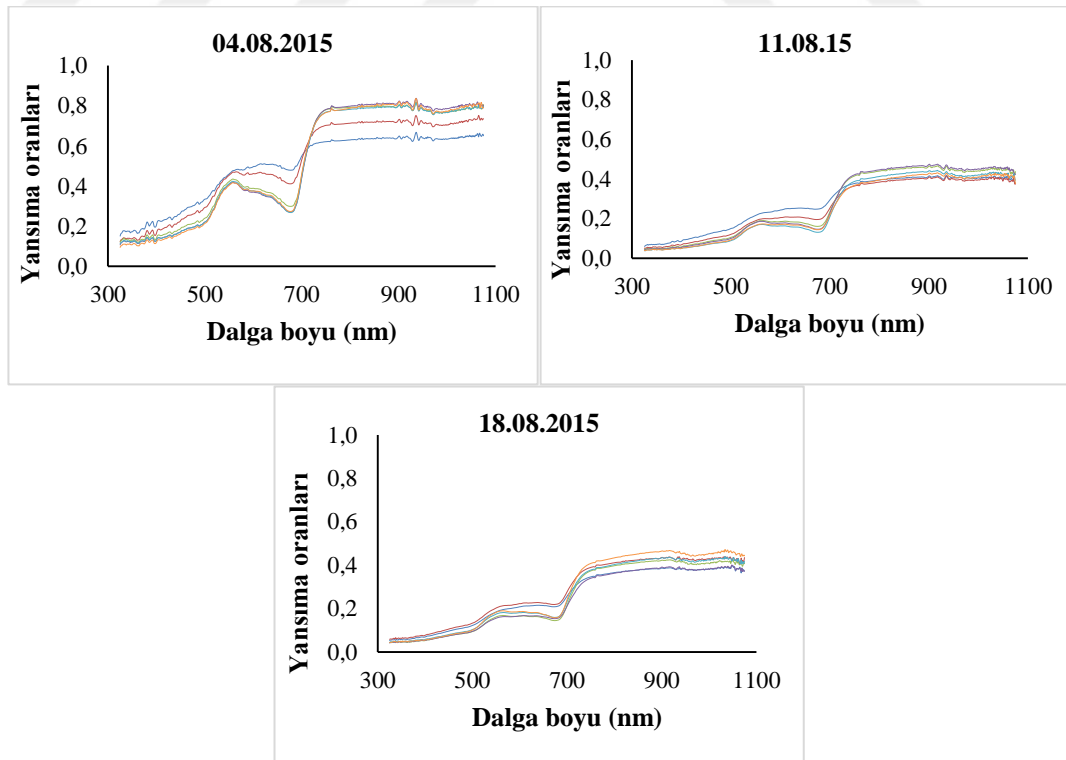
Şekil 3.9. 2015 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansima oranları



Şekil 3.9. 2015 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansima oranları (devamı)

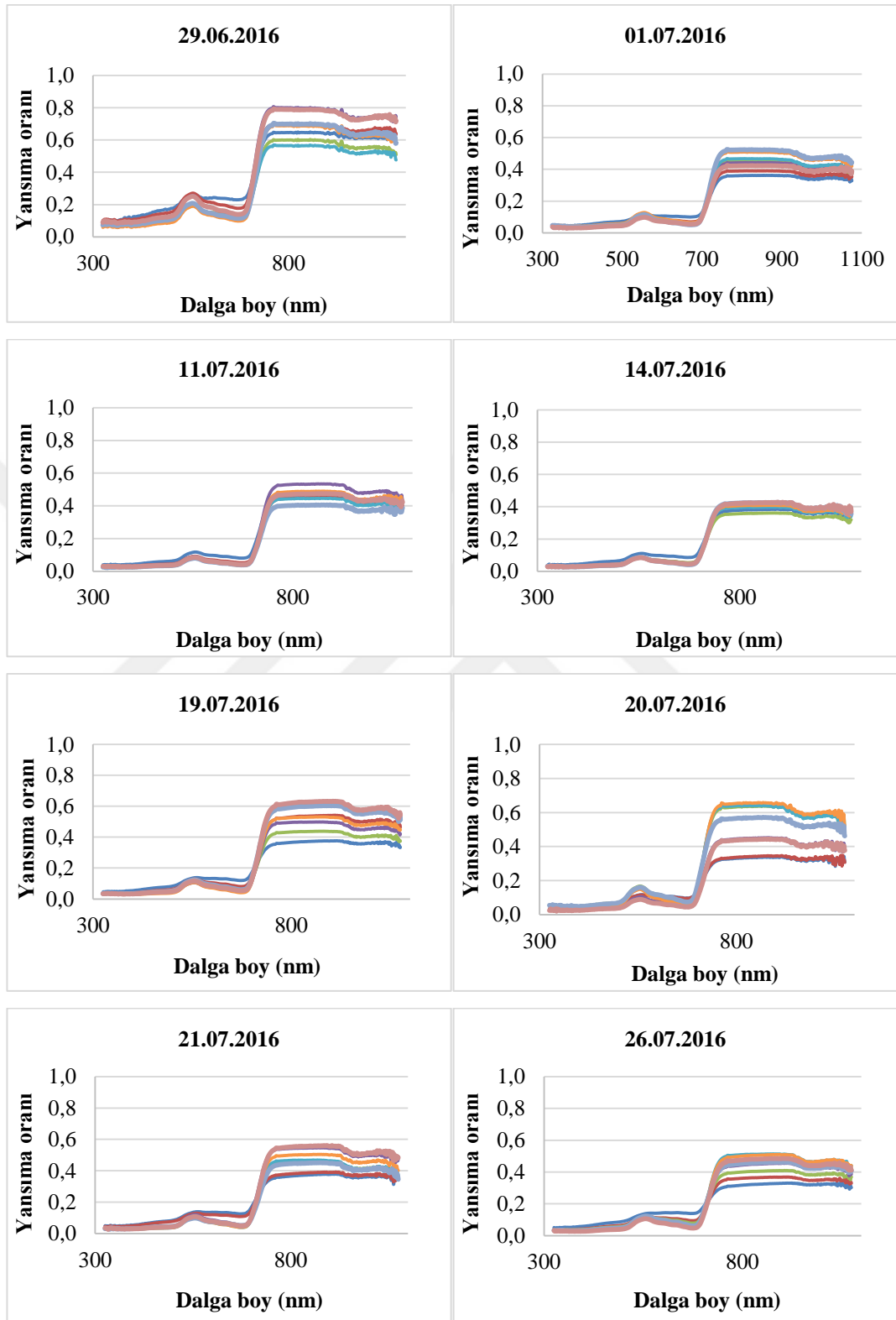


Şekil 3.9. 2015 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansım oranları (devamı)

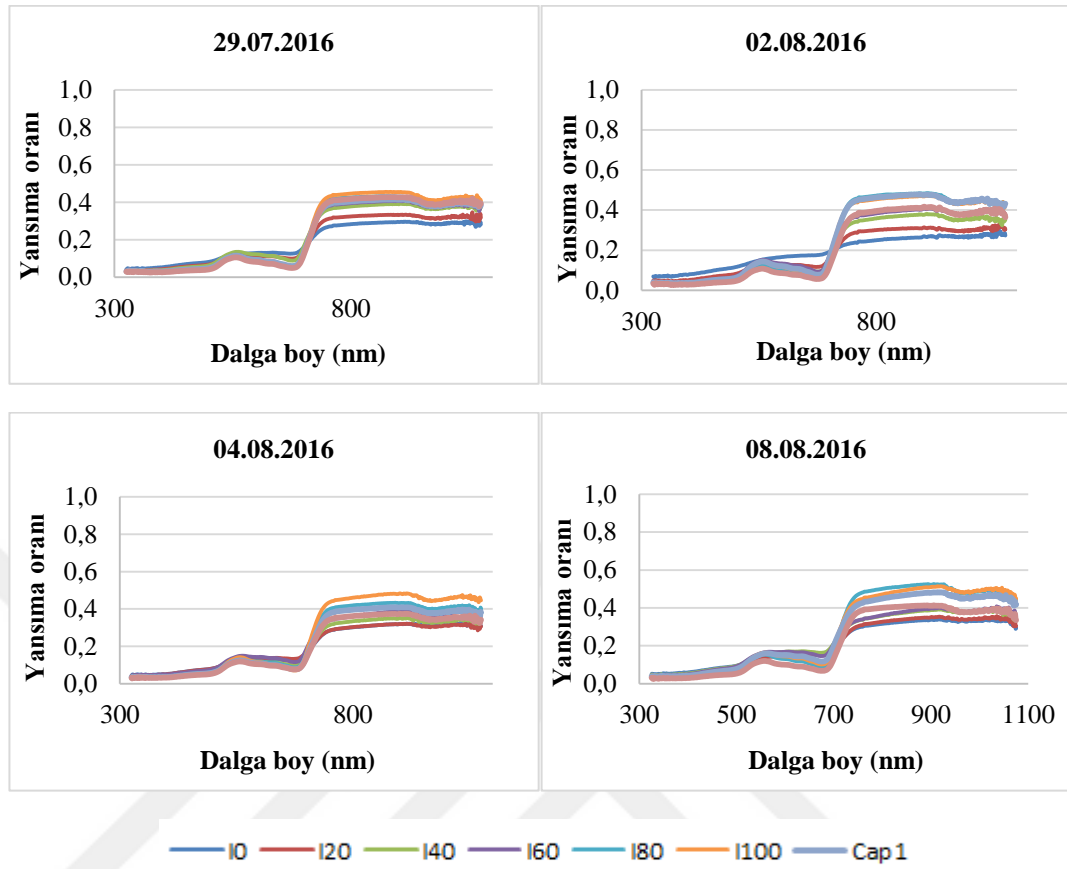


— 10 — 120 — 140
— 160 — 180 — 1100

Şekil 3.10. 2015 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansım oranları

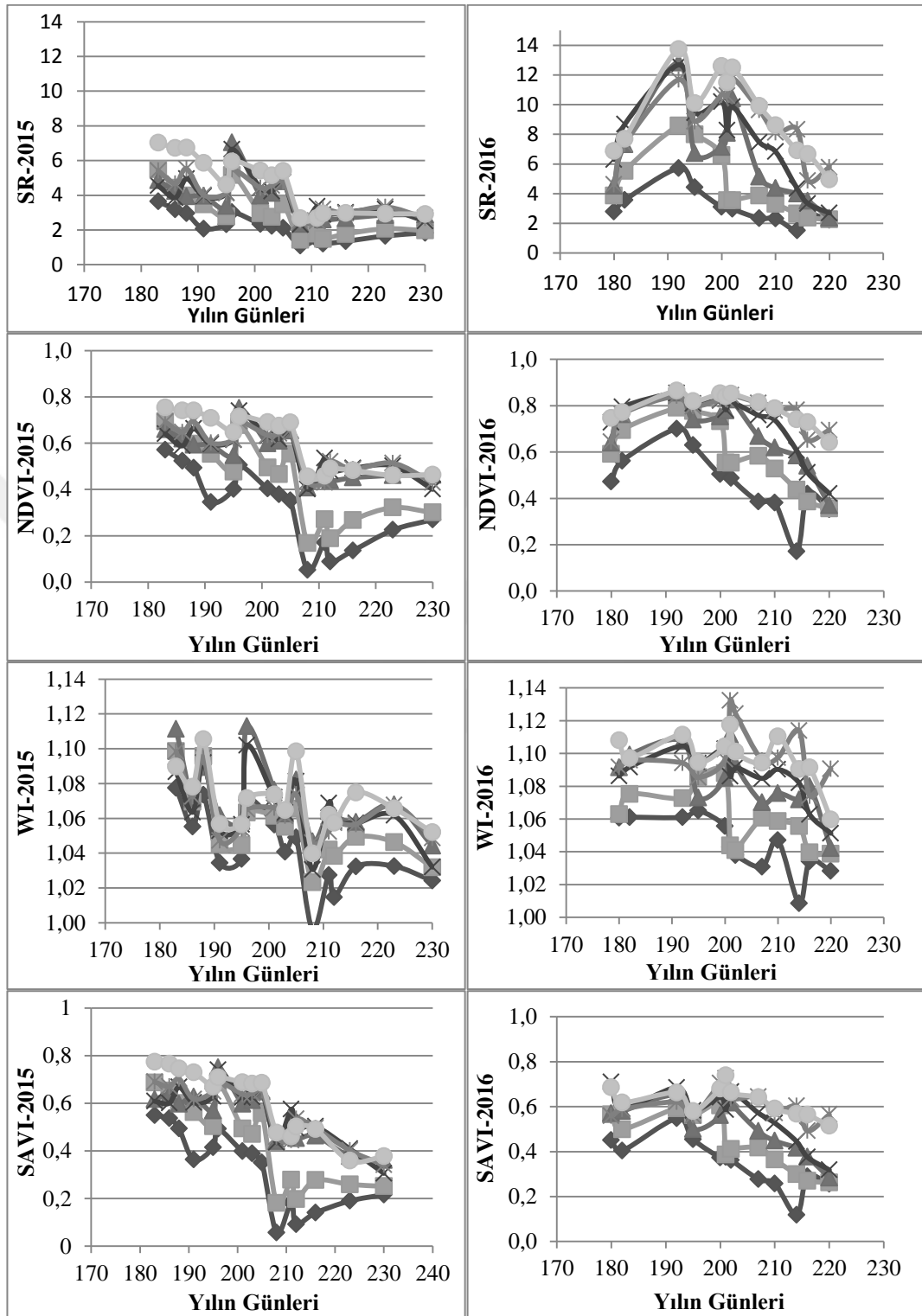


Şekil 3.11. 2016 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansım oranları

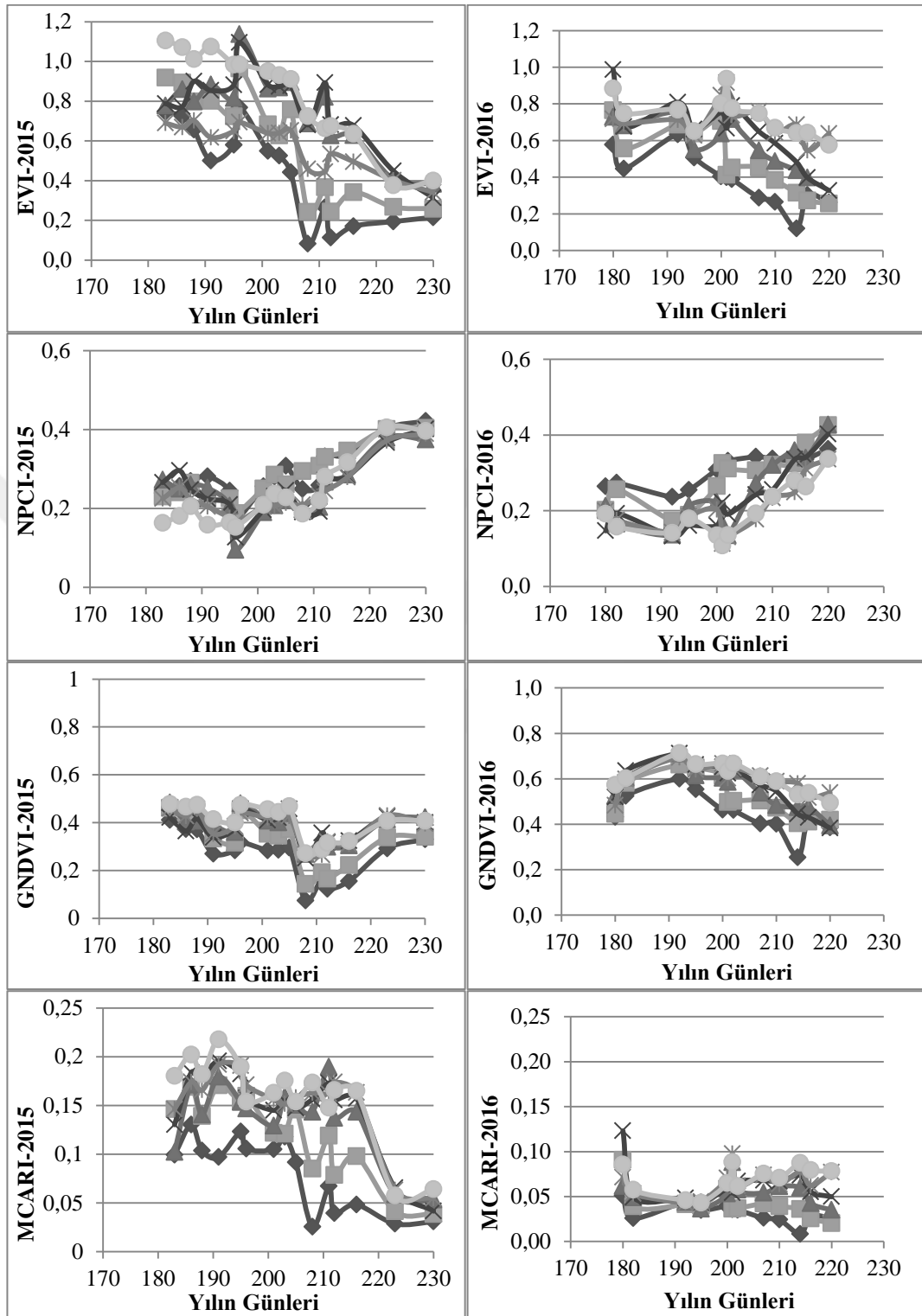


Şekil 3.11. 2016 yetiştirme sezonunda elde edilen spektral yansima oranları (devamı)

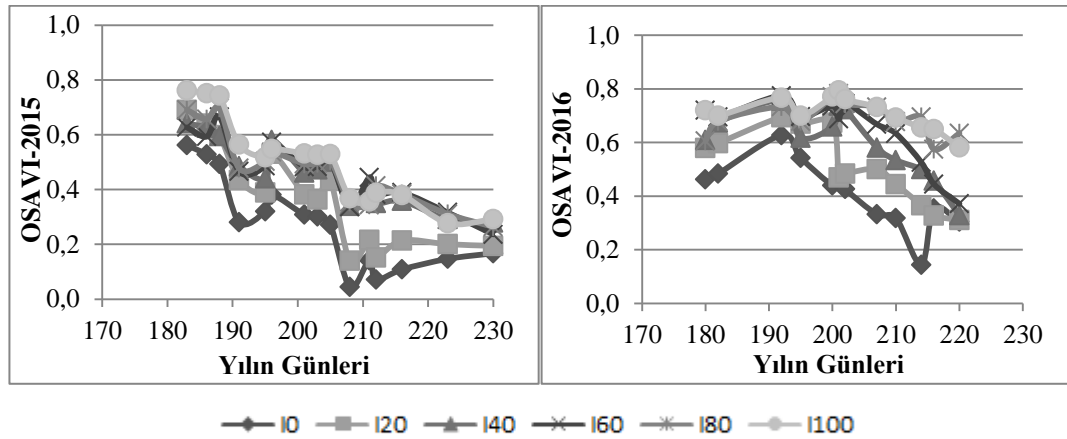
Spektroradyometre okumaları sonucu elde edilen yansima oranları vasıtasıyla hesaplanan spektral vejetasyon indekslerinin değişimi Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.12. 2015-2016 yılına ait vejetasyon indekslerinin konular bazında değişimi



Şekil 3.12. 2015-2016 yılına ait vejetasyon indekslerinin konular bazında değişimi (devamı)



Şekil 3.12. 2015-2016 yılına ait vejetasyon indekslerinin konular bazında değişimi (devamı)

Spektral vejetasyon indeksleri grafiği incelendiğinde her iki yetiştirme sezonunda 180-190 günleri arasında konular arasında önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir. Her iki yılda da 195. günden itibaren konular arasındaki farklar belirginleşmeye başlamıştır.

SR indeksi denemenin ilk yılında ortalama olarak konular bazında 2.17-4.67 arasında değişim gösterirken, denemenin ikinci yılında 3.09-9.35 arasında değişim göstermiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça SR indeksi de paralel olarak artış göstermiş, sulama suyu miktarı azaldıkça SR indeksi azalma göstermiştir. I_{100} konusuna göre I_0 konusundaki vejetasyon farkı 2015 yılı için %67, 2016 yılı için %54 olarak hesaplanmıştır.

Vejetasyon düzeyinin izlenmesinde en çok kullanılan indekslerden biri NDVI'dır. Her iki yetiştirme sezonunda sulama suyu miktarı arttıkça NDVI oranı artış gösterirken, sulama suyu miktarı azaldıkça NDVI oranı da azalmıştır. 2015 yılında konular bazında NDVI değerleri ortalama olarak 0.33 ile 0.61 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında ise 0.47-0.79 arasında değişim göstermiştir. I_{100} konusuna göre I_0 konusundaki vejetasyon farkı 2015 yılı için %46, 2016 yılı için %41 olarak hesaplanmıştır.

SAVI indeksinin 2015 yılında konular bazındaki ortalama değeri 0.32-0.61 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında ortalama değerler 0.35-0.63 arasında değişim göstermiştir. SAVI indeksine göre bakıldığında 2015 yılında I_{100} konusuna göre I_0 konusundaki fark %47 iken, 2016 yılında bu fark %45 olarak bulunmuştur.

WI indeksi sulama suyu düzeylerindeki farklılığı ortaya koymak amacıyla geliştirilmiştir (Penuelas et al. 1997). 2016 yılı incelendiğinde artan sulama suyu düzeyleri ile birlikte WI değeri artarken, 2015 yılında I_{40} , I_{60} ve I_{100} arasında herhangi bir fark oluşmamıştır. Ayrıca her iki yetiştirme sezonunda da WI değerleri birbirine oldukça yakın çıkmıştır. 2015 yılında WI değeri ortalama olarak 1.04-1.07 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında 1.04-1.10 arasında değişim göstermiştir.

EVI indeksi atmosfer etkilerinin azaltılması yoluyla bitki örtüsünün izlenmesini iyileştirmek için tasarlanmış bir indekstir. EVI indeksi her iki yılda da sulama suyu düzeyi arttıkça artmış sulama suyu düzeyi azaldıkça azalmıştır. 2015 yılında EVI ortalama olarak konular bazında 0.38-0.74 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında 0.44-0.83 arasında değişim göstermiştir. 2015 ve 2016 yıllarında I_{100} konusuna göre I_0 konusundaki fark %48 olarak bulunmuştur.

NPCI indeksi 2015 yılında konular bazında 0.20-0.31 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında 0.23-0.29 arasında değişim göstermiştir. NPCI oranı su kısıtı arttıkça her iki yılda da artış göstermiştir. Her iki yılda da I_0 ve I_{20} konuları birbirine oldukça yakın çıkmıştır.

GNDVI indeksi su kısıtı arttıkça azalmış, su kısıtı azaldıkça artış göstermiştir. 2015 yılında GNDVI konular bazında ortalama olarak 0.45-0.61 arasında değişim gösterirken, 2016 yılında ise 0.27-0.41 aralığında değişim göstermiştir. GNDVI oranı 2016 yılında 2015 yılına göre azalma göstermiştir.

2015 yılında MCARI indeksi 0.03-0.07 aralığında değişim gösterirken, 2016 yılında 0.08-0.16 aralığında değişim göstermiştir. Ayrıca her iki yetiştirme sezonunda da MCARI değerleri birbirine oldukça yakın çıkmıştır.

Topraktaki değişimin etkisini en aza indirmek için Rondeaux et al. (2016) tarafından geliştirilen OSAVI SAVI indeksine göre daha hassas veriler sağlamaktadır. SAVI indeksinden farklı olarak topraktaki değişimin etkisini en aza indirmek için en ideal toprak düzenleme katsayısı 0.16 olarak belirlenmiştir. Denemenin ilk yılında OSAVI ortalama olarak 0.41-0.71 arasında değişirken, denemenin ikinci yılında 0.28-0.50 arasında değişmiştir. I_{100} konusuna göre I_0 konusundaki vejetasyon farkı 2015 yılı için %45, 2016 yılı için %43 olarak hesaplanmıştır.

Diğer konular ile Cap_1 konusu karşılaştırıldığında ise I_{60} - I_{80} konuları ile aynı oranlara sahip olduğu görülmüştür.

3.7. Spektral Vejetasyon İndeksleri İle ET_a/ET_0 (k_c) oranı ve ET Arasındaki İlişki

Elde edilen spektral vejetasyon indeksleri ile tam sulanan konu olan I_{100} konusundan hesaplanan ET_a/ET_0 oranı arasında ilişkiler XLSTAT programında korelasyon testine tabi tutulmuş ve ortaya çıkan sonuçlar Tablo 3.16'da gösterilmiştir. Spektrometre okumalarının alındığı günlere ait ET_a/ET_0 oranı hesaplanmış ve o günlere ait vejetasyon indeksleri ile ilişkilendirmeleri yapılmıştır. Vejetasyon indeksleri ile en iyi ET_a/ET_0 oranı ilişkileri belirlenerek bu indeksler vasıtasıyla ET tahmini yapılmıştır.

Tablo 3.16. k_c ile vejetasyon indeksleri arasındaki istatistiksel analiz sonuçları

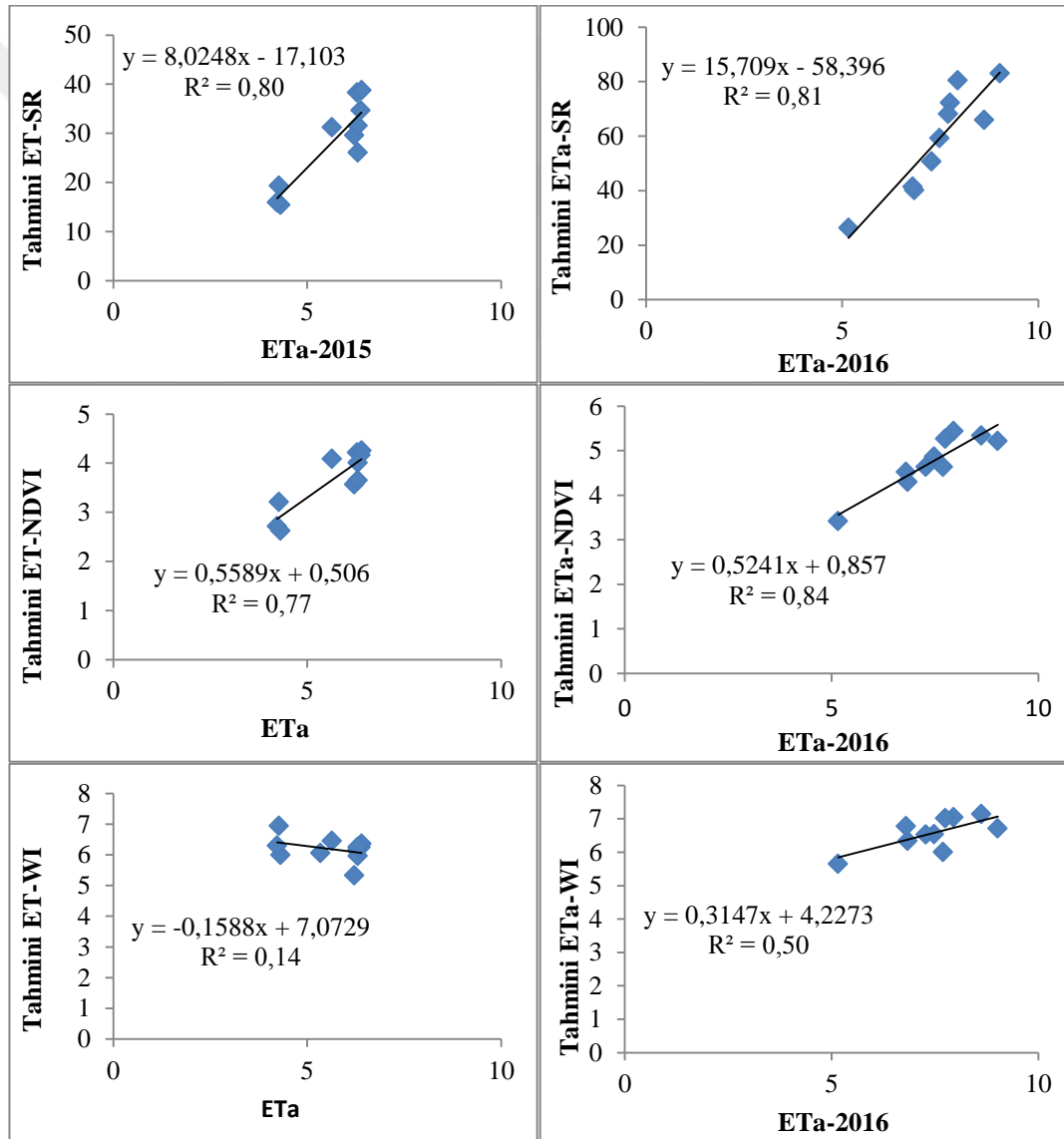
	Vejetasyon İndeksleri	r	t	Model
2015	SR	0.72*	3.238	$k_c = 0.489 + 9.127E-02 * SR$
	NDVI	0.74*	3.511	$k_c = 0.097 + 1.3256 * NDVI$
	WI	0.16öd	0.524	$k_c = -0.877 + 1.7103 * WI$
	SAVI	0.76*	3.728	$k_c = 6.1796E-02 + 1.359 * SAVI$
	EVI	0.83**	4.759	$k_c = -4.217E-02 + 1.078 * EVI$
	NPCI	-0.70*	-3.096	$k_c = 1.678 - 3.643 * NPCI$
	GNDVI	0.62*	2.497	$k_c = 0.292 + 1.6058 * GNDVI$
	MCARI	0.65*	2.730	$k_c = -0.1513 + 6.3098 * MCARI$
	OSAVI	0.63*	2.567	$k_c = 0.467 + 0.889 * OSAVI$
	Vejetasyon İndeksleri	r	t	Model
2016	SR	0.10öd	0.317	$k_c = 1.252 + 9.729E-03 * SR$
	NDVI	0.88**	5.286	$k_c = -0.212 + 1.835 * NDVI$
	WI	0.48öd	1.744	$k_c = -8.42 + 8.886 * WI$
	SAVI	0.86**	4.380	$k_c = -1.513 + 4.772 * SAVI$
	EVI	0.58*	2.241	$k_c = 0.241 + 1.494 * EVI$
	NPCI	-0.46öd	-1.643	$k_c = 1.678 - 3.643 * NPCI$
	GNDVI	0.30öd	0.980	$k_c = 0.593 + 1.235 * GNDVI$
	MCARI	-0.66*	-2.630	$k_c = 1.827 - 7.98 * MCARI$
	OSAVI	0.38öd	1.314	$k_c = 0.114 + 1.727 * OSAVI$

öd: Önemsiz, *:%5 seviyesinde ve **: %1 seviyesinde önemlidir

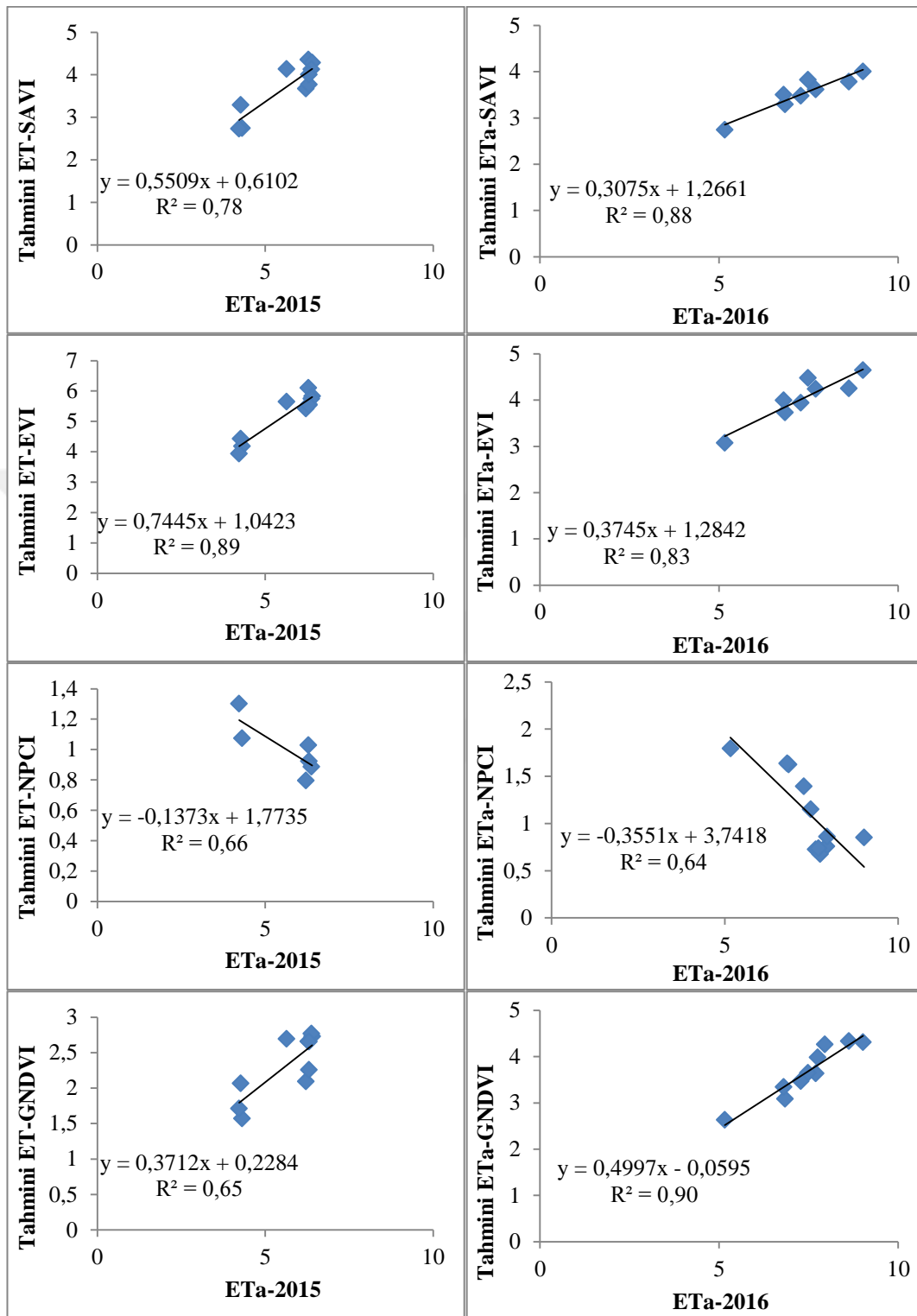
Tablo 3.16 incelendiğinde k_c ile vejetasyon indeksleri arasında önemli korelasyonların olduğu belirlenmiştir. Bitki katsayısı ile vejetasyon indeksleri arasında 2015 yılında sadece WI ile ilişki çıkmamıştır. 2015 yılında k_c ile en iyi ilişki EVI indeksinden ($r=0.83$) elde edilirken, onu SAVI ($r=0.76$), NDVI ($r=0.74$), SR ($r=0.72$),

NPCI ($r=-0.70$), MCARI ($r=0.65$), OSAVI ($r=0.63$) ve GNDVI ($r=0.62$) indeksi izlemiştir. 2016 yılında bir önceki yıla göre kc ile vejetasyon indeksleri arasındaki korelasyonlar düşük çıkmıştır. 2016 yılında en iyi ilişki $r=0.88$ ve $r=0.86$ korelasyon katsayıları ile NDVI ve SAVI indeksinden elde edilmiştir. Onu sırasıyla MCARI ($r=-0.66$) ve EVI ($r=0.58$) takip etmiştir.

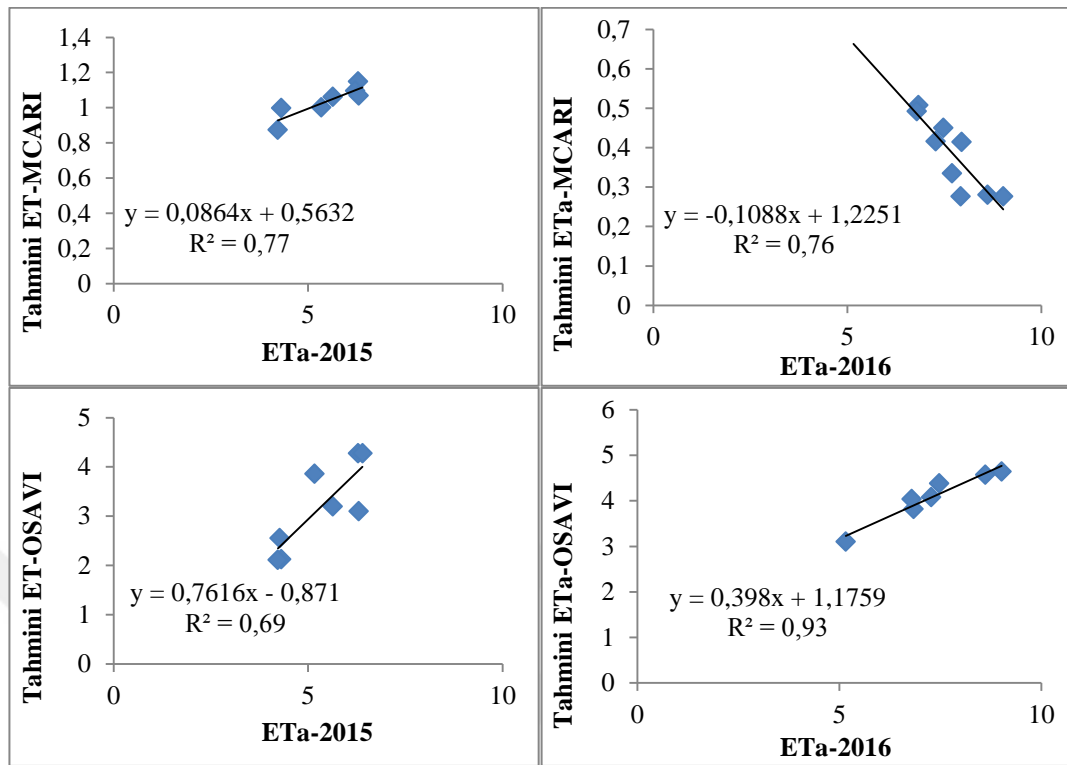
Gerçek bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan kc yerine elde edilen vejetasyon indeksleri kullanılarak tahmini ET hesaplanmıştır. Gerçek bitki su tüketimi (ETa) ile tahmini hesaplanan su tüketimi arasındaki ilişkiler Şekil 3.13’de gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Gerçek bitki su tüketimi ile tahmini su tüketim arasındaki ilişki



Şekil 3.13. Gerçek bitki su tüketimi ile tahmini su tüketim arasındaki ilişki (devamı)



Şekil 3.13. Gerçek bitki su tüketimi ile tahmini su tüketim arasındaki ilişki (devamı)

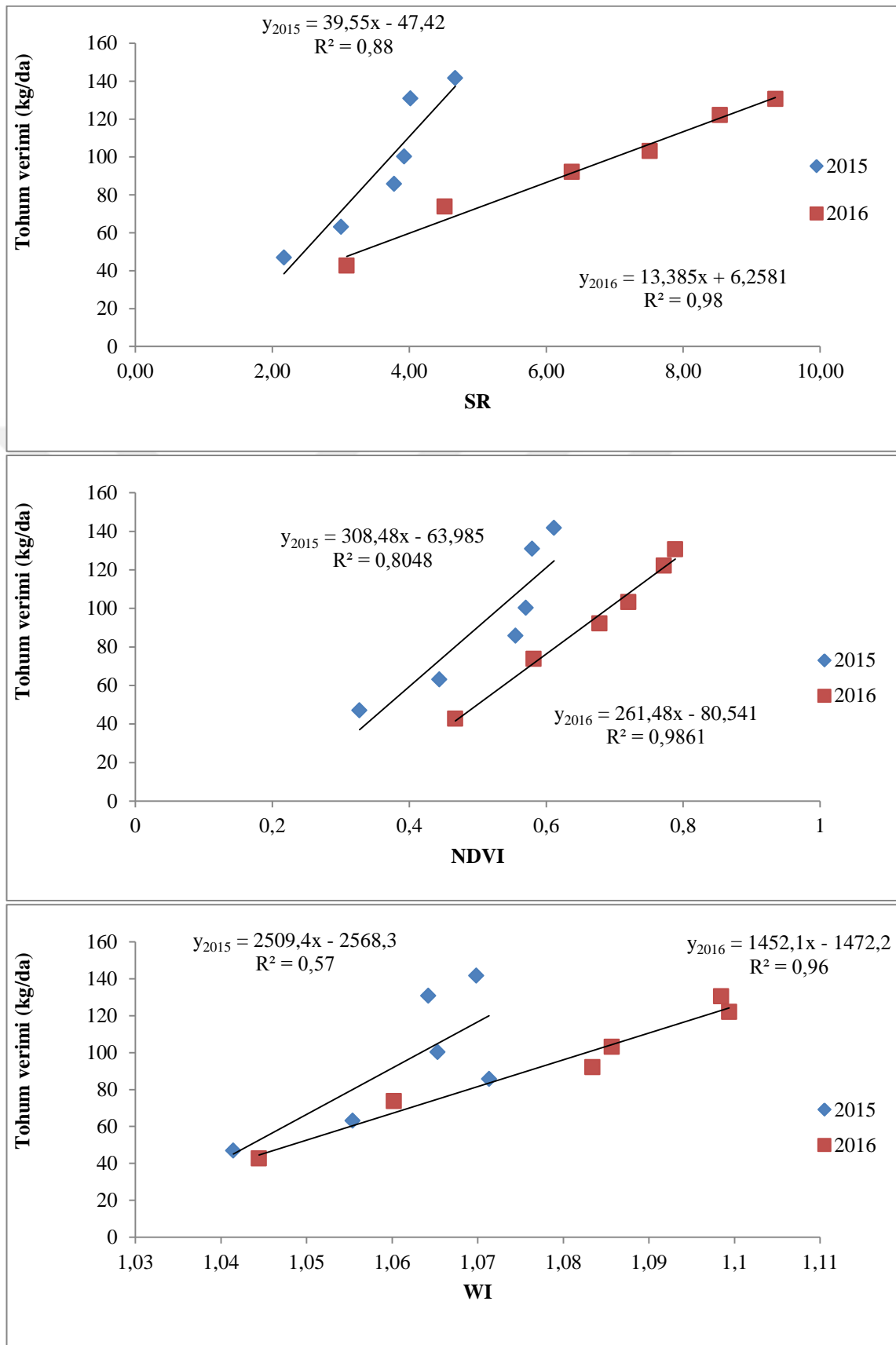
Şekil 3.13 incelendiğinde hem 2015 yetiştirme sezonunda hem de 2016 yetiştirme sezonunda ETa ile spektral vejetasyon indeksleri kullanılarak hesaplanan ET arasında önemli korelasyonlar olduğu görülmüştür. WI ile hesaplanan ET ile ETa arasında 2015 yılında önemli bir ilişki olmadığı bulunmuştur. 2015 yılında en iyi ilişki EVI ($R^2=0.89$) ve SR ($R^2=0.80$) indeksinden elde edilirken, bunları sırasıyla SAVI ($R^2=0.78$), NDVI ve MCARI ($R^2=0.77$), OSAVI ($R^2=0.69$), NPCI ($R^2=0.66$), GNDVI ($R^2=0.80$) indeksleri takip etmiştir. 2016 yılında en iyi ilişkiler OSAVI ($R^2=0.93$), GNDVI ($R^2=0.90$), SAVI ($R^2=0.88$), NDVI ($R^2=0.84$), EVI ($R^2=0.83$), SR ($R^2=0.81$) indekslerinden elde edilmiştir. Bu indeksleri sırasıyla MCARI ($R^2=0.76$) ve NPCI ($R^2=0.64$) indeksleri izlemiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre çerezlik kabakta ETa tahmininde vejetasyon indekslerinin kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

Ayrıca elde ettiğimiz bulgular önceki çalışmalar ile uyum göstermektedir. Bausch (1995) uzaktan algılama ile mısır bitkisinin kc katsayısının belirlenmesi ve sulama programının oluşturulmasını araştırmıştır. Araştırmada sulama uygulamalarını üç farklı yöntemle (eksilen nemin tamamının verilmesi, spektral indekslerle bazal bitki katsayısını tahmin ederek ve SCHED isimli sulama programı) belirlemiştir. Vejetasyon

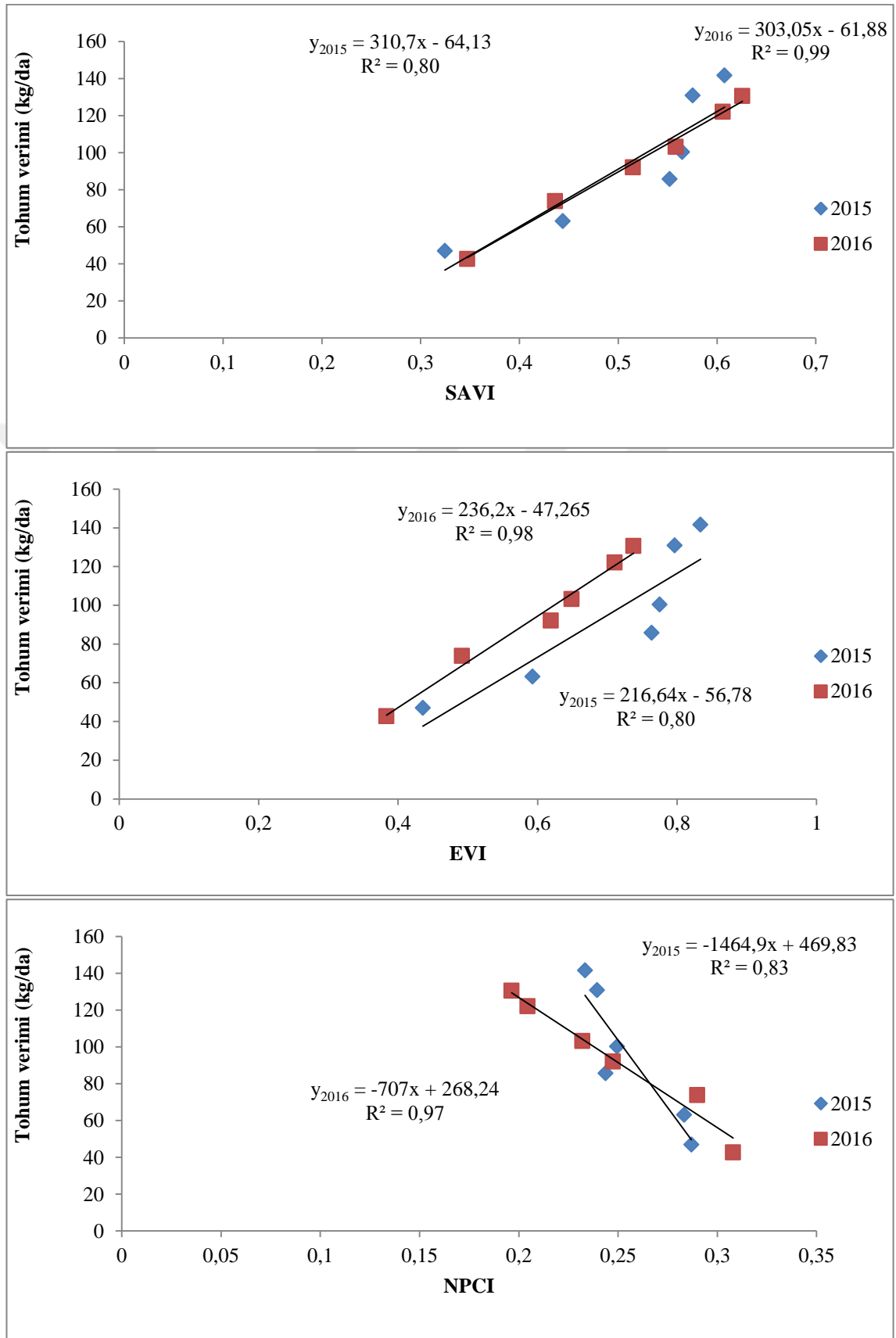
indeksi vasıtasıyla belirlenen kc değeri ile hesaplanan ET miktarı ile ölçülerek elde edilen ET'nin uyumlu olduğunu bulmuştur. Sonuçlara göre sulama programı planlanmasında spektral verilerin rahatlıkla kullanılabilceğini belirtilmiştir. Bausch (1993) yağmurlama sulama sistemi ile sulanan mısırdaki bitki su tüketimi hesaplanmasında gerekli olan kc (bitki katsayısı) tahmininde SAVI indisinin kullanılabilceğini bildirmiştir. Kimura et al. (2004) çeltik üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda ETa ile en iyi ilişkiyi veren indeksin VICC ($R^2=0.97$) olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca çalışmada TCARI, OSAVI, MSAVI ve SAVI indekslerinin çeltik ETa tahmininde kullanılabilceğini bulmuşlardır. Er-Raki et al. (2007) Fas'ta buğday bitkisi sulamasında 3 farklı bitki katsayısının (lokal kc, NDVI içeren kc ve FAO-56'da verilen kc) kullanımını irdemiş ve sonuçta NDVI içeren kc'nin ET tahmininde %15-20 hata payı ile iyi bir sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Hunsaker et al. (2005) yürüttükleri çalışmada ET tahmininde NDVI indeksinin kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Nouri et al. (2016) Avustralya'da yürüttükleri çalışmada ET tahmininde EVI indeksinin kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Nagler et al. (2005) Amerika'da tek yıllık bitkiler üzerinde yürüttükleri çalışmada ET tahmininin EVI indeksi ($R^2=0.74$) kullanılarak yapılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca Jin et al. (2017) ET tahmininin EVI ($R^2=0.81$) ve OSAVI ($R^2=0.79$) indeksleri kullanılarak yüksek doğrulukta tahmin edilebileceği bildirilmiştir. Gonzalez-Piqueras et al. (2004) Lizimetrede yetiştirdikleri mısır bitkisinde bazal bitki katsayısının (kcb) vejetasyon indeksleri ile tahmin edilebilme olanaklarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kcb ile SAVI, MSAVI, OSAVI, GESAVI ($R^2=0.95$) ve NDVI, TSAVI ($R^2=0.94$) arasında önemli istatistiksel ilişkilerin olduğunu bildirmişlerdir.

3.8. Vejetasyon İndeksleri ile Tohum Verimi, Yağ ve Protein Arasındaki İlişki

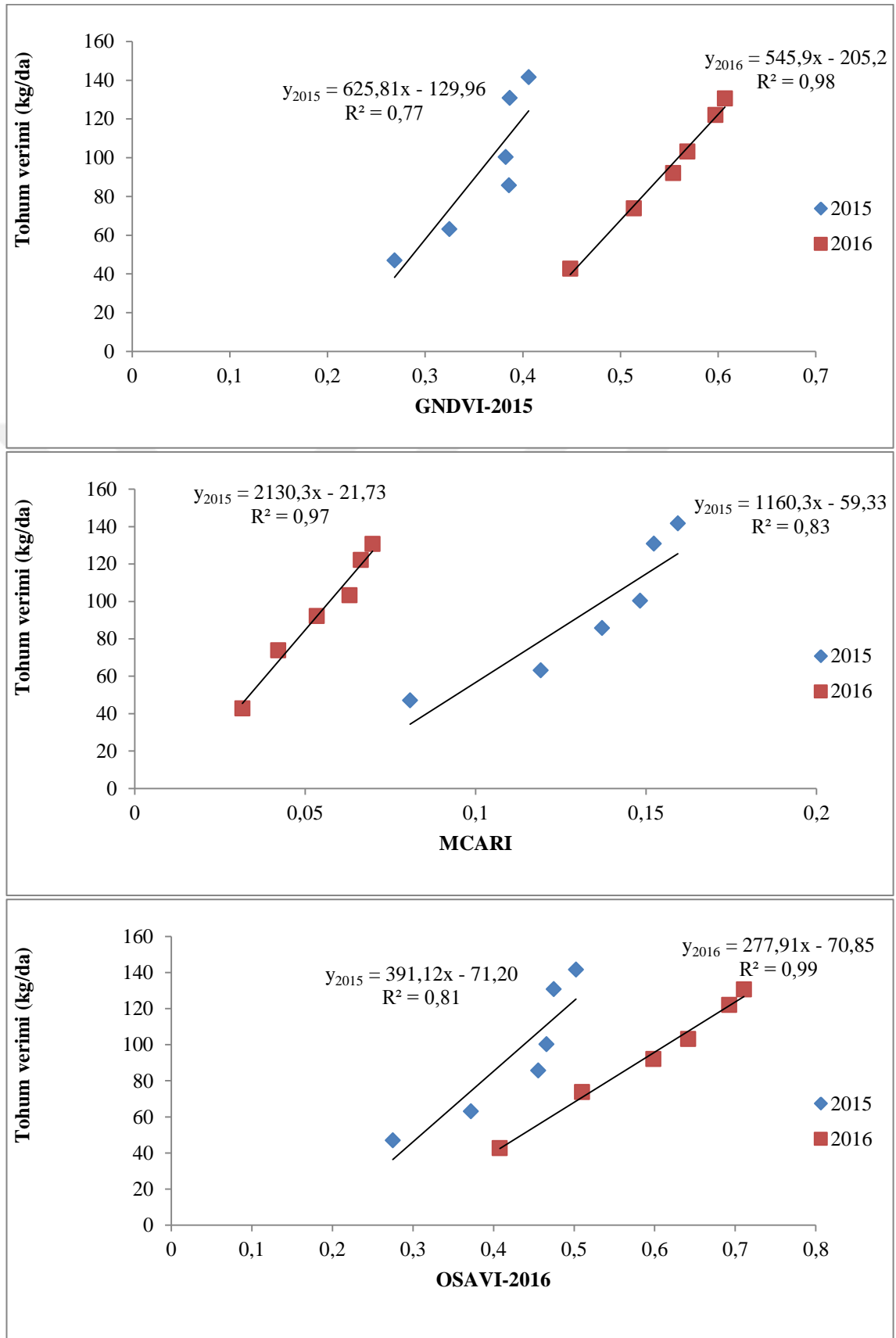
Farklı sulama suyu uygulamaları sonucu elde edilen tohum verimi ile spektral vejetasyon indeksleri arasındaki ilişki Şekil 3.12'de gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasındaki ilişki



Şekil 3.14. Tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasındaki ilişki (devamı)

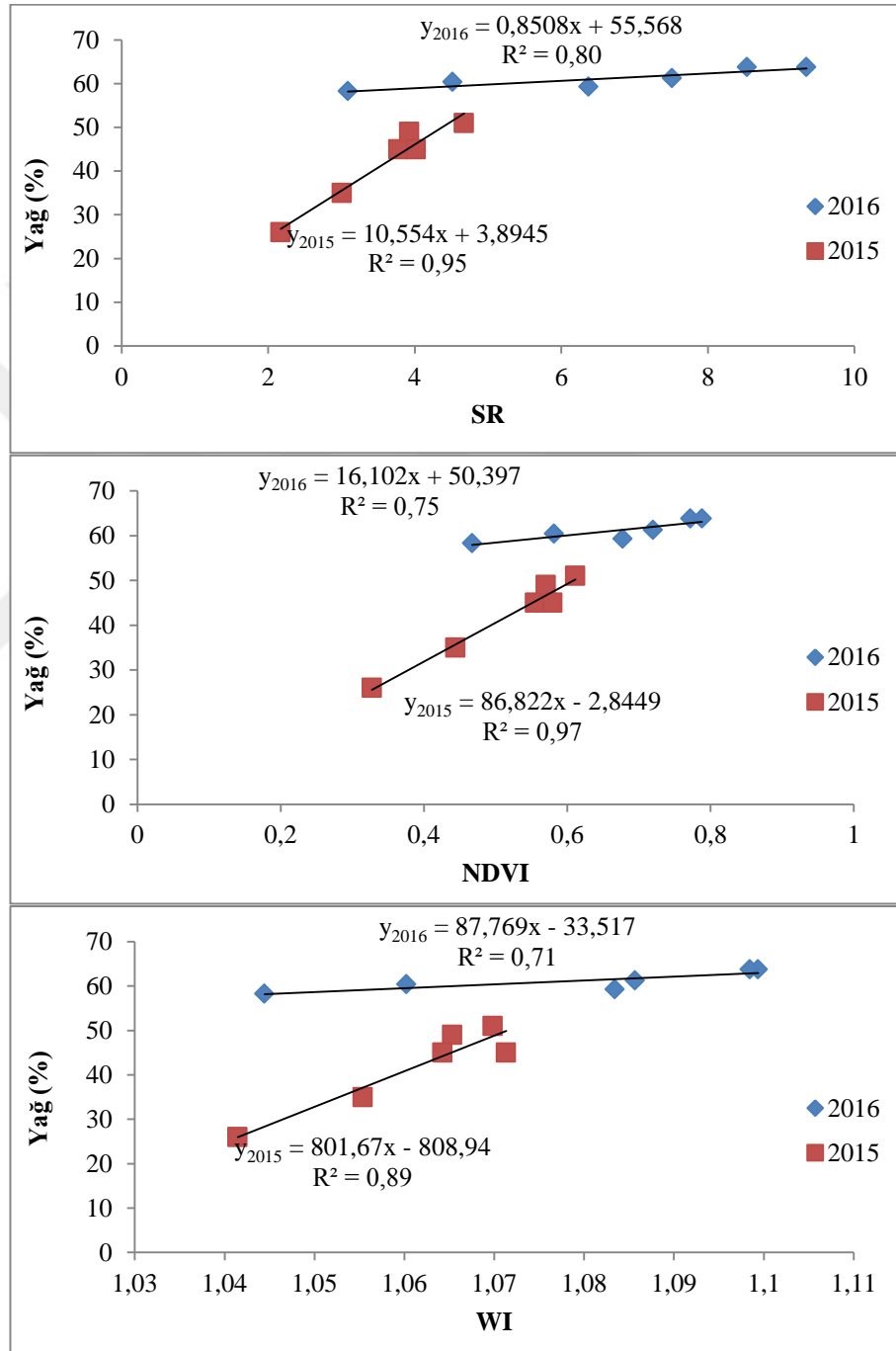


Şekil 3.14. Tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasındaki ilişki (devamı)

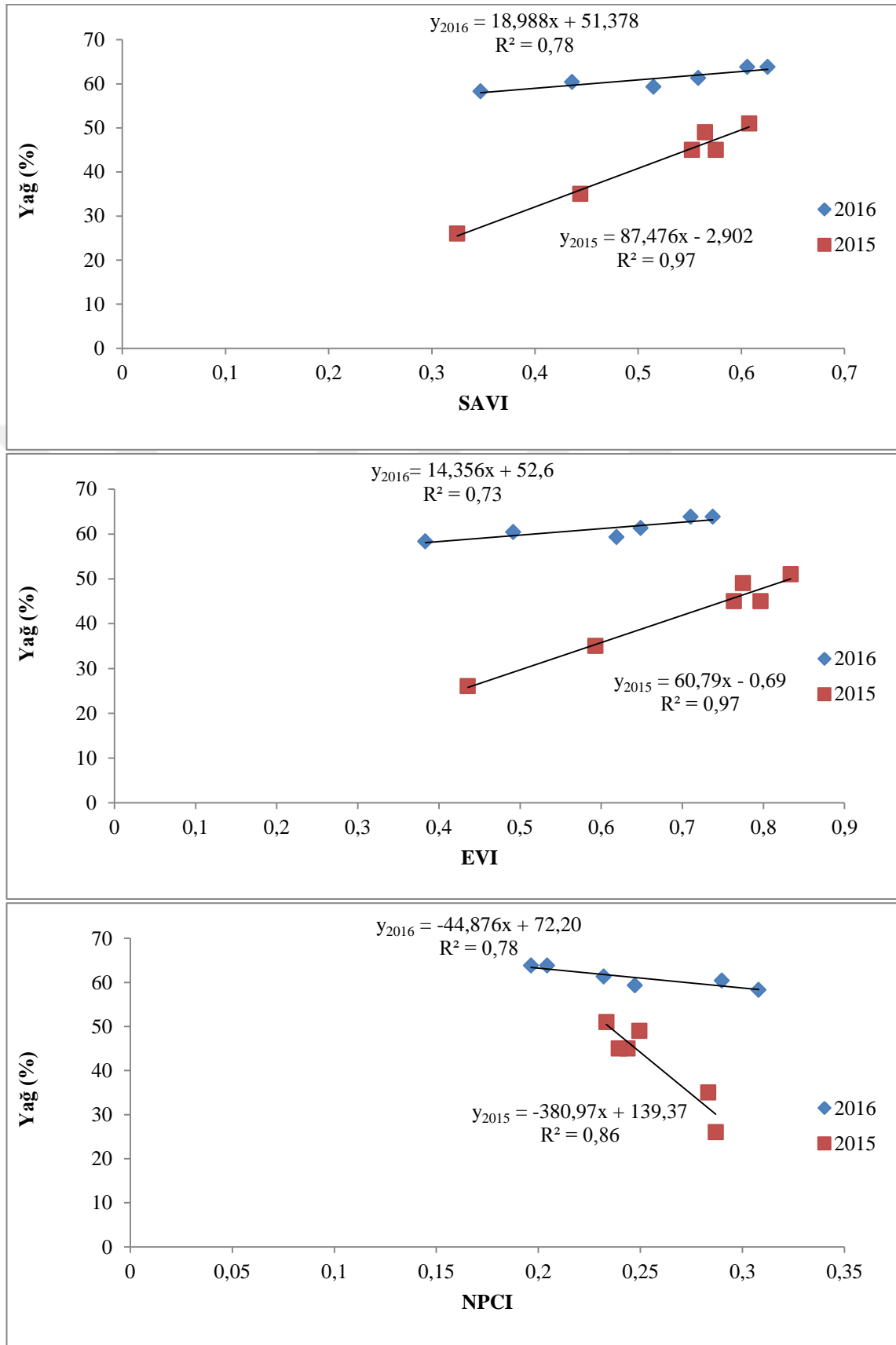
Şekil 3.14 incelendiğinde tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasında hem 2015 yılında hem de 2016 çok önemli korelasyonların olduğu belirlenmiştir. 2015 yılında en düşük korelasyon $R^2=0.57$ ile WI den elde edilirken, en yüksek $R^2=0.88$ ile SR indeksinden elde edilmiştir. 2016 yılında ise tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasında $R^2=0.96-0.99$ değişen yüksek korelasyonlar elde edilmiştir. Genel olarak 2016 yılı tohum verimi ile vejetasyon indeksleri arasındaki ilişki bir önceki yıla göre daha kuvvetli çıkmıştır. Köksal (2006) Ankara’da 7 farklı sulama programı kullanarak yürüttüğü deneme sonucunda verim ile SR ($r=0.95$), NDVI ($r=0.93$), SAVI ($r=0.95$) ve WI ($r=0.96$) indeksleri arasında istatistiksel olarak önemli korelasyonların olduğunu belirtmiştir. Hindistan’da sorgum üzerinde yürütülen bir çalışmada araştırmacılar sorgum verimi ile SR, NDVI ve SAVI indeksleri ile pozitif bir korelasyon olduğunu verim tahmininde bu indekslerin kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Mandal et al. 2007). Bolton ve Friedl (2013) yürüttükleri çalışmada soya verimi tahmininde NDVI indeksinin iyi bir performans gösterdiğini belirlemişlerdir. 2009 yılında İtalya’da damla sulama ile sulanan domateste yürütülen bir çalışmada verim ile vejetasyon indeksleri arasında önemli ilişkilerin olduğu bulunmuştur. Verim ile SAVI ($R^2=0.65$), PVI ($R^2=0.65$), OSAVI ($R^2=0.64$), MCARI ($R^2=0.57$), WDVI ($R^2=0.61$) arasında istatistiki olarak önemli ilişkilerin olduğunu bildirilmiştir (Marino et al. 2014). Chang et al. (2018) çeltik üzerinde yürüttükleri çalışmada verim tahmininde GNDVI ($R^2=0.74$) ve NDVI ($R^2=0.70$) indekslerinin kullanılmasının yararlı olacağını bildirmişleridir. El-Hendawy et al. (2017) buğdayda genotiplerinde tam sulama ve kısıtlı sulama uygulayarak bir deneme yürütmüşlerdir. Deneme boyunca ölçümler sonucu elde ettikleri vejetasyon indeksleri ile verim arasında önemli ilişkilerin olduğunu belirlemişlerdir. Tam sulanan bitkilerde en iyi ilişki DMCI ($R^2=0.81$) ile elde edilirken onu RNDVI ($R^2=0.77$), NMDI ($R^2=0.76$), GNDVI ($R^2=0.75$) takip etmiştir. Kısıtlı sulama uygulanan bitkilerde ise en iyi ilişki NMDI ($R^2=0.77$) indeksinden elde edilmiştir. Onu sırasıyla DMCI ($R^2=0.70$), GNDVI ($R^2=0.69$) ve RNDVI ($R^2=0.65$) takip etmiştir. Deneme sonucu elde ettiğimiz veriler ile daha önce yapılan çalışmalar arasında uyum olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında çerezlik kabakta verim tahmininde vejetasyon indekslerinin kullanışlı olduğu söylenebilir.

Vejetasyon indeksleri ile yağ, protein, yağ asitleri, E vitamini ve mineral maddeler arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Ancak vejetasyon indeksleri ile yağ ve protein arasında

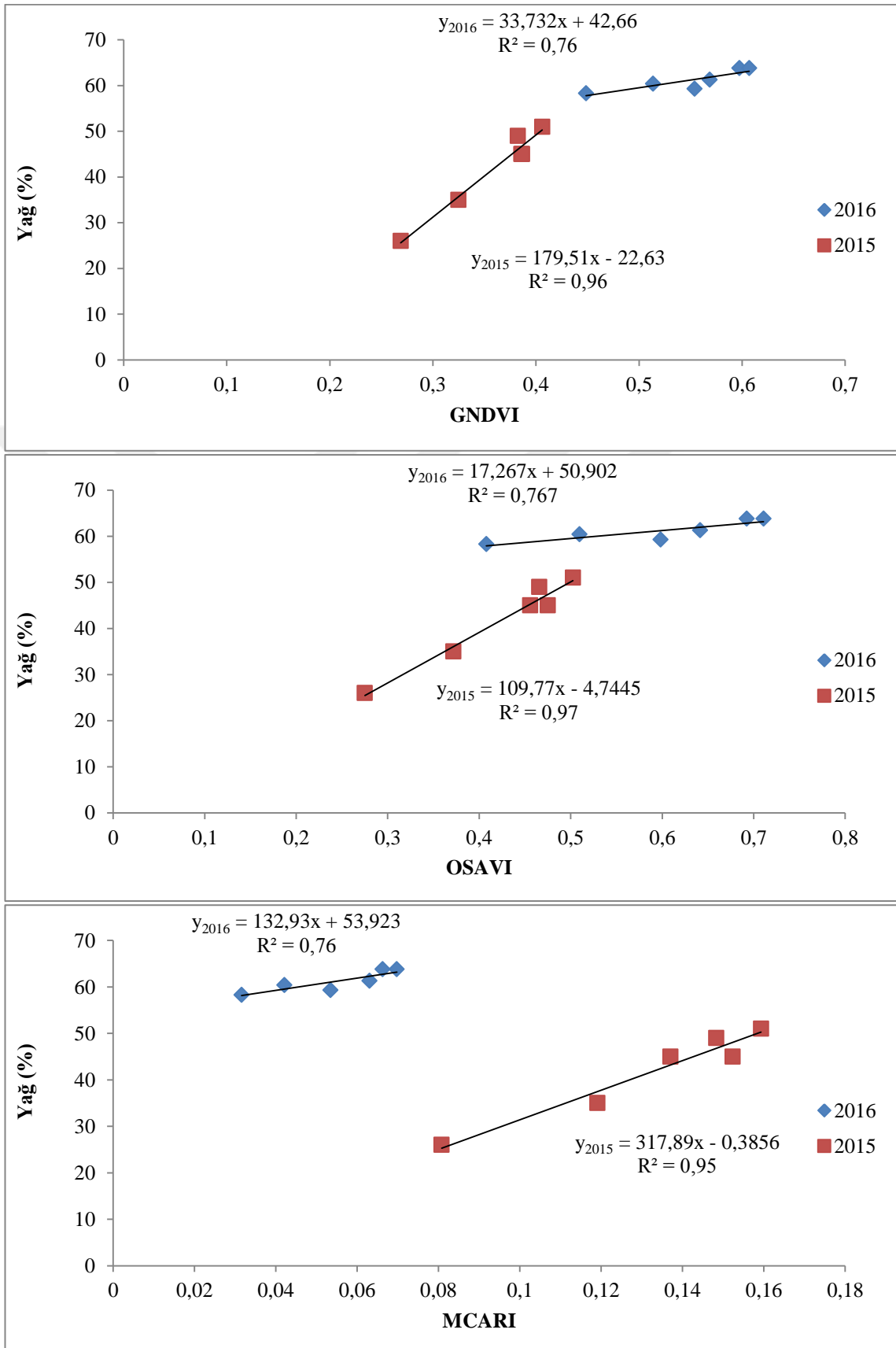
istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler varken yağ asitleri, mineral maddeler ve E vitamini içeriğinde anlamlı ilişkiler çıkmamıştır. Bu yüzden sadece vejetasyon indeksleri ile yağ ve protein arasındaki ilişkiler burada gösterilmiştir. Deneme sonucu elde edilen ilişkiler Şekil 3.15-3.16'da gösterilmiştir.



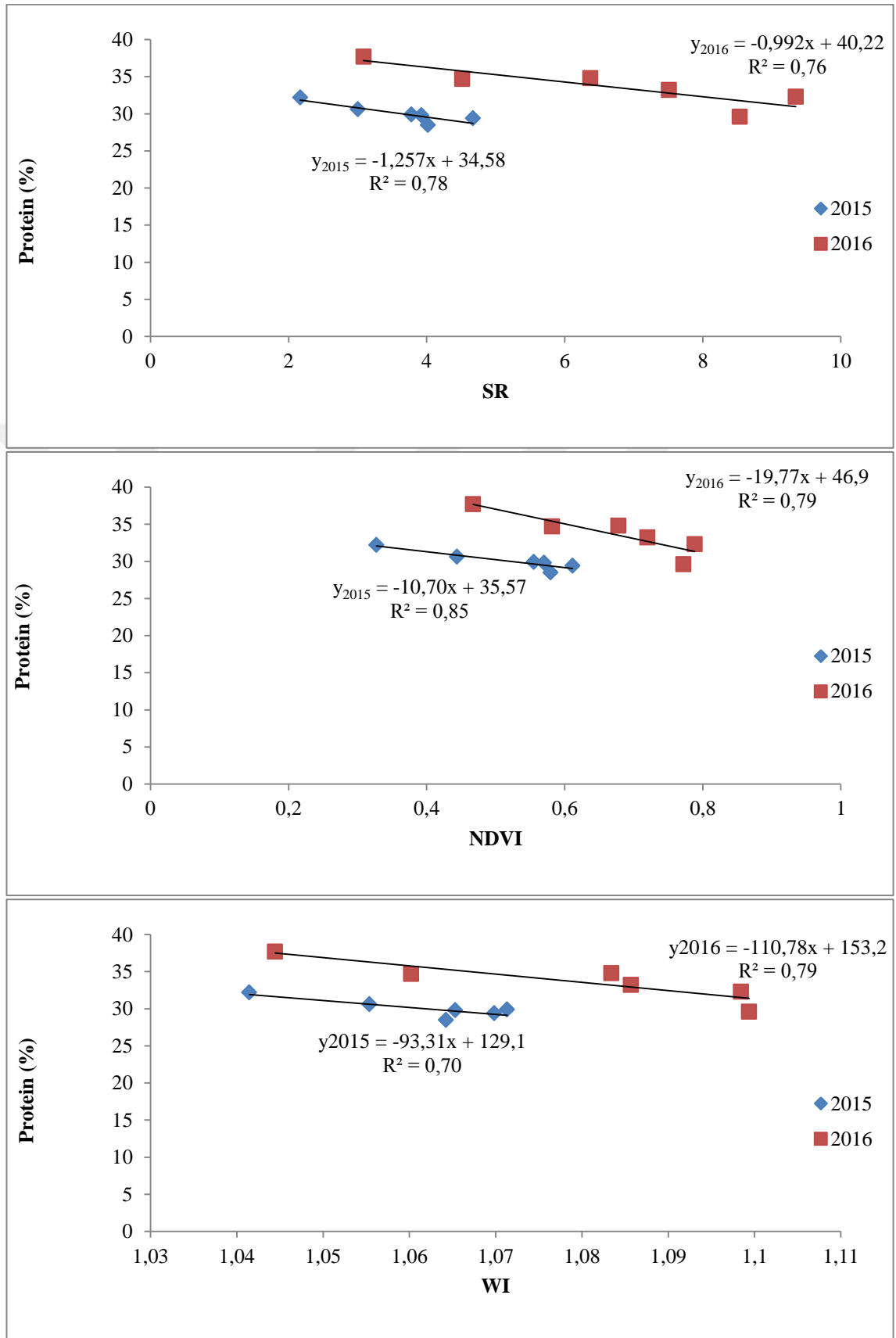
Şekil 3.15. Vejetasyon indeksleri ile tohumların yağ içeriği arasındaki ilişki



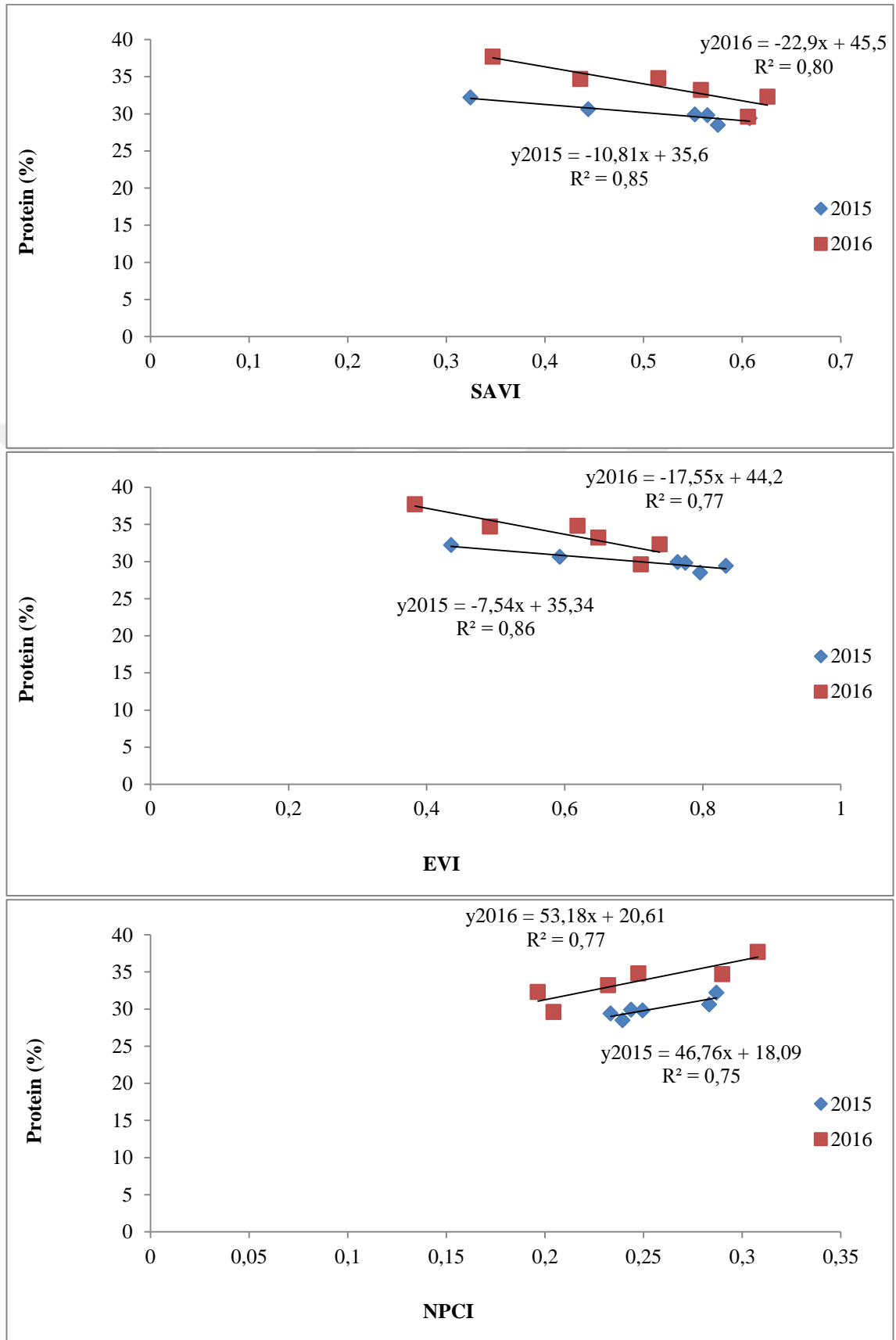
Şekil 3.15. Vejetasyon indeksleri ile tohumların yağ içeriği arasındaki ilişki (devamı)



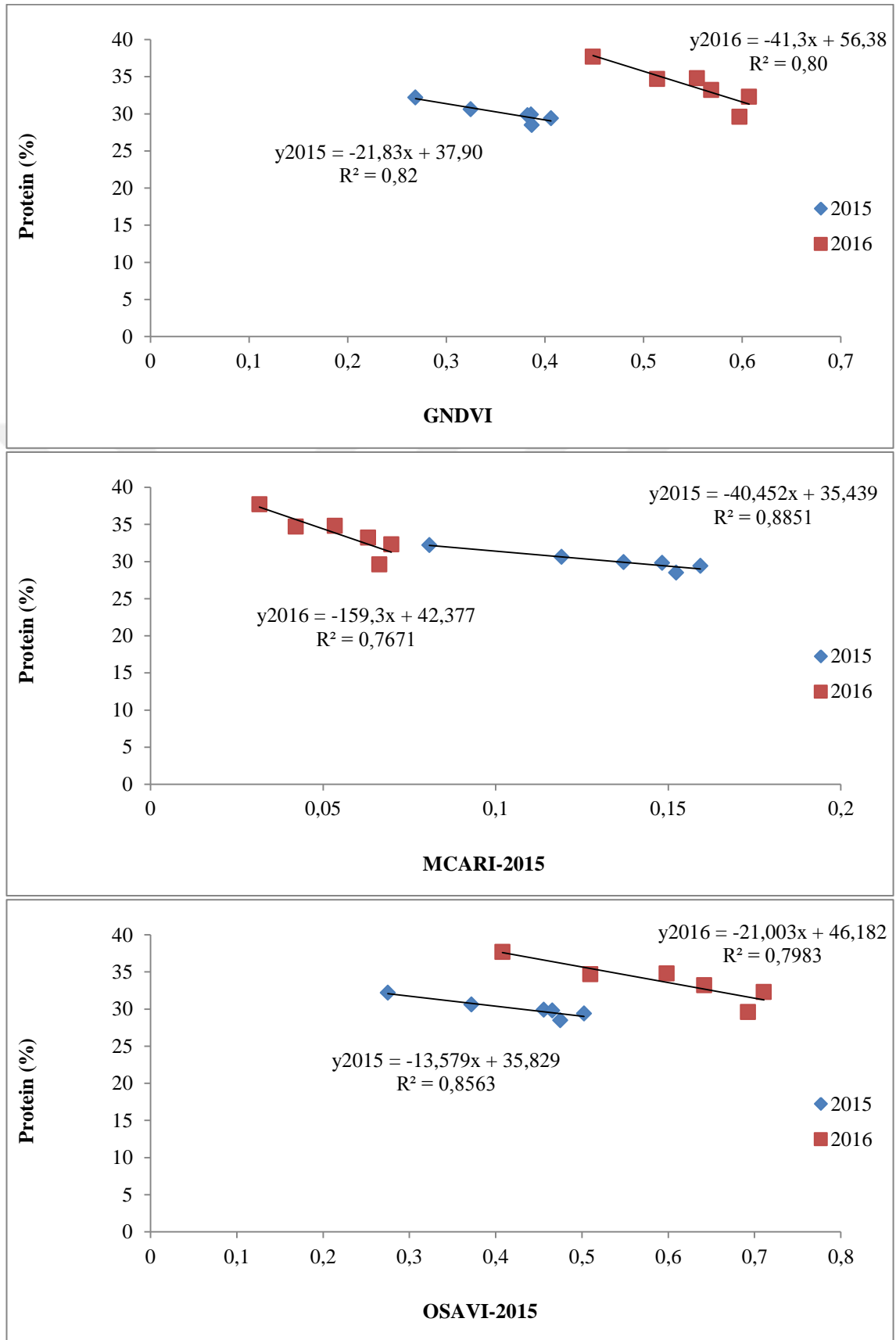
Şekil 3.15. Vejetasyon indeksleri ile tohumların yağ içeriği arasındaki ilişki (devamı)



Şekil 3.16. Vejetasyon indeksleri ile tohumların protein içeriği arasındaki ilişki



Şekil 3.16. Vejetasyon indeksleri ile tohumların protein içeriği arasındaki ilişki (devamı)



Şekil 3.16. Vejetasyon indeksleri ile tohumların protein içeriği arasındaki ilişki (devamı)

Hem 2015 yılında hem de 2016 yılında tüm vejetasyon indeksleri ile protein ve yağ içeriği arasında önemli istatistiki ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Genel olarak 2016 yılında 2015 yılına göre ilişkiler biraz düşük çıkmıştır. 2015 yılında vejetasyon indeksi ile yağ arasında $R^2=0.86-0.97$ arasında değişen korelasyonlar elde edilirken, 2016 yılında $R^2=0.71-0.80$ arasında korelasyonlar elde edilmiştir. 2015 yılında yağ ile EVI, SAVI, NDVI arasında en yüksek ilişkiler varken en düşük NPCI arasında elde edilmiştir. 2016 yılında ise en yüksek ilişki SR indeksinden elde edilirken, en düşük WI arasında elde edilmiştir. 2015 yılında vejetasyon indeksi ile protein arasında $R^2=0.70-0.89$ arasında değişen korelasyonlar elde edilirken, 2016 yılında $R^2=0.76-0.80$ arasında korelasyonlar elde edilmiştir. 2015 yılında protein ile MCARI arasında en yüksek ilişkiler varken en düşük WI arasında elde edilmiştir. 2016 yılında ise en yüksek ilişki GNDVI ve SAVI indeksinden elde edilirken, en düşük SR arasında elde edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular önceki çalışmalar ile uyum göstermektedir. Li-Hong et al. (2007) Çin’de yürüttükleri çalışmada buğdayda farklı gelişme dönemlerinde protein içeriğinin tahmin edilmesinde vejetasyon indekslerinin kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda NDVI ile protein içeriği arasında $R^2=0,61$ gibi bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. Apan et al. (2011) Avustralya’da buğday üzerinde yürüttükleri çalışmada SR ve OSAVI indeksleri ile protein arasında önemli ilişkilerin olduğunu bildirmişlerdir. Martin et al. (2007) soya üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda vejetasyon indeksleri ile yağ ve protein arasında önemli ilişkilerin olduğunu bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz veriler sayesinde çerezlik kabakta protein ve yağ içeriğinin tahmin edilmesinde vejetasyon indekslerinin kullanışlı olduğu söylenebilir.

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

- 1) Farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabak verimi üzerinde istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar meydana getirmiştir. her iki yetiştirme sezonunda da sulama ile verim 3 kat artış göstermiştir.
- 2) Çerezlik kabak bitkisi genel olarak kurak şartlarda yetiştirilen ve kurağa dayanıklı bir bitki olarak bilinmektedir. Deneme sonucu çerezlik kabak bitkisi için k_y değeri 2015 yılı için 1,03, 2016 yılı için 0,93 ve ortalama olarak 0,98 olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlar çerezlik kabak bitkisinin su stresine karşı dayanıklı olduğunu ancak sulama imkânı olan yerlerde sulama ile verim artışlarının olacağı söylenebilir.
- 3) Cap_1 konusu diğer konular ile karşılaştırıldığında verim açısından I_{40} konusu ile yakın değerler aldığı görülmüştür.
- 4) Araştırmamızda CWSI hesaplaması için gerekli olan alt baz denklemi 2015 yılında $T_c-T_a=-2,3142*VPD+4,1735$ olarak hesaplanırken 2016 yılında ise $T_c-T_a=-2,99*VPD+6,7603$ olarak hesaplanmıştır. Her iki yıl birleştirildiğinde ise LL eşitliği $T_c-T_a=-2.3728 \times VPD+4.4254$ ($R^2=0.75$) ve UL hattı 8.10 °C olarak bulunmuştur.
- 5) Elde edilen CWSI değeri ile verim, tohum kalitesi ve ET_a özellikleri arasında önemli istatistiki ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir.
- 6) Farklı sulama suyu düzeyleri çerezlik kabakta Ca, Mg ve P içeriklerine mineral madde içeriklerine etkisi olurken diğer mineral madde içeriklerine bir etkisi olmamıştır.
- 7) İçerdiği yağ ve asitleri bakımından insan beslenmesinde önemli bir yeri olan çerezlik kabakta farklı sulama suyu düzeyleri yağ asitleri içeriğinde istatistiksel olarak bir fark oluşturmaz iken, yağ içeriğinde önemli farklılıklar oluşturmuştur. Su miktarı arttıkça yağ içeriğinde artış olduğu bulunmuştur.

8) Tarla bazlı uzaktan algılama yöntemlerinden biri olan spektrodymetre ile alınan yansıma oranları farklı sulama suyu düzeylerinin oluşturduğu farklılıkları göz önüne koymuştur. Elde edilen yansıma oranlarından 9 vejetasyon indeksi elde edilmiş ve vejetasyon indekslerinin verim, ET_a/ET_0 oranı, ET , yağ, protein içerikleri ile önemli ilişkilere sahip olduğu belirlenmiştir.

9) Daha önce çerezlik kabakta CWSI ve spektral yansıma oranları konusunda bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada çerezlik kabakta hem CWSI değerleri belirlenmiş, hem de farklı sulama suyu uygulamaları sonucu oluşan farklı yansıma oranları belirlenmiştir. Bu yansıma oranlarından elde edilen vejetasyon indeksleri ile bitki özellikleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Daha önce çerezlik kabakta böyle bir çalışmanın olmaması nedeniyle bu tez çalışması literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmuş olmaktadır.

4.2. Öneriler

1) Sulama imkanı olan alanlarda çerezlik kabak bitkisinin su ihtiyacının tam olarak karşılanması verim ve kalite açısından önem arz etmektedir. Su kaynağı yetersiz ise yapılacak %20 su kısıntısı istatistiksel olarak verimde önemli bir kayba neden olmadığı için önerilebilir. Kayseri bölgesinde çerezlik kabak sulamasında I_{80} konusu önerilmektedir.

2) Pan buharlaşma kabı kullanılarak çerezlik kabakta sulama programlaması için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

3) Elde edilen CWSI değerlerinin çerezlik kabakta sulama programlamasında başarılı bir şekilde kullanılabilmesi söylenebilir. CWSI değeri 0.16-0.22 arasında olduğunda sulama yapılması önerilmektedir. Ayrıca diğer bitki özelliklerinin tahmin edilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilmesi söylenebilir.

4) Spektrodymetre okumaları sonucu elde edilen vejetasyon indekslerinin çerezlik kabak bitkisinde özellikle ET_a ve verim tahmininde başarılı bir şekilde kullanılabilmesi ve sulama programlamasında önemli karar destek araçlarından bir olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- AACC., (2000). Approved Methods. 10th ed, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Ahi, Y., Orta, H., Gündüz, A., Gültaş, H.T., (2015). The Canopy Temperature Response to Vapor Pressure Deficit of Grapvine cv. Semillion and Razaki. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 4:399-407.
- Ahmadi, S.H., Agharezaee, M., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., (2017). Comparing Canopy Temperature and Leaf Water Potential as Irrigation Scheduling Criteria of Potato in Water-Saving Irrigation Strategies. **International Journal of Plant Production**, 11(2): 1735-6814.
- Akpınar, Y., (2016). İç Anadolu Bölgesinde Toprak Neminin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Toprak Nem Sensörlerinin Değerlendirilmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Alderfasi, A.A., Nielsen, D., (2001). Use of Water Stress Index for Monitoring Water Status and Scheduling Irrigation in Wheat. **Agricultural Water Management**, 47:69-75.
- Al-Khalifa, A.S., (1996). Physicochemical characteristics, fatty acid composition, and lipoxygenase activity of crude pumpkin and melon seed oils. **J. Agric. Food Chem.** 44:964-966.
- Allen, R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. 1998. "Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements", Irrigation and Drain, Paper No.56.FAO, Rome, Italy, p.300.
- Al-Omran, A.M., Mohammad, F.S., Al-Ghobari, H.M., Alazba, A.A., (2004). Determination of Evapotranspiration of Tomato and Squash Using Lysimeters in Central Saudi Arabia. **International Agricultural Engineering Journal**, 13:27-36.

- Al-Omran, A., Sheta, A.S., Falatah, A.M., Al-Harbi, A.R., (2005). Effect of Drip Irrigation on Squash (*Cucurbita pepo*) Yield and Water-Use Efficiency in Sandy Calcareous Soils Amended With Clay Deposits. **Agricultural Water Management**, **73**(1):43-55.
- Amer, K.H. (2011). Effect of Irrigation Method and Quantity on Squash Yield and Quality. **Agricultural Water Management**, **98**(2011) 1197-1206.
- AOAC., (2000). 'Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Apan, A., Kelly, R., Phinn, S., Strong, W., Lester, D., Butler, D., Robson, A. (2006). Predicting grain protein content in wheat using hyperspectral sensing of in-season crop canopies and partial least squares regression. **International Journal of Geoinformatics**, **2**(1), 93-108.
- Aparicio. N., Viellegas. D., Casadesus. J., Araus. J.L. and Royo. C. (2000). Spectral vegetation Indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. **Agronomy J.** **92**:83-91.
- Ardabili, A.G., Farhoosh, R., Haddad Khodaparast, M.H., (2011). Chemical Composition and Physicochemical Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *pepo* Var. *Styriaca*) Grown in Iran. **Journal of Agricultural Science Technology**, **13**:1053-1063.
- Argyrokastritis, I.G., Papastilianou, P.T., Alexandris, S., (2015). Leaf Water Potential and Crop Water Stress Index Variation For Full and Deficit Irrigated Cotton in Mediterranean Conditions. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, **4**:463-470.
- Bakır, R., (2018). Birinci ve İkinci Ürün Çerezlik Kabağın (*Cucurbita pepo L.*) Su Kullanımı, Verim ve Kalitesinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Başıyığıt, L., Albayrak, S., Şenol, H., Akgül, H., (2008). Spektrometre Verileri ile Bitki Besin Elementi İçeriğinin Tahmin Edilebilirliği. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Konya.

- Bausch, W.C., (1993). Soil Background Effects on Reflectance-Based Crop Coefficients for Corn. **Remote Sensing Environment**, **46**:213-222.
- Bausch, W.C., (1995). Remote Sensing of Crop Coefficients for Improving the Irrigation Scheduling of Corn. **Agricultural Water Management**, **27**: 55-68.
- Bolton, D.K., Friedl M.A., (2013). Forecasting Crop Yield Using Remotely Sensed Vegetation Indices and Crop Phenology Metrics. **Agricultural and Forest Meteorology**, **173**: 74-84.
- Candogan, B.N., Sincik, M., Buyukcangaz, H., Demirtas, C., Goksoy, A.T., Yazgan, S., (2013). Yield, Quality and Crop Water Stress Index Relationships for Deficit-Irrigated Soybean [Glycine max (L.) Merr.] in Sub-Humid Climatic Conditions. **Agricultural Water Management**, **118**: 113–121.
- Çamoğlu, G., Aşık, Ş., Genç, L., (2010). Mısır Bitkisinin Su Stresine Karşı Spektral Tepkileri. **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi**, **3** (1):37-43.
- Daughtry, C.S.T., Walthall, C.L., Kim, M.S., Colstoun, E.B., McMurtrey, J.E. (2000). Estimating Corn Leaf Chlorophyll Concentration From Leaf and Canopy Reflectance. **Remote Sensing Environment**, **74** (2): 229-239.
- Doorenbos, J., Kaassam, A.H., (1979). Yield response to water. Irrigation and drainage paper no:33. FAO-Rome.
- Duchemin, B., Hadria, R., Erraki, S., Boulet, G., Maisongrande, P., Chehbouni, A., Escadafal, R., Ezzahar, J., Hoedjes, J.C.B., Kharrou, M.H., Khabba, S., Mougnot, B., Oliosio, A., Rodriguez, J.C., Simonneaux, V., (2006). Monitoring Wheat Phenology and Irrigation in Central Morocco: On the Use of Relationships Between Evapotranspiration, Crops Coefficients, Leaf Area Index and Remotely-Sensed Vegetation Indices. **Agricultural Water Management**, **79**:1-27.
- El-Hendawy, S., Hassan, W.M., Al-Suhaibani, N.A., Schmidhalter, U., (2017). Spectral Assessment of Drought Tolerance Indices and Grain Yield in Advanced Spring Wheat Lines Grown Under Full and Limited Water Irrigation. **Agricultural Water Management**. **182**:1-12.

- Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H., Okursoy, H., (2005). Irrigation Scheduling for Watermelon With Crop Water Stress Index (CWSI). **Journal of Central European Agriculture**, **6**(4):449-460.
- Erdem, Y., Arin, L., Erdem, T., Polat, S., Deveci, M., Okursoy, H., Gültas, H., (2010). Crop Water Stress Index For Assessing Irrigation Scheduling of Drip Irrigated Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica). **Agricultural Water Management**, **98**(1):148–156.
- Ermış, S., (2010). Ekolojinin Kabuklu ve Kabuksuz Çekirdek Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Hatlarında Tohum Verimi ve Çerezlik Kalitesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 153 s. (Doktora Tezi).
- Er-Raki, S., Chehbouni, A., Guemouria, N., Duchemin, B., Ezzahar, J., Hadria, R., (2007). Combining FAO-56 Model and Ground-Based Remote Sensing to Estimate Water Consumptions of Wheat Crops in a Semi-Arid Region. **Agricultural Water Management**, **87**:41-54.
- Er-Raki, S., Chehbouni, A., Boulet, G., Williams, D.G., (2010). Using the Dual Approach of FAO-56 for Partitioning ET into Soil and Plant Components for Olive Orchards in a Semi-Arid Regin. **Agricultural Water Management**, **97**:1769-1778.
- Ertek, A., Şensoy, S., Küçükyumu, C., Gedik, İ., (2004). Irrigation Frequency and Amount Affect Yield Components of Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.). **Agricultural Water Management**, **67**:63-76.
- Fu, C.L, Shi, H., Li, Q.H., (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. **Plant Foods Hum. Nut.**, **61**:73-80.
- Fucs, M., Tanner, C.B., (1966). Infrared Thermometry of Vegetation. **Agronomy Journal**, **58**:597-601.
- Garrot, D.J., Kilby, M.W., Stedman, S.W., Fangmeier, D.D., Ottman, M.J., Harper, J.M., Ray, D.T., (1990). Irrigation Scheduling Using The Crop Water Stress Index in Arizona. **ASAE Publication**, 281-286.

- Gençel, B., (2009). İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stres İndeksini (CWSI) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı Doktora Lisans Tezi.
- Gençoğlan, C., Yazar, A., (1999). Çukurova Koşullarında Yetiştirilen I. Ürün Mısır Bitkisinde İnfrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry, TÜBİTAK, 23:**(87- 95).
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y. J., Merzlyak, M.N., (1996). Use of Green Channel In Remote Sensing of Global Vegetation From EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment. 58** (3): 289-298.
- Glew, R.H., Glew, R.S., Chuang, L.T., Huang, Y.S., Millson, M., Constans, D., Vanderjagt, D.J., (2006). Amino Acid, Mineral and Fatty Acid Content of Pumpkin Seeds (*Cucurbita* spp) and Cyperus esculentus Nuts in the Republic of Niger. **Plants Foods for Human Nutrition, 61:**51-56.
- Gontia, N.K., Tiwari, K.N., (2008). Development of crop water stress index of wheat crop for scheduling irrigation using infrared thermometry. **Agricultural Water Management 95:**1144-1152.
- Gonzalez-Piqueras, J., Calera, A., Gilabert, M. A., Cuesta, A., De la Cruz Tercero, F., (2004). Estimation of crop coefficients by means of optimized vegetation indices for corn. **In Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology V**(Vol. 5232, pp. 110-119). International Society for Optics and Photonics.
- Han, M., Zhang, H., Dejonge, K.C., Comas, L.H., Gleason, S., (2018). Comparison of Three Crop Water Stress Index Models With Sap Flow Measurements in Maize. **Agricultural Water Management, 203:**366-375.
- Heute, A.R., (1988). A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment, 25:**53-70.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., (1990). Crop Yield Response: **Management of Farm Irrigation Systems**, pp.93-122.

- Hunsaker, D.J., Pinter Jr. P.J., Barnes E.M., Kimball B.A. (2003). Estimating Cotton Evapotranspiration Crop Coefficients With a Multispectral Vegetation Index. **Irrigation Science**, **22**: 95-104.
- Hunsaker, D.J., Pinter Jr, P.J., Kimball, B.A. 2005. 'Wheat Basal Crop Coefficients Determined by Normalized Difference Vegetation Index', Irrigation Science, DOI 10.1007/s00271-005-0001-0.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, R.D., Reginato, R.J., Hatfield, J.L., (1981). Normalizing The Stres-Degree-Day Parameter for Environmental Variability. **Agricultural Meteorology**, **24**:45-55.
- Imaeda, N., Tokudome, Y., Ikeda, M., (1999). Foods contributing to absolute intake and variance in intake of selected vitamins, minerals and dietary fiber in middle-aged Japanese. **J. Nutr. Sci. Vitaminol.** **45**(5): 519-532.
- Jackson, R.D., Reginato, R.J., Idso, S.B., (1977). Wheat Canopy Temperature: A Practical Tool for Evaluating Water Requirements. **Water Resources Reserach**, **13**(3):651-656.
- Jackson, R. D., Pinter, Jr.P.J., Reginato, R.J., Idso, S.B., (1980). Hand - held radiometry: A set of notes developed for use at the workshop on hand-held radiometry. Phoenix, Ariz., February 25 –26.
- Jacquemoud, S., Ustin, S.L., (2001). Leaf Optical Properties, a State of The Art: In proceeding 8th international symposium physical meausrements & signatures in remote sensing, CNES, Aussois, France, 8-12 Jan 2001, pp 223-232.
- James, L.G., (1993). Principles of Farm Irrigation System design. Florida: Krieger publishing company.
- Kanber, R., (1984). Irrigation of First and Second Grown Crop Peanut in Çukurova Conditions Using Class-A Pan Evaporation, General Directory of Rural Affairs, No:114(64).
- Kayam, Y., Beyazgül, M., Yazar, A., (2000). Infrared Termometre Tekniğinin Pamuk Sulamasında Kullanılma Olanakları. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, 312-326.

- Keller, J., Bliesner, R.D.,(1990). Sprinkle and Trickle irrigation. Chapman and Hall,115 Fifth Avenue, New York, NY 10003.
- Kırnak, H., Gençoğlan, C., (2001). Use of crop water stress index for scheduling irrigation in second crop corn. **Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **5** (3-4): 67-75.
- Kırnak, H., Gençoğlan, C., Değirmenci, V., (2003). Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**. **34**(2), 117-123.
- Kırnak, H., Yetişir, H., Ünlükara, A., Köksal, E.S., Ulaş, A., Sipahioğlu, O., İrik, H.A., Yılmaz, M., (2017). İç Anadolu Bölgesinde Damla Sulama Sistemi İle Sulanan Çerezlik Kabakta Farklı Sulama Seviyelerinin Bitkisel Gelişim, tohum Verimi ve Kalitesi İle Vejetasyon İndekslerinin Sulama Yönetiminde Kullanımı. TÜBİTAK-TOVAG, 1001, 114O225 Proje Sonuç Raporu.
- Kimura, R., Okada, S., Miura, H., Kamichika, M., (2004). Relationships Among the Leaf Area Index, Moisture Availability, and Spectral Reflectance in an Upland Rice Field. **Agricultural Water Management**, **69**: 83-100.
- Köksal, E.S., (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şeker Pancarının Verim, Kalite ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, Infrared Termometre ve Spektrometre ile Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.
- Köksal, E.S., (2011). Hyperspectral Reflectance Data Processing Through Cluster and Principal Component Analysis for Estimating Irrigation and Yield Related Indicators. **Agricultural Water Management**, **98**(8): 1317-1328.
- Köksal, E.S., Yıldırım, Y.E., (2011). Şeker Pancarı Sulama Zamanı Belirlenmesinde Bitki Su Stres İndeksinin Kullanılma Olanakları. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, **26**:57-62.
- Kuhnlein, H.V., Barthet, V., Farren, A., Falahi, E., Legge, D., Receveur, O., Berti, P., (2006). Vitamins A, D, and E in Canadian Arctic Traditional Food and Adult Diets. **Journal of Food Composition and Analysis**, **19**:495-506.

- Lazos, E.S., (1986). Nutritional, fatty acid and oil characteristics of pumpkin and melon seeds. **J. Food Sci.** **51**:1382-1383.
- Li-Hong, X., Wei-Xing, C., Lin-Zhang, Y., (2007). Predicting Grain Yield and Protein Content in Winter Wheat at Different N Supply Levels Using Canopy Reflectance Spectra. **Pedosphere**, **17**(5):646-653.
- Liu, H. Q., Huete, A. (1995): A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. – **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** **33**(2):457-465.
- Maktav, D., Sunar, F., (1991). Uzaktan Algılama-Kantitatif Yaklaşım (Remote Sensing-A Quantitative Approach; Swain/Davis). Çeviri Kitap, Hürriyet Ofset, İstanbul.
- Mandal, K. U., Victor, U.S., Srivastava, N.N., Sharma, K.L., Ramesh, V., Vanaja, M., Korwar, G.R., Ramakrishna, Y.S., (2007). Estimating Yield of Sorghum Using Root Zone Water Balance Model and Spectral Characteristics of Crop In a Dryland Alfisol. **Agricultural Water Management**, **87**:315-327.
- Marino, S., Aria, M., Basso, B., Leone, A.P., Alvino, A., (2014). Use of Soil and Vegetation Spectroradiometry To Investigate Crop Water Use Efficiency of a Drip Irrigated Tomato. **European Journal of Agronomy**, **59**:67-77.
- Marino, S., Alvino, A., (2015). Hyperspectral Vegetation Indices for Predicting Onion (*Allium cepa* L.) Yield Spatial Variability. **Computers and Electronics in Agriculture**, **116**:109-117.
- Martin, N.F., Bollero, A.G., Bullock, D.G., (2007). Relationship Between Secondary Variables and Soybean Oil and Protein Concentration. **ASABE**, **50**(4):1271-1278.
- Mertens, D., (2005a). AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp1-2, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D., (2005b). AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. Official Methods of Analysis, 18th ed.

- Meru, G., Fu, Y., Levya, D., Sarnoski, P., Yagiz, Y., (2018). Phenotypic relationships among oil, protein, fatty acid composition and seed size traits in *Cucurbita pepo*. **Sci Hort.** **233**:47-53.
- Mohammad, M.J., Hammauri, A., Ferdows, A.E., (2004). Phosphorus Fertigation and Preland Conventional Soil Application of Drip Irrigated Summer Squash. **Journal of Agronomi** **3**(3):162-169.
- Murkovic, M., Hillebrand, A., Winkler, J., Leitner, E., Pfannhauser, W., (1996). Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). **Z Lebensm Unters Forsch**, **203**:216-219.
- Nakic, S.N., Rade, D., Skevin, D., Strucelj, D., Mokrovcak, Z., Bartolic, M., (2006). Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.** **108**:936-943.
- Nawirska-Olszanska, A., Kita, A., Biesiada, A., Sokol-Letowska, A., Kucharska, A.Z., (2013). Characteristics of antioxidant activity and composition of pumpkin seed oils in 12 cultivars. **Food Chem.** **139**:155-161.
- Nederal, S., Skevin, D., Kraljic, K., Obranovic, M., Papesa, S., Bataljaku, A., (2012). Chemical composition and oxidantive stability of roasted and cold pressed pumpkin seed oils. **J. Am.Oil Chem.Soc.** **89**:1763-1770.
- Nerson, H., 2005. Effects of Fruit Shape and Plant Density on Seed Yield and Quality of Squash. **Scientia Horticulturae**, **105**: 293-304.
- Nielsen, D.C., (1990). Scheduling irrigation for soybeans with the crop water stress index (CWSI). **Field Crops Research**, **23**:103-116.
- Nouri, H., Glenn, E.P., Beecham, S., Boroujeni, S.C., Sutton, P., Alaghmand, S., Noori, B., Nagler, P., 2016. Comparing Three Approaches of Evapotranspiration Estimation in Mixed Urban Vegetation: Field-Based, Remote Sensing-Based and Observational-Based Methods. **Remote Sensing**, **8**,492.
- O'shaughnessy, S.A., Evett, S.R., Colaizzi, P.D., Howell, T.A., (2012). A Crop Water Stress Index And Time Threshold For Automatic Irrigation Scheduling Of Grain Sorghum. **Agricultural Water Management**, **107**:122-132.

- Öneş, A., Demir, K., Çakmak, B., Kendirli, B., (1995). Drip Irrigation Scheduling in Head Lettuce Grown in Greenhouse Condition. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kemer-Antalya, p.208.
- Özer, S., (2012). Kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisinin sulama zamanının planlanmasında bitkiye dayalı ölçüm tekniklerinin kullanım olanakları. Namık Kemal Üniv. Biyosistem Müh. Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Penuelas, J., Filella, I., Biel, C., Serrano, L., Save, R., (1993). The Reflectance At The 950-970 nm Region As An Indicator of Plant Water Status. **Int. J. Remote Sensing**, **14**(10): 1887-1905.
- Peñuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J., Field, C.B., (1994). Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen- and water-limited sunflower leaves. **Remote Sens. Environ.** **48**, 135–146.
- Penuelas, J., Pinol, J., Ogaya, R., Filella, I., (1997). Estimation of Plant Water Concentration By The Reflectance Water Index WI (R900/R970). **Int. J. Remote Sensing** **18**:2869-2875.
- Potacnik, T., Cizej, MR., Kosir, I.J., (2018). Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. **J Food Compos Anal.** **69**:7-12.
- Prabhakara, K., Hively, W.D., McCarty, G., (2015). Evaluating The Relationship Between Biomass, Percent Groundcover and Remote Sensing Indices Across Six Winter Cover Fields in Maryland, United States. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, **39**:88-102.
- Rezig, L., Chouaibi, M., Msaada, K., Hamdi, S., (2012). Chemical Composition and Profile Characterisation of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Oil. **Ind. Crops Production**, **37**: 82–87.
- Rojo, F., Kizer, E., Upadhyaya, S., Ozmen, S., Ko-Madden, C., Zhang, Q., (2016). A Leaf Monitoring System for Continuous Measurement of Plant Water Status to Assist in Precision Irrigation in Grape and Almond Crops. **IFAC-Papers online** **49-16**:209-215.

- Rondeaux, G., Steven, M., Baret, F., (1996). Optimization of Soil-Adjusted Vegetation Indices. **Remote Sensing Environment**, **55**: 95-107.
- Rouphael, Y., Colla, G., (2005). Radiation and Water Use Efficiencies of Greenhouse Zucchini Squash in Relation to Different Climate Parameters. **European Journal of Agronomy**, **23**:183-194.
- Sekendur, F., (2017). Çerezlik kabak bitkisinde (*Cucurbita pepo* L.) farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su stresinin verime ve ürün kalitesine etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- Sekerci, A.D., Karaman, K., Yetisir, H., Sagdic, O., (2017). Change in morphological properties and fatty acid composition of ornamental pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* var.ovifera) and their classification by chemometric analysis. **J Food Meas Charact.** **11**:1306-1314.
- Seymen, M., Uslu, N., Türkmen, Ö., Juhaimi, F., Özcan, M.M., (2016a). Chemical Composition and Mineral Contents of Some Hull-Less Pumpkin Seed and Oils. **J. Am. Oil Chem. Soc.** **93**:1095-1099.
- Seymen, M., Yavuz, D., Yavuz, N., Türkmen, Ö., (2016b). Effect On Yield and Yield Components of Different Irrigation Levels in Edible Seed Pumpkin Growing. **International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering**, **10**(5):275-280.
- Sezen, S. M., Yazar, A., Daşgan, Y., Yucel, S., Akyıldız, A., Tekin, S., Akhoundnejad, Y., (2014). Evaluation of crop water stress index (CWSI) for red pepper with drip and furrow irrigation under varying irrigation regimes. **Agricultural Water Management**, **143**:59-70.
- Stevenson, D.G., Eller, F.J., Wang, L., Jane, J.L., Wang, T., (2007). Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **55**:4005-4013.

- Toureiro, C., Serralheiro, R., Shahidian, S., Sousa, A., (2016). Irrigation Management with Remote Sensing: Evaluating Irrigation Requirement for Maize Under Mediterranean Climate Condition. *Agricultural Water Management*.
- Tulukcu, E., Yalcin, H., Ozturk, I., Sagdic, O., (2012). Changes in the fatty acid compositions and bioactivities of clary sage seeds depending on harvest year. *Industrial Crops and Products*, 36, 69-73.
- TÜİK 2016. <http://rapory.tuik.gov.tr/14118508949029401031786289904.html> (Erişim Tarihi: Eylül 2018).
- Tüzüner, A., Kuruncu, N., Gedikoğlu, İ., Eyüpoğlu, F., Börekçi, M., Sönmez, B., Açar, A., (1990). Toprak ve Su Analiz Lab. El Kitabı, Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Gen. Müd. Yay. Ankara, 375s.
- Ünlükara, A., Efiltili Ü., İradeli, N., (2016). Klasik Yetiştiricilik ve Mikro Havza Su Hasadı Tekniği Altında Çerezlik Kabak Ekim Normu ve Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. *13. Ulusal Kültürteknik Kongresi*, 12-15 Nisan, 284-291, Antalya.
- Veysi, S., Naseri, A.A., Hamzeh, S., Bartholomeus, H., (2017). A Satellite Based Crop Water Stress Index For Irrigation Scheduling in Sugarcane Fields. ***Agricultural Water Management*, 189:70-86.**
- Wanjura, D.F., Upchurch, D.R., Mahan, J.R. 1992. Automated Irrigation Based on Threshold Canopy Temperature. *ASAE*, 35:145-152.
- Yanmaz, R., (1995). Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği. Ziraat Mühendisleri Eğitim Seminer Notu. Ankara.
- Yanmaz, R., Düzeltir, B., (2003). Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği. Türk-Koop Ekin, Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği Yayın Organı: 26, ISSN-1301515X.
- Yanmaz, R., Ermiş, S., Aras, V., (2010). Çekirdek Kabaklarında Kalite Özellikleri. ***Tarım Türk*, 24(5):62-64.**
- Yanmaz, R., Düzeltir, B., (2004). Kabak Çekirdeğinin (*Cucurbita pepo* L.) Besin Değeri ve Sanayide Kullanım Olanakları. ***Popüler Bilim Dergisi*, 11:19-24.**

Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N., Türkmen, Ö., 2015. Effects of irrigation interval and quantity on the yield and quality of confectionary pumpkin grown under field conditions. **Agricultural Water Management**, **159**:290-298.

Yıldırım, O., (2003). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. A.Ü. Ziraat Fak. No:1536, Ders Kitabı 489, Ankara.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hasan Ali İRİK
 Uyuğu : T.C.
 Doğum Tarihi ve Yeri : 08.05.1988 / KONYA
 Medeni Durumu : Evli
 e-mail : hasanirik@erciyes.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Doktora	ERÜ Fen Bilimleri Enstitüsü	2018
Yüksek Lisans	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2013
Lisans	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisi	2009

YABANCI DİL

İngilizce (İyi)

YAYINLAR

SCI,SSCI,AHCI İNDEKSLERİNE GİREN DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

Kaplan M., Başer M., Kale H., İrik H.A., Ülger İ. , Ünlükara A., "CHANGE IN YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF TALL FESCUE (*Festuca arundinacea* Schreb.) PLANTS UNDER SALT STRESS ", TURKISH JOURNAL OF FIELD CROPS, vol.22, pp.204-210, 2017

DİĞER DERGİLERDE YAYINLANAN MAKALELER

Kirnak H., Varol I.S., İrik H.A., Özaktan H., "Effects of irrigation applied at different growth stages on chickpea yield ", AGRONOMY RESEARCH, vol.15, pp.1928-1933, 2017

Kirnak H., Ünlükara A., İrik H.A., Köksal E.S., "Use of Crop Water Stress Index for Pumpkin Seed ", Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, cilt.30, no.Special Issue, ss.301-306, 2016

Demir B., Kuş Z.A., İrik H.A., Çetin N., "Mersin İli Tarımsal Biyokütle Enerji Eşdeğer Potansiyeli", Alinteri, cilt.29 (B), ss.12-18, 2015

HAKEMLİ KONGRE / SEMPOZYUMLARIN BİLDİRİ KİTAPLARINDA YER ALAN YAYINLAR

Varol I.S., Kirnak H., İrik H.A., Özaktan H., "Effects of Irrigation Applied at Different Growth Stages on Chickpea Yield", 2th International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, İZMİR, TÜRKİYE, 2-5 Nisan 2018, pp.482-482

Kirnak H., İrik H.A., Ünlükara A., Köksal E.S., "Vegetation Index Usage for Yield Estimation of Pumpkin Seed Under Drip Irrigation ", International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, İZMİR, TÜRKİYE, 2-5 Nisan 2018, pp.183-183

Kirnak H., Karaca L., İrik H.A., "Assessment of Irrigation System Performance of Ağcaşar Water User Association in Kayseri ", International Conference on Agriculture, Forest, Food, Veterinary Sciences and Technologies, İZMİR, TÜRKİYE, 2 Nisan - 5 Mayıs 2018, pp.182-182

Varol I.S., Kirnak H., İrik H.A., Özaktan H., "Effect of Different Irrigation Levels at Different Growth Stages on Chickpea under Drip irrigation", 2th International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies , İZMİR, TÜRKİYE, 2-5 Nisan 2018, pp.481-481

Kirnak H., Uzun S. , İrik H.A., Yılmaz M., Özaktan H., Arslan M., "WATER AND YIELD RELATIONSHIP FOR DRIP IRRIGATED PEA IN KAYSERİ CONDITIONS", II INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING TECHNOLOGY AND INNOVATION, BUDAPEŞTE, MACARİSTAN, 7-11 Mart 2018, pp.70-70

Kirnak H., İrik H.A., Sipahioğlu O., Ünlükara A., Yılmaz M., "EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION LEVELS ON OIL AND FATTY ACID COMPOSITION OF PUMPKIN SEEDS", II INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING TECHNOLOGY AND INNOVATION, BUDAPEŞTE, MACARİSTAN, 7-11 Mart 2018, ss.71-71

Gerçek S., İrik H.A., Varol I.S., Çetin N., "ARAZİ TOPLULAŞTIRMASININ SOSYAL VE EKONOMİK YÖNÜ SOCIAL AND ECONOMIC AFFECT OF LAND CONSOLIDATION ", AL-FARABI 1st International Congress on Social Sciences , GAZİANTEP, TÜRKİYE, 11-14 Mayıs 2017, pp.405-405

Kaplan M., Kale H., İrik H.A., Ünlükara A., "The effects of different nitrogen doses and irrigation levels on yield and plant water consumption of silage corn", 8th International Conference on Biosystems Engineering, Tartu, ESTONYA, 11-13 Mayıs 2017, pp.145-145

Varol I.S., Kirnak H., İrik H.A., Özaktan H., "Vegetative and Generative Characteristics of Chickpea as Effected by Irrigations at Different Growth Stages", International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies , NEVŞEHİR, TÜRKİYE, 15-17 Mayıs 2017, vol.1, pp.1-1

Kirnak H., İrik H.A., Ünlükara A., Yılmaz M., "Crop Coefficients for Pumpkin Seed Plants", 8th International Conference on Biosystems Engineering, Tartu, ESTONYA, 11-13 Mayıs 2017, pp.147-147

Kirnak H., İrik H.A., "Potential Use of Vegetation Index Values in ET estimation of Pumpkin Seed Plants", 2nd INTERNATIONAL BALKAN AGRICULTURE CONGRESS, TEKİRDAĞ, TÜRKİYE, 16 Mayıs - 18 Kasım 2017, pp.1020-1026

Kirnak H., Karaca L., İrik H.A., Varol I.S., "Performance Evaluation of Irrigation Scheme of Zamantı Irrigation Association in Kayseri", International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, NEVŞEHİR, TÜRKİYE, 15-17 Mayıs 2017, pp.42-42

Gerçek S., İrik H.A., Varol I.S., Çetin N., "OSMANLI DEVLETİ SULAMA ŞEBEKELERİ: KONYA OVASI SULAMA PROJESİ ÖRNEĞİ OTTOMAN EMPIRE IRRIGATION NETWORKS: KONYA PLAIN IRRIGATION PROJECT EXAMPLE", AL-FARABI 1st International Congress on Social Sciences, GAZİANTEP, TÜRKİYE, 11-14 Mayıs 2017, pp.332-332

Kirnak H., Varol I.S., İrik H.A., Özaktan H., "Nohut Bitkisinde Farklı Gelişim Dönemlerinde Uygulanan Ek Sulamanın Ham Protein, Ham yağ ve Ham Kül içeriğine Etkisi", 2. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi, TOKAT, TÜRKİYE, 29 Haziran - 1 Temmuz 2017, ss.1-1

Gökalp Z., Karaman S., İrik H.A., Varol I.S., "Biogas Production from Livestock Manure of Dairy Facilities ", 2. ASM INTERNATIONAL WORKSHOP OF COMPOSTING AND BIOGAS TECHNOLOGIES, ANTALYA, TÜRKİYE, 16-18 Kasım 2017, pp.19-19

Gökalp Z., Karaman S., İrik H.A., Varol I.S., "Poultry Litter Composting Practices of Turkish Farmers ", 2. ASM INTERNATIONAL WORKSHOP OF COMPOSTING AND BIOGAS TECHNOLOGIES, ANTALYA, TURKEY, ANTALYA, TÜRKİYE, 16-18 Kasım 2017, pp.18-18

İrik H.A., Kirnak H., Ulaş A., "Effects Of Deficit Irrigation On Some Physiologica Parameters Of Pumpkin Seed", International Conference On Sustainable Development, Üsküp, MAKEDONYA, 19-23 Ekim 2016, pp.192-198

Kirnak H., Akpınar Y. , Ünlükara A., İrik H.A., "Field Calibration Of Neutron Moisture Meter For Measuring Soil Water Content In Loamy Soils", International Conference On Sustainable Development, Üsküp, MAKEDONYA, 19-23 Ekim 2016, pp.35-39

İrik H.A., Kirnak H., "Çerezlik Kabak Sulama Stratejileri", 2. İç Anadolu Bölgesi Tarım ve Gıda Kongresi, NEVŞEHİR, TÜRKİYE, 28-30 Nisan 2015, ss.667-667

Demir B., İrik H.A., Kuş Z.A., "Bursa İli Bitki Koruma Makineleri Parkı", 1. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi, BURSA, TÜRKİYE, 9-11 Haziran 2015, ss.P47-47

Demir B., Örs S. , İrik H.A., "Bursa İlinin Örtü Altı Üretim Projeksiyonu", 1. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi, BURSA, TÜRKİYE, 9-11 Haziran 2015, ss.P16-16

İrik H.A., Gökalp Z., "Hayvan barınaklarında havalandırma sistemleri", 1. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi, BURSA, TÜRKİYE, 9-11 Haziran 2015, ss.3-3

Ünlükara A., İrik H.A., Ekinci Ö. , Akpınar Y. , "Türkiye'de Kısıtlı Su Kaynaklarının Etkin Kullanımında Sulama Yönetiminin Önemi", VIII. Öğrenci Kurultayı, ANKARA, TÜRKİYE, 1-2 Aralık 2012, ss.122-130