

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



FARKLI SULAMA VE AZOT UYGULAMALARININ ŞEKER OTUNUN (*Stevia rebaudiana* Bertoni) VERİM, KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ VE SPEKTORADYOMETRİK ÖLÇÜMLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Gülçin Ece ASLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ŞUBAT 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



FARKLI SULAMA VE AZOT UYGULAMALARININ ŞEKER OTUNUN (*Stevia rebaudiana* Bertoni) VERİM, KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ VE SPEKTORADYOMETRİK ÖLÇÜMLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Gülçin Ece ASLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ŞUBAT 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SULAMA VE AZOT UYGULAMALARININ ŞEKER OTUNUN (*Stevia rebaudiana* Bertoni) VERİM, KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ VE SPEKTORADYOMETRİK ÖLÇÜMLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Gülçin Ece ASLAN
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

(Bu tez Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından TOVAG-114R097 nolu proje ile desteklenmiştir.)

ŞUBAT 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SULAMA VE AZOT UYGULAMALARININ ŞEKER OTUNUN (*Stevia rebaudiana* Bertoni) VERİM, KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ VE SPEKTORADYOMETRİK ÖLÇÜMLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Gülçin Ece ASLAN
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez 28/02/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ (Danışman)

Prof. Dr. Kenan TURGUT

Prof. Dr. Tolga ERDEM

Doç. Dr. Harun KAMAN

Doç Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

ÖZET

FARKLI SULAMA VE AZOT UYGULAMALARININ ŞEKER OTUNUN (*Stevia rebaudiana* Bertoni) VERİM, KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİLERİ VE SPEKTORADYOMETRİK ÖLÇÜMLERLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Gülçin Ece ASLAN

Doktora Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ

Şubat 2018; 128 sayfa

Asteraceae familyasına ait çok yıllık yarı çalimsı bir bitki olan şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bert.) yapay tatlandırıcılara alternatif olarak kullanılabilen, kalorisi olmayan doğal tatlandırıcıların en önemli kaynaklarından biridir. Bitki yetiştirme koşulları ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak şeker otu yapraklarındaki steviosid konsantrasyonunun büyük ölçüde değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Bu çalışmada şeker otu bitkisinin farklı sulama rejimleri altında bitki su tüketimi, bitki gelişimi, verim, kalite parametrelerinin belirlenmesi ve spektoradyometrik yansıma değerlerinin sulama yönetiminde kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Arazi çalışması yağış etkisinin kontrol altına alındığı deneme parsellerinde 2015 ve 2016 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Sulama programı 30 cm'lik bitki kök bölgesinde eksilen toprak suyunun farklı oranlarda yeniden verilmesi prensibine dayandırılarak yapılmıştır. Araştırmada 6 sulama konusu (I120, I100, I80, I60, I40, I20) ve 2 azot fertigasyon (kontrol-sıfır azot-N0 ve önerilen azot-10 kg/da-N1) düzeyi ele alınmıştır. En yüksek verim I120 konusunda belirlenmiştir. Rebaudiosid A ve steviosid içerikleri artan su kısıtı düzeyleriyle (I60, I40 ve I20) azalış göstermiştir. Ayrıca, damla sulamayla yetiştirilen şeker otu bitkisi için spektoradyometrik ölçümlerle farklı dalga boylarında bitki örtüsünden elde edilen yansıma değerleri kullanarak farklı vejetasyon indeksleri (Bant Oranlama İndeksi-VI, Normalize Edilmiş Bitki İndeksi-NDVI, Bitki Ayrım İndeksi-DVI ve Su İndeksi-WI) hesaplanmış ve bu indekslerle bitki gelişimi ve su tüketimi arasındaki ilişki irdelenmiştir. Bu indekslerin su stresinin ayırt edilmesinde oldukça etkili olduğu, bitki gelişim ve verim parametreleri ile kuvvetli ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmayla hem ülkemiz hem de dünyada benzer özelliğe sahip bölgeler için şeker otunun sulamasıyla ilgili birçok temel altlık bilgi ortaya konulmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Stevia, sulama rejimi, bitki su tüketimi, vejetasyon indeksi

JÜRİ: Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ

Prof. Dr. Kenan TURGUT

Prof. Dr. Tolga ERDEM

Doç. Dr. Harun KAMAN

Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

ABSTRACT

THE EFFECTS OF IRRIGATION AND NITROGEN APPLICATIONS ON YIELD AND QUALITY PARAMETERS OF STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) AND THEIR CORELATION WITH SPECTRORADIOMETRIC MEASUREMENTS

Gülçin Ece ASLAN

Ph. D. Thesis in Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ

February 2018; 128 pages

Stevia rebaudiana Bertoni, an herbaceous perennial plant belong to Asteraceae family, is one of the important source of natural sweetening agents with non-calorie that can be used as an alternative to artificial sweeteners. It is known that stevioside concentration in stevia leaves varies widely, depending on the growing conditions and agricultural practices. In this study, it was aimed to determine evapotranspiration, plant development, yield and yield quality parameters and usability of spectroradiometric reflectance values in irrigation management of stevia grown under different irrigation regime. The field work was carried out in the experimental plots under controlled precipitation effect in 2015 and 2016. Irrigation scheduling was based on replenishment of soil water depleted from 30 cm soil depth at different ratios. There were 6 irrigation regimes (I120, I100, I80, I60, I40, I20) and 2 nitrogen (N) fertigation levels (control-zero nitrogen-N0 and recommended nitrogen level for stevia-10 kg/da-N1). The highest yield was determined for I120. Rebaudioside A and stevioside contents decreased with increasing water deficit levels. In addition, different vegetation indexes (Vegetation Index-VI, Normalized Difference Vegetation Index-NDVI, Differenced Vegetation Index-DVI and Water Index-WI) were calculated by using reflectance measurements obtained from plant canopy at different wavelengths by spectroradiometric measurements. In terms of irrigation management, the dynamic interactions among these indexes versus plant growth and seasonal evapotranspiration was established for drip irrigated stevia. With this study, many basic information related to irrigation of stevia has been presented for both our country and as well as for regions of the world with similar characteristics.

KEYWORDS: Stevia, irrigation regime, evapotranspiration, vegetation index

COMMITTEE: Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ

Prof. Dr. Kenan TURGUT

Prof. Dr. Tolga ERDEM

Assoc. Prof. Dr. Harun KAMAN

Assoc. Prof. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

ÖNSÖZ

Ülkemiz gelişmiş bir gıda endüstrisine sahip olmakla birlikte, gıda katkıları bakımından büyük oranda dışa bağımlıdır. Ülkemizin dışa bağımlılığını azaltmaya yönelik gıda katkı maddeleri ve yardımcı maddelerin üretimi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bu araştırma gerek alternatif tıpta gerekse gıda sektöründe önemli bir hammadde olan ve çok çeşitli kullanım alanlarına sahip katma değeri yüksek şeker otu bitkisinin farklı sulama rejimleri ve azot kullanımını altında su tüketimleri, bitki gelişim verim ve kalite parametreleri, farklı verim parametreleri için su-verim tepki katsayısı, sulama suyu kullanım randımanı, sulama rejimi–azot kullanımını etkileşiminin belirlenmesi ve farklı sulama rejimlerinde spektral yansıma verileri elde edilerek bu ölçümlerin bitkide su stresinin ortaya konulması ile ilgili önemli bilimsel eksikliklerin tamamlanması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın yürütücüsü olduğu TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanmasını sağlayan ve araştırmam süresince desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam ve danışmanım Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ'a, değerli görüşlerinden yaralandığım tez izleme komitesi üyelerim Prof. Dr. Kenan TURGUT ve Doç. Dr. Harun KAMAN'a, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen hocam Prof. Dr. Namık Kemal SÖNMEZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca gerek arazide gerek laboratuvarında gece gündüz yardımlarını esirgemeyen dostlarım Arş. Gör. Ahmet TEZCAN, Arş. Gör. Cihan KARACA, Arş. Gör. Begüm TÜTÜNCÜ, Arş. Gör. Begüm POLAT, Hazel EKİZOĞLU ve canım kardeşim Türker BACALAN'a, gerek bilgi birikimi gerekse manevi olarak daima desteğini hissettiğim Dr. Buket YETGİN UZ'a çok teşekkür ederim. Lisansüstü eğitimim süresince bana pek çok şey öğreten, her daim bilgi birikimlerinden ve tecrübelerinden yararlandığım tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak hayatım boyunca her zaman her koşulda yanımda olup hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan başta annem olmak üzere tüm aileme ve çalışmamın her aşamasında desteğini gördüğüm sevgili eşim Mehmet Ali ASLAN'a çok teşekkür ederim. Araştırmam süresince onu çok ihmal ettiğimi düşündüğüm, enerjisiyle, neşesiyle beni her daim motive edip mutlu kılan oğlum Ali Çınar ASLAN'a sonsuz minnettarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1. Şeker Otu Bitkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	3
2.2. Bitki Su Tüketimi	7
2.3. Azotlu Gübre Kullanımı.....	11
2.4. Bitkisel Üretimde Yersel Ölçüm Teknikleri	13
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Çalışma alanı	17
3.1.2. Toprak özellikleri	17
3.1.3. İklim özellikleri	17
3.1.4. Bitki materyali.....	18
3.2. Metot	19
3.2.1. Arazi işlemleri ve denemenin kurulması.....	19
3.2.2. Sulama uygulamaları ve fertigasyon	21
3.2.3. Bitkide yapılan gözlem ve ölçümler.....	23
3.2.3.1. Radyometrik ölçümler.....	23
3.2.3.2. Bitki su tüketimi, bitki katsayısı, verim tepki etmeni ve sulama suyu kullanım randımanı	25
3.2.3.3. Şeker otu bitkisinde bazı bileşen analizleri.....	26
3.2.4. Toprak analizleri	27
3.2.5. İstatistiksel analizler	28
4. BULGULAR	29
4.1. Sulama ile İlgili Genel Bulgular.....	29
4.2. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Bitki Gelişimi, Klorofil İçeriği İndeksi ve Stoma İletkenliğine Etkisi	32

4.3. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi	43
4.4. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Kalite Parametrelerine Etkisi	48
4.5. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Bitki Katsayısı, Verim Tepki Etmeni ve Sulama Suyu Kullanım Randımanına Etkileri	56
4.6. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Radyometrik Ölçümlere Etkisi.....	63
4.6.1. Şeker otu bitkisinin mavi dalga boyundaki yansıma değişimleri.....	63
4.6.2. Şeker otu bitkisinin yeşil dalga boyundaki yansıma değişimleri	67
4.6.3. Şeker otu bitkisinin kırmızı dalga boyundaki yansıma değişimleri	70
4.6.4. Şeker otu bitkisinin yakın kızılötesi dalga boyundaki yansıma değişimleri.....	73
4.6.5. Normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler	76
4.6.6. Bant oranlama indeksi (VI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler	79
4.6.7. Bitki ayırım indeksi (DVI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler.....	82
4.6.8. Su indeksi (WI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler.....	85
4.6.9. Vejetasyon indeksleri ve bazı parametreler arasındaki ilişkiler.....	88
5. TARTIŞMA.....	112
5.1. Farklı Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Bitki Gelişimi, Verim ve Kalite Parametrelerine Etkileri.....	112
5.2. Farklı Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Bitki Katsayısı, Verim Tepki Etmeni ve Sulama Suyu Kullanım Randımanına Etkileri.....	114
5.3. Farklı Sulama Düzeyleri ve Azot Uygulamalarının Yansıma Oranları ve Spektral İndekslere Etkileri	115
6. SONUÇ	117
7. KAYNAKLAR.....	120
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum ‘‘Farklı sulama ve azot uygulamalarının şeker otunun (*Stevia rebaudiana* Bertoni) verim, kalite parametrelerine etkileri ve spektrometrik ölçümlerle ilişkilendirilmesi’’ adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

Tarih: 28/02/2018

Gülçin Ece ASLAN

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

CaSO ₄	: Kalsiyum sülfat
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
C _r	: Kapilar yükselme
D	: Islatılan toprak derinliği
d	: Uygulanan sulama suyu miktarı
da	: Dekar
D _p	: Derine sızma kayıpları
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
H ₂ O	: Su
ha	: Hektar
I	: Sulama
K	: Potasyum
K ₂ O	: Potasyum oksit
k _c	: Bitki katsayısı
kg	: Kilogram
K _y	: Verim tepki faktörü
L	: Litre
m	: Metre
M	: Molar
m ²	: Metrekare
mg	: Miligram

mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Azot
NH ₄	: Amonyum
nm	: Nanometre
NO ₃ ⁻	: Nitrat
P	: Islatılan alan yüzdesi
P ₂ O ₅	: Fosfor peroksit
P _n	: Fotosentez oranı
P _{vm}	: Hacim yüzdesi cinsinden sulama öncesi ölçülen toprak suyu miktarı
P _{vtk}	: Hacim yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi
R	: Etkili yağış
R ²	: Korelasyon katsayısı
R _f	: Yüzey akışı
s	: Saniye
t	: Ton
TEAK	: Torolox eşdeğer antioksidan kapasitesi
T _r	: Transpirasyon oranı
Y _a	: Gerçek verim
Y _m	: Maksimum verim
Δ _s	: Toprak profilindeki ekim başı ve son hasat arasındaki su içeriği değişimi
%	: Yüzde
°C	: Santigrad derece

Kısaltmalar

AP	: Elma posası
ASCII	: Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi
BI	: Bitki Yansıma İndeksi
CCCI	: Bitki Klorofil Konsantrasyon İndeksi
CL	: Killi Tın
CWSI	: Bitki Su Stresi İndeksi
DAP	: Diamonyum Fosfat
DVI	: Bitki Ayrım İndeksi
EC	: Elektriksel İletkenlik
ET	: Bitki Su Tüketimi
ET _m	: Maksimum Bitki Su Tüketimi
ET ₀	: Potansiyel Bitki Su Tüketimi
FYM	: Çiftlik Gübresi
HA	: Hacim Ağırlığı
KS	: Kısıntılı Sulama
NDSI	: Normalize Edilmiş Tuzluluk İndeksi
NDVI	: Normalize Edilmiş Vejetasyon İndeksi
OM	: Organik Madde
PWC	: Bitki Su İçeriği
RE	: Kırmızı Eşik
Reb A	: Rebaudiosid A
SAVI	: Toprak Yansımalarını Dikkate Alan Vejetasyon İndeksi
SCL	: Kumlu Killi Tın
SI	: Tuzluluk İndeksi
SN	: Solma Noktası

- SSKR : Sulama Suyu Kullanım Randımanı
SWT : Toprak Rutubet Gerilimi
TK : Tarla Kapasitesi
TS : Tam Sulama
VC : Vermikompost
VI : Vejetasyon İndeksi
VICC : Klorofil Konsantrasyonu İçin Vejetasyon İndeksi
VILAI : Yaprak Alan İndeksi İçin Vejetasyon İndeksi
WDI : Su Açığı İndeksi
WI : Su İndeksi
YIS : Yarı Islatmalı Sulama
YSP : Yaprak Su Potansiyeli

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme alanına üstü kapatılıp açılabilen sera benzeri yapının inşası aşamaları	19
Şekil 3.2. Deneme planı (a) ve bir parselde ait detaylar (b)	21
Şekil 3.3. Yetiştirme periyodu boyunca bitkilerde yapılan bitki boyu (a), stoma iletkenliği (b) ve klorofil içeriği (c) indeksi ölçümleri.....	23
Şekil 3.4. Dönem içerisinde yapılan spektrometrik ölçümler.....	24
Şekil 3.5. Gallik asit standart çözeltileri ile elde edilmiş kurve.....	26
Şekil 3.6. Farklı konsantrasyonlarda trolox standartlarıyla elde edilen kurve.....	27
Şekil 4.1. Her sulamada verilecek su miktarının belirlenmesinde kullanılan A-Sınıfı kap buharlaşması ve gravimetrik ölçüm değerleri arasındaki ilişki.....	31
Şekil 4.2. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki boyunun zamansal değişimi	33
Şekil 4.3. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki kök boğaz kalınlığının zamansal değişimi.....	34
Şekil 4.4. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde boğum ve dal sayısına etkileri	37
Şekil 4.5. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki klorofil içeriği indeksinin zamansal değişimi	39
Şekil 4.6. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki stoma iletkenlik değerlerinin sulama uygulamalarına bağlı olarak değişimi	41
Şekil 4.7. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki stoma iletkenlik değerlerinin sulama uygulamalarına bağlı olarak değişimi	41
Şekil 4.8. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde verim parametrelerine etkileri	44
Şekil 4.9. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A, steviosid, rebaudiosid A/steviosid ve rebaudiosid A+steviosid miktarlarına etkileri.....	50
Şekil 4.10. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivitesine etkileri	55
Şekil 4.11. Azot düzeyleri ve sulama rejimi konuları için bitki su tüketimleri	57
Şekil 4.12. Deneme boyunca bitki k_c katsayılarındaki değişimler	58
Şekil 4.13. Farklı azot düzeylerinde şeker otu bitkisinin yaş herba, kuru herba, yaş ve kuru yaprak verimleri için su-verim tepki faktörleri.....	59
Şekil 4.14. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için mavi dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi	64
Şekil 4.15. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için yeşil dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi	70

Şekil 4.16. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için kırmızı dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi	73
Şekil 4.17. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için yakın kızılötesi dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi	76
Şekil 4.18. Sulama rejimi konuları için NDVI değerlerinin grafiksel gösterimi	79
Şekil 4.19. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için VI değerlerinin grafiksel gösterimi.....	82
Şekil 4.20. Sulama rejimi konuları için DVI değerlerinin grafiksel gösterimi.....	85
Şekil 4.21. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için WI değerlerinin grafiksel gösterimi.....	88
Şekil 4.22. Her iki dönem sonunda WI ile bitki su içeriği arasındaki ilişkiler	89
Şekil 4.23. Her iki deneme yılı için NDVI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler	90
Şekil 4.24. Her iki deneme yılı için VI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler.....	90
Şekil 4.25. Her iki deneme yılı için DVI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler.....	91
Şekil 4.26. Her iki deneme yılı için WI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler.....	91
Şekil 4.27. Her iki deneme yılı için NDVI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler	92
Şekil 4.28. Her iki deneme yılı için VI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler.....	92
Şekil 4.29. Her iki deneme yılı için DVI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler	93
Şekil 4.30. Her iki deneme yılı için WI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler.....	93
Şekil 4.31. Her iki deneme yılı için NDVI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler	94
Şekil 4.32. Her iki deneme yılı için VI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler.....	94
Şekil 4.33. Her iki deneme yılı için DVI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler	95
Şekil 4.34. Her iki deneme yılı için WI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler.....	95
Şekil 4.35. Her iki deneme yılı için NDVI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler	96
Şekil 4.36. Her iki deneme yılı için VI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler	96
Şekil 4.37. Her iki deneme yılı için DVI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler	97
Şekil 4.38. Her iki deneme yılı için WI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler	97
Şekil 4.39. Her iki deneme yılı için NDVI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler.....	98
Şekil 4.40. Her iki deneme yılı için VI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler	98

Şekil 4.41. Her iki deneme yılı için DVI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler.....	99
Şekil 4.42. Her iki deneme yılı için WI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler.....	99
Şekil 4.43. Her iki deneme yılı için NDVI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler....	100
Şekil 4.44. Her iki deneme yılı için VI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler.....	100
Şekil 4.45. Her iki deneme yılı için DVI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler.....	101
Şekil 4.46. Her iki deneme yılı için WI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler.....	101
Şekil 4.47. Her iki deneme yılı için NDVI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler	102
Şekil 4.48. Her iki deneme yılı için VI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler	102
Şekil 4.49. Her iki deneme yılı için DVI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler	103
Şekil 4.50. Her iki deneme yılı için WI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler	103
Şekil 4.51. Her iki deneme yılı için NDVI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler	104
Şekil 4.52. Her iki deneme yılı için VI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler.....	104
Şekil 4.53. Her iki deneme yılı için DVI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler	105
Şekil 4.54. Her iki deneme yılı için WI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler	105
Şekil 4.55. Her iki deneme yılı için NDVI ile steviosid arasındaki ilişkiler	106
Şekil 4.56. Her iki deneme yılı için VI ile steviosid arasındaki ilişkiler	106
Şekil 4.57. Her iki deneme yılı için DVI ile steviosid arasındaki ilişkiler	107
Şekil 4.58. Her iki deneme yılı için WI ile steviosid arasındaki ilişkiler	107
Şekil 4.59. Her iki deneme yılı için NDVI ile reb A+steviosid arasındaki ilişkiler	108
Şekil 4.60. Her iki deneme yılı için VI ile reb A+steviosid arasındaki ilişkiler.....	108
Şekil 4.61. Her iki deneme yılı için DVI ile reb A+steviosid arasındaki ilişkiler	109
Şekil 4.62. Her iki deneme yılı için WI ile reb A+steviosid arasındaki ilişkiler	109
Şekil 4.63. Her iki deneme yılı için NDVI ile reb A/steviosid arasındaki ilişkiler	110
Şekil 4.64. Her iki deneme yılı için VI ile reb A/steviosid arasındaki ilişkiler	110
Şekil 4.65. Her iki deneme yılı için DVI ile reb A/steviosid arasındaki ilişkiler	111
Şekil 4.66. Her iki deneme yılı için WI ile reb A/steviosid arasındaki ilişkiler	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 3.2. Antalya Bölge İstasyonuna ait uzun yıllık ve 2015-2016 yılları iklim verileri	18
Çizelge 3.3. Araştırmada ele alınan konular ve açıklamaları	20
Çizelge 3.4. Vejetasyon indeksleri	24
Çizelge 4.1. Birinci yıl deneme boyunca alınan toprak örneklerinin su içerikleri	29
Çizelge 4.2. İkinci yıl deneme boyunca alınan toprak örneklerinin su içerikleri	30
Çizelge 4.3. A-Sınıfı kap buharlaşmasına göre kontrol konusuna (I100) uygulanan ve gravimetrik yöntemle göre hesaplanan sulama suyu miktarları	31
Çizelge 4.4. Deneme süresince A-Sınıfı buharlaşma kabı verileri, kontrol konusuna (I100) yapılan sulama uygulamaları ve buharlaşma kabı katsayıları	32
Çizelge 4.5. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki boyuna (cm) etkisi	33
Çizelge 4.6. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki boyuna (cm) etkisi	34
Çizelge 4.7. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki kök boğazı kalınlığına (mm) etkisi	35
Çizelge 4.8. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki kök boğazı kalınlığına (mm) etkisi	35
Çizelge 4.9. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde boğum sayısına (adet) etkisi	36
Çizelge 4.10. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde boğum sayısına (adet) etkisi	36
Çizelge 4.11. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde dal sayısına (adet) etkisi	38
Çizelge 4.12. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde dal sayısına (adet) etkisi	38
Çizelge 4.13. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu klorofil içeriği indeksine etkisi	40
Çizelge 4.14. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu klorofil içeriği indeksine etkisi	40

Çizelge 4.15. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde stoma iletkenliğine (mmol/m ² .s) etkisi	42
Çizelge 4.16. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde stoma iletkenliğine (mmol/m ² .s) etkisi	42
Çizelge 4.17. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş herba verimine (kg/da) etkisi.....	43
Çizelge 4.18. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş herba verimine (kg/da) etkisi.....	43
Çizelge 4.19. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru herba verimine (kg/da) etkisi.....	45
Çizelge 4.20. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru herba verimine (kg/da) etkisi.....	45
Çizelge 4.21. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş yaprak verimine (kg/da) etkisi.....	46
Çizelge 4.22. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş yaprak verimine (kg/da) etkisi.....	46
Çizelge 4.23. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru yaprak verimine (kg/da) etkisi.....	47
Çizelge 4.24. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru yaprak verimine (kg/da) etkisi.....	47
Çizelge 4.25. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaprak kuru madde oranına (%) etkisi.....	48
Çizelge 4.26. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaprak kuru madde oranına (%) etkisi.....	48
Çizelge 4.27. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A içeriğine (%) etkisi	49
Çizelge 4.28. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A içeriğine (%) etkisi	49
Çizelge 4.29. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde steviosid içeriğine (%) etkisi.....	51
Çizelge 4.30. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde steviosid içeriğine (%) etkisi.....	51
Çizelge 4.31. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A/steviosid oranına etkisi.....	52

Çizelge 4.32. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A/steviosid oranına etkisi.....	52
Çizelge 4.33. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A+steviosid içeriğine (%) etkisi.....	53
Çizelge 4.34. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A+steviosid içeriğine (%) etkisi.....	53
Çizelge 4.35. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde toplam fenolik madde içeriğine (GAE/L) etkisi	54
Çizelge 4.36. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde toplam fenolik madde içeriğine (GAE/L) etkisi	54
Çizelge 4.37. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde antioksidan aktivite değerine (TEAK/L) etkisi.....	56
Çizelge 4.38. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde antioksidan aktivite değerine (TEAK/L) etkisi.....	56
Çizelge 4.39. Azot düzeyleri ve sulama rejimleri için bitki su tüketimi değerleri	57
Çizelge 4.40. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	60
Çizelge 4.41. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	60
Çizelge 4.42. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin kuru herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	61
Çizelge 4.43. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin kuru herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	61
Çizelge 4.44. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş yaprak veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	62
Çizelge 4.45. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş yaprak veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	62
Çizelge 4.46. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaprak kuru veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	63

Çizelge 4.47. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaprak kuru veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi	63
Çizelge 4.48. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	65
Çizelge 4.49. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	65
Çizelge 4.50. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	66
Çizelge 4.51. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	66
Çizelge 4.52. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	68
Çizelge 4.53. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	68
Çizelge 4.54. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	69
Çizelge 4.55. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	69
Çizelge 4.56. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	71
Çizelge 4.57. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	71
Çizelge 4.58. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	72
Çizelge 4.59. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	72
Çizelge 4.60. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	74
Çizelge 4.61. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	74
Çizelge 4.62. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	75

Çizelge 4.63. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi	75
Çizelge 4.64. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri	77
Çizelge 4.65. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri	77
Çizelge 4.66. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri	78
Çizelge 4.67. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri	78
Çizelge 4.68. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri	80
Çizelge 4.69. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri	80
Çizelge 4.70. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri	81
Çizelge 4.71. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri	81
Çizelge 4.72. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri	83
Çizelge 4.73. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri	83
Çizelge 4.74. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri	84
Çizelge 4.75. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri	84
Çizelge 4.76. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri	86
Çizelge 4.77. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri	86
Çizelge 4.78. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri	87
Çizelge 4.79. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri	87

1. GİRİŞ

Ülkemiz Ulusal Gıda Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi Eylem Planında “fonksiyonel gıdaların ve katma değeri yüksek yeni ürünlerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uluslararası pazara sunulması için teşvik programlarının artırılması, gıda katkı maddelerinin geliştirilmesi ve üretimi konusunda Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin özendirilmesi” karara bağlanmıştır. Tüm dünyada gıda endüstrisi içerisinde büyük ekonomik paya sahip olan gıda katkı maddelerinin 2018 yılına kadar tahmini büyüklüğünün 40 milyar doları aşacağı öngörülmektedir. Ülkemiz gelişmiş bir gıda endüstrisine sahip olmakla birlikte, gıda katkıları bakımından büyük oranda dışa bağımlıdır. Ülkemizin dışa bağımlılığını azaltmaya yönelik gıda katkı maddeleri ve yardımcı maddelerin üretimi büyük önem taşımaktadır.

Asteraceae familyasına ait çok yıllık yarı çalimsı bir bitki olan şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bert.) ayçiçeği, kadife çiçeği ve krizantemler ile akrabadır ve kalorisi olmayan doğal tatlandırıcıların en önemli kaynaklarından biridir. Şeker otu bitkisinin anavatanı Paraguay ve Güney-Batı Brezilya olup bitkinin özütleri ve glikozitleri yüzyıllardır bu ülkelerdeki yerel kültürler tarafından kullanılmaktadır. Ülkemizde yarı tropik bir iklim özelliğine sahip olan Akdeniz Bölgesi şeker otu yetiştiriciliği için uygun ortam özellikleri taşımaktadır (Turgut vd. 2014).

Şeker otu ve glikozitlerinin içerdiği anti-hiperglisemik ve antihipertansif özellikler ile insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğunu gösteren birçok çalışma vardır (Jeppesen vd. 2000). Özellikle diyabet ve obeziteye karşı mücadele potansiyeli ve insan sağlığını olumsuz etkilememesi şeker otunun gelecekte çok daha önemli olacağını göstermektedir. Şeker otu şeker kamışından yaklaşık 300 kat daha tatlı olan glikozit birikimine sahip olmasıyla bilinmektedir (Carino-Cortes vd. 2007). Günümüzde Japonya, Çin, Tayvan, Kore, Brezilya, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri, Tayland, Malezya, Endonezya, Avustralya, Tanzanya, Kanada ve Rusya gibi birçok ülkede tarımı yapılmakta olup, son yıllarda diğer bazı ülkelerde de tarla bitkisi olarak şeker otu yetiştiriciliğinin uygunluğu konusunda araştırmalar yapılmaktadır (Serfatya vd. 2013; Turgut vd. 2014). Şeker otu bitkisi 2004 yılından beri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın pozitif bitkiler listesinde yer almakta olup, Türkiye'de ilk defa Antalya ilinde yetiştirilmeye başlanmış ve 2012 yılında da ilk hasadı yapılmıştır (Turgut vd. 2014).

Bitki yetiştirme koşulları ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak şeker otu yapraklarındaki steviosid konsantrasyonunun büyük ölçüde değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Ancak şeker otu bitkisinin farklı sulama rejimleri altında verim, bitki büyümesi ve kalite özellikleri üzerine yapılmış olan çalışma sayısı uluslararası alanda oldukça sınırlıdır. Uzun yıllardır dünyanın birçok ülkesinde yetiştirilmesine rağmen, ülkemiz koşullarında yetiştiriciliğine yeni başlanan şeker otu bitkisinin sulaması konusunda detaylı bir çalışma bulunmaması literatürlerde önemli bir eksikliktir. Bunlara ek olarak, yine literatürlerde spektrometrik ölçümlere dayalı spektral vejetasyon indeksler yardımıyla farklı bitkilerde bazı bitki özelliklerinin ve sulama yönetiminin belirlenmesine ilişkin çok sayıda çalışma olmasına rağmen, şeker otu bitkisi için bu konuda herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanılamaması bu bitki ile ilgili sulamaya dayalı detaylı bir çalışmanın yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma ile ülkemiz için yeni sayılabilecek bir bitki olan şeker otunun bitki su tüketimi değerini belirleyerek 1) literatürdeki eksikliğin giderilmesi; 2) şeker otu bitkisinin materyal olarak kullanılacağı diğer çalışmalar için sulama uygulamalarıyla ilgili temel bilimsel verilerin ortaya konulması; 3) kullanılabilir kısıtlı su kaynaklarının tarımda katma değeri yüksek olan bu bitki için akılcı ve etkin kullanımına katkı sağlanması; 4) farklı sulama rejimleri altında şeker otu bitkisinde olası mevsimsel spektral yansıma değişimlerini radyometrik ölçümlerle izleyerek bu spektral verilerin bitki karakteristikleri, bitkide su stresinin belirlenmesinde kullanılabilirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Şeker Otu Bitkisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Yapay tatlandırıcılar uzun yıllardır gıda sanayinde ve diyet ürünlerinde kullanılmaktadır. Ancak, yapay tatlandırıcıların insanlar üzerinde yan etkilerinin olabileceği her zaman tartışma konusu olmuştur. Bu nedenle son yıllarda doğal tatlandırıcıların kullanım alanları giderek artmaktadır. Başta şeker hastaları olmak üzere, diyetine dikkat etmesi gereken insanlar bu ürünlerin başlıca tüketicileridir. Bunun yanı sıra, önemli bir sağlık sorunu olmamakla birlikte bu tip ürünlere meyilli olan çok sayıda tüketici bulunmaktadır. Bunun sonucunda da tüm dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde diyet ürünleri pazarı giderek genişlemektedir. Doğal tatlandırıcılardan beklenen en önemli özellikler kalorisinin düşük olması, herhangi bir yan etkisinin olmaması ve üretim maliyetlerinin düşük olmasıdır. Bu açıdan bakıldığında, ülkemizde şeker otu ismi ile anılan bitki ön plana çıkmaktadır. Güney Amerika'nın kuzey bölgelerine (Paraguay, Brezilya) özgü çok yıllık yarı çalimsı bir bitki olan şeker otunun (Geuns 2003) yaprak ekstraktının tatlılığı şeker kamışı ile kıyaslandığında 300 kat daha fazladır. Ortalama 25°C sıcaklık ve nemli ortamlara ihtiyaç duyan bitki yaklaşık 60-90 cm boyundadır (Carino-Cortes vd. 2007). Bitkinin ana vatanı Güney Amerika'nın Paraguay civarındaki Amambey tepeleridir. Başta Latin Amerika ülkelerinde olmak üzere, Amerika Birleşik Devletleri'nde birçok gıda ve tarım firması bu bitki ve bundan elde edilen doğal tatlandırıcı özü ile 1900'lü yıllarda ilgilenmeye başlamışlardır. Takip eden yıllarda şeker otu Avrupa ülkeleri tarafından ilgi odağı haline gelmiştir. Almanya'da büyük bir tarımsal araştırma merkezi 1913 yılında laboratuvar ve açık alanlarda şeker otu yetiştirmeye başlamıştır. Fransa'da ise 1931 yılında iki kimyacı şeker otu yapraklarından 'steviosid' adını verdikleri beyaz renkli kristalize görünümde tatlandırıcı özü (extre) elde etmeyi başarmışlardır. Japonya'da 1968'den itibaren tarım ve gıda firmaları da şeker otu ile ilgilenmeye başlamış, 1970'li yıllardan itibaren ise, Japonlar kısa süre içerisinde yetiştirme ve yapraklarından steviosid tatlı özü ve diğer şeker otu ürünlerini elde etme konusunda öne çıkarak dünya pazarlarında söz sahibi olmaya başlamışlardır. Şeker otu bitkisinin yapraklarından elde edilen ekstrakt doğal tatlandırıcı özelliğe sahiptir. Bitki ekstraktları, 1968 yılından beri Japonya'da gıda sektöründe düşük kalorili tatlandırıcı olarak ve alternatif tıpta diyabet tedavisinde kullanılmakla birlikte, şeker otunun sağlık üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarla steviol glikozitlerinin insanlar tarafından uzun süre ve düzenli tüketiminin kanserojenik etki de dahil herhangi bir sorun oluşturmadığı ortaya konulmuştur (Mahidol vd. 1997; Toyoda vd. 1997; Koyama vd. 2003; Curry ve Roberts 2008; Maki vd. 2008; Wheeler vd. 2008). Bitki ekstraktlarının düzenli tüketimi kan şekeri ve kolesterol düzeyini düşürmekte (Atteh vd. 2008), damarları güçlendirip kan basıncını dengelemektedir (Chan vd. 2000; Jeppesen vd. 2000; Barriocanal vd. 2008). Ayrıca vücuda şeker yerine steviosid alımı kilo vermeyi kolaylaştırmaktadır (Atteh vd. 2008). Bu nedenle sağlıklı kişiler kadar diyabet, hipertansiyon ve obezite hastalarının da güvenle kullanabileceği ifade edilmektedir. Günümüzde şeker otu ekstraktının meşrubatlar, gazlı içecekler, kurutulmuş deniz ürünleri, şekerleme, dondurma, sakız, yoğurt gibi ürünlerin yanı sıra; diş macunu, ağız gargarası gibi ürünlerde de yaygın bir kullanım alanı olup son yıllarda tüm dünyada popüler hale gelmiştir. Bunlara ek olarak antioksidan özelliğe sahip yapraklardan elde edilen toz ürünler ya da rafine edilmiş ekstraktlar gıda takviyesi olarak da tüketilmektedir (Geuns 2003; Tosun 2013). Geleneksel olarak uzun yıllardır yetiştiriciliğinin yapıldığı Çin, Tayvan, Tayland, Kore,

Brezilya, Meksika, Singapur, Endonezya ve Malezya gibi ülkelere son yıllarda Rusya, Çek Cumhuriyeti, Hindistan, İsrail, Ukrayna, İngiltere, Filipinler ve Kanada eklenmiştir (Sivaram ve Mukundan 2003). Türkiye’de ise ilk defa Antalya ilinde bitkinin yetiştirilmesi için çalışmalara başlanmış ve 2012 yılında ilk hasat yapılmıştır. Bitki 2004 yılından beri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın pozitif bitkiler listesinde yer almaktadır (Turgut vd. 2014).

Önemine bağlı olarak her yıl değişik ülkelerde yalnızca bu bitki ile ilgili araştırma sonuçlarının paylaşıldığı sempozyum ve çalıştaylar düzenlenmektedir. Ancak, kültüre alınmış hemen hemen her bitki için sulamayla ilgili çok sayıda değişik çalışmalar yapılmış olmasına karşın, ülkemizde özellikle son yıllarda bölgesel olarak uygunluğu konusunda üzerinde çalışılmaya başlanan şeker otu bitkisiyle ilgili detaylı bir literatür taraması yapıldığında, bu bitkinin su tüketimi/sulama yönetimi/farklı sulama rejimleri altında verim, bitki büyümesi ve kalite özellikleri üzerine yeterli çalışma olmadığı belirlenmiştir. Uzun yıllardır dünyanın birçok ülkesinde yetiştirilmesine rağmen şeker otu bitkisinin gerek bitki su tüketimi ve sulama yönetimi gerekse şeker otu sulamasının diğer girdi, verim ve kalite parametrelerine etkileri ile ilgili detaylı bir çalışma bulunmaması literatürde önemli bir eksikliklerdir. Çünkü bitki su tüketimi değerleri bitkilerin sulama suyu gereksinimlerinin belirlenmesinde; sulama programlarının hazırlanmasında; tamamlayıcı sulamanın gerekliliğine karar verilmesinde; sulama projelerinin keşif ve fizibilite çalışmaları ile planlanması, yapımı, işletilmesi ve bakımında; yağışın yeraltı suyuna karışan miktarının saptanmasında; yeraltı suyu havzalarının emniyetli veriminin tahmininde, sulama, enerji, taşkın kontrolü, kamu ve sanayi kullanımlarını içeren çok amaçlı projelerin ekonomisi, planlanması, yapımı, işletilmesi ve bakımında; hidroloji, meteoroloji, bitki fizyolojisi ve toprak ilmi ile ilgili bazı çalışmalarda temel bir veri olarak gerekmekte ve kullanılmaktadır (Kodal 1982). Bitkilerin gerek su gereksinimlerinin gerekse sulama-diğer girdi etkileşimlerinin bilinmesi veriminin artmasına ve su kaynaklarının daha akılcı bir şekilde kullanımına yardımcı olur.

Yapılan literatür taramasında tarımsal üretim ile ilgili olarak özellikle son yıllarda farklı ülkelerde şeker otu bitkisinin bölgesel olarak uygunluğu (Serfatya vd. 2013; Turgut vd. 2014), su kullanımı (Lavini vd. 2008; Behera vd. 2013; Parris 2017), kuraklık stresine tepkisi (Ren ve Shi 2012), bitki besin maddesi kullanımı (Das vd. 2008; Patil 2010; Behera vd. 2013; Kumar vd. 2013; Rashid vd. 2013), soğuğa dayanımı (Moraes vd. 2013), dikim ve hasat zamanı (Moraes vd. 2013; Serfatya vd. 2013) gibi farklı konularda araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırma sonuçlarından bazıları kronolojik olarak aşağıda kısaca sunulmuştur.

Şeker otu bitkisinin biyolojik gübre uygulamasıyla asidik toprakta (pH = 6.10) göstermiş olduğu tepkiyi belirlemek amacıyla Hindistan’da yürütülen bir çalışmada Das vd. (2008); toprağın mevcut azot, fosfor ve potasyum içeriklerinde üçüncü aya kadar önemli bir artış, daha sonra bitki gelişim süreciyle uygulamalara bakılmaksızın benzer miktarda azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte araştırma sonuçlarına göre toplam taze biyokütle veriminde altıncı aya kadar bir artış kaydedilmiştir. Tüm biyogübreler birlikte uygulandığında biyokütle verim yüzdesinin en yüksek değere (%22.14) ulaştığı kaydedilmiştir.

Lavini vd. (2008) Güney İtalya’da yalnızca üç farklı sulama düzeyi altında şeker otu bitkisinin su tüketimi, verim potansiyeli ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla

bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada 40 cm'lik toprak katmanı göz önüne alınarak sabit sulama aralığıyla (haftada bir) toprak su içeriğinin tarla kapasitesine getirildiği kontrol (T100), kontrol konusunun %66 (T66) ve %33 (T33)'ü konu olarak seçilmiş ve iki yıllık süre boyunca bitki her yıl iki kez hasat edilmiştir. Günlük periyotta 5 mm'den fazla olan yağış su bütçesi hesaplamalarında dikkate alınmıştır. Genel olarak, her ne kadar her bir yılın ikinci hasat dönemindeki değerler bu dönemdeki yüksek buharlaşma değerleri nedeniyle yüksek olsa da, her iki yıldaki bitki katsayılarının benzer bulunduğu; gerek verim gerekse verim bileşenlerinin sulama düzeylerixyıl ve hasat zamanıxyıl interaksyonundan etkilenmediği bildirilmiştir. T33 konusuna göre T100 konusundan elde edilen verimin %40 daha fazla olduğu; verim indeksi ve su kullanım etkinliğinin sulama rejimi arttıkça azaldığı, ancak aynı sulama düzeyinde bu parametrelerde iki hasat arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Hasat indeksi dikkate alındığında T66 ve T33 konuları arasında istatistiksel olarak farklılığın olduğu, ancak T100 ve T66 konuları arasında bir farklılık bulunmadığı; yaprakların steviosid, rebaudiosid A ve katyon içeriğinin sulama rejiminden etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Patil (2010) kimyasal ve biyolojik gübrelerin şeker otu bitkisinin gelişimi ve biyokimyasal parametreleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada; kontrol grubuyla kıyaslandığında, kimyasal gübre uygulamasının bitki gelişimini artırdığını; yine kontrolle kıyaslandığında, vermikompost uygulamasının da bitki gelişimini artırdığını, ancak bu artışın organik ve inorganik uygulamaların birlikte kullanıldığı durumdaki kadar olmadığını belirlemiştir. Bununla birlikte, biyolojik ve kimyasal gübre kombinasyonunun kontrole kıyasla bitkinin gelişimini, klorofil ve karbonhidrat içeriklerini artırdığı; bu nedenle dengeli bir gübreleme stratejisi geliştirmek ve değerlendirmek için kimyasal, organik veya biyogübrenin birlikte kullanımının gerekli olduğu sonucuna varmıştır.

Ren ve Shi (2012) farklı şeker otu çeşitlerinde (IS-1, QF-1, QTZ4, JD-1 ve AL-4) sabit sulama aralıklarında kısa (5 gün) ve uzun dönem (10 gün) kuraklık stresinin fotosentez ve yaprak kuru verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Serada saksı denemesi şeklinde yürütülen çalışmada, kuraklık stresinin devamıyla, bitkinin net fotosentez (Pn), transpirasyon oranı (Tr) ve yaprak kuru üretiminde farklı derecede değişiklikler olduğu belirtilmiştir. Kısa süreli kuraklık stresi uygulamasında Pn, Tr ve yaprak kuru üretiminde önemli bir değişim olmadığı, ancak devam eden kuraklık stresi süresince Pn'de düşüş eğilimi olduğu belirlenmiştir. Uzun dönem kuraklık stresinde çeşitlerin Pn miktarında maksimum azalma gözlemlendiği ve kısa döneme göre uzun dönem kuraklık stresi konusunda çeşitlerin net fotosentez miktarlarının çeşitler için sırasıyla %28.85, %47.04, %43.03, %43.61 ve %42.25 daha az olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerde Tr'nin de Pn miktarındaki değişime benzer değişim eğilimi gösterdiği ve kısa dönem kuraklığın yaprak kuru verimi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, ancak kuraklık stresinin devamı ile bitki başına yaprak kuru veriminde azalma olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar aynı kuraklık stresi ile çeşitler arasındaki yaprak kuru veriminde meydana gelen farklılıkların çeşitlerin kuraklık stresine toleranslarının farklı olduğunun göstergesi olabileceğini ifade etmişlerdir.

Behera vd. (2013) şeker otu bitkisi için önerilen gübreleme dozunun (110-45-45 kg N-P₂O₅-K₂O/ha) yüzey sulama yöntemiyle %100'ünün (S1) ve üç farklı damla sulama rejimiyle (potansiyel evapotranspirasyonun %100'ü-I1, %80'i-I2 ve %50'si-I3) %100 (F1), %75 (F2) ve %50'sinin (F3) fertigasyonla verilmesinin konu olarak belirlendiği bir çalışmayı 2 yıl süreyle araştırmışlardır. Önerilen gübre dozlarının tamamının toprağa

verildiği geleneksel yüzey sulama yöntemine (S1) göre F1 fertigasyon uygulamasının taze yaprak veriminde %4.9, yaprak kuru veriminde %4.0 ve toplam biyokütle veriminde de %2.04 oranında artış sağladığını; önerilen dozların %75 ve %50 sinin uygulandığı fertigasyona kıyasla F1 fertigasyon uygulamasıyla taze yaprak (8.21 t/ha), yaprak kuru (2.53 t/ha) ve toplam biyokütle (33.50 t/ha) miktarlarında en yüksek düzeylere ulaşıldığını; ayrıca bitkilerin glikozit içeriklerinde de artışlar gözlemlendiğini; bununla birlikte toprak ve bitkilerdeki N, P ve K içeriklerinin de artan fertigasyon uygulamasıyla arttığını; son olarak en yüksek II damla sulama düzeyi konusunda maksimum taze yaprak (8.95 t/ha), yaprak kuru (2.74 t/ha) ve toplam biyokütle verimi (33.44 t/ha) elde edildiğini bildirmişlerdir.

Kumar vd. (2013) Batı Himalaya’da farklı organik gübre (çiftlik gübresi-FYM, vermikompost-VC ve elma posası-AP) ve kombinasyonlarının şeker otu bitkisinin verim, besin alımı, kalitesi ve toprağın verimlilik durumuna etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kontrol grubuna göre toplam kuru yaprak biyokütlesinin VC 1.5 t/ha + AP 5 t/ha uygulaması ile %149 oranında artırdığı; organik gübre uygulamalarının toprağı organik karbon ve kullanılabilir besin durumu bakımından daha fazla iyileştirdiği; ayrıca bitki gövdesindeki azot ve fosfor içeriğini önemli oranda etkilediği ve çiftlik gübresi 10 t/ha + AP 2.5 t/ha uygulama konusuyla diğer uygulamalara göre daha fazla steviosid verimi ve toplam glikozit elde edildiği belirlenmiştir.

Moraes vd. (2013) sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri sırasıyla 30 ve 60 cm olan şeker otu bitkisinin Mississippi’de soğuğa dayanıklılığını değerlendirmek (2011 kışında bitkilerin üstü kapatılmazken, 2010 kışında bitkileri korumak için üzeri plastik bir örtü ile kapatılmış) ve farklı hasat dönemlerinin (60 gün periyodla 3, 90 gün aralıkla 2 ve 180 günlük gelişim periyodundan sonra tek hasat) yaprak üretimi ve glikozit verimine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar yıl içerisinde yapılan tek hasatta diğer çoklu hasatlara (yetiştirme periyodu boyunca 2 ve 3 hasat) göre daha çok verim alındığını ortaya koymuştur. Tek hasat konusunda hektara toplam 13.9 ton gövde ve yaprak elde edilmiş; glikozit verimliliği, rebaudiosid A (398.80 kg/ha) ve steviosid (512.21 kg/ha) miktarlarının çoklu hasat dönemlerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Farklı uygulama oranlarındaki organik çiftlik (0, 15, 30 ve 45 t/ha) ve azotlu (0, 20, 40 ve 60 kg/ha) gübrelere şeker otu bitkisinin verimi ve azot alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada Rashid vd. (2013); biyokütle ve yaprak kuru verimi, bitki başına yaprak sayısı, yaprak alan indeksi ve bitki başına kuru madde birikiminin çiftlik gübresinin en yüksek seviyesiyle (45 t/ha FYM) yetişen bitkilerde maksimum seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Maksimum azot alımının 45 t/ha organik çiftlik gübresinde gerçekleştiği; 40 ve 60 kg/ha N uygulanan bitkilerde daha düşük azot seviyeleri ile kıyaslandığında dal sayısı, bitki başına yaprak sayısı, yaprak alan indeksi ve azot alımlarının önemli oranda artış gösterdiği, ancak bitki başına kuru madde birikimi ve yaprak kuru veriminin ise 60 kg/ha N uygulamasında en yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir.

İsrail’de tarla bitkisi olarak şeker otu yetiştiriciliğinin uygunluğunu incelemek ve ayrıca bitkinin biyokütle üretimini ve steviosid verimini optimize etmek, bitki gelişimi, biyokütle verim bileşenleri ve steviosid içeriğine dikim ve hasat sürelerinin etkileri ile gerekli tarım uygulamalarının belirlenmesi amacıyla Serfatya vd. (2013) tarafından

gerçekleştirilen bir çalışmada; optimum dikim sezonunun yoğun bitki gelişiminin ve maksimum biyokütle veriminin kendini gösterdiği ilkbahar başlangıcı (Mart ortası-Nisan başı), optimum hasat zamanının ise yaklaşık 30 g/m²'lik en yüksek steviosid verimi ile çiçeklenme öncesi Eylül başı olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu dönemdeki hasatla yaprak biyokütlesinde artış meydana geldiği ve ticari steviosid ekstraksiyonu için de son derece uygun olduğu ortaya konulmuş ve şeker otu bitkisinin İsrail'de steviosid üretimi açısından ticari bir tarımsal ürün olarak tanıtılması için önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Turgut vd. (2014) Antalya koşullarında 3 yıllık şeker otu adaptasyon denemeleri sonucunda ortalama bitki boyunun 114 cm, bitki başına ana dal sayısının 17 adet, yeşil herba veriminin 2303, yeşil yaprak veriminin 1139, drog herba veriminin 640 ve drog yaprak veriminin 341 kg/da, yapraklardaki toplam steviol glikozit oranının ise %16.52 olduğunu bildirmişler ve şeker otu bitkisinin Akdeniz iklimi koşullarında çok yıllık tarımının yapılabileceği sonucuna varmışlardır.

Parris vd. (2017) sulama zamanının belirlenmesinde önemli bir kriter olan toprak rutubet geriliminin (SWT) şeker otu bitkisinde kuru yaprak verimi, steviol glikosid içeriği ve steviol glikosid oranlarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar iki farklı şeker otu çeşidini (SW 107 ve SW 129) 57 günlük yetiştirme periyodu süresince 10, 20, 40, 60 ve 80 kPa SWT konularına göre sulamışlardır. Çalışma sonunda kuru yaprak verimi, steviosid, rebaudiosid C ve toplam stevioglikosid miktardaki toprak rutubet gerilimi yüksek olan konudan (80 kPa) düşük olan konuya doğru (10 kPa) artış gösterdiği; rebaudiosid A miktarında ise istatistiksel olarak bir farklılığın belirlenmediği ifade edilmiştir.

Uçar vd. (2017) farklı azot seviyelerinin (0, 50, 100, 150 ve 200 N kg/ha) şeker otu bitkisinde kuru madde oranı, klorofil içeriği ve makro/mikro besin elementi içeriğine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; en yüksek N seviyesi (200 kg/ha) uygulanan konularda yaprakların klorofil (ilk yıl 46.97 SPAD ve ikinci yıl 44.9 SPAD) ve N içeriğinin (ilk yıl %1.34 ve ikinci yıl %1.42) yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda farklı azot seviyelerinin yapraklardaki fosfor, potasyum ve mikroelement içeriklerini de artırdığını ancak, her ne kadar yaprak kuru madde içeriklerinde konular arasında farklılıklar olsa da, bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunmadığını ifade etmişlerdir.

2.2. Bitki Su Tüketimi

Dünya nüfusunun yaklaşık %40'ına sahip 80 ülkede önemli oranda su sıkıntısı olduğu iddia edilmektedir (Hamdy vd. 2003). Yeryüzünde su kaynaklarının toplam miktarının değişmemesine karşın, hızlı nüfus artışıyla birlikte sanayileşme ve buna ilave olarak küresel ısınma sonucu ortaya çıkan kuraklık, mevcut su kaynaklarının en büyük kullanıcısı durumundaki tarım sektörüne ayrılan suyun azaltılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde artan nüfusun beslenme ve diğer ihtiyaçlarının karşılanması için tarımsal üretimin de aynı oranda artırılması zorunludur. Ancak tarımsal üretimi artırmak için tarım alanlarının artırılabilmesi mümkün olmadığı gibi, bu alanların dünyanın birçok ülkesinde tarım dışı amaçlarla kullanılması nedeniyle problemin boyutu daha da büyümektedir. Bu koşullar altında tarımsal üretimi artırabilmenin tek yolu mevcut su ve toprak kaynakları ile en yüksek düzeyde ürün elde etmektir. Tarımsal

üretimin artırılmasında, diğer etkenlerin yanı sıra, sulama ve gübrelemenin payı oldukça büyüktür. Sulama ve gübreleme birbirini tamamlayan, birbirinin etkinliğini artırarak yüksek kalite ve miktarda ürün hasadının yapılmasını sağlayan önemli girdilerdir. Diğer taraftan, daha fazla ürün elde edebilmek amacıyla yapılan bilinçsiz ve aşırı sulama ve/veya gübreleme büyük ekonomik kayıplara ve çevresel problemlere neden olabilmektedir. Bitkisel üretimi artırmaya yönelik sulama planlaması adı altında optimum sulama suyu gereksinimlerinin araştırıldığı çalışmalarda verimde olası azalma ve azotlu gübre kullanım etkinliğinin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Sulamanın başarılı ve sürekli bir şekilde yapılması bitkinin gübre kullanımını ve verimini doğrudan etkileyebilmektedir. Sulama zamanı, miktarı, aralığı ve sulama yöntemi bu başarının derecesini etkileyen en önemli faktörlerdir.

Bitkiler tarla kapasitesiyle solma noktası arasındaki toprak suyundan yararlanmaktadır. Serbest drenaj koşullarında, yoğun sulama veya yağış sonrasında fazla su topraktan kök bölgesi altına sızmakta ve toprak tarla kapasitesine erişmektedir. Tarla kapasitesindeki su gerek bitki transpirasyonu gerekse toprak yüzeyinden buharlaşmayla azalmakta ve solma noktasına doğru yaklaşmaktadır. Bu durumda topraktaki suyun azalmasından dolayı toprak tarafından su daha büyük bir kuvvetle tutulmakta ve bitkilerin su alımı gittikçe güçleşmektedir. Toprak suyu tarla kapasitesi ile solma noktası arasında belirli bir eşik düzeye indiğinde bitkiler su alımında zorlanmaktadır. Bu durumda bitkiler büyümeleri için harcamaları gereken enerjiyi daha çok su alımı için sarf etmekte ve dolayısıyla verimde düşüşler meydana gelmektedir. Söz konusu eşik toprak suyu düzeyi bitkilerin suya duyarlılıklarına göre değişiklik göstermektedir. Verimli ve kaliteli bir yetiştiricilik için sulamalar toprak su düzeyi söz konusu eşik değeri altına düşmeden yapılmalıdır (Doorenbos ve Kassam 1986; Allen vd. 1998).

Sulama programlarının oluşturulmasında genel olarak toprak su içeriği, meteorolojik veriler ve/veya bitkinin izlenmesini esas alan yöntemler kullanılmaktadır. Son yıllarda önemi giderek artan fizyolojik teknikler (bitkiyi esas alan sulama programları) bitki bünyesindeki suyun dolaylı veya dolaysız olarak ölçülmesine dayanmaktadır. Radyometrik ölçümlerle elde edilen spektral parametrelerin fizyolojik değişkenler ve verim ile yüksek düzeyde korelasyona sahip olması, bu parametrelerin bitkilerde azot ve su stresinin belirlenmesinde kullanımını olanaklı kılabilir (Kamat vd. 1985).

Kültüre alınmış hemen hemen her bitkinin bitki su tüketimiyle ilgili çok sayıda değişik çalışmalar literatürlerde mevcut olup, bunlardan bazıları kronolojik olarak aşağıda özetlenmiştir.

English ve Raja (1996) Kolombiya havzasında buğday, Kaliforniya'da pamuk ve Zimbabve'de mısır bitkilerinin sulama suyunda kısıntıya gidilerek verim ve maliyet ilişkisi üzerine yaptıkları araştırmada; arazi şartlarına göre optimum eksik sulamayla önemli oranda (%15-16) su tasarrufu yapılabileceğini ve toplam olarak %44 ile %68 arasında değişen çiftlik gelirine bağlı olarak sudan sağlanan tasarrufun %28 ile %59 arasında olduğu bildirilmiştir.

Damla sulama yöntemiyle iki ve dört gün aralıklarla A-Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %50, %100 ve %150'sinin uygulandığı sulama

sularının domates bitkisinde verim değerlerine etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada (Orta vd. 1997); sulama aralığı ve sulama suyu miktarının verim üzerine önemli etkisi olduğunu ve en yüksek verimin iki gün ara ile sulanan ve sulama suyunun A-Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %50'sinin uygulandığı parsellerden alındığı bildirilmiştir.

Tekirdağ yöresinde yapılan iki yıllık bir araştırmada, mısır bitkisinin su tüketimi Orta vd. (1997) tarafından belirlenmiştir. Araştırmada sulama uygulamaları için bitki kök derinliğinin 90 cm'lik bölümü dikkate alınmış ve elverişli su içeriğinin %65'i tüketildiğinde sulama uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada mevsimlik toplam uygulanan sulama suyu miktarı ve su tüketimi ilk yıl sırasıyla 306 ve 599 mm; ikinci yıl ise yine sırasıyla 285 ve 573 mm olarak bulunmuştur. Elde edilen ortalama dane veriminin ilk yıl 10.69, ikinci yıl ise 9.15 t/ha olduğu; ayrıca mısırın mevsimlik su tüketiminin iklime bağlı olarak 500-800 mm arasında değiştiği; sulama uygulamaları için mısır bitkisinin etkili kök derinliği olarak 90 cm alınabileceği bildirilmiştir. Yine en yüksek düzeyde verim değerlerine ulaşabilmek için etkili kök derinliğindeki elverişli su içeriğinin %55-65'i kullanıldığında sulama uygulamalarına başlanması önerilmiştir.

Pandey vd. (2000) kurak ve yarı kurak bölgelerde değişik miktarlardaki azot oranı ve kısıntılı sulama suyu ile mısır bitkisini materyal olarak kullandıkları çalışmada; eksik sulamayla toprakta su stresi artışının bitkinin ilk gelişme dönemlerinde yaprak alanı, bitki gelişimi, bitki boyu, azot alımı ve toplam biyo-kütle üretiminde daha yavaş bir azalmaya neden olduğunu, ancak bitkinin son gelişme dönemlerinde bu parametrelerde daha yüksek düzeylerde bir azalma meydana geldiği sonucuna varmışlardır.

Çetin ve Kirda (2003) pamuk bitkisinde karık, yağmurlama ve damla sulama metotlarının tohum verimi, yaprak dökme oranı ve diğer bazı verim öğeleri üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada; en yüksek verim değerlerini 4 380, 3 630 ve 3 380 kg/ha olarak sırasıyla damla, karık ve yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan alanlardan elde etmişler ve su kullanım randımanlarını yine sırasıyla 4.87, 3.87 ve 2.36 kg/ha.mm olarak hesaplamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre damla sulama metodunun karık ve yağmurlama sulama metotlarına kıyasla, su kullanım randımanı yönünden en iyi sonuçlara sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Mısır bitkisinin sulama zamanı, mevsimsel evapotranspirasyon, su kullanım randımanı ve verim tepkilerini belirlemeye yönelik İstanbulluoğlu vd. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada; sulama uygulamaları mısır bitkisinin farklı gelişme dönemleri esas alınarak planlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek mevsimlik evapotranspirasyonun, en düşük su stresiyle sulama uygulamalarının vejetatif, püskül ve koçan döneminde yapıldığı kontrol konusu altında 586 mm olduğu; en yüksek aylık evapotranspirasyonun temmuz ayında 217 mm olarak gerçekleştiği; en yüksek verimin 9.92 t/ha ile kontrol konusunda alındığı; mevsimsel verim tepki etmeninin (k_y) 0.76 ve püskül döneminin su stresi için en duyarlı dönem olduğu; püskül ve koçan döneminde sulama suyundan %26.3 kısıntı yapıldığında verimdeki azalmanın %2.7 olarak gerçekleştiği belirtilmiştir.

Çakır (2004) yine mısır bitkisinin vejetatif gelişimi, dane verimi ve diğer verim parametreleri üzerine farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sulama ve su stresinin

etkilerini belirlemeye yönelik üç yıl süreli bir araştırma yapmıştır. Araştırmada mısır bitkisinin bilinen dört gelişme; (1) vejetatif, (2) püskül, (3) koçan başağı oluşumu ve (4) süt olum dönemleri ele alınarak tüm konular için 0–90 cm toprak derinliği tarla kapasitesine gelecek şekilde sulama uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak püskül ve koçan oluşum dönemlerinde sulama yapılmaması sonucu toprakta oluşan su eksikliğinin vejetatif gelişimi ve verim parametrelerini önemli oranda etkilediği; vejetatif ve püskül dönemlerinde oluşan su stresinin yaprak alanı gelişimi ve bitki boyunu azalttığı; en yüksek verim değerinin dört gelişme döneminde de ortalama 495.3 mm sulama suyu uygulamalarının yapıldığı kontrol konusundan elde edildiği; püskül, koçan başağı oluşumu ve süt olum dönemlerinde ortalama 410.3 mm sulama uygulamasının yapıldığı konudan elde edilen verim değerlerinin istatistiksel olarak kontrol konusundan farklı bulunmadığı; üç yıllık araştırmada su eksikliğine karşı verim kaybını ifade eden verim tepki faktörü (k_y) değerinin sırasıyla 1.22, 1.36 ve 0.81 olarak hesaplandığı bildirilmiştir.

Patates bitkisinde evapotranspirasyon (ET), verim ve su kullanım randımanı üzerine altı farklı sulama sıklığı (günde bir, iki günde bir, üç günde bir, dört günde bir, altı günde bir ve sekiz günde bir) ve beş farklı toprak matriks potansiyel değerlerinin (-15, -25, -35, -45 ve -55 kPa) karşılaştırıldığı bir tarla denemesinde Kang vd. (2004), toprak matriks potansiyeli ve damla sulama sıklığının her ikisinin birden patatesin evapotranspirasyon, verim ve su kullanım randımanını etkilediğini; evapotranspirasyonun sulama sıklığı ve toprak matriks potansiyeli artışı ile arttığını; toprak su potansiyeli değerleri karşılaştırıldığında en yüksek evapotranspirasyonun en düşük değerden 63.4 mm (%32.1) daha fazla olduğunu; sulama sıklığı konuları temel alındığında ise en yüksek evapotranspirasyonun en düşük değerden 36.7 mm (%19.2) daha fazla olduğunu belirlemiş ve aynı zamanda, patates verim ve su kullanım randımanının daha sık sulama ile artış gösterdiğini; en yüksek verim ve su kullanım randımanı değerlerinin günde bir kez sulama ile toprak matriks potansiyel değerinin -25 kPa olduğu durumda elde edildiğini bildirmişlerdir.

Dağdelen vd. (2006) bitki verimi, su kullanım randımanı, kuru madde üretimi ve yaprak alan indeksi ile birlikte su stresinin etkisini değerlendirmeye yönelik yürüttükleri bir araştırmada sulama yöntemi olarak tıkalı karık ve bitki materyali olarak mısır bitkisini kullanmıştır. Çalışmada etkili kök derinliğinin 0.90 m olduğu dikkate alınarak kontrol konusunda kök bölgesinde elverişli toprak su içeriğinin yaklaşık olarak %50'sinin tüketilmesiyle sulama uygulamalarına başlanmıştır. Kontrol konusu ile birlikte, kontrol konusuna verilen sulama suyu miktarının %70, %50, %30 ve %0 verildiği toplam beş sulama konusu ele alınmış ve tüm konular için sulama uygulamaları aynı gün yapılmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca ele alınan sulama konuları için mısır bitkisinde ortalama su kullanım ve dane verim değerlerinin sırasıyla 174 - 558 mm ve 2.88 - 11.34 t/ha arasında değiştiği belirlenmiştir. Beklenildiği gibi en yüksek verimin tam sulamanın yapıldığı kontrol konusundan elde edildiği; su ve sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin sulama suyu miktarındaki artış ile birlikte azalma gösterdiği; yaprak alan indeksi ve kuru madde veriminin su kullanımının artmasıyla birlikte artış gösterdiği; su stresi altında yaprak büyüklüğünün azalması sonucu yaprak alan indeksi değerinin azaldığı ifade edilmiştir. Suyun sınırlı olduğu yarı kurak bölgeler için sulama suyu miktarının %70'i uygulandığında %16 verim azalmasının meydana geldiği konu önerilmiştir.

Düzdemir vd. (2009a) farklı sulama rejimlerinin (ihtiyaç duyulan suyun I.43-I1, I.0-I2, 0.75-I3 ve 0.50-I4 katının uygulandığı konular) bezelyede verim, bitki gelişimi ve

su tüketimine etkilerini araştırdıkları bir lizimetre çalışmasında 100-tane ağırlığının I2, I3 ve I4; kabuklu bezelye veriminin I1, I2 ve I3; kabuk sayısı ve tane sayısının I1 ve I2 sulama konuları arasında farklılık göstermediği, ancak en yüksek tane veriminin I1 konusundan elde edildiğini; kabuk ve tane verimi ayrı ayrı değerlendirildiğinde bitki verim tepki faktörünün sırasıyla 0.92 ve 0.98 olduğunu ve bu nedenle bezelyenin su kısıtına çok düşük düzeyde de olsa toleranslı olduğunu bildirmişlerdir. Düzdemir vd. (2009b) tarafından börülcenin materyal olarak kullanıldığı benzer bir sulama rejimi (ihtiyaç duyulan suyun 1.43-I1, 1.0-I2, 0.75-I3 ve 0.50-I4 katının uygulandığı konular) çalışmasında verim bileşenlerinden kabuk ve tohum sayıları en yüksek I1 ve I2; kuru kabuklu ve tane meyve verimleri ise en yüksek (I1) sulama konusundan elde edilmiştir. Bezelyenin tohum verimi için verim tepki faktörü (k_y) 2.2 olarak hesaplanmış ve buna göre bezelyenin su stresine aşırı duyarlı olduğu ve su kısıdı nedeniyle son derece yüksek verim kayıpları söz konusu olabileceğinden, sulama suyu ihtiyacının tam olarak karşılanamayacağı alanlarda yetiştirilmesinin önerilmediği bildirilmiştir. Aynı sulama rejimlerinin (ihtiyaç duyulan suyun 1.43-I1, 1.0-I2, 0.75-I3 ve 0.50-I4 katının uygulandığı konular) ele alındığı bir başka lizimetre çalışmasında Kurunç vd. (2011a) dolmalık biberde sulama rejimleri ile bitki büyüme ve verim parametreleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Araştırmacılar meyve sayısı, meyvede kuru madde yüzdesi, bitki boyu, kök uzunluğu ve ağırlığı ile su tüketim randımanları için konular arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığını, ancak en yüksek meyve veriminin tam sulama konusundan elde edildiğini fakat bunun aşırı sulamadan istatistiksel olarak farklılık göstermediğini; meyvede toplam çözünmüş katıların su stresi arttıkça arttığını; gövde çapı ve vejetatif kuru ağırlığın I1, I2 ve I3 konularında en yüksek olduğunu; yetiştirme periyodu boyunca en düşük günlük su tüketiminin (2.9 mm) I4, en yüksek ise (11.3 mm) I1 konusunda ölçüldüğünü; verim tepki faktörünün 1.5 olarak belirlendiğini, bu nedenle de bitkinin su kısıtına oldukça hassas olduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Azotlu Gübre Kullanımı

Geçmiş yıllarda bitkisel üretimde temel amaç ürün miktarını artırmak ve kalite özelliklerini geliştirmek üzerine odaklanmış olup, toprak ve su kaynaklarının korunması genellikle göz ardı edilmiştir. Günümüzde ise artan nüfusun besin gereksinimini karşılamak için bitkisel üretimi artırmak amacıyla aşırı dozlarda kullanılan gübrelerin neden olduğu çevresel sorunların tehlikeli boyutlara ulaşması, araştırmacıları bitkisel üretimi artırmanın yanında doğal kaynakları da korumaya yönelik çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. Yüksek dozlarda kullanılan azotlu gübreler toprak, bitki ve iklim faktörleri ile birleştiğinde içme, yüzey ve yeraltı sularında yüksek konsantrasyonlarda nitrat birikimine yol açarak insan sağlığını ve çevreyi tehdit edici düzeylere ulaşmaktadır (Kurunç vd. 2011b). Azotlu gübrelerin, bitkisel üretimi artırıcı önemli bir girdi olarak kullanılmasının yanı sıra, fazla kullanımının da çevre ve özellikle de su kaynaklarının kirlenmesinde etkili olduğu güncel bir konu olup, bu durum kaygı ile izlenmekte ve araştırılmaktadır. Aşırı azotlu gübrelemeyi içeren tarımsal faaliyetler beklenmeyen ağır bir yağış veya aşırı bir sulama sonunda mobil bir iyon olan nitratın (NO_3) su ile birlikte kök bölgesinden derine taşınmasına, dolayısıyla tarımsal alanlarının altında bulunan yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Yani bilinçsiz yapılan azotlu gübreleme uygulamaları verimi daha fazla artırmak yerine çevreye zarar vermekte, özellikle yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır.

Bitki besin elementleri içerisinde azot kök bölgesi altına yıkanma, volatilizasyon ve denitrifikasyon başta olmak üzere birçok yolla uygulandığı ortamdaki uzaklaşabildiğinden bitkisel üretimde kullanım randımanı düşüktür. Raun ve Johnson (1999) dünya genelinde tahıllar için azot kullanım randımanının yaklaşık %33 olduğunu, geriye kalan %67'lik kısmın hem milyarlarca dolarlık kayba hem de çevresel sorunlara neden olduğunu belirtmişlerdir. Tahıl üretiminde mevcut gübre kullanımına göre N kullanım etkinliğinin %1 artırılması ile yaklaşık 23.5 milyon dolar kazanç sağlanacağı da bildirilmiştir.

Sulama yöntemlerinde olduğu gibi gübrelemenin de az miktarda, gerektiği zamanda ve sık aralıklarla uygulanması meyve verim ve kalitesini artırmaktadır (Kırda vd. 1997). Domates bitkisinde sık aralıklarla yapılan azot uygulamasının verim ve gübre kullanım randımanını yükselttiği (Singandhupe vd. 2003), damla sulama sistemiyle birlikte her sulamada gübre uygulamasının ise aralıklı uygulamaya kıyasla gübre kullanım randımanında %10'luk bir artış sağladığı belirtilmektedir (Kırda vd. 1997).

William ve Randall (1997)'un bulgularına göre, bitkinin gübre N'undan yararlanmasında, N dozunun artması ile birlikte verimde artışa sebep olduğunu, ancak ihtiyaç duyulan optimum N dozunun üzerinde bitkinin gübreden aldığı N oranının azaldığı ve NO₃-N'unun yıkanmayla kaybının arttığı saptanmıştır. Agustin vd. (2000) yaptıkları bir çalışmada; gübre-N'unun artışıyla gübre-N'unun bir fonksiyonu olarak toplam N alımının arttığı, N dozunun artışına paralel olarak N kullanım etkinliğinin bütün yıllarda azaldığını bildirmişlerdir. Topal vd. (2003) tarafından yapılan başka bir çalışmada; bitkilerin su stresine girmesi ile tane veriminin azaldığı ve tanedeki protein içeriğinin de arttığı belirtilmiştir.

Bitki kök bölgesinde su ve bitki besin maddesinin optimum düzeyde tutulması yüksek ve kaliteli ürünün güvence altına alınması yönünden çok önemlidir. Bu yolla sulama suyunun etkin kullanımının yanı sıra gübrelerden de etkin yararlanmak mümkündür. Bu amaçla gübrelerin de sulama suyu ile verilmesi (fertigasyon) modern sulama uygulamalarında yaygınlık kazanmaya başlamıştır (Papadopoulos 1988). Fertigasyon sistemiyle gübrelenen ve sulanan bitkiler için bitki besin maddeleri gereksinilen konsantrasyonlarda aktif köklerin en yoğun olduğu, ıslanan toprak hacmi içine sulama suyu ile verilir. Bu yöntemde gübre kullanım randımanları en yüksek düzeyde olup, iyi planlanmış bir sistemde gübrelerden kök bölgesinde kalan artık tuz eser miktarda (Miller vd. 1981), gübre yıkanması en az düzeyde olmaktadır (Papadopoulos 1992) ve gübre kullanımının bitki gelişme dönemlerine göre kolayca değiştirilip düzenlenebilmesi sağlanmaktadır.

Kırda vd. (2005) tarafından mısır bitkisinin tam (TS), geleneksel kısıntılı (KS) ve yarı ıslatmalı sulama uygulamalarına (YIS) verdiği tepkilerin araştırıldığı bir çalışmada; sulama suyu miktarından %50 oranında kısıntı yapılan YYS ve KS konularındaki verimin, TS konusu ile karşılaştırıldığında, %10-23 oranında daha az olduğu belirlenmiş, bununla birlikte N kullanım randımanı KS konusuna oranla YYS uygulaması altında daha yüksek bulunmuştur. Yarı ıslatmalı sulama ve KS konularında benzer miktarda su tasarrufu sağlanmasına karşın, N kullanım randımanının YYS altında daha yüksek gerçekleşmesi YYS uygulamasının su tasarrufu sağlanmasına ek olarak çevre dostu özelliği de gösterdiği ifade edilmiştir. Topçu vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada; domates bitkisinde TS ve YYS konuları altında azot verimleri

arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, KS konusundan elde edilen azot veriminin kontrol konusuna oranla istatistiksel olarak farklı ve düşük olduğu bildirilmiştir.

2.4. Bitkisel Üretimde Yersel Ölçüm Teknikleri

Yeryüzündeki ve özellikle doğal ortamlardaki ilişkilerin dinamikliği, bu ilişkileri gözleyebilme ve değişimleri kısa sürelerde izleyebilme zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Böylesi çalışmaları yapmak için de yeryüzüne ilişkin sürekli yeni bilgi ve verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Günümüzde yeryüzü kaynaklarına ilişkin sürekli bilgi akışını sağlamak ve söz konusu bilgilere kısa sürelerde ve doğru bir şekilde ulaşabilmek amacıyla pek çok yeni teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerden biriside Uzaktan Algılama Bilim ve Teknolojisidir (Sönmez 1996).

Pek çok bilim adamının da ifade ettiği gibi uzaktan algılama, en genel biçimde, algılanan objelerle her hangi bir fiziksel temas yapılmaksızın her hangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilimi olarak tanımlanabilir (Richards and Jia 1991; Jensen 2000; Campbell 2006). Ölçmeler; objelerin elektromanyetik alandaki tayfı, konumsal ve yıl içerisinde özelliklerindeki değişimlere dayanmaktadır (Dinç vd. 1994).

Uzaktan algılama bilim ve teknolojisinin bir kolu da yersel ölçümleme teknikleridir. Söz konusu bu teknikler spektrometrik ölçümler olarak da adlandırılmaktadır. Yer gözlemleri, laboratuvar çalışmaları ile alan ölçümlerini içerir. Alan ölçümlerinde herhangi bir yüzeyden veya atmosferden gelen tayfsal ışınımı herhangi bir mesafeden ölçebilen spektrometreler kullanılmaktadır (Slatter 1980).

Spektrometrik yöntemlerde temel dayanak objelerin elektromanyetik bölgelerde kendine özgü bir yansıma (reflektans/radyans) değerlerinin bulunmasıdır. Bu yansıma değerleri objeye renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Spektrometrik yöntemler herhangi bir objeden yansıyan enerjinin reflektans, radyans ya da irradyans değerlerinin ölçümüne dayanmaktadır. Burada radyasyon kaynağı olarak güneş ya da yapay ışınlar kullanılabilmektedir (Başayığı vd. 2008). Yer gözlem platformu olarak adlandırılan bu cihazların uygulama alanları genel uzaktan algılama çalışmaları; su alanlarında yapılan çalışmalar (yüzey, yüzey altı); toprak, kaya gibi bitkisiz yüzeylerden yapılan çalışmalar; ve bitki çeşitlerinin, stres koşullarının, besin maddesi içeriklerinin belirlenmesi, bitki indekslerinin oluşturulması olarak sıralanabilmektedir (Başayığı vd. 2008).

Yer gözlem platformu olan spektrometre cihazının kullanımıyla tarımsal alanlarda ürünlerin yansıma değerlerinden yararlanılarak bitki yansıma indeksi (BI) değerleri oluşturulabilmekte, elektromanyetik spektrumun kırmızı band aralığı ve kızılötesi band aralığı kullanılarak Normalize Edilmiş Vejetasyon Farklılık İndeksi (NDVI) (Rouse vd. 1973; Gitelson ve Merzlyak 1996; Royo vd. 2003) hesaplanabilmekte, kırmızı band aralığı ve kızılötesi band aralığı kullanılarak Basit Oran İndeksi (SR) (Jensen 2000; Royo vd. 2003) oluşturulabilmekte ve bu sayede başta bitki azot içeriği olmak üzere bitkilerin beslenme durumu hakkında önemli bilgiler elde edilebilmektedir (Turner ve Jund 1991; Schepers vd. 1992; Chapman ve Barreto 1997; Aparicio vd. 2000; Denuit vd. 2002). Bu çalışmalar sayesinde bitkilerin sağlıklı olup

olamadıkları belirlenebilmekte ve bu değerlere bağlı olarak verim tahminleri yapılabilmektedir.

Jackson vd. (1980) iki bandın (görünebilir ve yakın kızılötesi) spektral yansımalarının birbirine oranlanmasıyla elde edilen spektral vejetasyon indeksleri ile bazı bitki özelliklerinin doğru bir şekilde tahmin edilebileceğini ve doğru bantlar seçildiği zaman bu indekslerin kullanımının oldukça yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Kamat vd. (1985) buğday, nohut ve hardal bitkileri üzerinde yaptıkları iki yıllık bir araştırmada spektral parametrelerin fizyolojik değişkenler ve verim ile önemli düzeylerde ilişki gösterdiği ve bu parametrelerin bitkilerde su ve besin stresinin belirlenmesi için kullanılabilirliği sonucuna varmışlardır.

Kontrol parseli ile azot ve su stresinin uygulandığı parsellerde yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin fizyolojisindeki değişiklikleri ve yaprakların spektral yansıma değerlerinin günlük ve dönemsel olarak izlendiği bir çalışmada Penuelas vd. (1994), su stresinin uygulandığı bitkilerin yapraklarının en düşük su potansiyeli ve en düşük fotosentez oranına sahip olduğunu; azot ve su stresinin uygulandığı parsellerde görünebilir dalga boylarında daha yüksek ve yakın kızılötesinde daha düşük bir yansıma gerçekleştiğini; NDVI benzeri parametrelerin stresin algılanmasında faydalı bir araç olduğu, fakat yakın kızılötesi band indekslerinin NDVI'dan daha fazla fizyolojik bilgi sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Penuelas vd. (1997) su indeksinin (WI) yersel yansıma ölçümleriyle bitki su içeriğinin (PWC) tahmini için kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla gerçekleştirdiği bir çalışmada yıllık gelişim süresi boyunca arazideki bitkiler ve periyodik olarak kurumaya maruz kalan saksıdaki fideler için yansıma ve PWC ölçümü yapmışlardır. Çalışmada Akdeniz'in karakteristik bitkileri olan halep çamı, pırnal meşe, kırmızı meşesi, kocayemiş, laden, akçakesme ve sakız ağacı materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmacılar, tüm bitkiler birlikte ve ayrı ayrı ele alındığında, WI ile PWC arasında önemli düzeyde bir ilişki olduğunu ($r = 0.66$) ve bu ilişkinin WI'in NDVI tarafından normalize edilmesiyle arttığını ($r = 0.71$); su absorpsiyon bandına karşılık gelen dalga boyunun azalan PWC ile 970-980 nm'den daha düşük olan 930-950 nm'ye geçiş eğiliminde olduğu 680, 900 ve 970 nm'de bitki yansımasını gösteren basit radyometre ölçümleriyle bitki su konsantrasyonunun hızlı bir şekilde belirlenebileceğini; ve bunun yangın riski ve kuraklığın değerlendirilmesinde yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Thenkabail vd. (2000) uygun spektral bant aralıklarını belirleyerek bazı bitkilerdeki biyofiziksel değişiklikleri açıklamaya çalıştıkları araştırmalarında 350-1050 nm arası dalga boylarında 490 nm bantta pamuk, soya fasulyesi, mısır, ayçiçeği ve patates bitkilerinde ölçümler yapmışlar ve 350-1050 nm arası dalga boylarında 12 bandın bitki biyofiziksel özelliklerin tespitinde kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Kimura vd. (2004) çeltikte su kullanım etkinliği ve spektral indeksler arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında; Toprak Yansımaları dikkate alan Vejetasyon İndeksi (SAVI) ve NDVI gibi vejetasyon indekslerine ek olarak, Yaprak Alan İndeksi için Vejetasyon İndeksi (VILAI) ve Klorofil Konsantrasyonu için Vejetasyon İndeksini (VICC) geliştirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre yaprak alan indeksini tahmin etmede vejetasyon indekslerinin yararlı olduğunu; ayrıca bitki katsayısını tahmin

etmede vejetasyon indekslerinin kullanılabilceğini; özellikle bitki katsayısı (k_c) ile VICC arasında yüksek bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Köksal (2006) yedi farklı sulama konusundan oluşan şeker pancarı denemesinde, infrared termometre ve spektrodymetre araçları başta olmak üzere çeşitli cihazlarla ve örnekleme yolu ile bitkileri izlemiş ve çeşitli göstergeler elde etmiştir. Çalışma sonuçlarına göre yüzey sıcaklığına dayalı Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve yaprak suyuna bağlı Yaprak Su Potansiyeli (YSP)'nin su stresine ve spektral indekslerden NDVI ve SAVI'nin ise vejetasyon düzeyine oldukça duyarlı olduğu, ayrıca genel olarak incelenen fizyolojik parametreler ile uzaktan algılanmış verilerle hesaplanan indekslerin istatistiksel ilişkilerinin de önemli bulunduğunu bildirilmiştir.

Brokoli bitkisinin su ve azot durumunu vejetasyon indeksleri ile izleme olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada El-Shikha vd. (2007) Bitki Klorofil Konsantrasyon indeksi (CCCI) ile bitki azotunun ve Su Eksiği İndeksi (WDI) ile de bitki su durumunun izlenebileceğini bildirmişlerdir.

Farklı düzeylerde su stresi (A-sınıfı buharlaşma kabında ölçülen buharlaşmanın %100-I1, %75-I2, %50-I3, %25-I4 ve %0-kontrol-I5) ile bermuda çiminin yansımadaki değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada Sönmez vd. (2008); mavi, yeşil, kırmızı ve yakın kızıl ötesi dalga boylarında ölçüm yapan el spektrodymetresi kullanılarak spektral yansıma verilerini toplamışlar ve aynı zamanda toprak su içeriğini nötron prob ile izlenmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre su stresi altındaki bermuda çimlerinin (I4 ve I5) diğer uygulamalara göre yakın kızıl ötesinde daha düşük, kırmızı dalga boyunda ise daha yüksek bir yansıma gösterdikleri; farklı sulama uygulamaları ile yakın kızıl ötesi dalga boyu ($P < 0.01$, $R^2 = 0.94$) ve NDVI ($P < 0.01$, $R^2 = 0.80$) arasında oldukça anlamlı ilişkiler olduğu; ve bermuda çimi üzerinde farklı su stresi seviyelerinin spektrodymetrik ölçümlerle, özellikle NDVI ve yakın kızılötesi dalga boyu bölgeleri kullanılarak belirlenebileceği belirtilmiştir.

Su stresine bağlı olarak tatlı mısırın fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin, su tüketiminin ve yaprak düzeyindeki spektral yansımalarından elde edilen spektral indekslerin değişimini ve spektral indeksler ile bitkinin fizyolojik ve morfolojik özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla Çamoğlu (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, altı farklı sulama düzeyi konusu (topraktaki eksik suyun tarla kapasitesine tamamlandığı tam (stresiz) sulama ve tam konusuna verilen suyun belli oranları (%0, %20, %40, %60 ve %80) ele alınmıştır. Çalışmada yersel uzaktan algılama aracı olan el spektrodymetresi yardımıyla yansıma ölçümleri yapılmış ve bu ölçümlerden yararlanarak hesaplanan 12 farklı spektral indeks ele alınarak bunlardan su stresini ayırt etme bakımından en kuvvetli indeksler belirlenmiştir. Sonuç olarak, mısır bitkisinin su stresine karşı oldukça duyarlı olduğu ve strese bağlı olarak değişen fizyolojik ve morfolojik parametrelerin belirlenmesinde uzaktan algılama araçlarının kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Er-Raki vd. (2013) yarı kurak iklim kuşağında yetiştirilen sofralık üzümde evapotranspirasyonun (ET) belirlenmesinde spektral vejetasyon indekslerinin kullanımını araştırdıkları çalışmada; NDVI ile bitki katsayısı (k_c) arasındaki ilişkiden hareketle bağda bitki su tüketimi hesaplanmış ve hesaplanan ve Eddy korelasyon yöntemi ile ölçülen ET değerleri kıyaslanarak NDVI ile k_c arasında $R^2 = 0.63$ olan üssel bir ilişki elde etmişlerdir.

Ölçülen ve hesaplanan ET kıyaslaması sonucunda NDVI yöntemi ile hesaplanan ET'nin makul seviyeler içinde kaldığı ve bu yöntemin bağda ET tahmininde başarı ile kullanılabileceğini bildirilmiştir.

Sönmez vd. (2013) Antalya ilinde farklı düzeyde tuzlu sulama suyu uygulamaları altında yetiştirilen domates, patlıcan ve hıyar bitkilerinin farklı dalga boylarındaki enerji kullanımını araştırdıkları çalışmada. artan tuzluluk düzeyinin bitkinin görünür bölgedeki enerji kullanımını olumsuz etkilediğini; yakın kızılötesi bölgede ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığını; spektrometrik ölçümler yardımıyla hesaplanan NDVI, Kırmızı Eşik (RE), Normalize Edilmiş Tuzluluk İndeksi (NDSI) ve Tuzluluk İndeksi (SI) değerlerinin domates, patlıcan ve hıyar bitkisinde tuzluluk stresinin belirlenmesinde kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde 2 yetiştirme dönemi (2015-2016) olmak üzere toplam 26 ayda tamamlanmıştır. Denizden yüksekliği 54 m olan araştırma alanı, 30°38'30" - 30°39'45" doğu boylamları ve 36°53'15" - 36°54'15" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Anonim 1).

3.1.2. Toprak özellikleri

Araştırma alanı toprakları Gölbaşı serisine girmektedir. Masif travertenler üzerinde bulunan ve fazla profil gelişimi göstermeyen bu topraklar genç olmaları nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmektedir. AC horizonlu bu seri topraklarının bütün profilleri killi-tın bünyeye sahiptir. Hemen hemen düz ve düze yakın topografyalarda yer alırlar. Geçirgenlikleri iyi olup drenaj problemi görülmez (Sarı vd. 1993). Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri Metot bölümünde verilen esaslara göre yapılmış olup sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde araştırma toprakları killi tın- kumlu killi tın bünyelerine sahiptir. Toprak örneklerinin hacim ağırlıkları 1.27-1.40 gr/cm³; tarla kapasiteleri %26.2-27.0; solma noktaları %16.6-18.4; saturasyon çamuru ekstraktı elektriksel iletkenlikleri 0.51-0.67 dS/m; pH değerleri 8.09-8.18; kireç içerikleri %27.2-29.8; organik madde içerikleri %1.66-3.30; toplam azot içerikleri %0.13-0.24; fosfor içerikleri 55.6-79.0 kg P₂O₅/da ve potasyum içeriklerinin 148.1-187.7 kg K₂O/da arasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik	HA (gr/cm ³)	TK (%)	SN (%)	Bünye	EC _c (dS/m)	pH	Kireç (%)	OM (%)	Toplam N (%)	P (kg P ₂ O ₅ /da)	K (kg K ₂ O/da)
0-5	1.27	26.7	17.5	SCL	0.65	8.09	29.8	3.30	0.242	81.6	182.3
5-15	1.33	27.0	18.4	SCL	0.67	8.12	29.3	2.97	0.226	79.0	187.7
15-25	1.39	26.2	17.5	CL	0.56	8.18	27.2	2.46	0.192	72.7	171.5
25-35	1.39	26.7	17.2	CL	0.53	8.13	29.6	2.18	0.165	70.4	166.6
35-50	1.40	26.3	16.6	CL	0.51	8.13	27.4	1.66	0.134	55.6	148.1

HA: Hacim ağırlığı; TK: Tarla kapasitesi; SN: Solma noktası; CL: Killi tın; SCL: Kumlu killi tın; OM: Organik madde

3.1.3. İklim özellikleri

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü araştırma alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Uzun yıllık sıcaklık ortalaması 18.6 °C olup, en düşük sıcaklık ortalaması (9.9 °C) Ocak ayında, en yüksek sıcaklık ortalaması (34.1 °C) ise Temmuz ayında kaydedilmiştir. Yıllık ortalama bağıl nem, toplam yağış ve buharlaşma ise sırasıyla %63, 1066.9 ve 1886.3 mm'dir (Anonim 2). Yetiştirme dönemi (2015 - 2016 yılı) ve uzun yıllara ait bazı iklim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Antalya Bölge İstasyonuna ait uzun yıllık ve 2015-2016 yılları iklim verileri

YIL	İKLİM PARAMETRELERİ	AYLAR			
		HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL
2015	Ortalama Sıcaklık (°C)	23.9	28.3	29.2	25.8
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	37.8	40.9	39.7	41.4
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	17.4	20.7	24.5	18.2
	Ortalama Rüzgâr Hızı (ms ⁻¹)	1.8	1.7	1.7	1.7
	Ortalama Toplam Yağış (mm)	5.4	0	0.4	54.8
	Ortalama Bağıl Nem (%)	66.2	61.3	61.9	67.8
2016	Ortalama Sıcaklık (°C)	26.8	29.9	29.5	26.4
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	42.	41.4	40.7	39.5
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	18.9	25.2	24.2	19
	Ortalama Rüzgâr Hızı (ms ⁻¹)	1.7	1.8	1.8	1.9
	Ortalama Toplam Yağış (mm)	24.3	0.6	0	32.3
	Ortalama Bağıl Nem (%)	62.8	60.3	66.8	55
Uzun Yıllık (1929-2016)	Ortalama Sıcaklık (°C)	25.3	28.4	28.2	24.8
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	30.8	34.1	34	31
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	19.6	22.6	22.6	19.3
	Ortalama Toplam Yağış (mm)	9.4	2.5	2.7	14.5

3.1.4. Bitki materyali

Çalışmada Asteraceae familyasına ait çok yıllık yarı çalimsı bir bitki olan şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bert.) materyal olarak kullanılmıştır. Bu bitki kalorisi olmayan doğal tatlandırıcıların en önemli kaynaklarından biridir. Şeker kamışından yaklaşık 300 kat daha tatlı olan glikozit birikimine sahip olması bitkiyi oldukça önemli kılmaktadır (Carino-Cortes vd. 2007). Şeker otu bitkisi 2004 yılından beri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın pozitif bitkiler listesinde yer almaktadır. Bitki Türkiye'de ilk defa Antalya ilinde yetiştirilmeye başlanmış ve 2012 yılında da ilk hasadı yapılmıştır. Bitkinin doğal habitatı Paraguay'ın kuzey doğusundaki subtropikal alanlardır. En iyi gelişmeyi yıllık sıcaklık ortalaması 31°C, yağışı ise 1400 mm olan alanlarda göstermektedir. Gelişme aşamaları boyunca soğuğa oldukça hassas olup, don olaylarının minimum olduğu, yüksek ışık yoğunluğu olan ve yüksek sıcaklığa sahip bölgelerde daha fazla yaprak üretimi sağlanmaktadır. Gün uzunluğu ışık yoğunluğundan daha kritik olup, uzun bahar ve yaz günleri yaprak gelişmesi için idealdir. Kısa gün koşulları ise çiçeklenmeyi teşvik etmektedir. Güneş ışınlarının aşırı yoğun olması durumunda, yaz aylarında kısmen de olsa gölgeye ihtiyaç duymaktadır. Şeker otu yetiştiriciliği için en uygun topraklar verimi yüksek ve drenaj problem olmayan alanlardır. Bitkinin besleyici kökleri toprak yüzeyine oldukça yakındır. Bu nedenle araştırma alanındaki toprakların sığ (50-70 cm) olması bir sorun teşkil etmemektedir. Şeker otunun farklı iklim isteklerine bağlı olarak tüm dünyada yetişen yaklaşık 90 çeşidi bulunmaktadır (İbrahim vd. 2008).

Fide dikimi, Antalya koşullarında, son donlar bittikten sonra Mart ayı sonları veya Nisan ayı başlarında toprak sıcaklığının 15-20°C olduğu dönemlerde yapılabilir. Fide dikiminden önce arazinin derin bir şekilde sürülmesi ve sonrasında taban gübresi (DAP, 20-20-0 veya 15-15-15) atılması önerilmektedir. Dikimde sıra arası ve sıra üzeri mesafelerin sırasıyla 60 ve 30 cm olması önerilmektedir. Gübreleme bitkide verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediğinden toprak koşullarına göre değişmekle birlikte genellikle saf madde üzerinden dekara atılacak 10 kg azot, 5 kg fosfor ve 5 kg potasyum yeterli olmaktadır. Azot, topraktan hızlı bir şekilde yıkandığı için yarısı dikim zamanı, diğer yarısı ise fideler araziye aktarıldıktan 30 gün sonra, fosfor ve potasyum

elementlerinin ise tamamının dikimle birlikte verilmesi önerilmektedir. Sıcak iklime sahip bölgelerde yılda birden fazla biçim yapılabilir. En uygun hasat zamanı çiçeklenmenin hemen başı olup bu dönem yapraklarda tatlandırıcı düzeyi en yüksektir. Biçim yüksekliği 10-15 cm olmalıdır. Biçimden sonra hızlı bir şekilde kurutulmayan bitki yapraklarında oksidasyon nedeniyle, steviosid içeriğinin 3 gün içinde 3'te 1 oranında düştüğü belirlenmiştir. Şeker otu yetiştiriciliğinin birinci yılında dikim tarihi ve hava koşullarına bağlı olarak genellikle tek biçim yapılmakta ve yaklaşık olarak 150-300 kg/da yaprak kuru verimi elde edilmekte, ikinci yılda ise biçim sayısı artacağı için verim de artmaktadır. Şeker otu yaprak kuru veriminin yıllık 330-460 kg/da olduğu belirtilmektedir (Turgut vd. 2014).

3.2. Metot

3.2.1. Arazi işlemleri ve denemenin kurulması

Çok yıllık bir bitki olan şeker otunun iki yetişme dönemi boyunca gerçekleştirilen bu çalışmada deneme süresince meydana gelen yağışların sulama düzeylerini etkilememesi amacıyla yalnızca yağışların meydana geldiği günlerde deneme alanının üzeri kapatılarak yağışların alana girmesini önlemek için deneme alanını tamamen kapsayacak (her kenardan yaklaşık 2.5 m dışını da kapatacak) şekilde sağlam profil çelik kolonların eğimli kirişlerle birleştirilmesiyle sera benzeri bir yapı inşa edilmiştir (Şekil 3.1). Bu iskeletin üzerine kapatıldığında alana yağışın girmesini önleyecek şekilde tasarlanmış, el yardımıyla kolayca kapatılıp toplanabilen bir örtü malzemesi monte edilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanına üstü kapatılıp açılabilen sera benzeri yapının inşası aşamaları

Hava durumu tahminlerinin izlenmesiyle yağış beklendiği günlerde örtü kapatılmış, diğer zamanlarda ise toplanmıştır. Her ne kadar çalışma bölgesinde drenaj problemi olmadığı için alana dışarıdan yüzey akışı girişi beklenmese de, olası yoğun yağış dönemlerinde alanı korumak ve örtü uç kısımlarından toprağa akan suyun alana girmesini önlemek amacıyla, kenar kolanlardan 0.5 m içeride (parsellerden yaklaşık olarak 2.2 m uzakta) olacak şekilde deneme başlangıcında küçük seddelerle alanı koruyan bir tampon oluşturulmuştur.

Yağış etkisinin kontrol altına alındığı tarla şartlarında yürütülen bu çalışmada; materyal olarak seçilen şeker otu bitkisinin sulanması ile ilgili literatür eksikliğinin giderilmesi ve bitki su-verim ilişkilerinin ayrıntılı bir şekilde ortaya konulabilmesi için altı farklı sulama rejimi (I120, I100, I80, I60, I40, ve I20) ile azot uygulanmayan kontrol (N0 = 0), diğeri ise bitki için önerilen azot gübrelemesinin (N1 = 10 kg/da) yetiştirme periyodu boyunca fertigasyon uygulanmasını içeren iki azot düzeyi konusu ele alınmıştır (Çizelge 3.2).

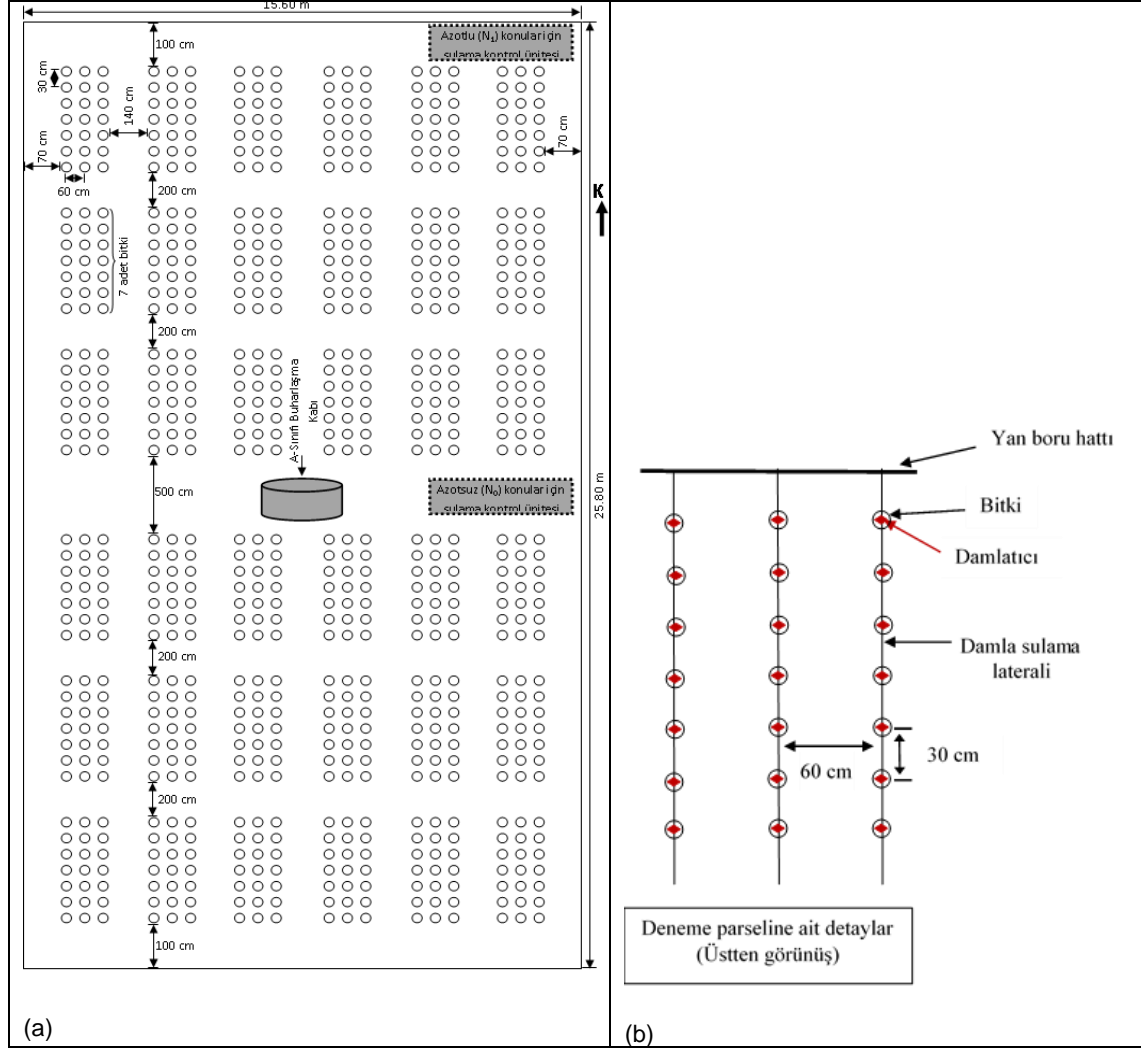
Araştırma azot düzeylerinin ana parselleri ve sulama düzeylerinin alt parselleri oluşturacak şekilde düzenlenmesiyle bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bu durumda çalışmada 2 azot düzeyi x 6 sulama rejimi x 3 tekerrür olmak üzere toplam 36 adet parcel oluşturulmuştur. Deneme planı Şekil 3.2.a'da, bir parselde ait detaylar ise Şekil 3.2.b'de verilmiştir. Her bir parselde 3 bitki sırası oluşturulmuş ve her bitki sırasına 7 adet şeker otu fidesi sıra üzeri 30 ve sıra arası 60 cm olacak şekilde dikilmiştir. Her bir parsel kenarındaki birer sıra ile her sıranın baş ve sonundaki birer bitki kenar tesiri olarak ayrılmıştır. Ölçümler ve analizler orta sıradaki beş bitki üzerinden yapılmıştır. Deneme parselleri arasında 1.4 m, bloklar arasında ise 2.0 m boşluk bırakılmıştır. Bu durumda her bir parselin boyutu 2.6 m x 3.8 m olmuştur.

Çizelge 3.3. Araştırmada ele alınan konular ve açıklamaları

Azot Düzeyi	Sulama Rejimi	Açıklama
N0 (azot uygulanmayan)	I100	A-Sınıfı buharlaşma kabı ölçümleri esas alınarak 30 cm toprak derinliğinin her sulamada tarla kapasitesine getirildiği tam sulama (kontrol) konusu
	I120	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %120'sinin verildiği aşırı sulama konusu
	I80	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %80'inin verildiği kısıntılı sulama konusu
	I60	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %60'inin verildiği kısıntılı sulama konusu
	I40	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %40'sinin verildiği kısıntılı sulama konusu
	I20	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %20'inin verildiği kısıntılı sulama konusu
N1 (bitki için önerilen 10 kg N/da gübre)	I100	30 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilen kısmının tamamının her defasında tarla kapasitesine çıkarıldığı tam sulama (kontrol) konusu
	I120	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %120'sinin verildiği aşırı sulama konusu
	I80	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %80'inin verildiği kısıntılı sulama konusu
	I60	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %60'inin verildiği kısıntılı sulama konusu
	I40	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %40'sinin verildiği kısıntılı sulama konusu
	I20	Kontrol (I100) konusuna uygulanan miktarının %20'inin verildiği kısıntılı sulama konusu

Arazi deneme başlangıcında Mayıs ayı içerisinde derin bir şekilde sürülmüştür. Çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler için deneme alanında araziyi temsil edecek şekilde üç farklı noktada profil çukurları açılarak bunların 5, 15, 25, 35 ve 50 cm derinliklerinden katmanlar halinde bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Toprağın işlenmesini takiben araziye tav suyu verilmiş, sulamayla birlikte her bir parselde 151 gr

taban gübresi ilave edilmiştir. Toprak tava gelince 9 Haziran 2015 tarihinde hazırlanan parsellerde çapa ile açılan 15-20 cm derinliğindeki ocaklara kök ve gövde kısmına zarar vermeden fide dikimi gerçekleştirilmiştir. Şeker otu çok yıllık bir bitki olduğundan denemenin ikinci yılında yeniden fide dikim işlemi gerçekleştirilmemiş, denemeye birinci yılda kaldığı yerden devam edilmiştir. Ancak deneme başındaki toprak örnekleme işlemleri ikinci yılda da deneme başında tekrar edilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme planı (a) ve bir parsele ait detaylar (b)

3.2.2. Sulama uygulamaları ve fertigasyon

Çalışmada sulama suyu deneme alanının hemen başında bulunan hidrantranttan sağlanmıştır. Sulama suyu (EC= 0.7 dS/m, pH= 7.12) kaynağı Akdeniz Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde bulunan pompaj sistemidir. Araştırmada sulama uygulamaları damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Damla sulama sistemi; kontrol birimi, ana boru ve yan boru hattı, lateraller ve lateraller üzerinde damlaticılardan oluşmaktadır. Araştırmanın bir bölümü olan azot gübrelemesi (10 kg/da), azot uygulanacak konulara yetiştirme periyodu boyunca bitki gelişimine bağlı olarak

denemenin her iki yılında da fertigasyon tekniği yardımıyla 2 Temmuz, 15 Temmuz, 3 Ağustos ve 14 Ağustos tarihlerinde olmak üzere sırasıyla %10, %20, %30 ve %40'lık dilimler halinde uygulanmıştır. Azot gübresi uygulamasının yapıldığı her bir sulama rejimi konusu için 6 adet depo aktif hale getirilerek sulama rejiminden bağımsız olarak tüm konulara eşit düzeyde gübre uygulaması yapılmıştır.

Deneme boyunca kontrol (I100) konusuna ait parsellerdeki 0-30 cm toprak profilinde kullanılabilir su içeriğinin %45-55'i tüketildiğinde tüm konular için sulama işleminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Deneme başında toprakların tarla kapasitesi, solma noktası ve tüketilmesine izin verilecek kullanılabilir toprak su içeriği (%45-55) dikkate alınarak yapılan hesaplamalarla, sulama uygulamalarında 3 tekerrüre sahip kontrol konusuna hizmet edecek depoya konulması gereken su miktarının 120 ile 140 L arasında değiştiği belirlenmiştir. Denemede bitki kök gelişimi dikkate alınarak A-Sınıfı buharlaşma kabında ölçülen buharlaşma miktarı birinci yıl için dikim – 15 Temmuz arasında 0.60, 16 – 30 Temmuz arasında 0.70, 01 – 30 Ağustos arasında 0.80 ve sonrasında hasata kadar kalan dönemde 1.00; ikinci yıl ise yeniden fide dikimi gerçekleşmediği için tüm dönemlerde 1.00 olarak alınan bitki katsayıları ile düzeltilmiştir. Buna göre depoya konulması gereken su miktarı ve dönemsel bitki kök gelişim katsayıları dikkate alınarak A-Sınıfı buharlaşma kabında meydana gelen buharlaşma miktarları günlük veya iki günlük periyotlarda ölçülerek sulama zamanına ve verilecek sulama suyu miktarına karar verilmiştir. Sulamalarda A-Sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarı ile dönemsel kap katsayıları göz önüne alınarak her sulamada 3 adet kontrol parseline hizmet eden depoya 120, 130 veya 140 L su şebekeden bir sayaç yardımıyla ölçülerek 200 L kapasiteli depoya doldurulmuştur. Benzer şekilde her sulamada, aşırı veya kısıntılı sulama konularına uygulanacak sulama suyu miktarları, ilgili konunun aşırı/kısıntı su uygulama katsayısının (I_{120} için 1.20, I_{80} için 0.80, I_{60} için 0.60, I_{40} için 0.40 ve I_{20} için 0.20) ilgili sulamada kontrol konusuna uygulanan sulama suyu miktarının çarpımıyla hesaplanmış ve belirlenen miktar o konuya ait depoya sayaç yardımıyla ölçülerek doldurulmuştur. Daha sonra her bir depoya hizmet eden küçük birer pompa aynı anda çalıştırılmış ve depolardaki su tamamen boşalınca kadar ilgili ana parseldeki her bir konunun 3 alt parsellerine ulaşan sulama sistemi ağına verilerek lateraller üzerindeki kendinden basınç düzenleyicili damlatıcılarla bitki kök bölgesine ulaştırılmıştır.

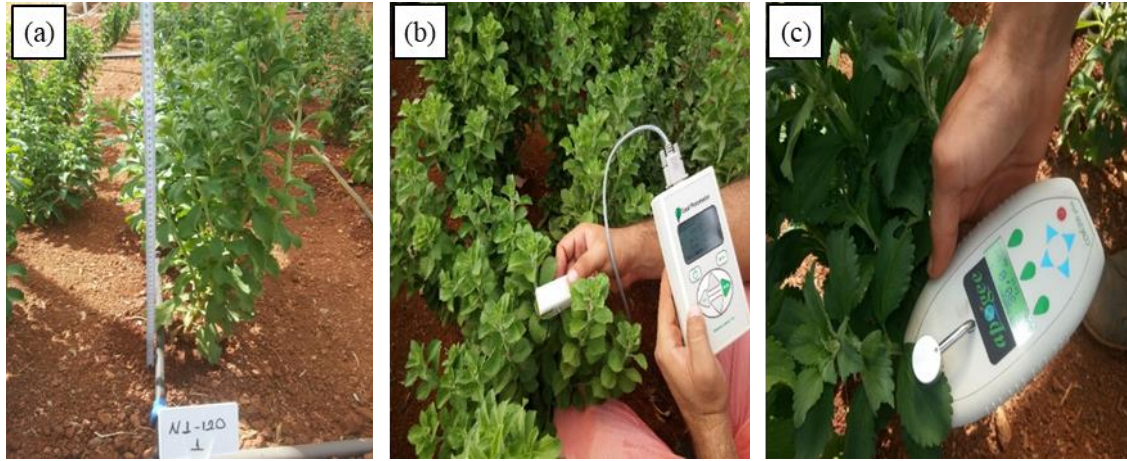
Sulamaların sağlıklı yapıldığını ortaya koyabilmek için, bitki köklerine fazla zarar vermemek amacıyla denemenin birinci yılında 15-20 günde bir (her 3-5 sulamada bir), ikinci yılında ise 10 günde bir sulama öncesinde kontrol konularından toprak örnekleri alınarak gravimetrik yöntemle toprak su içerikleri belirlenmiş ve bu değerlerden yararlanarak ilgili sulamada kontrol konusuna uygulanması gereken sulama suyu derinlik (d , mm) cinsinden Eşitlik (3.1) kullanılarak da hesaplanmış ve bu değer (mm) sulanan alan (6.86 m^2) ile çarpılarak uygulanması gereken sulama suyu litre cinsine çevrilmiştir. Böylelikle A-Sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak hesaplanan ve uygulanan sulama suyu miktarları ile denemeler boyunca bazı sulama uygulamalarından önce yapılan toprak örnekleme sonucu gravimetrik yöntemle belirlenen ve Eşitlik (3.1) kullanılarak hesap edilen uygulanması gereken sulama suyu miktarları karşılaştırılmıştır.

$$d = \frac{(P_{vtk} - P_{vm})}{10} \times D \quad (3.1)$$

Eşitlikte; $P_{vık}$: hacim yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi (%), P_{vm} : hacim yüzdesi cinsinden sulama öncesi ölçülen toprak su içeriği (%), D : ıslatılan toprak derinliği (şeker otu bitkisi için 30 cm'dir).

3.2.3. Bitkide yapılan gözlem ve ölçümler

Denemede yetiştirme periyodu boyunca haftalık olarak bitki boyları cep şerit metresi ile kök boğaz kalınlıkları ise bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve belirgin fizyolojik değişiklikler kaydedilmiştir. Stoma iletkenliği DECAGON-SC01 model taşınabilir porometre aleti yardımıyla olgunlaşmasını tamamlamış olan genç yaprakların ortasından yaprak başına bir kez olmak üzere haftalık periyodlarla okuması ($\mu\text{mol H}_2\text{O/m}^2.\text{s}$) yapılmıştır. Yaprak klorofil içeriği indeksi ise taşınabilir APOGEE CCM-2000 plus klorofilmetre cihazı yardımıyla iki adet bitkinin orta yapraklarının yaprak damarı ile yaprak kenarı arasında kalan bölgesinde yapılan okumalarla yine haftalık bazda ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yetiştirme periyodu boyunca bitkilerde yapılan bitki boyu (a), stoma iletkenliği (b) ve klorofil içeriği (c) indeksi ölçümleri

3.2.3.1. Radyometrik ölçümler

Spektral yansıma ölçümleri, 330-1075 nm dalga boyu aralığında ölçüm yapabilen Analytical Spectral Devices (ASD)™ (FieldSpec® FR) HandHeld spektrometresi, ASD kontak prob (contact prob) ve bitki probu (plant prob) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bitkinin su stresi durumu ile farklı dalga boylarındaki enerji kullanım durumlarının ön plana çıkartılması amacı ile elektromanyetik spektrumun mavi (450-500 nm), yeşil (501-570 nm) kırmızı (610-700 nm) ve yakın kızılötesi (701-1075 nm) dalga boyu aralıklarında tasnif edilmiştir (Campbell 2006). Ölçümler fide tutum döneminden hasat sonuna kadar haftalık periyodlarda, güneş ışınlarının geliş açısının 45° - 50° olduğu sabah saatlerinde (09:30-10:30), her bir konuya ait parsellerin orta sırasındaki iki bitkide, bitkiyi en iyi temsil eden yapraklardan elektromanyetik spektrumun farklı dalga boyu aralığında yansıma değerlerinin elde edilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Spektrometrenin kalibrasyonu her ölçüm öncesi kontak prob ve bitki probu ile beyaz referans (white referance) okuması yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçülen değerler High Contrast RS3 yazılımı ile dizüstü bilgisayara aktarılmıştır. Bu yazılım ile bitki

yapraklarının yansımaya değerleri elektromanyetik spektrumun farklı dalga boyu aralığında hem grafik hemde ASCII dosyası olarak saklanmıştır. Veriler ASCII dosyasında her 0.5 nm için bir yansımaya değeri atanarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.4. Dönem içerisinde yapılan spektrometrik ölçümler

Bitki örtüsü özelliklerinin tanımlanmasında kullanılacak çok sayıda spektral vejetasyon indeksleri geliştirildiği (Jackson vd. 1980), yakın kızıl ötesi ve kırmızı bölgedeki yansımaların dikkate alınarak hesaplandığı bu indekslerin pek çok bitki verileriyle istatistiksel olarak önemli bir korelasyona sahip olduğu (Heute 1988) belirtilmektedir. Bu araştırma kapsamında değerlendirmeye alınan vejetasyon indekslerine ait eşitlikler Çizelge 3.3’de verilmiştir:

Çizelge 3.4. Vejetasyon indeksleri

İndeksler	Eşitlik	Kaynak
Bant oranlama indeksi (VI)	$VI = \frac{NIR}{R} \quad (3.2)$	Aparicio vd. 2004
Normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI)	$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (3.3)$	Penuelas vd. 1997
Bitki ayırım indeksi (DVI)	$DVI = NIR - R \quad (3.4)$	Teilet, vd. 1997
Su indeksi (WI)	$WI = \frac{R900}{R970} \quad (3.5)$	Penuelas vd. 1997

Eşitliklerde; NIR ve R sırasıyla yakın kızılötesi ve kırmızı bandın yansımaya değerleri, R900 ve R970 ise yine sırasıyla 900 ve 970 nm dalga boylarında ölçülen spektral yansımaya oranlarını ifade etmektedir.

3.2.3.2. Bitki su tüketimi, bitki katsayısı, verim tepki etmeni ve sulama suyu kullanım randımanı

Aşırı sulama konusu hariç her bir sulama rejimi konusu için bitki su tüketimlerinin (ET) belirlenmesinde su bütçesi eşitliği (3.6) kullanılmıştır.

$$ET = I + R + C_r - D_p - R_f \pm \Delta_s \quad (3.6)$$

Eşitlikte; I: sulama suyu (mm), R: etkili yağış (mm), C_r: kapılar yükselme (mm), D_p: derine sızma kayıpları (mm), R_f: yüzey akış (mm), Δ_s: toprak profilindeki ekim başı ve son hasat arasındaki su içeriği değişimi (mm)'dir. Çalışmada arazinin yağış ve yüzey akışından korunması ve drenajının iyi olması nedeniyle eşitlikteki R, C_r ve R_f değerleri sıfır alınmıştır. Toprak su içeriğindeki değişimler dönem içerisinde farklı zamanlarda alınan toprak örneklerinden gravimetrik yöntem yardımıyla hesaplanmıştır.

Bitki katsayısı (k_c) Eşitlik 3.7 yardımıyla hesaplanmıştır:

$$k_c = \frac{ET_c}{ET_0} \quad (3.7)$$

Eşitlikte; ET_c: denemeden elde edilen gerçek bitki su tüketimi (mm/gün) ve ET₀: FAO Penman-Monteith eşitliği ve meteorolojik veriler kullanılarak belirlenen referans bitki su tüketimi (mm/gün)'dir.

Verim tepki etmeninin (k_y) belirlenmesinde Eşitlik 3.8'de verilen Stewart modeli (Doorenbos ve Kassam 1986) esas alınmıştır:

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (3.8)$$

Eşitlikte; Y_a: gerçek verim, Y_m: maksimum verim, ET_a: gerçek su tüketimi, ET_m: maksimum su tüketimidir. Verim tepki etmeni evapotranspirasyondaki birim azalmaya karşılık verimdeki azalmayı yani bitkisel verimin su eksikliğine karşı duyarlılığını ifade etmektedir. Çalışmada farklı sulama rejimleri altında elde edilen verim (yaş herba verimi, kuru herba verimi, yaş yaprak verimi ve kuru yaprak verimi) ve su tüketimi değerleri dikkate alınarak hesaplanan oransal ET açığının oransal verim azalmasına karşı grafiklenmesiyle şeker otu bitkisinin farklı verim parametreleri için k_y değerleri elde edilmiştir.

Her bir deneme konusunun sulama suyu kullanım randımanlarının (SSKR) belirlenmesinde ise Howell vd. (1990) tarafından önerilen Eşitlik 3.9 kullanılmıştır:

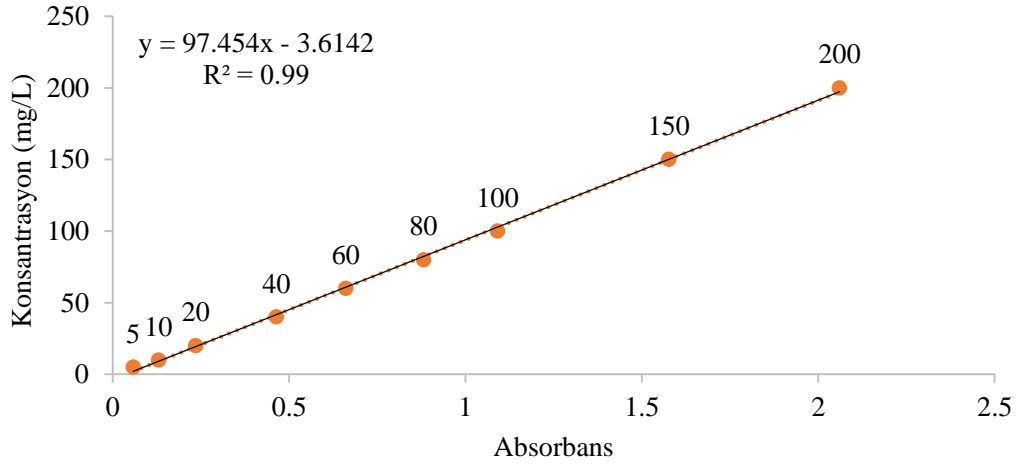
$$SSKR = \frac{Y}{I} \times 100 \quad (3.9)$$

Eşitlikte; Y: Verim, I: Sulama suyunu ifade etmektedir.

3.2.3.3. Şeker otu bitkisinde bazı bileşen analizleri

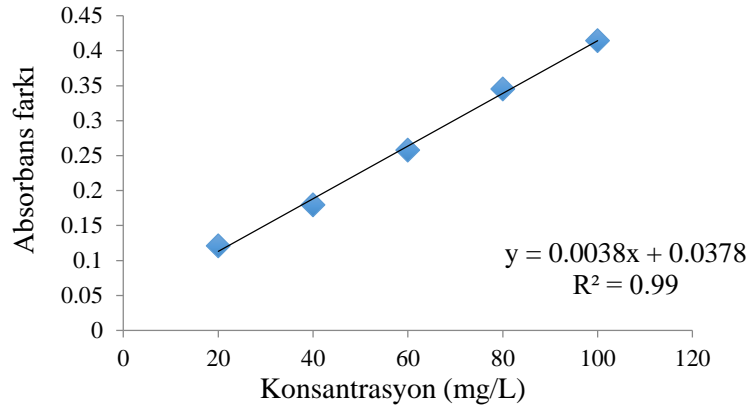
Çözünür kuru madde miktarı: Abbe refraktometresi kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu 2013).

Toplam fenolik madde miktarı: Spanos ve Wrolstad'ın (1990) belirtmiş olduğu esaslara göre spektrofotometrik yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 1 gr bitki örneği 10 ml saf su ile ekstrakte edilmiş ve uygun oranlarda seyreltilmiştir. Bu örneklerden 0.5 ml alınmış ve üzerine önce 2.5 ml 0.2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi ardından 2 ml %7.5'lik sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen bu karışım 5 dakika 50°C'lık sıcak su banyosunda daha sonra da 10 dakika karanlık ortamda bekletilmiş, ardından UV - Vis T60 marka spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okumalar yapılmıştır. Okunan absorbans değerleri ve gallik asit ile hazırlanan kurveden yararlanılarak toplam fenolik madde miktarı hesaplanmış olup sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/L olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Gallik asit standart çözeltileri ile elde edilmiş kurve

Toplam antioksidan aktivite tayini: Spektrofotometrik olarak DPPH radikalının inhibisyonuna dayanan yöntemle gerçekleştirilmiştir (Fernández-León vd. 2013). Bu amaçla 0.5 gr kuru yaprak örneklerinin üzerine 10 ml metanol eklenip WiseTis HG-15D cihazı ile homojenize edilmiş ardından 15 dakika santrifüj (Hettich Zentrifugen Rotofix 32A) edilmiştir. Elde edilen supernatant 50 ml'lik balon jöjelere süzülüş, arta kalan pelete 10 ml metanol eklenip karıştırılarak 5 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlem bir kez daha tekrarlandıktan sonra 50 ml'lik balon jöjelerde son hacim metanol ile tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktlar belli oranlarda seyreltikten sonra 50 µl alınarak üzerine 950 µl taze hazırlanmış 60 µM DPPH çözeltisi ilave edilerek oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiştir. DPPH çözeltisinin absorbansı analiz başında saf metanole karşı 517 nm dalga boyunda ölçülmüş ardından örneklerin okumaları yapılmıştır. Yapılan okumaların DPPH çözeltisine göre farkları alınmış ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan trolox standartları ile elde edilen eşitlik (Şekil 3.6) yardımıyla hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 3.6. Farklı konsantrasyonlarda trolox standartlarıyla elde edilen kurve

Rebaudiosid A ve steviosid miktarları: HPLC ile harici standart metodu kullanılarak izokratik koşullarda belirlenmiştir (Wölwer-Rieck vd. 2010). İzokratik sistem, sabit konsantrasyondaki mobil fazın 1.0 ml/dk akış hızı ile beraber maddelerin kolonlardaki alıkonma zamanına bağlı olarak birbirlerinden ayrılabilmesi temeline dayanmaktadır. Kromotografik analizler için HPLC sistemi olarak Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarları'nda bulunan Agilent 1200, basıncı 400 bar'a kadar çıkabilen G1311A Quaternary Pompa, G1313A Standart otomatik örnekleyici, G1316A Colcom kolon fırını ve soğutucu ile G1315A Diode Array Detector (DAD), Nucleodur HILIC (250 x 4.6 mm, 5 µm) kullanılmıştır. Mobil faz olarak, Asetonitril (HPLC saflığında, Merc): Su (Ultra saf su) karışımı (80:20 v/v) kullanılmıştır. Bitkilerin ekstraksiyonu için her bir bitkiden 1 g bitki tartılarak son hacim ultra saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Ardından WiseTis HG-15D cihazı ile önce 7000 devir/dakika'dan başlanıp 12000 devir/dakika hıza kadar çıkılarak yaklaşık 10 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat 5000 devir/dakika'da 15 dakika süresince santrifüj edilmiş ve işlem sonunda posa uzaklaştırılarak supernatattan 0.1 mL alınarak mobil faz [asetonitril:su (80:20)] olan karışımla son hacim 10 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra muhafaza edilmek üzere buzdolabına kaldırılmıştır.

Daha önce ekstraksiyonu yapılarak buzdolabında muhafaza edilen örnekler 0.45 µm steril şırıngadan süzülerek viallere alınmıştır. Sisteme vialler içinden 20 µL enjeksiyon yapılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler ile rebaudiosid A/steviosid ve steviosid+rebaudiosid A miktarları hesaplanmıştır.

3.2.4. Toprak analizleri

Yüzey toprağının tekstür sınıfı, tekstür bileşenlerinin (%kum, %kil ve % silt) Bouyoucus hidrometre yöntemi ile hesaplanmasından sonra tekstür üçgeninden belirlenmiştir (Gee ve Boudier 1986). Tarla kapasitesi su içeriği laboratuvarında basınç tablasında toprağın 1/3 atmosfer basınç altında tutabildiği su miktarı, solma noktası su içeriği ise 15 atmosfer basınç altında tutabildiği su miktarı olarak belirlenmiştir (Klute 1986). Toprağın elektriksel iletkenlik (EC_e) ve pH değerleri, saturasyon ekstraktında Richards (1954)'ın belirttiği esaslara göre Hach HQ serisi pH ve elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir. Hacim ağırlığı, Blake ve Hartge'nin (1986) belirttiği esaslara göre

silindir yöntemi ile belirlenmiştir. Kireç (kalsimetrik), organik madde (modifiye Walkley Black-TS 8336), N (Kjeldahl), P (Olsen), K (A. Asetat-ICP) analizleri hizmet alım yoluyla gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. İstatistiksel analizler

Denemelerden elde edilen tüm veriler SAS istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Bu amaçla, ele alınan faktörler (azot düzeyleri ve sulama rejimleri) arasındaki etkileşimlerin belirlenmesi amacıyla Genelleştirilmiş Doğrusal Model prosedürü yardımıyla çok değişkenli varyans analizi ve herhangi bir faktör düzeyi seviyesinde diğer faktörün analizleri için ise tek faktörlü varyans analizi prosedürü kullanılmıştır. Aksi belirtilmedikçe bütün istatistiksel analizler 0.001 (%0.1) önem seviyesinde yapılmış ve yorumlanmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre konulara ait ortalamaların sınıflandırılması ise 0.05 (%5) önem seviyesinde Duncan testi yardımıyla yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Sulama ile İlgili Genel Bulgular

Deneme alanında A-Sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarı dikkate alınarak hem sulama zamanı hem de her sulamada verilecek sulama suyu miktarı belirlenmiştir. Sulamaların sağlıklı yapıldığını göstermek için bitki köklerine fazla zarar vermemek amacıyla denemenin birinci yılında 15-20 günde bir (her 3-5 sulamada bir) (Çizelge 4.1), ikinci yılında ise 10 günde bir (Çizelge 4.2) sulama öncesinde kontrol konularından toprak örnekleri alınarak gravimetrik yöntemle toprak su içerikleri belirlenmiş ve bu değerlerden yararlanarak uygulanması gereken sulama suyu tekrar hesaplanmıştır. A-Sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak hesaplanan ve uygulanan sulama suyu miktarları ile denemeler boyunca değişik zamanlarda yapılmış toprak örnekleme sonucu gravimetrik yöntemle belirlenen toprak su içeriği yardımıyla hesap edilen uygulanması gereken su miktarı Çizelge 4.3'de ve aralarındaki ilişki ise Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Birinci yıl deneme boyunca alınan toprak örneklerinin su içerikleri (%)

Konular	Derinlik	26.Haz	27.Haz	3.Tem	4.Tem	22.Tem	30.Tem	31.Tem	6.Ağu	7.Ağu	14.Ağu	15.Ağu	26.Ağu	27. Ağu	
		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20
N1	I100	23.9	28.2	21.0	20.1	18.8	16.6	18.8	15.7	16.2	15.7	16.1	15.7	24.2	
		26.1	30.2	27.6	24.8	18.7	16.5	18.7	15.9	18.8	16.3	17.9	17.0	23.1	
		26.9	28.1	21.1	24.3	22.4	13.2	22.4	17.0	20.1	17.5	23.1	18.3	21.7	
		26.1	25.8	26.6	24.8	18.6	12.7	18.6	18.2	23.9	19.3	22.2	18.7	21.1	
	I100	29.5	30.9	24.7	24.9	23.7	16.7	23.7	15.0	15.2	16.9	18.6	17.1	23.1	
		30.2	29.4	27.0	27.9	25.0	16.6	25.0	16.1	18.0	16.9	21.8	16.3	24.6	
		29.2	29.8	26.2	25.8	24.6	13.8	24.6	17.6	23.6	17.6	23.0	16.3	21.5	
		25.3	26.5	26.7	25.4	26.6	12.2	26.6	18.8	23.5	19.0	25.0	20.3	22.1	
	I100	22.9	27.0	24.6	19.3	16.8	16.1	16.8	15.5	15.4	15.4	18.7	14.6	23.5	
		23.4	26.7	23.3	21.7	20.1	17.1	20.1	16.2	21.4	14.7	16.9	16.7	23.3	
		24.9	25.3	24.0	22.0	22.2	13.3	22.2	16.5	21.4	15.8	11.3	16.6	23.7	
		25.9	22.1	24.3	22.0	23.3	11.8	23.3	19.0	22.7	16.6	24.1	16.7	21.0	
N0	I100	28.0	26.2	25.3	23.1	24.5	13.2	24.5	15.9	13.3	15.7	23.8	15.2	24.0	
		28.9	30.3	27.9	26.0	22.5	17.6	22.5	15.2	21.3	16.4	20.3	15.7	24.5	
		28.7	28.3	22.9	24.9	25.0	19.0	25.0	16.4	21.5	13.0	19.9	16.9	21.6	
		23.6	28.3	25.7	25.4	24.5	19.3	24.5	18.8	22.4	18.9	23.3	17.1	19.5	
	I100	29.1	31.5	25.7	21.8	21.1	13.5	21.1	15.1	18.8	14.2	23.2	16.7	23.1	
		24.6	28.8	28.7	27.1	23.7	16.9	23.7	16.3	21.6	16.2	24.9	16.7	23.4	
		23.6	26.1	22.4	24.0	25.3	19.2	25.3	16.8	21.4	17.1	25.7	17.2	23.8	
		24.7	27.5	27.1	24.6	23.1	18.4	23.1	16.8	21.4	18.8	26.7	18.1	24.4	
	I100	27.1	26.8	25.8	24.0	25.9	13.8	25.9	15.7	18.4	15.1	24.8	15.8	23.4	
		26.3	25.6	25.2	24.8	26.5	17.0	26.5	16.0	22.1	16.6	24.2	15.8	23.6	
		30.6	25.6	24.1	24.1	25.2	17.4	25.2	16.1	21.3	17.5	23.9	17.2	22.5	
		28.8	27.7	24.6	25.6	28.8	18.2	28.8	16.4	22.1	19.2	24.6	17.3	20.5	

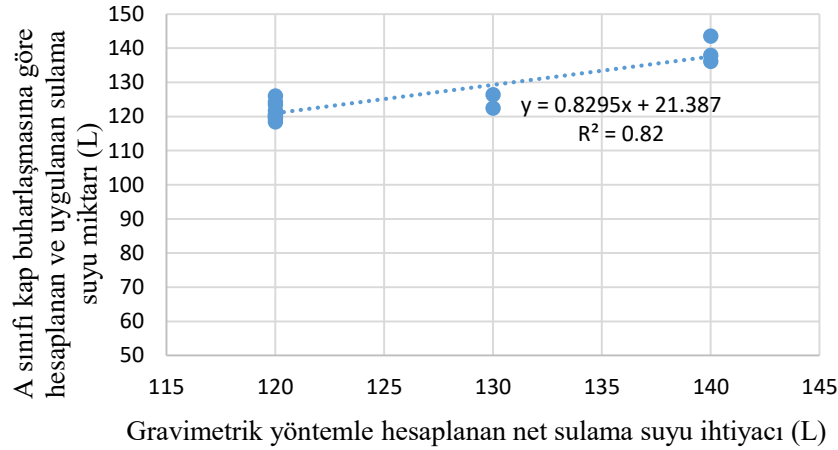
Çizelge 4.2. İkinci yıl deneme boyunca alınan toprak örneklerinin su içerikleri (%)

Konular	Derinlik	30.May	7.Haz	15.Haz	28.Haz	5.Tem	12.Tem	20.Tem	25.Tem	2.Ağu	13.Ağu	23.Ağu	31.Ağu	
N1	I100	10	15.9	24.5	14.9	17.1	17.4	17.2	16.8	16.5	17.1	16.9	17.7	17.0
		20	17.5	22.9	15.0	16.9	17.4	15.7	16.8	17.9	18.3	15.6	18.0	17.3
		30	14.7	23.1	18.8	17.5	18.0	14.9	17.1	18.0	20.7	16.0	19.3	18.6
		40	15.1	20.2	19.5	19.1	18.3	15.9	16.8	17.4	19.6	18.2	17.7	17.6
	I100	10	19.4	25.6	16.3	19.2	18.0	19.0	16.9	17.0	17.2	17.2	16.0	17.3
		20	18.6	25.7	16.2	21.1	18.4	19.2	16.9	18.2	17.3	17.7	17.2	17.6
		30	17.0	26.2	16.7	21.4	19.4	17.2	17.4	18.9	18.2	18.4	18.1	17.3
		40	17.6	21.3	18.4	20.5	20.3	18.2	17.6	18.1	19.8	20.7	18.0	15.0
	I100	10	17.5	21.9	13.9	17.5	17.0	14.3	18.1	17.7	17.0	16.4	18.5	16.4
		20	17.6	22.9	14.4	18.2	16.8	14.7	17.4	17.5	17.8	16.3	18.2	17.7
		30	16.9	24.4	17.5	18.0	17.0	15.6	18.6	19.0	18.6	16.4	20.7	18.6
		40	20.8	22.1	16.6	18.9	17.0	16.0	15.7	18.0	16.5	16.4	19.2	16.4
N0	I100	10	20.7	27.4	16.3	19.5	19.1	16.6	17.5	17.0	16.8	15.9	17.4	17.9
		20	17.9	27.8	18.1	19.6	19.2	15.6	17.4	17.7	17.9	16.3	17.5	16.9
		30	18.3	25.9	18.7	17.5	19.4	15.8	17.9	18.3	18.1	17.0	19.9	18.7
		40	22.8	28.4	18.6	17.7	19.8	16.2	18.0	18.5	19.0	16.9	17.6	15.6
	I100	10	19.4	27.7	16.2	17.0	17.1	17.4	17.7	18.1	17.5	16.7	16.6	17.0
		20	18.4	28.3	17.3	16.6	17.3	16.9	17.9	18.0	17.4	18.5	17.2	17.3
		30	19.1	26.7	18.5	16.7	17.9	15.5	18.3	18.8	18.8	17.8	18.5	18.9
		40	19.7	27.3	17.0	15.5	18.0	18.2	17.5	17.9	16.6	15.6	19.0	16.9
	I100	10	19.2	26.9	15.7	16.8	16.5	15.9	17.6	17.5	17.5	15.5	17.3	16.8
		20	21.9	25.4	18.6	17.5	16.6	15.0	17.1	17.8	18.8	16.8	17.6	17.0
		30	21.8	21.1	18.2	16.7	16.5	17.5	19.2	18.3	18.5	18.0	18.6	17.8
		40	24.0	19.7	18.4	16.6	17.0	17.2	18.4	17.7	15.6	16.8	15.5	17.7

Deneme boyunca kontrol (I100) konusuna ait parsellerdeki 0-30 cm toprak profilinde kullanılabilir su içeriğinin %45-55'i tüketildiğinde tüm konular için sulama işleminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Deneme başında toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda sulama uygulamalarında 3 tekerrüre sahip kontrol konusuna hizmet edecek depoya konulması gereken su miktarının 120 ile 140 L arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 4.4 ve Şekil 4.1 incelendiğinde, toprak örnekleri alınan dönemlerde gravimetrik yöntem sonuçları yardımıyla hesaplanan uygulanması gereken su miktarı ile A-sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarlarına göre hesap edilerek uygulanan sulama suyu miktarlarının birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Çizelge 4.4'e göre, verilen ile verilmesi gereken sulama suyu miktarları arasındaki fark -6 ile +8 litre arasında değişim göstermiştir. Bu değerler her bir deneme parselinin büyüklüğü dikkate alındığında bir sulamada -0.87 ve +1.16 mm su derinliğine karşılık gelmektedir. Her iki yılı içerecek şekilde Çizelge 4.4'de sunulan 14 adet karşılaştırma verisinden birer sulama uygulamasında -6 (parselde -0.87 mm), -4 (parselde -0.58 mm) ve -2 litre (parselde -0.29 mm); ikişer sulama uygulamasında da -3 litre (parselde 0.44 mm) daha az, benzer şekilde birer sulama uygulamasında +1 (parselde 0.15 mm) ve +8 litre (parselde +1.16 mm); ikişer sulama uygulamasında ise +2 (parselde +0.29 mm) ve +4 litre (parselde +0.58 mm) daha fazla su verildiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. A-Sınıfı kap buharlaşmasına göre kontrol konusuna (I100) uygulanan ve gravimetrik yöntemle göre hesaplanan sulama suyu miktarları

Tarih		Toplam Buharlaşma (mm)	Verilen Su Miktarı (L)	Toprak Su İçeriği (%)	Net Sulama Suyu İhtiyacı (mm)	Net Sulama Suyu İhtiyacı (L)
Birinci Yıl	29.Tem	24.13	120	15.97	18.00	123
	6.Ağu	24.03	130	16.07	17.84	122
	14.Ağu	22.73	120	16.25	17.54	120
	26.Ağu	19.23	120	16.43	17.25	118
İkinci Yıl	15.Haz	20.98	140	16.73	20.09	138
	28.Haz	17.39	120	18.06	17.39	119
	5.Tem	15.73	120	17.71	18.10	124
	12.Tem	22.72	140	16.33	20.91	143
	20.Tem	18.35	120	17.58	18.35	126
	25.Tem	17.48	120	17.89	17.73	122
	2.Ağu	14.86	120	17.98	17.55	120
	13.Ağu	22.72	140	16.86	19.84	136
	23.Ağu	17.48	120	18.03	17.44	120
	31.Ağu	19.66	130	17.56	18.41	126



Şekil 4.1. Her sulamada verilecek su miktarının belirlenmesinde kullanılan A-Sınıfı kap buharlaşması ve gravimetrik ölçüm değerleri arasındaki ilişki

İki yıllık deneme süresi boyunca yapılan sulama uygulamaları ve iki sulama uygulaması arasında A-Sınıfı buharlaşma kabında ölçülen buharlaşma miktarları ve sulama uygulamalarına ilişkin gerçek buharlaşma kabı katsayıları Çizelge 4.4'de sunulmuştur. İlgili çizelge dikkatle incelendiğinde, birinci yılda fide tutum aşamasından sonra denemelere başlanması ve hasat arasında 1 ile 6 gün değişen aralıklarda olmak üzere toplam 20, ikinci yılda ise bitki gelişiminin başladığı Haziran ayından hasat sonuna kadar geçen sürede 2 ile 5 gün değişen aralıklarda olmak üzere toplam 30 kez sulama uygulaması gerçekleştirilmiştir. İkinci yılda sulama sayısının birinci yılki sulama sayısından fazla olmasının nedeni, çalışmaya ait proje sözleşmesinin gecikmesinden dolayı deneme başlangıcında fidelerin ancak Haziran ayında dikilmesi ve konu uygulamalarına ancak Temmuz ayında başlanmış olmasındandır.

Çizelge 4.4. Deneme süresince A-Sınıfı buharlaşma kabı verileri, kontrol konusuna (I100) yapılan sulama uygulamaları ve buharlaşma kabı katsayıları

	Tarih	Buharlaşma	Verilen Su		Kap Katsayısı
		(mm)	L	mm	
Birinci Yıl (2015)	08 Tem	30.68	130	18.95	0.62
	13 Tem	31.03	130	18.95	0.61
	15 Tem	26.57	130	18.95	0.71
	17 Tem	26.22	130	18.95	0.72
	18 Tem	24.47	120	17.49	0.71
	20 Tem	26.05	130	18.95	0.73
	23 Tem	26.48	130	18.95	0.72
	29 Tem	24.13	120	17.49	0.72
	03 Ağu	24.91	130	18.95	0.76
	06 Ağu	24.03	130	18.95	0.79
	10 Ağu	23.60	120	17.49	0.74
	14 Ağu	22.73	120	17.49	0.77
	19 Ağu	23.94	130	18.95	0.79
	23 Ağu	22.38	120	17.49	0.78
	26 Ağu	19.23	120	17.49	0.91
	28 Ağu	20.10	140	20.41	1.02
	01 Eyl	17.48	130	18.95	1.08
03 Ey	17.48	130	18.95	1.08	
07 Eyl	20.10	140	20.41	1.02	
İkinci Yıl (2016)	03 Haz	18.00	140	20.41	1.13
	07 Haz	17.48	130	18.95	1.08
	10 Haz	17.48	130	18.95	1.08
	15 Haz	20.98	140	20.41	0.97
	17 Haz	19.80	140	20.41	1.03
	19 Haz	20.98	140	20.41	0.97
	21 Haz	19.23	130	18.95	0.99
	23 Haz	19.23	130	18.95	0.99
	25 Haz	16.61	120	17.49	1.05
	28 Haz	17.39	120	17.49	1.01
	01 Tem	17.39	120	17.49	1.01
	03 Tem	17.48	120	17.49	1.00
	05 Tem	15.73	120	17.49	1.11
	09 Tem	18.18	120	17.49	0.96
	12 Tem	22.72	140	20.41	0.90
	16 Tem	23.95	140	20.41	0.85
	20 Tem	18.35	120	17.49	0.95
	25 Tem	17.48	120	17.49	1.00
	27 Tem	17.48	120	17.49	1.00
	30 Tem	15.73	120	17.49	1.11
	02 Ağu	14.86	120	17.49	1.18
06 Ağu	20.98	140	20.41	0.97	
08 Ağu	19.23	130	18.95	0.99	
13 Ağu	22.72	140	20.41	0.90	
16 Ağu	17.48	120	17.49	1.00	
19 Ağu	20.98	140	20.41	0.97	
23 Ağu	17.48	120	17.49	1.00	
27 Ağu	19.23	130	18.95	0.99	
31 Ağu	19.66	130	18.95	0.96	
03 Eyl	19.75	130	18.95	0.96	

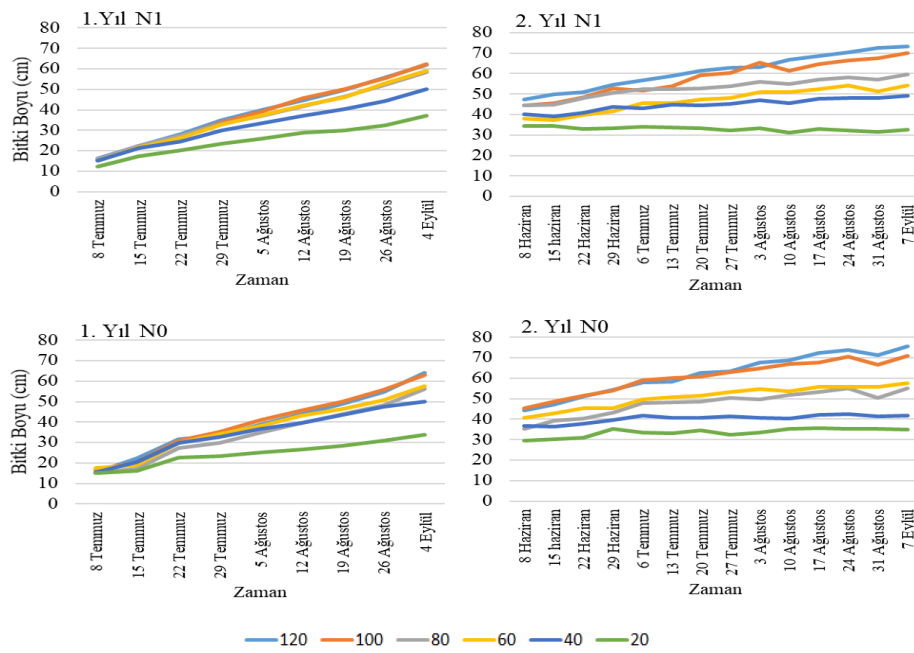
4.2. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Bitki Gelişimi, Klorofil İçeriği İndeksi ve Stoma İletkenliğine Etkisi

Deneme süresince her iki yetiştirme periyodunda haftalık bazda ölçülen bitki boyu, kök boğazı kalınlığı, toplam klorofil içeriği indeksi ve stoma iletkenliğine ilişkin zamansal değişimleri görsel olarak ortaya koyabilmek amacıyla grafikler hazırlanmıştır.

Bitki boyu: Genel olarak, gerek N0 gerekse N1 ana parsellerinde, sulama rejimi konuları arasında birinci deneme yılının başlangıcında homojen olan bitki boyları sulama konularına göre Temmuz ayı sonlarında farklılıklar göstermeye başlamıştır. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan I120 ve I100 konularında bitki boyları dönem sonuna kadar benzer bir büyüme paternine sahip iken; birinci yılda düşük bir büyüme hızına sahip olan I40 ve I20 konuları denemenin ikinci yılında nispeten yatay bir seyir izlemiştir (Şekil 4.2).

Denemenin gerek birinci gerekse ikinci yılı sonunda azot (N) x sulama rejimi (I) karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitki boylarına ait varyans analiz sonuçları

istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.5 ve 4.6). Duncan test sonuçlarına göre tüm sulama rejimi ortalamaları olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitki boyu ortalamaları, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 54.6 ile 54.8 cm (Çizelge 4.5), ikinci yıl ise 56.0 ve 56.4 cm (Çizelge 4.6) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör olarak sulama düzeyi dikkate alındığında (her iki azot düzeyi ortalaması olarak) en yüksek ortalama şeker otu bitki boyunun birinci ve ikinci yıl için I120 konusunda (sırasıyla 63.1 ve 74.6 cm) ortaya çıktığı ve bu değerlerin birinci yıl için I40 ve I20 ikinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol (I100) konusuna göre bitki boylarındaki azalma birinci yıl I40 ve I20 konularında sırasıyla %20.1 ve %43.3 iken ikinci yıl için I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla %18.8, %20.6, %35.4 ve %52.2 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.2. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki boyunun zamansal değişimi

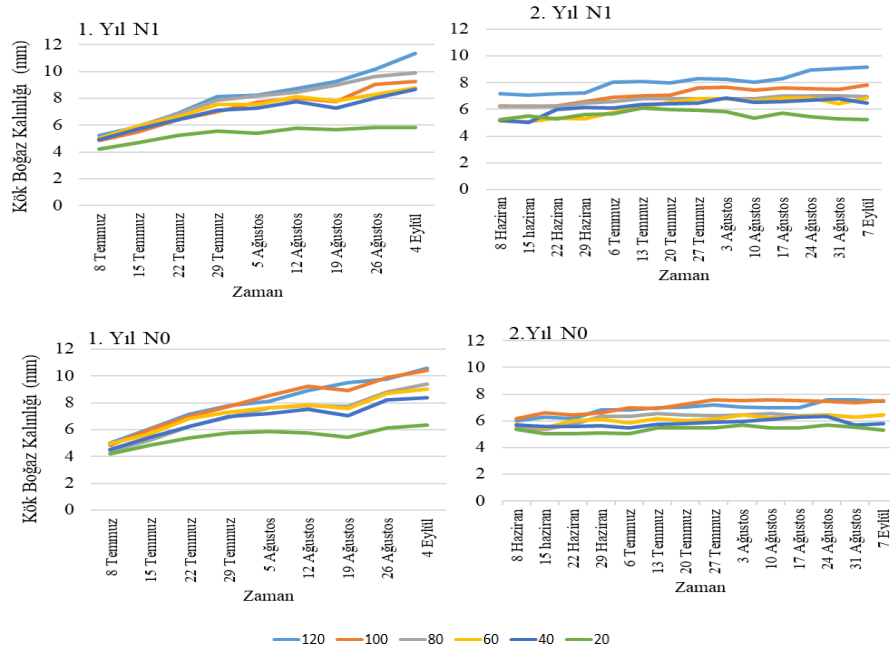
Çizelge 4.5. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki boyuna (cm) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	62.07 ^a a [£]	62.47 a	58.43 ab	59.20 ab	50.27 b	32.27 c	***	54.84
N0	64.13 a	63.10 a	56.20 ab	57.70 ab	50.07 b	33.97 c	***	54.63
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	63.10 a	62.78 a	57.32 a	58.45 a	50.17 b	35.62 c		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrüt ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.6. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki boyuna (cm) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	73.33 ^a a [‡]	69.93 ab	59.47abc	54.20 bc	49.27 c	32.47 d	***	56.44
N0	75.80 a	71.00 ab	54.93 cd	57.73 bc	41.80 de	34.87 e	***	56.02
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	74.57 a	70.47 a	57.20 b	55.96 b	45.53 c	33.67 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekerrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir.öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Kök boğaz kalınlığı: Genel olarak, bitki boyuna benzer şekilde gerek N0 gerekse N1 ana parsellerinde, sulama rejimi konuları arasında birinci deneme yılının başlangıcında yaklaşık homojen olan kök boğazı kalınlıkları sulama konularına göre Temmuz ayı sonlarında farklılıklar göstermeye başlamıştır. Azot uygulanan ve uygulanmayan tüm sulama rejimi konularında kök boğazı kalınlıkları birinci yılda dönem sonuna kadar nispeten hızlı bir artış gösterirken; ikinci yılda konular arası farklılıklar daha da belirginleşmiş ve özellikle I80, I60, I40 ve I20 konuları nispeten yatay bir seyir izlemiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki kök boğaz kalınlığının zamansal değişimi

Bitki boyuna benzer şekilde her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu kök boğazı kalınlıklarına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.7 ve 4.8). Ana faktör

olarak azot düzeyleri ele alındığında şeker otu kök boğazı ortalamaları, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 8.96 ile 9.02 mm (Çizelge 4.7), ikinci yıl ise 6.50 ve 7.09 mm (Çizelge 4.8) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama kök boğazı kalınlığında istatistiksel anlamda önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. En yüksek ortalama şeker otu kök boğazı kalınlığı birinci ve ikinci yıl için I120 konusunda (sırasıyla 10.98 ve 8.30 mm) ortaya çıkmış ve bu değerler birinci yıl için I60, I40 ve I20; ikinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Kontrol (I100) konusuna göre en yüksek su kısıntısına sahip I20 konusunda kök boğazı kalınlığındaki azalma birinci ve ikinci yıl için sırasıyla %38.4 ve %31.3 olarak hesaplanmıştır. Ancak birinci yıl için gerek N0 gerekse N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında da sulama rejimi konuları arasında bitki kök boğazı kalınlıklarının %1 önem seviyesinde farklılıklar gösterdiği belirlense de (Çizelge 4.7) ikinci yıl için herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.8). Bunun yanında ikinci yılda NxI etkileşimi düzeyinde varyans analiz sonuçları her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz bulunsa da I120 sulama rejimi uygulamasında kök boğazı kalınlığının azot uygulamasıyla arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.3).

Çizelge 4.7. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki kök boğazı kalınlığına (mm) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	11.36 [†] a [‡]	9.25 ab	9.92 ab	8.78 b	8.66 b	5.81 c	**	9.02
N0	10.59 a	10.40 ab	9.4 ab	9.02 ab	8.37 b	6.32 c	**	8.96
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	10.98 a	9.83 ab	9.66 ab	8.90 b	8.51 b	6.06 c		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.8. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitki kök boğazı kalınlığına (mm) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	9.16 [†] A [‡]	7.85	6.87	6.88	6.48	5.22	öd	7.09
N0	7.45 B	7.51	6.43	6.44	5.80	5.34	öd	6.50
P > F	*	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	8.30 a [‡]	7.68 ab	6.70 bc	6.65 bc	6.14 bc	5.28 c		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Boğum sayısı: Ana etkilerin karşılıklı etkileşimi düzeyinde (NxI) her iki yılın hasat sonrasında belirlenen şeker otu bitkisinin boğum sayılarına ait varyans analiz

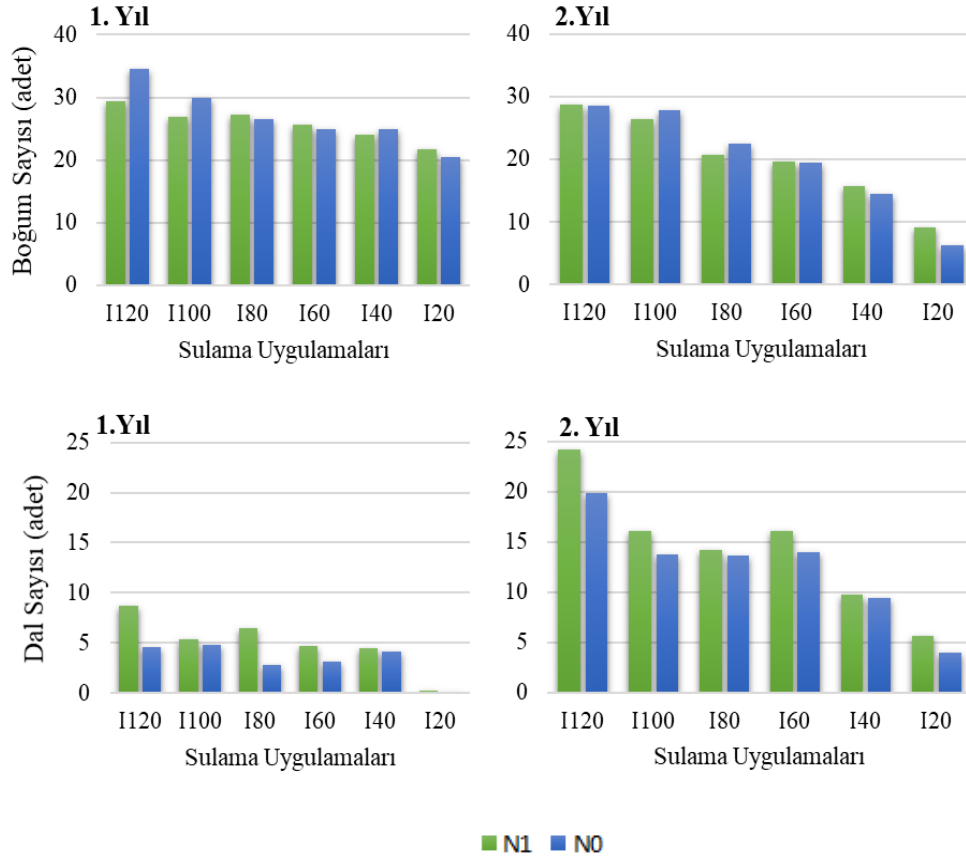
sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.9 ve 4.10). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama boğum sayısı, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 25.8 ile 26.9 adet (Çizelge 4.9), ikinci yıl ise 19.8 ve 20.0 adet (Çizelge 4.10) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama boğum sayılarında istatistiksel anlamda önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. En yüksek ortalama şeker otu bitki boğum sayısı her iki yetiştirme sezonu için I120 konusunda (sırasıyla 31.9 ve 28.7 adet) ortaya çıkmış olup bu değerler I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre en yüksek su kısıntısına sahip I20 konusunda boğum sayısındaki azalma %31.8 iken; ikinci yıl kontrol konusuna göre I80, I60, I40 ve I20 konularında boğum sayılarının sırasıyla %20.4, %27.9, %44.4 ve %71.7 oranında azaldığı hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki I100 konusunda birinci ve ikinci yıl bitki boğum sayısı değerlerinde önemli bir değişim olmazken; bu değerler ikinci yıl I120, I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla 1.1, 1.3, 1.3, 1.6 ve 2.7 kat azalma göstermiştir. Her iki yılda da N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında sulama rejimi konuları arasında boğum sayıları istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.9 -10 ve Şekil 4.4). Bunun yanında birinci yılda NxI etkileşimi düzeyinde varyans analiz sonuçları her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz bulunsada I100 sulama rejimi uygulamasında boğum sayısının azot uygulamasıyla azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde boğum sayısına (adet) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	29.33 [†] a [‡]	26.87 b B [‡]	27.33 bc	25.73c	24.00 d	21.73 e	***	25.83
N0	34.53 a	29.93 ab A	26.60 abc	25.00 bc	24.87 bc	20.40 c	*	26.89
P > F	öd	*	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	31.93 a	28.4 ab	26.97 b	25.37 b	24.43 bc	21.07 c		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve *: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.10. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde boğum sayısına (adet) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	28.73 [†] a [‡]	26.40 ab	20.67 bc	19.60 c	15.67 c	9.07 d	***	20.02
N0	28.60 a	27.80 a	22.47 b	19.47 b	14.47 c	6.27 d	***	19.84
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	28.67 a	27.10 a	21.57 b	19.53 b	15.07 c	7.67 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.4. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde boğum ve dal sayısına etkileri

Dal sayısı: Ana etkilerin karşılıklı etkileşimi düzeyinde (N \times I) her iki yılın hasat sonrasında belirlenen şeker otu bitkisinin dal sayılarına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.11 ve 4.12). Her iki yılda da, ana faktör olarak gerek azot düzeyleri (sırasıyla %5 ve %1 önem seviyelerinde) ve gerekse sulama rejiminin (%0.1 önem seviyesinde) ortalama dal sayısında istatistiksel anlamda önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Azot düzeyleri ele alındığında, ortalama dal sayısının birinci yıl 2.4 (N0) ile 5.0 adet (N1) (Çizelge 4.11); ikinci yıl ise önemli düzeylerde artış göstererek 12.4 (N0) ve 14.4 adet (N1) (Çizelge 4.12) arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde sulama rejimi dikkate alındığında en yüksek ortalama şeker otu bitki dal sayısı her iki yetiştirme sezonu için I120 konusunda (sırasıyla 6.7 ve 22.1 adet) ortaya çıkmış olup bu değerler ikinci yıl kontrol dahil tüm diğer konulardan; birinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre en yüksek su kısıntısına sahip I20 konusunda dal sayısındaki azalma %96.7 iken; ikinci yıl I40 ve I20 konularında dal sayılarının sırasıyla %35.7 ve %67.7 oranında azaldığı, I120 konusunda ise %47.8 oranında artış gösterdiği hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki birinci yıla göre ikinci yılda bitki dal sayısı değerlerinde I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla 3.3, 2.9, 3.0, 3.8, 2.2 ve 28.4 kat artış göstermiştir. Her iki yılda da N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında dal

sayıları birinci yıl %1, ikinci yıl ise %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.11-4.12 ve Şekil 4.4). Bunun yanında birinci yılda NxI etkileşimi düzeyinde varyans analiz sonuçları her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz bulunsa da I80 sulama rejimi uygulamasında dal sayısının azot uygulamasıyla önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde dal sayısına (adet) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	8.73 [†] a [‡]	5.33 ab	6.47 ab A [‡]	4.67 b	4.53 b	0.20 c	**	4.99 A
N0	4.60 a	4.87 a	2.80 a B	3.20 a	4.13 a	0.13 b	**	2.39 B
P > F	öd	öd	*	öd	öd	öd		
Ort. I	6.67 a	5.10 ab	4.63 b	3.93 b	4.33 b	0.17 c		
Önemlilik								
Azot (N) : **								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

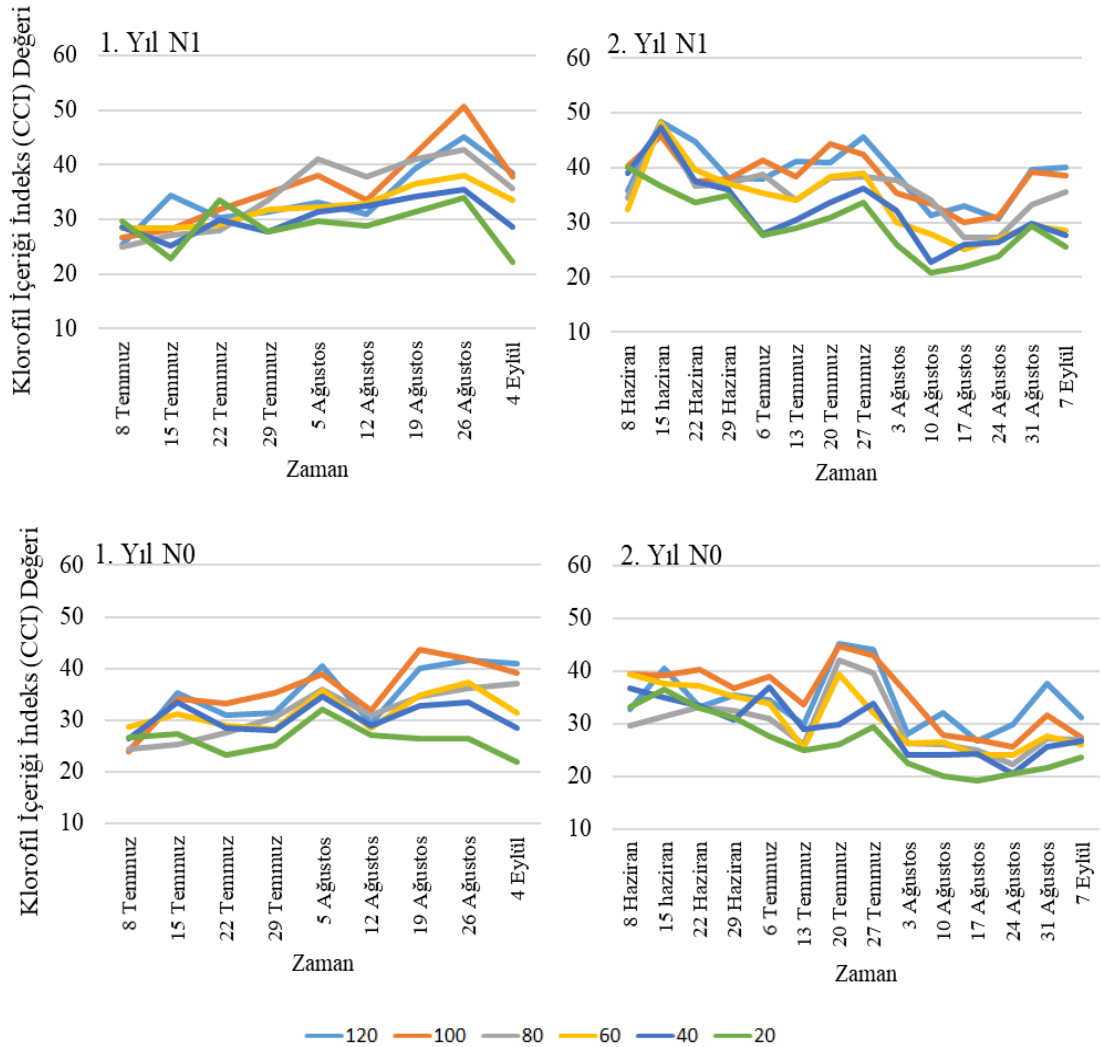
Çizelge 4.12. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde dal sayısına (adet) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	24.26 [†] a [‡]	16.13 b	14.02 bc	16.07 bc	9.80 cd	5.67 d	***	14.36 A
N0	19.86 a	13.73 b	13.67 b	14.00 b	9.40 b	4.00 c	***	12.44 B
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	22.07 a	14.93 b	13.93 b	15.03 b	9.60 c	4.83 d		
Önemlilik								
Azot (N) : *								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve *: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Klorofil içeriği indeksi: Deneme süresince haftalık periyotlarda ölçülen toplam klorofil içeriği indeksleri birinci yıl nispeten artan bir seyir izlerken, denemenin ikinci yılında dalgalı bir seyir izleyerek özellikle yüksek su kısıntılı konularda önemli düzeylerde azalmalar göstermiştir (Şekil 4.5).

Her iki yetiştirme sezonu boyunca haftalık periyotta ölçülen toplam klorofil içeriği indeks değerlerinin sezon ortalamaları dikkate alındığında, NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu klorofil içeriği indekslerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.13 ve 4.14). Ana faktör olarak azot düzeyinin ortalama klorofil içeriği indeksine birinci yıl herhangi bir etkisi olmamış (sırasıyla N0 ve N1 için 31.7 ile 32.7) (Çizelge 4.13) ancak ikinci yıl kontrol azot (N0) konusuna göre (31.1) N1 konusunda ortalama klorofil içeriği indeksi (37.8) (Çizelge

4.14) istatistiksel olarak %17.8 gibi önemli bir oranda artış göstermiştir. Ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama klorofil içeriği indekslerinde ise her iki yılda da istatistiksel anlamda %0.1 önem seviyesinde önemli farklılıklar ortaya çıktığı belirlenmiştir. En yüksek ortalama klorofil içeriği indeksi birinci yıl I100 (35.9) ve ikinci yıl ise I100 ve I120 konusunda (36.7) ortaya çıkmış ve bu değerler birinci yıl için I60, I40 ve I20; ikinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Kontrol (I100) konusuna göre birinci yıl klorofil içeriği indeksindeki azalmalar I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla %10.8, %15.1 ve %23.2; ikinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla %10.4, %11.7, %15.9 ve %23.8 olarak hesaplanmıştır. Azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında sulama rejimi konuları arasında bitki klorofil içeriği indeksinin her iki yılda da N0 düzeyinde %1, ancak N1 düzeyinde yalnızca ikinci yılda %0.1 önem seviyesinde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanında ikinci yılda NxI etkileşimi düzeyinde varyans analiz sonuçları her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz bulunsun da I120 ve I80 sulama rejimi uygulamalarında klorofil içeriği indekslerinin azot uygulamasıyla arttığı ortaya konulmuştur (Çizelge 4.13).



Şekil 4.5. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki klorofil içeriği indeksinin zamansal değişimi

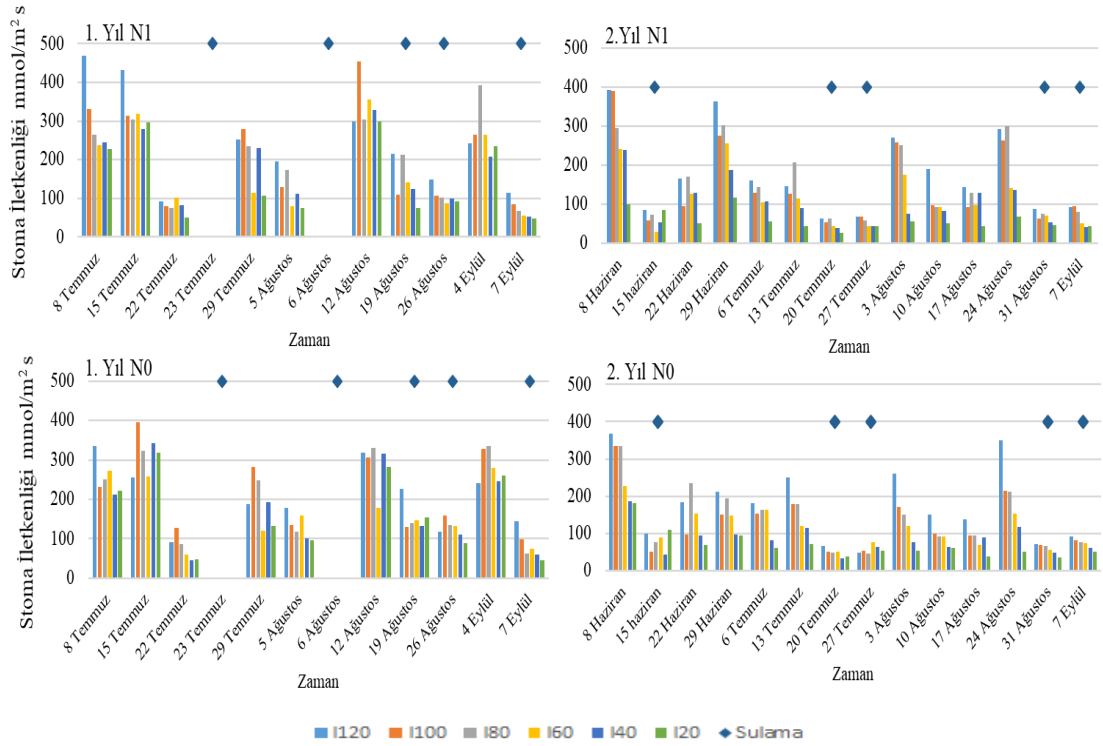
Çizelge 4.13. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu klorofil içeriği indeksine etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	34.27 ^f	35.95	34.59	32.33	30.38	28.86	öd	32.73
N0	34.88 ab ^e	35.75 a	31.34 ab	31.60 ab	30.50 bc	26.24 c	**	31.72
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	34.58 ab	35.85 a	32.98 abc	31.97 bc	30.44 cb	27.55 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. ^e : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. *** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

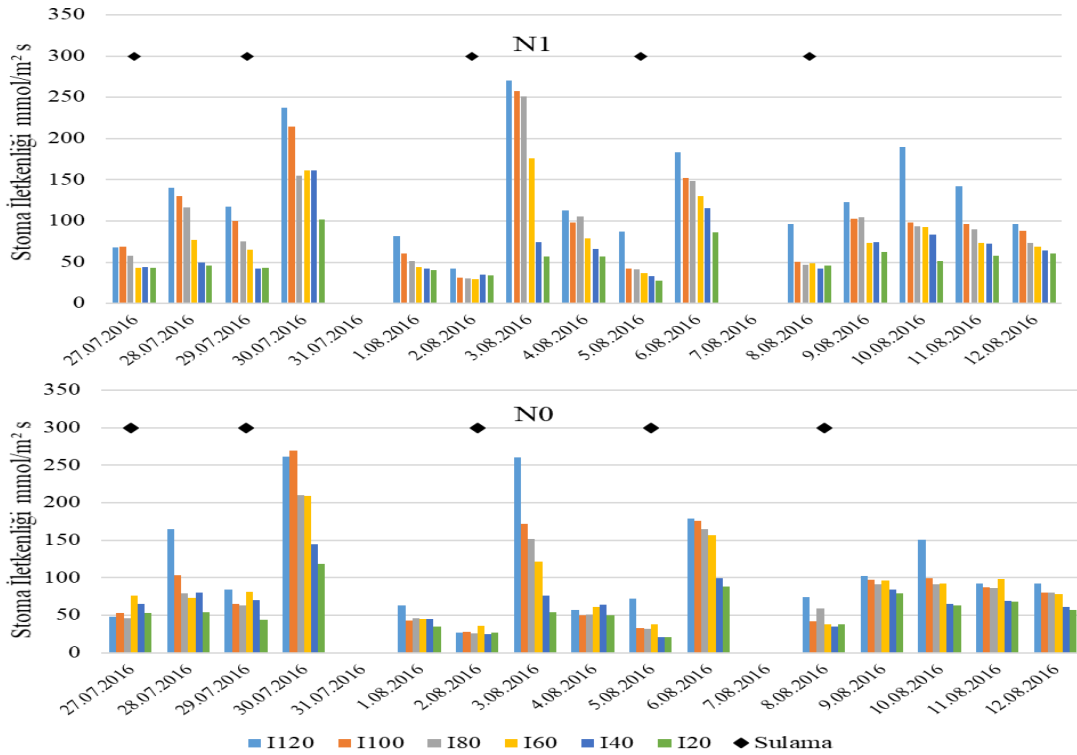
Çizelge 4.14. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu klorofil içeriği indeksine etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	39.03 ^f a ^E A [‡]	38.26 a	35.76 ab A	33.73 bc	32.35 bc	29.55 c	***	37.78 A
N0	34.38 a B	35.11 a	27.98 bcd B	31.07 abc	29.36 cd	26.37 d	**	31.05 B
P > F	*	öd	*	öd	öd	öd		
Ort. I	36.71 a	36.69 a	32.87 b	32.40 b	30.85 bc	27.96 c		
Önemlilik								
Azot (N)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. ^e : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. [‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. *** ve **: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Stoma iletkenliği: Her iki yılda haftalık periyotlarda ölçülen bitki stoma iletkenliklerinin zamansal değişimi Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Her ne kadar konular arasında stoma iletkenliklerinde farklılıklar kısmen görülse de, ölçümlerin sulama öncesi, iki sulama arası veya hemen sulama sonrasına rast gelmesi nedeniyle sulamanın stoma iletkenliklerine etkisi tam olarak bu grafiklerle ortaya konulamamaktadır. Bu nedenle denemenin ikinci yılında 27 Temmuz-12 Ağustos tarihleri arasında stoma iletkenlik değerleri günlük olarak ölçülerek kaydedilmiş ve grafiklenmiştir (Şekil 4.7). Şekil 4.7'de de görüldüğü gibi sulama uygulamaları öncesinde tüm konuların stoma iletkenlik değerleri en düşük değerlerdeyken hemen sulama sonrasında özellikle aşırı ve tam sulama konularında bu değerler hızlı bir şekilde yükselmekte ve bir sonraki sulamaya kadar tekrar düşmektedir. Sulama rejimi konuları arasındaki stoma iletkenlikleri arasındaki farklılıklar yine bu grafikte daha net görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, N0 ana parsellerine göre N1 ana parsellerinde stoma iletkenliklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki stoma iletkenlik değerlerinin sulama uygulamalarına bağlı olarak değişimi



Şekil 4.7. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinde şeker otu bitki stoma iletkenlik değerlerinin sulama uygulamalarına bağlı olarak değişimi

Her iki yetiştirme sezonu boyunca haftalık periyotta ölçülen stoma iletkenlik değerlerinin sezon ortalamaları dikkate alındığında, NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisi stoma iletkenliklerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.15 ve 4.16). Ana faktör olarak azot düzeyinin ortalama stoma iletkenliğine her iki yılda istatistiksel olarak herhangi bir etkisi olmamıştır. Ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama stoma iletkenliklerinde ise yalnızca ikinci yılda istatistiksel anlamda önemli farklılıklar ortaya çıktığı belirlenmiştir. Birinci yılda stoma iletkenlik değerleri sulama rejimi konuları için 157.7 ile 227.7 mmol/m².s arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.15). İkinci yılda ise en yüksek stoma iletkenliği I120 konusunda (178.4 mmol/m².s) ortaya çıkmış ve bu değer aynı yıldaki I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir (Çizelge 4.16). İkinci yılda kontrol konusuna göre I40 ve I20 konularında stoma iletkenliğinde sırasıyla %33.1 ve %53.0 oranında azalmalar olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki stoma iletkenlik değerleri I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularında birinci yıla göre ikinci yılda sırasıyla 0.8, 0.6, 0.7, 0.7, 0.5 ve 0.4 kat azalma göstermiştir. Azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında sulama rejimi konuları arasında birinci yılda stoma iletkenliklerinin N0 ve N1 konularında istatistiksel olarak bir farklılık göstermediği (Çizelge 4.15) ancak ikinci yılda sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesinde farklılıklar olduğu (Çizelge 4.16) belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde stoma iletkenliğine (mmol/m².s) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	245.71 [†]	214.82	212.39	175.64	175.81	150.41	öd	195.80
N0	209.60	219.10	202.40	168.40	175.20	164.90	öd	189.93
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	227.65	216.96	207.40	172.02	175.50	157.66		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: öd							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.16. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde stoma iletkenliğine (mmol/m².s) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	180.21 ^{† a[‡]}	147.71 ab	160.19 ab	113.70 abc	100.71 bc	59.85 c	**	127.06
N0	176.63 a	128.53 ab	140.94 ab	114.25 bc	84.22 bc	69.96 c	*	119.09
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	178.42 a	138.12 ab	150.57 ab	113.98 bc	92.46 cd	64.90 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (sattır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

4.3. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi

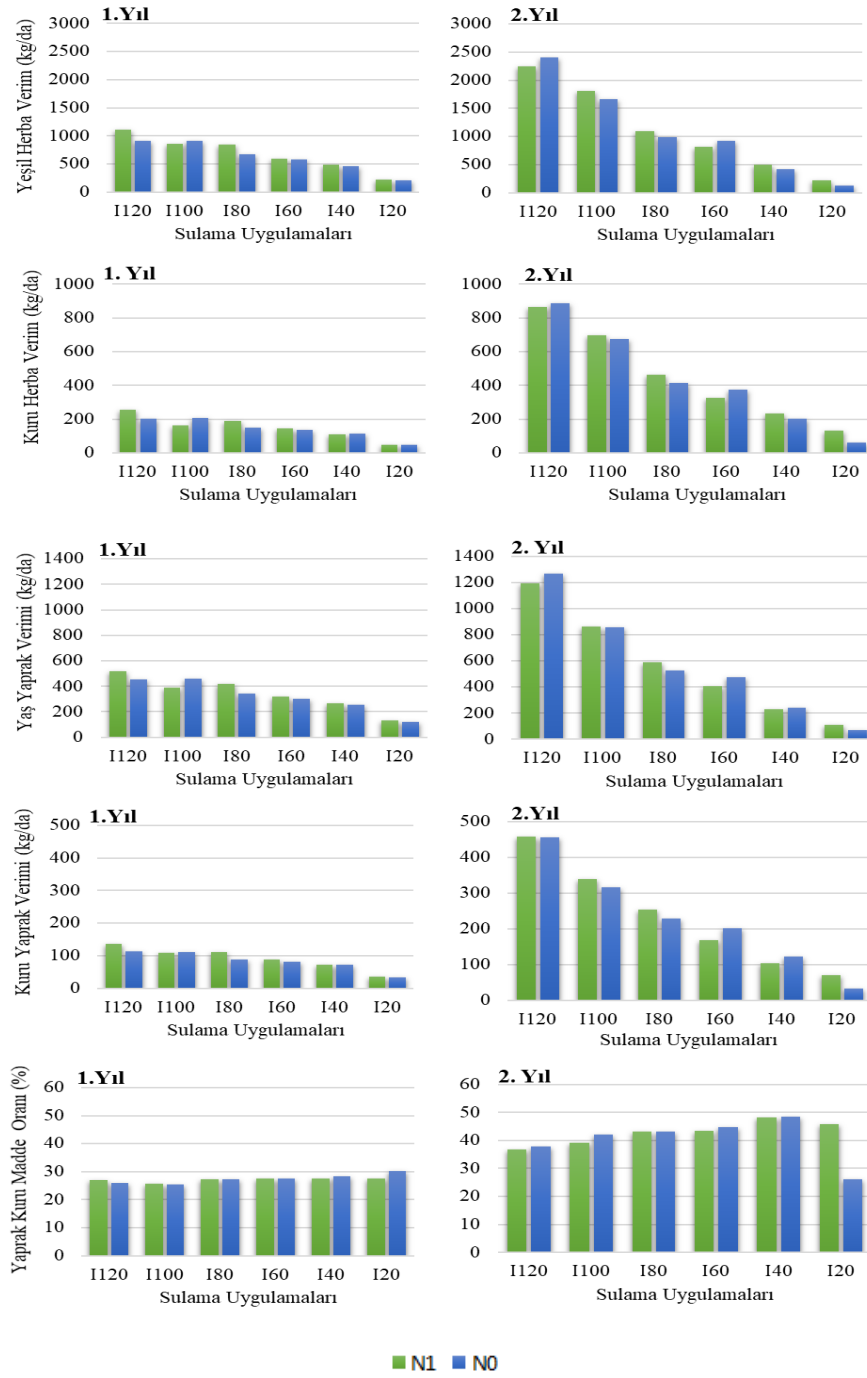
Yaş Herba Verim: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu yaş herba verimlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.17 ve 4.18). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama yaş herba verimleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 625 ile 687 kg/da (Çizelge 4.17), ikinci yıl ise 1087 ve 1095 kg/da (Çizelge 4.18) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ele alındığında en yüksek ortalama şeker otu yaş herba verimi her iki yetiştirme sezonu için I120 konusunda (sırasıyla 1014 ve 2330 kg/da) ortaya çıkmış olup bu değerler ikinci yıl kontrol dahil tüm diğer konulardan; birinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre I60, I40 ve I20 konularında yaş herba verimindeki azalma sırasıyla %34.0, %45.9 ve %75.4 iken; ikinci yıl I80, I60, I40 ve I20 konularında yaş herba verimlerinin sırasıyla %38.0, %48.8, %72.7 ve %89.8 oranında azaldığı, I120 konusunda ise %38.6 oranında artış gösterdiği hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki yaş herba verim değerleri ikinci yıl I120, I100, I80 ve I60 konularında sırasıyla 2.3, 1.9, 1.4 ve 1.5 kat artış, I20 konusunda ise 1.3 kat azalma göstermiştir. Her iki yılda da N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, yaş herba verimleri sulama rejimi konuları arasında %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.17-4.18 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.17. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş herba verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	1116 ^f a ^e	856 ab	843 ab	590 bc	489 cd	225 d	***	687
<i>N0</i>	912 a	912 a	674 ab	577 b	467 bc	210 c	***	625
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	1014 a	884 ab	759 bc	584 cd	478 d	217 e		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
^e : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.18. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş herba verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	2249 ^f a ^e	1696 ab	1096 bc	806 cd	504 cd	222 d	***	1095
<i>N0</i>	2411 a	1667 b	989 c	917 c	416 d	123 d	***	1087
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	2330 a	1682 b	1043 c	861 c	460 d	172 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
^e : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.8. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde verim parametrelerine etkileri

Kuru Herba Verim: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu kuru herba verimlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.19 ve 4.20). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama kuru herba verimleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 158 ile 141 kg/da (Çizelge 4.19), ikinci yıl ise 453 ve 434 kg/da (Çizelge 4.20) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ele alındığında en yüksek ortalama

şeker otu kuru herba verimi her iki yetiştirme sezonu için I120 konusunda (sırasıyla 229 ve 875 kg/da) ortaya çıkmış olup bu değerler kontrol dahil tüm diğer konulardan istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yıl kontrol konusu sulama rejimine göre I40 ve I20 konularında kuru herba veriminde %37.0, %72.6 azalma, I120 konusunda ise %27.9 artış gösterirken; ikinci yıl I80, I60, I40 ve I20 konularında kuru herba verimlerinin sırasıyla %36.3, %21.2, %36.9 ve %72.6 oranında azaldığı, I120 konusunda ise %27.6 oranında artış gösterdiği hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki kuru herba verim değerleri ikinci yıl I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla 3.8, 3.7, 2.6, 2.5, 1.9 ve 2.0 kat artış göstermiştir. Her iki yılda da N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, kuru herba verimleri sulama rejimi konuları arasında sırasıyla %0.1 ve %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.19-4.20 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.19. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru herba verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	256 ^f a [£]	163 bc	191 b	147 bc	110 cd	49 d	***	158
N0	201 a	195 a	150 ab	135 ab	116 b	49 c	**	141
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	229 a	179 b	171 b	141 bc	113 c	49 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
f: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.20. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru herba verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	864 ^f a [£]	699 ab	462 bc	327 c	234 c	134 c	**	453
N0	887 a	673 b	413 c	374 cd	201 de	61 e	***	434
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	875 a	686 b	437 c	350 cd	217 de	98 e		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
f: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Yaş yaprak verim: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu yaş yaprak verimlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.21 ve 4.22). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama yaş yaprak verimleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 322 ile 341 kg/da (Çizelge 4.21), ikinci yıl ise 573 ve 543 kg/da (Çizelge 4.22) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama yaş yaprak verimlerinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Yaş herba

verimlerine benzer şekilde, en yüksek ortalama şeker otu yaş yaprak verimi her iki yetiştirme sezonu için I120 konusunda (sırasıyla 484 ve 1192 kg/da) ortaya çıkmış olup bu değerler ikinci yıl kontrol dahil tüm diğer konulardan; birinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre I60, I40 ve I20 konularında yaş yaprak verimindeki azalma sırasıyla %27.0, %38.9 ve %70.2 iken; ikinci yıl I80, I60, I40 ve I20 konularında yaş yaprak verimlerinin sırasıyla %33.3, %47.1, %71.8 ve %89.3 oranında azaldığı, I120 konusunda ise %43.1 oranında artış gösterdiği hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki I40 konusunda birinci ve ikinci yıl yaş yaprak verim değerlerinde önemli bir değişim olmazken; bu değerler ikinci yıl I120, I100, I80 ve I60 konularında sırasıyla 2.5, 2.0, 1.5 ve 1.4 kat artış, I20 konusunda ise 1.4 kat azalma göstermiştir. Her iki yılda da N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında yaş yaprak verimleri %0.1 (yalnızca birinci yılda N0 azot düzeyinde %1) önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.21- 4.22 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.21. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş yaprak verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	516 ^f a [‡]	390 b	417 ab	320 bc	266 c	135 d	***	341
N0	452 a	460 a	346 ab	303 ab	253 bc	119 c	**	322
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	484 a	425 ab	381 bc	312 cd	260 d	127 e		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.22. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaş yaprak verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	1117 ^f a [‡]	809 ab	588 bc	406 cd	229 cd	109 d	***	543
N0	1268 a	858 b	524 c	475 c	241 d	70 d	***	573
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	1192 a	833 b	556 c	441 c	235 d	89 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***: %0.1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Kuru yaprak verim: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu kuru yaprak verimlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.23 ve 4.24). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama kuru yaprak

verimleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 34 ile 37 kg/da (Çizelge 4.23), ikinci yıl ise 223 ve 235 kg/da (Çizelge 4.24) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama kuru yaprak verimlerinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Herba ve yaş yaprak verimlerine benzer şekilde, en yüksek ortalama şeker otu kuru yaprak verimi her iki yetiştirme sezonu için I120 konusunda (sırasıyla 126 ve 444 kg/da) ortaya çıkmış olup bu değerler ikinci yıl kontrol dahil tüm diğer konulardan; birinci yıl ise I80, I60, I40 ve I20 konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre I60, I40 ve I20 konularında kuru yaprak verimindeki azalma sırasıyla %21.2, %33.3 ve %67.0 iken; ikinci yıl I80, I60, I40 ve I20 konularında kuru yaprak verimlerinin sırasıyla %28.2, %44.9, %66.4 ve %84.4 oranında azaldığı, I120 konusunda ise %32.0 oranında artış gösterdiği hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki birinci yıla göre ikinci yılda I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularının kuru yaprak verim değerleri sırasıyla 3.5, 3.1, 2.4, 2.2, 1.6 ve 1.5 kat artış göstermiştir. Her iki yılda da N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında kuru yaprak verimleri %0.1 (birinci yılda N0, ikinci yılda ise N1 azot düzeyinde %1) önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.23- 4.24ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.23. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru yaprak verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	137 ^f a ^g	98 bc	112 ab	87 bc	72 c	37 d	***	37
N0	115 a	116 a	88 ab	82 ab	72 b	34 c	**	34
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	126 a	107 ab	100 bc	84 cd	72 d	35 e		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
^g : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.24. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde kuru yaprak verimine (kg/da) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	420 ^f a ^g	317 ab	255 bc	168 cd	104 d	72 d	**	223
N0	469 a	356 b	228 c	203 c	122 d	32 e	***	235
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	444 a	337 b	242 c	186 cd	113 de	53 e		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
^f : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
^g : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Yaprak kuru madde oranı: Her iki yetiştirme sezonu sonunda gerek NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde, gerekse azot düzeyi ve sulama rejimi ana faktörler olarak ele alındığında bitkinin kuru ve yaş yaprak verimlerinin yüzde oranı ile ifade edilen yaprak kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.25 ve 4.26). Ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama yaprak kuru madde oranları, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %27.1 ile %27.5 (Çizelge 4.25), ikinci yıl ise %42.8 ve %40.4 (Çizelge 4.26) arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama yaprak kuru madde oranları, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %25.6 ile %28.9 (Çizelge 4.25), ikinci yıl ise %35.9 ve %48.3 (Çizelge 4.26) arasında değişmiştir. Ancak önemle belirtmek gerekir ki birinci yıla göre ikinci yılda I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularının yaprak kuru madde oranları 1.2 ile 2.7 kat arasında değişen oranlarda artış göstermiştir (Şekil 4.8).

Çizelge 4.25. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaprak kuru madde oranına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	27.17 [†]	25.73	27.20	27.67	27.43	27.53	öd	27.12
<i>N0</i>	26.03	25.50	27.33	27.63	28.33	30.27	öd	27.52
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	26.6	25.62	27.27	27.65	27.88	28.90		
<i>Önemlilik</i>								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrüt ortalamasıdır.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.26. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde yaprak kuru madde oranına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	36.81 [†]	39.22	43.25	43.43	48.14	45.69	öd	42.76
<i>N0</i>	37.72	41.99	43.16	44.79	48.46	26.14	öd	40.38
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	37.26	40.60	43.21	44.10	48.30	35.91		
<i>Önemlilik</i>								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrüt ortalamasıdır.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

4.4. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Kalite Parametrelerine Etkisi

Rebaudiosid A: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin kalite parametrelerinden olan rebaudiosid A içeriğine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.27 ve 4.28). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu

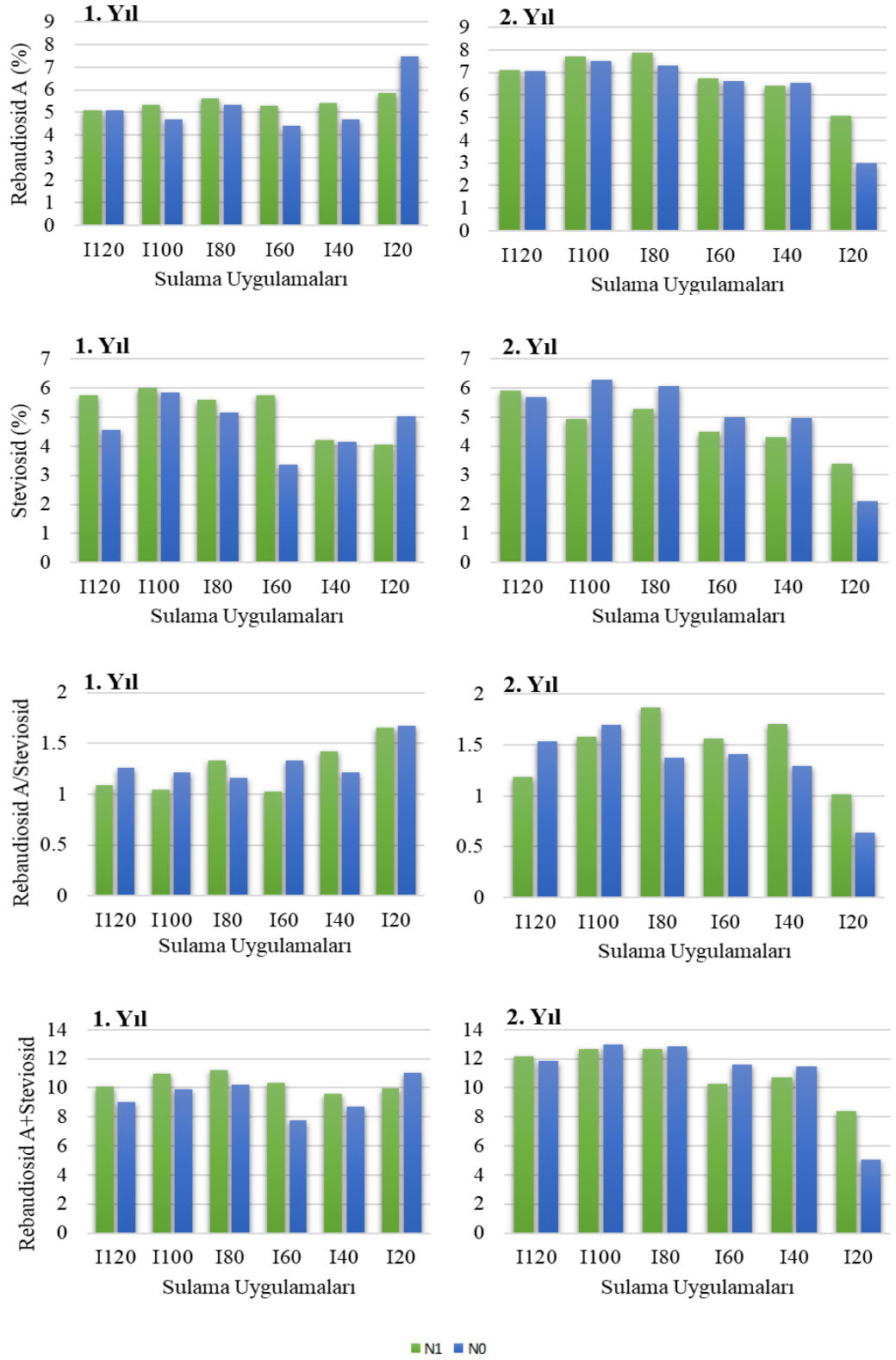
bitkisi ortalama rebaudiosid A içerikleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %5.28 ile %5.44 (Çizelge 4.27), ikinci yıl ise %6.34 ve %6.82 (Çizelge 4.28) arasında değişim göstermiştir. Denemenin ilk yılında ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama rebaudiosid A içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamış ancak ikinci yılında konular arasında bu değerlerin %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Rebaudiosid A içeriği birinci yılda %4.86 ve %6.66 arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek ortalama rebaudiosid A içeriği I100 konusunda (%7.62) ortaya çıkmış olup bu değer I120 (%7.09), I80 (%7.59) ve I60 (6.68) konularından istatistiksel anlamda bir farklılık göstermemiştir. İkinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre I40 ve I20 konularında rebaudiosid A içeriklerinin sırasıyla %15.1 ve %47.0 oranında azaldığı hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki birinci yıla göre ikinci yılda rebaudiosid A içerikleri I100 konusunda 1.5 kat, I120, I80 ve I60 konularında 1.4 kat ve I40 konusunda 1.3 kat artış I20 konusunda ise 1.6 kat azalma göstermiştir. Denemenin ikinci yılında, ayrıca, N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında da rebaudiosid A içeriklerinin sırasıyla %0.1 ve %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.28 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.27. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A içeriğine (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	5.09 [†]	5.32	5.62	5.31	5.43	5.87	öd	5.44
<i>N0</i>	5.10	4.69	5.35	4.41	4.69	7.46	öd	5.28
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	5.10	4.99	5.49	4.86	5.06	6.66		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.28. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A içeriğine (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	7.10 [†] a [£]	7.71 a	7.88 a	6.74 a	6.40 ab	5.08 b	*	6.82
<i>N0</i>	7.07 ab	7.52 a	7.30 ab	6.62 b	6.53 b	3.00 c	***	6.34
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	7.09 ab	7.62 a	7.59 a	6.68 ab	6.47 b	4.04 c		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[£] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve *: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.9. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaidiosid A, steviosid, rebaidiosid A/steviosid ve rebaidiosid A+steviosid miktarlarına etkileri

Steviosid: Rebaudiosid A içeriğine benzer şekilde, her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin bir başka kalite parametresi olan steviosid içeriğine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.29 ve 4.30). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama steviosid içerikleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %4.69 ile %5.24 (Çizelge 4.29), ikinci yıl ise %4.72 ve %5.02 (Çizelge 4.30) arasında değişim göstermiştir. Denemenin ilk yılında ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama steviosid içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamış ancak ikinci yılında konular arasında bu değerlerin %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Steviosid içeriği birinci yılda %4.18 ve %5.93 arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek ortalama steviosid içeriği I120 konusunda (%5.79) ortaya çıkmış olup bu değer I100 (%5.62) ve I80 (%5.68) konularından istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır. İkinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre I60, I40 ve I20 konularında steviosid içeriklerinin sırasıyla %15.8, %17.4 ve %51.3 oranında azaldığı hesaplanmıştır. Birinci yıla göre ikinci yılda steviosid içerikleri I100 ve I60 konusunda önemli bir değişim göstermezken I120, I80 ve I40 konularında 1.1 kat artış I20 konusunda ise 1.7 kat azalma göstermiştir. Denemenin ikinci yılında, ayrıca, N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında da steviosid içeriklerinin sırasıyla %0.1 ve %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.30 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.29. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde steviosid içeriğine (%) etkisi

<i>Konular</i>	I120	I100	I80	I60	I40	I20	<i>P > F</i>	<i>Ort. N</i>
<i>NI</i>	5.77 [†]	6.00	5.61	5.77	4.21	4.07	öd	5.24
<i>N0</i>	5.02	5.87	5.17	3.35	4.15	5.02	öd	4.69
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	5.17	5.93	5.39	4.56	4.18	4.55		
<i>Önemlilik</i>								
<i>Azot (N)</i> : öd								
<i>Sulama Rejimi (I)</i> : öd								
<i>Azot x Sulama Rejimi</i> : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümdedir; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.30. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde steviosid içeriğine (%) etkisi

<i>Konular</i>	I120	I100	I80	I60	I40	I20	<i>P > F</i>	<i>Ort. N</i>
<i>NI</i>	5.90 [†] a [£]	4.95 ab	5.29 ab	4.48 bc	4.31 bc	3.40 c	**	4.72
<i>N0</i>	5.69 a	6.30 a	6.07 a	4.99 a	4.97 a	2.09 b	***	5.02
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	5.79 a	5.62 a	5.68 a	4.73 b	4.64 b	2.74 c		
<i>Önemlilik</i>								
<i>Azot (N)</i> : öd								
<i>Sulama Rejimi (I)</i> : ***								
<i>Azot x Sulama Rejimi</i> : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümdedir; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[£] : İtalik yazılmış bölümdedir; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Rebaudiosid A/ steviosid: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin rebaudiosid A/steviosid oranlarına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.31 ve 4.32). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama rebaudiosid A/steviosid oranları, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 1.26 ile 1.31 (Çizelge 4.31), ikinci yıl ise 1.33 ve 1.49 (Çizelge 4.32) arasında değişim göstermiştir. Denemenin ilk yılında ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama rebaudiosid A/steviosid oranları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamış ancak ikinci yılında bu parametrenin konular arasında %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Rebaudiosid A/steviosid oranları birinci yılda 1.13 ve 1.66 arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek ortalama rebaudiosid A/steviosid oranı I100 konusunda (1.64) ortaya çıkmış olup bu değer yalnızca I20 konusundan (0.83) istatistiksel anlamda bir farklılık göstermiştir. Birinci yıla göre ikinci yılda rebaudiosid A/steviosid oranları I120, I100, I80, I60 ve I40 konularında sırasıyla 1.2, 1.5, 1.3, 1.3 ve 1.1 kat artış I20 konusunda ise 2.0 kat azalma göstermiştir. Denemenin ikinci yılında, ayrıca, N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında rebaudiosid A/steviosid oranlarının yalnızca azot uygulaması yapılan ana parselde %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.31. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A/steviosid oranına etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	1.09 [†]	1.05	1.33	1.02	1.42	1.65	öd	1.26
<i>N0</i>	1.26	1.21	1.16	1.33	1.22	1.67	öd	1.31
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	1.18	1.13	1.25	1.18	1.32	1.66		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalic yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.32. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A/steviosid oranına etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	1.19 [†] bc [‡]	1.58 ab	1.87 a	1.56 ab	1.71 a	1.02 c	**	1.49
<i>N0</i>	1.53	1.70	1.38	1.42	1.30	0.64	öd	1.33
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	1.36 a	1.64 a	1.62 a	1.49 a	1.50 a	0.83 b		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : **								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalic yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalic yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
** : %1 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Rebaudiosid A+ steviosid: Reb A ve steviosid içeriklerine benzer şekilde, her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin reb A+steviosid içeriğine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.33 ve 4.34). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama rebaudiosid A+steviosid içerikleri, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %9.44 ile %10.36 (Çizelge 4.33), ikinci yıl ise %10.98 ve %11.14 (Çizelge 4.34) arasında değişim göstermiştir. Denemenin ilk yılında ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının ortalama rebaudiosid A+steviosid içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamış ancak ikinci yılında konular arasında bu değerlerin %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Rebaudiosid A+steviosid içeriği birinci yılda %9.04 ve %10.72 arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek ortalama rebaudiosid A+steviosid içeriği I100 konusunda (%12.82) ortaya çıkmış ancak bu değer istatistiksel anlamda yalnızca I20 (%6.73) konusundan farklı bulunmuştur. İkinci yılda kontrol konusu sulama rejimine göre I20 konusunda rebaudiosid A+steviosid içeriğinin %47.5 oranında azaldığı hesaplanmıştır. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki birinci yıla göre ikinci yılda rebaudiosid A+steviosid içerikleri I20 konusunda 1.6 kat azalırken I120 konusunda 1.3 diğer konularda ise 1.2 kat artış göstermiştir. Denemenin ikinci yılında, ayrıca, N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında da rebaudiosid A+steviosid içeriklerinin sırasıyla %0.1 ve %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.34 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.33. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A+steviosid içeriğine (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	10.11 [†]	11.00	11.23	10.32	9.59	9.94	öd	10.36
<i>N0</i>	9.05	9.89	10.23	7.76	8.59	11.05	öd	9.44
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	9.58	10.45	10.72	9.04	9.14	10.49		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: öd							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.34. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde rebaudiosid A+steviosid içeriğine (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	12.17 [†] a [‡]	12.66 a	12.64 a	10.28 ab	10.72 ab	8.37 b	*	11.14
<i>N0</i>	11.83 a	12.99 a	12.85 a	11.61 a	11.50 a	5.09 b	***	10.98
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	12.00 a	12.82 a	12.75 a	10.95 a	11.11 a	6.73 b		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve *: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

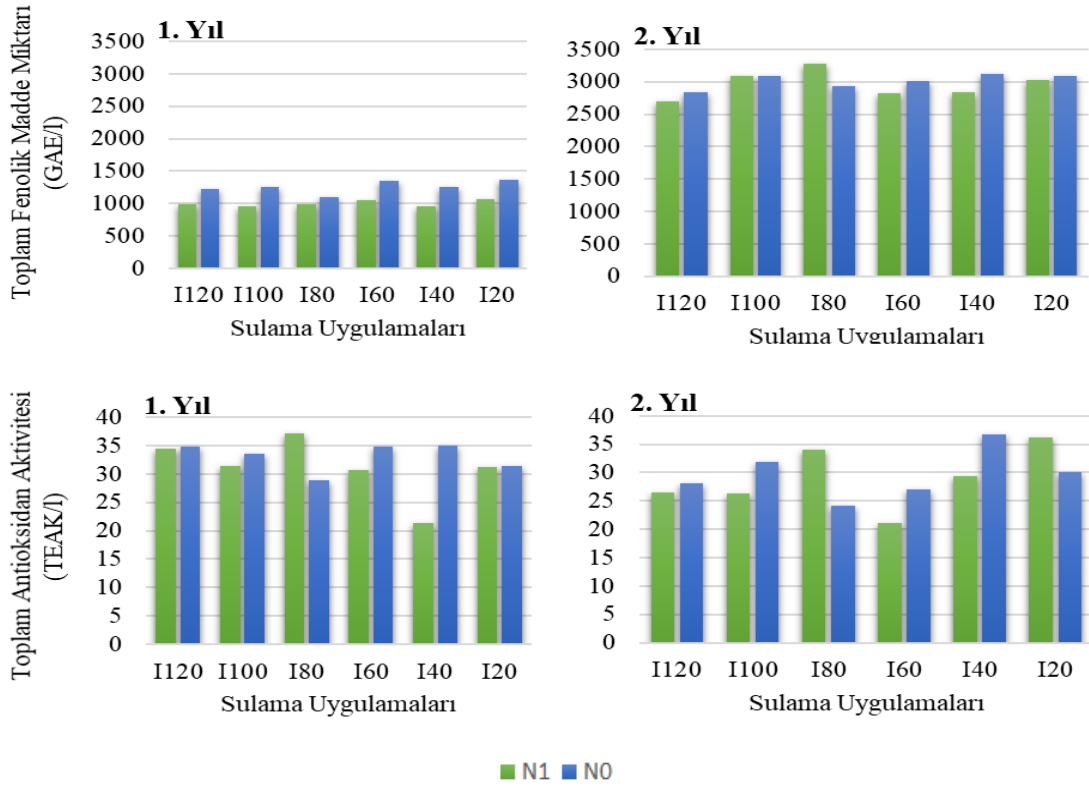
Toplam fenolik madde: Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.35 ve 4.36). Benzer şekilde ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında, şeker otu bitkisi ortalama toplam fenolik madde içeriği, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl 1097 ile 1215 GAE/L (Çizelge 4.35), ikinci yıl ise 2760 ile 3106 GAE/L (Çizelge 4.36) arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında ana faktör olarak azot düzeyi konularının ortalama toplam fenolik madde içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamış ancak birinci yılında konular arasında bu değerlerin %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği ikinci yılda 2959 ve 3013 GAE/L arasında değişim göstermiştir. Denemenin birinci yılında toplam fenolik madde içeriği N0 konusunda (1253 GAE/L) konusunda ortaya çıkmış olup bu değer N1 konusuna ait değerden (998 GAE/L) istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki birinci yıla göre ikinci yılda toplam fenolik madde içerikleri I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla 2.5, 2.8, 3.0, 2.4, 2.7 ve 2.5 kat artış göstermiştir. Denemenin birinci yılında, ayrıca, sulama rejimi konuları ayrı ayrı ele alındığında, I100 konusunda azot uygulamasının istatistiksel anlamda (%1 önem seviyesinde) toplam fenolik madde içeriğinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.35 ve Şekil 4.10).

Çizelge 4.35. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde toplam fenolik madde içeriğine (GAE/L) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	985.2 [†]	956.7 B [‡]	985.2	1045.7	948.2	1069.1	öd	998.35 B
<i>N0</i>	1220.4	1251.0 A	1344.5	1344.5	1246.4	1361.4	öd	1253.14 A
<i>P > F</i>	öd	*	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	1102.8	1103.8	1040.1	1195.1	1097.3	1215.2		
Önemlilik								
Azot (N) : ***								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[§] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve *: sırasıyla %0.1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.36. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde toplam fenolik madde içeriğine (GAE/L) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	2689.4 [†]	3089.6	3276.7	2821.3	2843.4	3033.1	öd	2958.9
<i>N0</i>	2830.4	3088.3	2935.6	3007.7	3127.3	3090.3	öd	3013.3
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	2759.9	3089.0	3106.2	2914.5	2985.3	3061.7		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.10. Farklı sulama rejimleri ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan aktivitesine etkileri

Toplam antioksidan aktivite: Denemenin ilk yılında gerek NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde gerekse her bir ana faktör düzeyinde (azot düzeyleri ve sulama rejimleri) şeker otu bitkisinin toplam antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiş ve toplam antioksidan aktivite değerlerinin, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında 31.0 ve 33.1 TAEK/L; sulama rejimi dikkate alındığında ise 28.1 ile 34.7 TAEK/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.37). Ancak, incelenen diğer parametrelerden farklı olarak, denemenin ikinci yılında, her ne kadar ana faktör olarak azot düzeylerinin toplam antioksidan aktivitesine istatistiksel anlamda önemli bir etkisi olmasa da, gerek NxI karşılıklı etkileşimi gerekse ana faktör olarak sulama rejimleri toplam antioksidan aktivite değerlerinde %5 önem düzeyinde farklılıklara neden olmuştur. Söz konusu yılda, sulama rejimi ana faktör olarak ele alındığında en yüksek toplam antioksidan aktivite değeri I20 konusunda (33.16 TAEK/L) belirlenmiş olup bu değer yalnızca en düşük toplam antioksidan aktivite değerine sahip I60 konusundan (24.04 TAEK/L) istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir. NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde azot uygulanmayan (N0) parsellerde en yüksek toplam antioksidan aktivite değeri I40 sulama rejimi altında (36.73 TAEK/L) belirlenmiş olup, bu değer I100 (31.91 TAEK/L) ve I20 (30.12 TAEK/L) konularından istatistiksel anlamda bir farklılık göstermiştir. En düşük değer ise I60 konusunda (27.02 TAEK/L) elde edilmiş olup, bu değer yalnızca I40 konusundan istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Azot uygulanan (N1) parsellerde ise en yüksek toplam antioksidan aktivite değeri I20 konusunda (36.19 TAEK/L) belirlenmiş olup, bu değer yalnızca I60

(21.06 TAEK/L) konusundan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Çizelge 4.38). Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki azot düzeyleri dikkate alınmaksızın her bir sulama rejimi konusunun ortalama değerleri dikkate alındığında, birinci yıla göre ikinci yılda toplam antioksidan aktivite değerleri I120, I100, I80 ve I60 sulama rejimi konularında sırasıyla 1.3, 1.1, 1.1 ve 1.4 kat azalma; I40 ve I20 konularında ise sırasıyla 1.4 ve 1.2 kat artış göstermiştir (Şekil 4.10).

Çizelge 4.37. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde antioksidan aktivite değerine (TEAK/L) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	34.51 [†]	31.36	37.15	30.64	21.30	31.20	öd	31.03
<i>N0</i>	34.83	33.51	28.82	34.77	34.93	31.41	öd	33.05
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	34.67	32.44	32.99	32.71	28.11	31.31		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: öd							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.38. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinde antioksidan aktivite değerine (TEAK/L) etkisi

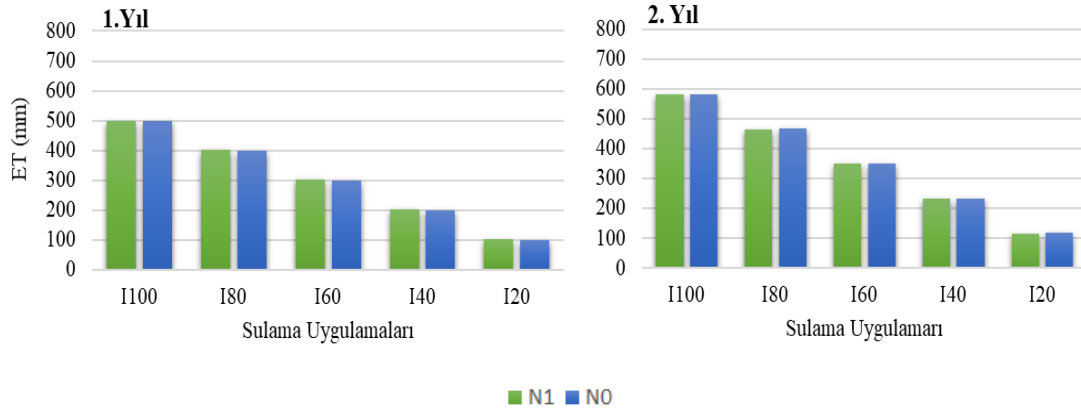
Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	26.53 [†] ab [‡]	26.35 ab	34.08 a	21.06 b	29.28 ab	36.19 a	*	28.92
<i>N0</i>	28.05 b	31.91 ab	24.13 b	27.02 b	36.73 a	30.12 ab	*	29.66
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	27.29 ab	29.13 ab	29.17 ab	24.04 b	33.01 a	33.16 a		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: *							
Azot x Sulama Rejimi	: *							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*: %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

4.5. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Bitki Katsayısı, Verim Tepki Etmeni ve Sulama Suyu Kullanım Randımanına Etkileri

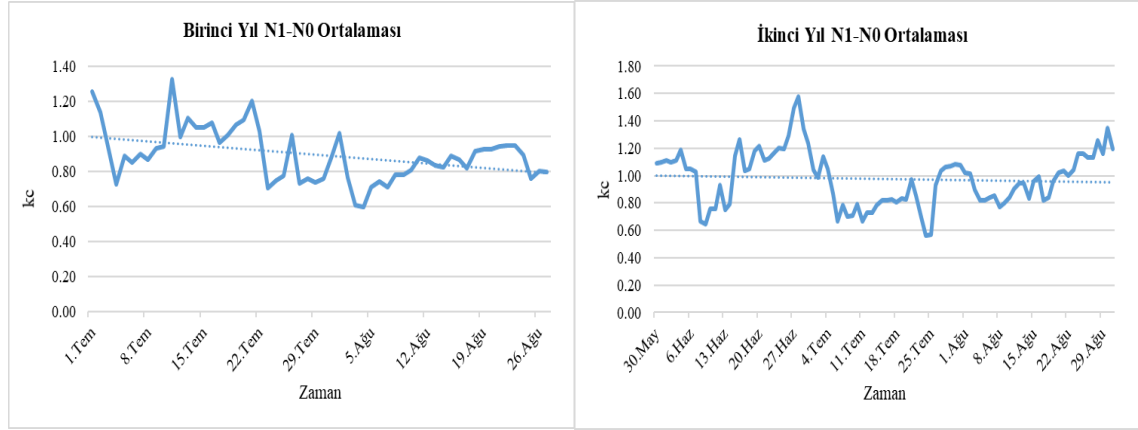
Su bütçesi eşitliği kullanarak (Eşitlik 3.6) her iki yıl için ayrı ayrı hesaplanan bitki su tüketimi (ET) değerleri Çizelge 4.39 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Su tüketimlerinin hesaplanmasında toprak örnekleme yapılan tarihlerde elde edilen ve Çizelge 4.3’de sunulan verilen ve verilmesi gereken su miktarı değerleri de ayrıca dikkate alınmıştır. Buna göre azot uygulanan ve uygulanmayan parsellerde sulama rejimi kontrol konuları için toplam bitki su tüketimleri birinci yıl için sırasıyla 501 ve 499 mm, ikinci yıl için ise 580 ve 582 mm olarak belirlenmiştir. Her iki yılda da diğer I80, I60, I40 ve I20 konularının su tüketimleri, araştırmada hedeflendiği gibi, kontrol konusunun sırasıyla, %80, %60, %40 ve %20’si kadardır (Çizelge 4.39 ve Şekil 4.11). İkinci yıl bitki su tüketimi değerlerinin daha yüksek olması birinci yıl deneme konularına ancak Temmuz ayı başında başlanabilmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.39. Azot düzeyleri ve sulama rejimleri için bitki su tüketimi değerleri (mm)

Konu	Birinci Yıl (2015)		İkinci Yıl (2016)	
	N1	N0	N1	N0
I100	500.5	499.2	579.9	582.1
I80	401.9	399.2	464.9	467.1
I60	301.9	299.3	348.3	350.4
I40	201.9	199.3	231.7	233.8
I20	102.0	99.3	115.1	117.2

**Şekil 4.11.** Azot düzeyleri ve sulama rejimi konuları için bitki su tüketimleri

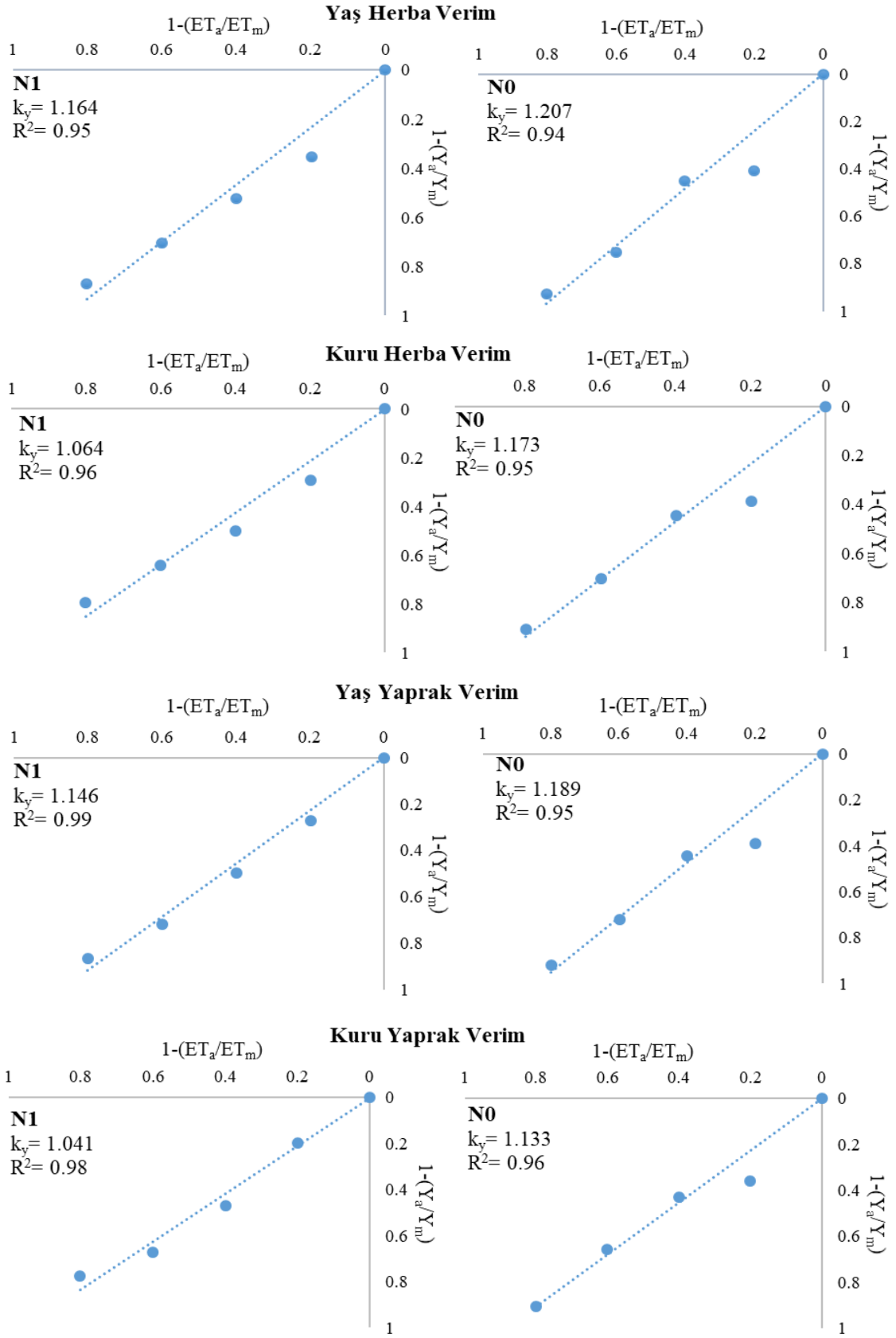
Yetiştirme periyodu boyunca denemeden elde edilen gerçek bitki su tüketimlerinin (ET_c) aynı dönem için FAO Penman-Monteith eşitliği ve meteorolojik veriler kullanılarak belirlenen referans bitki su tüketimine oranlanmasıyla bitki katsayıları (k_c) hesaplanmıştır. Her iki yılda da gerek azot uygulanan gerekse azot uygulanmayan konularda k_c değerlerinin birbirine oldukça yakın olması nedeniyle, her iki azot düzeyinin ortalaması alınarak yetiştirme dönemleri için k_c değerlerinin grafikleri birinci ve ikinci yıl için Şekil 4.12’de verilmiştir. Genel olarak her iki yılda da günlük olarak hesaplanan k_c değerleri dalgalı bir seyir izlemiştir. Yetiştirme sezonu sonlarında bitkilerin kuruması beklenmeden çiçeklenme dönemi sonuna doğru hasat edilmesinden dolayı k_c değerlerinde önemli bir düşüş olmamıştır. Birinci yılda Temmuz ayında minimum ve maksimum k_c değerleri sırasıyla 0.70 ve 1.33 iken, Ağustos ayında ise 0.60 ve 1.01 olarak hesaplanmıştır. İkinci yılda ise maksimum ve minimum k_c değerleri Haziran’da 0.65 ve 1.58, Temmuz’da 0.46 ve 1.14, Ağustos’ta ise 0.77 ve 1.35 olarak belirlenmiştir. Aylık ortalamalar dikkate alındığında, ortalama k_c değeri birinci yıl Temmuz ve Ağustos ayları için sırasıyla 0.95 ve 0.83 ikinci yıl ise Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için yine sırasıyla 1.09, 0.83 ve 0.98 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.12. Deneme boyunca bitki k_c katsayılarındaki değişimler

Su stresi altında birim bitki su tüketimi azalışına karşılık verimde meydana gelen azalmayı ifade eden bitki su-verim tepki faktörü (K_y , Eşitlik 3.8), azot uygulaması yapılan ve yapılmayan parsellerde elde edilen yaş ve kuru herba verim, yaş ve kuru yaprak verimleri için ayrı ayrı belirlenmiştir. Bu amaçla kontrol konusuna ait ortalama bitki su tüketimi ve ilgili verim parametresi sırasıyla ET_m ve Y_m ; her bir kısıntılı sulama rejimi konusu altında su tüketimleri ve ilgili verim parametreleri ise sırasıyla ET_a ve Y_a olarak alınarak oransal evapotranspirasyon eksikliği $(1 - ET_a / ET_m)$ ve oransal verim azalması $(1 - Y_a / Y_m)$ ayrı ayrı hesaplanmıştır. Aşırı sulama konusu hariç her bir sulama rejimi konusuna ait değerler karşılıklı olarak grafiklenmiş ve şeker otu bitkisinin farklı verim parametreleri için K_y değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.13).

Her iki yetiştirme sezonu sonunda $N \times I$ karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin yaş herba veriminde sulama suyu kullanım randımanlarına (SSKR) ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.40 ve 4.41). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi yaş herba veriminde ortalama SSKR, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %34.15 ile %37.04 (Çizelge 4.40); ikinci yıl ise %41.64 ile %44.52 (Çizelge 4.41) arasında değişim göstermiştir. Denemenin ilk yılında ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının yaş herba veriminde ortalama SSKR arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamış ancak ikinci yılında bu değerler arasında %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Yaş herba veriminde ortalama SSKR değerleri birinci yılda %30.44 ve %43.03 arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında yaş herba veriminde en yüksek SSKR I120 konusunda (%59.96) ortaya çıkmış olup bu değer I100 konusu hariç diğer sulama rejimi konularından istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Birinci yıla göre ikinci yılda yaş herba veriminde SSKR I120, I100, I80 ve I60 konularında sırasıyla 2.0, 1.6, 1.2 ve 1.3 kat artış; I40 ve I20 konularında ise 1.2 ve 1.5 kat azalma göstermiştir. Denemenin ikinci yılında, ayrıca, N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında yaş herba veriminde SSKR yalnızca azot uygulaması yapılmayan ana parselde %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği ve su kısıntısı arttıkça yaş herba veriminde SSKR değerlerinin önemli düzeylerde azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.41).



Şekil 4.13. Farklı azot düzeylerinde şeker otu bitkisinin yaş herba, kuru herba, yaş ve kuru yaprak verimleri için su-verim tepki faktörleri

Çizelge 4.40. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	33.50 [†]	30.80	37.93	35.42	44.05	40.52	öd	37.04
<i>N0</i>	27.38	35.83	30.35	34.61	42.00	37.71	öd	34.15
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	30.44	31.81	34.14	35.02	43.03	39.11		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : öd								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrür ortalamasıdır.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.41. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>NI</i>	57.87 [†]	52.35	42.30	41.46	38.91	34.23	öd	44.52
<i>N0</i>	62.03 a [‡]	51.48 ab	38.17 bc	47.18 abc	32.08 cd	18.92 d	***	41.64
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	59.95 a	51.92 ab	40.27 bcd	44.32 bc	35.50 cd	26.28 d		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : **								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Her iki yetiştirme sezonu sonunda gerek NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde, gerekse azot düzeyi ve sulama rejimi ana faktörler olarak ele alındığında bitkinin kuru herba veriminde SSKR değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.42 ve 4.43). Ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi kuru herba veriminde ortalama SSKR, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %7.92 ve %8.33 (Çizelge 4.42), ikinci yıl ise %16.92 ve %18.97 (Çizelge 4.43) arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında, şeker otu bitkisi kuru herba veriminde ortalama SSKR, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %6.75 ile %10.20 (Çizelge 4.42), ikinci yıl ise %15.06 ile %22.52 (Çizelge 4.43) arasında değişmiştir. Ancak denemenin ikinci yılında N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında kuru herba veriminde SSKR yalnızca azot uygulaması yapılmayan ana parselde %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği ve su kısıntısı arttıkça kuru herba veriminde SSKR değerlerinin önemli düzeylerde azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.43). Birinci yıla göre ikinci yılda kuru herba veriminde SSKR I120, I100, I80, I60, I40 ve I20 konularında sırasıyla 3.3, 3.0, 2.2, 1.9, 1.6 ve 1.7 kart artış göstermiştir.

Çizelge 4.42. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin kuru herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>N1</i>	7.69 [†]	6.07	8.61	8.80	9.94	8.87	öd	8.33
<i>N0</i>	6.04	7.43	6.73	8.10	10.46	8.78	öd	7.92
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	6.86	6.75	7.67	8.45	10.20	8.83		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: öd							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.43. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin kuru herba veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
<i>N1</i>	22.22 [†]	20.14	17.81	14.92	18.08	20.65	öd	18.97
<i>N0</i>	22.83 a [‡]	20.79 a	15.93 ab	17.03 ab	15.48 ab	9.48 b	*	16.92
<i>P > F</i>	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	22.52	20.47	16.87	15.97	16.78	15.06		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: öd							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*: %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin yaş yaprak veriminde SSKR değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.44 ve 45). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi yaş yaprak veriminde ortalama SSKR, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %18.00 ve %19.28 (Çizelge 4.44); ikinci yıl ise %21.56 ve %21.72 (Çizelge 4.45) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın denemenin her iki yılında da ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının yaş yaprak veriminde ortalama SSKR değerinin konular arasında istatistiksel olarak (birinci yıl %5, ikinci yıl %0.1 önem seviyesinde) önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Denemenin birinci yılında yaş yaprak veriminde en yüksek SSKR I20, I40 ve I60 konularında, en düşük ise I120, I100 ve I80 konularında ortaya çıkarken ikinci yılda en büyük I120 ve I100, en düşük ise I60, I40 ve I20 konularında hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle, genel olarak birinci yılda su kısıtı arttıkça yaş yaprak verimi açısından SSKR değerleri artarken, ikinci yılda azalmıştır. Birinci yıla göre ikinci yılda yaş yaprak veriminde SSKR I120, I100, I80 ve I60 konularında sırasıyla 2.1, 1.7, 1.3 ve 1.1 kat artış; I40 ve I20 konularında ise 1.3 ve 1.7 kat azalma göstermiştir. Ayrıca N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında yaş yaprak veriminde SSKR birinci yılda azot uygulaması yapılan konuda %5 önem seviyesinde, ikinci yıl ise aksine azot uygulaması yapılmayan konuda %0.1 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.44 ve 4.45).

Çizelge 4.44. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş yaprak veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	15.49 [†] b [‡]	14.03 b	18.76 ab	19.19 ab	23.96 a	24.24 a	*	19.28
N0	13.55	16.56	15.56	18.19	22.77	21.39	öd	18.00
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	14.52 c	15.30 c	17.16 c	18.69 abc	23.26 a	22.81 a		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: *							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*: %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.45. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin yaş yaprak veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
N1	28.74 [†]	24.97	22.68	18.52	17.68	16.77	öd	21.56
N0	32.62 a [‡]	24.49 ab	20.24 bc	21.68 bc	18.58 c	10.73 d	***	21.72
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	30.68 a	25.73 ab	21.46 bc	20.10 bcd	18.13 cd	13.75 d		
Önemlilik								
Azot (N)	: öd							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Azot x Sulama Rejimi	: öd							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Yaş yaprak verimine benzer şekilde, her iki yetiştirme sezonu sonunda NxI karşılıklı etkileşimi düzeyinde şeker otu bitkisinin yaprak kuru veriminde SSKR değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.46 ve 4.47). Benzer şekilde ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, şeker otu bitkisi yaprak kuru veriminde ortalama SSKR, aralarında istatistiksel anlamda bir fark olmaksızın, birinci yıl %4.85 ve %5.15 (Çizelge 4.46); ikinci yıl ise %9.28 ve %9.54 (Çizelge 4.47) arasında değişim göstermiştir. Buna karşın denemenin her iki yılında da ana faktör düzeyinde sulama rejimi konularının yaprak kuru veriminde ortalama SSKR değerinin konular arasında istatistiksel olarak (birinci yıl %5, ikinci yıl %1 önem seviyesinde) önemli farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Denemenin birinci yılında yaş yaprak veriminde en yüksek SSKR I20, I40 ve I60 konularında, en düşük ise I120, I100 ve I80 konularında ortaya çıkarken ikinci yılda en büyük I120 ve I100, en düşük ise I60, I40 ve I20 konularında hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle, genel olarak birinci yılda su kısıtı arttıkça yaprak kuru verimi açısından SSKR değerleri artarken, ikinci yılda azalmıştır. Birinci yıla göre ikinci yılda yaprak kuru veriminde SSKR değerleri I120, I100, I80, I60 I40 ve I20 konularında sırasıyla 3.0, 2.7, 2.1, 1.7, 1.4 ve 1.3 kart artış göstermiştir. Ayrıca N0 ve N1 azot düzeyleri ayrı ayrı ele alındığında, sulama rejimi konuları arasında yaprak kuru veriminde SSKR birinci yılda

azot uygulaması yapılan konuda, ikinci yıl ise aksine azot uygulaması yapılmayan konuda %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.46 ve 4.47).

Çizelge 4.46. Denemenin birinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin kuru yaprak veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	4.10 [†] a [‡]	3.54 a	5.02 a	5.24 a	6.44 a	6.56 b	*	5.15
N0	3.43	4.18 a	3.97 a	4.89 a	6.45 a	6.14 b	öd	4.85
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	3.77 b	3.86 b	4.50 b	5.06 ab	6.44 a	6.35 a		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : *								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
** ve *: sırasıyla %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.47. Denemenin ikinci yılında farklı sulama rejimi ve azot düzeylerinin şeker otu bitkisinin kuru yaprak veriminde sulama suyu kullanım randımanına (%) etkisi

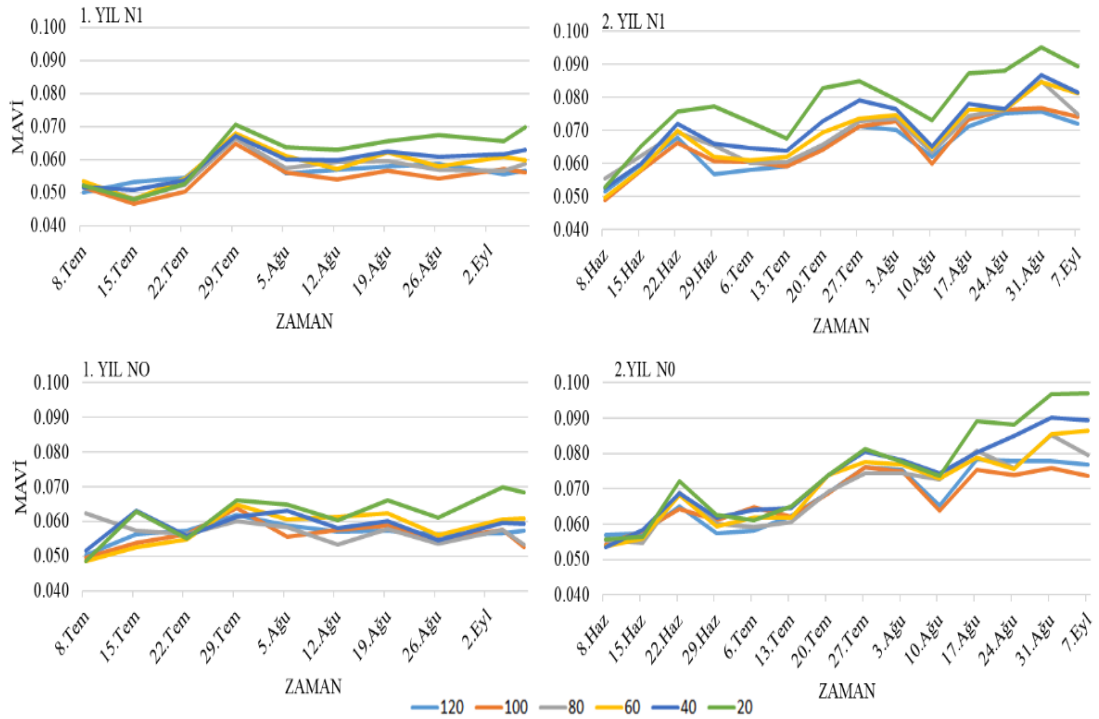
Konular	I120	I100	I80	I60	I40	I20	P > F	Ort. N
NI	10.80 [†]	9.80	9.84	7.68	8.02	11.09	öd	9.54
N0	12.06 a [‡]	10.98 a	8.81 a	9.24 a	9.45 a	5.14 b	*	9.28
P > F	öd	öd	öd	öd	öd	öd		
Ort. I	11.43 a	10.39 ab	9.33 bc	8.46 bcd	8.74 cd	8.12 d		
Önemlilik								
Azot (N) : öd								
Sulama Rejimi (I) : **								
Azot x Sulama Rejimi : öd								
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*: %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

4.6. Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Şeker Otu Bitkisinde Radyometrik Ölçümlere Etkisi

4.6.1. Şeker otu bitkisinin mavi dalga boyundaki yansıma değişimleri

Denemenin birinci ve ikinci yılında her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) mavi dalga boyu yansıma değerlerine ait varyans analiz sonuçlarında istatistiksel olarak %0.1 önem seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Ancak her iki yılda da hafta×sulama rejimi (H×I) etkileşimi düzeyindeki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz (ikinci yıl azot uygulanmayan konu için mavi dalga boyu yansıma farklılıkları %1 önem seviyesinde önemli) bulunmuştur. Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda mavi dalga boyunda yansıma değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 0.048 ile 0.067 ve 0.052 ile 0.063 arasında; ikinci yılda ise 0.052 ile 0.084 ve 0.055 ile 0.085 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.48-4.51). Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda genel olarak haftalar

ilerledikçe mavi dalga boyundaki yansımalar artış göstermiş yani bitkilerin mavi dalga boyundaki enerji kullanımları azalmıştır. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda mavi dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 0.055 ile 0.062 ve 0.056 ile 0.062 arasında; ikinci yılda 0.065 ile 0.078 ve 0.068 ile 0.075 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da mavi dalga boyunda en yüksek yansıma (en düşük enerji kullanımı) I20 sulama rejimi uygulamasında belirlenmiştir. İlk yıl azot uygulanan konularda en düşük yansıma (en yüksek enerji kullanımı) I100 (0.055) sulama rejimi konusunda belirlenmiş olup I120 (0.056) ve I80 (0.057) konularındaki yansımalar da istatistiksel olarak bir farklılık teşkil etmeyip I100 konusu ile aynı grupta yer almaktadır (Çizelge 4.48). Azot uygulanmayan konularda ise en düşük yansıma I120 ve I100 (0.056) konularında belirlenmiş olup I80, I60 ve I40 uygulamalarındaki yansıma değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.49). Denemenin ikinci yılındaki verilere göre ise azot uygulanan konularda mavi dalga boyunda en düşük yansıma I120 (0.065) sulama rejimi konusunda belirlenmiş olup I100 (0.066) uygulamasıyla arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.50). Azot uygulanmayan sulama rejimi uygulamalarında ise I120 (0.068), I100 (0.068) ve I80 (0.069) uygulamaları arasındaki yansıma farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmamış olup elektromanyetik spektrumun mavi dalga bölgesindeki yansıma düzeyi diğer sulama rejimi uygulamalarından daha düşük olmuştur (Çizelge 4.51). Bu durum su kısıtı arttıkça bitkinin mavi dalga boyundaki enerji kullanımının azaldığını, bunun sonucu olarak elektromanyetik spektrumun bu dalga boyu bölgesinde yansımanın arttığını göstermektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için mavi dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi

Çizelge 4.48. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.050 C	0.052 CD	0.052 BC	0.054 D	0.052 D	0.052 B	öd	0.052 C
2	0.048 C	0.047 E	0.048 C	0.048 E	0.051 D	0.048 B	öd	0.048 D
3	0.055 B	0.050 DE	0.052 BC	0.054 CD	0.056 CD	0.053 B	öd	0.053 C
4	0.067 A	0.065 A	0.066 A	0.068 A	0.067 A	0.071 A	öd	0.067 A
5	0.056 B	0.056 BC	0.057 B	0.061 BC	0.060 BC	0.064 A	öd	0.059 B
6	0.057 B bc	0.054 BCD c	0.059 B abc	0.057 BCD bc	0.060 BC ab	0.063 A a	*	0.058 B
7	0.058 B b	0.057 B b	0.060 B ab	0.062 B ab	0.063 AB ab	0.066 A a	*	0.061 B
8	0.059 B	0.054 BCD	0.057 B	0.058 BCD	0.061 BC	0.068 A	öd	0.059 B
9	0.056 B c	0.057 B bc	0.057 B bc	0.061 BC ab	0.062 ABC ab	0.066 A a	**	0.060 B
10	0.057 B	0.056 BC	0.059 B	0.060 BCD	0.063 AB	0.070 A	öd	0.061 B
P > F	***	***	**	***	***	***		
Ort. I	0.056 d	0.055 d	0.057 cd	0.058 bc	0.059 b	0.062 a		
Önemlilik								
Hafta(H) : ***								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Hafta x Sulama Rejimi : öd								
f: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
f: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.49. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.051 C	0.050 C	0.062	0.049 D	0.052	0.049	öd	0.052 D
2	0.052 BC	0.054 BC	0.054	0.053 CD	0.056	0.063	öd	0.055 C
3	0.057 AB	0.056 BC	0.056	0.055 C	0.056	0.055	öd	0.056 C
4	0.062 A	0.064 A	0.060	0.065 A	0.061	0.066	öd	0.063 A
5	0.059 A	0.056 BC	0.058	0.061 AB	0.063	0.065	öd	0.060 AB
6	0.057 AB b	0.058 AB ab	0.053 c	0.061 AB a	0.058 ab	0.060 ab	**	0.058 BC
7	0.057 AB	0.059 AB	0.058	0.062 A	0.060	0.066	öd	0.060 AB
8	0.056 AB	0.055 BC	0.054	0.056 BC	0.055	0.061	öd	0.056 C
9	0.057 AB	0.058 AB	0.057	0.061 AB	0.060	0.070	öd	0.060 AB
10	0.057 AB b	0.053 BC b	0.053 b	0.061 AB ab	0.059 ab	0.069 a	*	0.059 BC
P > F	*	**	öd	***	öd	öd		
Ort. I	0.056 b	0.056 b	0.057 b	0.058b	0.058 b	0.062 a		
Önemlilik								
Hafta (H) : ***								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Hafta x Sulama Rejimi : öd								
f: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
f: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.50. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.051 A	0.049 F	0.055 F	0.050 G	0.053 G	0.053 F	öd	0.052 G
2	0.060 CD	0.058 E	0.062 DEF	0.058 F	0.060 F	0.065 EF	öd	0.061 F
3	0.068 ABC	0.066 C	0.070 BCD	0.070 DE	0.072 DE	0.076 BCDE	öd	0.070 D
4	0.057 DE b	0.061 DE b	0.065 CDE b	0.062 F b	0.066 EF b	0.077 BCDE a	*	0.065 E
5	0.058 DE c	0.061 DE bc	0.060 EF bc	0.061 F bc	0.065 F b	0.072 CDE a	**	0.063 EF
6	0.059 DE	0.059 DE	0.060 EF	0.062 F	0.064 F	0.068 DE	öd	0.062 EF
7	0.065 BCD b	0.064 CD b	0.066 CDE b	0.069 DE b	0.073 CD b	0.083 ABCD a	**	0.070 D
8	0.071 AB	0.071 B	0.073 BC	0.074 CD	0.079 BC	0.085 ABC	öd	0.075 BC
9	0.070 AB	0.073 AB	0.074 B	0.075 CDD	0.076 BCD	0.079 BCDE	öd	0.075 C
10	0.062 CD	0.060 DE	0.063 DEF	0.064 EF	0.065 F	0.073 CDE	öd	0.065 E
11	0.071 AB b	0.073 AB b	0.074 B b	0.076 BC b	0.078 BCD b	0.087 ABC a	*	0.077 BC
12	0.075 A b	0.076 AB b	0.076 B b	0.076 BC b	0.077 BCD b	0.088 ABC a	*	0.078 B
13	0.076 A b	0.077 A b	0.085 A ab	0.085 A ab	0.087 A ab	0.095 A a	*	0.084 A
14	0.072 AB c	0.074 AB bc	0.075 B bc	0.081 AB ab	0.082 AB ab	0.089 AB a	**	0.079 B
P > F	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.065 d	0.066 d	0.069 c	0.069 c	0.071 b	0.078 a		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: öd							
f: İtaliik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
†: İtaliik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.51. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının mavi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.057 E	0.054 F	0.056 E	0.054 G	0.054 F	0.056 G	öd	0.055 G
2	0.057 E	0.058 EF	0.055 E	0.056 FG	0.058 EF	0.056 G	öd	0.057 G
3	0.065 BC	0.064 CD	0.069 CD	0.068 D	0.069 CDE	0.072 DE	öd	0.068 E
4	0.057 E	0.061 DE	0.060 DE	0.059 EF	0.062 EF	0.063 FG	öd	0.060 F
5	0.058 DE	0.065 CD	0.059 E	0.062 E	0.064 DEF	0.061 FG	öd	0.062 F
6	0.062 CD	0.062 DE	0.061 DE	0.062 E	0.065 DEF	0.065 EF	öd	0.063 F
7	0.069 B	0.069 BC	0.069 CD	0.074 BC	0.074 BCD	0.074 CD	öd	0.072 D
8	0.076 A	0.076 A	0.074 BC	0.078 BC	0.081 AB	0.081 BC	öd	0.078 BC
9	0.075 A	0.075 A	0.074 BC	0.077 BC	0.078 BC	0.078 CD	öd	0.076 C
10	0.065 BC	0.064 CD	0.073 BC	0.073 CD	0.074 BCD	0.074 CD	öd	0.070 DE
11	0.078 A b	0.075 A b	0.081 AB b	0.079 B b	0.080 AB b	0.089 AB a	*	0.081 B
12	0.078 A	0.074 AB	0.076 ABC	0.076 BC	0.085 AB	0.088 B	öd	0.079 B
13	0.078 A c	0.076 A c	0.085 A b	0.085 A b	0.090 A b	0.097 A a	***	0.085 A
14	0.077 A cd	0.074 AB d	0.080 AB bcd	0.087 A bc	0.089 A ab	0.097 A a	**	0.084 A
P > F	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.068 d	0.068 d	0.069 d	0.071 c	0.073 b	0.075 a		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: **							
f: İtaliik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
†: İtaliik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

4.6.2. Şeker otu bitkisinin yeşil dalga boyundaki yansıma değişimleri

Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan, ikinci yılında ise azot uygulanan konularda H×I etkileşimi düzeyinde yeşil dalga boyu yansımalarına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Buna karşın birinci yılda azot uygulanan, ikinci yılda ise azot uygulanmayan konularda %0.1 önem seviyesinde bir etkileşimin olduğu belirlenmiştir. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) yeşil dalga boyu yansıma değerlerinde istatistiksel olarak %0.1 önem seviyesinde (birinci yılda N0 konusunda ana faktör olarak haftalar ele alındığında %1, sulama rejimleri ele alındığında ise %5 önem seviyesi) farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.52- 4.55). Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda yeşil dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 0.110 ile 0.141 ve 0.111 ile 0.133 arasında; ikinci yılda ise 0.101 ile 0.156 ve 0.098 ile 0.152 arasında değişim göstermiştir. Elektromanyetik spektrumun yeşil dalga boyu bölgesinde haftalar ilerledikçe yansımada beklenen artış ilk yıl düzenli olmasa da ikinci yıl net bir şekilde gözlemlenmektedir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda yeşil dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 0.117 ile 0.132 ve 0.118 ile 0.139 arasında; ikinci yılda ise 0.123 ile 0.144 ve 0.126 ile 0.142 arasında değişim göstermiştir. Denemenin birinci yılında azot uygulanan konularda sulama rejimi uygulamaları arasındaki fark altıncı haftadan itibaren belirginleşirken ikinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda sırasıyla onikinci ve onbirinci haftadan itibaren ortaya çıkmaya başlamıştır (Çizelge 4.52- 4.55). İlk yıl azot uygulanan konularda en düşük yansıma (en yüksek enerji kullanımı) I100 (0.117) sulama rejimi konusunda belirlenmiş olup I120 (0.119) ve I80 (0.120) konularındaki yansımalar da istatistiksel olarak bir farklılık teşkil etmeyip I100 konusu ile aynı grupta yer almaktadır (Çizelge 4.52). Azot uygulanmayan konularda ise en düşük yansıma I40 (0.118) konusunda belirlenmiş olup, I120 (0.124), I100 (0.122), I80 (0.121) ve I60 (0.119) uygulamalarındaki yansıma değişimleri istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.53). Denemenin ikinci yılındaki verilere göre ise azot uygulanan konularda yeşil dalga boyunda en düşük yansıma I100 (0.123) sulama rejimi konusunda belirlenmiş olup I120 (0.125) uygulamasıyla arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.54). Azot uygulanmayan sulama rejimi uygulamalarında ise I120 (0.127), I100 (0.126), I80 (0.130) ve I60 (0.128) uygulamaları arasındaki yansıma farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmamış olup elektromanyetik spektrumun yeşil dalga bölgesindeki yansıma düzeyi I20 (0.142) sulama rejimi uygulamasından daha düşük olmuştur (Çizelge 4.55). Her iki yılda da en yüksek yansıma I20 sulama rejimi uygulamasında belirlenmiştir. Yani su kısıtının en fazla olduğu bu uygulamada yeşil dalga boyundaki enerji kullanımının en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.15).

Çizelge 4.52. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	0.129 BC	0.132 A	0.139 A	0.135 A	0.133 AB	0.127	öd	0.133 B
2	0.126 BC	0.122 AB	0.132 AB	0.123 AB	0.127 BC	0.113	öd	0.124 C
3	0.155 A a	0.134 A b	0.137 AB b	0.132 A bc	0.119 BC bc	0.114 c	**	0.132 B
4	0.144 AB	0.139 A	0.137 AB	0.138 A	0.141 A	0.145	öd	0.141 A
5	0.125 BC	0.114 BC	0.113 CD	0.127 AB	0.123 BC	0.127	öd	0.122 C
6	0.100 D c	0.110 BC bc	0.123 BC ab	0.119 AB ab	0.124 BC ab	0.135 a	*	0.119 C
7	0.110 CD b	0.104 BC b	0.109 CD b	0.136 A a	0.124 BC ab	0.134 a	*	0.119 C
8	0.098 D b	0.101 C b	0.103 D b	0.108 B b	0.114 C b	0.135 a	**	0.110 D
9	0.103 D c	0.111 BC c	0.109 CD c	0.128 AB b	0.131 AB b	0.140 a	***	0.120 C
10	0.097 D b	0.100 C b	0.099 D b	0.109 B b	0.115 C b	0.148 a	**	0.111 D
<i>P > F</i>	***	**	***	*	**	öd		
<i>Ort. I</i>	0.119 c	0.117 c	0.120 bc	0.126 b	0.125 b	0.132 a		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i>	: ***							
<i>Sulama Rejimi (I)</i>	: ***							
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i>	: ***							
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. [†] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. ***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.53. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

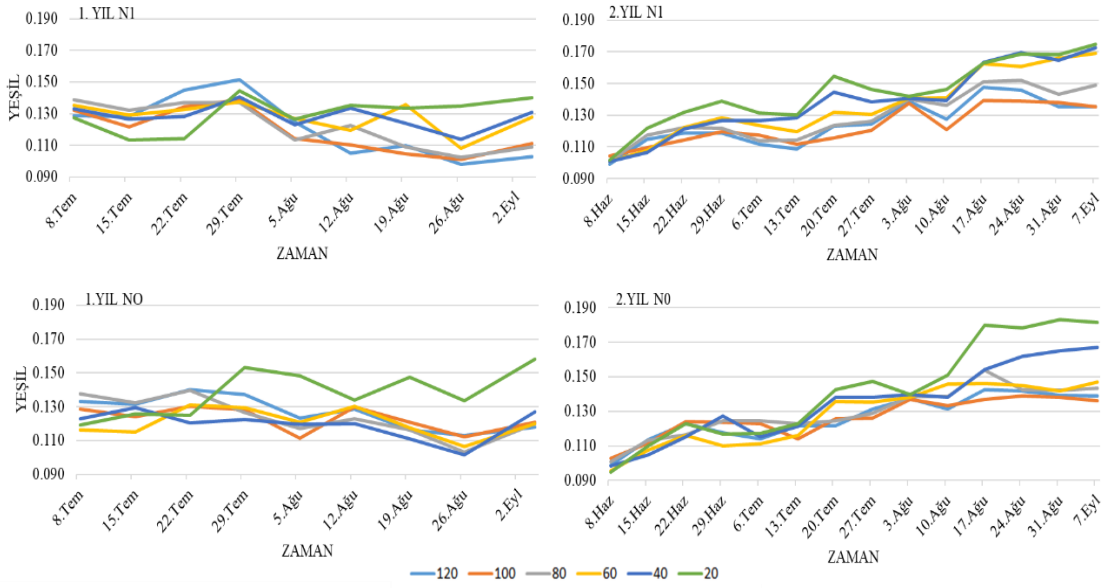
<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	0.133 AB	0.129	0.138 AB	0.116	0.123	0.119	öd	0.126 ABC
2	0.128 ABC	0.124	0.125 ABC	0.110	0.125	0.126	öd	0.123 ABC
3	0.134 AB	0.144	0.140 A	0.131	0.120	0.125	öd	0.132 A
4	0.137 A	0.128	0.126 ABC	0.129	0.122	0.153	öd	0.133 A
5	0.123 ABC	0.111	0.117 CD	0.121	0.120	0.148	öd	0.123 ABC
6	0.129 ABC	0.130	0.123 ABC	0.130	0.120	0.134	öd	0.128 AB
7	0.116 C	0.120	0.116 CD	0.118	0.111	0.148	öd	0.121 ABC
8	0.113 C	0.112	0.103 D	0.106	0.102	0.134	öd	0.111 C
9	0.118 BC	0.121	0.120 BCD	0.120	0.127	0.158	öd	0.127 AB
10	0.113 C	0.102	0.101 D	0.112	0.111	0.145	öd	0.114 BC
<i>P > F</i>	*	öd	**	öd	öd	öd		
<i>Ort. I</i>	0.124 b	0.122 b	0.121 b	0.119 b	0.118 b	0.139 a		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i>	: **							
<i>Sulama Rejimi (I)</i>	: *							
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i>	: öd							
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. [†] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. ** ve *: sırasıyla %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.54. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.099 D	0.104 C	0.101 E	0.101 F	0.101 E	0.102 E	öd	0.101 G
2	0.115 BCD	0.109 BC	0.117 DE	0.108 EF	0.106 E	0.122 DE	öd	0.113 F
3	0.119 ABCD	0.114 BC	0.122 CD	0.122 CDE	0.121 D	0.132 D	öd	0.122 E
4	0.119 ABCD	0.120 B	0.122 CD	0.129 BCD	0.127 CD	0.139 CD	öd	0.126 DE
5	0.112 BCD	0.118 B	0.114 DE	0.124 BCDE	0.127 CD	0.131 D	öd	0.121 E
6	0.109 CD	0.112 BC	0.114 DE	0.120 DE	0.129 CD	0.130 D	öd	0.119 EF
7	0.123 ABCD bc	0.116 BC c	0.123 CD bc	0.132 BCD abc	0.145 B ab	0.147 BCD a	*	0.131 CD
8	0.124 ABCD	0.120 B	0.126 BCD	0.131 BCD	0.138 BC	0.146 BCD	öd	0.131 CD
9	0.139 AB	0.137 A	0.140 ABC	0.140 BC	0.141 BC	0.142 BCD	öd	0.140 B
10	0.127 ABCD	0.121 B	0.136 ABC	0.141 B	0.140 BC	0.146 BCD	öd	0.135 BC
11	0.148 A	0.139 A	0.151 A	0.162 A	0.163 A	0.163 ABC	öd	0.154 A
12	0.146 A bc	0.139 A c	0.152 A bc	0.161 A ab	0.169 A a	0.169 AB a	**	0.156 A
13	0.135 ABC b	0.138 A b	0.143 AB b	0.166 A a	0.165 A a	0.168 AB a	**	0.153 A
14	0.135 ABC c	0.135 A c	0.149 A bc	0.169 A ab	0.173 A a	0.175 A a	**	0.156 A
P > F	*	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.125 cd	0.123 d	0.129 c	0.136 b	0.139 b	0.144 a		
Önemlilik								
Hafta (H) : ***								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Hafta x Sulama Rejimi : öd								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.55. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yeşil dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.099 D	0.103 C	0.101 G	0.096 C	0.098 F	0.095 E	öd	0.098 F
2	0.114 C	0.111 BC	0.113 F	0.108 BC	0.105 EF	0.110 DE	öd	0.110 E
3	0.123 BC	0.124 AB	0.117 EF	0.116 B	0.115 DE	0.123 CD	öd	0.120 D
4	0.118 BC	0.124 AB	0.124 DE	0.110 BC	0.127 CD	0.117 D	öd	0.120 D
5	0.114 C	0.123 AB	0.124 DE	0.111 BC	0.115 DE	0.117 D	öd	0.118 D
6	0.122 BC	0.114 BC	0.123 DEF	0.116 B	0.121 D	0.123 CD	öd	0.120 D
7	0.122 BC	0.126 AB	0.125 DE	0.136 A	0.138 C	0.143 B	öd	0.131 C
8	0.131 AB	0.126 AB	0.129 CD	0.135 A	0.138 C	0.147 B	öd	0.135 BC
9	0.137 A	0.137 A	0.139 BC	0.138 A	0.140 BC	0.140 BC	öd	0.138 B
10	0.131 AB	0.133 A	0.138 BC	0.146 A	0.138 C	0.151 B	öd	0.140 B
11	0.142 A bc	0.137 A c	0.154 A b	0.146 A bc	0.154 AB b	0.180 A a	***	0.152 A
12	0.142 A c	0.139 A c	0.142 B c	0.145 A c	0.162 A b	0.178 A a	***	0.151 A
13	0.139 A c	0.138 A c	0.142 B c	0.142 A c	0.165 A b	0.183 A a	***	0.152 A
14	0.139 A c	0.136 A c	0.144 B c	0.147 A c	0.167 A b	0.182 A a	***	0.152 A
P > F	***	**	***	***	***	***		
Ort. I	0.127 c	0.126 c	0.130 c	0.128 c	0.135 b	0.142 a		
Önemlilik								
Hafta (H) : ***								
Sulama Rejimi (I) : ***								
Hafta x Sulama Rejimi : ***								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.15. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için yeşil dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.3. Şeker otu bitkisinin kırmızı dalga boyundaki yansıma değişimleri

Denemenin birinci ve ikinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda H×I etkileşimi düzeyinde kırmızı dalga boyu yansımalarına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak %0.1 (birinci yıl azot uygulanmayan konuda H×I etkileşimi %5) önem seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) kırmızı dalga boyu yansıma değerlerinde istatistiksel olarak %0.1 (birinci yılda N0 konusunda ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında %1) önem seviyesinde farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.56- 4.59). Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda kırmızı dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 0.075 ile 0.084 ve 0.077 ile 0.087 arasında; ikinci yılda ise 0.067 ile 0.113 ve 0.065 ile 0.111 arasında değişim göstermiştir. Elektromanyetik spektrumun kırmızı dalga boyu bölgesinde haftalar ilerledikçe yansımalarda beklenen artış ikinci yıl daha belirgin bir şekilde gözlemlenmektedir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda kırmızı dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 0.073 ile 0.090 ve 0.075 ile 0.098 arasında; ikinci yılda ise 0.079 ile 0.111 ve 0.079 ile 0.105 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.56- 4.59). Denemenin birinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda sulama rejimi uygulamaları arasındaki fark sırasıyla üçüncü ve yedinci haftadan itibaren belirginleşirken ikinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda sırasıyla dördüncü ve birinci haftadan itibaren ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk yıl azot uygulanan ve uygulanmayan konularda en düşük yansıma (en yüksek enerji kullanımı) I100 ve I120 (0.073-0.075) sulama rejimi uygulamalarında belirlenmiş olup bu uygulamalarda enerji kullanımı en yüksek seviyededir (Çizelge 4.56 ve 4.59). Denemenin ikinci yılındaki verilere göre ise azot uygulanan ve uygulanmayan konularda kırmızı dalga boyunda en düşük yansıma ilk yılda olduğu gibi I100 (0.079) ve I120 (0.080 ve 0.079) sulama rejimi

uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.56 ve 4.59). Her iki yılda da en yüksek yansıma I20 sulama rejimi uygulamasında belirlenmiştir. Elektromanyetik spektrumun mavi ve yeşil dalga boylarındaki yansımalarda olduğu gibi su kısıtı düzeyi arttıkça kırmızı dalga boyunda da yansımalar artmış bitkinin bu dalga boyundaki enerji kullanımını azalmıştır (Şekil 4.16).

Çizelge 4.56. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.076	0.078	0.080	0.079 BC	0.078 C	0.076 CD	öd	0.078 CD
2	0.072	0.075	0.076	0.078 C	0.080 C	0.073 D	öd	0.075 D
3	0.076 bc	0.073 c	0.079 b	0.085 AB a	0.086 BC a	0.085 BCD a	***	0.081 ABC
4	0.076 b	0.078 b	0.085 ab	0.087 A a	0.089 A a	0.090 ABCD a	*	0.084 A
5	0.071 d	0.075 cd	0.079 bc	0.085 AB ab	0.088 AB a	0.092 ABC a	***	0.082 ABC
6	0.075 c	0.075 c	0.080 bc	0.085 AB b	0.091 A a	0.095 AB a	***	0.084 AB
7	0.070 c	0.071 c	0.077 bc	0.083 ABC ab	0.089 AB a	0.091 ABC a	**	0.080 BC
8	0.068 c	0.068 c	0.077 b	0.078 C b	0.083 BC b	0.097 AB a	***	0.078 CD
9	0.073 c	0.072 c	0.077 c	0.088 A b	0.087 AB b	0.094 AB a	***	0.082 ABC
10	0.072 b	0.069 b	0.080 b	0.084 ABC b	0.088 AB ab	0.105 A a	**	0.083 AB
P > F	öd	öd	öd	*	**	*		
Ort. I	0.073 e	0.073 e	0.079 d	0.083 c	0.086 b	0.090 a		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: ***							
f: İtalic yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
†: İtalic yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.57. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

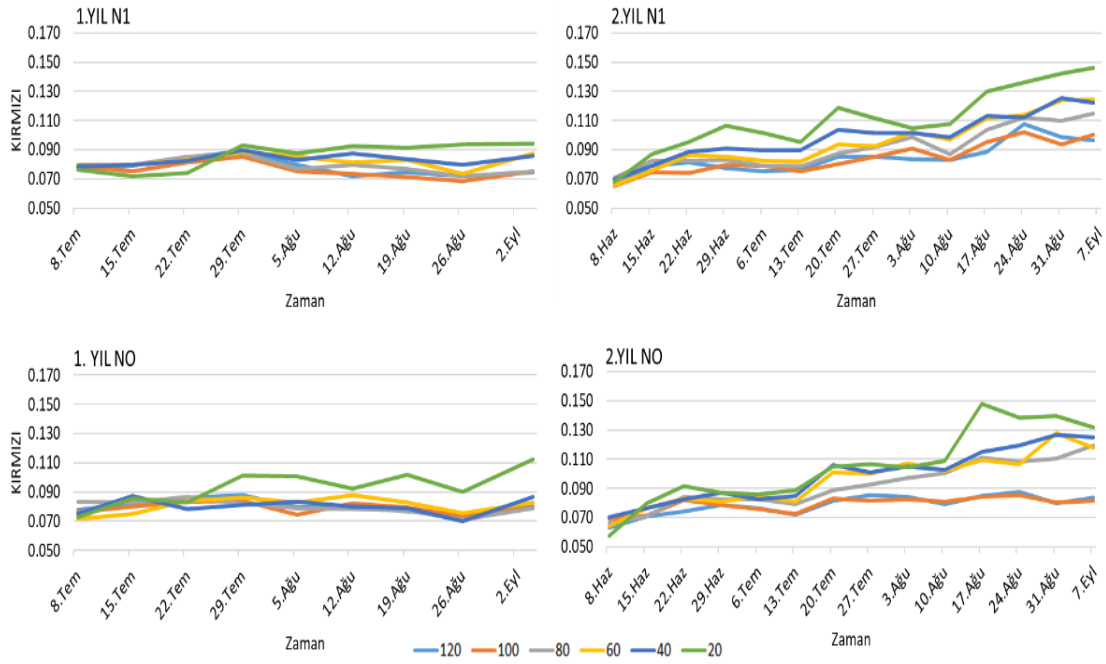
Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.078 AB	0.076	0.080 ABC	0.075 B	0.075	0.076	öd	0.077 C
2	0.073 BC	0.076	0.078 BC	0.081 AB	0.087	0.084	öd	0.080 ABC
3	0.076 AB c	0.077 bc	0.086 A ab	0.085 A ab	0.087 a	0.092 a	*	0.084 AB
4	0.080 A	0.079	0.082 ABC	0.086 A	0.092	0.101	öd	0.087 A
5	0.076 AB	0.073	0.079 ABC	0.085 A	0.090	0.101	öd	0.084 AB
6	0.081 A	0.083	0.085 AB	0.088 A	0.086	0.094	öd	0.086 A
7	0.075 AB b	0.075 b	0.080 ABC b	0.083 A b	0.085 b	0.097 a	**	0.083 ABC
8	0.069 C c	0.070 c	0.074 C bc	0.076 B bc	0.080 b	0.097 a	***	0.078 BC
9	0.074 BC	0.072	0.079 ABC	0.084 A	0.091	0.113	öd	0.086 A
10	0.072 BC c	0.068 c	0.076 C c	0.088 A b	0.090 b	0.128 a	***	0.087 A
P > F	**	öd	*	**	öd	öd		
Ort. I	0.075 d	0.075 d	0.080 c	0.083 bc	0.086 b	0.098 a		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: **							
Hafta x Sulama Rejimi	: *							
f: İtalic yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
†: İtalic yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.58. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.065 F	0.065 G	0.071 F	0.066 G	0.069 G	0.068 G	öd	0.067 G
2	0.079 BCDE	0.074 F	0.082 DEF	0.076 EF	0.079 FG	0.087 FG	öd	0.080 F
3	0.081 ABCD	0.074 F	0.082 DEF	0.086 DEF	0.089 EF	0.095 EF	öd	0.085 EF
4	0.078 CDE b	0.079 CDEF b	0.083 DEF b	0.085 DEF b	0.091 EF ab	0.107 DEF a	*	0.087 DE
5	0.075 E c	0.079 CDEF c	0.079 EF c	0.082 EF bc	0.090 EF b	0.101 EF a	**	0.084 EF
6	0.076 DE c	0.075 EF c	0.079 EF c	0.082 EF bc	0.090 BCD ab	0.095 EF a	**	0.083 EF
7	0.085 AB c	0.080 BCDE c	0.087 DEF bc	0.094 CDE bc	0.103 CDE ab	0.119 BCDE a	**	0.095 C
8	0.085 AB b	0.083 ABCD b	0.092 CDE b	0.093 CDE ab	0.101 CDE ab	0.111 CDEF a	*	0.094 C
9	0.084 ABC c	0.086 A bc	0.098 BCD ab	0.102 BC a	0.102 CDE a	0.106 DEF a	*	0.096 C
10	0.077 DE c	0.078 DEF c	0.087 DEF bc	0.097 CD ab	0.099 DE ab	0.108 DEF a	**	0.091 CD
11	0.085 AB c	0.084 ABC c	0.104 ABC b	0.112 AB b	0.113 ABC b	0.130 ABCD a	***	0.104 B
12	0.086 A c	0.085 AB c	0.112 AB b	0.114 AB b	0.115 AB b	0.136 ABC a	***	0.108 AB
13	0.085 AB c	0.084 ABC c	0.110 AB b	0.124 A b	0.126 A ab	0.142 AB a	***	0.112 A
14	0.084 AB c	0.085 AB c	0.115 A b	0.124 A b	0.122 A b	0.146 A b	***	0.113 A
P > F	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.080 e	0.079 e	0.091 d	0.095 c	0.099 b	0.111 a		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: ***							
f: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
f: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.59. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının kırmızı dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.063 I a	0.069 E a	0.066 H a	0.064 F ab	0.070 E a	0.057 F b	*	0.065 E
2	0.071 H b	0.071 DE b	0.071 GH b	0.076 EF ab	0.077 DE ab	0.080 E a	*	0.074 D
3	0.074 FGH c	0.082 AB b	0.084 DEFG b	0.083 CDEF b	0.082 DE b	0.091 BCDE a	**	0.083 C
4	0.078 DEF b	0.079 BC b	0.082 EFGH ab	0.081 DEF ab	0.087 D a	0.087 CDE a	*	0.082 C
5	0.076 EFG	0.076 CD	0.082 EFGH	0.085 CDE	0.083 DE	0.086 DE	öd	0.081 C
6	0.072 GH c	0.072 DE c	0.079 FGH b	0.081 DEF b	0.085 DE ab	0.089 CDE a	***	0.080 C
7	0.082 BCDE c	0.083 AB c	0.089 DEF bc	0.101 BC ab	0.106 BC a	0.105 BC a	**	0.094 B
8	0.085 AB c	0.082 AB c	0.092 CDEF bc	0.100 BCD ab	0.101 C ab	0.106 BC a	**	0.095 B
9	0.084 ABC bc	0.082 AB c	0.097 BCDE ab	0.107 B a	0.105 BC a	0.104 BCD a	**	0.097 B
10	0.079 CDEF b	0.081 AB b	0.100 BCD a	0.102 BC a	0.103 C a	0.109 B a	**	0.096 B
11	0.085 ABC c	0.084 A c	0.111 AB b	0.109 B b	0.115 ABC b	0.148 A a	***	0.109 A
12	0.087 A c	0.085 A c	0.108 ABC b	0.107 B b	0.120 AB ab	0.139 A a	***	0.108 A
13	0.080 CDEF c	0.080 ABC c	0.111 AB ab	0.128 A ab	0.127 A ab	0.139 A a	***	0.111 A
14	0.083 ABC b	0.082 AB b	0.119 A a	0.118 AB a	0.125 A a	0.132 A a	**	0.110 A
P > F	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.079 d	0.079 d	0.092 c	0.096 b	0.099 b	0.105 a		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: ***							
f: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
f: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.16. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için kırmızı dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.4. Şeker otu bitkisinin yakın kızılötesi dalga boyundaki yansıma değişimleri

Denemenin birinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan, ikinci yılında ise azot uygulanan konularda H×I etkileşimi düzeyinde yakın kızılötesi dalga boyu yansımalarına ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmazken; ikinci yıl azot uygulanmayan konuda bu etkileşimin %0.1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) yakın kızılötesi dalga boyu yansıma değerlerinde istatistiksel olarak %0.1 önem seviyesinde farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.60- 4.63). Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda yakın kızılötesi dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 0.826 ile 0.901 ve 0.805 ile 0.872 arasında; ikinci yılda ise 0.690 ile 0.862 ve 0.695 ile 0.866 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda yakın kızılötesi dalga boyundaki yansıma değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 0.844 ile 0.861 ve 0.834 ile 0.859 arasında; ikinci yılda ise 0.799 ile 0.837 ve 0.807 ile 0.845 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.60- 4.63). Denemenin birinci yılında azot uygulanan konularda sulama rejimi uygulamaları arasındaki farklılık üçüncü, dördüncü, altıncı ve onuncu haftalarda, azot uygulanmayan konularda ise üçüncü, altıncı, sekizinci ve onuncu haftalarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İkinci yılda ise azot uygulanan ve uygulanmayan konulardaki farklılık net olarak dokuzuncu haftadan sonra ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk yıl azot uygulanan konuda yakın kızılötesi dalga boyunda en düşük yansıma I40, azot uygulanmayan konuda ise I20 ve I40 sulama rejimi uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek yansıma ise azot uygulanan konuda I120, I100 ve I80, azot uygulanmayan konuda ise I120 ve I100 uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.60 ve

4.61). Denemenin ikinci yıl verilerine göre ise azot uygulanan ve uygulanmayan konularda yakın kızılötesi dalga boyunda en düşük yansıma I40 ve I20 sulama rejimi uygulamalarında belirlenmiştir. En yüksek yansıma azot uygulanmayan konuda I120 ve I100, azot uygulanan konuda ise I120 uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.62 ve 4.63). Elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi dalga boyu bölgesindeki yansımalar bitki stres durumundaki artışa bağlı olarak azalma göstermektedir. Bu durum ikinci yılda daha net bir şekilde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.17).

Çizelge 4.60. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.891 A	0.905 A	0.907 A	0.895 A	0.909 A	0.898 A	öd	0.901 A
2	0.845 DE	0.851 BC	0.850 CD	0.859 B	0.842 BC	0.843 CDE	öd	0.848 C
3	0.878 ABC a	0.844 C b	0.847 CD b	0.843 BC b	0.839 BCD b	0.828 E b	**	0.847 C
4	0.884 AB a	0.875 B ab	0.869 BC abc	0.863 B bc	0.854 B c	0.859 BCD bc	*	0.868 B
5	0.848 CDE	0.853 BC	0.841 D	0.852 BC	0.847 B	0.847 CDE	öd	0.848 C
6	0.882 AB a	0.875 B a	0.884 AB a	0.863 B ab	0.848 B b	0.872 B a	*	0.871 B
7	0.851 CDE	0.836 C	0.828 D	0.829 C	0.833 BCD	0.826 E	öd	0.834 D
8	0.828 E	0.828 C	0.826 D	0.826 C	0.810 D	0.840 DE	öd	0.826 D
9	0.844 DE	0.854 BC	0.850 CD	0.848 BC	0.840 BC	0.840 DE	öd	0.846 C
10	0.860 BCD a	0.849 BC a	0.841 D a	0.846 BC a	0.813 CD b	0.865 BC a	**	0.846 C
P > F	**	***	***	**	***	***		
Ort. I	0.861 a	0.857 ab	0.854 ab	0.853 b	0.844 c	0.852 b		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: öd							
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.61. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.865	0.882 AB	0.863 AB	0.857 AB	0.862 A	0.858 A	öd	0.865 A
2	0.856	0.861 ABC	0.847 ABC	0.836 BC	0.841 ABC	0.829 ABC	öd	0.845 BC
3	0.852 a	0.846 BCD ab	0.851 AB a	0.816 C c	0.831 BC bc	0.832 ABC bc	**	0.838 BC
4	0.870	0.847 BCD	0.839 BC	0.843 B	0.856 AB	0.844 ABC	öd	0.850 B
5	0.863	0.836 CD	0.852 AB	0.839 BC	0.842 ABC	0.853 AB	öd	0.848 BC
6	0.885 ab	0.895 A a	0.882 A ab	0.875 A b	0.845 ABC c	0.847 ABC c	***	0.872 A
7	0.844	0.849 BCD	0.846 ABC	0.837 BC	0.817 CD	0.824 BCD	öd	0.836 C
8	0.839 a	0.812 D b	0.799 D b	0.791 D b	0.791 D b	0.799 D b	**	0.805 D
9	0.846	0.859 ABC	0.851 AB	0.848 B	0.835 ABC	0.821 CD	öd	0.843 BC
10	0.873 a	0.842 CD abc	0.812 CD c	0.851 AB ab	0.817 CD bc	0.832 ABC bc	*	0.838 BC
P > F	öd	**	**	***	***	**		
Ort. I	0.859 a	0.853 ab	0.844 bc	0.839 cd	0.834 d	0.834 d		
Önemlilik								
Hafta (H)	: ***							
Sulama Rejimi (I)	: ***							
Hafta x Sulama Rejimi	: öd							
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.62. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.696 D	0.700 D	0.677 C	0.685 D	0.690 E	0.693 E	öd	0.690 I
2	0.866 AB	0.870 AB	0.860 A	0.861 A	0.860 A	0.855 AB	öd	0.862 A
3	0.852 AB	0.879 B	0.852 A	0.848 AB	0.856 AB	0.856 A	öd	0.857 AB
4	0.848 AB	0.864 AB	0.846 A	0.865 A	0.845 AB	0.838 AB	öd	0.851 ABC
5	0.838 B	0.848 AB	0.824 A	0.840 AB	0.827 AB	0.810 ABC	öd	0.831 EFG
6	0.772 C	0.766 C	0.738 B	0.737 C	0.750 D	0.741 D	öd	0.751 H
7	0.856 AB	0.878 A	0.827 A	0.846 AB	0.837 AB	0.820 ABC	öd	0.844 BCDE
8	0.862 AB	0.837 B	0.828 A	0.827 AB	0.832 AB	0.831 ABC	öd	0.836 CDEFG
9	0.876 A a	0.872 AB a	0.858 A ab	0.855 A ab	0.833 AB b	0.805 ABC c	***	0.850 ABCD
10	0.778 C a	0.785 C a	0.751 B b	0.765 C ab	0.754 D b	0.745 D b	**	0.763 H
11	0.851 AB	0.847 AB	0.831 A	0.849 AB	0.815 ABC	0.807 ABC	öd	0.833 DEFG
12	0.862 AB ab	0.863 AB a	0.843 A ab	0.842 AB b	0.822 AB c	0.809 ABC c	***	0.840 BCDEF
13	0.852 AB a	0.849 AB a	0.830 A ab	0.829 AB ab	0.806 BC b	0.782 CD c	***	0.825 FG
14	0.851 AB a	0.859 AB a	0.813 A b	0.816 B b	0.775 CD c	0.801 BC b	***	0.819 G
P > F	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.833 a	0.837 a	0.813 bc	0.819 b	0.807 cd	0.799 d		

Önemlilik
Hafta (H) : ***
Sulama Rejimi (I) : ***
Hafta x Sulama Rejimi : öd

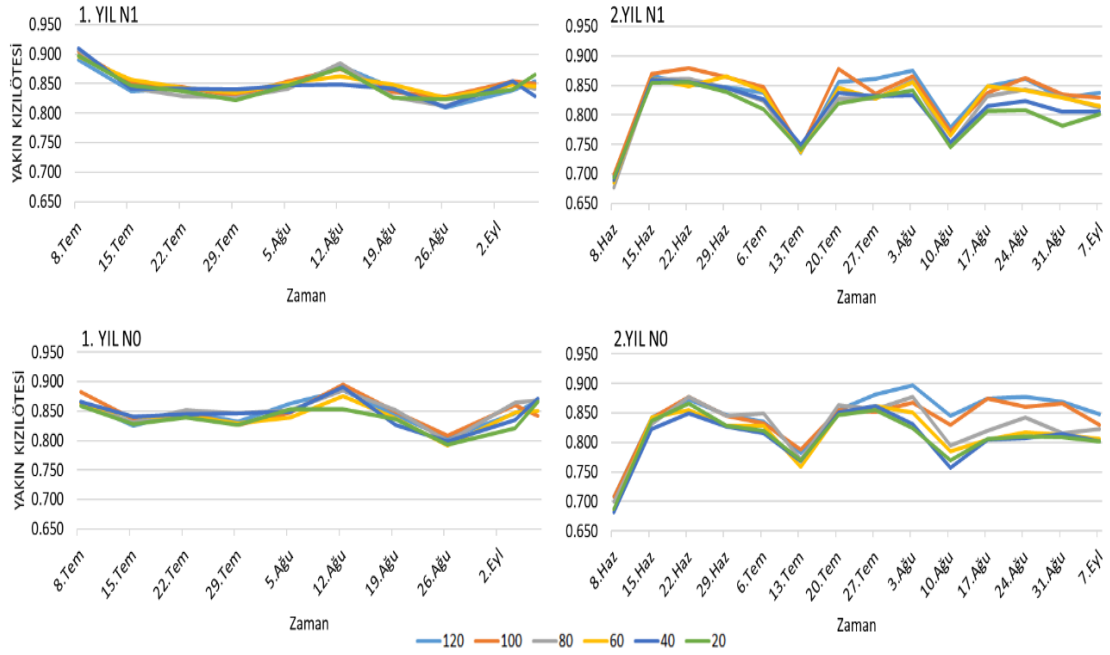
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.
öd: istatistiksel olarak önemsiz.

Çizelge 4.63. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularının yakın kızılötesi dalga boyuna etkilerinin değerlendirilmesi

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.709 G	0.708 F	0.700 H	0.685 G	0.681 G	0.688 H	öd	0.695 G
2	0.842 E	0.840 BCD	0.831 CDE	0.842 AB	0.822 DE	0.837 ABC	öd	0.836 C
3	0.873 ABC	0.878 A	0.877 A	0.855 A	0.849 ABC	0.865 A	öd	0.866 A
4	0.847 DE a	0.845 ABCD a	0.845 BCD a	0.828 BC b	0.827 CDE b	0.829 CDE b	**	0.837 C
5	0.836 E ab	0.832 CD ab	0.850 BC a	0.828 BC ab	0.816 DE b	0.820 DEF b	*	0.830 C
6	0.782 F	0.787 E	0.772 G	0.758 F	0.768 F	0.770 G	öd	0.772 F
7	0.855 CDE	0.855 ABCD	0.863 AB	0.847 AB	0.851 AB	0.846 ABC	öd	0.853 B
8	0.882 AB	0.852 ABCD	0.856 ABC	0.862 A	0.862 A	0.855 AB	öd	0.862 AB
9	0.897 A a	0.867 ABC b	0.877 ABC ab	0.851 AB bc	0.830 BCD c	0.824 DEF c	***	0.858 AB
10	0.845 DE a	0.830 D ab	0.795 F bc	0.785 E bc	0.757 F c	0.770 G c	**	0.797 E
11	0.874 ABC a	0.874 AB a	0.820 DE b	0.805 DE b	0.804 E b	0.806 EF b	***	0.831 C
12	0.878 ABC a	0.860 ABCD ab	0.842 BCD b	0.818 CD c	0.808 DE c	0.811 EF c	***	0.836 C
13	0.869 BCD a	0.866 ABCD a	0.816 EF b	0.813 CD b	0.814 DE b	0.809 EF b	***	0.831 C
14	0.848 DE a	0.829 D b	0.823 DE b	0.806 CDE c	0.802 E c	0.801 F c	***	0.818 D
P > F	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.845 a	0.837 b	0.826 c	0.813 d	0.807 e	0.809 de		

Önemlilik
Hafta (H) : ***
Sulama Rejimi (I) : ***
Hafta x Sulama Rejimi : ***

‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.
öd: istatistiksel olarak önemsiz.



Şekil 4.17. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için yakın kıızılötesi dalga boyunda yansıma değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.5. Normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler

Denemenin birinci ve ikinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda gerek haftaxsulama rejimi (HxI) etkileşimi düzeyinde gerekse her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) NDVI değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak %0.1 (birinci yıl azot uygulanmayan NDVI için HxI etkileşimi %5 ve ana faktör olarak sulama rejimi düzeyinde %1) önem seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda NDVI değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 0.822 ile 0.841 ve 0.812 ile 0.837 arasında; ikinci yılda ise 0.758 ile 0.831 ve 0.764 ile 0.837 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda NDVI değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 0.809 ile 0.844 ve 0.789 ile 0.839 arasında; ikinci yılda ise 0.758 ile 0.826 ve 0.773 ile 0.830 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda genel olarak, haftalar ilerledikçe dönem sonuna kadar NDVI değerleri giderek düşmüş ve yine su kısıtı arttıkça değerler azalmıştır (Çizelge 4.64 - 4.67). Azot uygulanan konularda konular arasındaki değişimler ikinci yılda daha belirgin olup denemenin birinci yılında bu farklılıklar üçüncü, ikinci yılda ise dördüncü haftadan sonra ortaya çıkmaya başlamış; birinci yıl I120, I100 ve I80 sulama rejimi konularında NDVI değerleri dönem sonuna kadar nispeten yatay bir seyir izlerken (istatistiksel olarak farklılık yok) I60, I40 ve I20 konularında haftalar ilerledikçe önemli düzeylerde azalmış; ikinci yılda ise tüm sulama rejimi konularında dönem sonuna kadar azalmalar olduğu belirlenmiştir. Azot uygulanmayan konularda ise denemenin birinci yılında her ne kadar üçüncü haftada konular arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş olsa da bu farklılıklar esas olarak denemenin altıncı haftasında, ikinci yılda ise ikinci haftadan sonra ortaya

çıkmaaya başlamış; birinci yıl I120, I100, I80 ve I40 sulama rejimi konularında NDVI değerleri dönem sonuna kadar nispeten yatay bir seyir izlerken (istatistiksel olarak farklılık çıkmamış) I60 ve I20 konularında haftalar ilerledikçe önemli düzeylerde azalmış; ikinci yılda ise tüm sulama rejimi konularında dönem sonuna kadar azalmalar olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.64- 4.67 ve Şekil 4.18).

Çizelge 4.64. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.842 [†]	0.841	0.839	0.838 A [‡]	0.841 A	0.843 A	öd	0.841 A
2	0.843	0.838	0.836	0.834 AB	0.827 B	0.841 A	öd	0.836 A
3	0.841 a [£]	0.840 a	0.830 b	0.817 cCD	0.815 cC	0.813 cAB	***	0.826 B
4	0.841 a	0.836 ab	0.821 bc	0.817 cCD	0.810 cC	0.810 cB	**	0.823 B
5	0.846 a	0.838 ab	0.828 bc	0.819 cdCD	0.811 deC	0.802 eB	***	0.824 B
6	0.843 a	0.841 ab	0.834 b	0.822 cBCD	0.806 dC	0.802 dB	***	0.825 B
7	0.848 a	0.843 a	0.831 ab	0.819 bcCD	0.808 cC	0.801 cB	***	0.825 B
8	0.849 a	0.848 a	0.829 b	0.828 bABC	0.814 bC	0.794 cB	***	0.827 B
9	0.841 a	0.844 a	0.834 a	0.823 bD	0.812 bC	0.798 cB	***	0.824 B
10	0.845 a	0.851 a	0.826 ab	0.819 abCD	0.805 bcC	0.783 cB	**	0.822 B
P > F	öd	öd	öd	**	***	**		
Ort. I	0.844 a	0.842 a	0.831 b	0.822 c	0.815 d	0.809 e		
Önemlilik								
Hafta (H)	:***							
Sulama Rejimi (I)	:***							
Hafta x Sulama Rejimi	:***							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrüt ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.65. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri

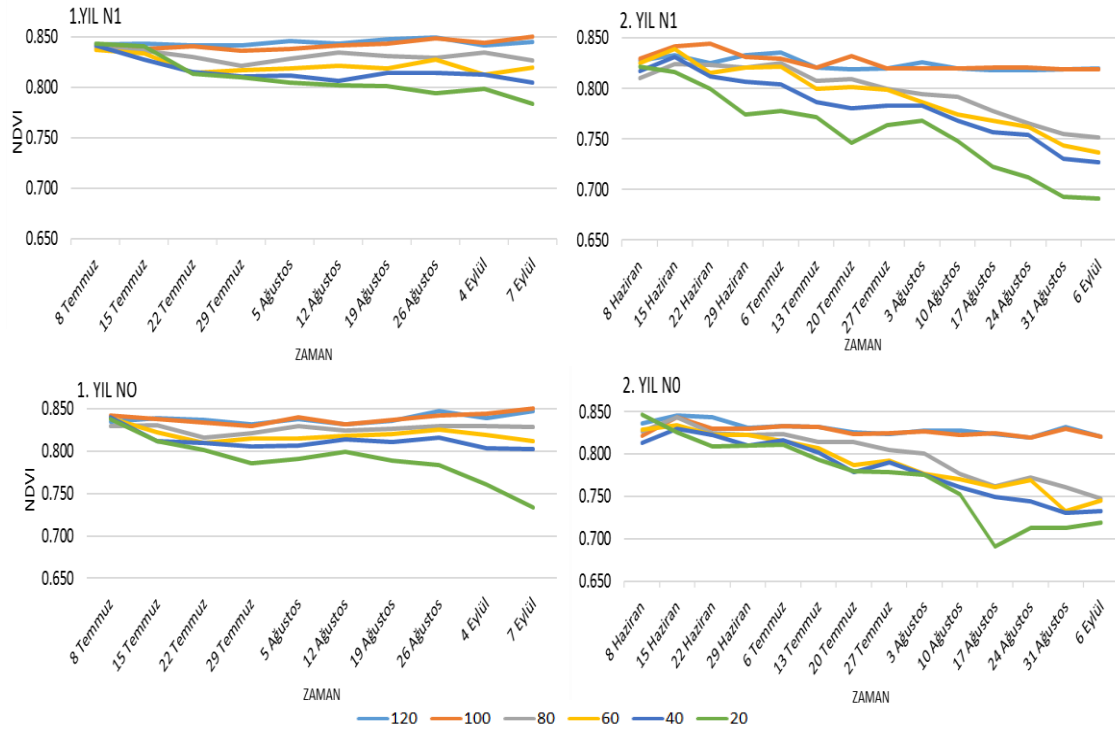
Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.835 [†]	0.842	0.830	0.839 A [‡]	0.840	0.837 A	öd	0.837 A
2	0.839	0.838	0.831	0.823 B	0.812	0.812 AB	öd	0.826 B
3	0.837 a [£]	0.834 a	0.816 b	0.810 bB	0.810 b	0.802 bABC	**	0.818 BC
4	0.832	0.829	0.821	0.815 B	0.805	0.786 ABC	öd	0.815 BC
5	0.838	0.840	0.830	0.815 B	0.806	0.791ABC	öd	0.820 BC
6	0.832 a	0.831 a	0.824 a	0.818 abB	0.814 ab	0.799 bABC	*	0.820 BC
7	0.836 a	0.837 a	0.827 ab	0.820 abB	0.811 b	0.789 cABC	**	0.820 BC
8	0.848 a	0.842 ab	0.829 bc	0.826 bcAB	0.816 c	0.783 dABC	***	0.824 BC
9	0.839 a	0.845 a	0.830 a	0.819 aB	0.804 ab	0.760 bBC	*	0.816 BC
10	0.847	0.850	0.829	0.812 B	0.802	0.733 C	öd	0.812 C
P > F	öd	öd	öd	*	öd	*		
Ort. I	0.838 a	0.839 a	0.827 b	0.820 bc	0.812 c	0.789 d		
Önemlilik								
Hafta (H)	:***							
Sulama Rejimi (I)	:**							
Hafta x Sulama Rejimi	:*							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrüt ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.66. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	0.828 [†] A [‡] B	0.830 C	0.810 AB	0.825 A	0.817 AB	0.821 A	öd	0.822 AB
2	0.833 A	0.842 AB	0.824 A	0.839 A	0.831 A	0.816 AB	öd	0.831 A
3	0.825 AB	0.845 A	0.824 A	0.816 AB	0.812 AB	0.800 ABC	öd	0.821 AB
4	0.833 a [‡] A	0.832 aBC	0.821 aA	0.820 aAB	0.806 abBC	0.775 bABCD	*	0.814 B
5	0.835 aA	0.829 aC	0.825 aA	0.821 abAB	0.804 bBC	0.777 cABCD	***	0.815 B
6	0.820 aB	0.821 aC	0.808 abAB	0.800 abBC	0.787 bcCD	0.772 cABCD	**	0.801 C
7	0.819 abB	0.832 aBC	0.809 abAB	0.801 abBC	0.780 bcD	0.746 cCDEFG	**	0.798 CD
8	0.820 aB	0.820 aC	0.800 abAB	0.799 abBC	0.783 abCD	0.764 bBCDE	*	0.798 CD
9	0.826 aAB	0.820 aC	0.794 bABC	0.787 bcCD	0.783 bcCD	0.768 cABCDE	**	0.796 CD
10	0.820 aB	0.820 aC	0.792 abABC	0.775 bcDE	0.768 bcDE	0.748 cCDEF	***	0.787 DE
11	0.818 aB	0.820 aC	0.778 bBCD	0.768 bDE	0.756 bE	0.723 cDEFG	***	0.777 EF
12	0.818 aB	0.821 aC	0.765 bDC	0.762 bEF	0.754 bE	0.712 cEFG	***	0.772 F
13	0.819 aB	0.819 aC	0.755 bD	0.744 bFG	0.731 bF	0.693 cFG	***	0.760 G
14	0.819 aB	0.819 aC	0.751 bD	0.737 bG	0.727 bF	0.691 cG	***	0.758 G
<i>P > F</i>	**	***	***	***	***	***		
<i>Ort. I</i>	0.824 a	0.826 a	0.797 b	0.792 b	0.781 c	0.758 d		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i> :***								
<i>Sulama Rejimi (I)</i> :***								
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i> :***								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.67. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık NDVI değerleri

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	0.837 [†] A [‡] B	0.822 BCD	0.827 AB	0.829 A	0.813 AB	0.847 A	öd	0.829 AB
2	0.845 a [‡] A	0.844 aA	0.844 aA	0.834 aba	0.830 ba	0.826 bab	*	0.837 A
3	0.843 aA	0.830 bBCD	0.824 bAB	0.823 bAB	0.823 ba	0.809 cBC	***	0.825 B
4	0.830 aBCD	0.829 aBCD	0.822 abAB	0.822 abAB	0.809 bAB	0.809 bBC	*	0.821 BC
5	0.833 aBC	0.833 aB	0.823 abAB	0.815 aABC	0.816 bAB	0.811 bBC	*	0.822 BC
6	0.831 aBCD	0.832 aBC	0.814 bAB	0.807 bcABCD	0.801 bcABC	0.793 cBC	***	0.813 C
7	0.826 aBCDE	0.823 aBCD	0.814 aAB	0.787 bcDE	0.779 bcDE	0.779 bCD	**	0.801 D
8	0.824 aCDE	0.825 aBCD	0.805 abBC	0.792 bcBCDE	0.790 bcBCD	0.779 cCD	**	0.802 D
9	0.828 aBCDE	0.826 aBCD	0.800 bBC	0.776 bDEF	0.775 bcDE	0.775 bCD	***	0.797 D
10	0.828 aBCDE	0.822 aBCD	0.776 bCD	0.770 bEF	0.761 bDEF	0.753 bD	***	0.785 E
11	0.823 aCDE	0.824 aBCD	0.761 bD	0.761 bEFG	0.750 bEFG	0.691 cE	***	0.769 F
12	0.819 aE	0.819 aD	0.772 bCD	0.769 bEF	0.744 bcFG	0.712 cE	***	0.773 F
13	0.832 aBCD	0.830 aBCD	0.761 bD	0.732 bcG	0.730 bcG	0.713 cE	***	0.766 F
14	0.821 aDE	0.821 aD	0.747 bD	0.745 bFG	0.733 bFG	0.719 bE	***	0.764 F
<i>P > F</i>	***	**	***	***	***	***		
<i>Ort. I</i>	0.830 a	0.827 a	0.799 b	0.790 c	0.782 d	0.773 e		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i> :***								
<i>Sulama Rejimi (I)</i> :***								
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i> :***								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1, %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.18. Sulama rejimi konuları için NDVI değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.6. Bant oranlama indeksi (VI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler

Denemenin birinci ve ikinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda gerek HxI etkileşimi düzeyinde ve gerekse her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) VI değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak %0.1 (birinci yıl azot uygulanmayan VI için HxI etkileşimi %1) önem seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda VI değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 10.36 ile 11.72 ve 9.94 ile 11.33 arasında; ikinci yılda ise 7.63 ile 10.92 ve 7.83 ile 11.31 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda VI değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 9.12 ile 11.86 ve 8.80 ile 11.64 arasında; ikinci yılda ise 7.57 ile 10.56 ve 8.20 ile 10.80 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da hem azot uygulanan hem de uygulanmayan konularda, genel olarak, haftalar ilerledikçe dönem sonlarına kadar VI değerleri giderek düşmüş ve yine su kısıtı arttıkça değerler azalmıştır (Çizelge 4.68–4.71). Azot uygulanan ve uygulanmayan konularda konular arasındaki değişimler ikinci yılda daha belirgin olmakla beraber azot uygulanan konularda bu farklılıklar her iki yılda da üçüncü haftadan sonra ortaya çıkmaya başlamış; azot uygulanmayan konularda ise denemenin birinci yılında her ne kadar üçüncü haftada konular arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş olsa da bu farklılıkların esas olarak denemenin altıncı haftasında, ikinci yılda ise birinci haftadan itibaren belirginleştiği ortaya konulmuştur. Gerek azot uygulanmış gerekse uygulanmamış konularda birinci yıl I120, I100 ve I80 sulama rejimi konularında VI değerleri dönem sonuna kadar nispeten yatay bir seyir izlerken (istatistiksel olarak önemli

bir farklılık yok) I60, I40 ve I20 konularında haftalar ilerledikçe önemli düzeylerde azalmalar; ikinci yılda ise tüm sulama rejimi konularında dönem sonuna kadar azalmalar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.68-4.71 ve Şekil 4.19).

Çizelge 4.68. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	11.67 [†]	11.62	11.40	11.31 A [‡]	11.61 A	11.81 A	öd	11.57 A
2	11.87	11.41	11.25	11.07 A	10.57 B	11.58 A	öd	11.72 A
3	11.60 a [£]	11.54 a	10.76 b	9.91 cBC	9.80 cC	9.72 cB	***	10.56 B
4	11.65 a	11.22 ab	10.21 bc	9.92 cBC	9.57 cC	9.55 cB	**	10.36 B
5	11.95 a	11.36 ab	10.69 bc	10.02 cdBC	9.62 dC	9.23 dB	***	10.48 B
6	11.80 a	11.58 ab	11.08 b	10.21 cBC	9.31 dC	9.12 dB	***	10.52 B
7	12.19 a	11.76 ab	10.82 bc	10.06 cdBC	9.40 dC	9.12 dB	***	10.56 B
8	12.31 a	12.19 a	10.72 b	10.61 bAB	9.79 bC	8.72 cB	***	10.72 B
9	11.58 a	11.89 a	10.08 a	9.69 bC	9.66 bC	8.91 bB	***	10.47 B
10	11.93 a	12.39 a	10.54 b	10.06 bBC	9.24 bcC	8.47 cB	***	10.44 B
P > F	öd	öd	öd	**	***	***		
Ort. I	11.86 a	11.70 a	10.85 b	10.29 c	9.86 d	9.62 d		
Önemlilik								
Hafta (H)	:***							
Sulama Rejimi (I)	:***							
Hafta x Sulama Rejimi	:***							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[£] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
*** ve **: sırasıyla %0.1 ve %1 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.69. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri

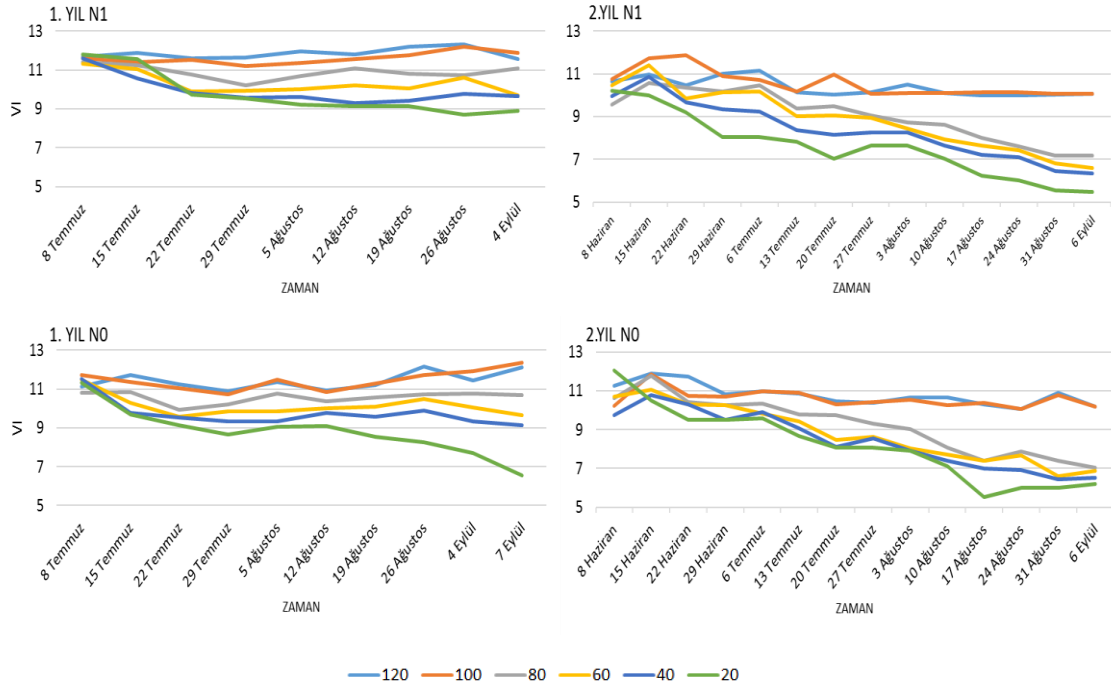
Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	11.13 [†]	11.72	10.79	11.50 A [‡]	11.51 A	11.32 A	öd	11.33 A
2	11.73	11.35	10.83	10.28 B	9.76 B	9.71 AB	öd	10.61 B
3	11.26 a [£]	11.04 a	9.93 b	9.56 bB	9.52 bB	9.12 bABC	**	10.07 BC
4	10.88	10.73	10.21	9.85 B	9.32 B	8.67 ABC	öd	9.94 C
5	11.37	11.49	10.79	9.84 B	9.33 B	9.06 ABC	öd	10.31 BC
6	10.92 a	10.86 ab	10.39 ab	9.99 abcB	9.78 bcB	9.09 cABC	*	10.17 BC
7	11.20 ab	11.27 a	10.58 abc	10.11 bcB	9.58 cdB	8.55 dBC	***	10.21 BC
8	12.15 a	11.72 ab	10.73 bc	10.47 cB	9.89 cB	8.26 dBC	***	10.54 BC
9	11.46 a	11.90 a	10.77 ab	10.07 abB	9.32 bcB	7.71 cBC	**	10.21 BC
10	12.12 a	12.36 a	10.70 b	9.64 cB	9.12 cB	6.53 dC	***	10.08 BC
P > F	öd	öd	öd	*	*	*		
Ort. I	11.42 a	11.44 a	10.57 b	10.13 c	9.71 d	8.80 e		
Önemlilik								
Hafta (H)	:***							
Sulama Rejimi (I)	:***							
Hafta x Sulama Rejimi	:**							
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
[£] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.70. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	10.64 [†] A [‡]	10.76 C	9.56 ABC	10.46 B	9.97 AB	10.22 A	öd	10.27 B
2	10.97 A	11.72 AB	10.58 A	11.41 A	10.87 A	9.98 A	öd	10.92 A
3	10.46 b [†] AB	11.89 aA	10.34 bAB	9.86 bBC	9.68 bB	9.22 bAB	*	10.24 B
4	11.01 aA	10.90 abBC	10.18 abAB	10.14 abB	9.36 bcB	8.04 cBC	**	9.94 B
5	11.15 aA	10.72 abC	10.46 abAB	10.19 bB	9.22 cBC	8.04 dBC	***	9.96 B
6	10.15 aB	10.18 aC	9.39 abABCD	9.04 bcCD	8.38 cdCD	7.83 dBC	***	9.16 C
7	10.03bB a	10.96 aBC	9.50 bcABC	9.07 bcCD	8.15dDE c	7.02CD d	***	9.12 C
8	10.14 aB	10.08 aC	9.07 abBCD	8.95 abCD	8.24 bCD	7.66BC b	*	9.03 CD
9	10.50 aAB	10.12 aC	8.72 bcDE	8.45 bDE	8.26 bCD	7.64BC b	***	8.95 CD
10	10.09 aB	10.09 aC	8.63 bcDE	7.92 bcE	7.64 bcDEF	7.03CD c	***	8.57 DE
11	10.01 aB	10.14 aC	8.02 bDEF	7.64 bcEF	7.22 cEFG	6.26 dCD	***	8.21 EF
12	10.01 aB	10.15 aC	7.60 bEF	7.44 bEFG	7.12 bGF	6.01 cCD	***	8.06 FG
13	10.02 aB	10.07 aC	7.18 bF	6.81 bFG	6.44 bG	5.55 cD	***	7.68 G
14	10.08 aB	10.06 aC	7.16 bF	6.61 bG	6.36 bcG	5.49 cD	***	7.63 G
P > F	**	***	***	***	***	***		
Ort. I	10.37 a	10.56 a	9.03 b	8.86 b	8.35 c	7.57 d		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i>	:***							
<i>Sulama Rejimi (I)</i>	:***							
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i>	:***							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
§: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.71. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık VI değerleri

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	11.25 [†] a [†] bA [‡] B	10.24 bcBCD	10.61 bcAB	10.72 abcAB	9.74 cABCD	12.04 aA	*	10.76 B
2	11.90 aA	11.84 aA	11.78 aA	11.06 aB	10.78 bA	10.50 bB	*	11.31 A
3	11.75 aA	10.74 bBCD	10.40 bBC	10.28 bABC	10.30 bAB	9.50 cBC	***	10.50 BC
4	10.81 aBCD	10.72 aBCD	10.27 abBC	10.26 abABC	9.52 bBCD	9.52 bBC	*	10.18 C
5	10.97 aBC	10.98 aB	10.36 abBC	9.81 bBC	9.88 aBC	9.57 bBC	*	10.26 C
6	10.86 aBC	10.89 aBCD	9.78 bBC	9.41 bcCD	9.06 bcCDE	8.68 cCD	***	9.78 D
7	10.48 aBCD	10.31 aBCD	9.75 aBC	8.45 bDE	8.11 bEFG	8.06 bDE	***	9.19 E
8	10.37 aCD	10.43 aBCD	9.32 abBCD	8.62 bcDE	8.56 bcDEF	8.07 cDE	**	9.23 E
9	10.65 aBCD	10.53 aBCD	9.03 bcDE	8.03 bEF	7.90 bEFG	7.90 bDE	***	9.01 E
10	10.65 aBCD	10.26 aBCD	8.05 bDEF	7.71 bEFG	7.38 bFGH	7.13 bEF	***	8.53 F
11	10.32 aCD	10.40 aBCD	7.40 bF	7.38 bEFG	6.99 bGH	5.52 cG	***	8.00 G
12	10.06 aD	10.07 aD	7.85 bF	7.68 bEFG	6.90 bcGH	6.02 cG	***	8.10 G
13	10.91 aBC	10.76 aBCD	7.41 bF	6.61 bcG	6.43 bcH	6.00 cG	***	8.02 G
14	10.17 aCD	10.16 aCD	7.04 bF	6.86 bFG	6.54 bH	6.22 bFG	***	7.83 G
P > F	***	**	***	***	***	***		
Ort. I	10.80 a	10.60 a	9.22 b	8.78 c	8.43 d	8.20 d		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i>	:***							
<i>Sulama Rejimi (I)</i>	:***							
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i>	:***							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
§: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.19. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için VI değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.7. Bitki ayırma indeksi (DVI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler

Denemenin birinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda HxI etkileşimi düzeyinde DVI değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmazken, ikinci yılda sırasıyla %5 ve %0.1 önem seviyesinde bir etkileşimin olduğu belirlenmiştir. Buna karşın her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) DVI değerlerinde istatistiksel olarak %0.1 önem seviyesinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda DVI değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 0.748 ile 0.822 ve 0.727 ile 0.788 arasında; ikinci yılda ise 0.623 ile 0.783 ve 0.630 ile 0.783 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda DVI değerleri ana faktör olarak sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 0.758 ile 0.788 ve 0.735 ile 0.784 arasında; ikinci yılda ise 0.689 ile 0.757 ve 0.707 ile 0.767 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda, genel olarak, su kısıtı arttıkça DVI değerleri azalmış ancak haftalar arasında dalgalı bir seyir izlemiştir (Çizelge 4.72-4.75). Bu dalgalanma ikinci yılda daha fazla meydana gelmiştir (Şekil 4.20). Azot uygulanan ve uygulanmayan konularda sulama rejimleri konuları arasındaki değişimler ikinci yılda daha belirgindir. Azot uygulanan konularda denemenin birinci yılında bu farklılıklar üçüncü, ikinci yılda ise genel olarak dokuzuncu haftadan sonra ortaya çıkmaya başlamış; her iki yılda da tüm sulama rejimi konularında DVI değerleri dönem sonuna kadar istatistiksel olarak farklılık göstererek dalgalı bir seyir izlemiştir. Azot uygulanmayan konularda ise farklılıklar denemenin birinci yılında altıncı haftada, ikinci yılda ise her ne kadar sekizinci haftada konular arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamış olsa da genel olarak

üçüncü haftadan sonra ortaya çıkmaya başlamış; birinci yıl I120 hariç her iki yılda da tüm sulama rejimi konularında DVI değerleri dönem sonuna kadar istatistiksel olarak farklı ancak dalgalı bir görüntü sergilemiştir (Çizelge 4.72-4.75 ve Şekil 4.20).

Çizelge 4.72. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.815 [†] A [‡]	0.827 A	0.827 A	0.816 A	0.831 A	0.821 A	öd	0.822 A
2	0.774 CD	0.776 BCD	0.774 CD	0.781 B	0.7620 B	0.770 BC	öd	0.773 B
3	0.802 a [‡] ABC	0.771 bCD	0.768 bbCD	0.758 bcBCD	0.753 bcBCD	0.743 cD	***	0.766 C
4	0.808 aAB	0.797 abBCb	0.784 bcBC	0.776 cdBC	0.764 dB	0.769 cdBC	***	0.783 B
5	0.777 aBCD	0.778 aBCD	0.762 bCD	0.766 abBCD	0.759 bB	0.755 bBCD	*	0.766 C
6	0.807 aAB	0.780 aB	0.804 aAB	0.779 bB	0.757 bBC	0.776 cB	***	0.787 B
7	0.781 aBCD	0.765 abDb	0.751 bcDc	0.747 bcDc	0.745 bcBCD	0.735 cD	**	0.754 DE
8	0.760 D	0.760 BCD	0.748 D	0.748 CD	0.728 CD	0.744 D	öd	0.748 E
9	0.771 abCD	0.782 aBCD	0.774 abCDb	0.761 abcBCD	0.753 bcBCD	0.746 cD	*	0.765 C
10	0.788 aABCD	0.781 aBCD	0.761 aCD	0.762 aBCD	0.725 bD	0.760 aBCD	**	0.763 CD
P > F	**	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.788 a	0.784 a	0.775 b	0.769 bc	0.758 d	0.762 cd		
Önemlilik								
Hafta (H)		:***						
Sulama Rejimi (I)		:***						
Hafta x Sulama Rejimi		:öd						
lik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrör ortalamasıdır.								
[†] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.73. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri

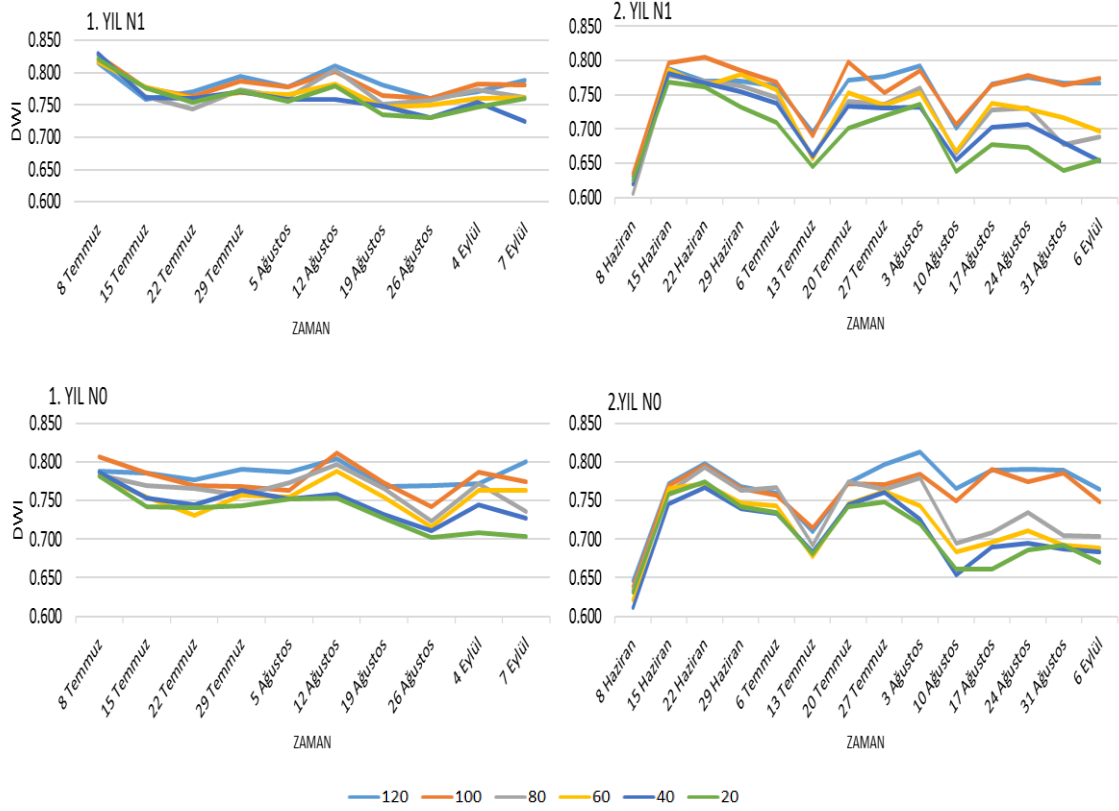
Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	0.788 [†]	0.806 A [‡]	0.783 AB	0.782 AB	0.787 A	0.782 A	öd	0.788 A
2	0.785 a [‡]	0.785 aAB	0.769 abABC	0.755 abCD	0.754 abBC	0.743 bABC	*	0.765 B
3	0.776 a	0.769 aBC	0.766 aABC	0.730 bDE	0.744 bBC	0.741 bABC	***	0.754 BC
4	0.790	0.768 BC	0.757 BCD	0.757 BC	0.764 AB	0.743 ABC	öd	0.763 BC
5	0.787	0.763 BC	0.773 ABC	0.754 CD	0.752 BC	0.752 AB	öd	0.763 BC
6	0.804 ab	0.812 aA	0.797 A	0.788 A	0.758 ABC	0.753 AB	***	0.785 A
7	0.768 a	0.773 aB	0.765 aABC	0.754 abCD	0.732 bcBCD	0.727 cBC	**	0.753 BC
8	0.770 a	0.742 abC	0.724 bcD	0.716 bcE	0.711 cD	0.702 cC	**	0.727 D
9	0.772 ab	0.787 aAB	0.772 abABC	0.763 abABC	0.744 bcBC	0.708 cBC	**	0.758 BC
10	0.801 a	0.774 abB	0.736 cdCD	0.763 bcABC	0.727 cdCD	0.704 dC	***	0.751 C
P > F	öd	**	**	***	**	**		
Ort. I	0.784 a	0.778 a	0.764 b	0.756 bc	0.748 c	0.735 d		
Önemlilik								
Hafta (H)		:***						
Sulama Rejimi (I)		:***						
Hafta x Sulama Rejimi		:öd						
[†] : İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrerrör ortalamasıdır.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
[‡] : İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.74. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	0.631 [†] C [‡]	0.635 E	0.606 D	0.620 G	0.620 F	0.625 G	öd	0.623 I
2	0.787 A	0.796 AB	0.778 A	0.786 A	0.780 A	0.768 A	öd	0.783 A
3	0.770 A	0.805 A	0.769 A	0.762 AB	0.767 AB	0.761 AB	öd	0.773 AB
4	0.770 A	0.785 ABC	0.763 A	0.780 A	0.755 AB	0.732 ABC	öd	0.764 BC
5	0.763 a [‡] ba	0.768 aABC	0.745 abA	0.757 abAB	0.737 bBC	0.709 cABCDE	**	0.747 CDEF
6	0.696 B	0.691 D	0.660 C	0.656 F	0.660 EF	0.646 EFG	öd	0.668 H
7	0.770 aba	0.798 aAB	0.740 bcAB	0.752 abcAB	0.734 bcBC	0.701 cBCDEF	*	0.749 CDE
8	0.777 A	0.754 C	0.736 AB	0.735 BC	0.730 BC	0.719 ABCD	öd	0.742 DEF
9	0.792 aA	0.786 abABC	0.760 bcA	0.753 cAB	0.732 cBC	0.736 dBCDEF	***	0.754 DEF
10	0.701 aB	0.707 aD	0.664 bC	0.667 bEF	0.655 bcEF	0.637 cFG	***	0.672 H
11	0.766 aA	0.763 aBC	0.727 abAB	0.738 abBC	0.702 bcCD	0.677 cDEFG	**	0.729 F
12	0.776 aA	0.778 aABC	0.731 baB	0.729 bBCD	0.707 bCD	0.673 cDEFG	***	0.732 EF
13	0.767 aA	0.764 aBC	0.677 cC	0.717 bCD	0.681 cDE	0.640 cGF	***	0.708 G
14	0.766 aA	0.774 aABC	0.689 bC	0.697 bDE	0.653 cEF	0.654 cDEFG	***	0.706 G
<i>P > F</i>	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.752 a	0.757 a	0.718 bc	0.725 b	0.708 c	0.689 d		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i>		:***						
<i>Sulama Rejimi (I)</i>		:***						
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i>		:*						
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekerrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
§: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.75. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık DVI değerleri

<i>Hafta</i>	120	100	80	60	40	20	<i>P > F</i>	<i>Ort. H</i>
1	0.646 H	0.639 E	0.634 E	0.621 F	0.611 E	0.631 F	öd	0.630 H
2	0.771 CDEF	0.769 ABC	0.761 AB	0.766 AB	0.746 AB	0.758 AB	öd	0.762 BC
3	0.798 aAB	0.796 abA	0.792 abcA	0.772 bcA	0.767 cA	0.774 abcA	*	0.783 A
4	0.769 aDEF	0.766 aABC	0.763 abAB	0.747 bcBC	0.740 cAB	0.742 cBC	**	0.754 CD
5	0.759 abF	0.757 abBC	0.767 aAB	0.744 bcC	0.733 cAB	0.734 cBC	*	0.749 D
6	0.710 aG	0.715 abD	0.693 bcD	0.677 cE	0.683 cCD	0.681 cE	**	0.693 G
7	0.773 ABCDEF	0.772 aABC	0.774 aA	0.746 bC	0.745 baB	0.741 bBC	*	0.759 BCD
8	0.796 ABC	0.770 ABC	0.764 AB	0.762 ABC	0.761 A	0.749 ABC	öd	0.767 B
9	0.813 aA	0.784 abAB	0.780 ba	0.743 cC	0.725 cB	0.719 cCD	***	0.761 BCD
10	0.766 aDEF	0.749 aC	0.695 bD	0.683 bE	0.654 bD	0.661 bE	***	0.701 FG
11	0.789 aABCDE	0.790 aAB	0.709 bCD	0.696 bDE	0.689 bC	0.662 cE	***	0.722 E
12	0.790 aABCD	0.774 abABC	0.734 bcBC	0.711 cdD	0.695 cdC	0.686 dE	***	0.732 E
13	0.789 aABCDE	0.785 aAB	0.705 bCD	0.692 bE	0.687 bC	0.693 bE	***	0.725 E
14	0.764 EF	0.748 C	0.704 CD	0.688 E	0.683 CD	0.670 E		0.709 F
<i>P > F</i>	***	***	***	***	***	***		
Ort. I	0.767 a	0.758 b	0.734 c	0.718 d	0.708 e	0.707 e		
Önemlilik								
<i>Hafta (H)</i>		:***						
<i>Sulama Rejimi (I)</i>		:***						
<i>Hafta x Sulama Rejimi</i>		:***						
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekerrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
§: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



Şekil 4.20. Sulama rejimi konuları için DVI değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.8. Su indeksi (WI) ile uygulamalar arasındaki ilişkiler

Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan, ikinci yılında ise azot uygulanan konularda HxI etkileşimi düzeyinde WI değerlerine ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmazken, birinci yılda azot uygulanan ve ikinci yılda azot uygulanmayan konularda sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesinde bir etkileşimin olduğu belirlenmiştir. Buna karşın her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda her bir ana faktör düzeyinde (hafta ve sulama rejimleri) WI değerlerinde istatistiksel olarak %0.1 önem seviyesinde farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda WI değerleri ana faktör olarak haftalar dikkate alındığında sırasıyla 1.052 ile 1.063 ve 1.049 ile 1.061 arasında, ikinci yılda ise 1.035 ile 1.077 ve 1.029 ile 1.069 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde, birinci yılda azot uygulanan ve uygulanmayan konularda WI değerleri ana faktör sulama rejimleri ele alındığında sırasıyla 1.052 ile 1.065 ve 1.049 ile 1.063; ikinci yılda ise 1.044 ile 1.070 ve 1.043 ile 1.062 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konuların her ikisinde de genel olarak su kısıtı arttıkça WI değerleri azalmıştır (Çizelge 4.76-4.79 ve Şekil 4.21). Birinci yılda azot uygulanan konularda sulama rejimleri arasındaki değişimler altıncı ve dokuzuncu haftada sırasıyla %1 ve %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ancak tüm sulama rejimi konuları arasındaki en belirgin fark %0.1 önem düzeyinde son hafta da belirlenebilmiştir. Azot uygulanmayan konularda sulama rejimleri arasındaki fark üçüncü haftadan itibaren ortaya çıkmıştır. Denemenin ikinci yılında ise azot uygulanan konularda sulama rejimleri arasındaki değişim beşinci hafta da belirginleşmeye başlamış olsa da farklılıklar onbirinci haftadan itibaren daha net

bir şekilde ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.76-4.79 ve Şekil 4.21). Azot uygulanan ve uygulanmayan konulardaki WI değişimleri hafta ana faktörü düzeyinde incelendiğinde ikinci yılda ilk yıla göre daha belirgin olarak ikinci haftadan itibaren farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.76. Denemenin birinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	1.062 [†] B [‡]	1.058	1.063	1.058 AB	1.063 A	1.056	öd	1.060 AB
2	1.054 C	1.055	1.059	1.058 AB	1.061 AB	1.055	öd	1.057 BC
3	1.066 AB	1.067	1.063	1.063 A	1.060 AB	1.060	öd	1.063 A
4	1.065 AB	1.066	1.059	1.055 AB	1.056 ABC	1.050	öd	1.058 B
5	1.068 AB	1.065	1.064	1.063 A	1.063 A	1.057	öd	1.063 A
6	1.066 a [‡] AB	1.062 a	1.053 b	1.054 bAB	1.054 bBCD	1.052 b	**	1.057 BC
7	1.063 AB	1.062	1.055	1.054 AB	1.054 BCD	1.053	öd	1.057 BC
8	1.069 AB	1.065	1.054	1.051 BC	1.052 CD	1.051	öd	1.057 BC
9	1.071 aA	1.063 a	1.050 b	1.043 bC	1.043 bE	1.043 b	***	1.052 D
10	1.064 aAB	1.060 ab	1.053 bc	1.051 cdBC	1.048 cdDE	1.044 d	***	1.053 CD
P > F	*	öd	öd	*	***	öd		
Ort. I	1.065 a	1.062 a	1.057 b	1.055 bc	1.055 bc	1.052 c		
Önemlilik								
Hafta (H)		:***						
Sulama Rejimi (I)		:***						
Hafta x Sulama Rejimi		:*						
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
§: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.77. Denemenin birinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri

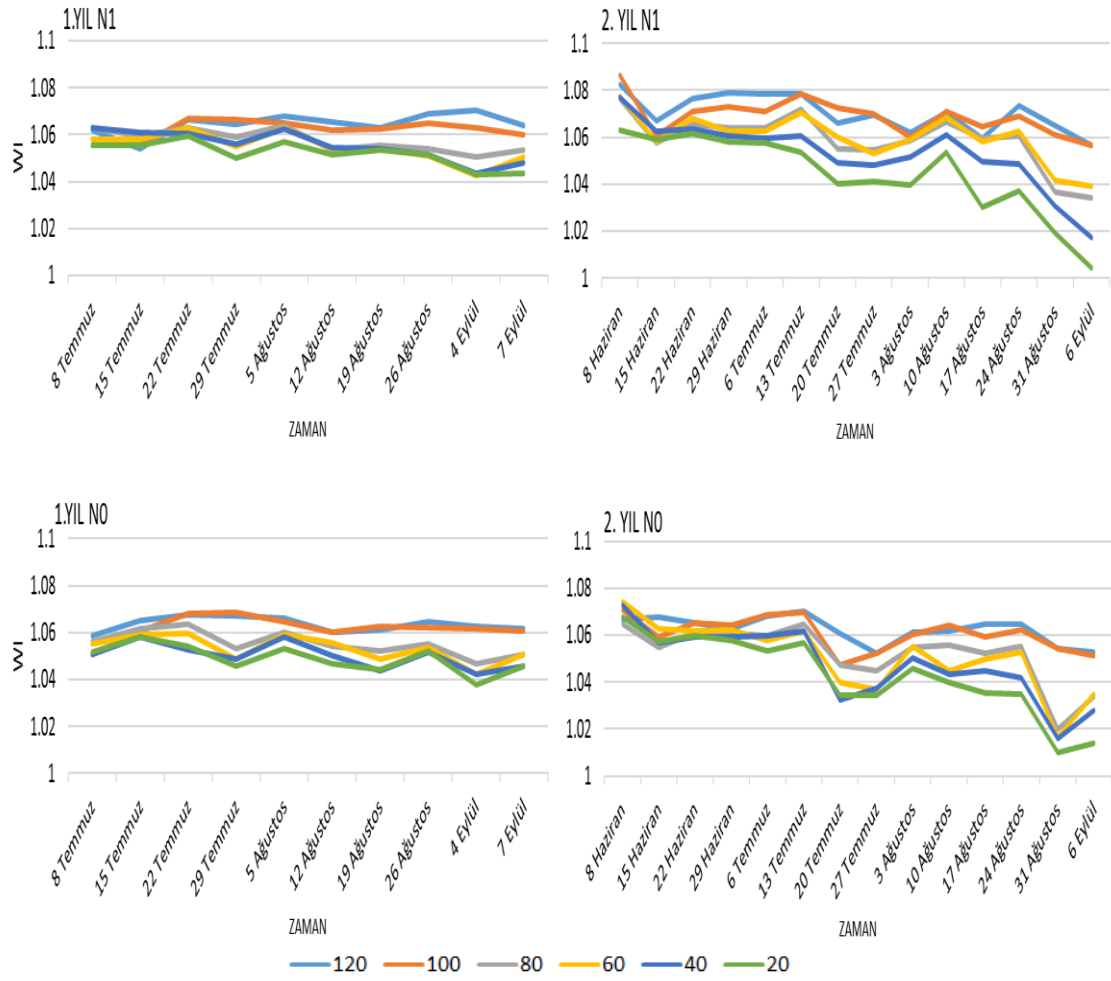
Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	1.059 [†]	1.051 C [‡]	1.056	1.055 ABC	1.051 AB	1.052 AB	öd	1.054 B
2	1.065	1.061 AB	1.062	1.059 AB	1.058 A	1.058 A	öd	1.060 A
3	1.067 a [‡] b	1.068 aAB	1.064 ab	1.060 bcA	1.052 cAB	1.054 cAB	**	1.061 A
4	1.067 a	1.069 aA	1.053 b	1.049 bCD	1.049 bAB	1.046 bBC	**	1.055 B
5	1.066 a	1.065 abAB	1.060 abc	1.059 abcAB	1.058 bc A	1.053 cAB	*	1.060 A
6	1.060	1.060 B	1.054	1.055 ABC	1.050 AB	1.047 bBC	öd	1.055 B
7	1.061 a	1.063 aAB	1.052 ab	1.049 abCD	1.044 bB	1.044 BC	*	1.052 BC
8	1.065 a	1.062 aAB	1.055 b	1.053 ABC	1.051 AB b	1.052 bAB	**	1.056 AB
9	1.063 a	1.061 aAB	1.047 b	1.042 bD	1.042 bB	1.038 bC	***	1.049 C
10	1.062	1.061 AB	1.051	1.050 BCD	1.046 B	1.046 BC	öd	1.052 BC
P > F	öd	**	öd	**	*	*		
Ort. I	1.063 a	1.062 a	1.055 b	1.053 bc	1.050 cd	1.049 d		
Önemlilik								
Hafta (H)		:***						
Sulama Rejimi (I)		:***						
Hafta x Sulama Rejimi		:öd						
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satur boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
§: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve *: sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.78. Denemenin ikinci yılında azot uygulanan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	1.082 [†]	1.086	1.076 A [‡]	1.077 A	1.077 A	1.063 A	öd	1.077 A
2	1.067	1.060	1.058 BC	1.058 BC	1.062 AB	1.059 ABC	öd	1.061 BCDEF
3	1.076	1.071	1.065 ABC	1.068 ABC	1.064 AB	1.062 AB	öd	1.068 BC
4	1.079	1.073	1.064 ABC	1.062 ABC	1.061 AB	1.058 ABC	öd	1.066 BCD
5	1.078 a [£]	1.071 ab	1.064 bABC	1.062 bABC	1.059 bAB	1.058 bABC	*	1.065 BCDE
6	1.079	1.079	1.072 AB	1.071 AB	1.061 AB	1.054 ABC	öd	1.069 AB
7	1.066	1.072	1.055 C	1.060 BC	1.049 B	1.040 BCDE	öd	1.057 DEF
8	1.070	1.070	1.055 C	1.053 CD	1.048 B	1.041 ABCD	öd	1.056 EF
9	1.062	1.060	1.059 BC	1.059 BC	1.052 B	1.040 BCDE	öd	1.054 F
10	1.071	1.071	1.066 ABC	1.068 ABC	1.061 AB	1.053 ABC	öd	1.065 BCDE
11	1.060 a	1.064 a	1.059 aBC	1.058 aBC	1.049 aB	1.030 bDE	*	1.054 F
12	1.074 a	1.069 ab	1.060 abBC	1.063 abABC	1.048 bcB	1.037 cCDE	*	1.058 CDEF
13	1.065 a	1.061 a	1.037 bD	1.042 abD	1.031 bC	1.019 bEF	**	1.042 G
14	1.057 a	1.057 a	1.034 abD	1.039 abD	1.017 bC	1.004 bF	*	1.035 G
P > F	öd	öd	***	***	***	***		
Ort. I	1.070 a	1.069 a	1.059 b	1.060 b	1.053 c	1.044 d		
Önemlilik								
Hafta (H)	:***							
Sulama Rejimi (I)	:***							
Hafta x Sulama Rejimi	:öd							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve * sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								

Çizelge 4.79. Denemenin ikinci yılında azot uygulanmayan sulama rejimi konularında haftalık WI değerleri

Hafta	120	100	80	60	40	20	P > F	Ort. H
1	1.067	1.071 A	1.065 A	1.074 A	1.073 A	1.068 A	öd	1.069 A
2	1.068	1.059 ABC	1.055 AB	1.063 AB	1.057 BCD	1.057 AB	öd	1.060 BC
3	1.065	1.065 AB	1.061 AB	1.062 AB	1.059 ABC	1.060 AB	öd	1.062 B
4	1.063	1.064 AB	1.061 AB	1.062 AB	1.059 ABC	1.058 AB	öd	1.061 B
5	1.068	1.069 A	1.060 AB	1.058 ABC	1.060 AB	1.054 ABC	öd	1.061 B
6	1.070	1.070 A	1.065 A	1.062 AB	1.062 AB	1.057 AB	öd	1.064 AB
7	1.061 a	1.047 abC	1.047 abABC	1.040 bCD	1.032 bFG	1.034 bD	**	1.044 E
8	1.052	1.052 BC	1.045 BC	1.037 D	1.038 EFG	1.034 D	öd	1.043 E
9	1.061	1.060 ABC	1.055 AB	1.055 BC	1.050 BCDE	1.046 BCD	öd	1.055 CD
10	1.062 a	1.064 abAB	1.056 abAB	1.045 bBCD	1.043 bDEF	1.040 bCD	**	1.052 D
11	1.065	1.059 ABC	1.052 AB	1.050 BCD	1.045 CDEF	1.035 D	öd	1.051 D
12	1.065 a	1.062 aAB	1.055 abAB	1.053 abcBCD	1.042 bc EFG	1.035 c D	*	1.052 D
13	1.054 a	1.054 aBC	1.020 bD	1.016 bE	1.016 bG	1.010 bE	***	1.029 G
14	1.053 a	1.051 aBC	1.034 bCD	1.035 bD	1.028 bGH	1.014 cE	***	1.036 F
P > F	öd	**	***	***	***	***		
Ort. I	1.062 a	1.061 a	1.052 b	1.051 bc	1.047 c	1.043 d		
Önemlilik								
Hafta (H)	:***							
Sulama Rejimi (I)	:***							
Hafta x Sulama Rejimi	:**							
†: İtalik yazılmış bölümde; her bir değer üç tekrür ortalamasıdır.								
£: İtalik yazılmış bölümde; küçük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
‡: İtalik yazılmış bölümde; büyük harfler Duncan testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir.								
***, ** ve * sırasıyla %0.1; %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir.								
öd: istatistiksel olarak önemsiz.								



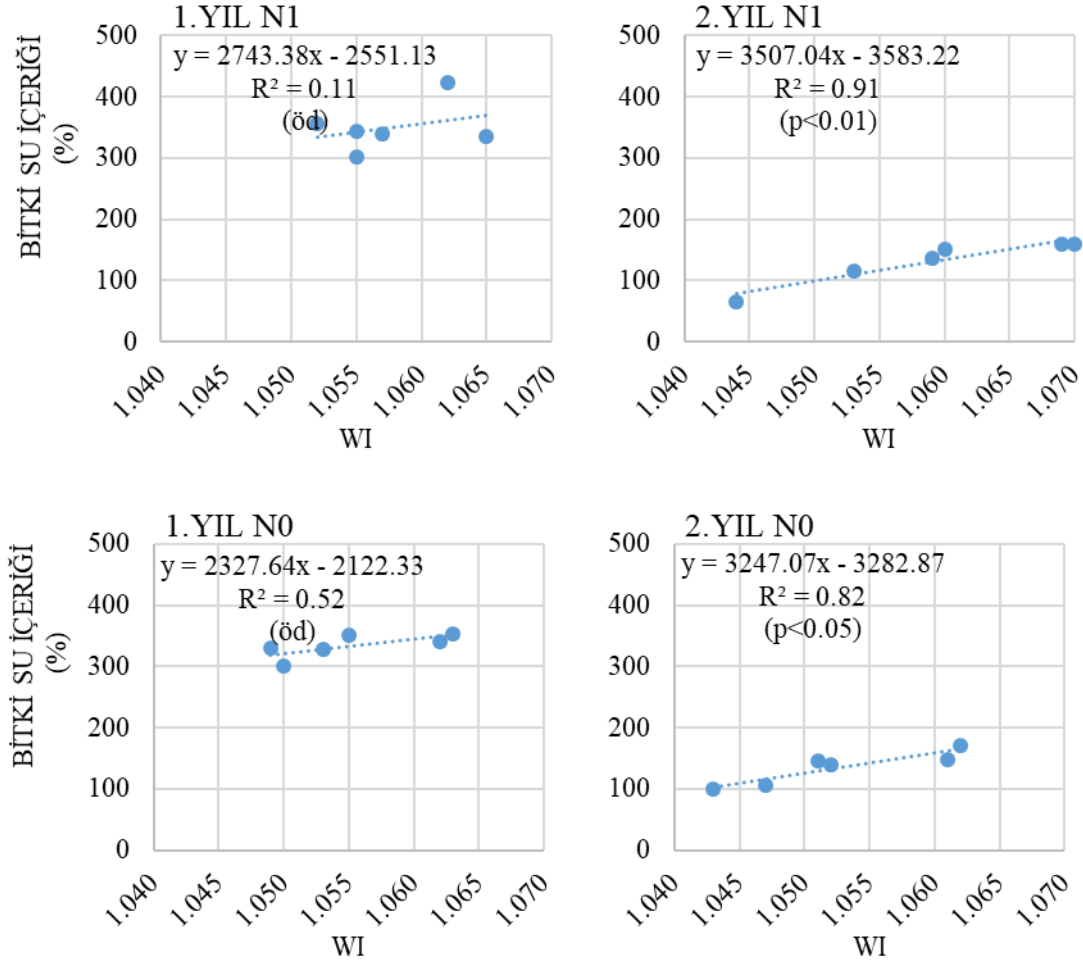
Şekil 4.21. Farklı azot düzeyi ve sulama rejimi konuları için WI değerlerinin grafiksel gösterimi

4.6.9. Vejetasyon indeksleri ve bazı parametreler arasındaki ilişkiler

İki yıllık deneme süresince WI değerlerinin dönem sonlarına doğru sulama rejimi konuları arasında farklılıklara neden olduğu belirlendiğinden, her iki dönem sonunda hasat edilen bitkilerin su içeriği ile hemen hasat öncesi ölçülerek hesaplanan WI arasındaki ilişkiler incelendiğinde, ilk yıl azot uygulanan ve uygulanmayan konular da zayıf bir ilişki elde edilse de (sırasıyla $R^2 = 0.11$ ve 0.52 , öd) ikinci yıl her iki konuda da nispeten kuvvetli ve pozitif bir ilişkinin (sırasıyla $R^2 = 0.91$, $p < 0.01$ ve 0.82 , $p < 0.05$) varlığı ortaya konularak şeker otu bitkisi için grafikte verilen eşitlikler yardımıyla WI değerleri kullanılarak bitkinin su içeriğinin tahmin edilebileceği belirlenmiştir (Şekil 4.22).

Her iki deneme yılında vejetasyon indeksleri için sulama rejimi konuları arasında istatistiksel olarak ortaya konulan farklılıkları daha iyi anlatabilmek amacıyla verim parametreleri, mevsimsel ET, bitki klorofil içeriği indeksi, stoma iletkenliği, reb A, steviosid ve rebaudiosid A+steviosid içerikleri ile NDVI, VI, DVI ve WI değerlerinin

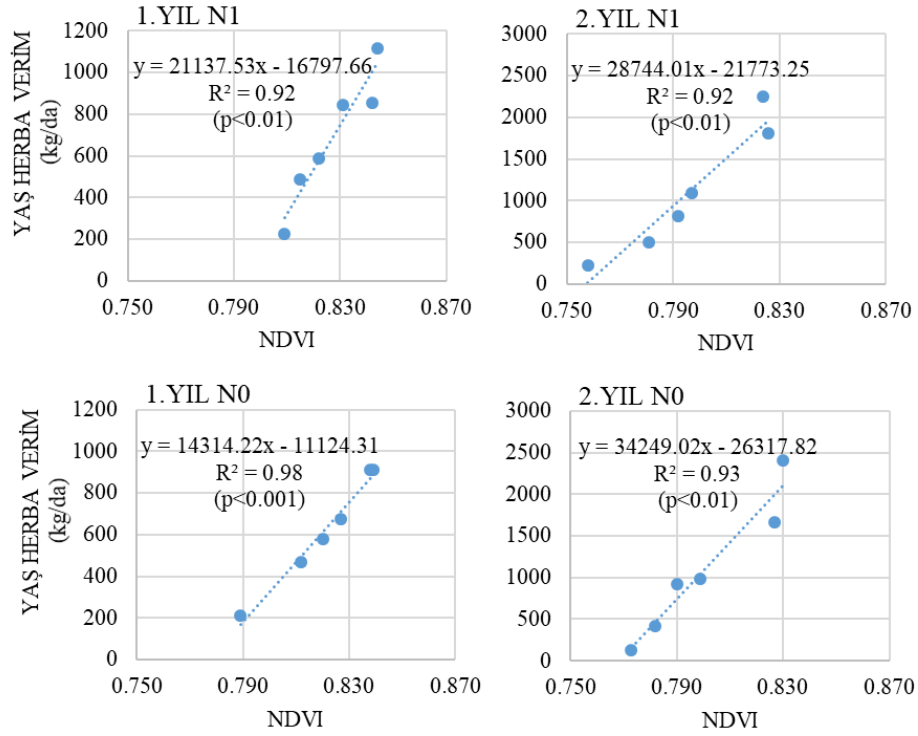
sezon ortalamaları karşılıklı olarak grafiklenmiş ve aralarındaki ilişkiler hesaplanmıştır (Şekil 4.23-4.62).



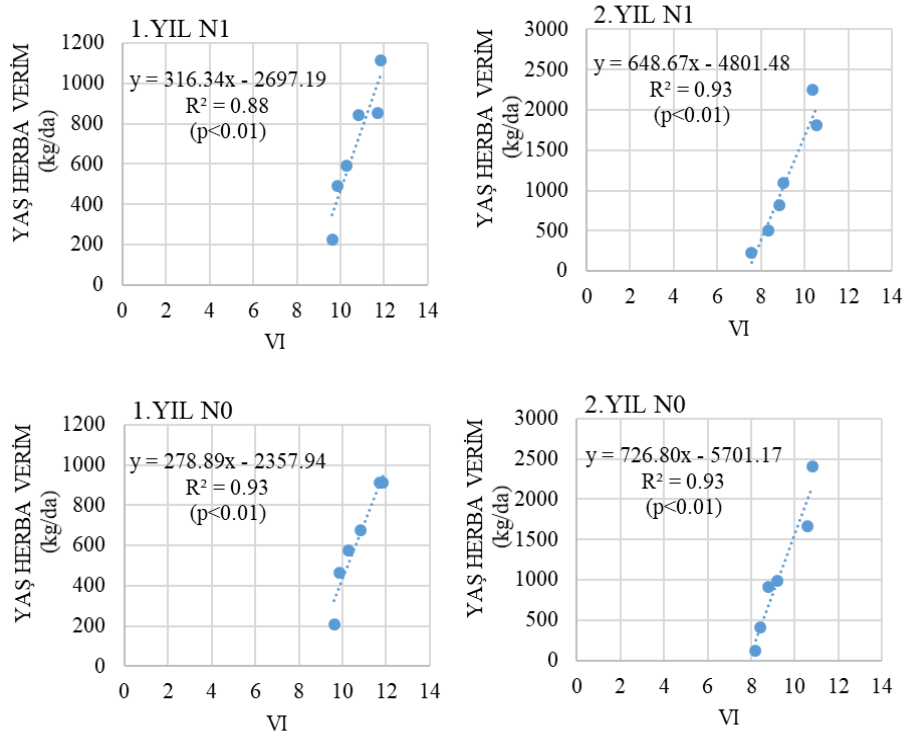
Şekil 4.22. Her iki dönem sonunda WI ile bitki su içeriği arasındaki ilişkiler

Her iki yılda azotlu ve azotsuz konular için yaş herba verimleri ile NDVI (Şekil 4.23, $R^2 = 0.92$, $p < 0.01 - 0.98$, $p < 0.001$), VI (Şekil 4.24, $R^2 = 0.88$, $p < 0.01 - 0.93$, $p < 0.01$), DVI (Şekil 4.25, $R^2 = 0.82$, $p < 0.05 - 0.98$, $p < 0.001$) ve WI (Şekil 4.26, $R^2 = 0.87$, $p < 0.01 - 0.94$, $p < 0.01$); kuru herba verimleri ile NDVI (Şekil 4.27, $R^2 = 0.79$, $p < 0.05 - 0.98$, $p < 0.001$), VI (Şekil 4.28, $R^2 = 0.75$, $p < 0.05 - 0.94$, $p < 0.01$), DVI (Şekil 4.29, $R^2 = 0.71$, $p < 0.05 - 0.96$, $p < 0.001$) ve WI (Şekil 4.30, $R^2 = 0.75$, $p < 0.05 - 0.97$, $p < 0.001$); yaş yaprak verimleri ile NDVI (Şekil 4.31, $R^2 = 0.85$, $p < 0.01 - 0.99$, $p < 0.001$), VI (Şekil 4.32, $R^2 = 0.81$, $p < 0.05 - 0.92$, $p < 0.01$), DVI (Şekil 4.33, $R^2 = 0.74$, $p < 0.05 - 0.97$, $p < 0.001$) ve WI (Şekil 4.34, $R^2 = 0.79$, $p < 0.05 - 0.93$, $p < 0.01$); kuru yaprak verimleri ile NDVI (Şekil 4.35, $R^2 = 0.86$, $p < 0.01 - 0.99$, $p < 0.001$), VI (Şekil 4.36, $R^2 = 0.84$, $p < 0.05 - 0.89$, $p < 0.01$), DVI (Şekil 4.37, $R^2 = 0.77$, $p < 0.05 - 0.95$, $p < 0.001$) ve WI (Şekil 4.38, $R^2 = 0.80$, $p < 0.05 - 0.93$, $p < 0.01$) indeksleri arasında oldukça kuvvetli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yani şeker otu bitkisi için grafiklerde verilen eşitlikler kullanılarak her bir

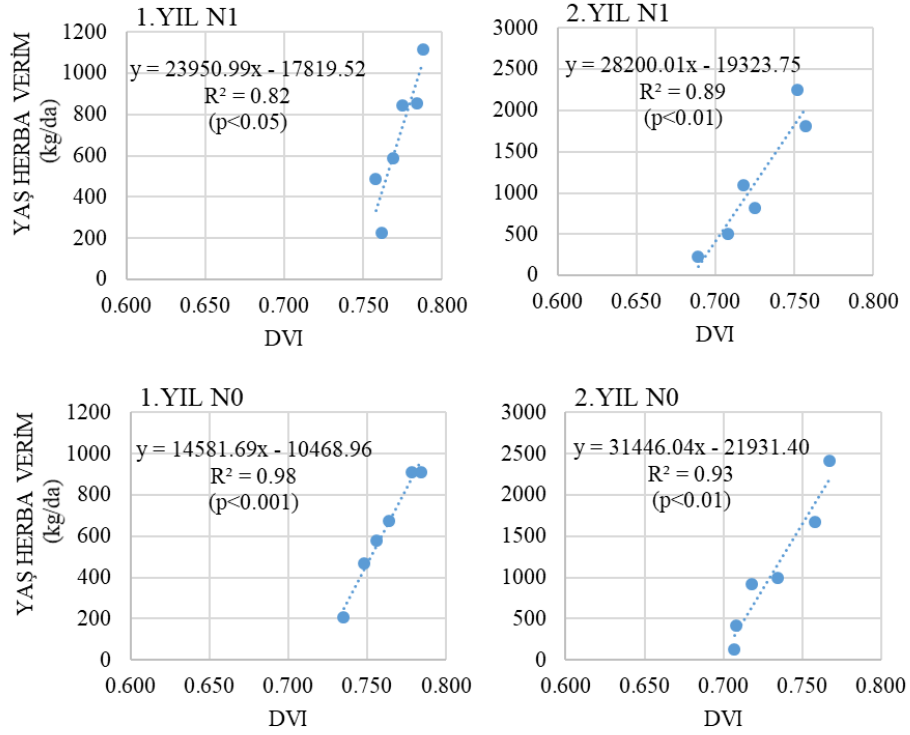
vejetasyon indeksi yardımıyla yaş herba, yaş ve kuru yaprak verimlerinin tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır.



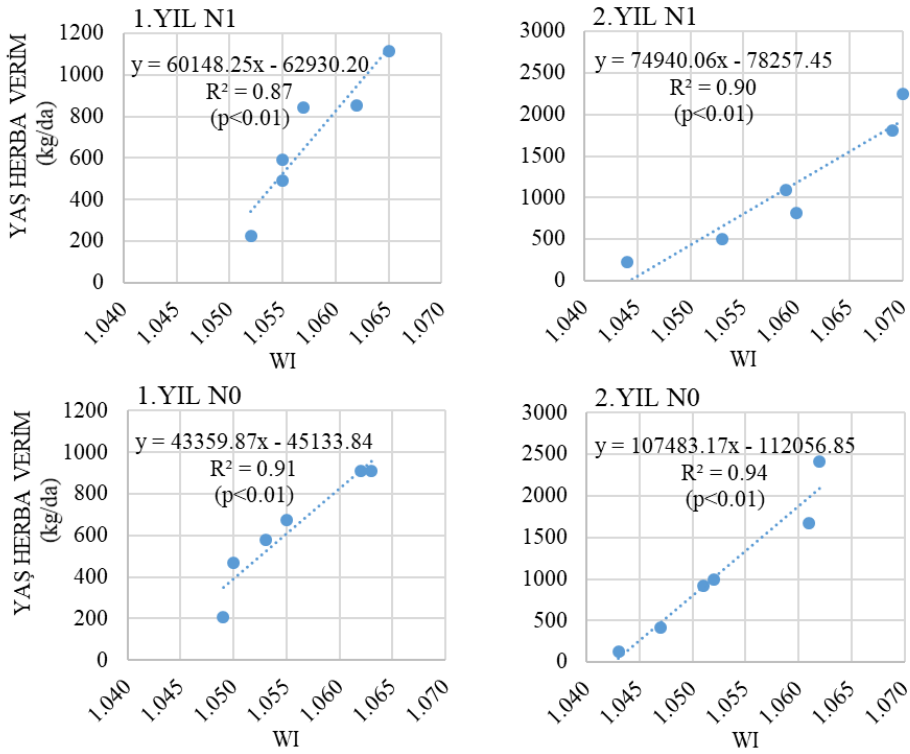
Şekil 4.23. Her iki deneme yılı için NDVI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler



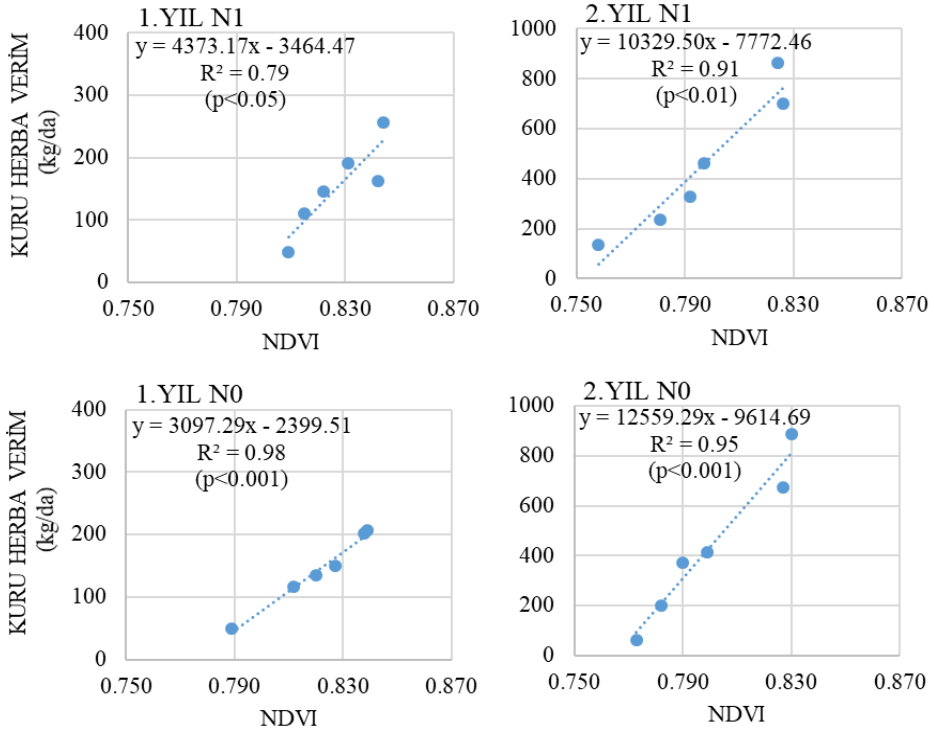
Şekil 4.24. Her iki deneme yılı için VI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler



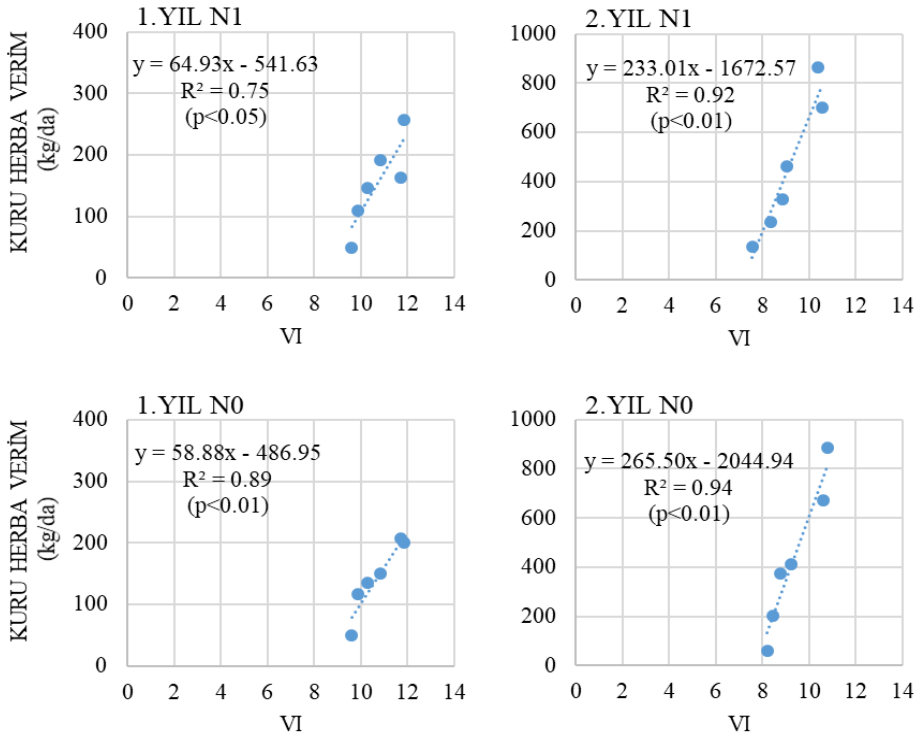
Şekil 4.25. Her iki deneme yılı için DVI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler



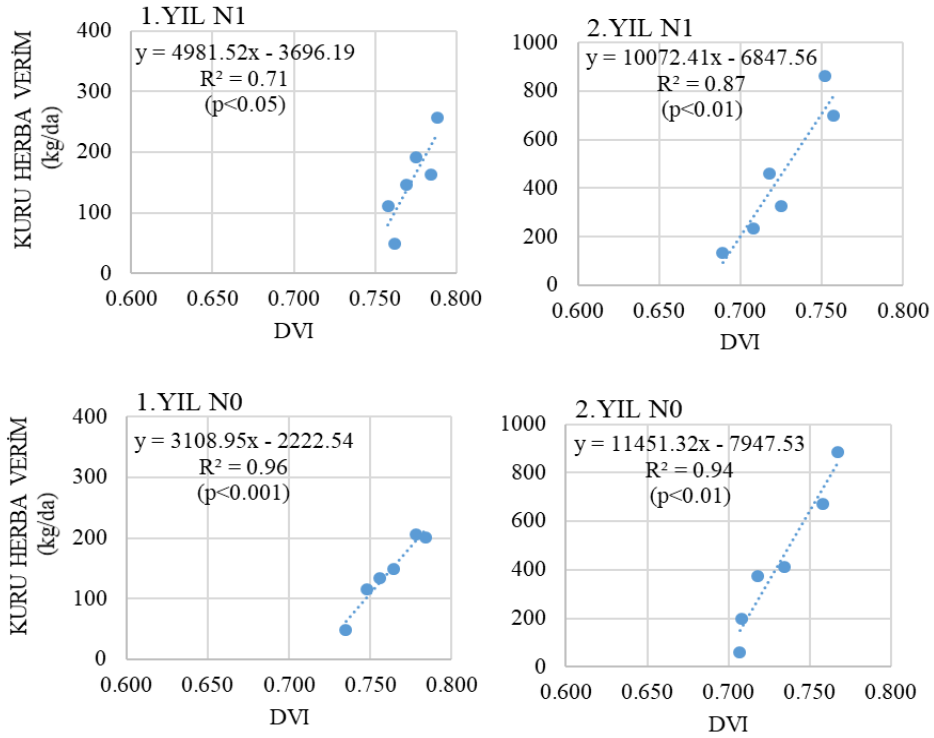
Şekil 4.26. Her iki deneme yılı için WI ile yaş herba verimleri arasındaki ilişkiler



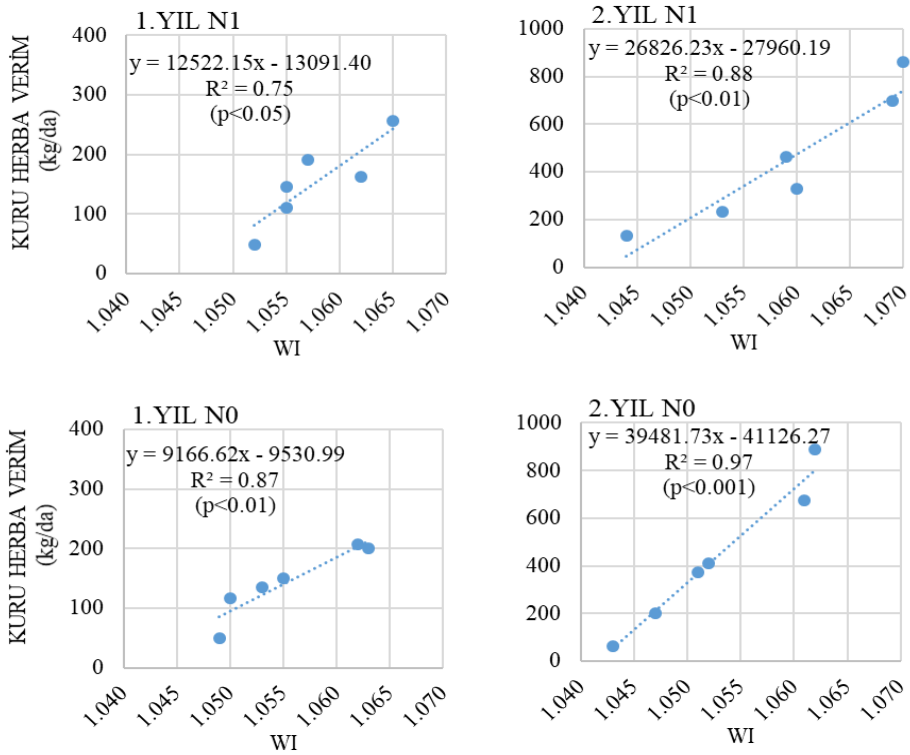
Şekil 4.27. Her iki deneme yılı için NDVI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler



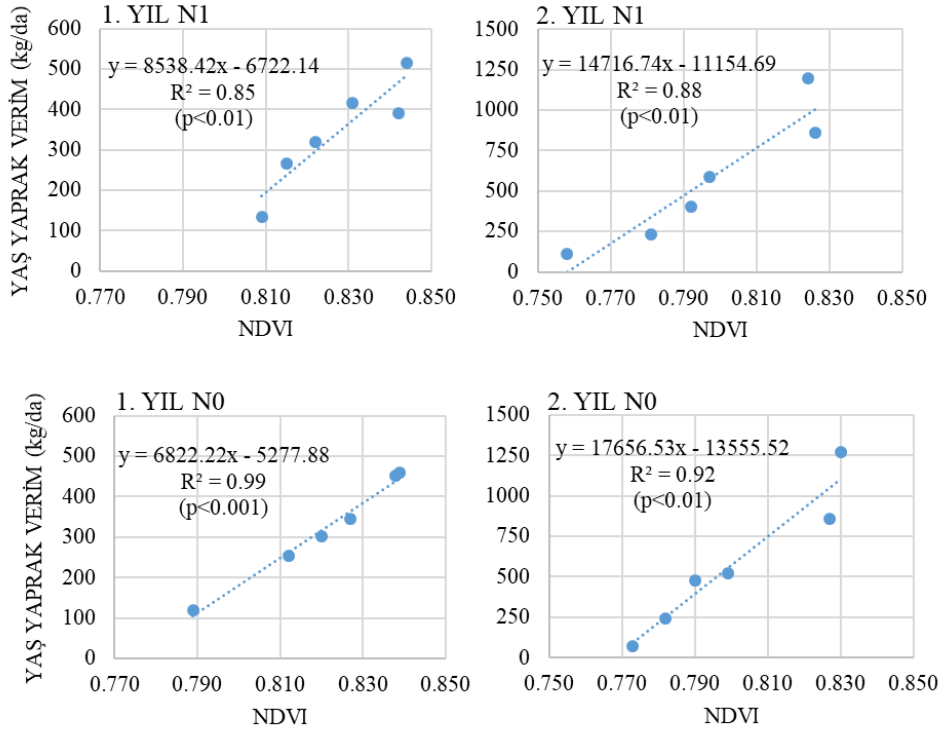
Şekil 4.28. Her iki deneme yılı için VI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler



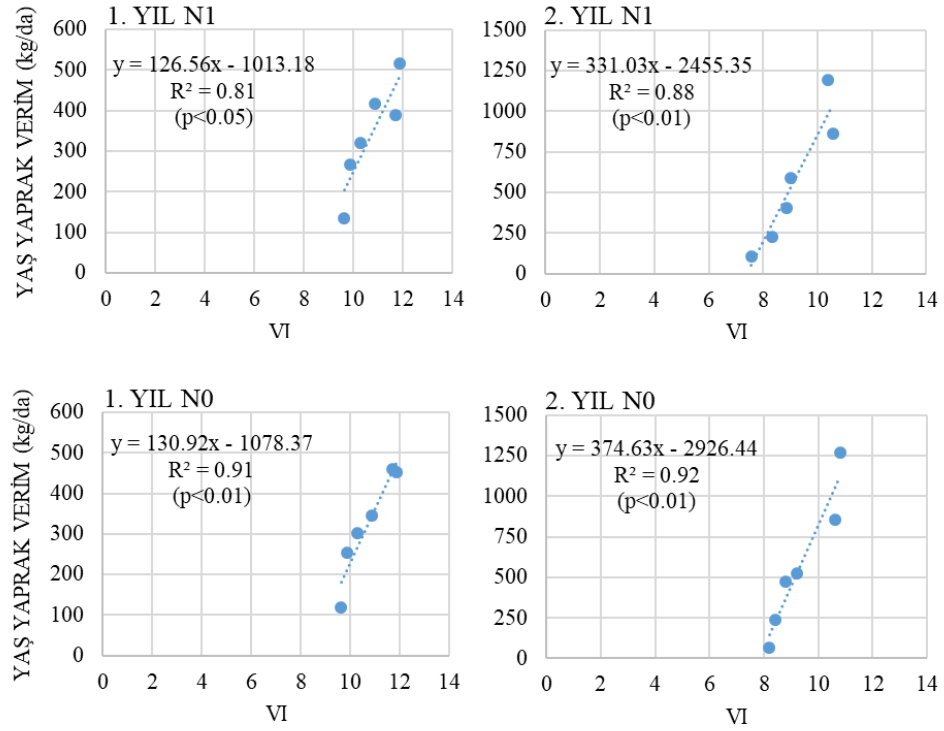
Şekil 4.29. Her iki deneme yılı için DVI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler



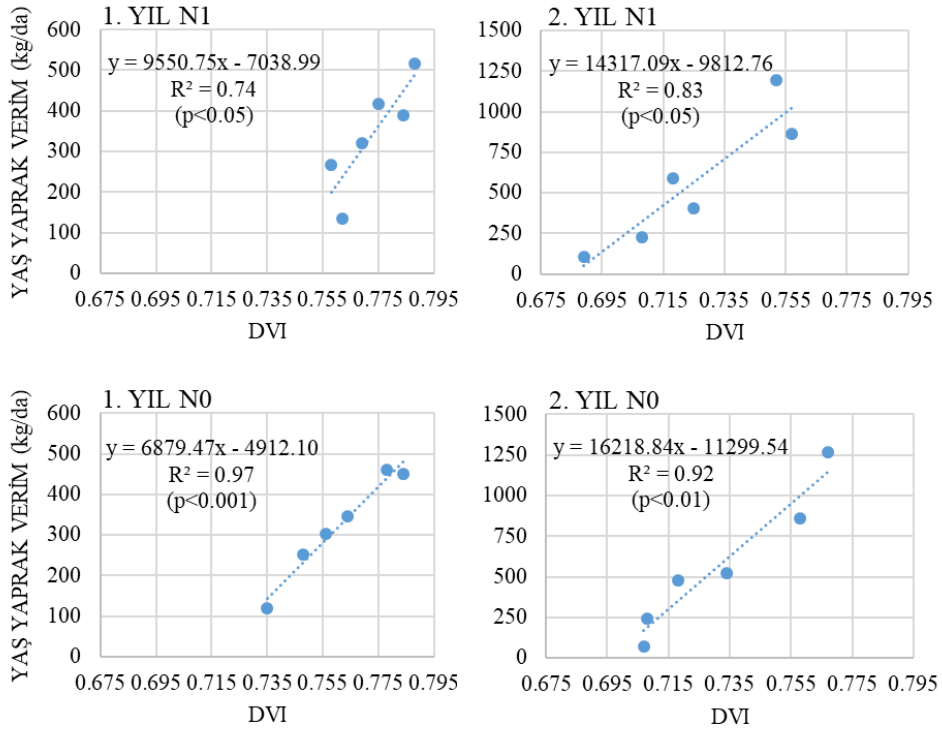
Şekil 4.30. Her iki deneme yılı için WI ile kuru herba verimleri arasındaki ilişkiler



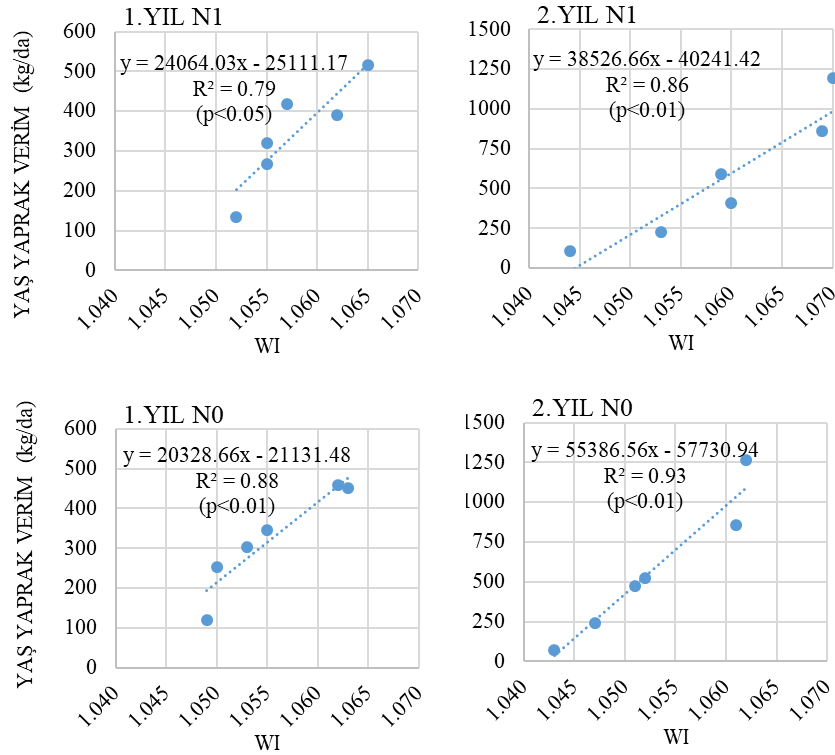
Şekil 4.31. Her iki deneme yılı için NDVI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



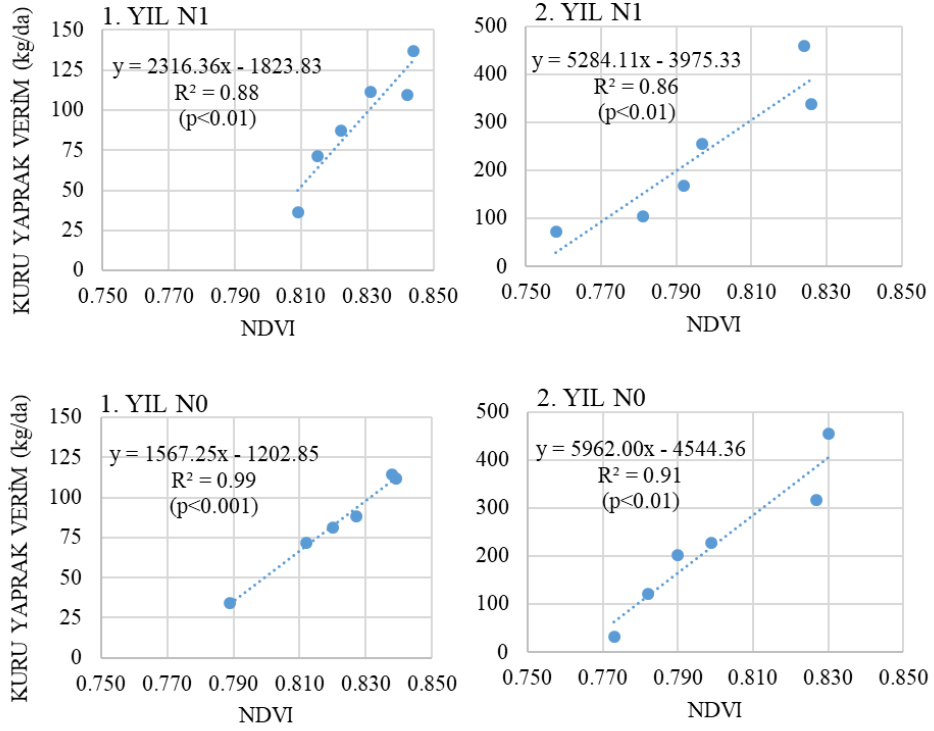
Şekil 4.32. Her iki deneme yılı için VI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



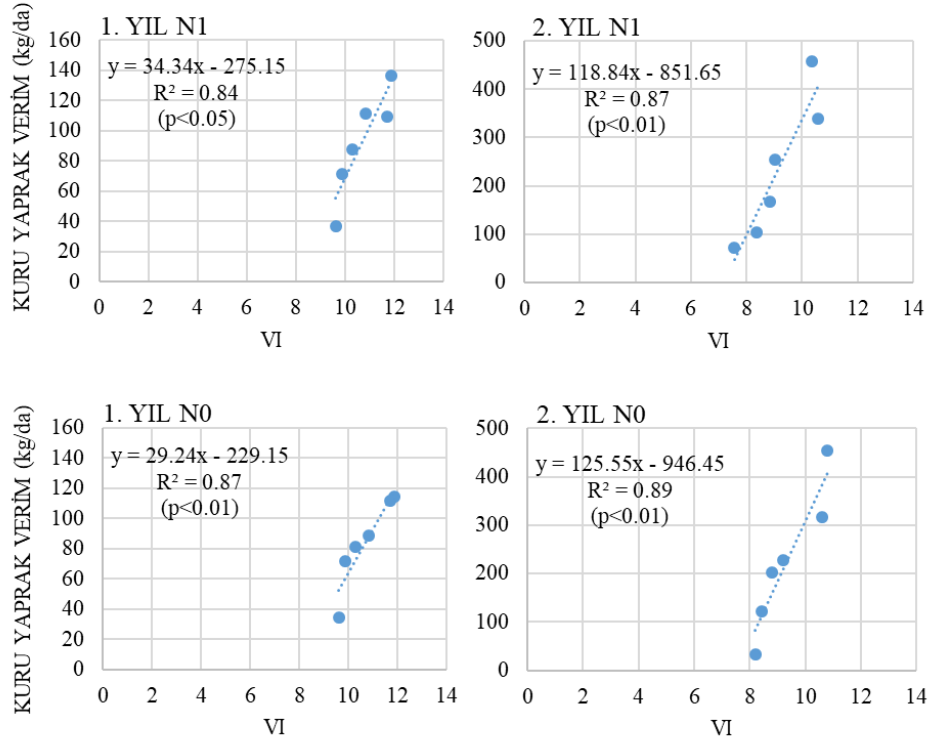
Şekil 4.33. Her iki deneme yılı için DVI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



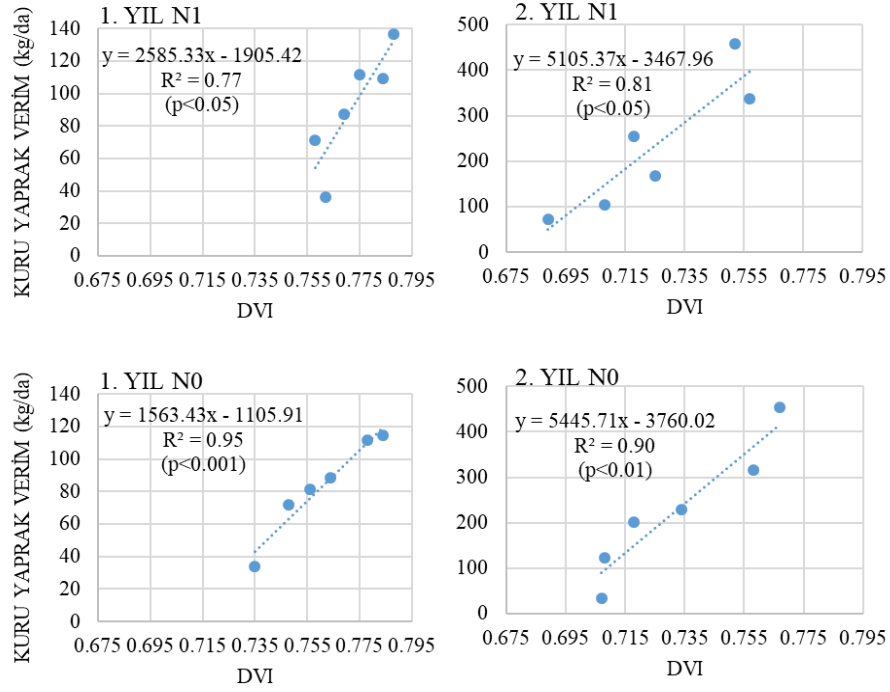
Şekil 4.34. Her iki deneme yılı için WI ile yaş yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



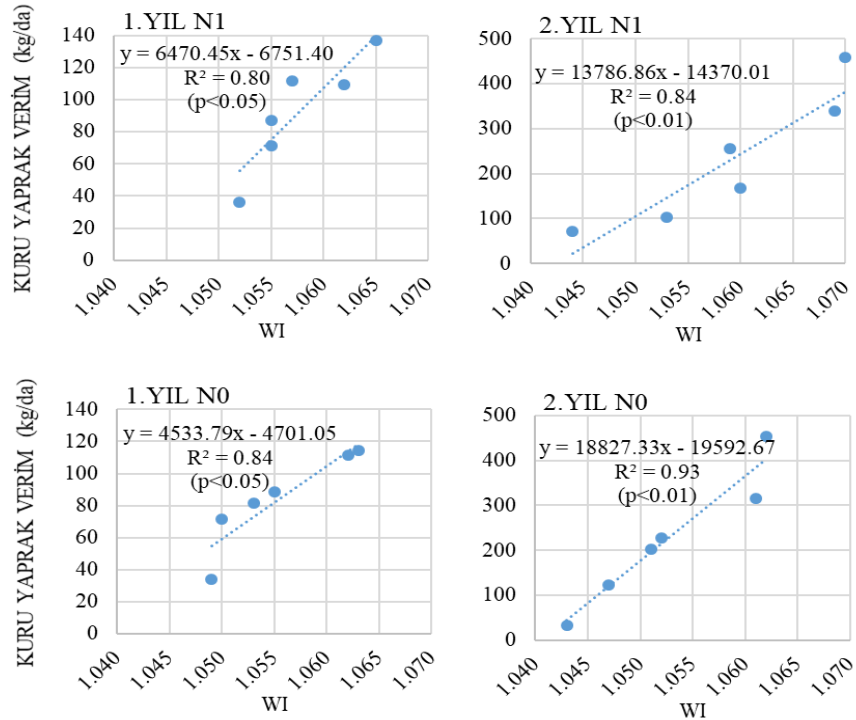
Şekil 4.35. Her iki deneme yılı için NDVI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4.36. Her iki deneme yılı için VI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



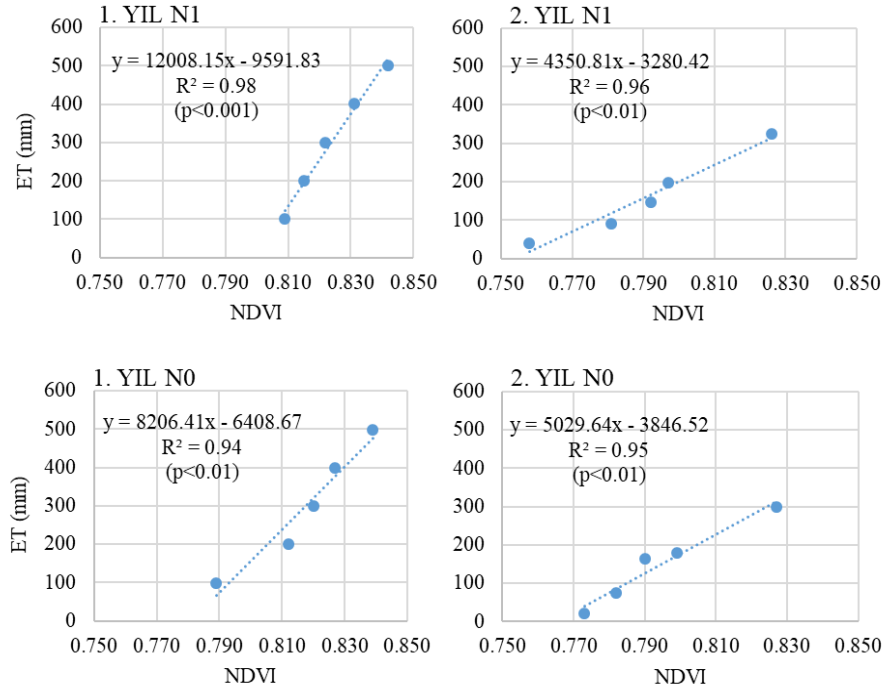
Şekil 4.37. Her iki deneme yılı için DVI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler



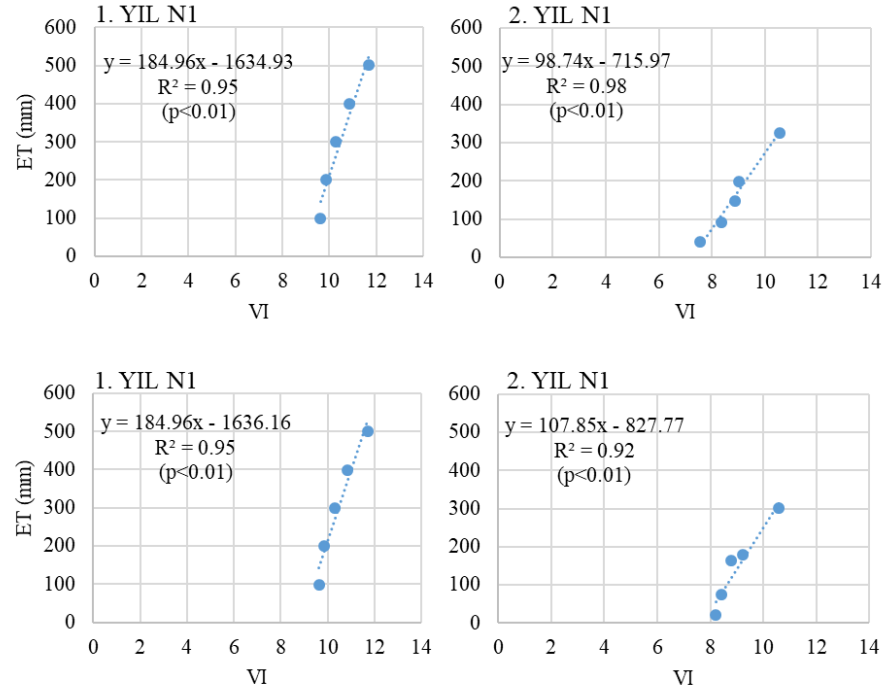
Şekil 4.38. Her iki deneme yılı için WI ile kuru yaprak verimleri arasındaki ilişkiler

Benzer şekilde her iki yılda azotlu ve azotsuz konularda sulama rejimleri için mevsimsel ET ile NDVI (Şekil 4.39, $R^2 = 0.94$, $p < 0.01$ - 0.98 , $p < 0.001$), VI (Şekil 4.40, $R^2 = 0.92$, $p < 0.01$ - 0.98 , $p < 0.01$), DVI (Şekil 4.41, $R^2 = 0.87$, $p < 0.05$ - 0.99 , $p < 0.001$) ve

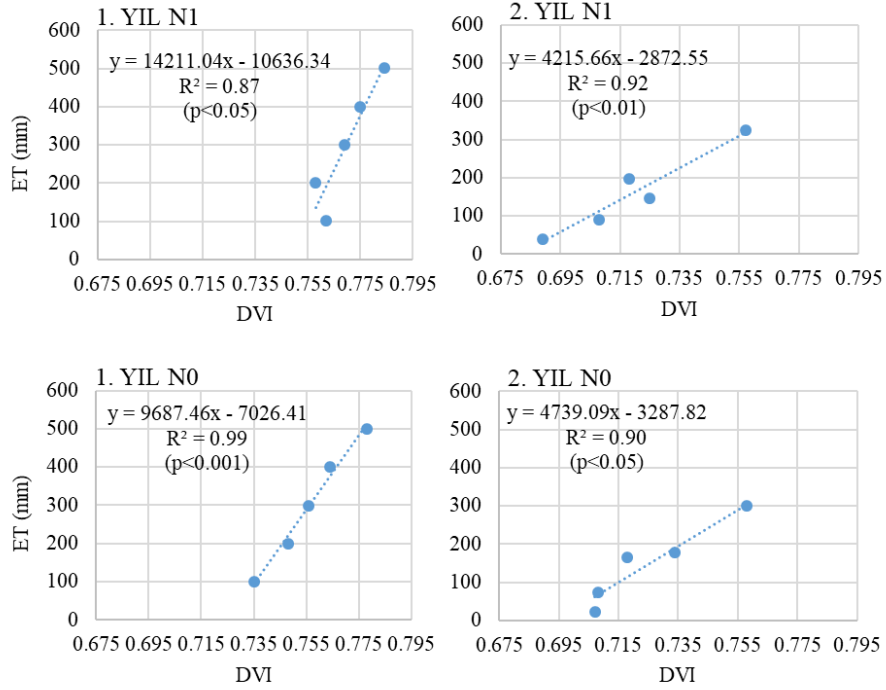
WI (Şekil 4.42, $R^2 = 0.88$, $p < 0.05 - 0.99$, $p < 0.001$) arasında oldukça kuvvetli ve pozitif bir ilişkinin olduğu yani şeker otu bitkisi için grafiklerde verilen eşitlikler kullanılarak her bir vejetasyon indeksi yardımıyla mevsimsel ET değerlerinin de tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır.



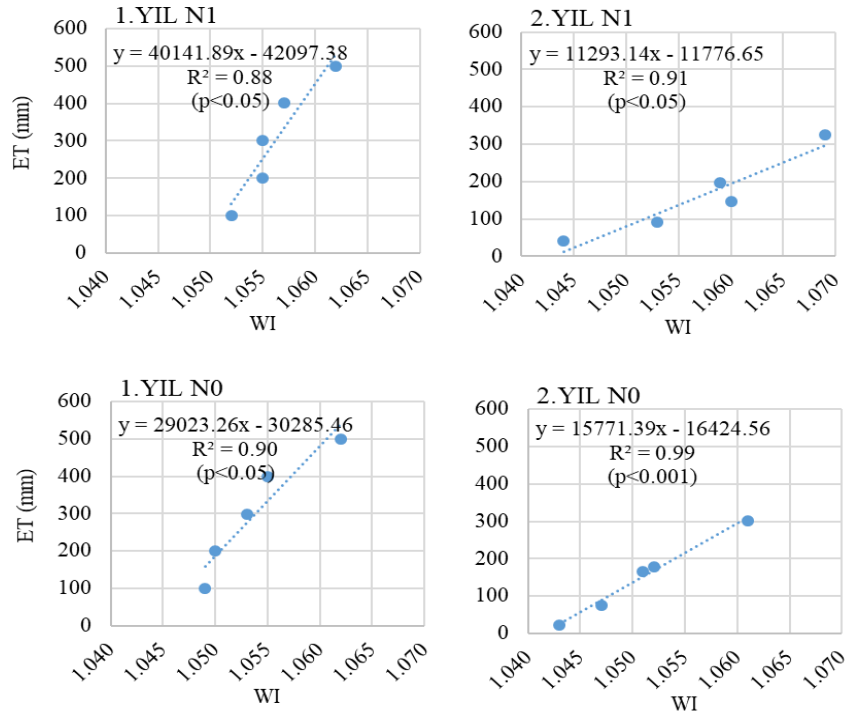
Şekil 4.39. Her iki deneme yılı için NDVI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler



Şekil 4.40. Her iki deneme yılı için VI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler



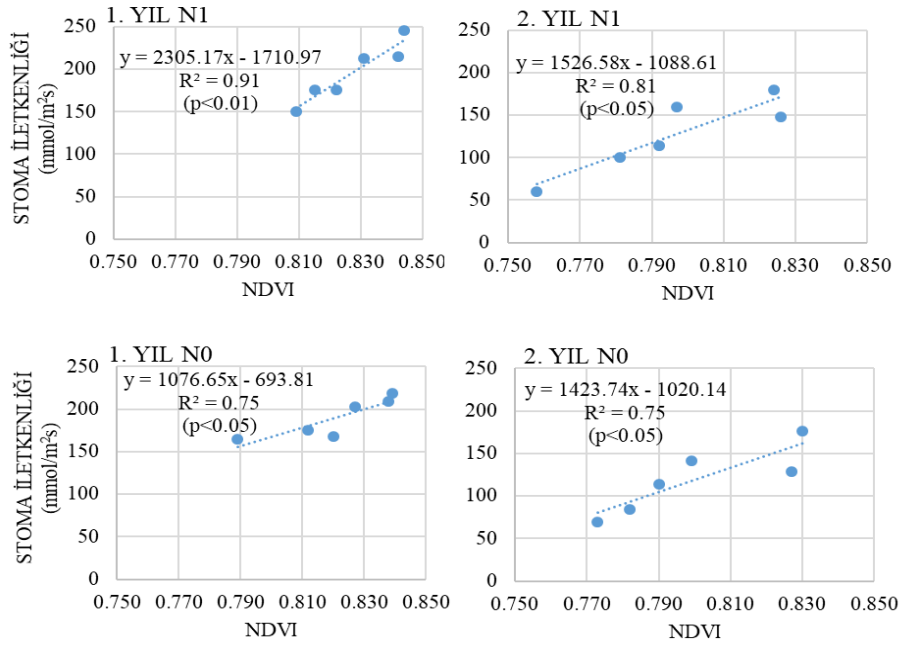
Şekil 4.41. Her iki deneme yılı için DVI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler



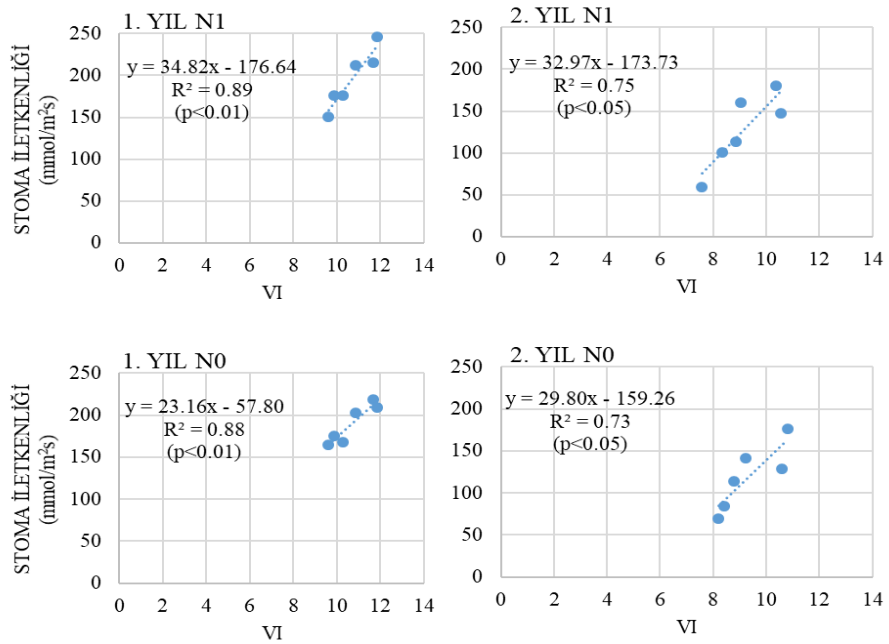
Şekil 4.42. Her iki deneme yılı için WI ile mevsimsel ET arasındaki ilişkiler

Ayrıca, her iki yılda azotlu ve azotsuz konular için stoma iletkenliği ile NDVI (Şekil 4.43 $R^2 = 0.75$, $p < 0.05$ - 0.91 , $p < 0.01$), VI (Şekil 4.44 $R^2 = 0.73$, $p < 0.05$ - 0.89 ,

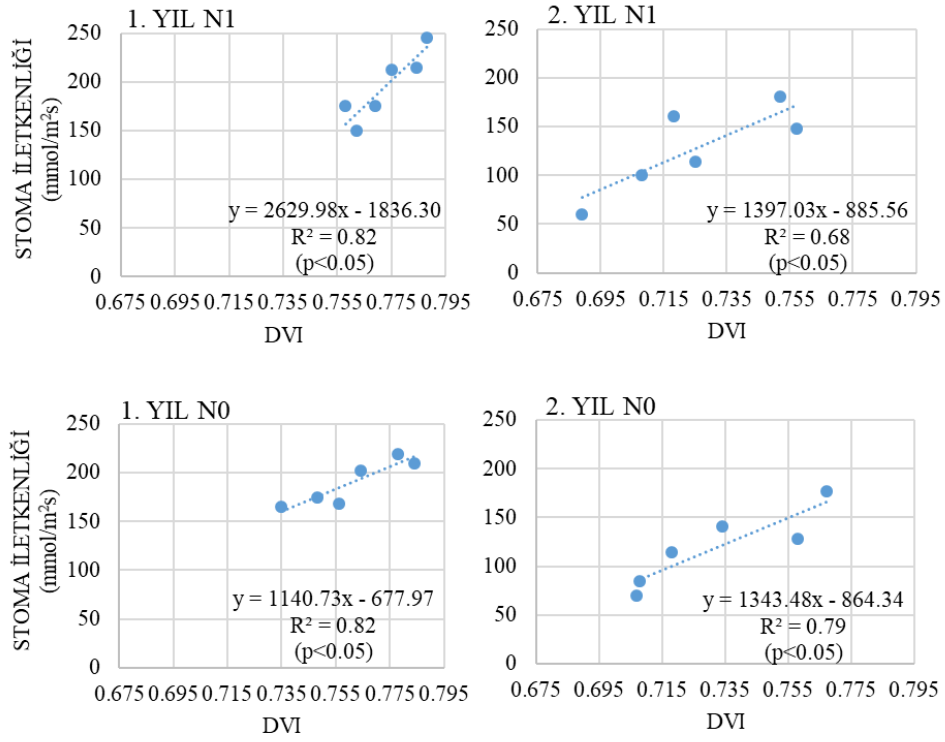
$p < 0.01$), DVI (Şekil 4.45 $R^2 = 0.68$, $p < 0.05 - 0.82$, $p < 0.05$), WI (Şekil 4.46 $R^2 = 0.76$, $p < 0.05 - 0.90$, $p < 0.01$); ve klorofil içeriği indeksi ile NDVI (Şekil 4.47 $R^2 = 0.88$, $p < 0.01 - 0.97$, $p < 0.001$), VI (Şekil 4.48 $R^2 = 0.83$, $p < 0.05 - 0.96$, $p < 0.001$), DVI (Şekil 4.49 $R^2 = 0.77$, $p < 0.05 - 0.91$, $p < 0.01$) ve WI (Şekil 4.50 $R^2 = 0.64$, $\text{öd} - 0.95$, $p < 0.001$) arasında yine kuvvetli ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yani şeker otu bitkisi için grafiklerde verilen eşitlikler kullanılarak her bir vejetasyon indeksi yardımıyla stoma iletkenliği, klorofil içeriği gibi parametrelerin tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır.



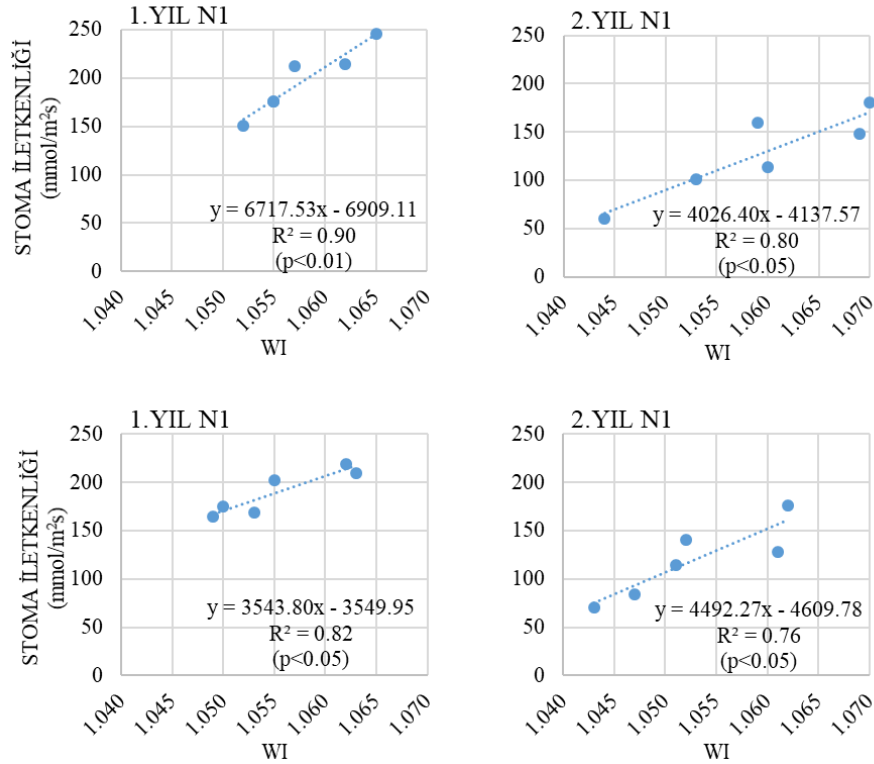
Şekil 4.43. Her iki deneme yılı için NDVI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler



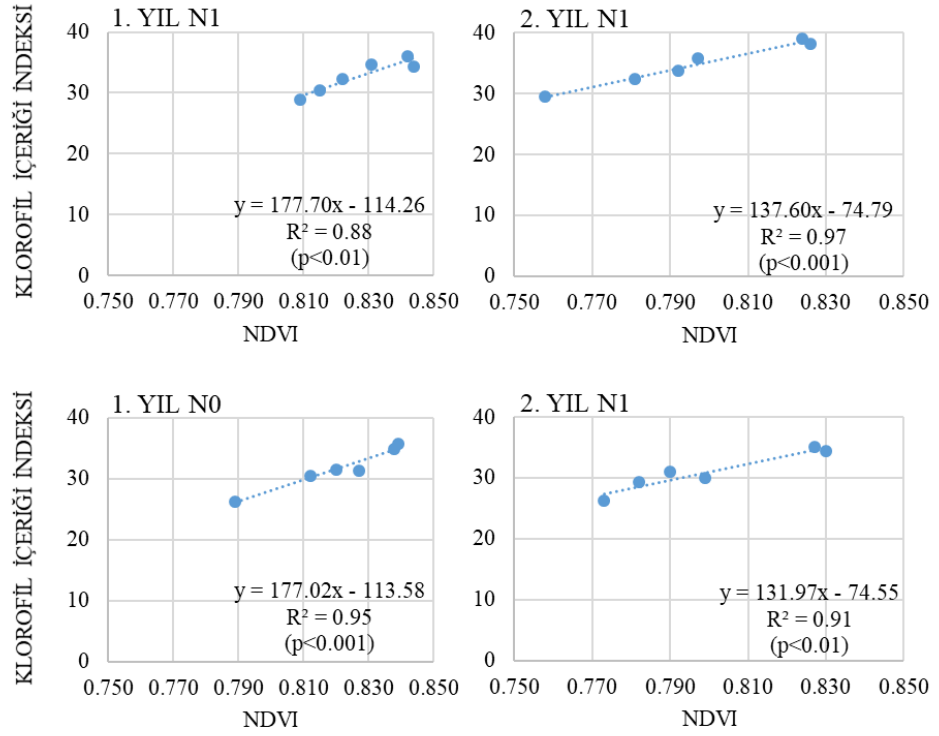
Şekil 4.44. Her iki deneme yılı için VI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler



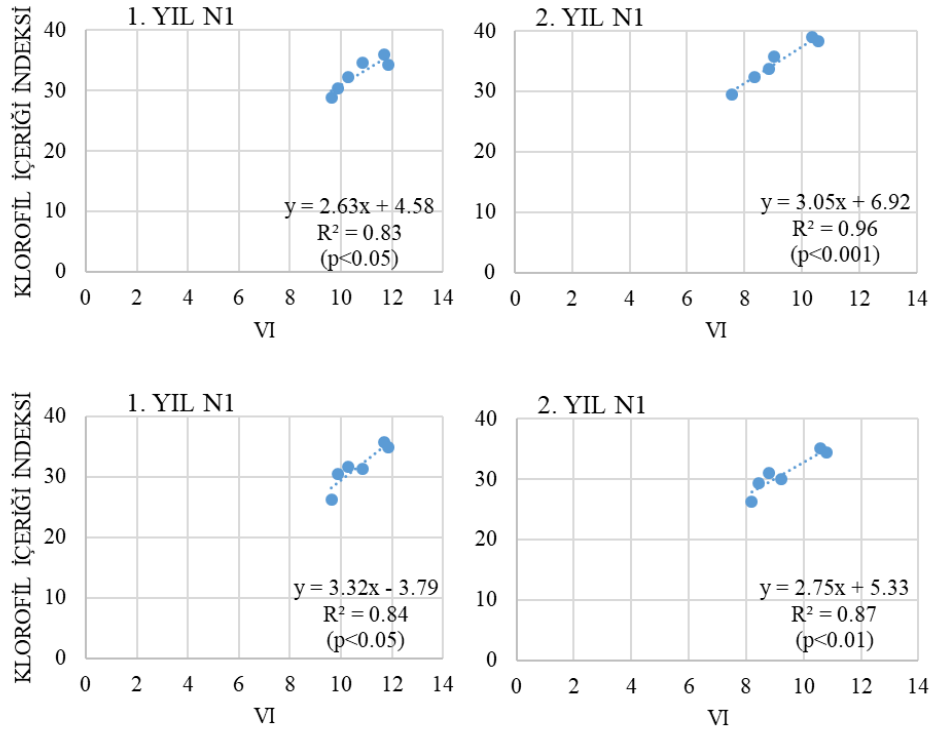
Şekil 4.45. Her iki deneme yılı için DVI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler



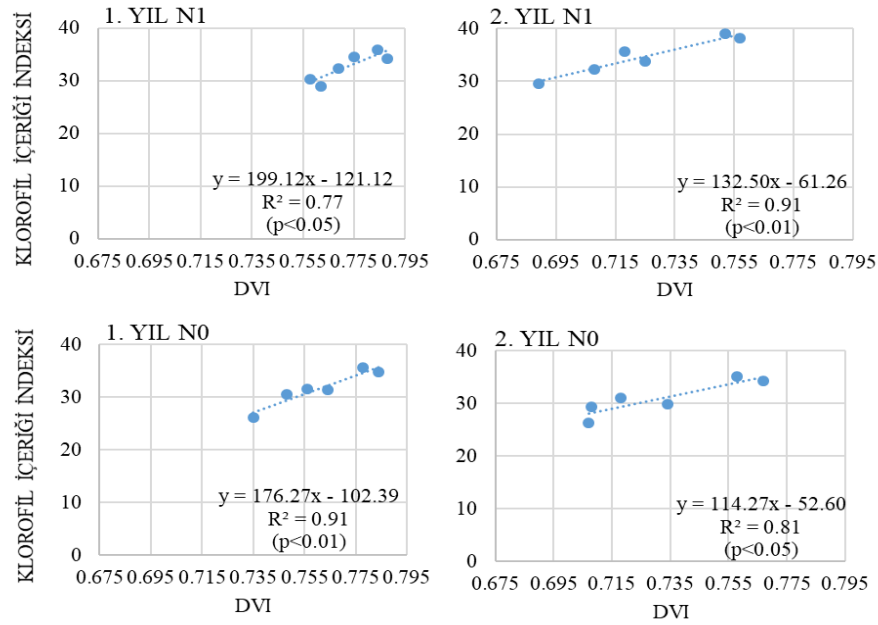
Şekil 4.46. Her iki deneme yılı için WI ile stoma iletkenliği arasındaki ilişkiler



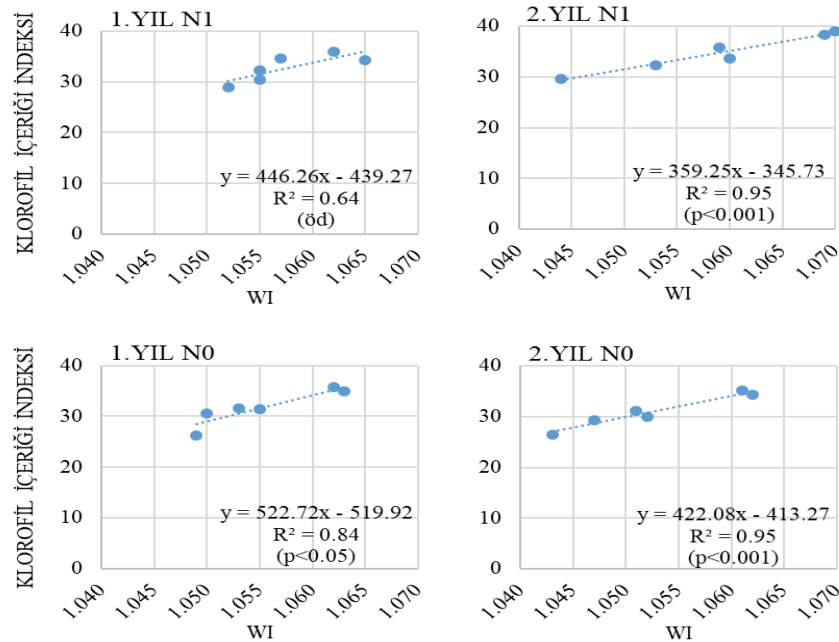
Şekil 4.47. Her iki deneme yılı için NDVI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler



Şekil 4.48. Her iki deneme yılı için VI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler



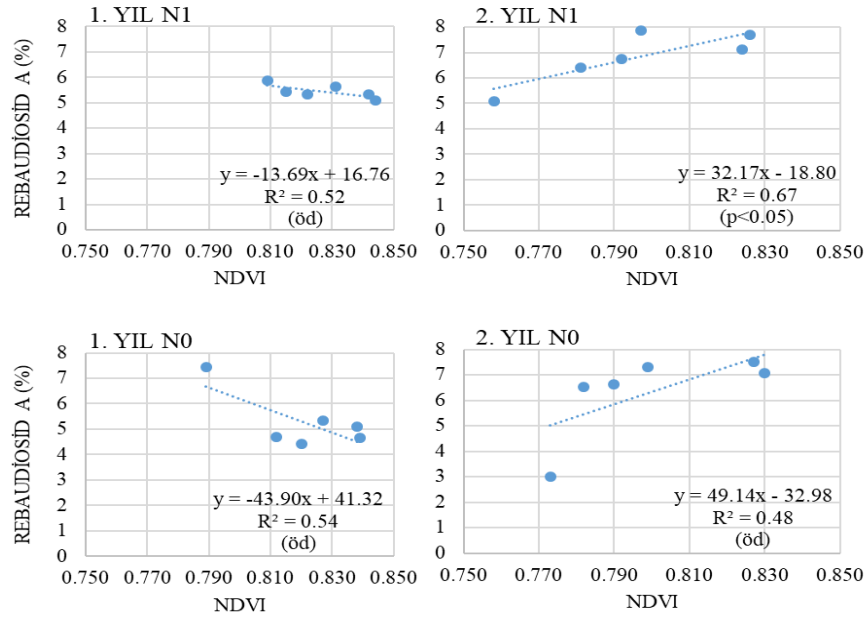
Şekil 4.49. Her iki deneme yılı için DVI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler



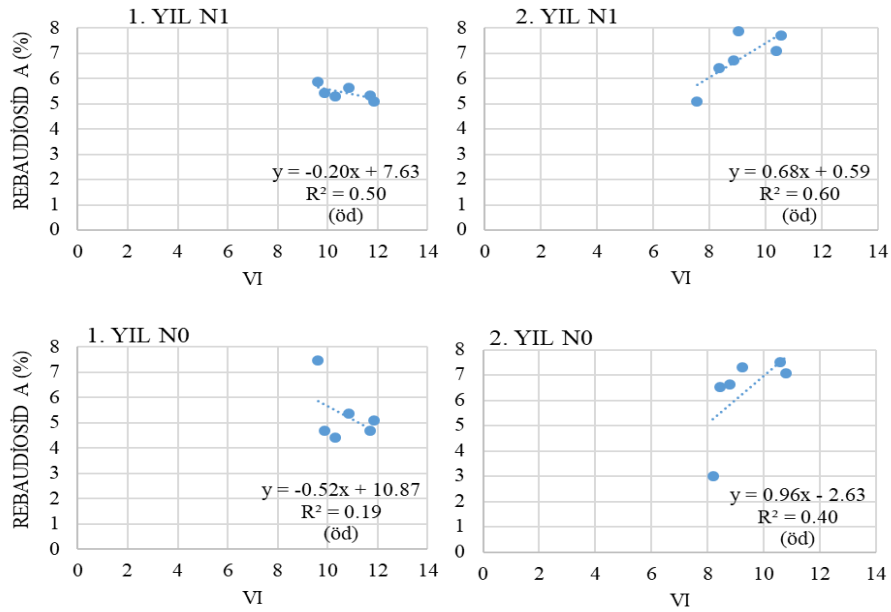
Şekil 4.50. Her iki deneme yılı için WI ile klorofil içeriği indeksi arasındaki ilişkiler

Diğer parametrelerin aksine her iki yılda da şeker otu bitkisinde rebudiosid A içeriği ile NDVI (Şekil 4.51 $R^2 = 0.48$, öd - 0.67, $p < 0.05$), VI (Şekil 4.52 $R^2 = 0.19$, öd - 0.60, öd), DVI (Şekil 4.53 $R^2 = 0.33$, öd - 0.55, öd) ve WI (Şekil 4.54 $R^2 = 0.18$, öd - 0.65, öd); şekilde steviosid içeriği ile NDVI (Şekil 4.55 $R^2 = 0.046$, öd - 0.76, $p < 0.05$), VI (Şekil 4.56 $R^2 = 0.18$, öd - 0.70, $p < 0.05$), DVI Şekil 4.57 $R^2 = 0.09$, öd - 0.71, $p < 0.05$) ve WI (Şekil 4.58 $R^2 = 0.17$, öd - 0.77, $p < 0.05$); rebudiosid A+steviosid miktarı ile NDVI

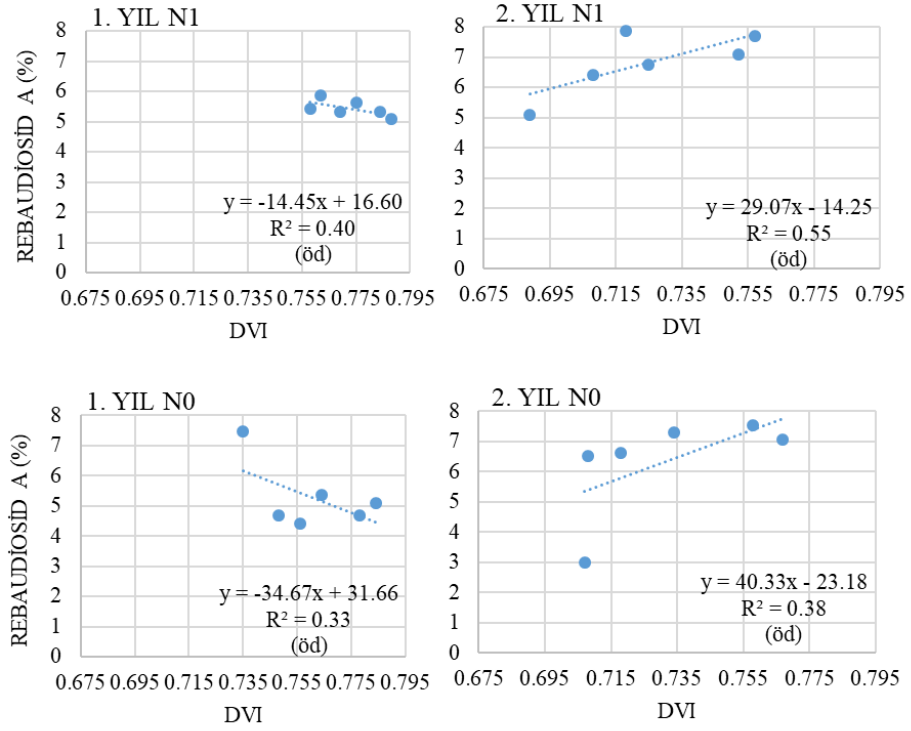
(Şekil 4.59 $R^2 = 0.11$, öd - 0.76, $p < 0.05$), VI (Şekil 4.60 $R^2 = 0.003$, öd - 0.70, $p < 0.05$), DVI (Şekil 4.61 $R^2 = 0.04$, öd - 0.62, öd) ve WI (Şekil 4.62 $R^2 = 0.005$, öd - 0.71, $p < 0.05$); ve rebaudiosid A/steviosid oranı ile NDVI (Şekil 4.63 $R^2 = 0.05$, öd - 0.67, $p < 0.05$), VI (Şekil 4.64 $R^2 = 0.02$, öd - 0.57, öd), DVI (Şekil 4.65 $R^2 = 0.02$, öd - 0.52, öd) ve WI (Şekil 4.66 $R^2 = 0.05$, öd - 0.72, $p < 0.05$) indeksleri arasında genel olarak düşük bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Genel olarak azot uygulanan ve uygulanmayan konularda kalite parametreleri ile spektral indeksler arasındaki ilişkiler oldukça farklılık göstermekle beraber bu parametrelere tahmininde spektral indekslerin kullanımının net bir sonuç vermeyeceği ifade edilebilir.



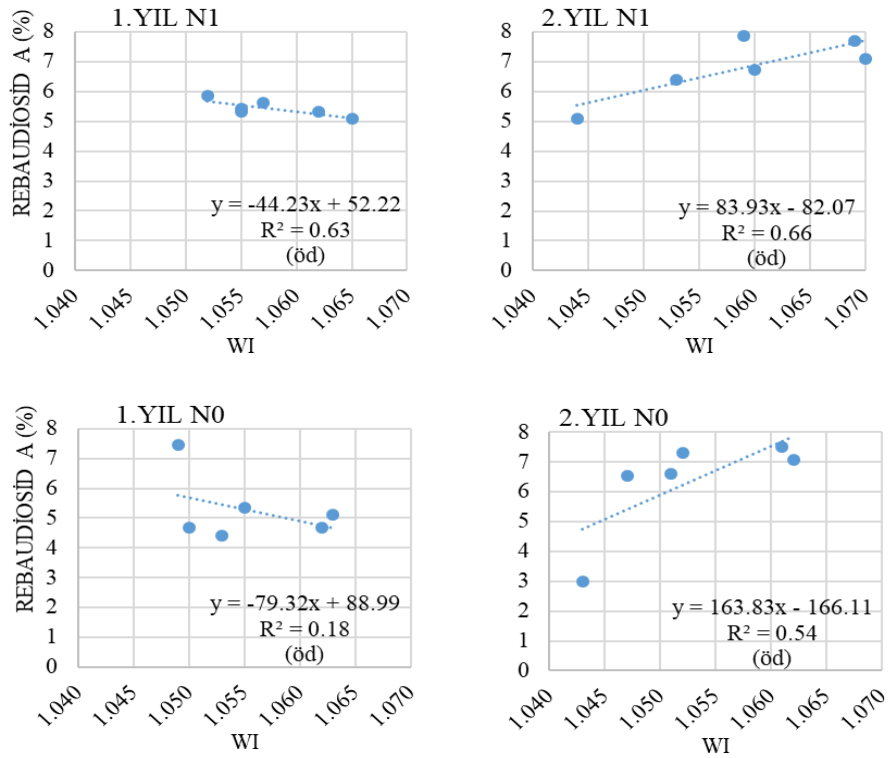
Şekil 4.51. Her iki deneme yılı için NDVI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler



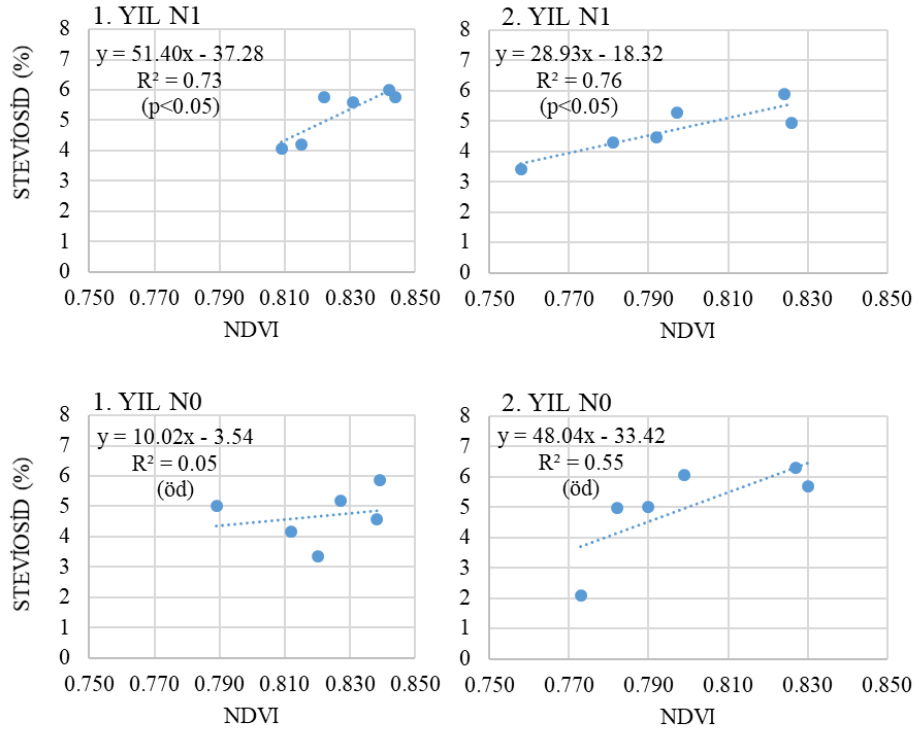
Şekil 4.52. Her iki deneme yılı için VI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler



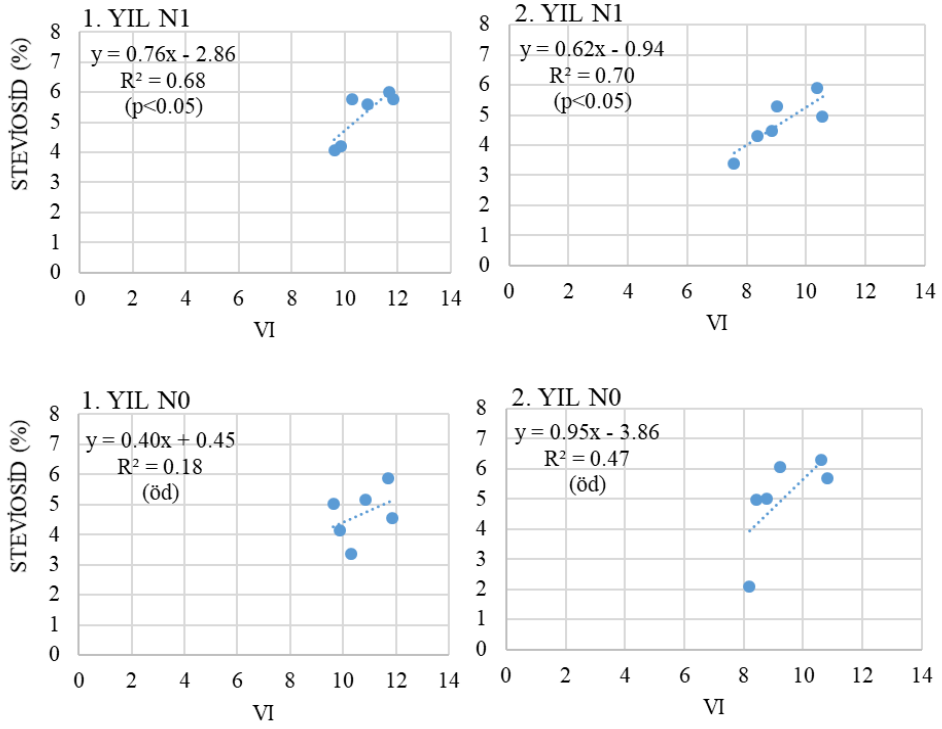
Şekil 4.53. Her iki deneme yılı için DVI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler



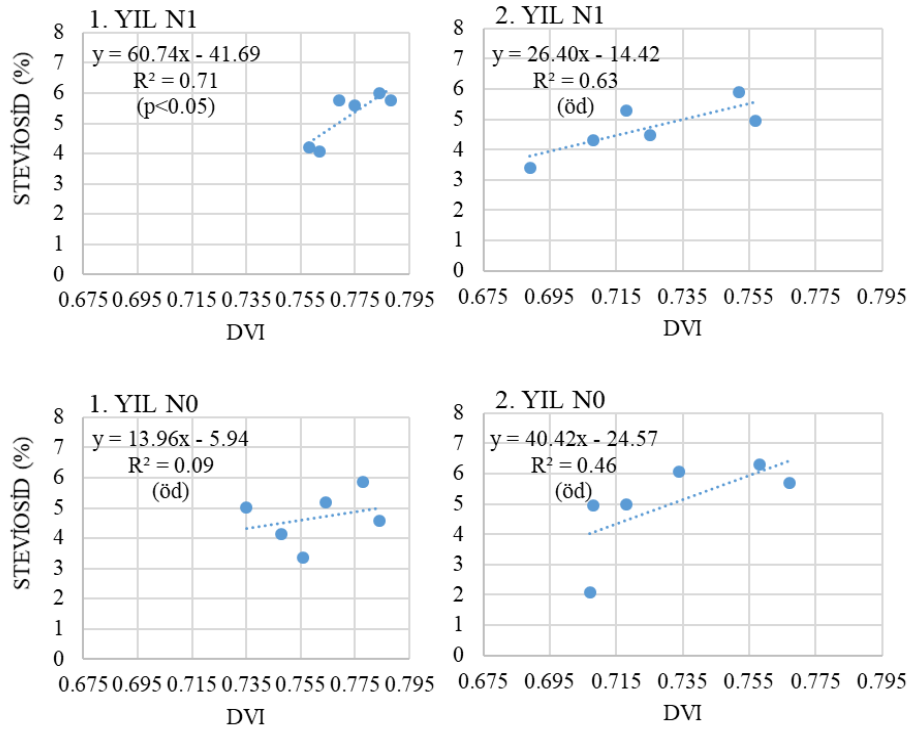
Şekil 4.54. Her iki deneme yılı için WI ile rebaudiosid A arasındaki ilişkiler



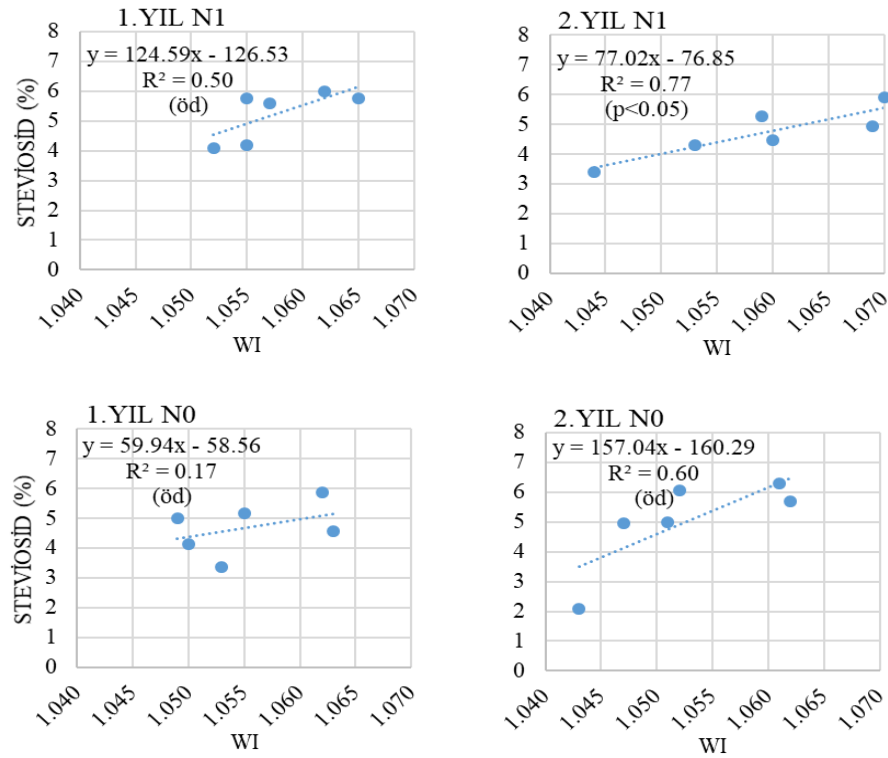
Şekil 4.55. Her iki deneme yılı için NDVI ile steviosid arasındaki ilişkiler



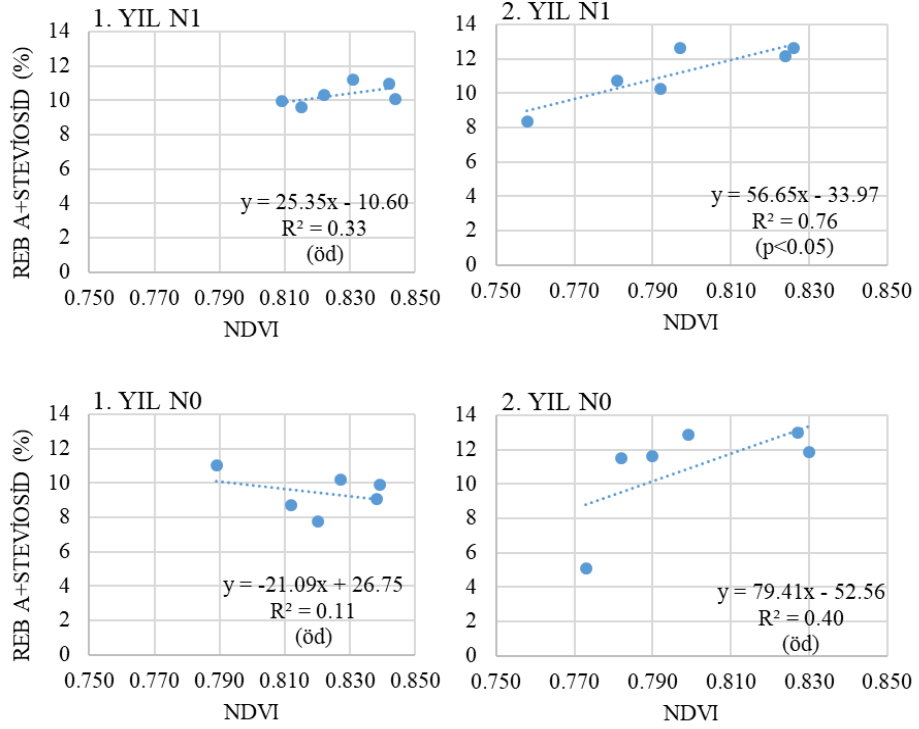
Şekil 4.56. Her iki deneme yılı için VI ile steviosid arasındaki ilişkiler



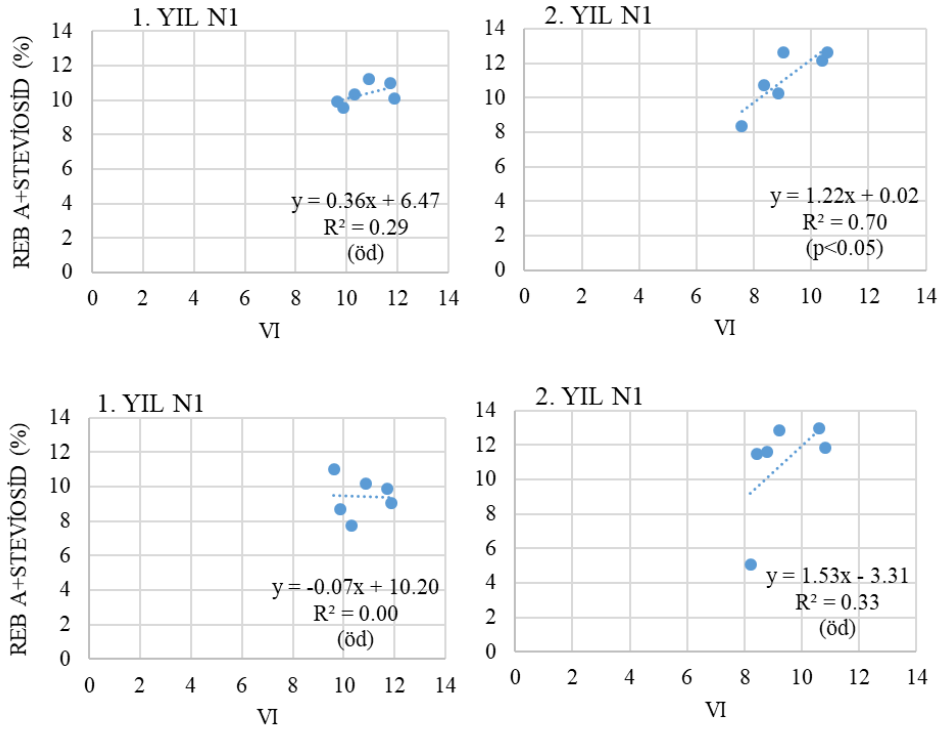
Şekil 4.57. Her iki deneme yılı için DVI ile steviosid arasındaki ilişkiler



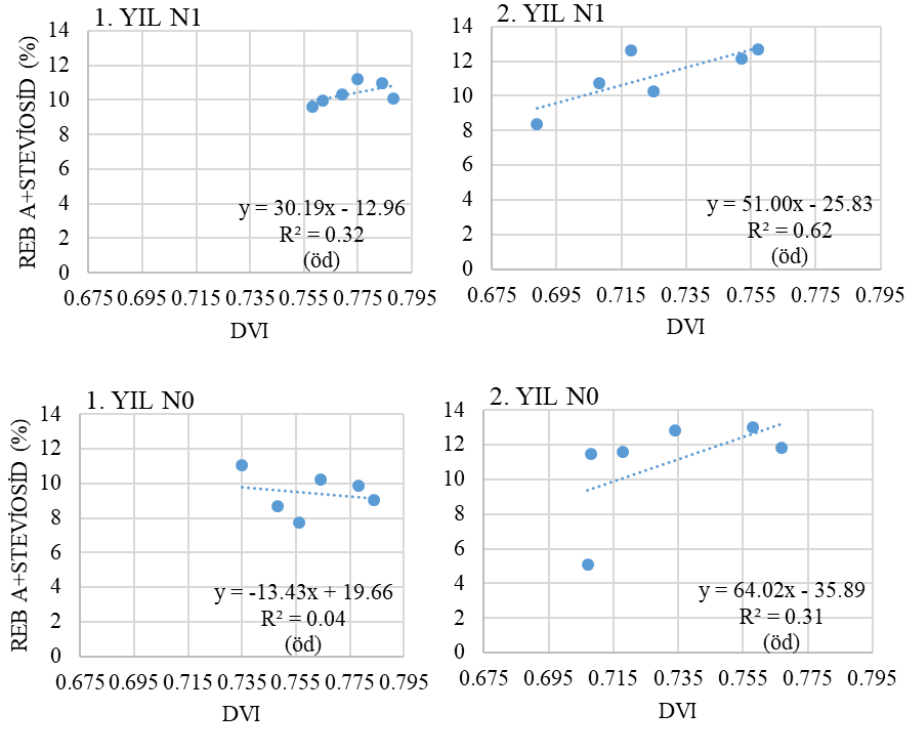
Şekil 4.58. Her iki deneme yılı için WI ile steviosid arasındaki ilişkiler



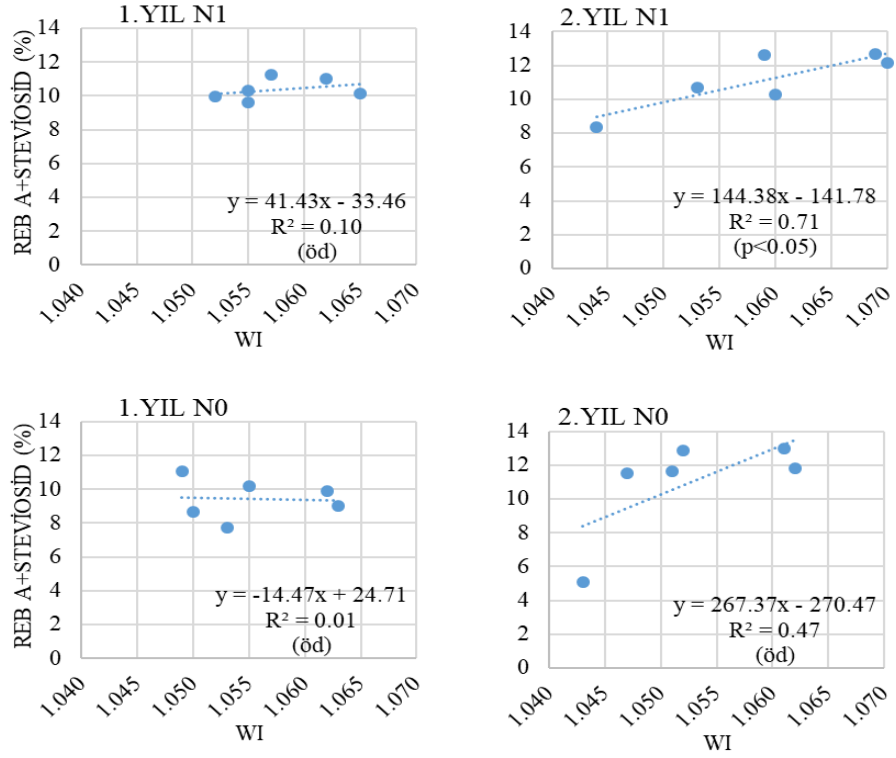
Şekil 4.59. Her iki deneme yılı için NDVI ile rebaudiosid A+steviosid arasındaki ilişkiler



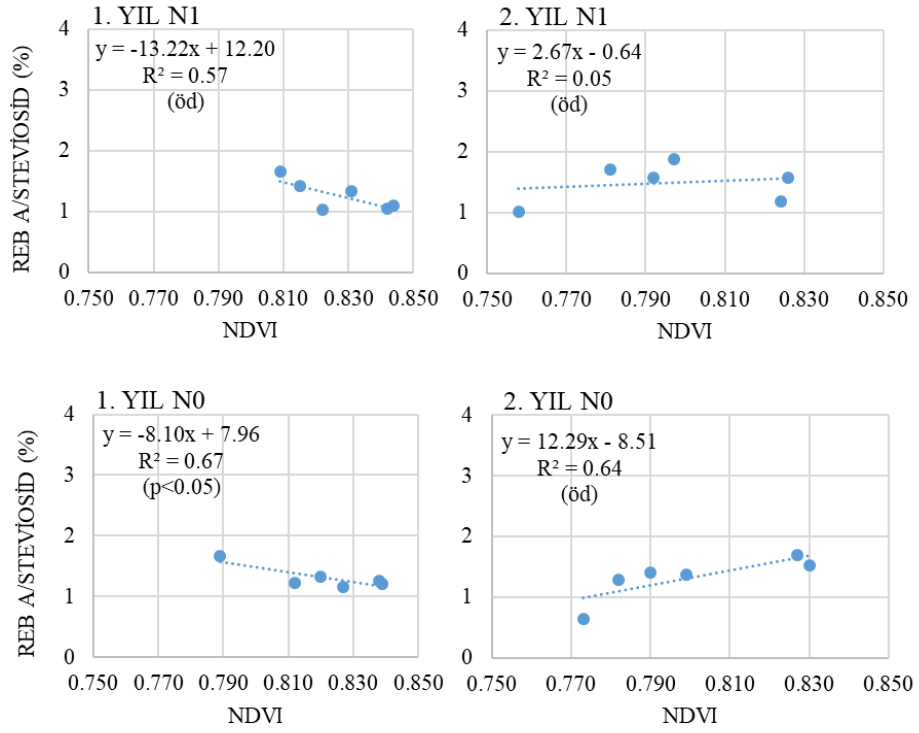
Şekil 4.60. Her iki deneme yılı için VI ile rebaudiosid A+steviosid arasındaki ilişkiler



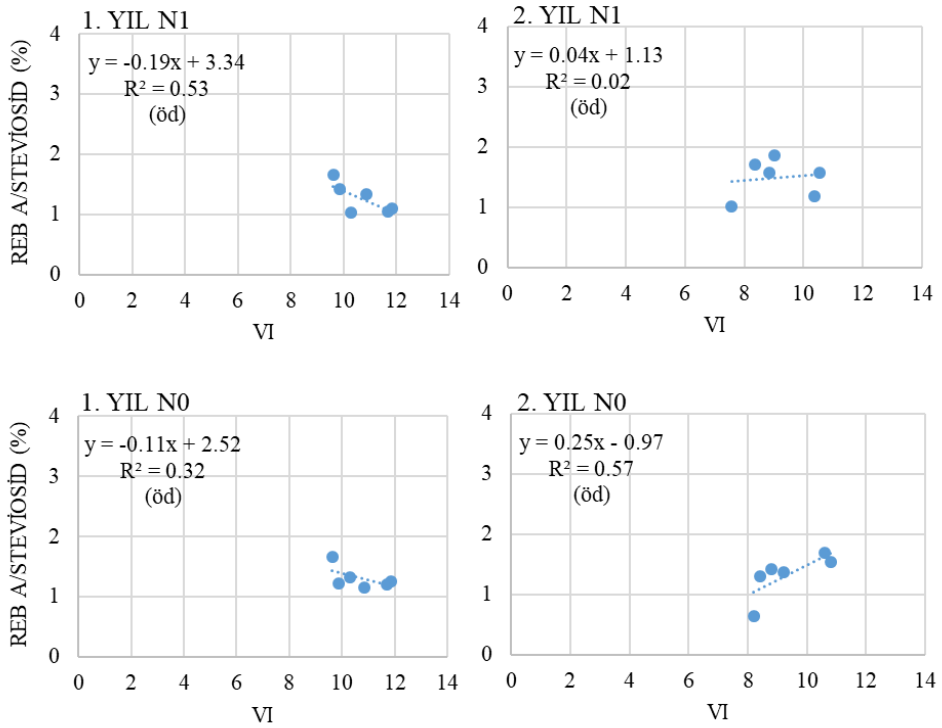
Şekil 4.61. Her iki deneme yılı için DVI ile rebaudiosid A+steviosid arasındaki ilişkiler



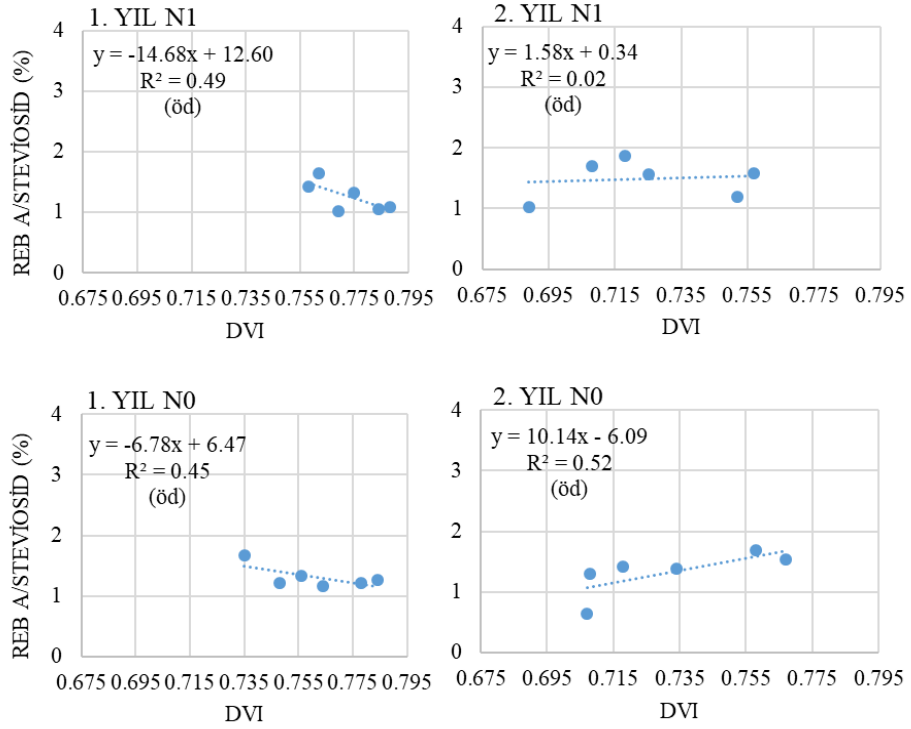
Şekil 4.62. Her iki deneme yılı için WI ile rebaudiosid A+steviosid arasındaki ilişkiler



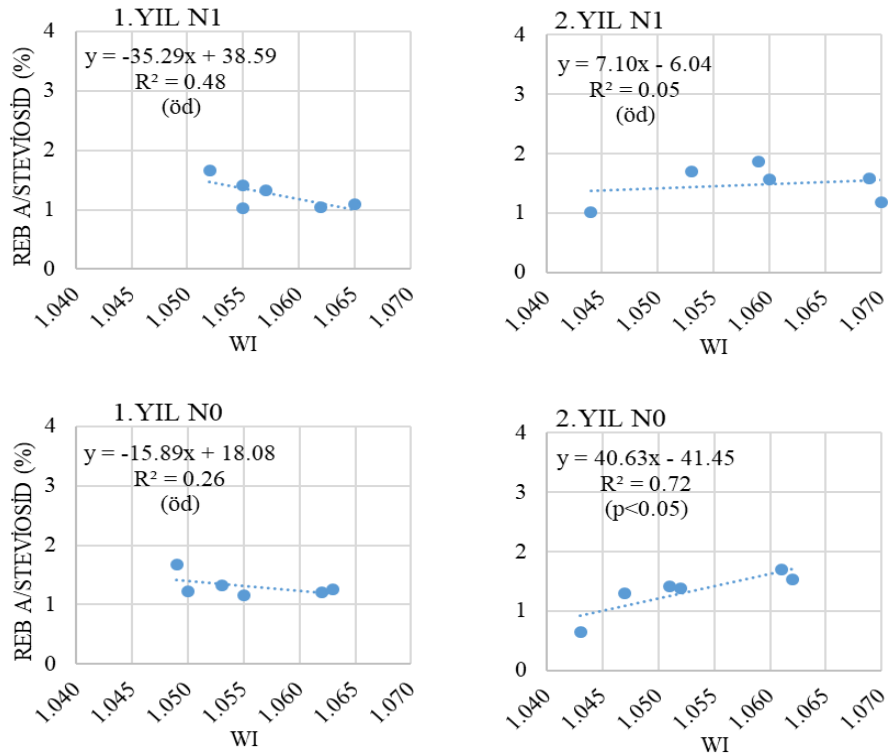
Şekil 4.63. Her iki deneme yılı için NDVI ile rebaudiosid A/steviosid arasındaki ilişkiler



Şekil 4.64. Her iki deneme yılı için VI ile rebaudiosid A/steviosid arasındaki ilişkiler



Şekil 4.65. Her iki deneme yılı için DVI ile rebaudiosid A/steviosid arasındaki ilişkiler



Şekil 4.66. Her iki deneme yılı için WI ile rebaudiosid A/steviosid arasındaki ilişkiler

5. TARTIŞMA

5.1. Farklı Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Bitki Gelişimi, Verim ve Kalite Parametrelerine Etkileri

Genel olarak denemenin birinci yılında, dönemsel olarak incelendiğinde, azot uygulanan (N1) ve uygulanmayan (N0) konularda, bitki boyları yalnızca I40 ve I20 sulama rejimi uygulamalarında farklılık göstermiştir. Ancak denemenin ikinci yılında azot uygulanan ve uygulanmayan konularda görsel anlamda farklılık olmamakla birlikte sulama rejimleri arasındaki bitki boylarında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yine denemenin birinci yılında düşük bir büyüme hızına sahip olan I40 ve I20 konuları denemenin ikinci yılında nispeten daha yatay bir seyir izlemiştir. Aladakatti vd. (2012) hasat zamanı bitki boyunun sulama düzeylerine göre oldukça farklılık gösterdiğini, en yüksek bitki boyunun su kısıtı uygulanmayan konuda olduğunu ifade etmişlerdir. Denemenin birinci yılında gerek N0 gerekse N1 ana parsellerinde, sulama rejimi uygulamalarında bitki kök boğaz kalınlıkları dönem boyunca artış göstermesine karşın, denemenin ikinci yılında özellikle I80, I60, I40 ve I20 sulama rejimi konularında bitki kök boğazı kalınlıkları önemli bir değişim göstermemiştir.

Şeker otu bitkisinde azot uygulamalarının denemenin ilk yılında toplam klorofil içeriği indeks değerlerinin sezon ortalamalarına herhangi bir etkisi olmazken, ikinci yılda azot uygulanan konularda %17.7'lik bir artış belirlenmiştir. Sulama rejimi uygulamalarında N1 ve N0 konularının dönemsel ortalamaları dikkate alındığında en yüksek ortalama klorofil içeriği indeksi birinci yıl I100 (35.9), ikinci yıl ise I100 ve I120 uygulamalarında (36.7), en düşük I20 (birinci yıl 27.55, ikinci yıl 27.96) uygulamasında ortaya çıkmıştır. I20 uygulamasında belirlenen klorofil içeriği indeksi kontrol konusuna göre ilk yıl %23.2, ikinci yıl ise %23.8'lik bir azalma göstermiştir. Kırnak ve Demirtaş (2002) su stresine bağlı olarak yaprakların su içeriğindeki azalma klorofil pigmentlerinin sentez hızını yavaşlattığını, bununla beraber klorofil parçalanmasını hızlandırdığını ifade etmişlerdir. Yapraklardaki klorofil miktarındaki azalmanın ise özellikle stresin şiddeti ve süresine göre farklılık gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Sulama uygulamaları sonrasında tüm konularda stoma iletkenlik değerlerinin en yüksek değerlere ulaştığı ve sonraki sulamaya kadar azaldığı, genel olarak, N0 ana parsellerine göre N1 ana parsellerinde stoma iletkenliklerinin bir miktar yüksek olduğu belirlenmiştir. Bir çok literatür de bitki su stresi durumunda stomaların açılıp kapanma mekanizmalarının anahtar rol oynadığını, stres durumunda stomaların bitkinin su kullanım etkinliğini artıracak şekilde hareket ettiği ifade edilmiştir (Kaiser ve Kappen 2000; Chaves vd. 2002; Sabir ve Yazar 2015). Ren ve Shi (2012) farklı şeker otu çeşitlerinde sabit sulama aralıklarında, kısa (5 gün) kuraklık stresinde net fotosentez ve transpirasyon oranında önemli bir değişim olmadığı ancak uzun dönem (10 gün) kuraklık stresinde bu değerlerde çeşitlere bağlı olarak değişen oranlarda maksimum azalma gösterdiğini bildirmişlerdir.

Genel olarak her iki yılda ana etkilerin karşılıklı etkileşimi düzeyinde (N×I) hasat sonrası belirlenen boğum sayısı, dal sayısı, yaş ve kuru yaprak verimleri, yaprak kuru madde oranı, yaş ve kuru herba verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. Ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında her iki yılda da dal sayısı hariç (birinci yıl %1, ikinci yıl %5 önem

seviyesinde) diğer parametrelere ait varyans analiz sonuçları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. Ancak Patil (2010), kimyasal gübre uygulamasının şeker otunda bitki gelişimini artırdığını, kontrole kıyaslandığında vermikompost uygulamasının da bitki gelişimini teşvik ettiğini, ancak bu artışın organik ve inorganik uygulamaların birlikte kullanıldığı durumdaki kadar olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde farklı uygulama oranlarındaki organik çiftlik (0, 1.5, 3.0 ve 4.5 t/da) ve azotlu (0, 2.0, 4.0 ve 6.0 kg/da) gübrelerin şeker otu bitkisinin verimi ve azot alımı üzerine etkilerini araştıran Rashid vd. (2013) en yüksek biyokütle ve kuru yaprak verimi, kuru yaprak verimi, bitki başına yaprak sayısı, yaprak alan indeksi, bitki başına kuru madde birikimi 4.5 t/da organik çiftlik gübresinde gerçekleştiğini, daha düşük azot seviyeleri ile kıyaslandığında 4.0 ve 6.0 kg/da N uygulanan bitkilerde dal sayısı, bitki başına yaprak sayısı, yaprak alan indeksi ve azot alımlarının önemli oranda artış gösterdiğini ve bitki başına kuru madde birikimi ve kuru yaprak veriminin ise 6.0 kg/da N uygulamasında en yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir. Ana faktör olarak sulama rejimleri değerlendirildiğinde, yaprak kuru madde oranı hariç, diğer verim parametrelerinin tamamında varyans analiz sonuçlarına ilişkin farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol konusuna göre birinci yıl I60, I40 ve I20 konularında yaş herba verimi için %34.0 ile %75.4, kuru herba verimi için %36.9 ile %72.6, yaş yaprak verimi için %27.0 ile %70.2 ve yaprak kuru verimi için %21.2 ile %67.0 arasında; ikinci yılda ise tüm kısıntılı sulama konularında artan kısıntıya paralel olarak verim parametreleri için sırasıyla %38.0 ile %89.8, %36.3 ile %85.7, %33.3 ile %89.3 ve %28.2 ile %84.4 arasında değişen oranlarda azalma göstermiştir. Nitekim Ramesh vd. (2006) şeker otu bitkisinde yetiştirme periyodu boyunca yeterli miktarda sulama yapılmasının bitkinin dal ve yaprak sayısında artışa neden olduğunu; Karimi vd. (2015) toprak su içeriğine bağlı olarak şeker otu bitkisinde yaprak kuru ağırlığının oldukça farklılık gösterdiğini, su stresinin fazla olduğu konuda kuru yaprak veriminin oldukça düştüğünü ifade etmişlerdir. Aynı şekilde Parris vd. (2017) toprak rutubet gerilimi seviyesindeki artışın şeker otu bitkisinde kuru yaprak verimini azalttığını bildirmişleridir. Aladakatti vd. (2012) şeker otu bitkisinde farklı sulama aralıkları ve sulama seviyelerinin yaş herba verimi, yaş ve kuru yaprak verimini ciddi oranda etkilediğini, sulama aralığı ve su stresindeki artışa bağlı olarak verimde azalma olduğu sonucuna varmışlardır.

Genel olarak, sulama rejimi konularında (I40 ve I20 konuları hariç) birinci yıla göre ikinci yılda bitki boğum sayıları 1.1 ile 1.3 kat arasında azalmalar gösterirken; dal sayısı (2.2 ile 3.8 kat), yaş herba (1.4 ile 2.3 kat), yaş yaprak (1.4 ile 2.5 kat) ve yaprak kuru verimleri (2.2 ile 3.5 kat) değişen oranlarda artışlar göstermiştir. Carneiro vd. (1997) ve Fronza ve Folegatti (2003) şeker otu bitkisinde en iyi yaprak veriminin yetiştiriciliğin ikinci yılından sonra olduğunu ifade etmişlerdir.

Denemenin her iki yılında da ana etkilerin karşılıklı etkileşimi düzeyinde (N×I) şeker otunun kalite parametrelerinden reb A, steviosid, reb A+steviosid, reb/steviosid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesine (ikinci yıl %5 önem seviyesinde farklı) ilişkin varyans analiz sonuçlarına ait farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ana faktör olarak azot düzeyleri ele alındığında, aynı şekilde, tüm kalite parametrelerine varyans analiz sonuçlarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak, Behera vd. (2013) şeker otu bitkisi için önerilen gübre dozunun (110-45-45 kg N-P₂O₅-K₂O/ha) tamamının uygulandığı konuda bitki stevioglikosid içeriklerinde artış olduğunu ifade etmişlerdir. Ana faktör olarak sulama rejimi uygulamaları

değerlendirildiğinde ilk yıl uygulamalar arasında istatistiksel anlamda bir farklılık belirlenememiş, ancak ikinci yılda konular arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kontrol konusuna göre ikinci yılda I40 ve I20 uygulamalarında reb A içerikleri %15.1 ve %47.0; I60, I40 ve I20 uygulamalarında steviosid içerikleri %15.8, %17.4 ve %51.3; I20 konusunda reb A/steviosid oranları ve reb A+steviosid miktarları ise sırasıyla %49.4 ve %47.5 oranında azalma göstermiştir. Parris vd. (2017) toprak su içeriğindeki farklılıklarla şeker otunda reb A miktarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını ancak toprak suyunun azalmasıyla steviosid miktarı ve reb A/steviosid oranlarında da düşüşler olduğunu ifade etmişlerdir. Behera vd. (2013) şeker otu bitkisinde en yüksek steviosid ve reb A içeriklerinin potansiyel evapotranspirasyonun tamamının verildiği sulama konusunda en yüksek seviyeye ulaştığını belirtmişlerdir. Ancak, Lavini vd. (2008) farklı sulama rejimi uygulamalarında şeker otu bitkisinin kalite parametrelerindeki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığını ifade etmişlerdir.

Genel olarak, sulama rejimi uygulamalarında (I40 ve I20 konuları hariç) birinci yıla göre ikinci yıl toplam antioksidan aktivite değerleri 1.1 ile 1.4 kat arasında azalmalar gösterirken; reb A içeriği (1.4 ile 1.5 kat), steviosid içeriği (yalnızca I120 ve I80 konularında 1.1 kat), reb A/steviosid oranı (1.3 ile 1.5 kat), reb A+steviosid içerikleri (1.2 ile 1.3 kat), toplam fenolik madde içeriği (2.4 ile 3.0 kat) değişen oranlarda artışlar göstermiştir.

5.2. Farklı Sulama Rejimi ve Azot Düzeylerinin Bitki Katsayısı, Verim Tepki Etmeni ve Sulama Suyu Kullanım Randımanına Etkileri

Denemede N1 ve N0 ana parsellerde sulama rejimi kontrol konuları için toplam bitki su tüketimleri birinci yıl için sırasıyla 501 ve 499 mm, ikinci yıl için ise 580 ve 582 mm olarak belirlenmiştir. Her iki yılda da diğer I120, I80, I60, I40 ve I20 konularının su tüketimleri, araştırmada hedeflendiği gibi, kontrol konusunun sırasıyla %120, %80, %60, %40 ve %20'si kadardır. İkinci yıl bitki su tüketimi değerlerinin daha yüksek olması birinci yıl deneme konularına ancak Temmuz ayı başında başlanabilmesinden kaynaklanmaktadır. Birinci yılda Temmuz ayında minimum ve maksimum k_c değerleri sırasıyla 0.70 ve 1.33 iken, Ağustos ayında ise 0.60 ve 1.01 olarak hesaplanmıştır. İkinci yılda ise maksimum ve minimum k_c değerleri yine sırasıyla Haziran'da 0.65 ve 1.58, Temmuz'da 0.46 ve 1.14, Ağustos'ta ise 0.77 ve 1.35 olarak belirlenmiştir. Aylık ortalamalar dikkate alındığında, ortalama k_c değeri birinci yıl Temmuz ve Ağustos ayları için sırasıyla 0.95 ve 0.83 ikinci yıl ise Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için yine sırasıyla 1.09, 0.83 ve 0.98 olarak hesaplanmıştır. Lavini vd. (2008) üç farklı sulama düzeyi altında iki yıl süren çalışmasında şeker otu bitkisinin her iki yıldaki bitki katsayılarının benzer olduğunu bildirmiştir.

Verim tepki faktörü bitkinin su stresine toleransının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Doorenbos ve Kassam, 1986). Genel olarak, $k_y \leq 1$ olması durumunda bitki su stresine toleranslı; $k_y > 1$ olduğunda ise duyarlıdır. Denemede şeker otu bitkisinin azot uygulaması altında k_y katsayısı yaş herba, herba kuru, yaş yaprak ve yaprak kuru verimleri için sırasıyla 1.16, 1.06, 1.14 ve 1.04; azot uygulaması yapılmadığı durumda ise yine sırasıyla 1.21, 1.17, 1.18 ve 1.13 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde azot uygulaması altında k_y değerlerinin incelenen tüm verim parametreleri için bir miktar düştüğü; yine benzer şekilde yaş herba ve yaprak verimleriyle kıyaslandığında kuru herba ve yaprak verimleri için k_y katsayılarının bir

miktar düştüğü belirlenmiştir. İncelenen verim parametrelerinin k_y değerleri dikkate alındığında şeker otu bitkisinin su stresine düşük düzeylerde de olsa duyarlı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Karimi vd. (2015) ve Lavini vd. (2008) şeker otu bitkisinin su stresine duyarlı olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda su stresine karşı özellikle yaprakların gövdeye göre daha hassas olduğunu vurgulamışlardır.

Birinci yılda şeker otu bitkisinin yaş ve kuru yaprak verimleri için, ikinci yılda ise yaş herba ve yaprak verimleri için hesaplanan sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) sulama rejimi konuları arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermiştir. Kontrol konusuna göre birinci yılda I40 ve I20 konularında yaş yaprak verimi için SSKR sırasıyla %52.0 ve %49.1 ve kuru yaprak verimi için yine sırasıyla %66.8 ve %66.5 oranında artış gösterirken; ikinci yılda yine I40 ve I20 konularında yaş herba verimi için SSKR sırasıyla %31.6 ve %49.4 ve yaş yaprak verimi için yine sırasıyla %29.5 ve %46.6 oranında azalma göstermiştir. Genel olarak, sulama rejimi konularında (I40 ve I20 konuları hariç) birinci yıla göre ikinci yılda yaş herba verimi için hesaplanan SSKR değerleri 1.2 ile 2.2 kat, herba kuru verimleri için hesaplanan SSKR değerleri 1.9 ile 3.3 kat, yaş yaprak verimi için hesaplanan SSKR değerleri 1.1 ile 2.1 kat, yaprak kuru verimleri için hesaplanan SSKR değerleri 1.7 ile 3.0 kat arasında değişen oranlarda artışlar göstermiştir.

5.3. Farklı Sulama Düzeyleri ve Azot Uygulamalarının Yansıma Oranları ve Spektral İndekslere Etkileri

Radyometrik ölçümlerden elde edilen bulgulara göre elektromanyetik spektrumun görünür (450-700 nm) dalga boyu bölgesinde genel olarak azot uygulanan ve uygulanmayan konularda su kısıtı arttıkça yansımalarda da artışlar belirlenmiştir. Bu durum özellikle denemenin ikinci yılı daha net bir şekilde ortaya konulabilmektedir. Denemenin ikinci yılında, N1 ve N0 ana parsellerinde sulama rejimi uygulamaları arasında yansımadaki bu farklılıklar mavi (450-500 nm) ve yeşil (501-570 nm) dalga boylarında son haftalarda, kırmızı (610-700 nm) dalga boyunda ise ilk haftalardan itibaren kendini göstermiştir. Bitki yapraklarındaki klorofil ve diğer yardımcı pigmentler elektromanyetik spektrumun 400-700 nm dalga boyu aralığındaki enerjiyi kuvvetli bir şekilde soğurduklarından bu dalga boyu aralığında yansıma miktarı oldukça düşüktür (Gates vd. 1965; Allen vd. 1969; Knipling 1970; Woolley 1971; Tucker and Garratt, 1977; Gates 1980; Carter 1991). Yansımadaki bu azalış özellikle elektromanyetik spektrumun mavi ve kırmızı dalga boyu bölgesinde net bir şekilde görülmektedir. Stres durumunda klorofil pigmentlerinin azalmasının bir sonucu olarak bu dalga boyu bölgelerinde absorbe edilen enerji miktarı azalır ve görünür bölgede yansımada artış, yakın kızılötesi bölgede ise azalış meydana gelmektedir (Blackburn 2007; Tilling vd. 2007; Ashraf vd. 2011).

Yakın kızılötesi dalga boyu bölgesinde ise ilk yıl anlamlı bir ilişki ortaya konulmasa da, ikinci yıl dokuzuncu haftadan itibaren su kısıtı uygulaması arttıkça bu bölgeye ait yansımalarda azalma belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada su kısıtı uygulamaları arasındaki farklılığın net olarak elektromanyetik spektrumun kırmızı (610-700 nm) dalga boyunda belirlendiği söylenebilir. Carter (1993) farklı bitki türleri ve stres faktörlerinin tespitinde en etkili dalga boyu aralıklarını araştırdığı çalışmasında bitki stres durumunda görünür bölgede yansımanın artış gösterdiğini, 535-640 nm ve 685-700 nm dalga boyu aralıklarının su stresine en duyarlı spektral bölgeler olduğunu bildirmiştir.

Sönmez vd. (2008) farklı su kısıtı seviyeleri (%100-I₁, %75-I₂, %50-I₃, %25-I₄ ve susuz konu-I₅) uyguladıkları çim bitkisinde özellikle sulama yapılmayan en stresli konuda diğer uygulamalara kıyasla görünür bölgede yansımanın daha fazla, yakın kızılötesi bölgesindeki yansımanın ise daha az olduğunu ifade etmişlerdir. Maktav ve Sunar (1991) su miktarına bağlı olarak yapraktaki pigmentlerin farklılık gösterdiğini, bu nedenle görünür ve yakın kızıl ötesi bölgedeki yansımaların özelliklerinin değiştiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Ceccato vd (2001) bitki su içeriğinin yaprak spektral yansımalarıyla ilişkili olduğunu, dolayısıyla bu yansılardan yararlanarak bitki su içeriğinin belirlenebileceğini bildirmişlerdir.

Elektromanyetik spektrumun görünür ve yakın kızılötesi bantlarının çeşitli kombinasyonları ile elde edilen spektral indeksler incelendiğinde, her iki yılda da azot uygulanan ve uygulanmayan konularda genel olarak su kısıtı arttıkça incelenen tüm vejetasyon indeksi değerlerinin (NDVI, VI, DVI ve WI) azaldığı, DVI hariç (dalgalı bir seyir) diğer indekslerin bitki büyümesine bağlı olarak özellikle denemenin ikinci yılında azalan bir eğilime sahip olduğu görülmüştür. Denemenin birinci yılında azot uygulanan konularda sulama rejimi uygulamaları arasında NDVI, VI ve DVI değerleri için farklılığın üçüncü, WI değerleri için dokuzuncu; azot uygulanmayan konularda ise yine NDVI, VI ve DVI değerleri için altıncı, WI değerleri için üçüncü haftadan itibaren ortaya çıkmaya başladığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, denemenin ikinci yılında azot uygulanan konularda sulama rejimi uygulamaları arasında NDVI, VI, DVI ve WI değerleri için farklılığın sırasıyla dördüncü, üçüncü, dokuzuncu ve on birinci; azot uygulanmayan konularda ise yine sırasıyla ikinci, birinci, üçüncü ve on ikinci haftada belirginleşmeye başladığı sonucuna varılmıştır.

Hesaplanan bu indeksler ET, yaş herba, kuru herba, yaş ve kuru yaprak verimi, klorofil içeriği indeksi, stoma iletkenliği, reb A, steviosid, reb A/steviosid ve reb A+steviosid miktarlarıyla ilişkilendirilmiştir. Buna göre hesaplanan indeks değerleri ile şeker otu verim parametreleri, mevsimsel bitki su tüketimi, klorofil içeriği indeksi ve stoma iletkenliği değerleri arasında kuvvetli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda indeks hesaplarından yararlanarak şeker otu bitkisi için verim, mevsimsel bitki su tüketimi, klorofil içeriği indeksi ve stoma iletkenlik değerlerine ilişkin tahminlerinde bulunulabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak hesaplanan indeks değerleri ile şeker otu kalite parametreleri arasındaki ilişkiler benzer bir sonuç göstermemiştir. Azot uygulanan konularda ilk yıl yalnızca steviosid ile NDVI ve DVI, ikinci yıl steviosid ve reb A+steviosid miktarları ile NDVI, VI ve WI indeksleri; azot uygulanmayan konularda ise ikinci yıl yalnızca reb A/steviosid oranı ile WI indeksi nisbeten orta düzeyde bir ilişki göstermiştir. Ayrıca denemenin ikinci yılında bitki su içeriği ile yüksek korelasyona sahip olan WI'nin bitki su içeriğinin tahmininde kullanılabileceği belirlenmiştir. Sönmez vd (2008) çim bitkisinde su stresi arttıkça NDVI değerlerinde azalma belirlediklerini; Köksal (2006) şekerpancarında yaptığı bir çalışmada spektral indekslerin şeker pancarının vejetasyon düzeylerinin izlenmesinde oldukça etkili olduğunu, şeker pancarı kök ve şeker verimi ile de önemli ilişkilere sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Penuelas vd. (1997) ve Pinol vd. (1998) da bitkilerin su düzeylerinin tespitinde WI'nin oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir. Pek çok araştırmacı (Thomas vd. 1971; Danson vd. 1992; Köksal 2006; Çamoğlu 2010) genel olarak, spektral indekslerin su stresini belirlenmede etkili olduğu, ancak su stresindeki küçük değişimlere yeterince duyarlı olmamaları nedeniyle sulama zamanının net olarak belirlenmesinde yetersiz kalacağını bildirmişlerdir.

6. SONUÇ

Bu çalışma ile alternatif tıpta ve gıda sektöründe önemli bir hammadde olan ve çok çeşitli kullanım alanlarına sahip katma değeri yüksek şeker otu bitkisinin bitki su tüketimi ve bitkide spektral yansıma ölçümleriyle elde edilecek vejetasyon indekslerinin bazı bitki özellikleri ve sulama yönetiminin belirlenmesinde kullanılabilirliği ile ilgili önemli bilimsel eksikliklerin tamamlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yetiştirme periyodu boyunca haftalık olarak bitki boyu, kök boğaz kalınlığı, klorofil miktarı, stoma iletkenliği ve radyometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Hasat sonrası yaş herba, yaş ve kuru yaprak verimleri belirlenmiş, reb A, steviosid, reb A+steviosid, reb A/steviosid, toplam fenolik madde, antioksidan aktivitesi gibi içerik analizleri gerçekleştirilerek farklı sulama rejimi ve azot uygulamalarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca radyometrik ölçümlerden elde edilen yansıma verileri mavi (450-500 nm), yeşil (501-570 nm), kırmızı (610-700 nm) ve yakın kızılötesi (701-1075 nm) dalga boyu aralığında değerlendirilmiş ve ortalama yansıma değerlerine dönüştürülmüştür. Bu yansıma verileri kullanılarak su kısıtının bitkinin enerji kullanımına etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca bu bantların çeşitli kombinasyonları ile oluşturulan NDVI, VI, DVI ve WI spektral indeksleri kullanılarak, farklı sulama rejimi uygulamalarında bitki su tüketimi, verim ve kalite parametrelerinin belirlenebilirliği araştırılmıştır.

Çalışmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, her iki araştırma yılında; azot düzeyleri ve sulama rejimleri konuları arasında şeker otunun bitki boyu, kök boğaz kalınlığı, toplam klorofil içeriği indeksi ve stoma iletkenliklerinin sezon ortalaması, boğum ve dal sayısı, yaş herba, yaş ve kuru yaprak verimleri, yaprak kuru madde oranı, reb A ve steviosid miktarı, reb A/steviosid oranı, reb A+steviosid miktarı, toplam fenolik madde miktarı, yaş ve kuru herba, yaprak verimlerinde sulama suyu kullanım randımanları için istatistiksel anlamda herhangi bir etkileşimin olmadığı belirlenmiştir.

Ana faktör olarak azot düzeyleri (incelenen her bir parametrenin N0 ve N1 azot konuları için tüm sulama rejimi konularına ait genel ortalaması) ele alındığında, araştırmanın gerek birinci gerekse ikinci yılında; azot uygulanan ve uygulanmayan konularda şeker otunun bitki boyu, kök boğaz kalınlığı, stoma iletkenliklerinin sezon ortalaması, boğum sayısı, yaş herba, kuru herba, yaş ve kuru yaprak verimleri, yaprak kuru madde oranı, rebudiosid A içeriği, steviosid içeriği, rebudiosid A/steviosid oranı, reb A+steviosid miktarı, antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı (birinci yıl %0.1 önemlilik düzeyi) ile yaş ve kuru herba ve yaprak verimlerinde sulama suyu kullanım randımanları için istatistiksel anlamda herhangi bir farklılık bulunmamıştır.

Ana faktör olarak sulama rejimleri (incelenen her bir parametrenin her bir sulama rejimi konusu için N0 ve N1 azot konularının genel ortalaması) ele alındığında ise, araştırmanın gerek birinci gerekse ikinci yılında; şeker otunun bitki boyu, kök boğaz kalınlığı, toplam klorofil içeriği indekslerinin sezon ortalaması, boğum sayısı, dal sayısı, yaş herba, yaş ve kuru yaprak verimleri ve sulama suyu kullanım randımanının sulama rejimi konularından istatistiksel anlamda önemli miktarlarda etkilendiği belirlenmiştir. Şeker otu bitki boyu ve klorofil içeriği indeksi sezon ortalamaları birinci yılda I60 konusundan sonra, ikinci yılda ise tüm kısıntılı sulama rejimi konularında artan kısıntıya paralel olarak azalmıştır. Kök boğaz kalınlıkları genel olarak artan su kısıntısına paralel olarak rakamsal olarak azalmakla birlikte en düşük değer en yüksek kısıntılı konuda

ortaya çıkmıştır. Stoma iletkenlik değerlerinin sezon ortalamaları birinci yılda farklılık göstermezken ikinci yılda I40 ve I20 kısıntılı sulama konularında ortaya çıkmıştır.

Çok yıllık bir bitki olan şeker otunda verim ve kalite parametrelerinin önemi de dikkate alındığında, gerek verim gerekse kalite parametreleri ile ilgili elde edilen bu sonuçlara dayanarak, bitkide sulama rejiminin etkisi ile ilgili önemli bilimsel sonuçların denemenin ilk yılında değil, ikinci yılında ortaya çıkmaya başladığı söylenebilir. Bu nedenle şeker otu bitkisinde yapılacak çalışmaların tek yıllı sınırlı kalmaması önemlidir.

Spektral ölçümlerden elde edilen bulgulara göre azot uygulanan ve uygulanmayan konularda yetiştirme periyodu boyunca devam eden su kısıtı uygulamalarının, şeker otu bitkisinin mavi, yeşil ve kırmızı dalga boyu (450-700) aralığındaki enerjiyi kullanımında azalmaya (yansımada artış) neden olduğu belirlenmiştir. Sulama rejimi uygulamaları arasındaki değişimler her bir dalga boyu değerlerine göre incelendiğinde ilk yıl azot uygulanan konularda su kısıtının en fazla olduğu I20 uygulaması mavi ve yeşil dalga boylarında altıncı haftadan itibaren, kırmızı dalga boyunda ise üçüncü haftadan itibaren kontrol konusundan farklılıklar göstermiştir. Azot uygulanmayan konularda ise yine I20 sulama rejimi uygulaması mavi dalga boyunda son haftada, kırmızı dalga boyunda ise yedinci haftadan itibaren farklılık göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre genel olarak ilk yıl azot uygulanan ve uygulanmayan konularda mavi ve yeşil dalga boylarının I80, I60 ve I40 uygulamalarındaki farklılıkları belirlemede yetersiz olduğu söylenebilir.

Denemenin ikinci yılında azot uygulanan konularda mavi dalga boyunda I20 uygulaması onuncu haftadan, yeşil dalga boyunda I60, I40 ve I20 sulama rejimi uygulamaları onikinci haftadan itibaren, kırmızı dalga boyunda ise I20 uygulaması üçüncü haftadan itibaren kontrol konusundan (I100) farklılık göstermiştir. Azot uygulanmayan konularda ise mavi dalga boyunda I20 uygulaması, yeşil dalga boyunda ise I40 ve I20 uygulamaları onbirinci haftada, kırmızı dalga boyunda I20 konusundaki farklılıklar ilk haftadan itibaren göze çarpmaktadır.

Elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi dalga boyundaki yansımalar ikinci yıl her ne kadar beklenildiği gibi artan su kısıtı düzeylerine karşın azalış göstermiş olsa da ilk yıl çok dalgalı bir seyir izlemiştir. İkinci yıl azot uygulanan ve uygulanmayan konularda I20 uygulaması dokuzuncu haftadan itibaren kontrol konusundan farklılık göstererek bu dalga boyu bölgesinde daha düşük bir yansıma meydana gelmiştir.

Elektromanyetik spektrumun görünür ve yakın kızılötesi bölgesindeki yansımalar genel olarak değerlendirildiğinde, sulama rejimi uygulamaları arasındaki farkları denemenin ilk haftalarından itibaren en iyi belirleyen dalga boyu aralığı 610-700 nm (kırmızı bant) olmuştur.

Elektromanyetik spektrumun görünür ve yakın kızılötesi bantların çeşitli kombinasyonları ile elde edilen spektral indeksler incelendiğinde, NDVI, VI ve WI indekslerinin su kısıtı arttıkça azalma gösterdiği belirlenmiştir. Bu azalma özellikle denemenin ikinci yılında net bir şekilde ortaya konulmuştur. DVI her iki yetiştirme periyodunda da dalgalı bir seyir izlemiştir. Çalışmada NDVI, VI, DVI ve WI değerlerinin yaş ve kuru herba verimi, yaşve kuru yaprak verimi, stoma iletkenliği, klorofil içeriği ve mevsimsel ET için iyi bir gösterge olabileceği, WI değerlerinin yine bitki su içeriğinin tahmininde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca spektral indeksler, şeker otu

bitkisinin başlıca kalite parametrelerinden reb A, steviosid, reb A+steviosid ve reb A/steviosid miktarları ile de ilişkilendirilmiş olup azot uygulanmayan konularda en iyi korelasyon ($R^2=0.72$, $p<0.05$) ikinci yıl rebaudiosid A/steviosid oranı ile WI indeksi arasında belirlenmiş; azot uygulanan konularda ise ilk yıl steviosid miktarı ile NDVI ($R^2=0.73$, $p<0.05$), DVI ($R^2=0.71$, $p<0.05$), ikinci yıl ise NDVI ($R^2=0.76$, $p<0.05$), VI ($R^2=0.70$, $p<0.05$) ve WI ($R^2=0.71$, $p<0.05$) arasında, reb A+steviosid miktarı ile de NDVI ($R^2=0.76$, $p<0.05$), VI ($R^2=0.70$, $p<0.05$) ve WI ($R^2=0.71$, $p<0.05$) arasında nisbeten orta düzeyde bir ilişki yakalanmıştır.

Sonuç olarak *Stevia rebaudiana* Bertoni bitkisinin şeker ve yapay tatlandırıcılara alternatif doğal tatlandırıcı özelliğine sahip olması nedeniyle Dünya da ve ülkemizde üretim potansiyeli hızla artmaktadır. Bitkinin yetiştiricilik isteklerinin belirlenmesi verim ve kalitesinin artırılması bakımından önemlidir. Bu çalışmayla ülke ekonomisi açısından şeker otu işleme sanayisinin de kurulmasıyla beraber önemi artacak olan yetiştiricilik programlarındaki en önemli faktörlerden sulama ve azot uygulamalarının bitkiye etkileri ortaya konulmuştur. Susuzluğa nisbeten duyarlı olan şeker otu bitkisinde en yüksek yaprak verimi I120 konusunda belirlenmiştir. Ancak şeker otu bitkisinin en önemli kalite parametrelerinden reb A ve steviosid içeriklerine bakıldığında her ne kadar artan su kısıtı ile azalma tespit edilmiş olsa da reb A için I60; steviosid miktarı için ise I80 sulama rejimi uygulamaları I100 konusundan farklılık göstermemektedir. Yani bitki ihtiyacı olan sudan yapılan %20 ve %40'lık kesinti kaliteyi etkileyecek düzeyde değildir. Ayrıca uzaktan algılama tekniklerinin bir kolu olan spektrometre (yersel ölçüm teknikleri) kullanılarak bitkide su kısıtı nedeniyle meydana gelen fizyolojik değişimlerin tespitinde başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Böylelikle su kısıtından kaynaklanan stres durumunun, bitkideki yansıma farklılıkları nedeniyle erken tespit edilmesinde etkili olacağı ve konu ile ilgili ihtiyaç duyulan teknik bilgi birikimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Agustin, L.O., Kenneth, D.S. and Charles, A.F. 2000. Wheat nitrogen use efficiency in a bed planting system in Northwest Mexico. *Agronomy Journal*, 92: 303-308.
- Aladakatti, Y. R., Palled, Y. B., Chetti M. B., Halikatti, S. I., Alagundagi, S. C., Patil, P. L., Patil V. C. and Janawade A. D. 2012. Effect of irrigation schedule and planting geometry on growth and yield of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.). *Karnataka J. Agric. Sci.*, 25 (1): 30-35.
- Allen, W. A., Gausman, H. W. Richardson, A. J. and Thomas J. R. 1969. Interaction of isotropic light with a compact plant leaf. *Journal of the Optical Society of America*, 59: 1376-1379.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop water Requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No: 56. Rome, 300 p.
- Anonim 1. 1997 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71 s.
- Anonim 2. Antalya İli Uzun Yıllık İklim Verileri. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Antalya. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> [Son erişim tarihi: 22.01.2013]
- Aparicio, N., Villegas D., Casadesus, J.I. and Araus Royo, C. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal*, 92: 83-91.
- Aparicio, N., Villegas, D., Royo, C., Casadesus J. and Araus, J.L. 2004. Effect of sensor view angle on the assessment of agronomic traits by ground level hyper-spectral reflectance measurements in durum wheat under contrasting mediterranean conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 25(6): 1131-1152.
- Ashraf, M. A., Maah, M. J. and Yusoff, I. 2011. Introduction to Remote Sensing of Biomass. Biomass and Remote Sensing of Biomass, InTech, pp. 272,
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Decuypere, E., Geuns, J. and Buyse, J. 2008. Evaluation of supplementary stevia (*stevia rebaudiana*, bertoni) leaves and stevioside in broiler diets: effects on feed intake, nutrient metabolism, blood parameters and growth performance. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92(6): 640-649.
- Barriocanal, L.A., Palacios, M., Benitez, G., Benitez, S., Jimenez, J.T., Jimenez, N. and Rojas, V. 2008. Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans. A pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and in type 1 and type 2 diabetics. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 51(1): 37-41.
- Başayığit, L., Albayrak, S., Şenol, H. ve Akgül, H. 2008. Spektrometre Verileri ile Bitki Besin Elementi İçeriğinin Tahmin Edilebilirliği. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, ss. 163-173, Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Behera, M.S., Verma, O.P., Mahapatra, P.K., Singandhupe, R.B., Kumar, A., Kannan and K., Brahmanand, P.S. 2013. Effect of fertigation on stevia (stevia rebaudiana) under drip irrigation. *Indian Journal of Agronomy*, 58(2): 243-250.
- Blackburn G. A. 2007. Hyperspectral remote sensing of plant pigments. *Journal of Experimental Botany*, 58 (4), 855-867.
- Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk Density. In A. Klute, ed., *Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods: Agronomy Monograph no. 9* (2nd ed.), pp. 363-375.
- Campbell, J. B. 2006. *Introduction to Remote Sensing. Fourth Edition* The Guilford Publications, 6p, New York.
- Carneiro, J. W. P., Muniz, A. S. and Guedes, T. A. 1997. Greenhouse bedding plant production of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Canadian Journal of Plant Science*, 77 (3): 473-474.
- Carino-Cortes, R., Hernandez-Ceruelos, A., Torres-Valencia, J., Gonzalez-Avila, M., Arriaga-Alba, M. and Madrigal-Bujaidar, E. 2007. Antimutagenicity of stevia pilosa and stevia eupatoria evaluated with the ames test. *Toxicology in Vitro*, 21(4): 691-697.
- Carter, G. A. 1991. Primary and secondary effects of water content on the spectral reflectance of leaves. *American Journal of Botany*, 78 (7): 916-924.
- Carter, G. A. 1993. Responses of leaf spectral reflectance to plant stress. *American Journal of Botany*, 80 (3): 239-243.
- Ceccato, P., Flasse, S., Tarantola, S., Jacquemoud, S. and Gregoire, J.M. 2001. Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain. *Remote Sensing of Environment*, 77: 22-33.
- Cemeroğlu, B.S. 2013. *Gıda Analizleri. Üçüncü Baskı, Bizim Büro Yayınevi, Ankara.*
- Chan, P., Tomlinson, B., Chen, Y.J., Liu, J.C., Hsieh, M.H. and Cheng, J.T. 2000. A double-blind placebo-controlled study of the effectiveness and tolerability of oral stevioside in human hypertension. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 50(3): 215-220.
- Chapman, S.C. and Barreto, H. J. 1997. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*, 89: 557-562.
- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, M. L., Rodrigues, M. L., Ricardo, C. P. P., Osório, M. L., Carvalho, I., Faria, T. and Pinheiro, C., 2002. How plants cope with water stress in the field photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89: 907-916.
- Curry, L.L. and Roberts, A. 2008. Subchronic toxicity of rebaudioside A. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7): 11-20.
- Çakır, R. 2004. Effects of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crop Research*, 89(1): 1-16.
- Çamoğlu, G. 2010. Farklı su stresi düzeylerinde mısır bitkisinin bazı fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin uzaktan algılama yardımıyla belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 161 s.

- Çetin, M. and Kırda, C. 2003. Spatial and temporal changes of soil salinity in a cotton field irrigated with low-quality water. *Journal of Hydrology* 272: 238–249.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F. and Gürbüz, T. 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* l.) and second crop corn (*Zea mays* l.) in western Turkey. *Agricultural Water Management*, 82: 63-85.
- Danson, M., Steven. M.D., Malthus, T.J. and Clark, J.A. 1992. High-spectral resolution data for determining leaf water content. *International Journal of Remote Sensing*, 13: 461-470.
- Das, K., Dang, R. and Shivananda, T.N. 2008. Influence of bio-fertilizers on the availability of nutrients (n, p and k) in soil in relation to growth and yield of *Stevia rebaudiana* grown in south India. *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 1(1): 20-24.
- Denuit, J. P. , Oliver, M., Goffaux, M.J., Herman, J.I., Goffart, J.P., Destain, J.P. and Frankinet, M. 2002. Management of nitrogen fertilization of winter wheat and potato crops using the chlorophyll meter for crop nitrogen status assessment. *Agronomie*, 22: 847-855.
- Dinç, U., Yeğingil, İ. ve Peştemalci, V. 1994 Uzaktan Algılama. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayın No: FBE-03, Adana.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1986. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 33. Rome. 193p.
- Düzdemir, O., Ünlükara, A. and Kurunç, A. 2009a. Response of cowpea (*Vigna unguiculata*) to salinity and irrigation regimes. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37(3): 271-280.
- Düzdemir, O., Kurunç A. and Ünlükara, A. 2009b. Response of pea (*Pisum sativum*) to salinity and irrigation water regimes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(5): 400-409.
- El-Shikha, D. M., Waller, P., Hunsaker, D., Clarke, T. and Barnes, E. 2007. Ground-based remote sensing for assessing water and nitrogen status of broccoli. *Agricultural Water Management*, 92(3): 183-193.
- English, M. and Raja, S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 32: 1-14.
- Er-Raki, S., Rodriguez, J.C., Garatuza-Payan, J., Watts, C.J. and Chehbouni, A. 2013. Determination of crop evapotranspiration of table grapes in a semi-arid region of northwest Mexico using multi-spectral vegetation index. *Agricultural Water Management*, 122: 12-19.
- Fernández-León, MF., Fernández-León, A.M., Lozano, M., Ayuso, M.C., Amodio, M., Colelli, G. and González-Gómez, D. 2013. Retention of quality and functional values of broccoli ‘parthenon’ stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31(2): 302-313.
- Fronza, D. and Folegatti, M. V. 2003. Water consumption of the stevia (*Stevia rebaudiana*) Bertoni. Crop estimated through microlysimeter. *Scientia Agricola*, 60.

- Gates, D. M., Keegan, H. J., Schleter, J. C. and Weidner, V. R. 1965. Spektral properties of plants. *Appl. Opt.* 4: 11-20.
- Gates, D. M., 1980. Biophysical Ecology. Springer-Verlag, New York. 611 pp.
- Gee, G.W. and Boudier, J.W. 1986. Particle Size Analysis, Methods of Soil Analysis. Part1. 2nd Ed, Agronomy 9, Am. Soc. Agron., pp. 825-844, Madison.
- Geuns, J. 2003. Stevioside. *Phytochemistry*, 64(5): 913-921.
- Gitelson, A. A. and Merzlyak, N. 1996. Signature analysis of leaf reflectance spectra: algorithm development for remote sensing of chlorophyll. *J. Plant Physiol.*, 148: 494-500.
- Hamdy, A., Ragap, R. and Scarascia-Mugnozza, E. 2003. Coping with water scarcity: water saving and increasing water productivity. *Irrigation and Drainage*, 52: 3-20.
- Heute, A.R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25: 53-70.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon and K.H. 1990. Crop Yield Response. Management of Farm Irrigation Systems, 93-122.
- İstanbuluoğlu, A., Kocaman, I. and Konukçu, F. 2002. Water use-production relationship of maize under Tekirdağ conditions in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Science*, 5(3): 287-291.
- İbrahim, I., Nasr, M., Mohammedm, B. and El-Zefzafi, M. 2008. Nutrient factors affecting in vitro cultivation of *Stevia rebaudiana*. *Sugar Tech*, 10(3): 248-253.
- Jackson, R.D., Pinter, Jr.P.J., Reginato, R.J. and Idso, S.B. 1980. Hand-held Radiometry: A Set of Notes Developed for Use at The Workshop on Hand-Held Radiometry. Phoenix, Arizona.
- Jensen, R. J. 2000. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, Prentice Hall.
- Jeppesen, P.B., Gregersen, S., Poulsen, C.R. and Hermansen, K. 2000. Steviosde acts directly on pancreatic beta cells to secrete insulin actions: Independent of cyclic adenosine monophosphate and adenosine triphosphate sensitive K⁺ channel activity. *Metabolism*, 49(2): 208-214.
- Kaiser, H. and Kappen L. 2000. In situ observation of stomatal movements and gas exchange of *Aegopodium podagraria* L. in the understorey. *J. Exp. Bot.*, 51(351): 1741-1749.
- Kamat, D. S., Gopalan, S.K.A., Shashikumar, N.M., Sinha, K.S., Chaturvedi, S.G. and Singh, K.A. 1985. Assessment of water stress effects on crops. *International Journal of Remote Sensing*, 6: 577-589.
- Kang, Y., Wang, F.X., Liu, H.J. and Yuan, B.Z. 2004. Potato evapotranspiration and yield under different drip irrigation regimes. *Irrigation Science*, 23: 133-143.
- Karimi, M., Ahmadi, A., Hashemi, J., Abbasi, A., Tavarini, S., Guglielminetti, L. and Angelini, L. G. 2015. The effect of soil moisture depletion on stevia (*stevia rebaudiana* bertonii) grown in greenhouse conditions: Growth, steviol glycosides

- content, soluble sugars and total antioxidant capacity. *Scientia Horticulturae*, 183: 93-99.
- Kırda, C., Baytorun, A.N., Tanrıverdi, C., Derici, R., Zapata and Topçu, S. 1997. Continous and Intermitted Application of Fertilizers as to Decrease Residual Nitrogen Fertilizer in Greenhouse Soils Planted to Tomatoes. International Conference on Water Management, Salinity and Pollution Control Towards Sustainable Irrigation in the Mediterranean Region, Volume VI, Fertilizers and Water Quality, 22-26 September, Valenzano (Bari), Italy.
- Kırda, C., Topçu, S., Kaman, H., Ülger, A.C., Yazıcı, A., Çetin, M. and Derici, M.R. 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crop Research*, 93: 132-141.
- Kırnak, H. ve Demirtaş, M. N. 2002. Su stresi altındaki kiraz fidanlarında fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (3): 265-270.
- Kimura, R., Okada, S., Miura, H. and 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.
- Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory Methods Methods of Soil Analysis. Part1. 2nd Ed. Agronomy 9.Am. Soc. Agron, pp. 635-660, Madison.
- Knipling, E. B. 1970. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 1: 155-159.
- Kodal, S. 1982. İç Anadolu'da bitki su tüketiminin saptanması için uygun yöntemin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Koyama, E., Sakai, N., Ogori, Y., Kitazawa, K., Izawa, O., Kakegawa, K., Fujino, A. and Ui, M. 2003. Absorption and metabolism of glycosidic sweeteners of stevia mixture and their aglycone, steviol, in rats and humans. *Food and Chemical Toxicology*, 41(6): 875-883.
- Köksal, E.S. 2006. Sulama suyu düzeylerinin şekerpancarının verim, kalite ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisinin, infrared termometre ve spektrometre ile belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kumar, R., Sharma, S. and Prasad, R. 2013. Yield, nutrient uptake, and quality of stevia as affected by organic sources of nutrient. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44: 3137-3149.
- Kurunç, A., Ünlükara, A. and Cemek, B. 2011a. Salinity and Drought Affect Yield Response of Bell Pepper Similarly. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Soil and Plant Science*, 61: 514-522.
- Kurunç, A., Erşahin, S., Uz, B.Y., Sönmez, N.K., Uz, İ., Kaman, H., Bacalan, G.E. and Emekli, Y. 2011b. Identification of nitrate leaching hot spots in a large area with contrasting soil texture and management. *Agricultural Water Management*, 98(6): 1013-1019.
- Lavini, A., Riccardi, M., Pulvento, C., De Luca, S., Scamosci, M. and D'Andria, R. 2008. Yield, quality and water consumption of *Stevia rebaudiana* bertoni grown under

- different irrigation regimes in southern Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 3(2): 135-143.
- Mahidol, C., Prawat, H. and Ruchirawat, S. 1997. Natural products for the improvement of the quality of life. *Pure and Applied Chemistry*, 69(4): 655-658.
- Maki, K., Curry, L., Reeves, M., Toth, P., Mckenney, J., Farmer, M., Schwartz, S., Lubin, B., Boileau, A. and Dicklin, M. 2008. Chronic consumption of rebaudioside A, a steviol glycoside, in men and women with type 2 diabetes mellitus. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7): 47-53.
- Maktav, D. ve Sunar, F. 1991. Uzaktan Algılama-Kantitatif Yaklaşım (Remote Sensing-A Quantitative Approach; Swain/Davis), Çeviri Kitap, Hürriyet Ofset, İstanbul.
- Miller, R.J., Rolston, D.E., Rauschkolb, R.S. and Wolfe, D.W. 1981. Labeled nitrogen uptake by drip irrigated tomatoes. *Agronomy Journal*, 73: 265-270.
- Moraes, R.M., Donega, M.A., Cantrell, C.L., Mello, S.C. and McChesney, J.D. 2013. Effect of harvest timing on leaf production and yield of diterpene glycosides in *Stevia rebaudiana* bert: A specialty perennial crop for Mississippi. *Industrial Crops and Products*, 51: 385-389.
- Orta, A.H., Erdem, T., Erdem, Y. ve Cinkılıç, L. 1997. Sera Koşullarında Damla Yöntemiyle Sulanan Domates Bitkisinin Sulama Zamanının Planlanması. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, ss. 293-300, Kirazlıyayla-Bursa.
- Orta, A.H., İstanbulluoğlu, A. ve Albut, S. 1997. Tekirdağ koşullarında mısırın su tüketimi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 38-43.
- Pandey, R.K., Maranville, J.W. and Chetima, M.M. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a sahelian environment II. shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agricultural Water Management*, 46: 15-27.
- Papadopoulos, I. 1988. Nitrogen fertigation of trickle irrigated potato. *Fertilizer Research*, 16: 157-167.
- Papadopoulos, I. 1992. Fertigation of Vegetables in Plastic Houses: Present Situation and Future Prospects. ISHS Symposium on Soil and Soilless Media under Protected Cultivation in Mild Winter Climates.
- Parris, C. A., Shock, C. C. and Qian, M. 2017. Soil water tension irrigation criteria affects *Stevia rebaudiana* leaf yield and leaf steviol glycoside composition. *Hort. Science*, 52 (1): 154-161.
- Patil, N.M. 2010. Biofertilizer effect on growth, protein and carbohydrate content in *Stevia rebaudiana* var. Bertoni”, *Recent Research in Science and Technology*, 2(10): 42-44.
- Penuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J. and Field, C.B. 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen-and water – limited sunflower leaves. *Remote Sensing of Environment*, 48: 135-146.
- Penuelas, J., Pinol, J., Ogaya, R. and Fiella, I. 1997. Estimation of plant water concentration by the reflectance water index WI (R900/R970). *International Journal of Remote Sensing*, 18: 2869-2875.

- Pinol, J., Filella, I., Ogaya, R. and Penuelas, J. 1998. Ground-based spectroradiometric estimation of live fine fuel moisture of mediterranean plants. *Agricultural and Forest Meteorology*, 90:173-186.
- Ramesh, K., Singh, V. and Megeji, N. W. 2006. Cultivation of stevia (*Stevia rebaudiana*): A comprehensive review. *Adv. Agron.*, 89: 137-177.
- Rashid, Z., Rashid, M., Inamullah, S., Rasool, S. and Bahar, F.A. 2013. Effect of different levels of farmyard manure and nitrogen on the yield and nitrogen uptake by stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *African Journal of Agricultural Research*, 8(29): 3941-3945.
- Raun, R.W. and Johnson, G.V. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*, 91: 357-363.
- Ren G. and Shi Y. 2012. The effects of drought stress on the photosynthetic parameters and dry leaf yield of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Advanced Materials Research*, 518(523): 4786-4789.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook No.60, p. 160, USSL.
- Richards, J.A. and JIA, X. 1991 Remote Sensing Digital Analysis: An Introduction. 3rd ed., Springer-Verlag Inc., p. 39-74, New York.
- Rouse, Jr.W., Hass R.H., Well, J.A. and Deering, D.W. 1973. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ETRS. In: third ETRS Symposium, NASA SP353, p. 309-317, Washington, DC.
- Royo, C., Aparicio, N., Vilegas, D., Casadesus, J., Monneveux P. and Araus, J. L. 2003. Usefulness of spectral reflectance indices as durum wheat yield predictors under contrasting mediterranean conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 4403-4419.
- Sabir, A. and Yazar, K. 2015. Diurnal dynamics of stomatal conductance and leaf temperature of grapevines (*Vitis vinifera* L.) in response to daily climatic variables. *Acta. Sci. Pol. Hortorum Cultus.*,14: 3-15.
- Sarı, M., Aksoy, T., Köseoğlu, T., Kaplan, M., Kılıç, Ş. ve Pılanalı, N. 1993. Akdeniz Üniversitesi Yerleşim Alanının Detaylı Toprak Etüdü ve İdeal Arazi Kullanım Planlaması. Akdeniz Üniversitesi Yayınları, ss. 145, Antalya.
- Schepers, J.S., Francis, D. D.,Vigil, M.F. and Below, F. E. 1992. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings, commun. *Soil Sci. Plant Anal.*, 23: 2173 – 2187.
- Serfatya, M., Ibdah, M., Fischer, R., Chaimovitsh, D., Saranga, Y. and Dudai, N. 2013. Dynamics of yield components and stevioside production in *Stevia rebaudiana* grown under different planting times. *Plant Stands and Harvest Regime*, 50: 731-736.
- Singandhupe, R.B., Rao, G.G.S.N., Patil, N.G. and Brahmanand, P.S. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L). *European Journal of Agronomy*, 19: 327-340.

- Sivaram, L. and Mukundan, U. 2003. In vitro culture studies on *Stevia rebaudiana*. In *Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 39(5): 520-523.
- Slatter, N. P. 1980. Remote Sensing Optics and Optical Systems. Addison- Wesley Publishing Company, London.
- Spanos, G.A. and Wrolstad, R.E. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(7): 1565-1571.
- Sönmez, N. K. 1996. Landsat-5 TM uydusunun sayısal verileri ile Antalya bölgesindeki buğday bitkisinin spektral özelliklerinin ve alansal dağılımının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 95 s.
- Sönmez, N.K., Emekli, Y., Sarı, M. and Baştuğ, R. 2008. Relationship between spectral reflectance and water stress conditions of bermuda grass (*Cynodon dactylon* L.). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 51: 223-233.
- Sönmez, N.K., Kurunç, A., Bacalan, G.E., Kaman, H. ve Erinç, N.E. 2013. Farklı Tuzluluk Düzeyine Sahip Sulama Sularının Bazı Sebze Türlerindeki Gelişimine Etkisinin Spektrometrik Ölçümler Kullanılarak Araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Proje Raporu. Antalya.
- Teilet, P.M., Staenz, K. and Williams, D.J. 1997. Effects of spectral, spatial and radiometric characteristics on remote sensing vegetation indices of forested regions. *Remote Sensing of Environment*, 61(1): 139-149.
- Thenkabail, P.S., Smith, R.B. and Pauw, E.D. 2000. Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics. *Remote Sensing of Environment*, 71: 158-182.
- Thomas, J.R., Namken, L.N., Oether, G.F. and Brown, R.G. 1971. Estimating leaf water content by reflectance measurements. *Agronomy Journal*, 63: 845-847.
- Tilling, A. K., O'Leary, G., Ferwerda J. G., Jones, S. D., Fitzgerald, G. J., Rodriguez, D. and Belford, R. 2007. Remote sensing of nitrogen and water stress in wheat. *Field Crops Research*, 104: 77-85.
- Topal, A., Yalvaç, K. and Akgün, N. 2003. Efficiency of topdresses nitrogen sources and application times in fallow-wheat cropping system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34(9&10): 1211-1224.
- Topçu, S., Kırdı, C., Daşgan, Y., Kaman, H., Çetin, M., Yazıcı, A. and Bacon, M.A. 2007. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. *Eurepean Journal of Agronomy*, 26: 64-70.
- Tosun, J. 2013. Stevia-based sweeteners as a food additive. In: Risk Regulation in Europe, Springer, pp. 83-95, Germany.
- Toyoda, K., Matsui, H., Shoda, T., Uneyama, C., Takada, K. and Takahashi, M. 1997. Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats. *Food and Chemical Toxicology*, 35(6): 597-603.
- Tucker, C. J., and Garratt, M. W. 1977. Leaf Optical System Modeled as a Stochastic Process. *Applied Optics* 16: 635-642.

- Turgut K., Uçar E., Tütüncü B. ve Özyiğit Y. 2014. Antalya Koşullarında Şeker Otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Yetiştirme Olanaklarının Araştırılması. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül 2014, Yalova.
- Turner, F. T. and Jund, M. F. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice. *Agronomy Journal*, 83: 926-928.
- Uçar, E., Özyiğit, Y., Demirbaş, A., Yasin Güven, D. and Turgut, K. 2017. Effect of different nitrogen doses on dry matter ratio, chlorophyll and macro/micro nutrient content in sweet herb (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(10): 1231-1239.
- Wheeler, A., Boileau, A., Winkler, P., Compton, J., Prakash, I., Jiang, X. and Mandarino, D. 2008. Pharmacokinetics of rebaudioside A and stevioside after single oral doses in healthy men. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7): 54-60.
- William, J.E. and Randall, G.W. 1997. Fate of fertilizer nitrogen an affected by time and rate of application on corn. *Soil Science Society of American Journal*, 61: 1695-1703.
- Woolley, J. T. 1971. Reflectance and transmittance of light by leaves. *Plant Physiology* 47: 656-662.
- Wölwer-Rieck, U., Tomberg, W. and Wawrzun, A. 2010. Investigations on the stability of stevioside and rebaudioside A in soft drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(23): 12216-12220.

ÖZGEÇMİŞ

GÜLÇİN ECE ASLAN
ecebacalan@akdeniz.edu.tr
ecebacalan@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2009-2012	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya
Lisans 2004-2008	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Çanakkale

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi 2009- 2018	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya
-----------------------------------	---

ESERLER:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Kurunc A., Erşahin S., Uz B. Y., Sönmez N. K., Uz İ., Kaman H., Bacalan G. E. and Emekli N. Y. (2011). Identification of Nitrate Leaching Hot Spots in a Large Area with Contrasting Soil Texture and Management. Agricultural Water Management, 98(6) 1013-1019.

2- Kaman H., Kurunç A., Sönmez N. K., Çetin, M., Yetgin Uz B. and Bacalan G. E. (2011). Preliminary Investigation of Seawater Intrusion into Inland through Acisu Creek in Antalya Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 9(2) 612-617.

3- Kaman H., Sönmez N. K., Çetin, M., Kurunç A., Bacalan G. E and Yetgin Uz B. (2011). Denizle İrtibatlı Akarsularda Deniz Suyu Girişiminin İrdelenmesi: Antalya Acısu Deresi Örneği. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(2) 43-47. ((2) nolu eserle benzerdir. Ancak bu yayın daha dar kapsamlı olup yalnızca 1 dönemlik veriyi içermektedir.)

4- Sönmez N. K., Aslan G. E. ve Kurunç A. (2015). Farklı Tuz Stresi Altındaki Domates Bitkisinin Spektral Yansıma İlişkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 21 585-595.

5- Kurunç A., Erşahin S., Sönmez N. K., Kaman H., Uz İ., Yetgin Uz B. ve Aslan G. E. (2016). Seasonal changes of spatial variation of some groundwater quality variables in a large irrigated coastal Mediterranean region of Turkey. Science of The Total Environment, 554(555) 53-63.

6- Aslan G. E., Karaca C., Kurunç A. and Kaman H. (2017). Effects on Water Stress on Daily Stomatal Conductivity of *Stevia rebaudiana*. International Journal of Plant & Soil Science, 19(4) 1-8.

Ulusal/Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Kurunç A., Sönmez N. K., Erşahin S., Yetgin Uz B., Kaman H., Uz İ., Emekli N. Y. ve Bacalan G. E. (2010). Antalya Köprüçay Sulamasının Taban Suyuna Etkisinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Belirlenmesi 1.Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. 27-29 Mayıs. Sütçü İmam Üniversitesi Kahramanmaraş, Türkiye 342-352.

2- Erşahin S., Kurunç A. Sönmez N. K., Yetgin Uz B., Kaman H., Uz İ., Emekli N. Y. and Bacalan G. E. (2010). Spatial variation of some physical and chemical properties of soils in Serik plain In: Proceedings of the International Soil Science Congress On Management Of Natural Resources To Sustain Soil Health And Quality. May 26-28, Ondokuz Mayıs University Samsun, Turkey 106-115.

3- Kurunç A., Erşahin S., Yetgin Uz B., Sönmez N. K. Uz I., Kaman H. Bacalan G. E. and Emekli N. Y. (2010). Identification of Nitrate Leaching Hot Spots in a Large Area With Contrasting Management and Soil Texture. In: Proceedings of the International Soil Science Congress on Management of Natural Resources to Sustain Soil Health and Quality. May 26-28, Ondokuz Mayıs University Samsun, Turkey 153-161.

4- Kaman H., Özbek Ö., Polat E., Kurunç A., Aslan G. E., Erinç E., Karaer M. (2012). Kısıntılı Sulamanın Hıyar Bitkisi Verimine Etkisi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. 24-25 Mayıs, Ege Üniversitesi İzmir, Türkiye.

5- Aslan G. E. and Sönmez N. K. (2013). Relationship between spectral reflectance and different salt stress conditions of Pepper. 1st Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition. October 01-03, Kyrgyz-Turkish Manas University Bishkek, Kyrgyzstan. Soil-Water Journal Vol 2(2) 1373-1380.

6- Aslan G. E., Kurunç A., Turgut K., Kaman H., Karaca., Tütüncü B., Ekizoğlu H. and Karakaş M. C. (2017). Effects on Different Irrigation Regimes on Quality Parameters of *Stevia rebaudiana* Bertoni. The Third International Mediterranean Symposium on

Medical and Aromatic Plants. April 13-16, Girne-Turkish Republic of Northern Cyprus 138.

7- Aslan G. E., Kurunç A., Tezcan A., Karaca C., Turgut K., Tütüncü B. ve Ekizoğlu H. (2017). Farklı Tuzluluk Düzeyine Sahip Sulama Sularının Şeker Otunda (*Stevia rebaudiana*) Bitki Gelişim, Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. 2. Ulusal Biyosistem Mühendisliđi Kongresi, 29 Haziran- 1 Temmuz, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tokat, Türkiye.

8. Aslan G. E., Karaca C., Kurunç A. and Kaman H. (2017). Effects on Water Stress on Daily Stomatal Conductivity of *Stevia rebaudiana* Bertoni. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, May 15-17, Cappadocia, Turkey.