

TC.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEKER OTU (*Stevia rebaudiana* Bertoni) BİTKİSİNİN BAZI VERİM VE
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE FARKLI AZOT DOZLARININ
ETKİSİ

Esra UÇAR SÖZMEN

DOKTORA TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

2015

**TC.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞEKER OTU (*Stevia rebaudiana* Bertoni) BİTKİSİNİN BAZI VERİM VE
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE FARKLI AZOT DOZLARININ
ETKİSİ**

Esra UÇAR SÖZMEN

**DOKTORA TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2015

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞEKER OTU (*Stevia rebaudiana* Bertoni) BİTKİSİNİN BAZI VERİM VE
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE FARKLI AZOT DOZLARININ
ETKİSİ**

Esra UÇAR SÖZMEN

**DOKTORA TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez .././201.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kenan TURGUT

Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI

Prof. Dr. Naci ONUS

Prof. Dr. Mustafa KARHAN

Prof. Dr. Ekrem GÜREL

ÖZET

ŞEKER OTU (*Stevia rebaudiana* Bertoni) BİTKİSİNİN BAZI VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE FARKLI AZOT DOZLARININ ETKİSİ

Esra UÇAR SÖZMEN

Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Kenan TURGUT
Şubat 2015, 111 sayfa

Bu tez çalışmasında farklı azot dozlarının *Stevia rebaudiana* bitkisinin verim (ilk çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, dal sayısı, yeşil herba verimi, yeşil yaprak verimi, kuru herba verimi, kuru yaprak verimi, yaprak/sap oranı, kuru yaprak/sap oranı) ve kalite (steviol glikozit içeriği) özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Deneme, 2011-2012-2013 yıllarında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisinde 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 yıl süreyle yürütülmüştür. Ekimler 65 cm sıra arası ve 45 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde yapılmıştır. Her bir parselde fide dikiminden sonra farklı dozlarda (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da N) % 33 N içeren Amonyum Nitrat gübresi uygulanmış ve dikimden önce parsellere ayrıca 8 kg/da potasyum ve fosfor uygulanmıştır.

Üç yılın ortalamaları değerlendirilmiş ve elde edilen verilere göre; çiçeklenme gün sayısı açısından en erken çiçeklenme 0 azot dozunda 162. günde görülmüştür. En yüksek bitki boyu 121 cm ile 10 ve 15 kg/da azot dozlarında tespit edilmiştir. En fazla ana dal sayısı 19 adet ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, 2675.3kg/da ile en fazla yeşil herba verimi 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. En fazla yeşil yaprak verimi ise 1326.58 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, en fazla kuru herba verimi 750 kg/da ile yine 15 kg/da azot dozunda belirlenmiştir. En fazla kuru yaprak verimi 381.75 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, en fazla yaprak/sap oranı 1.09 kg/da ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Steviol glikozit açısından değerlendirildiğinde ise en fazla steviosid miktarı 12.40 ile 5 kg/da azot dozu uygulamasında görülürken, en yüksek rebaudiosid A oranı 5.65 ile 5 kg/da azot dozu uygulamasında görülmüştür. Çalışma sonunda 10 kg/da azot dozunun şeker otu yetiştiriciliği için uygun olduğu ve bitkinin Antalya koşullarında çok yıllık olarak yetiştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Stevia rebaudiana*, azot, verim, kalite, steviosid, rebaudiosid A

JÜRİ: Prof. Dr. Kenan TURGUT (Danışman)
Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI
Prof. Dr. Naci ONUS
Prof. Dr. Mustafa KARHAN
Prof. Dr. Ekrem GÜREL

ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT NITROGEN DOSES ON THE SOME YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF SUGAR PLANT (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

Esra UÇAR SÖZMEN

PhD Thesis in Field Crops
Supervisor: Prof. Dr. Kenan TURGUT
February 2015, 111 pages

In this thesis, effects of different nitrogen doses on yield (days for flowering, plant height, number of stem, green herb yield, green leaf yield, drog herb yield, drog leaf yield, leaf/stem rate, drog leaf/stem rate) and quality (steviol glycoside content) of *Stevia rebaudiana* plant were investigated. The experiment was carried out in randomized plots design with four replications during three years (2011-2012-2013) at the Field Crops Research and Application fields of Agriculture Faculty, Akdeniz University. Row spacing and intra-row spacing were 65 cm and 45 cm, respectively. For nitrogen treatments, ammonium nitrate fertilizer (33% N) was applied to each experimental plot after planting the seedlings for various N doses (0, 5, 10, 15 and 20 kg/da N). Also, 8 kg/da potassium and phosphate were applied to the plots just before the planting.

According to three years average results, it can be underlined that the earliest flowering was observed on day 162 in 0 of N dose in terms of the number of days to flowering. The highest plant height was determined from 10 and 15 kg/da N doses as 121 cm. While the highest number of main stem was observed from 10 kg/da N dose as 19, the highest fresh herb yield was obtained from 15 kg/da N dose as 2675.3 kg/da. Furthermore, the highest fresh leaf yield was found to be 1326.58 kg/da from 10 kg/da N dose and the highest dry herb yield was determined as 750 kg/da from 15 kg/da N dose. The highest dry leaf yield was obtained from 10 kg/da N dose as 381.75 kg/da. On the other hand, the best leaf/stem rate was 1.09 in control group. In terms of steviol glycosides, the highest ratio of stevioside and rebaudioside A were determined from 5 kg/da N dose as 12.40 and 5.65 respectively. In addition the highest ratio of rebaudioside A was obtained as 5.65 from 5 kg/da N dose. As a result, 10 kg/da N dose is suitable for cultivation of sugar plant and this plant can be grown as perennial plant in Antalya conditions.

KEYWORDS: *Stevia rebaudiana*, nitrogen, yield, quality, stevioside, rebaudioside A

COMMITTEE: Prof. Dr. Kenan TURGUT (Supervisor)
Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKÇI
Prof. Dr. Naci ONUS
Prof. Dr. Mustafa KARHAN
Prof. Dr. Ekrem GÜREL

ÖNSÖZ

Asteraceae familyasından çok yıllık bir bitki olan şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni.)'nin yaprakları sakkarozdan daha tatlı olan steviosid, rebaudiosid A, B, C, D, E ve dulkosit-A gibi glikozitler içermektedir. Bu tatlandırıcının sakkarozdan 200-300 kat daha etkili olduğu bilinmektedir. Şeker otu bitkisinden elde edilen tatlandırıcı, hazmedildiği esnada insülin salgılanmasına gerek duymadığından şeker hastaları tarafından rahatlıkla kullanılabilir. Sıfır kalori özelliğinden dolayı diyet ürünlerinde de rahatlıkla kullanılabilir.

Yukarıda belirtilen olumlu özelliklerine rağmen, şeker otunun ülkemizde yetiştiriciliği henüz yaygınlaşmamış ve yeterince bilimsel çalışma yapılmamıştır. Bilindiği üzere bitkisel üretimde başarılı olabilmek için, kültürel uygulamaların iyi bir şekilde ve zamanında yapılması gerekir. Kültürel uygulamalar arasında ise gübreleme önemli bir yere sahiptir. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi şeker otu yetiştiriciliğinde de en önemli agronomik işlemlerden birisi gübrelemedir. Bitkilerin gelişebilmesi ve ürün verebilmesi için bitki besin elementleri mutlak gerekli unsurlardır. Bu elementlerin eksikliği durumunda bitki gelişimi yavaşlamakta hatta durma noktasına gelmektedir. Bitki besin elementleri içerisinde de azot (N) bir çok yaşamsal faaliyet (protein, klorofil ve nükleik asit ana maddesi, vejetatif aksam gelişimi) için gerekli bir elementtir. Bitkilerin azot eksikliğine maruz kaldığı durumlarda verim düşmektedir. Azotun fazla olduğu durumlarda ise bitkinin vejetatif gelişme periyodu uzamakta, çiçeklenmesi gecikmekte ve kalitede düşmeler meydana gelmektedir. Bu çalışmada, Antalya ekolojik koşullarında şeker otu bitkisinde verim ve kalite açısından en uygun azot dozunun belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında farklı azot dozlarının şeker otu bitkisinde verim ve kalite (steviosid ve rebaudiosid A içerikleri) üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bilgiler değerlendirilmiş, ülkemiz için henüz yeni bir bitki olan ve ekim alanı neredeyse olmayan şeker otu bitkisinde azotlu gübrelemenin etkisi ve en uygun azot dozu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasının her aşamasında beni destekleyen ve yönlendiren danışmanım Sayın Prof. Dr. Kenan TURGUT'a (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Steviol glikozit analizlerinin yapımı sırasında hiçbir yardımdan kaçınmayan bilgi ve emeklerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Temel ÖZEK ve Doç. Dr. Gülmira ÖZEK'e (Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi), tezimin her aşamasında emeğini ve bilgisini benimle paylaşan ve destek olan sevgili arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Yaşar Özyiğit'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tez çalışmasının yürütülmesi için Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Arazisini kullanmama izin veren Ziraat Fakültesi Dekanlığına, Tarla Bitkileri Bölüm Başkanlığına'da ayrıca teşekkür ederim. Lisans üstü eğitimim süresince maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili anneme (Yasemin UÇAR), babama (Ercan UÇAR), kız kardeşime (H. Seda UÇAR) ve sevgili eşime (Yrd. Doç. Dr. Fazlı SÖZMEN) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER (LİTERATÜR TARAMALARI).....	3
2.1. Stevia Tarihi (Genel Bilgi)	3
2.2. Botanik Özellikleri.....	5
2.3. Ekolojik İstekleri.....	5
2.4. Şeker Otu Kimyasal Bileşenleri	6
2.5. Azotun Bitkiler Üzerine Etkisi.....	14
2.6. Gübrelemenin Şeker otunun Ürün Verimi Üzerine Etkisi	14
3. MATERYAL VE METOT.....	21
3.1. Arazi Çalışmaları	21
3.1.1. Denemenin yapıldığı arazi toprak yapısı	21
3.1.2. İklim verileri	21
3.2. Deneme Detayları	29
3.2.1. Deneme deseni.....	29
3.2.2. Gübre Uygulaması.....	29
3.2.3. Denemenin kurulması	30
3.2.4. Denemenin sulanması ve yabancı ot mücadelesi	32
3.3. Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Başlıca Gözlem, Ölçüm ve Analizler	33
3.4. Hasat	34
3.4.1. Biçim	34
3.5. Kurutma	37
3.6. Steviol Glikozitlerin Çıkarılması	39
3.6.1. Bitki ekstraksiyonu	39
3.6.2. Steviol glikozit (steviosid ve rebaudiosid A) değerlerinin belirlenmesi	39
3.7. İstatistik Analizler	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	41
4.1. Büyüme Değerleri	41
4.1.1. İlk çiçeklenme tarihi	41
4.1.2. Bitki boyu (cm).....	45
4.1.3. Ana dal sayısı (adet)	49
4.1.4. Kuru madde oranı (%).....	54

4.1.5. Yaprak kuru madde oranı	57
4.2. Verim Değerleri.....	61
4.2.1. Yeşil herba verimi (kg/da)	61
4.2.2. Yeşil yaprak verimi (kg/da)	65
4.2.3. Kuru herba verimi (kg/da).....	70
4.2.4. Kuru yaprak verimi (kg/da).....	74
4.2.5. Yaprak/sap oranı	79
4.2.6. Kuru yaprak/sap oranı	83
4.2.7. Steviol glikozit oranı (bitki başına %).....	86
4.2.8. Steviosid oranı	93
4.2.9. Rebaudiosid A oranı	97
5. SONUÇ	101
6. KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
C	Karbon
Mg	Magnezyum
Ca	Kalsiyum
S	Kükürt
H	Hidrojen
O	Oksijen
P ₂ O ₅	Difosforpentaoksit
K ₂ O	Potasyumoksit
CaO	Kalsiyumoksit
MgO	Magnezyumoksit
CO ₂	Karbondioksit
KNO ₃	Potasyumnitrat
H ₃ PO ₄	Fosforik asit
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyumnitrat
°C	Santigrat derece
kg	Kilogram
da	Dekar
ha	Hektar
µl	Mikrolitre
g	Gram
mm	Milimetre
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
µm	Mikrometre
nm	Nanometre
Acre	4 046.85642 m ²
m	Metre
ml	Mililitre
t	Ton
lt	Litre
β	Beta
α	Alfa

Kısaltmalar

min	Minimum
%	Yüzde
dev	Devir
dak	Dakika

ppm	Parts per million
kpa	kilopascal
TLC	Thin layer chromatography
GC-MS	Gas chromatography–mass spectrometry
SFE	Solvent free extraction
UV	Ultravijole
ATP	Adenozin trifosfat
ADP	Adenozin difosfat
HPTLC	High performance thin layer chromatography
HPLC-ESI-MS	High-performance liquid chromatography/electrospray ionization tandem mass spectrometry

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Steviol glikozit ve uçucu yağ çıkarma aşamaları	6
Şekil 2.2. Steviosidin genel yapısı (R1 ve R2 grupları Çizelge 2.4'te verilmiştir).....	9
Şekil 2.3. Steviosid ve Rebaudiosid A'nın açık formülleri	10
Şekil 2.4. Dulkosid A ve Rebaudiosid B'nin açık formülleri	11
Şekil 2.5. Dulkosid B ve Rebaudiosid E'nin açık formülleri	11
Şekil 2.6. Rebaudiosid D'nin açık formülü	12
Şekil 3.1. 2011 yılına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri.....	22
Şekil 3.2. 2011 yılına ait aylık ortalama nem değerleri	23
Şekil 3.3. 2011 yılına ait aylık günlük toplam güneşlenme süresi değerleri	23
Şekil 3.4. 2011 yılına ait aylık yağış miktarı değerleri	24
Şekil 3.5. 2012 yılına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri	25
Şekil 3.6. 2012 yılına ait aylık ortalama nem değerleri	25
Şekil 3.7. 2012 yılına ait aylık günlük toplam güneşlenme süresi değerleri	26
Şekil 3.8. 2012 yılına ait aylık yağış miktarı değerleri	26
Şekil 3.9. 2013 yılına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri	27
Şekil 3.10. 2013 yılına ait aylık ortalama nem değerleri.....	28
Şekil 3.11. 2013 yılına ait aylık günlük toplam güneşlenme süresi değerleri	28
Şekil 3.12. 2013 yılına ait aylık yağış miktarı değerleri	29
Şekil 3.13. Gübre dozlarının deneme parsellerindeki dağılımı	29
Şekil 3.14. Araziye dikilmeye hazır şeker otu fideleri	30
Şekil 3.15. Fidelerin araziye aktarılması ve can suyu verilmesi	31
Şekil 3.16. Araziye dikimden 35 gün sonra şeker otu fidelerinin görünümü	31
Şekil 3.17. Denemenin 2. yılı çıkış yapan şeker otu bitkisinden görünüm	32
Şekil 3.18. Damla sulama sistemi kurulmuş şeker otu parselleri.....	32

Şekil 3.19. Şeker otu parsellerinden genel bir görünüm	33
Şekil 3.20. Hasat zamanı gelmiş çiçeklenme başlangıcındaki şeker otu bitkileri	35
Şekil 3.21. Şeker otu bitkisinin biçimi ve biçim sonrası görünümü	35
Şekil 3.22. Hasattan sonra bitkilerin tartılması	36
Şekil 3.23. Yaprak ve sapı ayrılmış şeker otu bitkisi.....	36
Şekil 3.24. Şeker otu bitkisinin ayrılmış yaprak ve saplarının tartımı	37
Şekil 3.25. Yaprak ve sapların ayrılmasından sonra örneklerin 300'er gram olacak şekilde tartılması	38
Şekil 3.26. Kuru madde oranını belirlemek için yaprak ve sapların birlikte 300'er g örnekler halinde kurutma dolabında kurutulması	38
Şekil 3.27. 300'er gram olacak şekilde ayarlanan yaprak örneklerinin gölgede kurutulması.....	39
Şekil 3.28. HPTLC plağına uygulanan örneklerin (10 µl) miktarları ve steviosid ve rebaudiosid A standart maddelerinin 3 farklı (2, 6 ve 10 µL) konsantrasyonuna bağlı olarak kalibrasyon eğrileri çizilip, bu değerler üzerinden miktar tayini yapılmıştır.....	40
Şekil 4.1. İlk çiçeklenme gün sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N).....	44
Şekil 4.2. İlk çiçeklenme gün sayısının üç yıllık ortalaması	44
Şekil 4.3. Bitki boyu açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	48
Şekil 4.4. Bitki boyunun üç yıllık ortalaması	49
Şekil 4.5. Ana dal sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	52
Şekil 4.6. Ana dal sayısının üç yıllık ortalaması	53
Şekil 4.7. Kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	56

Şekil 4.8. Yıllara göre kuru madde oranı.....	57
Şekil 4.9.Yaprak kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	60
Şekil 4.10. Yıllara göre yaprak kuru madde.....	61
Şekil 4.11. Yeşil herba verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N).....	63
Şekil 4.12. Yıllara göre yeşil herba verimi.....	65
Şekil 4.13. Yeşil yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	68
Şekil 4.14. Yıllara göre yeşil yaprak verimi.....	70
Şekil 4.15. Kuru herba verimi (kuru herba verimi) açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	73
Şekil 4.16. Yıllara göre kuru herba verimi	74
Şekil 4.17.Kuru yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N).....	77
Şekil 4.18. Yıllara göre kuru yaprak verimi	79
Şekil 4.19. Yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N).....	82
Şekil 4.20. Yıllara göre yaprak/sap oranı	82
Şekil 4.21. Kuru yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)	85
Şekil 4.22. Yıllara göre kuru yaprak/sap oranı.....	86
Şekil 4.23. Optimum koşullarda standart steviosid ve rebaudiosid A'nın HPTLC kromatogramı. (RebA_Std: rebaudiosid, Ozb_Std: steviosid)	87

Şekil 4.24. Optimum koşullarda standart steviosid ve rebaudiosid A'nın HPTLC kromatogramı. (RebA_Std: rebaudiosid, Ozb_Std: steviosid)	88
Şekil 4.25. Steviosid (üstteki spot) ve rebaudiosid A (alttaki spot) standartları ile ekstraktların standart İTK kromatogramı (254 nm UV ışığı altında). En sağdaki üç spot standartlara ait, diğerleri ise ekstraktlara ait spotlar	89
Şekil 4.26. Steviosid (alttaki spot) ve rebaudiosid A (üstteki spot) standartları ile ekstraktların standart İTK kromatogramı (366 nm UV ışığı altında). En sağdaki üç spot standartlara ait, diğerleri ise ekstraktlara ait spotlar	89
Şekil 4.27. Steviosid (alttaki spotlar) ve rebaudiosid A (üstteki spotlar) standartları ile ekstraktların standart İTK kromatogramı (Beyaz ışık altında). En sağdaki üç spot standartlara ait, diğerleri ise ekstraktlara ait spotlar	90
Şekil 4.28. 20 kg/da dozunun 3. tekerrüründeki (T787A-1) İTK plaklarının ve steviosid ve rebaudiosid A piklerinin grafiksel görünümü	91
Şekil 4.29. 10 kg/da dozunun 3. tekerrüründeki İTK plaklarının ve steviosid ve rebaudiosid A piklerinin grafiksel görünümü	91
Şekil 4.30. Steviosid kalibrasyon eğrisi	92
Şekil 4.31. Rebaudiosid A kalibrasyon eğrisi.....	93
Şekil 4.32. Steviosid oranı açısından azot dozlarına göre birinci yılın, ikinci yılın ve iki yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N).....	96
Şekil 4.33. Yıllara göre steviosid oranı.....	96
Şekil 4.34. Rebaudiosid A oranı açısından azot dozlarına göre birinci yılın, ikinci yılın ve iki yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N).....	99
Şekil 4.35. Yıllara göre rebaudiosid A oranı	100

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. 1988-1991 yılları arasında Güney Kore’de başlıca tüketilen tatlandırıcılar (ton).....	4
Çizelge 2.2. Komisyon raporlarındaki steviol glikozitlerin kullanılma seviyeleri	4
Çizelge 2.3. Steviol glikozit elde etme aşamaları	7
Çizelge 2.4. Farklı steviosid bileşikler (Wallin, 2004)	9
Çizelge 2.5. Şeker otundanelde edilen diterpenoid <i>ent</i> -Kaurene’nin bileşenleri	12
Çizelge 2.6. Farklı ülkelerden alınan şeker otu yapraklarındaki steviosid ve rebaudiosidlerin kompozisyonu	13
Çizelge 3.1. Deneme Alanı Toprak Analiz Sonuçları.....	21
Çizelge 3.2. 2011 yılı iklim verileri	22
Çizelge 3.3. 2012 yılı iklim verileri	24
Çizelge 3.4. 2013 yılı iklim verileri	27
Çizelge 4.1. Birinci yıla ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu.....	41
Çizelge 4.2. İkinci yıla ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu	42
Çizelge 4.3. Üçüncü yıla ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu	42
Çizelge 4.4. Üç yılın ortalamasına ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu.....	42
Çizelge 4.5. İlk çiçeklenme gün sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	43
Çizelge 4.6. Birinci yıla ait bitki boyu için varyans analiz tablosu	45
Çizelge 4.7. İkinci yıla ait bitki boyu için varyans analiz tablosu	46
Çizelge 4.8. Üçüncü yıla ait bitki boyu için varyans analiz tablosu	46
Çizelge 4.9. Üç yılın ortalamasına ait bitki boyu için varyans analiz tablosu	46
Çizelge 4.10. Bitki boyu açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması.....	47
Çizelge 4.11. Birinci yıla ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu	50

Çizelge 4.12. İkinci yıla ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu	50
Çizelge 4.13. Üçüncü yıla ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu	50
Çizelge 4.14. Üç yılın ortalamasına ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu	51
Çizelge 4.15. Ana dal sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	52
Çizelge 4.16. Birinci yıla ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	54
Çizelge 4.17. İkinci yıla ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	54
Çizelge 4.18. Üçüncü yıla ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	54
Çizelge 4.19. Üç yılın ortalamasına ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu .	55
Çizelge 4.20. Kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	56
Çizelge 4.21. Birinci yıla ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	57
Çizelge 4.22. İkinci yıla ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	58
Çizelge 4.23. Üçüncü yıla ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	58
Çizelge 4.24. Üç yılın ortalamasına ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu	59
Çizelge 4.25. Yaprak kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	60
Çizelge 4.26. Birinci yıla ait yeşil herba verimi için varyans analiz tablosu	61
Çizelge 4.27. İkinci yılın yeşil herba verimi varyans analiz tablosu	62
Çizelge 4.28. Üçüncü yılın yeşil herba verimi varyans analiz tablosu	62
Çizelge 4.29. Üç yılın ortalamasına ait yeşil herba verimi için varyans analiz tablosu .	62
Çizelge 4.30. Yeşil herba verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	63
Çizelge 4.31. Birinci yıla ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu	66
Çizelge 4.32. İkinci yıla ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu	66
Çizelge 4.33. Üçüncü yıla ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu	66
Çizelge 4.34. Üç yılın ortalamasına ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu	67

Çizelge 4.35. Yeşil yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	68
Çizelge 4.36. Birinci yıla ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu	70
Çizelge 4.37. İkinci yıla ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu	71
Çizelge 4.38. Üçüncü yıla ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu	71
Çizelge 4.39. Üç yılın ortalamasına ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu ..	72
Çizelge 4.40. Kuru herba verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	72
Çizelge 4.41. Birinci yıla ait kuru yaprak verimi için varyans analiz tablosu	74
Çizelge 4. 42. İkinci yılın kuru yaprak verimi varyans analiz tablosu	75
Çizelge 4. 43. Üçüncü yılın kuru yaprak verimi varyans analiz tablosu	75
Çizelge 4.44. Üç yılın ortalamasına ait kuru yaprak verimi için varyans analiz tablosu	76
Çizelge 4.45. Kuru yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	77
Çizelge 4.46. Birinci yıla ait yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu	79
Çizelge 4.47. İkinci yıla ait yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu	80
Çizelge 4.48. Üçüncü yılın yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu	80
Çizelge 4.49. Üç yılın ortalamasına ait yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu	80
Çizelge 4.50. Yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	81
Çizelge 4.51. Birinci yılın kuru yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu	83
Çizelge 4.52. İkinci yılın kuru yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu	83
Çizelge 4.53. Üçüncü yılın kuru yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu	83
Çizelge 4.54. Üç yılın ortalamasına ait kuru yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu	84
Çizelge 4.55. Kuru yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	85
Çizelge 4.56. Birinci yıl ait steviosid oranları için varyans analiz tablosu	93

Çizelge 4.57. İkinci yıla ait steviosid oranları için varyans analiz tablosu.....	94
Çizelge 4.58. İki yılın ortalamasına ait steviosid oranları için varyans analiz tablosu ...	94
Çizelge 4.59. Steviosid içeriği açısından azot dozlarına göre birinci yılın, ikinci yılın ve iki yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	95
Çizelge 4.60. Birinci yıla ait rebaudiosid A oranı için varyans analiz tablosu.....	97
Çizelge 4.61. İkinci yıla ait rebaudiosid A oranı için varyans analiz tablosu	97
Çizelge 4.62. İki yılın ortalaması rebaudiosid A miktarı varyans analiz tablosu.....	98
Çizelge 4.63. Rebaudiosid A içeriği açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci yılınve iki yılın ortalamasının Duncan gruplandırması	99

1.GİRİŞ

Dünya üzerinde 500.000 kadar bitki türünün bulunduğu tahmin edilmektedir. Gıda olarak kullanılan yabancı bitki türlerinin adedi 10.000'in üzerindedir. Kullanılan tıbbi ve aromatik bitki sayısının ise 100.000 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Baytop 1999). Bu bağlamda tıbbi ve aromatik bitkiler dünya florasının önemli bir parçasıdır ve geniş bir biçimde farklı floristik bölgelere dağılmıştır. 35000-70000 türün dünyanın farklı bölgelerinde tıbbi ve aromatik amaçlı kullanıldığı tahmin edilmektedir (Arslan vd 2001). Türkiye gerek farklı iklimlere sahip olması gerekse üç floristik bölgenin kesişme noktasında bulunması sebebiyle bitki türlerinin çokluğu bakımından dünyanın zengin ülkelerinden birisidir. Ülkemizde yaklaşık 10000 civarında bitki türü bulunmaktadır ve bunlardan üç bin kadarı da endemiktir. Bu bitkilerin 1000-2000 kadarının tıbbi amaçlarla kullanıldığı tahmin edilmektedir. Günümüzde birçok alanda doğaya ve doğala karşı önemli bir talep vardır. Tıbbi ve aromatik bitkiler tedavi amaçlı kullanılmaları yanında gıda, baharat, kozmetik ve boya sanayinde de kullanılmaktadırlar. Modern tıp, ilaç ve kimya sanayisindeki olağanüstü gelişmelere rağmen, alternatif tedavi metotları ve tıbbi bitkilerle tedavi hala güncelliğini korumakta, hatta son yıllarda gelişmiş ülkelerde giderek artan bir ilgi görmektedir. Diğer taraftan geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde 2.5 milyara yakın bir nüfus bilinen modern ilaçlardan yararlanamamaktadır (Arslan vd 2000).

Diyabet canlıların organlarına zarar veren ve öldüren metabolik bir hastalıktır. Diyabet dünyanın her yerinde yüksek oranda görülmektedir. Yeni hipoglisemik etmenler bulunmasına rağmen diyabet ve onunla ilişkili komplikasyonlar büyük bir problem halinde devam etmektedir. Tıbbi bitkiler diyabet tedavisinde son zamanlarda artan bir ilgiye sahiptir (Suanarunsawat vd 2004). Bu konuda üzerinde en fazla durulan bitkilerden birisi de şeker otu (*stevia*) bitkisidir.*Stevia* cinsi otsu, çalımsı, yarı çalımsı olmak üzere yaklaşık 230 tür içerir. Şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) *stevia* cinsinin otsu, *Asteraceae* familyasının çok yıllık bir üyesidir. Kromozom sayısı $2n=22$ (Yadav vd 2011) olan bir kısa gün bitkisidir (Maheshwar, 2005). Şeker otunun anavatanı Güney Amerika'dır. 1887 yılında Paraguay yerlilerinin kullandığı şifalı bitkiler üzerinde inceleme yapan Güney Amerikalı bilim adamı Antonia Bertoni tarafından keşfedilmiştir (Anonim 2011a). *Stevia rebaudiana* Bertoni Japonya, Çin, Tayvan, Kore, Meksika, ABD, Tayland, Malezya, Endonezya, Avustralya, Tanzanya, Kanada, Brezilya ve Rusya'da kültürü yapılmaktadır (Ramesh vd 2006, Megeji vd 2005). Şeker otu, yapraklarındaki tatlandırıcılar nedeniyle Paraguay ve Brezilya'da yüzyıllardan beri tatlandırıcı ve tedavi edici olarak kullanılmaktadır (Anonim 2011a). Japonya'da 1970'li yılların ortalarında steviosid ekstraktı birçok sentetik tatlandırıcının yerine içeceklerde ve yiyeceklerde aroma verici ve tatlandırıcı olarak ticari amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Yaprakları sakkarozdan daha tatlı olan steviosid, rebaudiosid A, B, C, D, E ve dulcosid-A glikozitleri içermektedir. Bu glikozitlerden steviosid ve rebaudiosid A özellikle tatlandırıcı olarak önem arz etmektedir ve bu maddelerin fazla miktarda bulunması istenen bir durumdur. Steviosid yapraklarda bulunan ana tatlandırıcıdır ve bu güne kadar insanlar üzerine zararlı bir etkisinin olduğu bildirilmemiştir (Carneiro vd 1997). Bu bitkinin kuru yaprakları sakkarozdan 15-20 kat, ekstraktı ise 300 kat daha tatlı olup sıfır kalorilidir (Singh ve Rao 2005). Sıfır kalori özelliğinden dolayı diyet ürünlerinde de rahatlıkla kullanılabilir. Doğal bir tatlandırıcı olarak kullanılan şeker otu bitkisinin çağımızın en önemli hastalıklarından

olan diyabet, tansiyon ve obezite gibi hastalıklarla mücadelede olumlu etkisi bulunmaktadır. Diyabet hastalarının kullanmış oldukları tatlandırıcılar sentetik maddelerdir ve aspartam türü maddeler bazı olumsuz etkilere de sahiptirler (Puri vd 2011).

Şeker otu, kristalize edilmiş şeker ve suni tatlandırıcıların aksine, hazmedildiği esnada insülin salgılanmasına sebep olmaz. Bu nedenle, bu bitkiden elde edilen sıvı haldeki öz su, kan şekerini düzenleyici olarak kabul edilir. Şeker otu tatlandırıcısı geniş oranda diyabetliler ya da diyet yapan kişiler tarafından tüketilmektedir (Fronza ve Folegatti 2003). İdrar söktürücü, ağrı kesici ve kan basıncını düşürücü özellikleri vardır ve ayrıca kan şekeri düşüklüğünde ve mide ağrılarında bitkisel tedavi amacıyla kullanılır (Argueta ve Cano 1993). Antimikrobiyal ve antifungal önemli biyolojik aktiviteleri bilinmektedir (Cerde-García-Rojas ve Pereda-Miranda 2002). Kansere önleyici, antioksidan (Okawa vd 2001) özelliğe sahiptir. Fareler üzerinde testler yapılmış ve şeker otunun kısa yada uzun dönem kullanımı sonucu oluşabilecek ciddi kanserojen yada toksik etkiler görülmemiştir ve diyabetlilerin kullanması tavsiye edilmiştir (Koyama vd 2003, Megeji vd 20005). Bu olumlu özelliklerinin yanında hamilelik önleyici etkisinin olduğu belirlenmiştir (Deshpande vd 2008). Yapısı ve pH stabilitesi yüksektir. Bunun sonucunda yüksek ısıda pişirme mümkün olabilmektedir. Reçel, komposto, muhallebi vb. gibi kaynatılarak pişirilen yiyeceklerde; pasta, kek, kurabiye gibi fırında yüksek ısıda pişirilen tüm unlu gıdaların içerisinde kullanılabilir. Bugün tüm sıcak-soğuk içeceklerde, deniz ürünlerinde, şekerleme sanayinde, bazı sebzelerde, çay şekeri yerine ve suşi, soya sosu, yoğurt gibi birçok gıda üretiminde kullanılmaktadır. Bu özelliklerinin yanında ürünün doğal olması da büyük önem taşımaktadır (İnanç ve Çınar 2009). Bu derece büyük bir değere sahip şeker otu bitkisinin tarımında, bütün kültür bitkilerinde olduğu gibi, kültürel işlemlerin önemi çok büyüktür. Bilindiği üzere bitkisel üretimde başarılı olabilmek için, kültürel uygulamaların iyi bir şekilde ve zamanında yapılması gerekir. Kültürel uygulamalar arasında ise gübreleme önemli bir yere sahiptir. Bitkiler beslenmek için topraktan kökleri vasıtasıyla bitki besinlerini alırlar. Ancak toprak, yetiştirilen bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda besin maddesi içermezse, gübreleme vasıtasıyla toprağa bitki besin maddesi ilave edilmelidir. Yeterli ve kaliteli ürün alabilmek için mutlaka bitki besin elementine ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç duyulan besin elementlerinin karşılanmasında, en önemli yapay gübre kaynaklarından birisi ise azottur. Azot, bitkiler tarafından yüksek oranda ihtiyaç duyulduğu ve toprakta değişken olduğu için bitkisel üretimde en yoğun şekilde kullanılan bitki besin elementidir (Schlemmer vd 2005) ve birçok bitkide verim ve kalite için çok önemlidir. Protein ve nükleik asitlerin yapıtaşı olması nedeni ile bitkilerde normal büyüme ve gelişme için gerekli bir elementtir. Azot özellikle bitkilerin gelişim safhasında bitki yapısında etkili olmaktadır. Farklı oranlarda uygulanan azot miktarı bitki bileşenlerinin dağılımında değişiklikler meydana getirebilir. Sonuç olarak bu da değişik büyüklük ve yapıdaki bitkilerin oluşmasına neden olabilir. Şeker otu üzerine yapılan bazı çalışmalarda, gübrelemenin verim ve diğer bazı özellikler üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Maheshwar 2005).

Şeker otu bu derece önemli bir bitki olmasına rağmen ülkemizde yetiştiriciliği henüz yaygınlaşmamış ve yeterince bilimsel çalışma yapılmamış bir bitkidir. Bu tez çalışmasında farklı azot dozlarının şeker otu bitkisinde verim ve kalite (steviosid ve rebaudiosid A içerikleri) üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen bilgiler

değerlendirilerek, ülkemiz için henüz yeni bir bitki olan ve ekim alanı neredeyse olmayan şeker otu bitkisinde azotlu gübrelemenin etkisi ve en uygun azot dozu belirlenip bu bitkinin ülkemize kazandırılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER (LİTERATÜR TARAMALARI)

2.1. Stevia Tarihi (Genel Bilgi)

1887 yılında Paraguay yerlilerinin kullandığı şifalı bitkiler üzerinde inceleme yapan Güney Amerikalı bilim adamı Antonia Bertoni tarafından keşfedilmiştir (Anonim 2011a). Orijinali *Eupatorium rebaudianum* olan Paraguay'ın tatlı otu, Bertoni'nin dikkatini çekmiş ve üzerinde çalışma yapmıştır. Daha sonra bilimsel açıdan yeni bir bitki olarak tespit etmiş ve *Stevia rebaudiana* Bertoni olarak yeniden isimlendirmiştir (Bertoni 1905). Paraguay ve Brezilya'da yetişen bitki Paraguay kızıl derilileri tarafından "tatlı ot" ve "ballı yaprak" gibi değişik isimlerle adlandırılmıştır. Ülkemizde ise şeker otu olarak bilinmektedir (Anonim 2011a).

Lewis (1992)'in bildirdiğine göre Paraguay ve kuzeydoğu orjinli şeker otu ilk kez Guarani yerli halkı tarafından kullanılmış ve Caà-êhê (tatlı ot) olarak isimlendirilmiştir (Andolfi vd2006).

Anavatanı Güney Amerika'dır. Paraguay, Brezilya, Kolombiya, Meksika, Uruguay, Guatemala, Peru, Japonya ve Güney Kore'de üretimi yapılmaktadır ve yıllardır doğal tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Kuzey Amerika'da tespit edilebilen 80'den fazla çeşidi, Güney Amerika'da ise 200'den fazla yerli türü olduğu tahmin edilmektedir. Diyabet, obezite, kronik hastalıklar vb. sebeplerden dolayı gıda endüstrisi gıdalardaki şeker miktarını düşürmeyi hedeflemektedir. Bu açıdan sektör tüketiciye daha sağlıklı, doğal, besleyici özelliği olan ve kalori içeriği düşük tatlandırıcılar sunmaya çalışmaktadır. Isıya dayanıklı olması, kimyasal içermemesi, ağızda acı tat bırakmaması ve lif içeriği yüksek olması şeker otunu acesulfame-K, aspartam, neotame, sakkarin ve sukraloz gibi tatlandırıcılardan farklı kılmaktadır (İnanç ve Çınar 2009).

Mizutani ve Tanaka (2002) Japonya'da fareler üzerinde yapmış oldukları çalışmada şeker otu ekstresi ve steviosidin kanserojen, toksik ve mutajen etkilerinin olmadığı belirlenmiştir. Bu bitkinin kuru yaprakları sakkarozdan 15-20 kat, toz ekstraktı ise 300 kat daha tatlı olup sıfır kalorilidir (Singh ve Rao 2005). 1 kg kuru yapraktan 60-65 g steviosid elde edilmektedir. Son zamanlarda steviosid sentetik tatlandırıcıların yerini almaktadır (Zaidan vd 1980).

Şeker otu yaprakları sakkarozdan daha tatlı olan steviosid, rebaudiosid A, B, C, D, E ve dulcosid-A glikozitleri içermektedir. Bu glikozitlerden steviosid ve rebaudiosid A, özellikle tatlandırıcı olarak önem arz etmektedir ve bunların miktarlarının fazla olması istenmektedir (Carneiro vd1997).

Şeker otu bitkisi ekstraktı steviosid Güney Amerika, Asya, Japonya, Çin ve Avrupa'nın farklı ülkelerinde yıllardır tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Brezilya, Kore ve Japonya'da şeker otu yaprakları, steviosid ve yoğun rafine ekstraktı resmi şekilde düşük kalorili tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Yıllar bazında Güney Kore'de

tüketilen tatlandırıcıların miktarları Çizelge 2.1’de verilmiştir (Kim vd 2002, Ognean vd 2003).

Çizelge 2.1. 1988-1991 yılları arasında Güney Kore’de başlıca tüketilen tatlandırıcılar (ton)

Tatlandırıcı	1988	1989	1990	1991
Sukroz	596.000	654.000	655.000	698.000
Glikoz	161.000	201.929	210.740	248.450
Fruktoz	219.290	244.077	270.501	276.429
Aspartam	18	12	36	40
Steviosid	8	10	40	60

Asya ve Güney Amerika’da yiyeceklerde tatlandırıcı olarak kullanılan steviol glikozitlerin kullanım alanları ve miktarları Çizelge2.2’de verilmiştir (Wallin 2004).

Çizelge 2.2. Komisyon raporlarındaki steviol glikozitlerin kullanılma seviyeleri

Kullanım alanı (Yiyecek Tipi)	Rapor edilen maksimum kullanım seviyesi (mg/kg)
İçecek	500
Tatlı	500
Yoğurt	500
Soğuk pastalar	500
Sos	1000
Mısır	200
Ekmek	160
Bisküvi	300

Şeker otu, kristalize edilmiş şeker ve suni tatlandırıcıların aksine, hazmedildiği esnada insülin salgılanmasına sebep olmaz. Bu nedenle, bu bitkiden elde edilen sıvı haldeki öz su, kan şekerini düzenleyici olarak kabul edilir. Şeker otu tatlandırıcısı geniş oranda diyabetliler ya da diyet yapan kişiler tarafından tüketilmektedir (Fronza ve Folegatti 2003). Şeker otunun sağlık açısından güvenilirliği üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde 2008 yılında Amerikan FDA (US Food and Drug Administration) son derece saflaştırılmış rebaudiosid A’nın genellikle güvenli olarak tanınan (Generally Recognized as Safe) statüsüne onay vermiştir (Herranz-López vd 2010). Ayrıca Avrupa Birliği şeker otu glikozitlerinin gıda ve içeceklerde bileşen

olarak kullanımını kasım 2011’de onaylamıştır. Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Komisyonu, steviol glikozitlerin günlük kabul edilebilir miktarını 4 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlemiştir. Türkiye’de ise 30.06.2013 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan, Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’ne göre Steviol Glikozitlerin (E 960) Türkiye’de tatlandırıcı olarak kullanımına izin verilmiştir (Anonim 2015).

2.2. Botanik Özellikleri

Çiçek yapısı 2-6 adet ufak beyaz çiçekçikten oluşan küçük salkım şeklindedir. Bitkide kendine uyuşmazlık olduğundan böceklerle tozlanma olmaktadır. Açık renkli tohumlar kısırdırlar (Goettemoeller ve Ching 1999). Tozlanmanın olmadığı durumlarda çimlenme yeteneği olmayan veya çok düşük olan tohumlar oluşmaktadır. Tohumlar 3 mm uzunluğunda aken tipindedir. Her bir aken yaklaşık 20 tüye sahiptir (Oddone 1997). Yoğun bir kök sistemine sahiptir, gövdesi oldukça nazik ve kırılmandır. Yaprakları 2-8 cm uzunluğunda, kenarları ince dişli oval şeklindedir. Yapraklar gövde tepesine doğru sarmal oluşturur. Bitki kültür koşullarında 1 m ya da daha fazla uzunluğa ulaşabilir (Shock 1982b). Çoğaltım genellikle köklenmesi kolay olduğu için çelikle yapılmaktadır. Zayıf tohum çimlenmesi geniş alanlarda üretimini sınırlayan faktördür (Goettemoeller ve Ching 1999). Vejetatif yolla çoğaltımı daha etkilidir (Andolfi vd 2002).

2.3. Ekolojik İstekleri

Paraguay’ın 25-26 derece güney paralellerinde yer alan vadilerin nehir kenarlarındaki kumlu topraklarda doğal olarak yetişmektedir. İlk defa 1964 yılında Paraguay’da ticari olarak kültüre alınmıştır (Lewis, 1992). Arjantin’in kuzeyinde Amerika Birleşik Devletleri’nin güney batısında 2300-2900 m yüksekliklerde tespit edilmiştir. (Cerde-García-Rojas ve Pereda-Miranda, 2002). Şeker otu için uygun iklim koşulları yarı nemli subtropikal bölgelerdir (Maheshwar, 2005). Yılda 1500-1800 mm arasında yağış ve ortalama 25 °C sıcaklık ister. Doğal olarak 200-500 m yükseklikte yetişmektedir (Singh ve Rao 2005).

Şeker otu kış koşullarına ve dona karşı toleranslı değildir. Paraguay’da kumlu topraklarda doğal olarak yetiştiği bilinmektedir (Megeji vd 2005). Devamlı ve yeterli nem içeren ve iyi drenajlı (Shock, 1982b), killi, alüvyal ya da kırmızı topraklar ile pH’sı 5-7.5 olan asidik ya da hafif bazik topraklarda iyi gelişir. Yaprak hasatının öncesinde ve sonrasında bol miktarda suya ihtiyaç duyar. Yapraklar çiçeklenme öncesinde biçilmelidir (Andolfi vd 2002).

Şeker otu araziye aktarılmasından sonra ve yaprak hasadı öncesi ve sonrasında bolca suya ihtiyaç duyar. Yapraklar çiçeklenme öncesi bir biçim ya da daha fazla biçimle hasat edilebilir (Andolfi vd 2002). Sıcak bölgelerde şeker otu yaprakları bir yılda 90 gün aralıklarla 3-4 kez hasat edilebilir (Singh ve Rao 2005).

Ekim ayından Mart ayına kadar geçen kış döneminde bitkiler için gerekli olan ışık, nem oranı, besin elementleri gibi mevcut büyüme kaynakları yetersiz düzeydedir. Bu dönemlerde şeker otunun aralarına buğday, arpa, mercimek ve karnabahar gibi başka bir bitkinin ekimi yapılabilir ve yetiştirilebilir. Ancak yapılan çalışmada şeker otunun

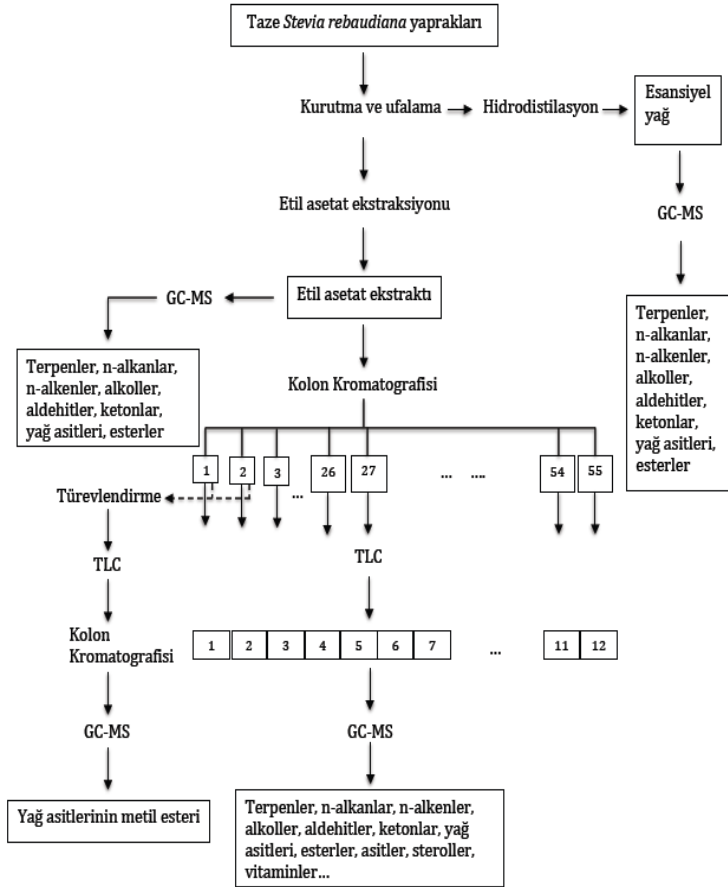
aralarına başka bir bitkinin ekimi yapıldığında oluşan rekabetten dolayı şeker otu üretiminde %50 azalış görülmüştür (Ramesh vd 2007).

Zaidan vd (1980) Şeker otubitkisinin fotoperyot uzunluğuna tepkisini ve steviosid içeriğine etkisini araştırmışlardır.Yaprak büyüklüğü, gövde ve çiçek rengine göre ayrılmış 3 grup bitkide 8, 10, 12, 14 saatlik fotoperyot uzunlukları denenmiştir. İlk grupta 8, 10, 12 saatlik fotoperyotta çiçeklenme meydana gelirken ikinci grupta 10 ve 12 saatlik fotoperyotta, üçüncü grupta ise 8, 10, 12 ve 14 saatlik fotoperyotta çiçeklenme meydana gelmiştir.

2.4. Şeker Otu Kimyasal Bileşenleri

Şeker otu yaprak ekstraktlarında flavonoit, alkoloit, suda çözünen klorofil ve ksantofil, hidroksisinnamik asit, nötral suda çözünen oligasakkarit, serbest şeker, aminoasit, lipit, esansiyel yağlar ve iz elementler (alüminyum, demir, çinko vs.) bulunmaktadır (Komissarenko vd 1994).

Markovic vd (2008) tarafından şeker otubitkisinin çeşitli glikozit ve uçucu yağ çıkarma yöntem ve aşamaları verilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1.Steviol glikozit ve uçucu yağ çıkarma aşamaları

Şeker otundan elde edilen ürünleri üç şekilde kullanılabilir; birincisi direkt şeker otu yapraklarının kurutulup öğütülmesi ve paketlenmesi ile elde edilen toz şeker otu, ikincisi konsantre şeker otu ekstraktı ve üçüncüsü ise toz şeker otu ekstraktıdır. Konsantre şeker otu ekstraktı ve toz şeker otu ekstraktı arasındaki fark filtrasyon ve saflaştırma aşamalarındaki farklılıklardan meydana gelmektedir. Genel olarak ekstraksiyon aşamaları; şeker otu yapraklarının **ön-kurutma işlemi** (50-85 °C), **öğütme** (2 mm), **ekstraksiyon** (kazan içerisinde yapılıyorsa çözgen madde sürekli karıştırılarak işlem 24 saatte tamamlanır, kolon ekstraksiyonunda (0-25 °C) yaprak/çözgen madde oranı 0.02-0.1 (g/g) olmalı, sistemin akış hızı 20-35 mL/min aralığında olmalıdır. Çözgen madde olarak su kullanılıyorsa pH'sının H₃PO₄ ile 2-4 arasına ayarlanması gerekmektedir), **filtrasyon** veya **saflaştırma** (ultrafiltrasyon veya nanofiltrasyon yöntemiyle, 30-85 °C'de, basınç 200-1300 kpa olmalıdır) yöntemiyle renk maddelerinin eliminasyonu, sıvı ekstrakt elde edilecekse **konsantre etme**, eğer toz ekstrakt elde edilecekse **kurutma** işlemleri yapılmaktadır (İnanç ve Çınar, 2009).

Wallin (2004), steviosid, rebaudiosid A, rebaudiosid C ve dulcosid A gibi dört tatlandırıcı etmenin %80-88'inin Japonya'da kullanılan üretim işlemi ile sağladığını rapor etmişlerdir. Çizelge 2.3'te steviol glikozit elde etme aşamaları verilmiştir.

Çizelge 2.3. Steviol glikozit elde etme aşamaları

İşlem	Ölçüm Koşulları
1. Kuru Stevia Yaprakları	Hasat; Yapraklar ve gövde ayrılır.
2. Ekstraksiyon	50-60° suda 2-3 kez ekstrakte edilir.
3. Topaklanma	Kalsiyum hidroksit ve alüminyum sülfat ilave edilir.
4. Filtrasyon	Bastırılarak süzülür.
5. Reçine üzerine absorpsiyon yapılır	Steviol glikozitler adsorbe edilir ve sonrasında alkolle açığa çıkarılır.
6. Distilasyon	Alkol uçurulur.
7. İyon değiştirici	Katyon ve anyon reçine karışımı yatırma
8. Konsantrasyon	İndirgenmiş presleme altında suyun uçurulması
9. Mikrofiltre	1 µm
10. Sterilizasyon	120°C, 1 min
11. Sprey kurutma	Kurutma

Şeker otunun tatlı komponentlerinin içeriği bitkinin kültür ve büyüme koşullarına bağlı olarak yaprağın kuru ağırlığının %4-20'si arasında değişiklik gösterir (Ognean vd 2003).Steviosid ekstraksiyonunda kuru materyaller daha etkili olup,

steviosid içeriği olarak vejetatif dönemdeki ve çiçeklenme dönemindeki bitkilerden alınan örnekler karşılaştırıldıklarında; çiçeklenme dönemindeki bitkilerden alınan yaprak örneklerinde steviosid içeriği % 6.05 bulunurken, vejetatif dönemde alınan yaprak örneklerinde ise % 6.88 ile daha fazla steviosid içeriğinin görüldüğü saptanmıştır (Zaidan vd 1980, Viana ve Metivier, 1980).

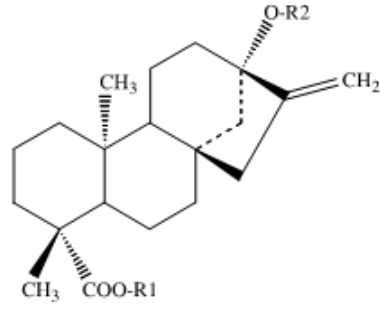
Şeker otu bitkisinin farklı organları steviosid içeriği bakımından değerlendirildiğinde ise; en yüksek steviosid veriminin % 6.88 ile kuru yaprak ekstraktından elde edildiği görülürken bunu % 2.72 ile çiçekli kısım izlemiştir. Kök ve gövdede ise steviosid içeriğine rastlanmamıştır (Zaidan vd 1980).

Lavini vd (2008)'nin yapmış olduğu bir çalışmada ise; yapraktaki steviosid oranı % 8.36 iken rebaudiosidA oranı % 5.72 olarak bulunmuştur. Gövdedeki steviosid oranı ise % 0.48 iken rebaudiosidA oranı % 0.36 olarak belirlenmiştir.

Bondarev vd (2003) şeker otu bitkisinin vejetatif ve generatif organlarında üç ana steviol glikozitin (SGs) (steviosid ve rebaudiosid A ve C) içeriklerini HPLC cihazıyla analiz etmişlerdir. Bitki organlarında farklı miktarlarda bulunan steviol glikozitler şu sıraya göre azalmaktadır: yapraklar, çiçekler, gövde, tohum, kökler. Genç ve aktif sürgünler yüksek oranda steviol glikozitleri içerirken, bitkinin alt kısımlarında bulunan yaşlı sürgünler bu bileşikler daha az oranlarda bulundurmaktadır.

Paraguay'da doğal olarak yetişen şeker otu bitkisinin yaprakları doğal bir tatlandırıcı kaynağıdır. Başlıca tatlı glikozit steviosid yanında rebaudiosid-A glikozitleri de vardır. Bunlara ilaveten yapraklarından labdane tip diterpenes, jhanol, austroinulin ve 6-0-acetate'i izole edilmiştir. Bu çalışmada bitkinin çiçeklerinden, yapraklarda bulunan steviosid, rebaudiosid-A glikozitleri, labdane tip diterpenes, jhanol, austroinulin ve onun 6-0-acetate'i yanında yeni bir bileşen olarak austroinulin 7-acetate izole edilmiştir (Darise vd1983). Putieva ve Saatov (1997)'un şeker otunun yaprak flavonitleri üzerine yapmış oldukları çalışmada, tatlandırıcı ana bileşenleri olan diterpen glikozitler, steviosidler ve rebaudiosidler araştırılmıştır. Bu bitkinin yapraklarında etil asetat ekstraktının ve etanol ekstraktının kimyasal kompozisyonu incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle kurutulup parçalanmış olan 1 kg yaprak 5 lt etanol ile ekstrakte edilmiştir. Etanolün evaporasyonundan sonra, ekstrakt 0.5 litre suda çözülmüş ve bu çözelti ilk olarak kloroform ile daha sonra da etil asetat ile ekstrakte edilmiştir. Buradan 32.5 gram etil asetat ekstraktı elde edilmiş daha sonra bu ekstraktın 16 g'ı silka jel kolonda kloroform-metanol sistemi (4:1) kullanılarak ayrılmıştır. Bu şekilde de C₂₁H₂₀O₁₀ kimyasal kompozisyona sahip 0.3 g flavonoid bileşiği izole edilmiştir.

Chaturvedula vd(2011) Şeker otunuyapraklarından elde edilen ve steviosid, rebaudiosid A-F, rubusosid ve dulcosid A içeren ticari ekstraktta üç diterpen glikozit izole etmişlerdir. Bu bileşiklerden birincisi 13-[(2-O-β-D-glukopiranosil-3-O-β-D-glukopiranosil-β-D-glukopiranosil)oksi] *ent*-kaur-15-en-19-oik asit, ikincisi 13-[(2-O-β-D-glukopiranosil-3-O-β-D-glukopiranosil-β-D-glukopiranosil)oksi]-16β-hidroksi-*ent*-kauran-19-oik asit ve üçüncüsü ise13-methyl-16-okso-17-nor-*ent*-kauran-19-oik asit-β-D-glukopiranosil ester'dir.Wallin (2004)'in bildirdiğine göre şeker otu ekstraktı çeşitli kompozisyonlara sahiptir. Steviosid ve ilgili bileşiklerin yapısı Şekil 2.2'de verilmiştir.



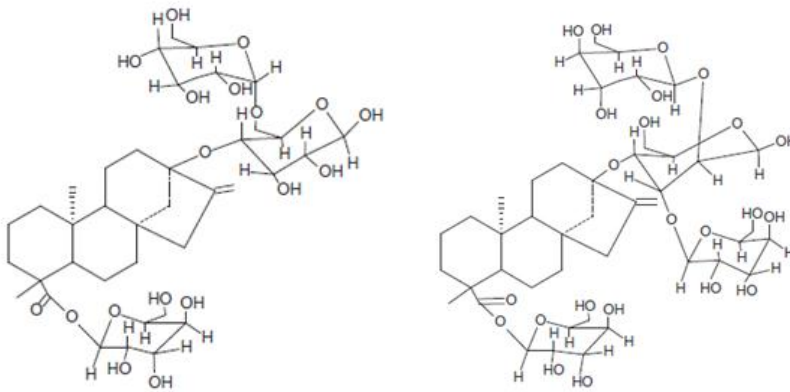
Şekil2.2.Steviosidin genel yapısı (R1 ve R2 grupları Çizelge2.4'te verilmiştir)

Çizelge 2.4. Farklı steviosid bileşikler (Wallin, 2004)

Bileşen isimleri	R1	R2
1. Steviol	H	H
2. Steviolbiosid	H	β -glikoz- β -glikoz (2→1)
3. steviosid	β -glikoz	β -glikoz- β -glikoz (2→1)
4. rebaudiosid A	β -glikoz	β -glikoz- β -glikoz (2→1) ↓ β -glikoz (3→1)
5. rebaudiosid B	H	β -glikoz- β -glikoz (2→1) ↓ β -glikoz (3→1)
6. rebaudiosid C (dulcosid B)	β -glikoz	β -glikoz- α -rhamnos (2→1) ↓ β -glikoz (3→1)

7. rebaudiosid D	β -glikoz- β -glikoz (2→1)	β -glikoz- β -glikoz (2→1) ↓ β -glikoz (3→1)
8. rebaudiosid E	β -glikoz- β -glikoz (2→1)	β -glikoz- β -glikoz (2→1)
9. rebaudiosid F	β -glikoz	β -glikoz- β -xylulose (2→1) ↓ β -glikoz (3→1)
10. dulcosid A	β -glikoz	β -glikoz- α -rhamnos (2→1)

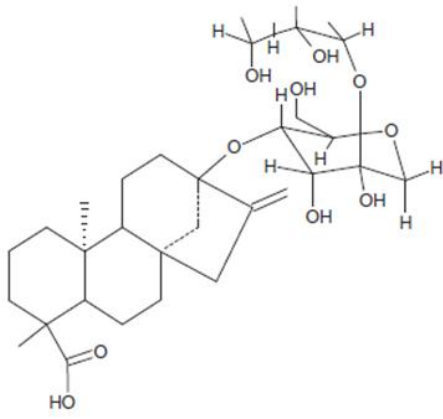
Şeker otu bitkisinin yapraklarından elde edilen doğal tatlandırıcı steviosid, ticari olarak geleneksel yöntemlerle (kimyasal/fiziksel) ekstrakte edilmektedir. Steviosidin çözgen temelli ekstraksiyon yöntemlerinin çoğu kullanıldığı zaman acı tadı ortaya çıkarmaktadır. Bunun için steviosidin yiyecek temelli uygulamalarında daha büyük gelişmelere yardımcı olacak yüksek verimli ve çevre dostu teknolojilerin geliştirmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla klasik ekstraksiyon yöntemlerinin yanı sıra enzim teknolojisi de steviosid üretiminde maliyet açısından yarışabilir sonuçlar vermektedir. Şekil 2.3'te steviosid ve rebaudiosid A, Şekil 2.4'te dulkosid A ve rebaudiosid B, Şekil 2.5'te dulkosid B ve rebaudiosid E ve Şekil 2.6'da rebaudiosid D yapıları verilmiştir (Puri vd 2011).



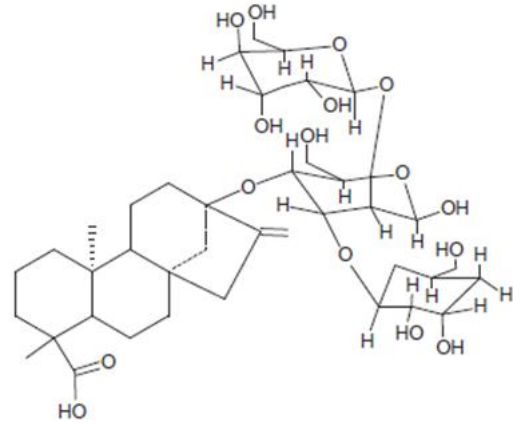
Steviosid

Rebaudiosid A

Şekil2.3. Steviosid ve rebaudiosid A'nın açık formülleri

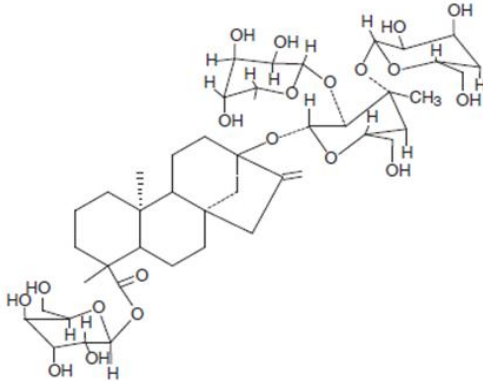


Dulkosid A

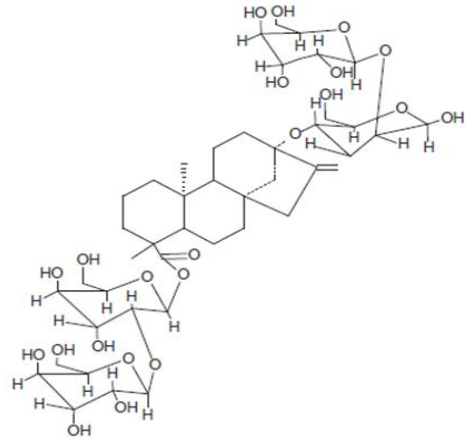


Rebaudiosid B

Şekil2.4.Dulkosid A ve rebaudiosid B'nin açık formülleri

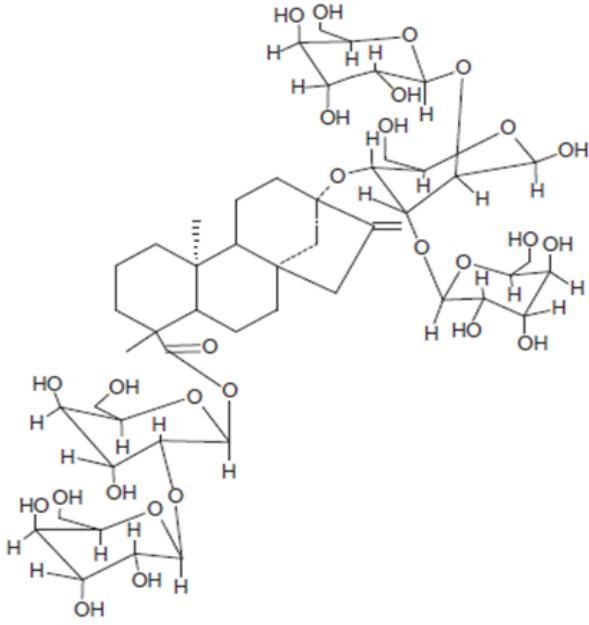


Dulkosid B



Rebaudiosid E

Şekil2.5.Dulkosid B ve rebaudiosid E'nin açık formülleri



Rebaudiosid D

Şekil 2.6. Rebaudiosid D'nin açık formülü

Kennelly (2001) yapmış olduğu çalışmada şeker otunu tatlı ve tatlı olmayan kimyasal bileşenlerini doku kültürü teknikleriyle ele almıştır. Çizelge 2.5'de şeker otufarklı bitki kısımlarından elde edilen diterpenoid *ent*-Kaurene'nin içerdiği bileşen miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.5. Şeker otundanelde edilen diterpenoid *ent*-Kaurene'nin bileşenleri

Bileşim	Bileşen (Bileşiği meydana getiren)	Bitki kısmı	Oran (%)
Diterpenoid <i>ent</i> -Kaurene	Dulcoside A	Yapraklar	0.03
	(-) Kaurene	Gövde	İz miktarda
	Rebaudiosid A	Yapraklar	1.43
		Çiçekler	0.15
	Rebaudiosid B	Yapraklar	0.44
	Rebaudiosid C	Yapraklar	0.4
	Rebaudiosid D	Yapraklar	0.03
	Rebaudiosid E	Yapraklar	0.03
	Steviolbiosid	Yapraklar	0.04
	Steviosid	Yapraklar	2.18
	Çiçekler	0.92	

Kovylyeva vd (2007) yapmış oldukları bir çalışmada Rusya ve Ukrayna'da yetişen şeker otu bitkilerinden alınan örneklerin glikozit bileşen miktarlarını

belirlemişlerdir. Daha sonra farklı ÷lkelerde yapılan çalışmalarla bu miktarları kıyaslamışlardır(Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6.Farklı ÷lkelerden alınan şeker otu yapraklarındaki steviosid ve rebaudiosidlerin kompozisyonu

Toplanan Bölge	Rebaudiosid bileşenleri(%) (100g kuru yaprak)		
	Steviosid	Rebaudiosid A	Rebaudiosid C
Rusya	5.8	1.2	0.5
Ukrayna	4.8	1.3	0.3
Güney Kore	5.5	2.5	1.4
Çin	6.6	3.7	2.1
Paraguay	4.6	1.9	0.9
Japonya	7.7	1.9	0.9
Kanada	5.0	0.3	0.1
Vietnam	15.5	3.8	1.4

Tianhong vd (1999) pridil grubu içeren yeni bir adsorbentin, steviol glikozitleri adsorblama kapasitesini ve seçiciliğini çalışmışlardır. Polaritenin ve fiziksel yapının seçicilik üzerine etkisi detaylı çalışılmıştır. Bu çalışma rebaudiosid A'nın zenginleştirilmesi için yapılmıştır. Metanol veya etanol çözümleri ile ekstraksiyon ve pridil resin ile kromatografik ayırma yöntemlerini kullanarak seçici bir ayırma yapmışlardır. Sonuçta kromatografik ayırma metodu ile etkili bir şekilde steviosidin yüksek içeriği ile steviol glikozitten rebaudiosidA'yı etkili bir şekilde zenginleştirmişlerdir.

Choi vd (2002) şeker otuyapraklarından steviosidin süper kritik sıvı ekstraksiyonunun optimum koşulları belirlenmiştir. Steviosid için alternatif bir ekstraksiyon metodu olarak kullanılan süperkritikakışkan ekstraksiyonu[(Supercritical Fluid Extraction (SFE)] ile sıcaklık ve basınç gibi özelliklerin ekstraksiyon verimi üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Herhangi bir sıcaklık ve basınç koşulunda saf CO₂ ile yeterli ekstrakt elde edilememesine rağmen, bir modifiye edicinin eklenmesi ekstraksiyon verimini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bu da ekstraksiyonu, organik çözümlerle ekstraksiyonu ile karşılaştırılabilir yapmaktadır. Modifiye ediciler arasında, metanol ve su karışımı diğerlerinden çok daha fazla ekstraksiyon verimi göstermiştir. CO₂-metanol-su (80-16-4) ile yapılan ekstraksiyon veriminin, klasik organik ekstraksiyon veriminin %150'si kadar olduğu bulunmuştur. Ayrıca, ekstraksiyon verimini arttırmak için, açıkça SFE son ekstraktta daha yüksek saflıkta steviosid

sağlamıştır. Uygulanan organik çözümlerle ekstraksiyonuyla 2.36 (± 0.09), CO₂/methanol: 80/20 2.51 (± 0.14), CO₂/methanol/su (80/16/4) karışımında 3.56 (± 0.35) steviosid elde edilmiştir.

2.5. Azotun Bitkiler Üzerine Etkisi

Proteinler, aminoasitler, nükleik asitler, enzimler, klorofil, ATP ve ADP azot içeren önemli organik bileşiklerdir. Bitkide yeni hücrelerin oluşumu ve bitki büyümesi için azot gereklidir (Ceylan 1994, Lavres vd 2010).

Shadchina ve Dmitrieva (1995) bitkinin yapraklarındaki klorofille, tüm bitkinin kuru maddesindeki toplam azot arasında yakın bir ilişki tespit etmişlerdir. Klorofil içeriğinin topraktan alınan azotun tahmini için bilgi verici bir parametre olabileceği bulunmuştur.

Azotlu gübreler bitkilerin köklerine oranla toprak üstü organlarının daha fazla gelişmesini sağlar. Ortama verilen azotun miktarı arttıkça toprak üstü organları daha fazla gelişmekte, kök gelişmesi de bununla ilgili olarak azalmakta ve tepe/kök ürün oranı artmaktadır. Fakat belli bir düzeyden sonra azot bitkinin toprak üstü organları ile kök gelişmesi üzerine olumsuz yönde etki yapmakta ve gelişme tümüyle gerilemektedir. Aşırı azot noksanlığında ise; bitkilerde protein sentezinin ve büyümenin gerilemesi nedeniyle bitkinin toprak üstü organlarında karbonhidrat birikmesi görülür ve bu köke taşınır (Kacar, 2002). Azot tüm bitki kısımlarında protein yapı taşı ve klorofil molekülü yapısının parçası olduğundan önemli bir elementtir (Christensen ve Peacock 2000).

Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminde azot, bitki verimi, büyümesi ve gelişmesi üzerine en büyük etkiye sahiptir. Ancak fazla uygulanan azot bitkinin kök gelişimini olumsuz etkilediği gibi çiçeklenmenin gecikmesine de neden olmaktadır. Potasyum kök gelişimi için olumlu etkiye sahiptir. Fosfor ise generatif organların gelişimi üzerine pozitif etkiye sahiptir. Bunların yanında bitki gelişimi için ekolojik ve fiziksel faktörlerle birlikte toprakta bulunan Ca, Mg, B, Fe, Zn ve Mn gibi besin elementlerinin varlığı da önemlidir (Radanović vd 2006).

Bitkiler için mutlak gerekli elementlerden biri azottur. Azot bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu ve toprakta her yıl yenilenmesi gereken bir bitki besin elementidir. Bundan dolayı suni gübreler içerisinde en yüksek payı azotlu gübreler almaktadır (Polat vd 2013).

Yang vd (2013)'ün bildirdiklerine göre azotlu gübreleme ürün verimi üzerine oldukça etkilidir. Ancak fazla uygulanan gübre miktarı ürün verimini arttırırken, ürün kalitesini azaltabilmektedir. Fazla uygulanan azotlu gübreleme ürünün protein içeriğini düşürürken nitrat içeriğini arttırmaktadır.

2.6. Gübrelemenin Şeker otunun Ürün Verimi Üzerine Etkisi

Murayama vd (1980), Şeker otunda gübre uygulanmayan kontrol grubuyla gübre uygulanan bitkiler karşılaştırıldığında, gübre uygulanan bitkilerde gelişme oranının ve yaprak kuru madde veriminin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Lee

vd(1980), Güney Kore koşullarında azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin uygulanmasıyla yaprak veriminin arttığını belirlemiştir.

Kawatani vd (1980)'nın bildirdiğine göre; artan potasyum ve azot uygulamaları şeker otunun bitki başına yaprak ve dal sayılarında artış sağlamıştır. Benzer bir sonuç Shock (1982a) tarafından tespit edilmiş ve yeterli düzeyde azot, fosfor ve potasyum gübrelemesinin şeker otunun yaprak verimini arttırdığı görülmüştür.

Buana ve Goenadi (1985a) Şeker otunda azot-fosfor-potasyum'daki değişime paralel olarak bitki boyunda ve yaprak sayısında bir artış olduğunu bildirmiştir.

Çiftlik gübresi, N, P, K ve sıvı organik gübrenin şeker otu bitkisi üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, her üç gübrenin farklı seviyelerinde yaprak sayısı ve bitki boyunun arttığı tespit edilmiştir (Buana ve Goenadi 1985b).

Zhao (1985) Şeker otu ile yapmış olduğu çalışmada en yüksek yeşil herba verimini (7117kg/ha) mikrobese yaprak solüsyon spreyleri ve 74.6 kg/ha azot uygulamasıyla elde etmiştir.

Faturachim vd (1986) Şeker otu bitkisinin N, P, K gübre gereksinimlerini araştırmışlardır. Azotun artan oranları topraktaki azot oranını değiştirmeyen bitkinin azot içeriğini pozitif yönde etkilemiştir. Azot oranının artmasıyla toprağın K₂O, CaO, MgO seviyeleri ve toprak pH'sı bozulmuştur. Fosfor ve potasyum gübrelemesi toprağın P₂O₅ ve K₂O içeriğini arttırmış, fakat bitkinin fosfor ve potasyum içeriğine etkide bulunmamıştır. Sadece azot bitkinin yaş ve kuru madde üretimini arttırmıştır. Deneme sonucunda her bir uygulama için bitki başına 0,91-0,92 g üre önerilmiştir.

Angkapradipta vd (1986a) yapmış oldukları bir çalışmada 0-0.9-1.8 g/bitki üre, 0-0.5-1 g/bitki triple superfosfat ve 0-0.9-1.8 g/bitki klorlu potasyum gübre dozlarının şeker otu bitkisi üzerine etkisini araştırmışlardır. Ürün veriminin toprağın besin durumuna bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Fosfor ve potasyumlu gübreleme biyokütle verimini artırırken azotlu gübrelemenin önemli bir etkisi bulunmamıştır. N, P ya da K gübrelemesi tek başına uygulandığında diğer elementler yaprak ve gövdedeki besin içerikleri üzerine antagonistik etkide bulunmaktadır. Ancak böyle etkilerden N, P, K uygulamasıyla kaçınılabilmektedir. Bu deneme sonucunda şeker otu bitkisi için genel olarak her bir uygulamada bitki başına yaklaşık 1 g üre + 1 g triple süperfosfat + 1 g klorlu potasyum gübresi uygun N, P ve K için önerilmektedir.

Başka bir çalışmada bitki başına 0, 0.5 ve 1 gr üre, triple süper fosfat ve potasyum klorit kombinasyonu uygulanmış ve çalışma sonucunda, azotun biyokütle üzerine önemli bir etkisi görülmezken, fosfor ve potasyum'un biyoküttele artış sağladığı belirlenmiştir (Angkapradipta vd 1986b).

Sheu vd (1987) şeker otu'nda yaptıkları bir gübreleme çalışması sonucunda 0.5 ve 1 g/bitki üre, triple süper fosfat ve potasyum klorit tüm kombinasyonlarında biyokütle verimi üzerine azotun bir etkisinin olmadığını, ancak fosfor ve potasyumun biyokütle üretimini arttırdığını tespit etmişlerdir. Potasyum klorit için optimum doz 1.08

g/bitki olarak belirlenirken 3 gübrenin (üre, triple süper fosfat ve potasyum kloritin) her biri için 1 g/bitki uygulanması tavsiye edilmektedir.

Slamet ve Tahardi (1988) şeker otubitkisinde gölgeleme ve üre uygulaması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre gölgeleme bitki biyokütlesini ve çiçeklenme yüzdesini düşürmüştür. Gölgeleme ve üre uygulaması arasındaki interaksiyon ise çiçeklenme ve C:N oranı arasında bir etkide bulunmamıştır.

Shivaraj vd (1997)'nin bildirdiğine göre N, P ve K dozları arttıkça şeker otubitkisinin besin alımı artmıştır. En yüksek besin alımı 60:30:45 kg/ha NPK gübrelemesiyle sağlanmıştır.

Carneiro vd (1997) şeker otu bitkisini farklı toprak çeşitleri ve hem organik hem de kimyasal gübrelerin (N,P,K) oluşturduğu değişik ortamlarda yetiştirmeye almışlardır. Kimyasal gübrelemenin tüm dozlarında fidelerin ağırlığında artış saptanmıştır. Organik gübreler açısından en iyi sonuç, %10'luk tavuk gübresi uygulanan kumlu, killi, tınlı ve normal toprağın oluşturduğu karışımdan elde edilmiştir. Şeker otu bitkisinden çiçeklenme dönemi ya da öncesinde 1 ton kuru yaprak verimi alınabilmesi için hektara 64.6 kg N, 7.6 kg P and 56.1 kg K gerekmektedir (Lima vd1997).

Chalapathi vd (1997)'nin bildirdiğine göre şeker otu'nda en yüksek biyokütle verimi, taze yaprak verimi ve kuru yaprak verimi 60:30:45 kg/ha N, P, K gübrelemesiyle elde edilmiştir. Ancak 40-20-30 kg/ha oranlarında N, P, K gübrelemesiyle aynı oranda sonuçlar elde edilmiştir. Ekonomik açıdan 40-20-30 kg/ha NPK gübrelemesi önerilmektedir.

Brandle vd (1998)'nin bildirdiğine göre Katayama vd (1976) yapmış oldukları bir çalışmada şeker otu bitkisinde maksimum kuru maddeyi %1.4 N, %0.3 P ve %2.4 K oranları ile elde etmişlerdir. Çalışmada 7.6 t/ha biyokütle elde edebilmek için 105 kg/ha N, 23 kg/ha P ve 180 kg/ha K kullanılması gerektiği bulunmuştur.

Utumi vd(1999) şeker otunda makrobesin elementlerinin eksikliğini araştırmışlardır. Azot eksikliğinde yapraklarda sararma görülürken, fosfor eksikliğinde koyu gri yapraklar ortaya çıkmıştır. Potasyum eksikliğinde ise yapraklarda sarı lekeler ortaya çıkmıştır. Azot veya potasyum eksikliğinde yaprak alanında küçülmeler meydana gelmiş, aynı şekilde N, P, K veya S makro besin elementlerinden herhangi birinin eksik olduğu bitkilerdekuru ağırlığa göre sürgün:kök oranında azalma görülmüştür. Steviol glikozit içeriği ise N, K, Ca, Mg ve S elementlerinin herhangi birinin eksikliğinde azalmıştır.

Şeker otu bitkisine uygulanan farklı dozlarda azot sonucunda, doz miktarının artmasıyla (10 kg/ha'dan 30 kg/ha N'a kadar artmasıyla) bitkinin taze ve kuru yaprak veriminde, biyokütle veriminde ve steviosid içeriğinde artış görülmüştür. Daha düşük dozlarda karşılaştırıldığında kuru yaprak verimindeki artış % 64 civarında olmuştur (Allam vd 2001).

Aladakatti (2011)'nin bildirdiğine göre Kawatani vd (1977)'nin yapmış oldukları bir çalışmada azot uygulamasıyla şeker otu bitkisinin büyümesinde, gövde kalınlığında ve dal sayısında artış görülmüştür.

Bharathi (2002), yapmış olduğu çalışma sonucunda şeker otu için 275:113:113 NPK kg/ha gübre dozlarını tavsiye etmektedir.

Singh ve Rao (2005) tarafından şeker otu'nda yapılan bir gübreleme denemesinde humik, fumik ve humat uygulamalarının, N, P ve K elementlerinin tek başlarına veya kombinasyon halinde uygulanmalarına oranla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Maheshwar (2005), kısa gün bitkisi olan şeker otu'nda farklı azot uygulamalarının verim üzerine etkisini araştırmıştır. Uygulanan en yüksek azot dozuyla (105:30:45 kg/ha NPK) en yüksek bitki boyu (56.80 cm), maksimum sayıda yaprak (454.50 adet), en yüksek dal sayısı (48.39 adet), en yüksek biyokütle verimi (43.82 t/ha), maksimum taze yaprak verimi (13.87 t/ha), maksimum kuru yaprak verimi (3.54 t/ha), kuru madde oranı (126.41 g/bitki), maksimum yaprak alanı (5667.23 cm² /bitki) ve yaprak alan indeksi (5.58 cm²/bitki) bulunmuştur. Bu oranlar 90:30:45 kg/ha NPK uygulamasında da benzer sonuçlar vermiştir ve böylece 90 kg azot uygulamasının ekonomik açıdan daha uygun olacağı saptanmıştır.

Kumuda (2006), toprak koşullarına göre değişmekle birlikte genellikle şeker otu için saf madde üzerinden dekara atılacak 10 kg azot, 5 kg fosfor ve 5 kg potasyumun yeterli olacağını bildirmiştir. Ancak, aynı araştırmacıya göre çok verimsiz topraklarda yetiştiricilik yapılacaksa, toprak analizleri yapılarak elde edilen sonuçlara göre bu miktarlar artırılabilir. Azot, topraktan hızlı bir şekilde yıkandığı için yarısı dikim sırasında, yarısı ise fideler araziye aktarıldıktan 30 gün sonra verilmelidir. Fosfor ve potasyum elementlerinin ise tamamı dikimle birlikte verilmelidir

Das vd (2006) Şeker otu bitkisinde N, P, K gübre kombinasyonunun etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki uygulanan N, P ve K (40:20:30 kg/ha) gübre dozuyla başlangıçta ilk 45 günde besin elementlerinin miktarlarında artış olmuş, daha sonra aynı içeriklerin miktarı uygulamalara rağmen 60. güne doğru bitki büyüme sürecinde azalma görülmüştür.

Kumuda (2006) Şeker otunda çiçeklenmenin gecikmesi üzerine farklı büyüme düzenleyicilerin ve azotun etkisini araştırmıştır. Maksimum dal ve yaprak sayısı, azot ve 1000pp MH (maliec hidrazide) büyüme düzenleyicisinin interaksiyonuyla muamele edilen bitkilerden elde edilmiştir. Aynı zamanda bu uygulama sonucunda çiçeklenme gecikmiştir. MH ve azotun ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu maksimum kuru yaprak ağırlığı, kuru gövde ağırlığı ve toplam kuru ağırlık elde edilmiştir.

Das vd(2007a), Şeker otunda N, P, K içeriği ve biyokütle verimi üzerine biyogübrelemenin etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar göstermiştir ki başlangıçta gübreleme bitkilerin N, P, K içeriğini ve verimi arttırmış, ancak 60. günden sonra kombinasyon halinde uygulanan biyogübreler tek tek uygulamalara göre bitki gelişiminde daha yüksek oranda bir azalmaya neden olmuştur.

Das vd (2007b) N, P, K gübrelemesinin şeker otunda biyokütle verimini ve besin içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Ramesh vd (2007) ise, bitkiler sürgün vermeye başlamadan önce 25 t/ha çiftlik gübresi uygulanmasının bitkide kaliteyi arttıracığını bildirmişlerdir.

Das vd (2008) Şeker otu bitkisinin ürün veriminde etkili olan N, P ve K elementlerini içeren biyogübrelerin etkisini araştırmışlardır. Bitki büyümesinin üçüncü ayına kadar gübreleme devam etmiş daha sonra altıncı aya kadar gübre miktarında azaltmaya gidilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki gübrelemeyle orantılı olarak ürün veriminde de artışlar meydana gelmektedir. Kombine biyogübreyle en yüksek (%22.14) seviyede biyokütle verimi elde edilmiştir.

Şeker otu bitkisiyle yapılan bir diğer çalışmada beşinci aya kadar artan miktarlarda NPK gübreleri uygulanmıştır. Beşinci aydan sonra altıncı aya kadar gübre dozları aynı oranda azaltılmıştır. Uygulanan farklı dozlar neticesinde bitki uzunluğunda ve yan dal sayısında farklılıklar meydana gelmiştir. Farklı uygulamalarla yaş ve kuru biyokütle veriminde altıncı aya kadar artış gözlenmiştir (Das vd 2009).

Mahmoud (2009)'un bildirdiğine göre şeker otu bitkisine uygulanan organik ve inorganik gübre kombinasyonu bitkinin boyunu, ürün verimini ve kalitesini arttırmıştır.

Zahida ve Saini (2009)'nin bildirdiğine göre 45 t/ha çiftlik gübresi uygulamasıyla maksimum yaprak sayısı, yaprak alanı, kuru biyokütle, kuru yaprak verimi ve en yüksek toplam glikozit (steviosid ve rebaudisid A) ürünü elde edilmiştir. Aynı şekilde 60 ve 40 kg/ha üre uygulamasıyla yüksek oranda biyokütle ve yaprak verimi elde edilirken, maksimum toplam glikozit verimi ise 60 kg N ha⁻¹ üre uygulamasıyla sağlanmıştır.

Novak vd (2010)'nın bildirdiğine göre N, P ve K elementlerini belirli oranlarda (14:13:20) içeren mineral bir gübre ve bazı mikroelementlerle uygulanan gübrelemenin şeker otunun yaprak verimi ve steviol içeriğini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmada 0.8 g/bitki gübre uygulamasında kuru yaprak verimi 30.98 g iken 1.6 g/bitki gübre uygulamasında verim 30.28 g'a düşmüştür. Bu rakamların gübreleme yapılmayan uygulamalara göre sırasıyla % 39.8 ve % 21.6 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Patil (2010) Şeker otunda gübre uygulanan bitkilerin gübre uygulanmayan kontrol gruplarına göre oldukça yüksek oranda protein ve karbonhidrat içerdiğini bildirmiştir. Ayrıca gübrelemenin, bitkilerin fotosentezde görev alan klorofil miktarını arttırdığını belirlemiştir. Gübrelemeyle bitki boyunda ve yaprak alanında artış sağlanmış ve sonuç olarak bitki büyümesinde artış meydana gelmiştir.

Ma ve Shi (2011) Şeker otu bitkisinde, bitkilerde enzim aktivitesini kontrol eden potasyum elementleriyle bir çalışma yapmışlardır. Taban gübresi olarak 300 kg/ha N and 90 kg /ha P₂O₅ uygulanmıştır. Uygulanan beş farklı potasyum seviyesinden (0, 90, 120 and 150 kg/ha K₂O) 120 kg /ha K₂O potasyum gübrelemesi fotosentez miktarını, nitrat redüktaz aktivitesini, kök aktivitesini, strese dayanıklılığı ve malondialdehide (MDA) içeriğini arttırmıştır. Potasyumlu gübre uygulamaları karşılaştırıldığında azot

metabolizmasını güçlendirdiğinden en yüksek klorofil içeriği 120 kg/ha K₂O uygulamasında tespit edilmiştir.

Madan vd (2010)'nin yapmış oldukları derlemede şeker otunun büyümesi için gübrelemenin gerekliliği vurgulanmıştır. Maheshwar (2005) ise azotlu gübrelemenin; biyokütle verimini önemli derecede arttırdığını, yüksek azot uygulamasıyla, artan biyokütle üretimi ve kuru madde birikimi sağlandığını bildirmiştir.

Liu vd (2011) Şeker otunda, kimyasal gübre ve organik gübrenin büyüme ve gelişme üzerine etkisini araştırmışlardır. Fidelerin araziye aktarılmasından sonraki 40. günde bitki boyu ve kuru ağırlık bakımından kimyasal gübrede organik gübreye göre daha iyi sonuçlar alınırken, 60. günden sonraki ölçümlerde ise kök aktivitesini ve fotosentez oranını arttırdığı için organik gübre de şeker otunun biyokütlesini ve glikozit içeriğini arttırmıştır.

Aladakatti vd (2012)'nin yapmış oldukları bir çalışmada 3 farklı N (200-300-400 kg/ha) ve P₂O₅(100-150-200 kg/ha) dozu ve 2 farklı K₂O(100-200 kg/ha) dozunun şeker otu bitkisi üzerine etkisi araştırılmıştır. En yüksek kuru yaprak verimi 10.94 t/ha ile 300 kg/ha ve 11.42 t/ha ile 400 kg/ha azot uygulamalarında elde edilmiştir. Kuru yaprak verimi açısından fosfor dozları karşılaştırıldığında ise en yüksek değerler 150 kg/ha dozunda 10.85 t/ha ve 200 kg/ha dozunda 11.14 t/ha şeklinde tespit edilmiştir. Potasyum elementi açısından değerlendirildiğinde ise kuru yaprak verimi 100 kg/ha 10.46 t/ha iken 200 kg/ha'da bu değer 10.78 t/ha olarak gerçekleşmiştir. Şeker otu için 300:150:100 NPK kg/ ha değerleri ekonomik açıdan optimum seviyeler olarak belirlenmişlerdir.

Kumar vd (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada 2 doz çiftlik gübresi ve 7 doz inorganik gübrenin karşılaştırılması yapılmıştır. En yüksek bitki boyu (80.6cm), toplamda bitki kuru ağırlığı (1.35 g/bitki), kuru yaprak verimi (0.67 t/ha), kuru biyokütle (1.35 t/ha), kuru yaprak sap oranı (0.94) ve yapraktaki steviol glikozit miktarı (41.54 kg/ha) 50:60:50 kg/ha NPK uygulamasından elde edilmiştir. Ancak çiftlik gübresi ve inorganik gübre karşılaştırıldığında çiftlik gübresi uygulamasında yapraktaki steviol glikozit miktarı düşerken bileşen oranlarında artış görülmüştür.

Kumar vd (2013) her yıl araziye bitki aktarmadan önce çürümüş çiftlik gübresi uyguladıklarını vurgulamışlar ve 100:50:50 kg/ha NPK dozlarındaki bir gübrelemenin iyi bir şeker otu yetiştiriciliği için uygun olduğunu bildirmişlerdir. Bu gübrelemelerden süperfosfat (7% P) ve potasyum (50% K) araziye aktarmadan önce tek doz olarak verilirken azotlu gübrenin yarısı araziye aktarma zamanında diğer yarısı da ilk hasattan sonra iki eşit dozda % 46 azot içeren üre gübresiyle uygulanmıştır.

Gad ve Kandil (2013)'in yapmış olduğu çalışmada kobalt uygulamasının, eker otu bitkisinde ürün verimi, steviosid ve rebaudiosid değerlerinde artışa neden olduğu saptanmıştır.

Rashid vd (2013) Şeker otunda dört farklı (0, 15, 30 and 45 t/ha) çiftlik gübresini ve dört farklı (0, 20, 40 and 60 kg/ha) azot dozunu test etmişlerdir. Çalışma sonucunda biyokütle verimi, kuru yaprak verimi, bitki başına yaprak sayısı, yaprak alanı indeksi ve bitki başına kuru madde birikimi bakımından en yüksek değerler 45 t/ha çiftlik

gübre uygulamasıyla elde edilmiştir. Her iki uygulamada da maksimum azot kaldırılması yine 45 t/ha çiftlik gübresi uygulamasında kaydedilmiştir. 40 ve 60 kg/ha azot uygulamasıyla ise en yüksek dal sayısı, yaprak sayısı elde edilirken, 60 kg/ha N uygulamasıyla en yüksek kuru yaprak verimi ve bitki başına kuru madde birikiminde edilmiştir.

Pal vd (2013) püskürtme yöntemiyle (5.0 g/l KNO₃, 4.06 g/l Ca(NO₃)₂, 2.0 g/l CuSO₄·5H₂O ve 1.0 g/l (NH₄)₆Mo₇O₂₄) yaprak gübrelemesini denemişlerdir. 5.0 g /l KNO₃ ve 4.06 g/l Ca (NO₃)₂ uygulamasının kuru yaprak veriminde çok etkili olduğunu saptamışlardır.

Şeker otu bitkisi için 110:45:45 NPK/acre(1acre=4046 m² yani yaklaşık 4 da) oranlarında gübrelemenin uygun olduğu ve kuru madde üretimi için azot uygulamasının zorunluluğu bildirilmektedir (Anonim, 2013).

Tulasi (2014) Şeker otu bitkisinde yapmış olduğu bir çalışma sonucunda; 7500 kg/ha biyokütle üretiminin %26'sını kök, %35'ini gövde ve %39'unu yaprakların oluşturduğunu saptamıştır. Bu miktarda bir biyokütle veriminin sağlanabilmesi için; hem toprakta olan besin elementleri hem de gübrelemeyle sağlanacak olan miktarın toplamı 105 kg/ha N, 23 kg/ha P ve 180 kg/ha K şeklinde olmaktadır. Uygulanacak gübre oranı gerçekte toprak tipi ve çevre koşullarının optimum seviyesine göre değişmektedir.

Yang vd (2013) Şeker otu bitkisinin ürün verim ve kalitesi üzerine farklı gübreleme yöntemlerini denemişlerdir. Sonuçlara göre organik gübreleme bitkinin kalitesi ve verimi üzerine ekonomik açıdan yarar sağlamıştır. Şeker otu bitkisinin yaprak üretiminde organik ve inorganik gübre karışımında, sadece inorganik gübre ve sadece organik gübre uygulamasından daha yüksek sonuç elde edilmiştir. Organik gübreleme ile yapraklardan daha fazla rebaudiosid A ve steviosid elde edilmiştir.

Organik gübreleme bitkinin verim ve kalitesini artırır ve ürünün kalitesini düzeltir. Organik gübre uygulaması bitkinin vitamin ve şeker içeriğini artırır ve bitkide nitrat birikmesini azaltır (Xu ve Wang 2003).

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma 2011, 2012 ve 2013 yılları arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yürütülmüştür. Materyal olarak şeker otu (*Stevia rebusiana*) bitkisi kullanılmış ve farklı azot dozlarının bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

3.1. Arazi Çalışmaları

3.1.1. Denemenin yapıldığı arazi toprak yapısı

Denemenin yapıldığı bölge kırmızı toprak olup, killi tınlı yapıdadır. Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi için deneme alanında 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri analiz edilmiş ve elde edilen değerler Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Toprak Analiz Sonuçları

Toprak Özellikleri	Birim	Metotlar	Analiz Sonucu (0-30cm)	Değerlendirme
pH	—	1 : 2.5	7.7	Hafif Alkali
Kireç	(%)	Kalsimetrik	33.9	Çok Fazla Kireçli
Tuz	(%)	1 : 2.5	0.030	Tuzsuz
Doygunluk	(%)	Saturasyon	59	Bünye: Killi Tınlı
Organik Madde	(%)	Walkley Black	1.55	Az
Toplam N	(%)	Kjeldahl	0.113	İyi
Alınabilir P	kg P ₂ O ₅ /da	Olsen-Spekt.	11.8	Az
Alınabilir K	kg K ₂ O/da	A.Asetat-ICP	111.3	Fazla
Alınabilir Ca	kg CaO/da	A.Asetat-ICP	1996.8	Fazla
Alınabilir Mg	kg MgO/da	A.Asetat-ICP	88.6	Yeterli
Alınabilir Fe	ppm	DTPA-ICP	2.80	Yeterli
Alınabilir Mn	ppm	DTPA-ICP	29.48	Yeterli
Alınabilir Zn	ppm	DTPA-ICP	1.00	Yeterli
Alınabilir Cu	ppm	DTPA-ICP	0.90	Yeterli

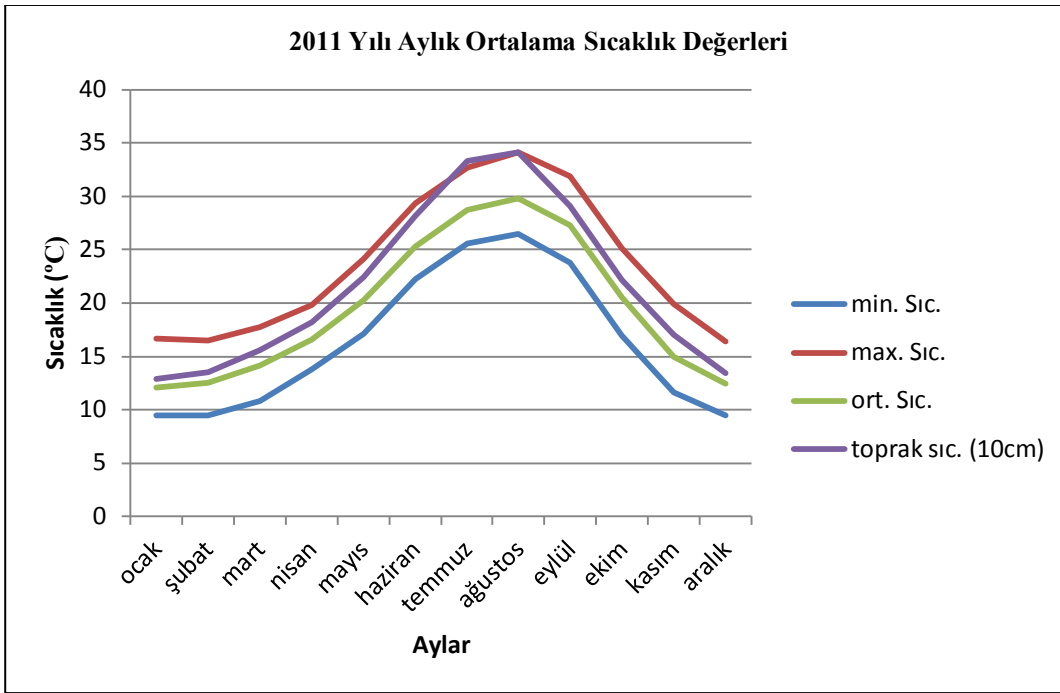
3.1.2. İklim verileri

Denemenin yürütüldüğü döneme ait meteorolojik veriler Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmıştır.

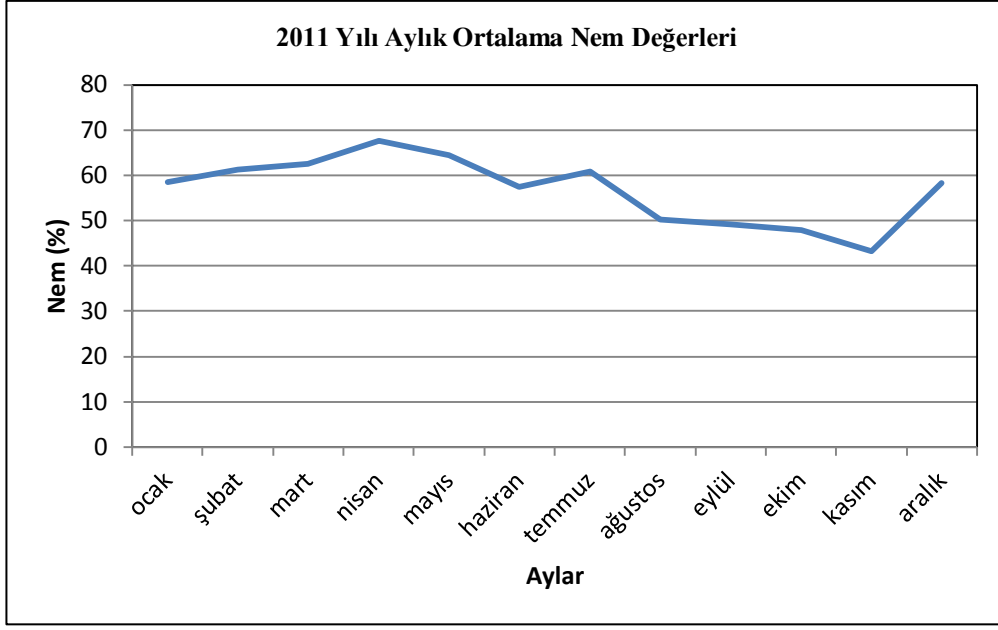
İklim verilerine ait değerler 2011 yılı için Çizelge 3.2’de, aylık değerlerin grafik şekilleri ise sıcaklık değerleri için Şekil 3.1’de, ortalama nem için Şekil 3.2’de, toplam güneşlenme süresi için Şekil 3.3’te ve yağış miktarı için Şekil 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.2. 2011 yılı iklim verileri

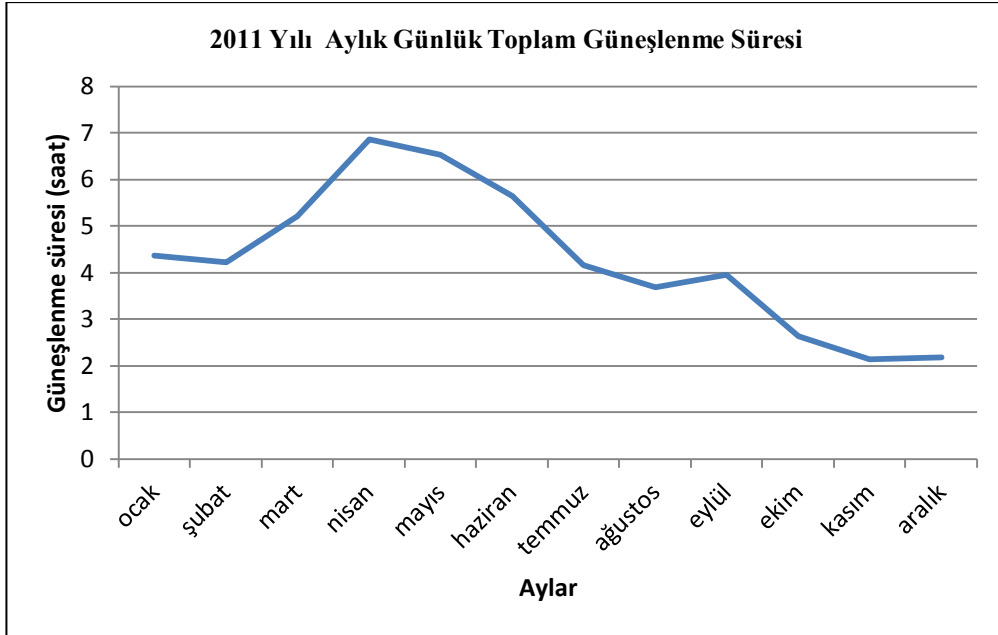
Yıl	Aylar	Min. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Toprak sıcaklığı (°C)	Ortalama nem (%)	Günlük toplam güneşlenme süresi (saat)	Yağış miktarı (mm)
2011	Ocak	9.5	16.6	12.1	12.9	58.6	4.4	94.7
	Şubat	9.5	16.5	12.6	13.6	61.2	4.2	81.2
	Mart	10.8	17.8	14.1	15.6	62.5	5.2	14.9
	Nisan	13.8	19.9	16.6	18.2	67.7	6.9	55.9
	Mayıs	17.1	24.2	20.2	22.4	64.5	6.5	61.0
	Haziran	22.2	29.4	25.4	28.2	57.4	5.6	76.8
	Temmuz	25.6	32.7	28.7	33.3	60.9	4.2	0.0
	Ağustos	26.5	34.2	29.8	34.1	50.2	3.7	14.6
	Eylül	23.8	31.9	27.3	29.1	49.3	4.0	5.8
	Ekim	16.9	25.2	20.6	22.1	48.0	2.6	91.0
	Kasım	11.7	19.9	15.0	17.0	43.3	2.1	10.2
	Aralık	9.5	16.4	12.4	13.4	58.3	2.2	75.9
	Ortalama	16.4	23.7	19.6	21.7	56.8	4.3	48.5



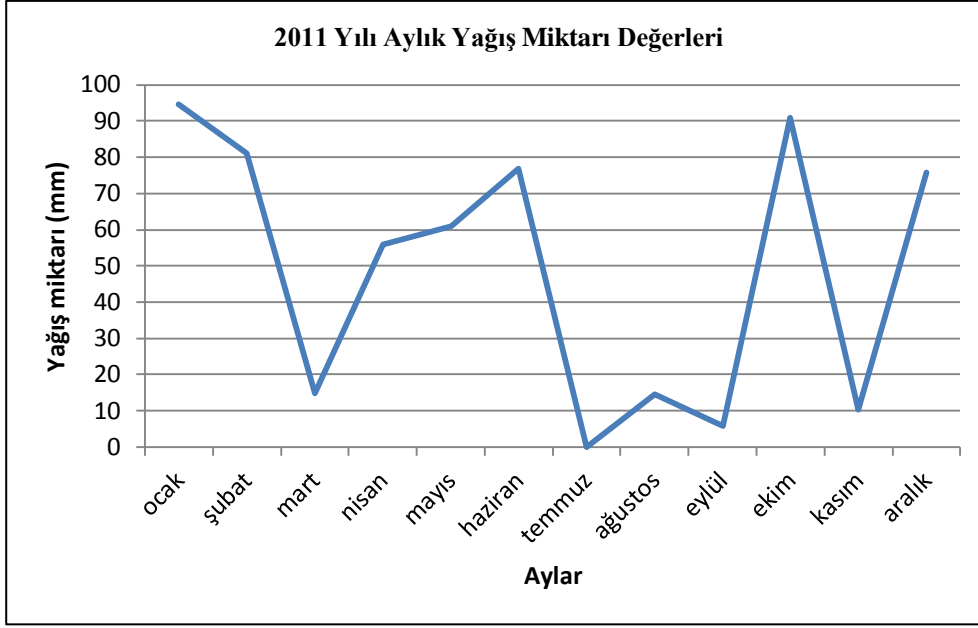
Şekil 3.1.2011 yılına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.2.2011 yılına ait aylık ortalama nem değerleri



Şekil 3.3. 2011 yılına ait aylık günlük toplam güneşlenme süresi değerleri

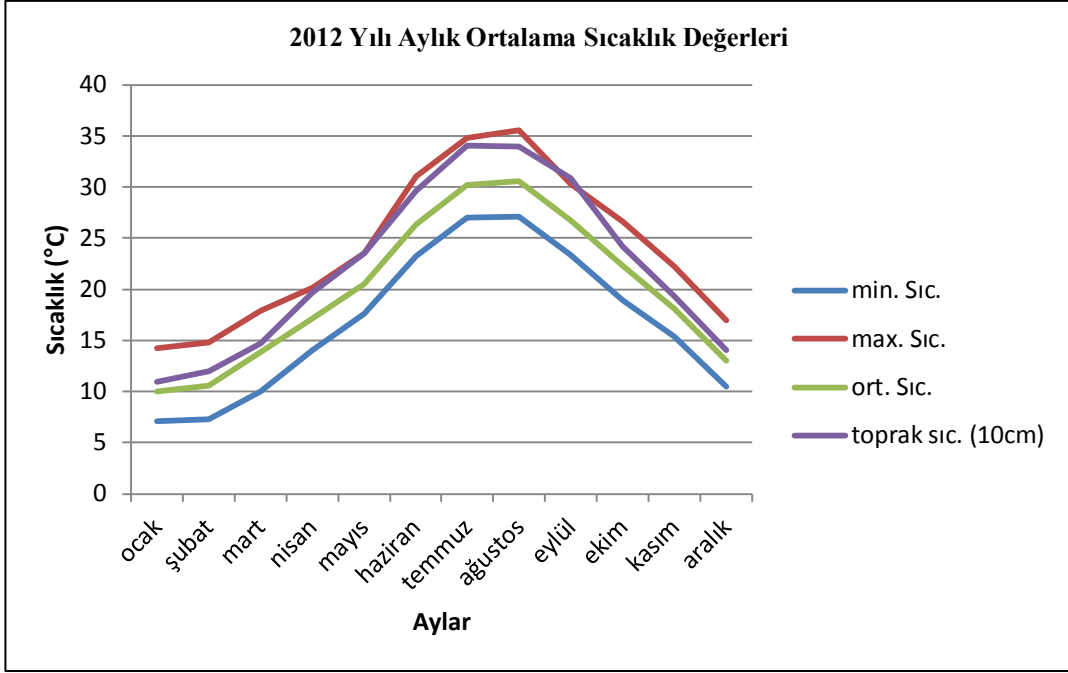


Şekil 3.4. 2011 yılına ait aylık yağış miktarı değerleri

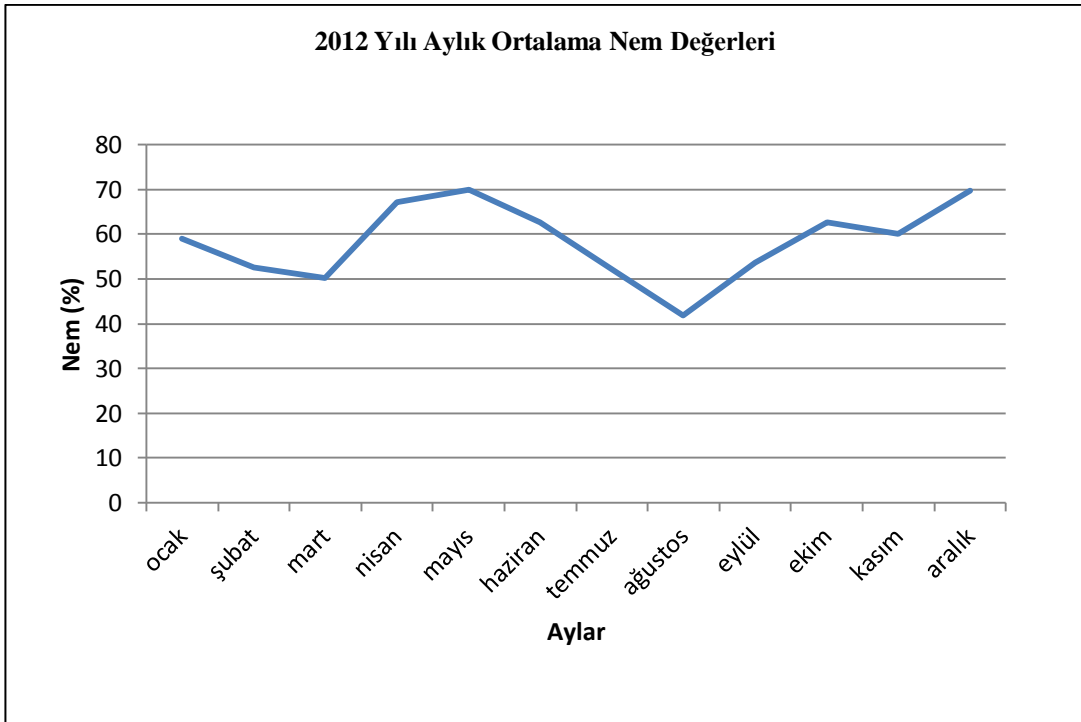
Çizelge 3.3'te 2012 yılına ait iklim verileri görülmektedir. Ayrıca 2012 yılı aylık değerlerin grafik şekilleri sıcaklık değerleri için Şekil 3.5'te, ortalama nem için Şekil 3.6'da, toplam güneşlenme süresi için Şekil 3.7'de ve yağış miktarı için Şekil 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. 2012 yılı iklim verileri

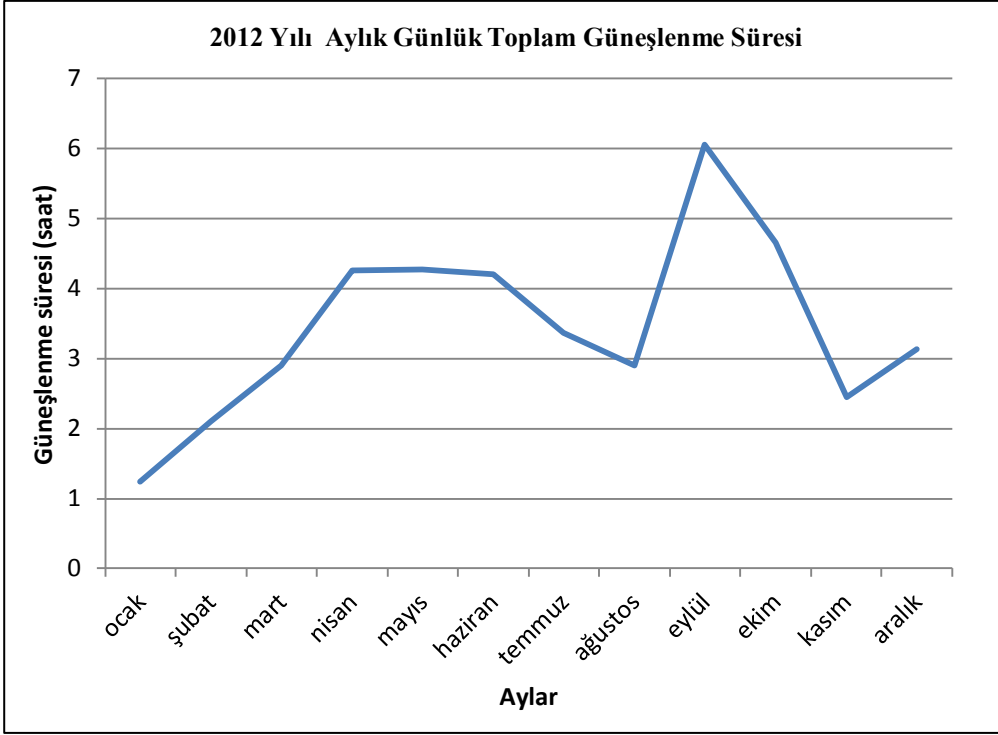
Yıl	Aylar	Min. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Toprak sıcaklığı (°C)	Ortalama nem (%)	Günlük toplam güneşlenme süresi (saat)	Yağış miktarı (mm)
2012	Ocak	7.1	14.3	10.0	10.9	59.1	1.2	257.7
	Şubat	7.3	14.8	10.5	12.0	52.5	2.1	136.4
	Mart	10.0	17.9	13.8	14.7	50.1	2.9	49.5
	Nisan	14.1	20.2	17.1	19.7	67.2	4.3	43.6
	Mayıs	17.6	23.6	20.6	23.5	69.9	4.3	45.0
	Haziran	23.2	31.1	26.3	29.6	62.6	4.2	19.3
	Temmuz	27.0	34.8	30.2	34.0	52.2	3.4	0.0
	Ağustos	27.1	35.6	30.6	34.0	41.9	2.9	0.0
	Eylül	23.4	30.3	26.7	30.9	53.7	6.1	0.0
	Ekim	18.9	26.7	22.3	24.2	62.7	4.7	104.9
	Kasım	15.4	22.2	18.1	19.3	60.0	2.5	25.4
	Aralık	10.5	16.9	13.0	14.1	69.7	3.1	226.3
	Ortalama	16.8	24.0	19.9	22.2	58.5	3.5	75.7



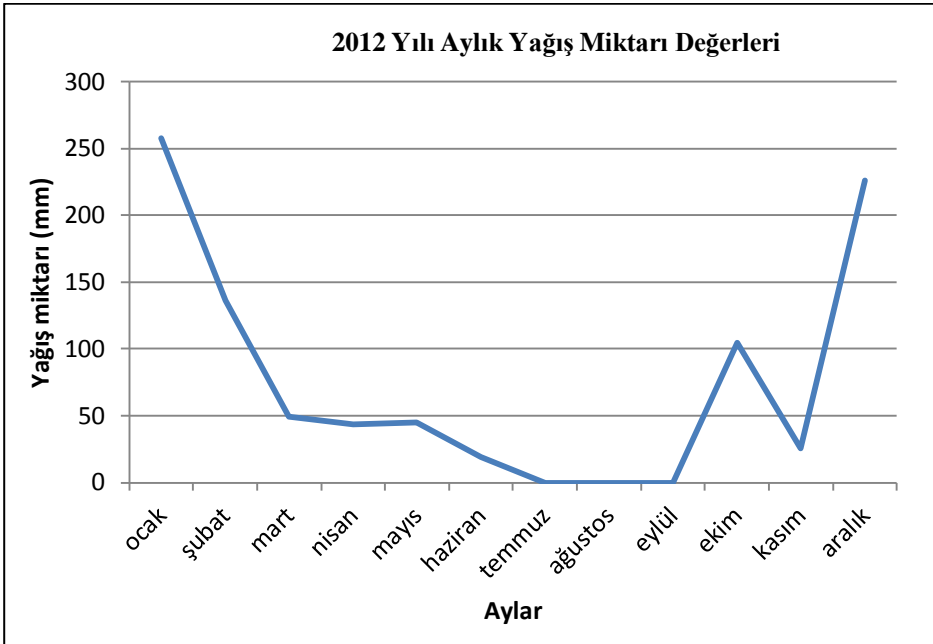
Şekil 3.5.2012 yılına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.6.2012 yılına ait aylık ortalama nem değerleri



Şekil 3.7.2012 yılına ait aylık günlük toplam güneşlenme süresi değerleri

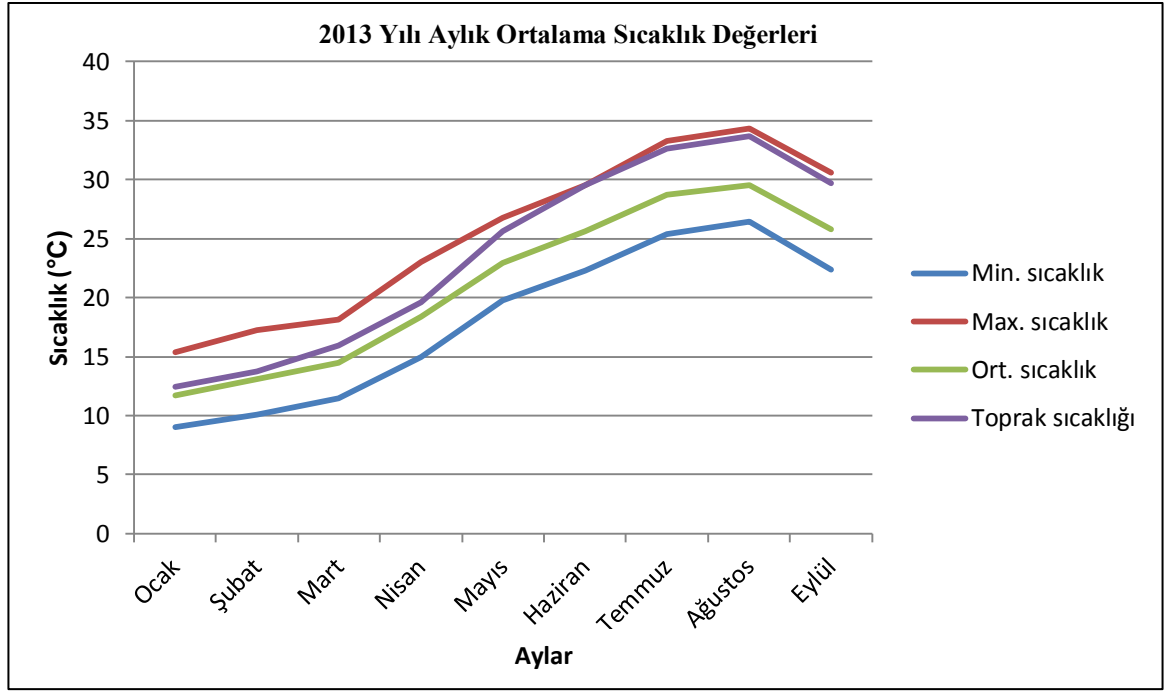


Şekil 3.8. 2012 yılına ait aylık yağış miktarı değerleri

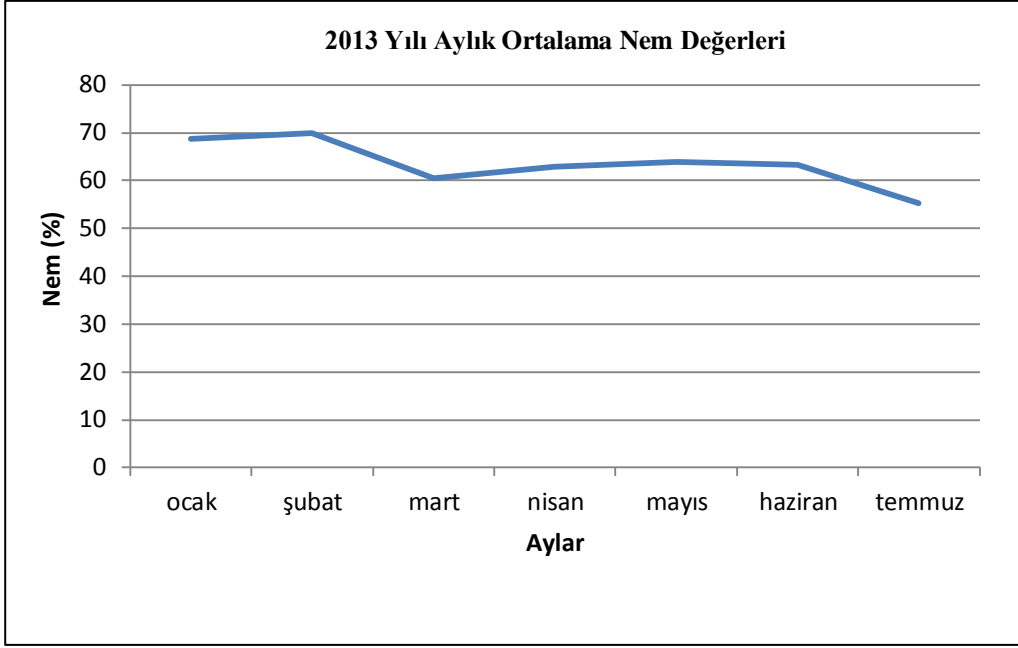
Çalışmanın 3. yılına ait iklim verileri Çizelge 3.4'te, aylık değerlerin grafik şekilleri ise sıcaklık değerleri için Şekil 3.9'da, ortalama nem için Şekil 3.10'da, toplam güneşlenme süresi için Şekil 3.11'de ve yağış miktarı için Şekil 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. 2013 yılı iklim verileri

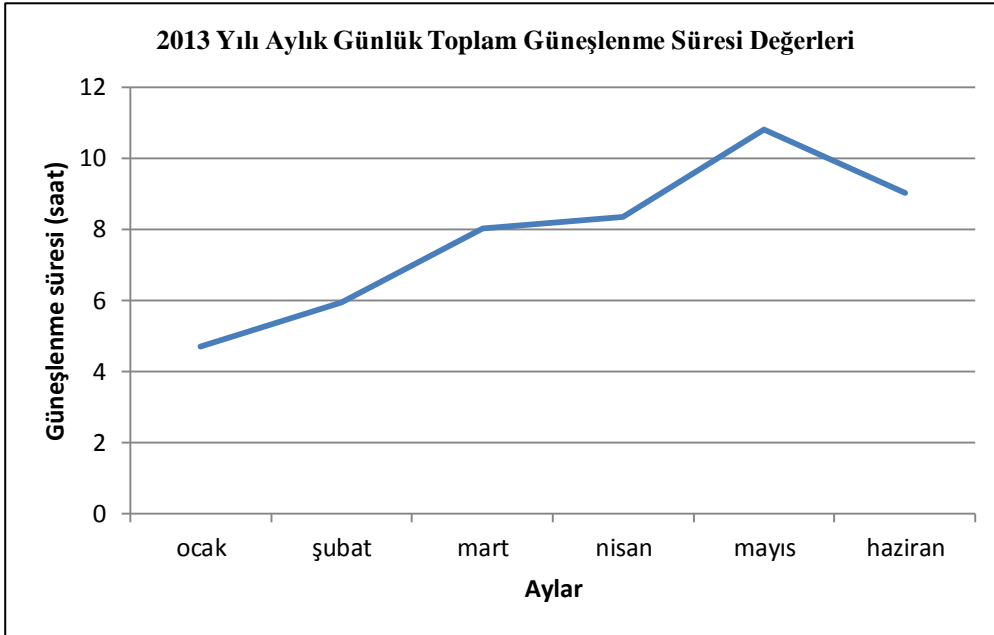
Yıl	Aylar	Min. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Toprak sıcaklığı (°C)	Ortalama nem (%)	Günlük toplam güneşlenme süresi (saat)	Yağış miktarı (mm)
2013	Ocak	9.0	15.4	11.7	12.4	68.7	4.7	353.3
	Şubat	10.1	17.2	13.1	13.7	69.8	5.9	103.1
	Mart	11.5	18.1	14.5	15.9	60.4	8.0	17.0
	Nisan	15.0	23.0	18.4	19.6	62.9	8.3	121.9
	Mayıs	19.8	26.8	22.9	25.6	63.9	10.8	55.7
	Haziran	22.3	29.5	25.6	29.5	63.2	9.0	0.0
	Temmuz	25.4	33.3	28.7	32.6	55.2	9.0	0.0
	Ağustos	26.4	34.3	29.5	33.7	53.8	7.2	0.0
	Eylül	22.4	30.6	25.8	29.7	53.6	10.2	29.9
Ortalama	18.0	25.4	21.1	23.6	61.3	8.1	75.7	



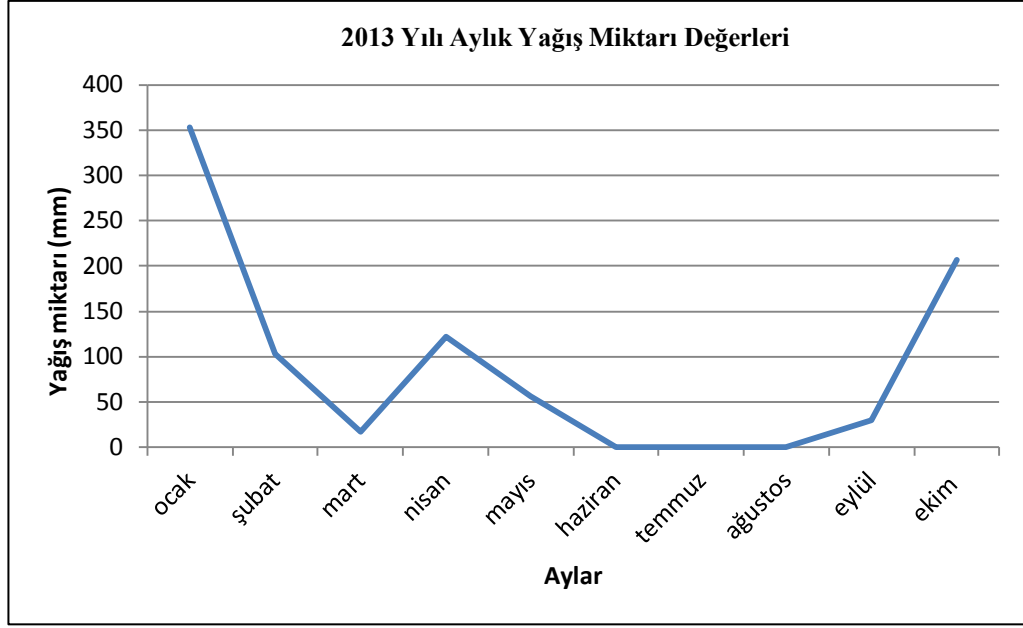
Şekil 3.9. 2013 yılına ait aylık ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.10. 2013 yılına ait aylık ortalama nem değerleri



Şekil 3.11. 2013 yılına ait aylık günlük toplam güneşlenme süresi değerleri



Şekil 3.12.2013 yılına ait aylık yağış miktarı değerleri

3.2. Deneme Detayları

3.2.1. Deneme deseni

Çalışma, arazi koşulları homojen olmadığı için, 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseniyle kurulmuştur. Parselasyon; 4 blok ve her blokta 5 parsel olmak üzere 20 parselle oluşturulmuştur. Parsel büyüklüğü 19.305 m² (3.90mX4.95m), blok ve parsel araları ise 2 m olacak şekilde ayarlanmıştır. Gübre dozlarının deneme parsellerindeki dağılımı Şekil 3.13'te görülmektedir.

I. Tek.	10		20		15		5		0
II. Tek.	5		15		0		10		20
III. Tek.	20		10		15		0		5
IV. Tek.	0		5		20		10		15

Şekil 3.13. Gübre dozlarının deneme parsellerindeki dağılımı

3.2.2. Gübre Uygulaması

Parselasyon işleminden sonra her bir parselde farklı dozlarda (5, 10, 15 ve 20 kg/da) saf azot uygulanmış ve gübre olarak % 33 azot içeren Amonyum Nitrat gübresi

kullanılmıştır.Kontrol (0) grubuna ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Parsellere uygulanan gübre miktarları aşağıda belirtilmiştir.

5 kg için	:292.5 g
10 kg için	:585 g
15 kg için	:877.5 g
20 kg için	:1170 g

Parsellere ayrıca dikimle birlikte 8 kg/da fosfor (P) hesabıyla 351 g Triple Süper Fosfat ve 8 kg/da potasyum (K₂O) hesabıyla 308 g Potasyum Sülfat gübresi atılmıştır. Uygulanan gübreler tırmıklarla karıştırılarak dikim işlemine geçilmiştir.Denemenin 2. ve üçüncü yıllarındaki gübre uygulamaları bitkilerin topraktan çıkış yaptıkları tarihlerde gerçekleştirilmiştir. Bu tarihler 2. yıl için 09.04. 2012 ve 3. yıl için 29.03.2013'tür.

3.2.3. Denemenin kurulması

Çalışma kapsamında; öncelikle fide elde etmek amacıyla Antalya'da faaliyet gösteren Grow Fide tesislerinde şeker otutohumlarının viyollere ekimi yapılmıştır. Tohumlardan elde edilen fideler 10-15 cm boya gelincetoprak sıcaklığının 15-20°C'ye ulaştığı Nisan ayının ilk haftasında dikim yapılmak üzere araziye getirilmiştir.Dikime hazır şeker otu fideleri Şekil 3.14'te görülmektedir.



Şekil 3.14. Araziye dikilmeye hazır şeker otu fideleri

Dikimler için sıra arası mesafe 65 cm, sıra üzeri mesafe ise 45 cm (Midmore ve Rank, 2002)olacak şekilde 15-20 cm derinliğinde ocaklar açılmış ve viyollerdeki fidelerin dikimi yapılmıştır. Her parsele kenar tesirleri hariç 50 bitki dikilmiş ve dikimlerden sonra hortumla can suyu verilmiştir (Şekil 3.15, Şekil 16, Şekil 17).



Şekil 3.15.Fidelerin araziye aktarılması ve can suyu verilmesi



Şekil 3.16.Araziye dikimden 35 gün sonra şeker otu fidelerinin görünümü



Şekil 3.17. Denemenin 2. yılı çıkış yapan şeker otu bitkisinden görünüm

3.2.4. Denemenin sulanması ve yabancı ot mücadelesi

Dikimler tamamlandıktan sonra deneme alanına damla sulama sisteminin kurulumu yapılmıştır. Haftada 2 kez sulama yapılmıştır (Şekil 3. 18).



Şekil 3.18. Damla sulama sistemi kurulmuş şeker otu parselleri

Bundan sonraki süreçte gerekli oldukça elle ve çapalar yardımıyla yabancı ot temizliği yapılmıştır (Şekil 3. 19).



Şekil 3.19. Şeker otu parsellerinden genel bir görünüm

3.3. Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Başlıca Gözlem, Ölçüm ve Analizler

Bu tez çalışması kapsamında aşağıdaki ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

İlk çiçeklenme tarihi (gün): Bitkilerde ilk tomurcukların görüldüğü tarih ilk çiçeklenme tarihi olarak kaydedilmiştir. Bu tarih aynı zamanda biçim tarihi olarak ta dikkate alınmıştır.

Bitki boyu (cm): Biçimden hemen önce her parselden 10 adet bitkide toprak yüzeyinden en uç noktaya kadar olan yükseklik ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir.

Dal sayısı (adet): Biçimden önce her parselde 10 adet bitkide oluşan dallar sayılmış ve adet olarak dal sayıları belirlenmiştir.

Yeşil herba verimi (kg/da): Bitkiler toprak seviyesinden 15 cm yükseklikten biçilip tartılarak parsellerdeki yeşil herba verimi belirlenmiş ve elde edilen sonuç dekara çevrilmiştir.

Kuru herba verimi (kg/da): Taze herbadan alınan 300'er g örnekler 40 °C'de kurularak % nem kayıpları belirlenmiş ve bu oranlardan faydalanılarak kuru herba verimleri hesaplanmıştır.

Yaprak/sap oranı: Öncelikle her parselden 10'ar adet bitki tesadüfi olarak seçilmiş ve ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra her bitkinin yaprak ve sapları ayrılarak tartılmış ve bitki başına yaprak ve sap oranları belirlenmiştir. Belirlenen yaprak ve sap ağırlıkları birbirlerine oranlanarak yaprak/sap oranları tespit edilmiştir.

Yeşil yaprak verimi (kg/da): Yaprak oranı ile dekara yeşil herba verimi oranlanarak dekara yeşil yaprak verimi hesaplanmıştır.

Kuru yaprak verimi (kg/da): 300'er g yaprak örneği gölgede ağırlığı sabit oluncaya kadar kurutularak yaprakta % nem oranı belirlenmiş ve bu değer yeşil yaprak verimi ile oranlanarak kuru yaprak verimi hesaplanmıştır.

Kuru yaprak/sap oranı:Öncelikle kuru herba veriminden kuru yaprak verimi çıkartılarak kuru sap verimi belirlenmiştir. Daha sonra kuru yaprak verimi ile kuru sap verimi oranlanarak kuru yaprak/sap oranı tespit edilmiştir.

Steviol glikozit içeriği: Kurutulan örneklerde steviol glikozit (steviosid ve rebaudiosid A) analizleri Kolb vd (2001)'nin bildirmiş olduğu HPTLC yöntemine göre yapılmıştır.

Steviol glikozit verimi (bitki başına): Analiz sonucu bulunan steviol glikozit (steviosid ve rebaudiosid A) oranları kuru herba verimlerinden faydalanılarak hesaplanmıştır.

3.4. Hasat

3.4.1. Biçim

Hasat çiçeklenmenin hemen başında yapılmıştır(Şekil 3.20, Şekil 3.21). Çünkü şeker otu bitkisi için optimum verimin elde edildiği, steviosid kalitesinin ve miktarının en iyi olduğu dönemin çiçeklenme başlangıcı olduğu belirtilmektedir(Mishra vd 2010).Antalya koşullarında 2011, 2012 ve 2013 yılları için Eylül ayının ilk haftasına denk gelen çiçeklenme başlangıcında bitkilerin hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasattan önce her bir parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide bitki boyu ve dal sayısı belirlenmiştir. Daha sonra budama makasları kullanılarak bitkiler 15 cm yüksekten biçilmiştir (Rashid vd2013).Biçimlerde parsel kenarlarındaki birer sıra, her sıranın başından ve sonundan ise birer bitkikenar tesiri olarak ayrılmıştır.



Şekil 3.20. Hasat zamanı gelmiş çiçeklenme başlangıcındaki şeker otu bitkileri



Şekil 3.21. Şeker otu bitkisinin biçimi ve biçim sonrası görünümü

Biçilen bitkiler vakit kaybetmeden tartılmış(Şekil 3.22) ve parsel başına verimler belirlenmiştir.



Şekil 3.22. Hasattan sonra bitkilerin tartılması

Tartım işleminden sonra bitkilerden 10 tanesi yine tesadüfi olarak seçilip yaprakları ve sapları ayrılmış (Şekil 3.23) ve terazilerle tartılarak (Şekil 3.24) yaprak/sap oranı belirlenmiştir.



Şekil 3.23. Yaprak ve sapı ayrılmış şeker otu bitkisi



Şekil 3.24.Şeker otu bitkisinin ayrılmış yaprak ve saplarının tartımı

3.5. Kurutma

Biçilen bitkilerde kuru madde oranını belirlemek amacıyla 300'er g örnek kese kağıtlarına doldurularak (Şekil 3.25) 40°C'de (Mishra vd 2010, Kumar vd 2013, Serfaty vd 2013) kurutulmak üzere Tarla Bitkileri Bölümüne ait kurutma dolabına yerleştirilmiştir (Şekil 3.26). Yaprak oranını belirlemek amacıyla ayrılan yaprak ve saplardan ayrı ayrı ise yine 300'er g örnek alınarak kese kağıtlarında gölge bir yerde kuruyuncaya kadar bekletilmiştir (Şekil 3.27). Kurutma fırınında ve gölgede bekletilen örnekler kızışmayı engellemek amacıyla devamlı karıştırılmış ve ağırlıkları sabit olduktan sonra tartılarak kuru madde oranları belirlenmiştir.



Şekil 3.25. Yaprak ve sapların ayrılmasından sonra örneklerin 300'er gram olacak şekilde tartılması



Şekil 3.26. Kuru madde oranını belirlemek için yaprak ve sapların birlikte 300'er g örnekler halinde kurutma dolabında kurutulması



Şekil 3.27. 300'er gram olacak şekilde ayarlanan yaprak örneklerinin gölgede kurutulması

3.6. Steviol Glikozitlerin Çıkarılması

3.6.1. Bitki ekstraksiyonu

Bitki ekstraksiyonunda çözücü olarak asetonitril : su karışımı (80:20) (Ramesh vd2007) kullanılmıştır. Bunun için 250 mg bitki 10 ml çözücü ile ultrasonik banyoda (Bandelin Electronic, Sonorex, Type: RK 255 H) (80°C'de) 30 dakika boyunca ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonunda çözücü dekante edilerek ayrılmış ve soğuduktan sonra 5000 dev/dak ile 10 dakika süresince santrifüj (Hettich Universal 320 R Germany) edilmiştir. İşlem sonunda santrifüj edilmiş çözücü 25 ml'ye ekstraksiyon için kullanılan çözücü (asetonitril:su-80:20) ile tamamlanmıştır.

3.6.2. Steviol glikozit (steviosid ve rebaudiosid A) değerlerinin belirlenmesi

Analiz çalışmaları, Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim Dalında yürütülmüştür. Steviol glikozitlerin çıkarılması ve miktarlarının tayini işlemi için CAMAG marka HPTLC (High Performance Thin Layer Chromatography) sistemi kullanılmıştır.

HPTLC (High performance thin layer chromatography) plağına uygulama (CAMAG ATS 4 Automatic TLC Sampler 4): Hazırlanan numune (10 mg/ml) 10 kat seyreltilerek konsantrasyonu 1 mg/ml'ye indirilmiştir. Plağına uygulama bu konsantrasyon üzerinden gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.28).

	Sample ID	Amount	Dim	Volume Solution	Dim	Dilution Factor	Reference Amount	Related To	Notes
1	T787A-1	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
2	T787A-2	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
3	T787A-3	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
4	T787A-4	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
5	T787A-5	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
6	T787A-6	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
7	T787A-7	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
8	T787A-8	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
9	T787A-9	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
10	T787A-10	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
11	T787A-11	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
12	T787A-12	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
13	T787A-13	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
14	T787A-14	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
15	T787A-15	250.000	mg	25.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
16	Ozb-Std-2	1.000	mg	1.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 2 uL
17	Ozb-Std-6	1.000	mg	1.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 6 uL
18	Ozb-Std-10	1.000	mg	1.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL
19	RebA-Std-2	1.000	mg	1.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 2 uL
20	RebA-Std-6	1.000	mg	1.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 6 uL
21	RebA-Std-10	1.000	mg	1.0000	mL	10.0000	0.000mg		0.1 mg/mL den 10 uL

Şekil 3.28.HPTLC plağına uygulanan örneklerin (10 µl) miktarları ve steviosid ve rebaudiosid A standart maddelerinin 3 farklı (2, 6 ve 10 µL) konsantrasyonuna bağlı olarak kalibrasyon eğrileri çizilip, bu değerler üzerinden miktar tayini yapılmıştır

Plağın Yürütme sistemi (CAMAG ADC 2 Automatic Development Chamber):3 : 1 : 1 oranında hazırlanan Etil asetat : Metanol : Asetik asit çözücü sistemi kullanılmıştır.

Reaktif Uygulama Sistemi (CAMAG Chromatogram Immersion Device III): Lekelerin görünür hale gelmesi için 2 g naftol, 180 ml etanol ve 12 ml %50'lik sülfürik asit ile çözülerek hazırlanmıştır. Reaktif püskürtme değil de daldırma yöntemi kullanılarak plak üzerinde homojen leke oluşumu sağlanmıştır. Daldırma işlemi için mevcut daldırma ünitesinde 3.5 cm/saniye daldırma hızı ve 2 saniye daldırma süresi ayarlanarak yapılmıştır.Reaktif uygulandıktan sonra renkler belirgin hale gelinceye kadar yaklaşık 2-5 dk süreyle 100-105 °C ısıtma uygulanarak reaktifin lekeleri görünür hale getirmesi sağlanmıştır.

Leke görüntüleme (CAMAG Reprostar 3):Plakta yürütme işlemi sonunda reaktif uygulanmadan ve reaktif uygulandıktan sonra değişik dalga boylarında fotoğraf çekimi yapılarak görüntüler dijital olarak tespit edilmiştir.

Lekelerin taranması sistemi (densitometrik ölçüm)(CAMAG TLC Scanner 3): Plakta yürütme işlemi tamamlandıktan sonra hem reaktif uygulamadan (210 nm) hem de reaktif uygulandıktan sonra tarayıcıda (510 nm) okumalar yapılmıştır. Sonuçlar hem sayısal (Tablo halinde) hem de kromatografik olarak (görsel) tespit edilmiştir.

Lekelerin taranması sistemi (spektroskopik ölçüm) (CAMAG TLC Scanner 3): Lekelerin spektroskopik ölçümleri alınmıştır.Bu işlemler sırasında WinCATS-Plannar Chromatography Manager Version: 1.4.2.8121 yazılımı kullanılmıştır.

3.7. İstatistik Analizler

Verilerin analizi için SAS istatistik metodu kullanılmıştır. Sonuçların yorumlanması varyans analiz metodu kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca ortalamalara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Antalya koşullarında 2011, 2012 ve 2013 yıllarında yürütülen bu çalışma ile farklı dozlarda uygulanan azotlu gübrelemenin şeker otu bitkisinde; ilk çiçeklenme tarihi, bitki boyu, dal sayısı, yeşil herba verimi, kuru herba verimi, yaprak, sap ve yaprak/sap oranları, yeşil yaprak verimi, kuru yaprak verimi ve kuru yaprak/sap oranı gibi agronomik özellikler ile steviol glikozit içeriği gibi kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. İncelenen özelliklere ilişkin veriler ve bu verilerin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

4.1. Büyüme Değerleri

4.1.1. İlk çiçeklenme tarihi

İlk çiçeklenme gün sayıları açısından varyans analiz tabloları incelendiğinde birinci ve ikinci yıl farklı azot dozlarının çiçeklenme üzerine etkili olduğu üçüncü yıl ise herhangi bir etkinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1. Birinci yıla ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.17	5.64**
Tekerrür	3	0.67	3.20
Hata	12	0.21	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.2. İkinci yıla ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	2.43	6.77 **
Tekerrür	3	0.73	2.05
Hata	12	0.36	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.3. Üçüncü yıla ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.33	2.89
Tekerrür	3	1.25	2.73
Hata	12	0.46	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

İlk çiçeklenme gün sayıları açısından üç yılın ortalaması dikkate alındığında ise yıllar ve dozlar arasında istatistiki olarak önemli farklar görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Üç yılın ortalamasına ait ilk çiçeklenme gün sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	1022.4	2696.57 **
Doz	4	4.1	10.73 **
Tekerrür	3	1.1	2.97
Yıl&Doz	8	0.4	1.13
Yıl&Tekerrür	6	0.8	2.01
Doz&Tekerrür	12	0.3	0.70
Hata	24	0.4	
Toplam	59		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

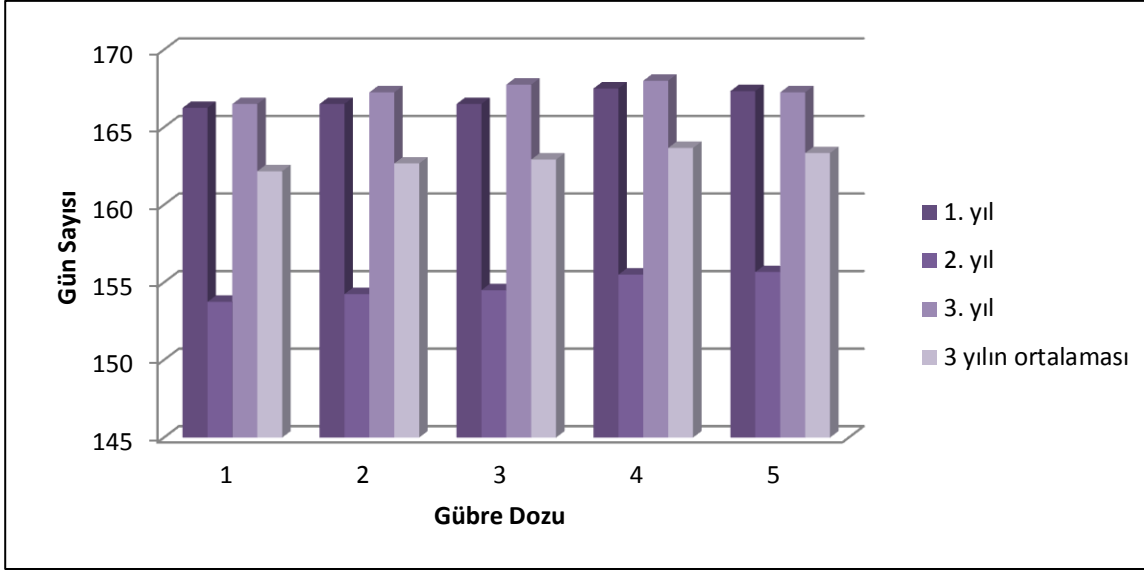
Farklı azot dozu uygulamalarının ilk çiçeklenme tarihi üzerine etkisi incelendiğinde birinci yıl en erken çiçeklenme gün sayısı 166 gün ile 0, 5 ve 10 kg/da azot dozlarında görülürken en geç çiçeklenme gün sayısı ise 167 gün ile 15 ve 20 kg/da azot dozlarında görülmüştür (Çizelge 4.5). İkinci yılda ise ilk çiçeklenme en erken gübre uygulanmayan 0 azot dozunda 153. Günde gözlenirken en geç çiçeklenme 155 gün ile 15 ve 20 kg/da azot dozunda gözlenmiştir. Üçüncü yılda ise en erken çiçeklenme gün sayısı 0 azot dozunda 166. günle kaydedilmiştir. En geç çiçeklenme gün sayısı ise 15 kg/da azot dozunda görülürken, 10 ve 15 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark çıkmamıştır. Üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise en erken çiçeklenme 0 azot dozunda 162. günde görülürken en geç çiçeklenme ise 164. günde 15 kg/da azot dozunda görülmüştür (Çizelge 4.5, Şekil 4.1). Azot dozları bazında ilk çiçeklenme gün sayısı değerlendirildiğinde azot dozları arttıkça ilk çiçeklenme gün sayılarının arttığı belirlenmiştir.

Bu durum azot uygulamasının bitkinin vejetatif aksamında artışa neden olurken, vejetatif devreden generatif devreye geçişini geciktirmesinden kaynaklanmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde azot uygulama dozu arttıkça ilk çiçeklenme gün sayısı da artmış yani çiçeklenme gecikmiştir. Azot noksanlığında bitkiler erken olgunlaşır ve vejetatif gelişme periyodu kısalmıştır. Bu erken yaşlanma, büyük olasılıkla bitkinin kuvvetli büyümesini ve genç dönemde daha uzun süre kalmasını sağlayan sitokin hormonunun sentezi ve taşınması üzerine azotun etkisinden kaynaklanmaktadır. Azot noksanlığında bu hormonun azalması bitkinin erken yaşlanmasına, yani vejetatif gelişme periyodunun kılmasına etkilidir. Azotun fazlalığı halinde bitkide vejetatif gelişme teşvik edilmektedir (Ceylan, 1994). Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminde azot bitkinin büyümesi ve gelişmesi üzerine en büyük etkiye sahiptir. Ancak fazla uygulanan azot bitkinin kök gelişimini olumsuz etkilediği gibi çiçeklenmenin gecikmesine de neden olmaktadır (Radanović vd2006). Aynı şekilde Kumuda (2006) Şeker otunda azot uygulamasıyla çiçeklenmenin geciktiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.5. İlk çiçeklenme gün sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

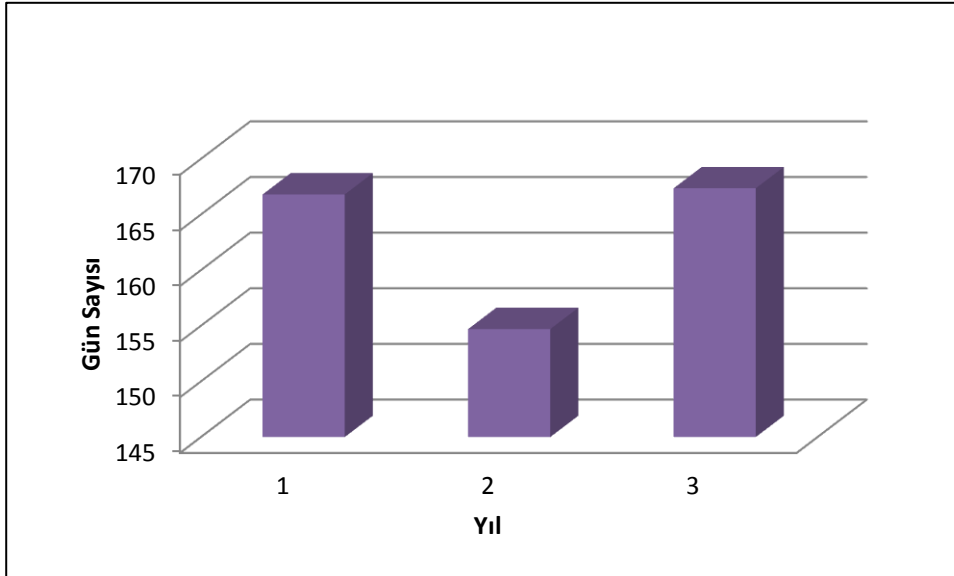
	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	166	B	154	B	167	B	162	D
5	167	B	154	B	167	BA	163	DC
10	167	B	155	B	168	A	163	BC
15	168	A	156	A	168	A	164	A
20	167	A	156	A	167	BA	163	BA
S\bar{X}	167	B	155	C	167	A		
LSD	0.7284		0.921		1.043		0.5188	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.1. İlk çiçeklenme gün sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Yıllar bazında ilk çiçeklenme gün sayısı değerlendirildiğinde ise en erken çiçeklenme diğer yıllara göre daha az günlük güneşlenme süresine ve özellikle ilk aylarda daha az sıcaklık koşullarının görüldüğü 155 gün ile 2. yılda görülmüş, onu 167 gün ile 1. yıl takip etmiş ve en geç çiçeklenme ise 167 gün ile 3. yılda görülmüştür (Çizelge 4.5, Şekil 4.2). Şeker otu bir kısa gün bitkisidir ve 2. yılda erken, 3. yılda geç çiçeklenmesine neden olan sebep ise güneşlenme süresinden kaynaklı olabilir. Çünkü iklim verilerine bakılacak olursa en az ortalama güneşlenme 2. yılda, en çok güneşlenme ise 3. yılda olmuştur.



Şekil 4.2. İlk çiçeklenme gün sayısının üç yıllık ortalaması

Birçok bitkide çiçeklenmenin olabilmesi için özellikle tomurcuk devresinde uzun veya kısa süre belirli bir gün uzunluğu etkisinde kalması gerekmektedir. (Ceylan 1994). Zaidan vd (1980)'nin bildirdiğine göre Valio ve Rocha, fotoperyotunşeker otu bitkisinde çiçeklenmeyi etkilediğini ve bitkinin bir kısa gün bitkisi olduğunu belirtmektedirler. Slamet ve Tahardi (1988) ise gölgelemenin bitki biyokütlesini, çiçeklenme yüzdesi ve oranını düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Bu tez çalışması süresince en yüksek sıcaklık denemenin üçüncü yılında görülmüştür. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde en geç çiçeklenmenin de üçüncü yılda olduğu görülmektedir. Şeker otu gelişimi süresince yüksek sıcaklıklar istemektedir. Üçüncü yıla göre birinci ve ikinci yıl nispeten düşük sıcaklıkların görülmesi bitkilerin vejetatif devresini kısaltmış ve generatif devreye erken geçerek, yaşam döngüsünü tamamlama isteğini göstermiştir. Vejetatif büyüme periyodu sırasındaki düşük sıcaklıklar ve kısa gün koşulları gibi etmenler şeker otunda erken çiçeklenmeye neden olmaktadır (Maheshwar 2005). Aladakatti (2011), 18 °C'nin altındaki sıcaklıkların şeker otunun büyümesine engel olduğunu bildirmektedir.

4.1.2. Bitki boyu (cm)

Bitki boyu açısından varyans analiz tablo değerleri 1. yıl için Çizelge 4.6'da, 2. yıl için Çizelge 4.7'de ve 3. yıl için Çizelge 4.8'de görülmektedir. Varyans analiz tabloları incelendiğinde hem birinci yıl, hem ikinci yıl hem de üçüncü yıl farklı azot dozlarının bitki boyu üzerine etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6. Birinci yıla ait bitki boyu için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	81.58	6.29**
Tekerrür	3	12.18	0.94
Hata	12	12.97	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.7. İkinci yıla ait bitki boyu için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	421.7	7.84**
Tekerrür	3	11.4	0.21
Hata	12	53.8	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.8. Üçüncü yıla ait bitki boyu için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	542.7	7.42**
Tekerrür	3	115.1	1.57
Hata	12	73.2	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Üç yılın ortalaması dikkate alındığında yıllar ve dozlar bitki boyu üzerine istatistiki olarak önemli farklılıklar yaratmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Üç yılın ortalamasına ait bitki boyu için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	1432.3	71.65**
Doz	4	888.3	44.43 **
Tekerrür	3	47.5	2.38
Yıl&Doz	8	78.9	3.94**
Yıl&Tekerrür	6	45.6	2.28
Doz&Tekerrür	12	99.9	5.00**
Hata	24	19.9	
Toplam	59		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Araştırma sonunda elde edilen bitki boyu ortalama değerleri ve Duncan grupları Çizelge 4.10 ve Şekil 4.3’de görülmektedir.

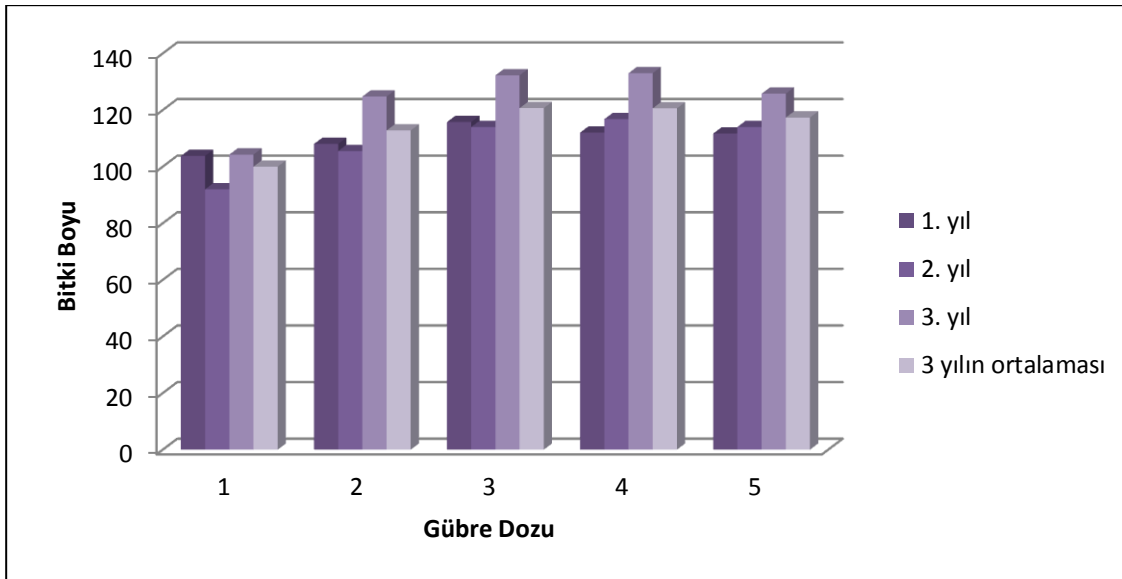
Çizelge 4.10. Bitki boyu açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
doz								
0	104	C	92	B	104	B	100	C
5	108	BC	106	A	125	A	113	B
10	116	A	114	A	132	A	121	A
15	112	BA	117	A	133	A	121	A
20	111	BA	114	A	126	A	117	A
S\bar{x}	110	B	109	B	124	A		
LSD	6,0072		12,195		13,177		3,7674	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.

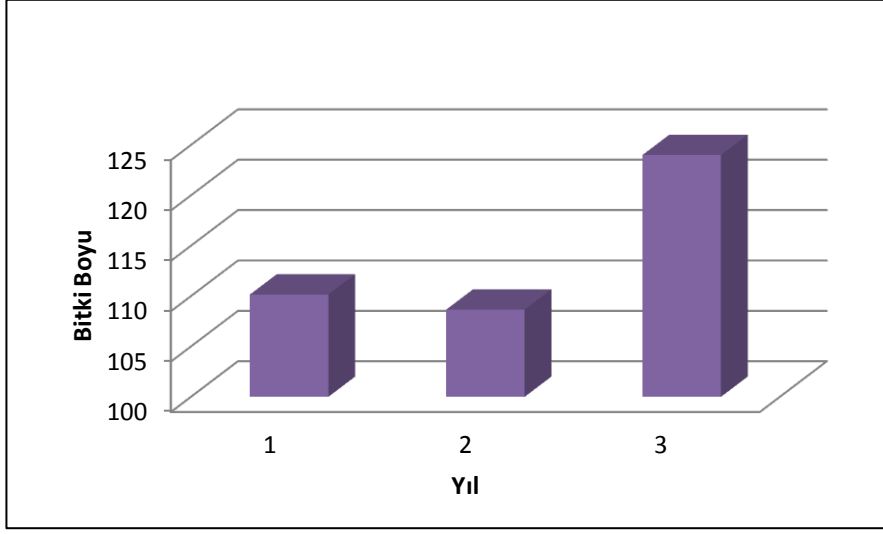
Birinci yıl en uzun bitki boyu 10 kg/da azot dozunda 116 cm olarak görülürken 15, 20 kg/da azot dozlarında istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. En kısa bitki boyu ise 104 cm ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiş. İkinci ve üçüncü yıllarda ise en uzun bitki boyu sırasıyla 117cm ve 133cm ile 15 kg/da azot dozunda görülürken 5, 10, 15, 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir, en kısa bitki boyu ise yine sırasıyla 92 cm ve 104 cm ile gübre uygulanmayan 0 azot dozunda görülmüştür. Bitki boyu değerleri üç yılın ortalaması olarak değerlendirildiğinde ise; en uzun bitki boyu 121 cm ile 10 ve 15 kg/da azot dozlarında görülürken, bu dozlar ile 20 kg/da azot dozu arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En kısa bitki boyu ise yine azot uygulanmayan kontrol grubunda 100 cm olarak tespit edilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında; 10 ve 15 kg/da azot dozları şeker otunda bitki boyu açısından en yüksek bitki boyunu vererek olumlu etki göstermiştir. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde ise 10 kg/da dozu şeker otu yetiştiriciliğinde bitki boyu için en uygun doz olarak görülmüştür. Çünkü 10 kg/da üstünde uygulanan fazla azot dozları, bitki boyunda daha fazla bir artış sağlamamıştır. Bunun sebebi azot bitki verimi ve büyümesi üzerine en büyük etkiye sahipken, fazla uygulanan azot miktarı ise bitkinin kök gelişimini olumsuz etkilediği için bitkinin toprak üstü aksamının da olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Radanović vd2006). Bu nedenle çalışmamızda 15 ve 20 kg/da azot uygulamalarına rağmen 10 kg/da azot uygulamasında daha fazla bitki boyu görülmüş olabilir. Azot uygun dozda uygulandığında ise bitki büyümesi için gerekli olan azot, bitkilerde yeni hücrelerin oluşumunu sağlar (Ceylan, 1994, Lavres vd 2010) ve bu nedenden dolayı da bizim çalışmamızda azot uygulanan parsellerdeki bitki boyları uygulanmayan kontrol gruplarına göre daha uzun boylu olmuştur. Azot noksanlığı, büyüme hız ve miktarının önemli düzeyde azalması ve kötüleşmesiyle karakterize edilir. Bitkiler azot eksikliğine

maruz kaldıklarında küçük yapılı olurlar ve saplar cılız bir görünüm alır (Ceylan, 1994).Sheelavantar (1973) bildirdiğine göre 0 ve 20 kg/ha azot dozu değeri ile 40 kg/ha azot dozu karşılaştırıldığında 40 kg/ha azot dozunun bitki boyunu arttırdığı belirlenmiş, 40 kg/ha azot dozu ile 60 kg/ha azot dozu karşılaştırıldığında ise artan dozlardaki azot miktarının (60 kg/da) bitki boyu açısından hiçbir etki taşımadığını tespit edilmiştir. Aladakatti (2011)'nin bildirdiğine göre 200-300-400 kg/ha oranlarında uygulanan azot dozlarından en yüksek bitki boyu (57cm) 400 kg/ha'dan elde edilirken en düşük bitki boyu ise 200 kg/ha'dan elde edilmiştir. Buana ve Goenadi (1985b) şeker otunda N, P, K ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki boyunda artış sağladığını bildirmektedirler.Benzer bir tespit Mahmoud (2009) tarafından da yapılmış, uygulanan organik ve inorganik gübre kombinasyonlarının bitki boyu üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir.Yine Patil (2010)'in bildirdiğine göre şeker otunda gübre uygulaması bitki boyunda artış sağlamaktadır. Kumar vd (2012) yapmış oldukları bir çalışmada en yüksek bitki boyunu (80.6cm) 50:60:50 kg/ha NPK uygulamasından elde etmişlerdir. Maheshwar (2005)'in yaptığı çalışmada ise uygulanan 105:30:45 kg/ha ve 90:30:45 kg/ha NPK oranlarında en yüksek bitki boyu elde (56.80 cm) edilmiş ve bununla artan besin elementleriyle bitki boyundada artış olduğu saptamıştır. Chalapathi vd (1999b),40:30:45 kg/ha NPK dozunun yüksek bitki boyu için en uygun doz olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.3. Bitki boyu açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Yıllar bazında bitki boyu ortalamaları değerlendirildiğinde en uzun bitki boyu en yüksek sıcaklık ortalamasının görüldüğü (21 °C) 3. yılda 124 cm ile tespit edilmiştir.En kısa bitki boyu ise 109 cm ile 2. yılda belirlenmiş ancak 1. ve 2. yıllar arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Bitki boyunun üç yıllık ortalaması

İklim verileri incelendiğinde 1. ve 2. yıl sıcaklık ortalamalarının hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Üçüncü yılda iklim koşulları diğer yıllara göre daha uygun gitmiş ve bitki generatif devreye girmek için acele etmemiştir. Uygun olmayan iklim koşullarında bitki çiçeklenme eğilimi göstermektedir (Maheshwar, 2005). Bu durumda bitki vejetatif gelişmesine devam etmekte, böylece bitki boyu da artmaktadır. Yağış miktarı olarak değerlendirildiğinde ise; bitkilerin eylül ayında hasat yapıldığı hesaba katılırsa en yüksek yağış ortalamasına yine 3. yılın sahip olduğu görülmektedir. Sıcaklık ve yağış miktarı arttıkça bitki boyunda artış görülmektedir. Aladakatti (2011)'nin bildirdiğine göre sulama miktarı arttıkça bitki boyunda artış görülmektedir. 3. yılda diğer yıllara göre daha uzun bitki boyunun elde edilmesi bu sıcaklık ve yağış farkından kaynaklı olabilir.

4.1.3. Ana dal sayısı (adet)

Ana dal sayısı açısından varyans analiz tabloları incelendiğinde birinci yıldaki farklı azot dozları arasında fark görülmemiştir ve azot dozlarının dal sayısı üzerine herhangi bir istatistiksel etkisinin olmadığı belirlenmiştir. İkinci yıl ise dozlar arasında fark görülürken, tekerrürler arasında fark görülmemiştir. Üçüncü yılda ise hem dozlar, hem de tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13).

Çizelge 4. 11. Birinci yıla ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.42	1.19
Tekerrür	3	0.73	2.05
Hata	12	0.36	
Toplam	19		

Çizelge 4.12. İkinci yıla ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	18.8	3.30*
Tekerrür	3	10.5	1.83
Hata	12	5.7	
Toplam	19		

Çizelge 4.13. Üçüncü yıla ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	41.3250000	0.71
Tekerrür	3	110.8000000	1.91
Hata	12	58.091667	
Toplam	19		

Ana dal sayısı açısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde yıllar arasında fark görülürken, dozlar arasında herhangi bir istatistiki fark görülmemiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Üç yılın ortalamasına ait ana dal sayısı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	4176.3	210.44**
Doz	4	35.3	1.78
Tekerrür	3	60.9	3.07*
Yıl&Doz	8	12.6	0.64
Yıl&Tekerrür	6	30.6	1.54
Doz&Tekerrür	12	24.5	1.23
Hata	24	19.8	
Toplam	59		

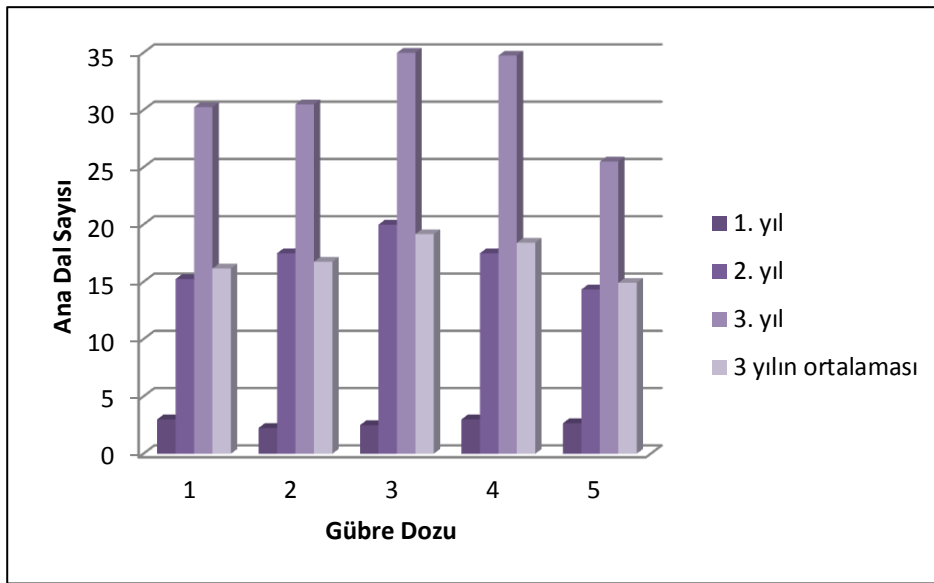
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.5'te görüldüğü üzere; ana dal sayısı açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisinin olup olmadığı değerlendirilmiş ve birinci yıl en fazla dal sayısı 3 adet ile 0, 10, 15 ve 20 kg/da azot dozlarında görülürken azot dozları arasında istatistiki fark görülmemiştir. En az ana dal sayısı ise 2 adet ile 5 kg/da azot dozu uygulamasında tespit edilmiştir. İkinci yılda ise en fazla ana dal sayısı 20 adet ile 10 kg/da azot uygulamasında belirlenmiştir. En az ana dal sayısı ise 15 adet 0 ve 20 kg/da azot dozunda belirlenmiştir. Üçüncü yılda ise en fazla ana dal sayısı 35 adet ile 10 ve 15 kg/da azot dozunda görülürken, azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiş, en az ana dal sayısı ise 26 adet ile 20 kg/da azot dozunda tespit edilmiştir. Üç yılın ortalaması ana dal sayısı açısından değerlendirildiğinde ise; en fazla ana dal sayısı 19 adet ile 10 kg/da azot dozunda görülmüştür. En az ana dal sayısı ise 15 adet ile 20 kg/da azot uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Ana dal sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	3	A	15	B	30	A	16	BA
5	2	A	18	BA	31	A	17	BA
10	3	A	20	A	35	A	19	A
15	3	A	18	BA	35	A	18	BA
20	3	A	15	B	26	A	15	B
S\bar{x}	3	C	17	B	32	A		
LSD	0.9827		3.7311		11.743		3.7536	

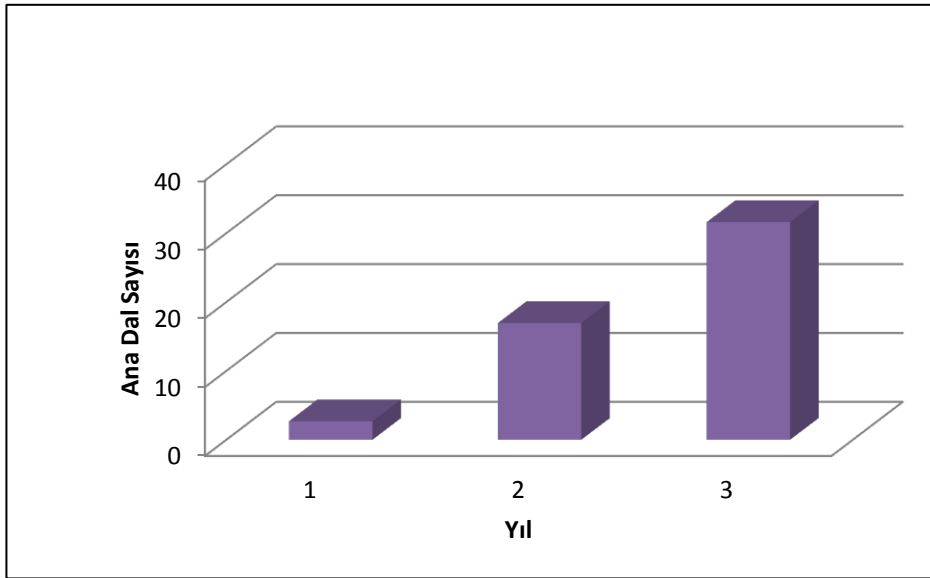
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.5. Ana dal sayısı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

İstatistiki açıdan değerlendirildiğinde; gübre doz miktarı arttıkça ana dal sayısında fazla bir artış görülmemiştir. Hatta uygulanmış olan dozlar arasında en fazla değere sahip olan 20 kg/da azot dozunda dal sayısında azalma görülmektedir. Özellikle 3 yılın ortalaması dikkate alındığında uygulanan azot dozları arasında 10 kg/da azot dozu diğer azot dozları ile karşılaştırıldığında ana dal sayısı üzerine daha olumlu etki yapmıştır. Bunun nedeni tüm bitki kısımlarında protein yapı taşı ve klorofil molekülü yapısının parçası olan azot (Christensen ve Peacock 2000)'un az olduğu kontrol

gruplarında azotun azlığı, bitkiyi zayıflatacağı için dal sayısını azaltmıştır. Çok verilmesi durumunda ise, bitkilerin fotosentezde görev alan klorofil miktarını arttırmakta (Patil 2010) bitkinin boyunun uzamasına sebep olmakta ve bu da dallanmayı azaltabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı 10 kg/da azot dozunda en yüksek dal sayısına ulaşılmış olabilir ve hem istatistik hem de ekonomik açıdan değerlendirildiğinde; 10 kg/da azot uygulamasının ana dal sayısı açısından yeterli olacağı düşünülmektedir. Aladakatti (2012) şeker otunda yürüttükleri bir çalışmada, 400 kg/ha ve 300 kg/ha azot uygulamasında en yüksek dal sayısını (52.5 adet) belirlerken en düşük dal sayısını (43.8 adet) ise 200 kg/ha azot uygulamasında tespit etmiş ve yüksek dal sayısını alabilmek için ekonomik açıdan değerlendirildiğinde 300 kg/ha nitrojen uygulamasının daha uygun olacağını belirtmiştir. Chalapathi vd (1999)'nin bildirdiğine göre ise 40:30:45 kg/ha NPK gübre uygulamasıyla dal sayısında artış görülmüştür. Kawatani vd (1980) de şeker otunda yapmış oldukları çalışmada artan besin elementleriyle paralel dal sayısında artış olduğunu belirlemişlerdir. Yıllar bazında ana dal sayısının Duncan gruplandırması değerlendirildiğinde ise en fazla ana dal sayısı 32 adet ile 3. yılda en az ana dal sayısı ise 3 adet ile 1. yılda tespit edilmiştir (Çizelge 4.15, Şekil 4.6). İlk yıl ana dalların haricinde yan dallanma görülmüş daha sonraki yıllarda ise dalların hepsi ana dal oluşturacak şekilde toprak yüzeyinden çıkmıştır. Bu nedenle ilk yıl ana dal sayısı oldukça düşük çıkmıştır. Bir diğer açıdan değerlendirildiğinde ise 3. yılda 1. yıla oranla ortalama sıcaklık ve ortalama yağış miktarı daha yüksek görülmüştür. Artan sıcaklık ve yağış miktarı şeker otunda dallanma sayısını olumlu yönde etkilemektedir. Şeker otu yılda 1500-1800 mm arasında yağış ve ortalama 25 derece sıcaklık istemektedir (Singh ve Rao 2005). Artan sulama miktarı da şeker otunda dal sayısında artışı sağlamaktadır (Aladakatti 2011).



Şekil 4.6. Ana dal sayısının üç yıllık ortalaması

Bir diğer açıdan; tıbbi ve aromatik bitkilerde ilk yıl bitki zayıf olmakta, daha sonraki yıllarda ise bitki kendini daha çok toplamakta ve gelişmektedir. Bu nedenden

dolayı üçüncü yılda diğer yıllara göre daha fazla dal sayısının görülmesine neden olmuştur .

4.1.4. Kuru madde oranı (%)

Farklı azot dozu uygulamalarının kuru madde oranı üzerine etkisi değerlendirildiğinde birinci, ikinci ve üçüncü yıllarda dozlar ve tekerrürler açısından istatistiki farklar görülmemiştir(Çizelge 4.16, Çizelge 17, Çizelge 18).

Çizelge 4.16. Birinci yıla ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.2	1.00
Tekerrür	3	1.8	1.53
Hata	12	1.2	
Toplam	19		

Çizelge 4.17. İkinci yıla ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.3	0.52
Tekerrür	3	0.3	0.13
Hata	12	2.5	
Toplam	19		

Çizelge 4.18. Üçüncü yıla ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.7	0.92
Tekerrür	3	0.9	1.18
Hata	12	0.7	
Toplam	19		

Üç yılın ortalaması üzerinden kuru madde oranı değerlendirildiğinde de; hem yıllar arasında hem dozlar hem de tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.19).

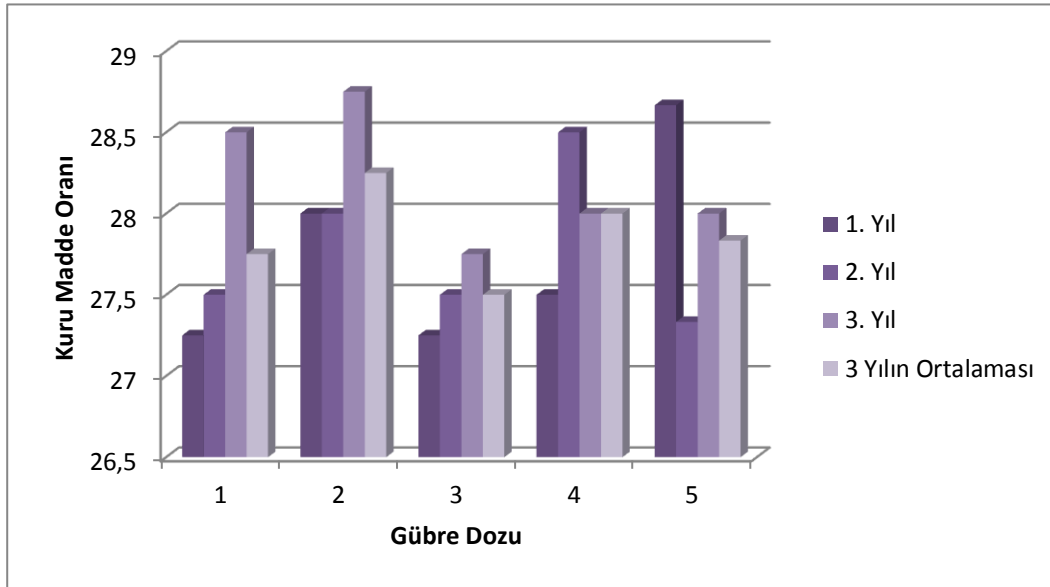
Çizelge 4.19. Üç yılın ortalamasına ait kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	1.7	1.31
Doz	4	0.9	0.74
Tekerrür	3	1.6	1.29
Yıl&Doz	8	1.1	0.87
Yıl&Tekerrür	6	0.6	0.50
Doz&Tekerrür	12	1.8	1.41
Hata	24	1.3	
Toplam	59		

Kuru madde oranı açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla kuru madde oranı % 28.50 ile 20 kg/da azot dozunda görülürken, azot dozları arasında duncan gruplandırmasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az kuru madde oranı ise % 27.25 ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir. İkinci yıl ise en fazla kuru madde oranı % 28.5 ile 15 kg/da azot uygulamasında belirlenirken en az kuru madde oranı ise % 27.00 ile 20 kg/da azot uygulamasında tespit edilmiştir. İkinci yılda da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Üçüncü yıl ise en fazla kuru madde oranı % 28.75 ile 5 kg/da azot uygulamasında belirlenirken en az kuru madde oranı ise % 28 ile 15 ve 20 kg/da azot uygulamasında belirlenmiştir. Birinci ve ikinci yıllarda olduğu gibi üçüncü yılda da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Üç yılın ortalaması kuru madde oranı açısından değerlendirildiğinde de; en fazla kuru madde oranı % 28.25 ile 5 kg/da azot dozunda görülmüş ancak 20 kg/da ile aralarında çok bir fark olmadığı saptanmıştır. İstatistiki açıdan incelendiğinde de duncan gruplandırması yapılmış ve fark görülmemiştir. En az kuru madde oranı ise % 27.5 ile 10 kg/da azot uygulamasında ve onu % 27.75 ile azot uygulanmayan parsel takip etmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.7).

Çizelge 4. 20.Kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

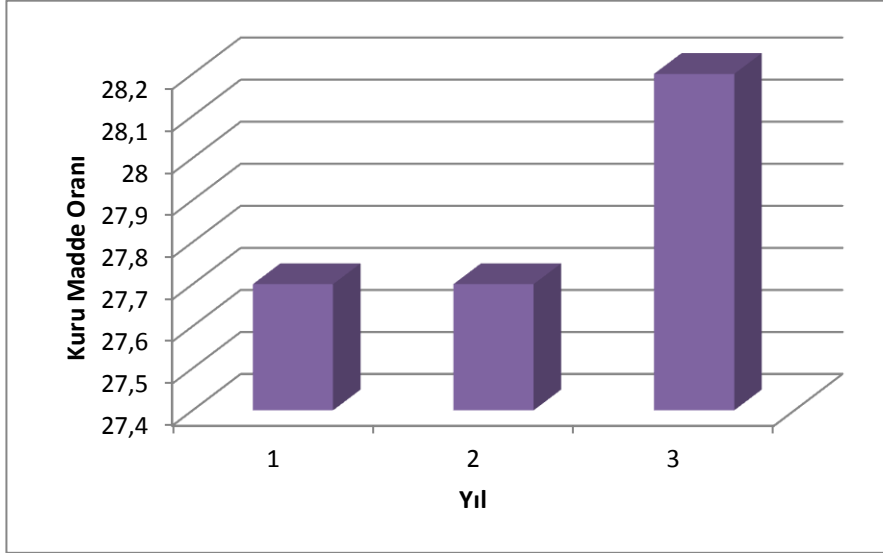
	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	27.25	A	28.00	A	28.50	A	27.75	A
5	28.00	A	28.00	A	28.75	A	28.25	A
10	27.25	A	27.50	A	27.75	A	27.50	A
15	27.50	A	28.50	A	28.00	A	28.00	A
20	28.50	A	27.00	A	28.00	A	27.83	A
S\bar{x}	27.70	A	27.70	A	28.20	A		
LSD	1.7515		2.5488		1.3658		0.9519	



Şekil 4.7. Kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Kuru madde oranı yıllar bazında değerlendirildiğinde istatistiki olarak farklılık görülmemiştir. En yüksek kuru madde oranı % 28.2 ile 3. yılda tespit edilirken istatistiki olarak yıllar arasında üç yılda da fark görülmemiştir. En az kuru madde oranı ise % 27.7 ile 1. ve 2. yıllarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.20, Şekil 4.8). İklim verileri incelenecek olursa 3. yılda hem sıcaklık hem de yağış miktarı diğer yıllara göre daha fazla değerlere ulaşmıştır. Bu durum sonucunda bitkinin bitki başına yaprak ve dal sayısı ve bitki

boyuna paralel olarak kuru madde birikiminde de artış görülmektedir. Netice olarak 3. yılda diğer yıllara göre istatistiki açıdan farklılık görülmesi de az bir miktar kuru madde oranında artış görülmüştür. Aladakatti 2011 bildirdiğine göre su miktarı kuru madde üzerinde etkilidir. Farklı bitki parçalarının oluşturduğu toplam kuru madde üretimi ürün verimini belirlemek için önemlidir (Aladakatti 2011).



Şekil 4.8. Yıllara göre kuru madde oranı

4.1.5. Yaprak kuru madde oranı

Yaprak kuru madde oranı üzerine farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl tekerrürler arasında fark görülürken dozlar arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Birinci yıla ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.2	0.72
Tekerrür	3	6.3	3.82*
Hata	12	1.7	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

İkinci yıl yaprak kuru madde oranı açısından veriler değerlendirildiğinde dozlar ve tekerürler arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22.İkinci yıla ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	3.9	1.33
Tekerrür	3	7.3	2.47
Hata	12	2.9	
Toplam	19		

Üçüncü yıl ise yaprak kuru madde oranı üzerine farklı dozların etkisi tespit edilirken tekerrürler arasında fark görülmemiştir(Çizelge 4.23).

Çizelge 4. 23. Üçüncüyıla ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	13.7	3.59*
Tekerrür	3	6.0	1.59
Hata	12	3.8	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Yaprak kuru madde oranıaçısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise yıllar arasında fark görülürken, dozlar ve tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24.Üç yılın ortalamasına ait yaprak kuru madde oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	66.6	18.98**
Doz	4	9.4	2.68
Tekerrür	3	6.6	1.89
Yıl&Doz	8	4.9	1.42
Yıl&Tekerrür	6	4.7	1.34
Doz&Tekerrür	12	2.0	0.57
Hata	24	3.5	
Toplam	59		

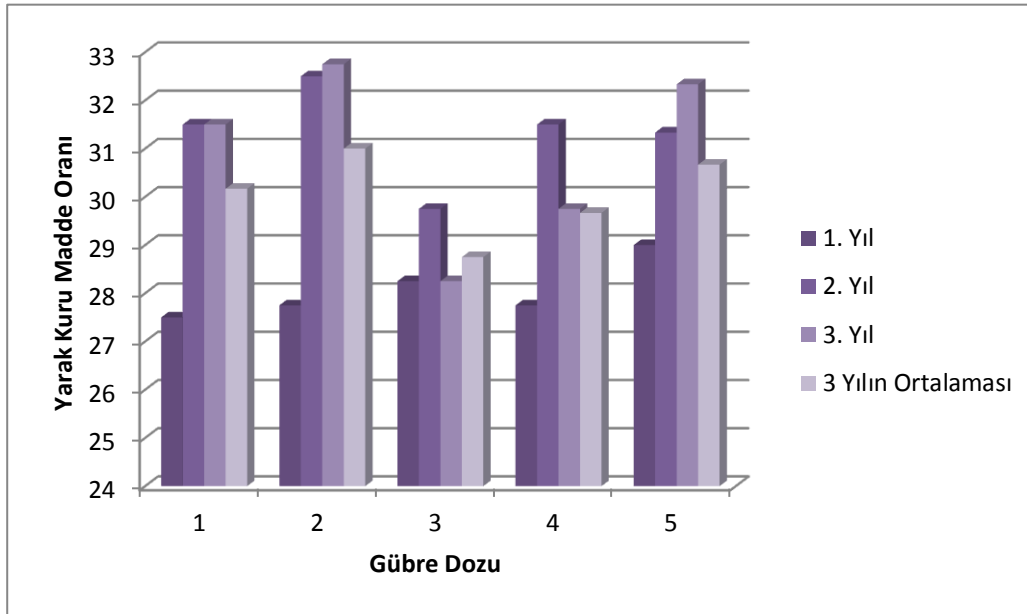
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Farklı azot dozu uygulamalarının etkisi yaprak kuru madde oranı açısından değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla yaprak kuru madde oranı % 29 ile 20 kg/da azot dozunda görülürken, azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yaprak kuru madde oranı ise % 27.5 ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda ise en fazla yaprak kuru madde oranı sırasıyla % 32.5 ve % 32.75 ile 5 kg/da azot uygulamasında belirlenmiştir. 2. yıl azot dozlarının duncan gruplandırmasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Ancak üçüncü yıl elde edilen verilerde azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmüştür. İkinci ve üçüncü yıllarda en az kuru herba verimi ise sırasıyla %29.75 ve % 28.25 ile 10 kg/da azot uygulamasında görülmüştür. Üç yılın ortalaması yaprak kuru madde oranı açısından değerlendirildiğinde de; en fazla yaprak kuru madde oranı % 31 ile 5 kg/da azot dozunda görülmüştür. En az yaprak kuru madde oranı ise % 28.75 ile 10 kg/da azot uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.9). Kuru madde oranında olduğu gibi yaprak kuru madde oranında da 5 kg/ da azot dozu ile 20 kg/da azot dozu arasında rakamsal olarak pek farklılık yoktur ve duncan gruplandırmasında da aynı gruba girmişlerdir. Elde ettiğimiz veriler neticesinde azot uygulaması kuru madde oranında olduğu gibi az da olsa bir artışa neden olmuştur. Aladakatti 2011'in bildirdiğine göre en yüksek seviyedeki azot uygulaması kuru madde, bitki boyu ve biyokütle üretimini artırır. En yüksek azotlu gübre dozunda en yüksek biyokütle verimi ve en yüksek kuru madde birikimini sağlar. Stevia bitkisindeki azot seviyesi alınabilir besin elementlerinin takviyesiyle artar (Angkapradipta vd (1986a). Bu veriler neticesinde büyüme periyodu sırasındaki ürünün kuru madde üretimi ekonomik verimin belirlenmesi için önemlidir ve sonuç olarak toplamda kuru madde üretimi ürün verimi için önemlidir (Maheshwar 2005).

Çizelge 4.25.Yaprak kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl	2. yıl	3. yıl	Yıllar ortalaması
Doz				
0	27.50 A	31.50 A	31.50 BA	30.17 BA
5	27.75 A	32.50 A	32.75 A	31.00 A
10	28.25 A	29.75 A	28.25 B	28.75 B
15	27.75 A	31.50 A	29.75 BA	29.67 BA
20	29.00 A	31.33 A	32.33 A	30.67 A
S\bar{x}	27.95 B	31.25 A	30.95 A	
LSD	2.0704	2.7634	3.133	1.5782

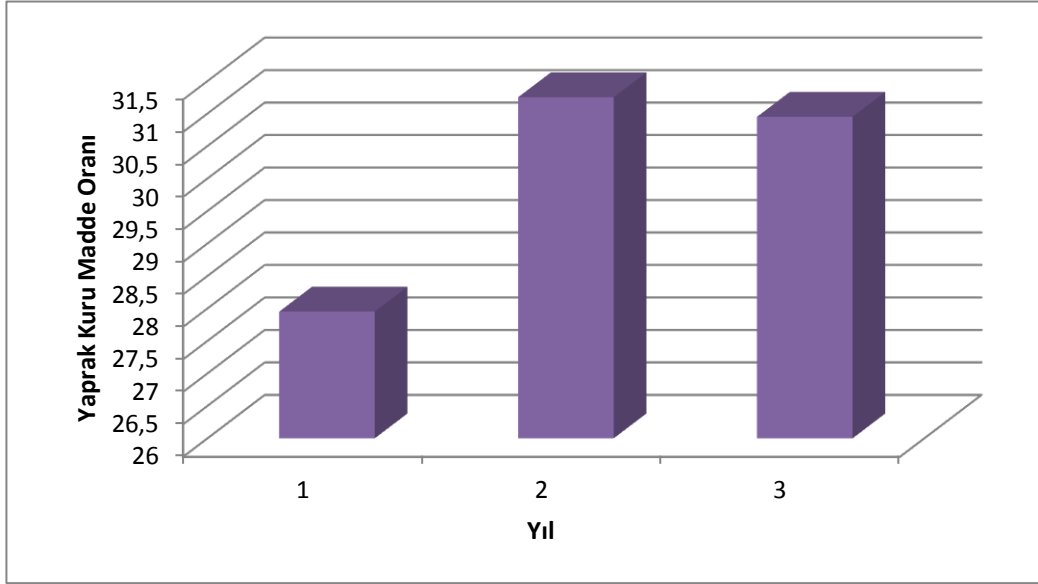
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.9.Yaprak kuru madde oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Yıllara göre yaprak kuru madde oranı değerlendirildiğinde istatistiki olarak önemli farklılık görülmüştür. En yüksek yaprak kuru madde oranı % 31.25 ile 2. yılda belirlenirken onu % 30.95 ile 3. yıl takip etmiştir. İstatistiki olarak 2. ve 3. yıllar arasında fark görülmemiştir. En az yaprak kuru madde oranı ise % 27.95 ile 1. yılda

tespit edilmiştir (Çizelge 4.25, Şekil 4.10). Bu durumun sebebi 1. yıl iklim verilerinin (özellikle yağış ve sıcaklık) diğer yıllara oranla daha düşük olmasıyla açıklanabileceği gibi bitki ilk yılında daha otsudur ve su içeriği fazladır. 2. ve 3. yıllarda yaşlandığı için kuru madde oranı artmış olabilir.



Şekil 4.10. Yıllara göre yaprak kuru madde

4.2. Verim Değerleri

4.2.1. Yeşil herba verimi (kg/da)

Farklı azot dozu uygulamalarının yıllara göre yeşil herba verimi üzerine etkilerine ait varyans analiz tabloları Çizelge 4.26, Çizelge 4.27, Çizelge 4.28'de görülmektedir. İstatistik analiz sonucunda elde edilen verilere göre birinci yıl hem doz hem de tekerrürler arasında yeşil herba verimi açısından fark görülmemiştir.

Çizelge 4.26. Birinciyıla ait yeşil herba verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	157074.5	1.23
Tekerrür	3	392779.2	3.07
Hata	12	127923.5	
Toplam	19		

İkinci ve üçüncü yıllarda ise dozlar arasında fark görülürken tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.27, Çizelge 4.28).

Çizelge 4.27. İkinci yılın yeşil herba verimi varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1280270.050	8.82**
Tekerrür	3	170250.450	1.04
Hata	12	163679.783	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4. 28. Üçüncü yılın yeşil herba verimi varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1197229.7	17.84**
Tekerrür	3	119320.4	1.78
Hata	12	67113.8	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Yeşil herba verimi açısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise yıl ve dozlar arasında fark görülürken, tekerrürler arasında herhangi bir istatistiki fark görülmemiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4. 29. Üç yılın ortalamasına ait yeşil herba verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	712116.517	10.55**
Doz	4	2241049.308	33.19**
Tekerrür	3	85974.222	1.27
Yıl&Doz	8	196762.433	2.91*
Yıl&Tekerrür	6	298187.872	4.42**
Doz&Tekerrür	12	223669.597	3.31**
Hata	24	67523.71	
Toplam	59		

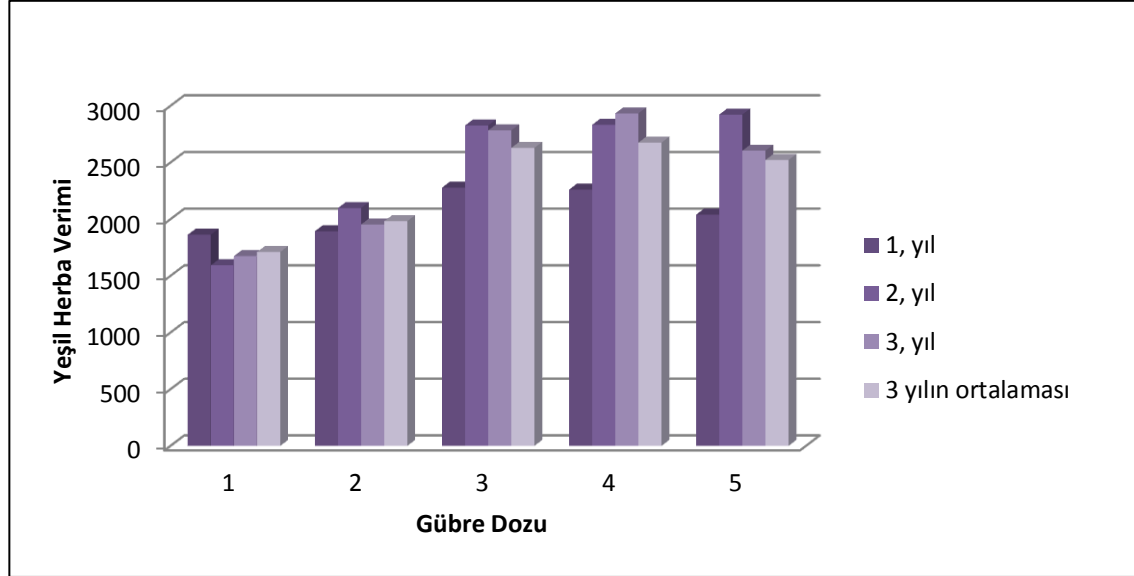
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Araştırma sonunda elde edilen üç yıla ait yeşil herba verimi ortalamaları ve Duncan gruplamaları Çizelge 4.30 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.30. Yeşil herba verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	1863.0	A	1593.5	B	1675	B	1710.5	C
5	1893.8	A	2098.5	B	1953.5	B	1981.9	B
10	2278.0	A	2826.5	A	2783	A	2629.2	A
15	2260.5	A	2832.3	A	2933.3	A	2675.3	A
20	2141.5	A	2922.7	A	2604.3	A	2521.8	A
S\bar{X}	2087.4	B	2434.1	A	2389.8	A		
LSD	601.4		634.79		399.13		218.95	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.11. Yeşil herba verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Yeşil herba verimi açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla yeşil herba verimi 2278 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, en az yeşil herba verimi ise 1863 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiş, ancak azot dozları arasında istatistiki olarak fark

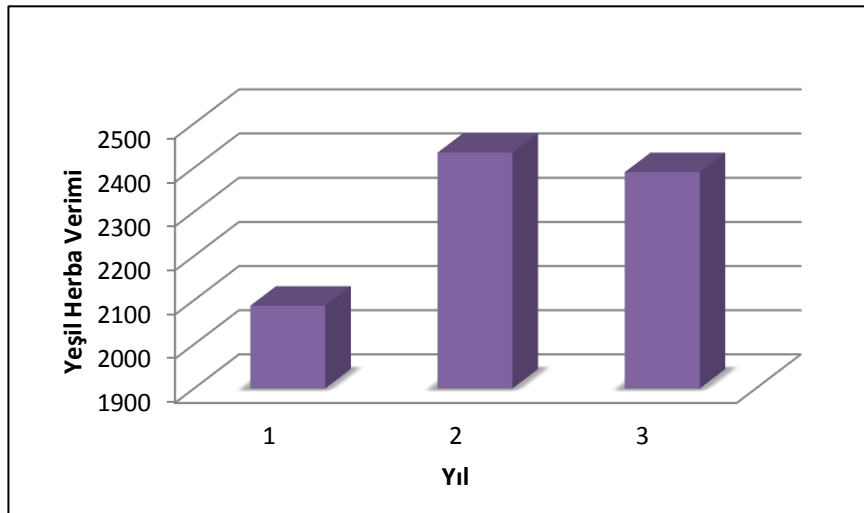
görülmemiştir. İkinci yılda ise en fazla yeşil herba verimi 2922,7 kg/da 20 kg/da azot uygulamasında belirlenirken 10, 15, 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir. En az yeşil herba verimi ise 1593,5 kg/da ile kontrol grubundaki 0 azot dozunda belirlenmiştir. Üçüncü yılda ise en fazla yeşil herba verimi 2933,3 kg/da ile 15 kg/da azot dozunda görülürken 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yeşil herba verimi ise 1675 kg/da yine azot uygulanmayan kontrol grubunda görülmüştür ve 0 ve 5 kg/da azot dozu arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Üç yılın ortalaması alınarak yeşil herba verimi değerlendirildiğinde; 10 kg/da azot uygulamasında 2629,2kg/da yeşil herba verimi elde edilirken, 15 kg/da azot dozunda 2675,3 kg/da ile en fazla yeşil herba verimi elde edilirken, 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En düşük herba verimi ise 1710.5 kg/da ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Bitkilere uygulanan azot belli bir düzeyden sonra toprak üstü organları ile kök gelişmesi üzerine olumsuz yönde etki yapmakta ve gelişme tümüyle gerilemektedir (Kacar, 1996). Bitki boyu, ana dal sayısı ve yeşil herba verimi bir arada değerlendirildiğinde; azot dozunun artması sonucunda bitki boyu ve dal sayısında artış olmuş ve bunların sonucunda yeşil herba veriminde artış görülmüştür. Bitki boyu ve yaprak sayısı ile biyokütle verimi arasında pozitif ilişki vardır (Aladakatti, 2011). Kawatani vd (1980)'nin bildirdiği üzere artan potasyum ve azot uygulamalarının şeker otunun bitki başına yaprak ve dal sayılarında artış sağladığını rapor etmişlerdir. Aladakatti (2012) uygulanan en yüksek N, P ve K besin elementleriyle en yüksek bitki boyu elde edildiğini ve bundan dolayı en fazla yaprak sayısı ve dal sayısı sonucu daha fazla taze biyokütle veriminin elde edildiğini bildirmiş ve yapmış olduğu çalışmada en yüksek biyokütle verimini 300-400 kg/ha N uygulamasıyla elde etmiştir. En az yeşil herba verimi ise 1710,5 kg/da ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Azotun az olması bitkinin boy ve dal sayısında azalışa neden olmaktadır. Bu da yeşil herba verimini olumsuz etkilemektedir.

En fazla bitki boyu ve ana dal sayısı 10 ve 15 kg/da azot uygulamalarında görülmüş ve yine aynı şekilde yeşil herba veriminde bu dozlarda en fazla değere ulaşmıştır. 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde 10 kg/da azot uygulaması yeşil herba verimi için yeterli olmaktadır. Chalapathi vd (1997)'nin yapmış oldukları çalışmada en yüksek biyokütle verimi 40-20-30 kg/ha ve 60:30:45 kg/ha NPK gübrelemesiyle elde edilmiştir. Ekonomik açıdan 40-20-30 kg/ha NPK gübrelemesi önerilmektedir. Brandle vd (1998)'nin bildirdiğine göre Katayama vd (1976)'nin yapmış oldukları çalışmada gübrelemenin biyokütle veriminde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışma Allam vd (2001) tarafından yürütülmüş ve artan azot dozlarının şeker otunda bitki biyokütle veriminde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Maheshwar (2005), bildirdiğine göre uygulanan en yüksek azot dozu (105:30:45 kg NPK/ha) sonucunda en yüksek biyokütle verimi elde edilmiştir. Ancak bu oranlar 90 kg azot uygulamasında da benzer sonuçlar vermiştir ve böylece 90 kg azot uygulamasının ekonomik açıdan daha uygun olacağı saptanmıştır. Zahida ve Saini (2009)'nin bildirdiğine göre üre formundaki 60 ve 40 kg/ha N uygulamasında en yüksek biyokütle verimi elde edilmiştir. Das vd (2007b) N, P, K gübrelemesinin şeker otunda biyokütle verimini ve besin içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Das vd (2008)'nin bildirdiğine göre ise N, P ve K besinlerini içeren biyogübreler biyokütle verimini arttırmaktadır. Yang vd (2013) ise azotlu gübrelemenin ürün verimi üzerine oldukça etkili olduğunu belirtmektedirler.

Ancak fazla uygulanan gübre miktarı ürün verimini arttırırken, ürün kalitesini azaltabilmektedir.

Yıllar bazında yeşil herba verimi değerlendirildiğinde ise en fazla yeşil herba verimi 2434,05 kg/da ile 2. yılda tespit edilmiş ancak Duncan gruplandırmasında 2. ve 3. yıllar arasında fark görülmemiştir. En az yeşil herba verimi ise 2087,35 kg/da ile 1. yılda tespit edilmiştir (Çizelge 4.30, Şekil 4.12). Birinci yıl verimin düşük olmasının en önemli nedeni bitkilerdeki düşük dal sayısı ve bitki boyudur. Ayrıca ilk tesis yılında verimin düşük olmasının, bölge koşullarına adaptasyon yeteneğine bağlı olarak oluşan stresten kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca tıbbi ve aromatik bitkilerde ilk yıl genellikle verim düşüktür. İkinci yıldan itibaren verimde artış görülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü dönemlere ait iklim verileri incelendiğinde ilk yıldaki sıcaklık ve yağış miktarlarının 2. ve 3.yıllara oranladaha düşük olduğu görülmektedir. Stevia büyümesinde ve gelişmesinde yüksek sıcaklıklar istenen bir durumdur ve bitki belirli bir yağış miktarına da ihtiyaç duymaktadır (Maheshwar, 2005; Matejka, 1992). Bundan dolayı da birinci yılda diğer yıllara göre daha az dal sayısı ve bitki boyu görülmüş ve dolayısıyla yeşil herba verimi daha az elde edilmiştir.



Şekil 4.12. Yıllara göre yeşil herba verimi

4.2.2. Yeşil yaprak verimi (kg/da)

Şeker otu bitkisinde en fazla steviol glikozit içeren dolayısıyla da en fazla kullanılan organlar yapraklardır (Bondarev vd 2003). Bu nedenle yaprak verimi oldukça önemlidir. Farklı azot dozu uygulamalarının yeşil yaprak verimi üzerine etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl dozlar arasında fark görülmezken, tekerrürler açısından istatistik olarak fark görülmüştür (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Birinciyıla ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	22532.7	1.08
Tekerrür	3	81102.6	3.89*
Hata	12	20868.5	
Toplam	19		

İkinci yıl ve üçüncü yıllarda ise dozlar arasında fark görülürken, tekerrürler arasında fark görülmemiştir(Çizelge 4.32, Çizelge 4.33).

Çizelge 4.32. İkinciyıla ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	258632.9	9.44**
Tekerrür	3	46550.1	1.70
Hata	12	27408.2	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.33. Üçüncü yıla ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	247704.6	14.54**
Tekerrür	3	40734.9	2.39
Hata	12	17030.9	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Yeşil yaprak verimi açısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise hem yıllar, hem dozlar hem de tekerrürler arasında önemli istatistiki farklılıklar görülmüştür (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Üç yılın ortalamasına ait yeşil yaprak verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	308741.5	17.40**
Doz	4	434266.9	24.47**
Tekerrür	3	65456.2	3.69*
Yıl&Doz	8	47302.0	2.67*
Yıl&Tekerrür	6	51465.7	2.90*
Doz&Tekerrür	12	29810.2	1.68
Hata	24	17748.8	
Toplam	59		

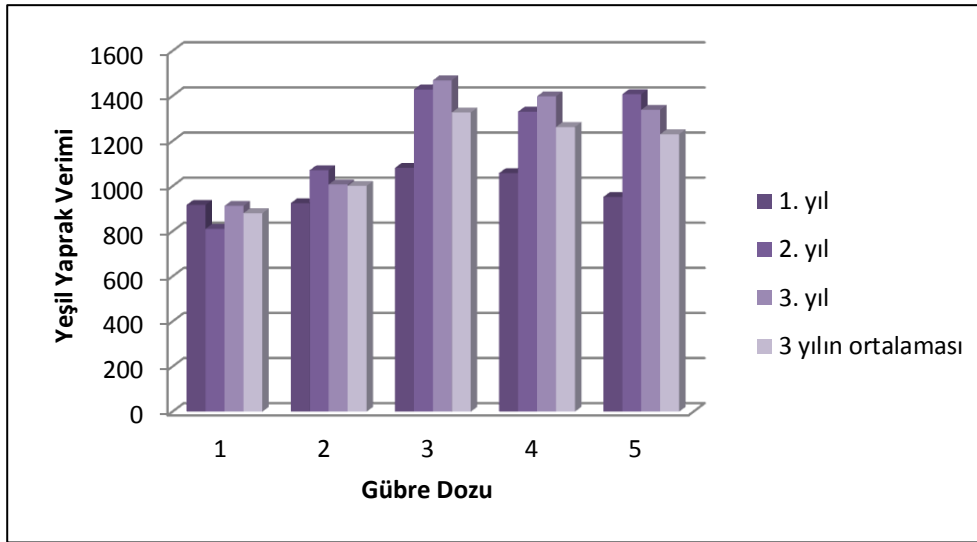
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Yeşil yaprak verimi açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla yeşil yaprak verimi 1081,3 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yeşil yaprak verimi ise 917 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda ise en fazla yeşil yaprak verimi sırasıyla 1429 kg/da ve 1469.50 kg/da ile 10 kg/da azot uygulamasında belirlenirken, 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında duncan gruplandırmasına göre istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yeşil yaprak verimi ise sırasıyla 811 kg/da ve 912.50 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda görülmüştür. Üç yılın ortalaması alınarak yeşil yaprak verimi değerlendirildiğinde ise; en fazla yeşil yaprak verimi yine 1326.58 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yeşil yaprak verimi ise 880.17 kg/da ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.35, Şekil 4.13).

Çizelge 4.35.Yeşil yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	917.0	A	811.0	C	912.50	B	880.17	C
5	924.8	A	1070.8	B	1007.75	B	1001.08	B
10	1081.3	A	1429.0	A	1469.50	A	1326.58	A
15	1058.0	A	1330.5	A	1398.75	A	1262.42	A
20	1006.8	A	1345.5	A	1338.50	A	1230.25	A
S\bar{x}	997.55	B	1197.35	A	1225.40	A		
LSD	238.3		253.08		201.06		112.25	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.13.Yeşil yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

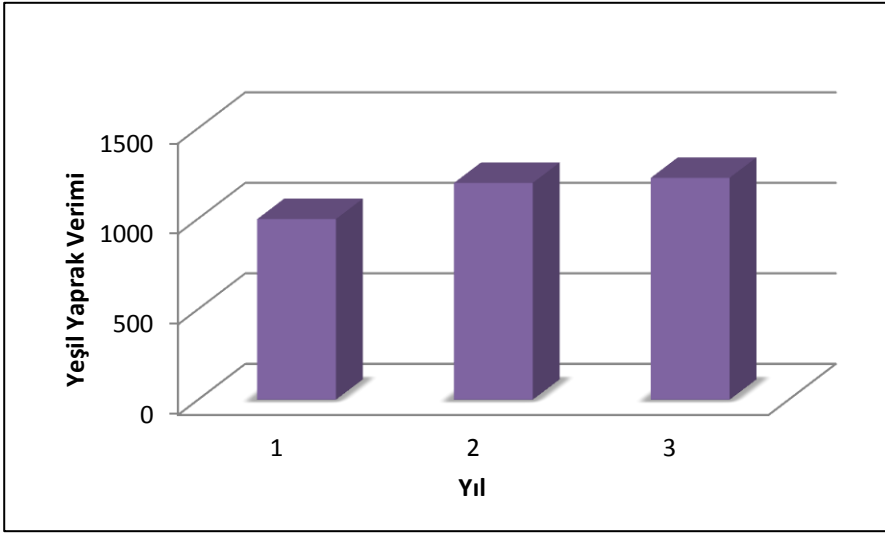
Bu sonuçtan yola çıkarakyemiş yaprak verimi azot dozları açısından değerlendirildiğinde; 10 kg/da azot uygulamasından elde edilen en yüksek bitki boyundan dolayı yine aynı şekilde en yüksek yeşil yaprak verimi de 10 kg/da azot uygulamasından elde edilmiştir. Bunun nedeni azot dozunun artması sonucunda bitki boyunda ve dal sayısında artış olmuş, dolayısıyla bitki başına yaprak sayısı ve verimi artmıştır. Zira Aladakatti (2012), yaprak sayısının bitki boyuyla doğru orantılı olarak değiştiğini bildirmektedir. Buana ve Goenadi (1985a)'nin bildirdiğine göre ise uygulanan NPK ve çiftlik gübresi bitki boyu ve yaprak sayısında artışa neden

olmaktadır ve bitki boyu ve yaprak sayısı ile şeker otu biyokütle üretiminde pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmediğinden ekonomik açıdan 10 kg/da azot uygulaması daha uygun olmaktadır. Azot dozu belirli bir noktadan sonra arttıkça, bitkiler daha sık ve daha gür gelişmekte ve birbirlerine gölgeleme yaparak alt yaprakların kurummasına hatta dökülmesine neden olmaktadır. Maheshwar (2005) 105 kg/ha ve 90 kg/ha azot uygulamasıyla yaprak sayısının ve dal sayısının arttığını belirlemiştir. Bitki boyunda ve dal sayısındaki artışla yaprak sayısının artması doğrudan ilişkilidir. Bunun sonucunda yeşil yaprak veriminde artış görülmüştür.

Bir bitki besin elementi olarak azot bitkisel üretimde oldukça önemli bir yere sahiptir. Verilen azotun miktarı arttıkça toprak üstü organlarında gelişme artmakta, fakat belli bir düzeyden sonra artan azot, bitkinin toprak üstü organları ile kök gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir (Kacar 1996).

Aladakatti (2012) yapmış olduğu çalışmada 300-400 kg/ha N uygulamasıyla en fazla yaprak sayısını elde etmiş ve 300kg/ha N uygulamasıyla 400kg/ha N uygulaması arasında fark olmadığından ekonomik açıdan 300 kg/ha N azot uygulaması uygun olacağını bildirmiştir. Yine aynı şekilde Chalapathi vd (1997)'nin yapmış oldukları çalışmada 60kg/ha N uygulamasıyla 40kg/ha N uygulamalarında en yüksek yeşil yaprak verimi elde edilmiş, ekonomik açıdan 40kg/ha N uygulaması tavsiye edilmiştir. Allam vd (2001)'nin bildirdiğine göre 30 kg/ha N uygulamasında en yüksek yeşil yaprak verimi elde edilmiştir. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda yüksek yaprak verimi için Zahida ve Saini (2009), üre formunda 40 ve 60 kg/ha N, Kumar vd (2012) ise 50 kg/da N uygulanmasının yeterli olacağını bildirmişlerdir. Rashid vd (2013) ise 40 ve 60 kg/ha N uygulamasıyla en yüksek yaprak sayısı elde edilebildiğini ve ekonomik açıdan 40 kg/ha N uygulamasının uygun olduğunu belirlemişlerdir.

Yıllar bazında yeşil yaprak veriminin Duncan gruplandırması değerlendirildiğinde ise en fazla yeşil yaprak verimi 1225.4 kg/da ile 3. yılda tespit edilirken istatistiki olarak 2. ve 3. yıllar arasında fark görülmemiştir. En az yeşil yaprak verimi ise 997.55 kg/da ile 1. yılda tespit edilmiştir (Çizelge 4.35, Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Yıllara göre yeşil yaprak verimi

Üçüncü yılda diğer yıllara göre uygun giden güneşlenme süresi ve sıcaklık gibi iklim koşulları nedeniyle bitki boyunda artış görülmüş dolayısıyla yeşil yaprak veriminde de artışa neden olmuştur. Şeker otunun bitki boyunun artmasında yüksek sıcaklık, yağış miktarı ve fotoperiyot uzunluğu önemli yer tutmaktadır (Maheshwar 2005, Aladakatti 2011, Allam vd 2001). Düşük sıcaklık ve kısa fotoperiyot uzunluğu düşük yaprak sap oranına neden olmaktadır. Bu durumda düşük biyokütle verimine neden olmaktadır (Aladakatti 2011). Uygun koşulları elde edip bitki boyunda artış gösteren bitkide yeşil yaprak veriminde de artış görülmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde yıllar geçtikçe bitki verimi artmaktadır. Burada da en fazla yeşil verim 3. yılda tespit edilmiştir.

4.2.3. Kuru herba verimi (kg/da)

Yıllara göre farklı azot dozu uygulamalarının kuru herba verimi üzerine etkisi incelendiğinde birinci yıl hem doz hem de tekerrürler arasında istatistiki olarak herhangi bir farkın olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Birinci yıla ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	12117.	1.52
Tekerrür	3	25285.4	3.17
Hata	12	7969.1	
Toplam	19		

Kuru herba verimi açısından ikinci ve üçüncü yıllarda azot dozları arasında istatistiki farklar görülürken, tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.37, Çizelge 4.38).

Çizelge 4.37. İkinci yıla ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	102163.2	11.40**
Tekerrür	3	13808.3	1.54
Hata	12	8959.8	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.38. Üçüncü yıla ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	84403.7	13.49**
Tekerrür	3	12479.3	1.99
Hata	12	6258.7	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Kuru herba verimi açısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise yıllar ve dozlar arasında fark görülürken, tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4. 39. Üç yılın ortalamasına ait kuru herba verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	65839.6	13.85**
Doz	4	171172.8	36.00**
Tekerrür	3	9904.6	2.08
Yıl&Doz	8	13755.5	2.89 **
Yıl&Tekerrür	6	20834.2	4.38 **
Doz&Tekerrür	12	13677.6	2.88 *
Hata	24	4755.1	
Toplam	59		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

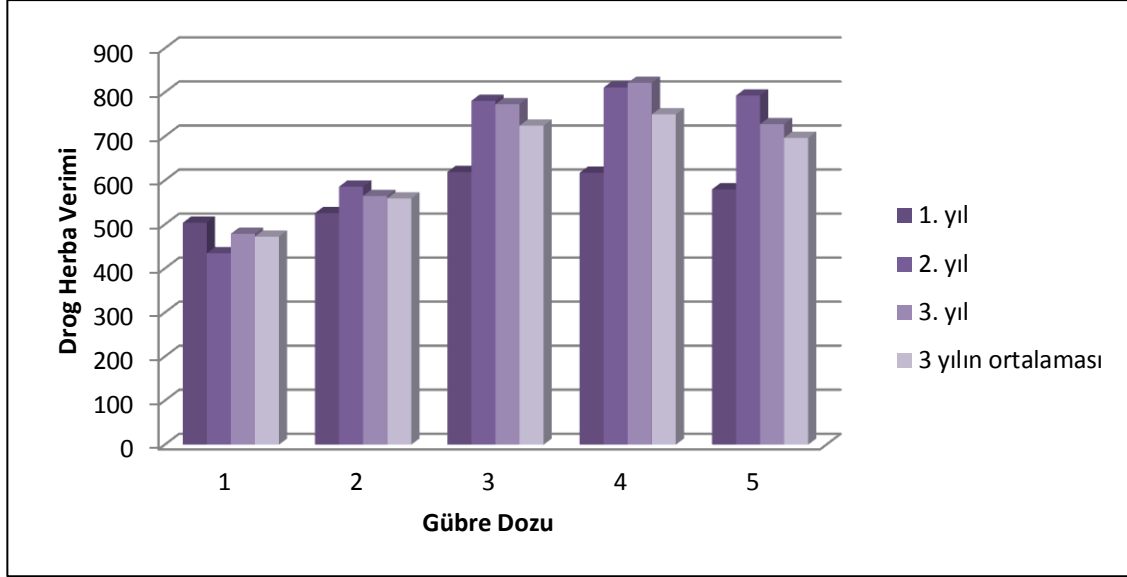
Kuru herba verimine ait sonuçlar Çizelge 4.40 ve Şekil 4.15'de gösterilmiştir. Kuru herba verimi açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla kuru herba verimi 619 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az kuru herba verimi ise 503.75 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda ise en fazla kuru herba verimi sırasıyla 811kg/da ve 821.50 kg/da ile 15 kg/da azot uygulamasında belirlenirken, 10, 15 ve 20 kg/da azot dozlarının Duncan gruplandırmasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az kuru herba verimi ise sırasıyla 434.75 kg/da ve 479 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda görülmüştür.

Çizelge 4.40. Kuru herba verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	503.75	A	434.75	C	479.00	B	472.50	C
5	526.00	A	586.00	B	564.75	B	558.92	B
10	619.00	A	780.75	A	773.00	A	724.25	A
15	617.50	A	811.00	A	821.50	A	750.00	A
20	605.00	A	757.75	A	727.75	A	696.83	A
S\bar{x}	574.25	B	674.05	A	673.20	A		
LSD	151.47		145.7		121.88		58.102	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.

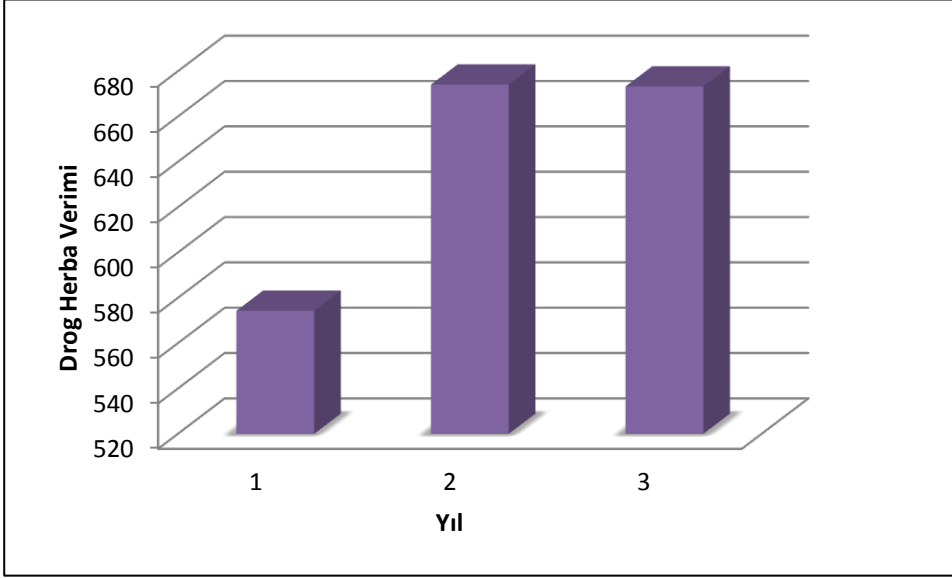
Kuru herba verimi üç yılın ortalaması olarak değerlendirildiğinde de; en fazla kuru herba verimi 750 kg/da ile yine 15 kg/da azot dozunda belirlenmiş ve 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az kuru herba verimi ise 472.50 kg/da ile kontrol grubunda tespit edilmiştir.



Şekil 4.15.Kuru herba verimi (kuru herba verimi) açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Kuru herba verimi, yeşil herba verimiyle ve dolayısıyla bitki boyu ve dal sayısı ile ilişkilidir. En yüksek yeşil herba verimi 15kg/da N dozundan elde edilmiş ancak 10 kg/da N dozu ile arasında istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. Yine aynı şekilde en yüksek kuru herba verimi de 15 kg/da N dozunda tespit edilmiştir ve yine 10 kg/da azot dozunda elde edilen değerde 15 kg/da'dan elde edilen değere çok yakındır ve ikisi arasında istatistiki olarak fark olmadığından, ekonomik açıdan dikkate alındığında 10kg/da azot uygulaması uygun görülmektedir. Azotlu gübreler bitkilerin köklerine oranla toprak üstü organlarının daha fazla gelişmesini sağlar. (Christensen ve Peacock 2000, Kacar 1996). Bundan dolayı bitkinin büyümesi ve gelişmesinde büyük öneme sahip olup, bitkinin vejetatif aksamında artışa neden olmaktadır. Elde edilen verilerden görüldüğü üzere azot dozu arttıkça kuru herba veriminde artış görülmüştür. 15 kg/da azot uygulaması ile 20 kg/da azot uygulaması karşılaştırıldığında ise arada az bir fark olmasına karşın kuru herba veriminde azalma eğilimi görülmektedir. Sheelavantar (1973) bildirdiğine göre 40 kg/ha N'un üzerinde uygulanan yüksek dozlar kuru herba verimini arttırmamıştır.Katar vd (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada uygulanan dozlar arasında, en fazla kuru herba verimi 12 kg/da N dozundan sağlanmıştır. Zahida ve Saini (2009)'nin bildirdiğine göre gübre uygulaması kuru biyokütle veriminde artış sağlamış, benzer durum Liu vd (2011) tarafından da rapor edilmiştir.Kumar vd (2012) yapmış oldukları bir çalışmada en yüksek kuru biyokütle verimini 50:60:50 kg NPK/ha uygulamasından elde etmişlerdir.Yapılan çalışma sonucunda; yıllar bazında kuru herba veriminin Duncan gruplandırması değerlendirildiğinde ise en fazla kuru herba verimi

674,05 kg/da ile 2. yılda tespit edilirken istatistiki olarak 2. ve 3. yıllar arasında fark görülmemiştir. En az kuru herba verimi ise 574.25 kg/da 1. yılda tespit edilmiştir (Çizelge 4.40, Şekil 4.16). Yeşil herba veriminin de ilk yıl düşük olduğu göz önünde bulundurulacak olursa kuru herba veriminin ilk yıl düşük çıkması olağan görülmektedir. Kuru herba veriminin ilk yıl düşük olup diğer yıllar yüksek çıkmasının nedeni ise bitki yaşımında verim açısından önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.16. Yıllara göre kuru herba verimi

4.2.4. Kuru yaprak verimi (kg/da)

Farklı azot dozu uygulamalarının kuru yaprak verimi üzerine etkisi incelendiğinde birinci yıl dozlar ve tekerrürler arasında istatistiki olarak herhangi bir farkın olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Birinci yıla ait kuru yaprak verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	2259.9	1.80
Tekerrür	3	3550.8	2.83
Hata	12	1254.1	
Toplam	19		

Kuru yaprak verimi açısından ikinci ve üçüncü yıllarda dozlar arasında fark görülürken, tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.42, Çizelge 4.43).

Çizelge 4. 42. İkinci yılın kuru yaprak verimi varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	21087.4	11.14**
Tekerrür	3	4630.1	2.45
Hata	12	1892.7	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4. 43. Üçüncü yılın kuru yaprak verimi varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	16006.7	6.71**
Tekerrür	3	4727.7	1.98
Hata	12	2387.0	
Toplam	19		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Kuru yaprak verimi açısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise hem yıllar, hem dozlar, hem de tekerrürler arasında istatistiki olarak farklar görülmüştür (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Üç yılın ortalamasına ait kuru yaprak verimi için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	61952.1	41.61**
Doz	4	32758.3	22.00**
Tekerrür	3	4698.3	3.16*
Yıl&Doz	8	3297.9	2.22
Yıl&Tekerrür	6	4105.1	2.76*
Doz&Tekerrür	12	2556.2	1.72
Hata	24	1488.8	
Toplam	59		

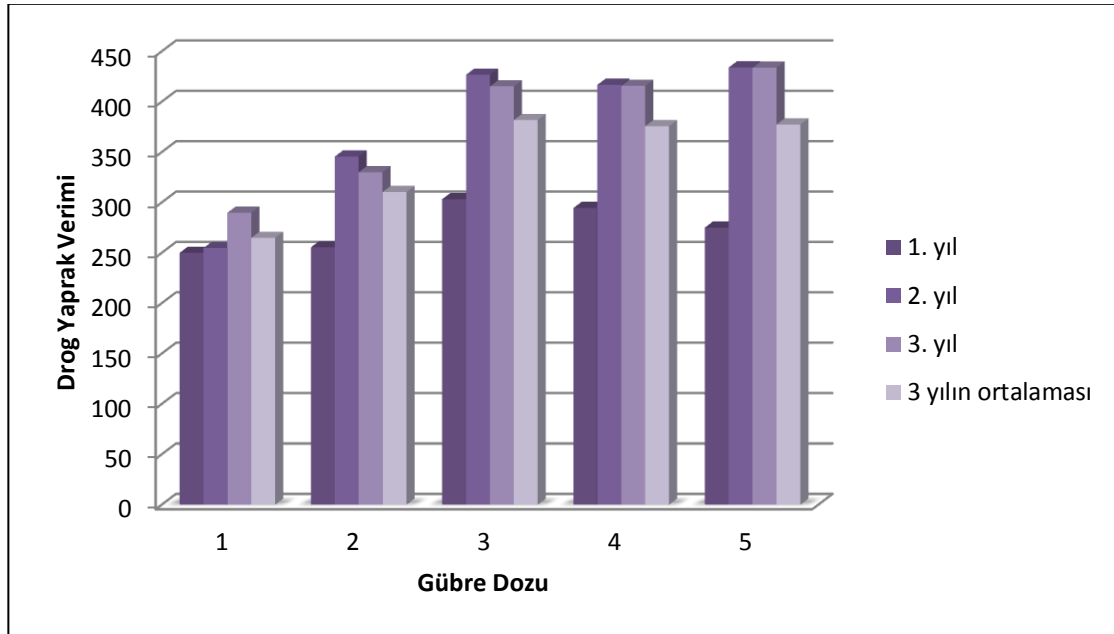
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Farklı azot dozu uygulamalarının etkisi kuru yaprak verimi açısından değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla kuru yaprak verimi 303,25 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az kuru yaprak verimi ise 250 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir. İkinci yılda en fazla kuru yaprak verimi 426.75 kg/da ile 10 kg/da'da görülürken, en az kuru yaprak verimi ise 254.75 kg/da ile kontrol grubunda görülmüştür. Üçüncü yılda ise en fazla kuru yaprak verimi 433.75 kg/da ile 20 kg/da azot uygulamasında belirlenirken, en az kuru yaprak verimi ise 289.75 kg/da ile azot uygulanmayan kontrol grubunda görülmüştür ve 10, 15 ve 20 kg/da azot dozlarının duncan gruplandırmasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Üç yılın ortalaması kuru yaprak verimi açısından değerlendirildiğinde de; en fazla kuru yaprak verimi 381.75 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda görülürken, 10, 15 ve 20 kg/da azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az kuru yaprak verimi ise 264.83 kg/da ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.45, Şekil 4.17).

Çizelge 4.45. Kuru yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

	1. yıl		2. yıl		3. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz								
0	250.00	A	254.75	C	289.75	B	264.83	C
5	255.50	A	345.50	B	330.00	B	310.33	B
10	303.25	A	426.75	A	415.25	A	381.75	A
15	294.50	A	416.75	A	415.75	A	375.67	A
20	285.75	A	412.50	BA	433.75	A	377.33	A
S\bar{x}	277.8	B	371.3	A	376.9	A		
LSD	59.718		64.428		75.272		32.511	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.

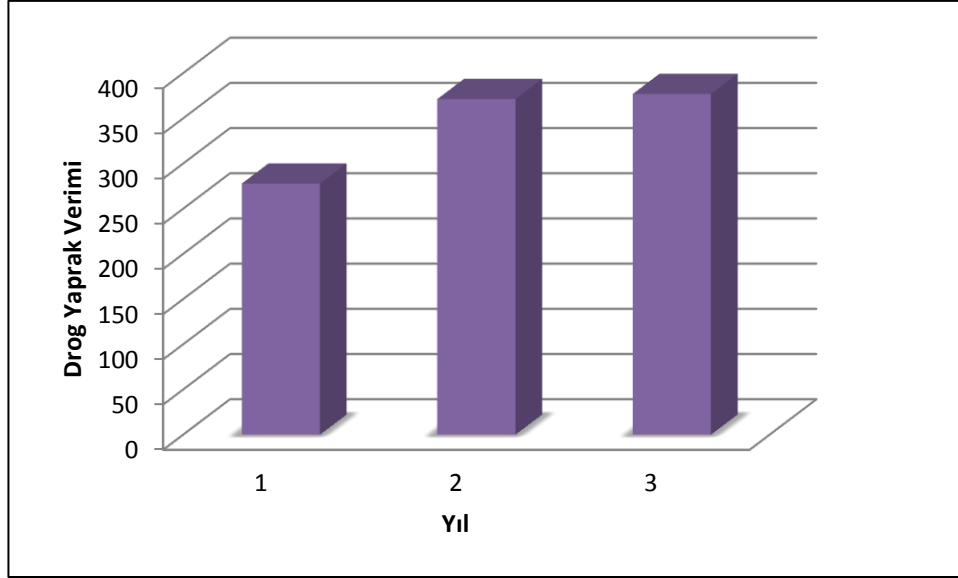


Şekil 4.17. Kuru yaprak verimi açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Çalışmamızda bitki boyu, dal sayısı ve yeşil yaprak verimi dikkate alındığında 10 kg/ha N uygulamasında en yüksek değerler elde edilmiştir. Aynı şekilde kuru yaprak verimi de 10kg/da azot uygulamasında en yüksek değere ulaşmıştır. Şeker otunda kuru yaprak verimiyle bitki boyu, dal sayısı, bitki başına yaprak sayısı ve kuru madde birikimi arasında pozitif bir ilişki vardır. Kuru yaprak veriminde toplam çeşitliliğin

yaklaşık %96.9'u bu dört karakteristik lineer fonksiyon tarafından açıklanır (Chalapathi vd1998). Azot uygulamasıyla bitki başına yaprak ve dal sayısı artmaktadır. Kuru yaprak verimi ile dal sayısı arasında olumlu bir ilişki vardır. (Maheshwar 2005).Azotlu gübrelemeyle kuru yaprak verimi artmaktadır (Shock (1982a). NPK düzeyi arttıkça daha iyi büyüme gerçekleşmekte ve buna paralel olarakta kuru yaprak verimide artmaktadır (Murayama vd1980). Kuru yaprak verimiyle bitki boyu, dal sayısı, bitki başına yaprak sayısı, bitki başına yaprak alanı, toplam kuru madde üretimi ve toplam kuru biyokütle verimi arasında pozitif bir ilişki vardır. Uygulanan yüksek N, P ve K besin elementleriyle yüksek dal sayısı ve bunun sonucunda daha fazla taze biyokütle, yeşil yaprak verimi ve kuru yaprak verimi elde edilmektedir (Aladakatti 2011). Allam vd (2001) ise yüksek dozda uygulanan azot sonucunda bitkinin kuru yaprak veriminde %64 oranında artış görüldüğünü belirtmektedirler. Chalapathi vd (1997), yapmış oldukları bir çalışmada 60:30:45 kg /ha ve 40:20:30 kg/ ha dozlarındaki N, P ve K uygulamaları sonucunda en fazla kuru yaprak verimini elde etmişlerdir. Aladakatti (2012), bir başka çalışmada en yüksek kuru yaprak verimini 400 kg/ha (11.42 t/ha) ve 300 kg/ha (10.94 t/ha) N dozlarından elde etmiştir. Maheshwar (2005), ise en yüksek kuru yaprak verimini (31.89 g/plant) 105:30:45 kg/ha ve 90:30:45 kg (31.11 g/plant) NPK uygulamasında tespit ederken, en düşük kuru yaprak verimini ise daha az azot içeren 60:30:45 kg/ ha NPK (17.16 g/plant) uygulamasında belirlemiştir. Son vd (1997)'nin bildirdiğine göre 1 ton kuru yaprak üretebilmek için 64.6 kg azota ihtiyaç vardır. Kumar vd (2012) tarafından yapılmış bir çalışmada en yüksek kuru yaprak verimi (0.67 t/ha) 50:60:50 kg/ha NPK uygulamasından elde edilmiştir.

Yıllara göre kuru yaprak verimi değerlendirildiğinde istatistiki olarak önemli farklılık görülmüştür.En yüksek kuru yaprak verimi 376.9 kg/da ile 3. yılda tespit edilirken istatistiki olarak 2. ve 3. yıllar arasında fark görülmemiştir. En az kuru yaprak verimi ise 277,8 kg/da ile 1. yılda tespit edilmiştir (Çizelge 4.45, Şekil 4.18). Tıbbi aromatik bitkiler yıllar bazında değerlendirildiğinde, birinci yıla göre ikinci ve üçüncü yıllarda verimin daha fazla olması beklenen bir olaydır. Genellikle bütün bitkilerde olduğu gibi şeker otunda da kuru yaprak verimi; bitki boyu, dal sayısı, bitki başına yaprak ve kuru madde birikimi ile doğru orantılı olarak artmaktadır (Aladakatti 2011). Bitkilerde kuru yaprak verimini etkileyen bir başka önemli etkende bitkinin su ihtiyacıdır. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri incelendiğinde 3. yılın 1. ve 2. yıllara oranla daha yağışlı geçtiği görülmektedir. Bu durumun diğer bitkisel özelliklerde olduğu gibi kuru yaprak veriminde de olumlu etki yaptığı düşünülmektedir.



Şekil 4.18. Yıllara göre kuru yaprak verimi

4.2.5. Yaprak/sap oranı

Farklı azot dozu uygulamalarının yaprak/sap oranı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz tabloları (Çizelge 4.46, Çizelge 4.47, Çizelge 4.48) incelendiğinde birinci, ikinci ve üçüncü yıllarda hem doz hem de tekerrürler bazında istatistiksel farklılıkların olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4. 46. Birinciyıla ait yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.01	0.99
Tekerrür	3	0.01	0.55
Hata	12	0.01	
Toplam	19		

Çizelge 4.47. İkinciyla ait yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.03	1.64
Tekerrür	3	0.04	2.31
Hata	12	0.02	
Toplam	19		

Çizelge 4. 48.Üçüncü yılın yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.1	0.59
Tekerrür	3	0.1	0.55
Hata	12	0.1	
Toplam	19		

Yaprak/sap oranı açısından üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise yıllar arasında fark görülürken, dozlar ve tekerrürler arasında fark görülmemiştir Çizelge 4.49.

Çizelge 4.49. Üç yılın ortalamasına ait yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	0.2	4.47*
Doz	4	0.1	1.91
Tekerrür	3	0.04	1.22
Yıl&Doz	8	0.01	0.25
Yıl&Tekerrür	6	0.02	0.65
Doz&Tekerrür	12	0.04	1.16
Hata	24	0.04	
Toplam	59		

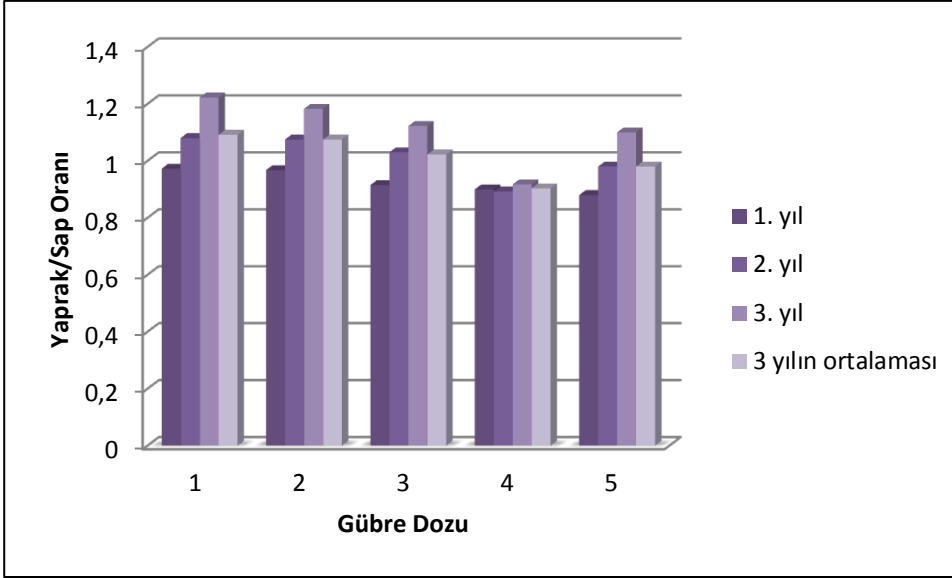
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Yaprak/sap oranı açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl yaprak/sap oranı en fazla 0.97 ile azot uygulanmayan kontrol grubunda görülürken, azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yaprak/sap oranı ise 0.89 ile 20 kg/da azot grubunda tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda da en fazla yaprak/sap oranı sırasıyla 1.08 ve 1.22 ile kontrol grubunda belirlenmiş ve azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. En az yaprak/sap oranı ise sırasıyla 0.89 ve 0.92 ile 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. Üç yılın ortalaması alındığında ise yaprak/sap oranı; en fazla 1.09 ile kontrol grubunda tespit edilirken, en az yaprak/sap oranı 0.90 ile 15 kg/da azot grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.50, Şekil 4.19).

Çalışmada yapılan ölçümler sonucunda yüksek dozlarda azot uygulanan parsellerdeki bitkilerin özellikle bitki boyu açısından daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca hasat sırasında yapılan gözlemlerde yüksek azot dozu uygulanan dolayısıyla bitki boyu ortalaması yüksek olan parsellerdeki bitkilerin dip yapraklarının kuruduğu ve döküldüğü görülmüştür. Buna, alt taraftaki yaprakların güneş ışığı alamadıkları veya az aldıkları için fotosentez yapamalarının ve böylece sararıp dökülmelerinin neden olduğu düşünülmektedir. Bu durum çalışmamızda yüksek azot uygulamalarında yaprak oranının azalması dolayısıyla yaprak/sap oranının düşük çıkmasını sebebinin açıklamaktadır. Aladakatti (2011)'nin bildirdiğine göre Kawatani vd'nin yapmış oldukları çalışma sonucunda şeker otunda azot uygulaması gövde kalınlığında ve dal sayısında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Aladakatti (2012) yapmış olduğu bir çalışmada en yüksek yaprak sap oranlarını 400 kg/ha ve 300 kg/ha dozlarında sırasıyla 3.01 ve 2.93 olarak belirlemişlerdir. En düşük yaprak sap oranını ise 200 kg/ha (2.66) N uygulamasında tespit etmiştir.

Çizelge 4.50. Yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

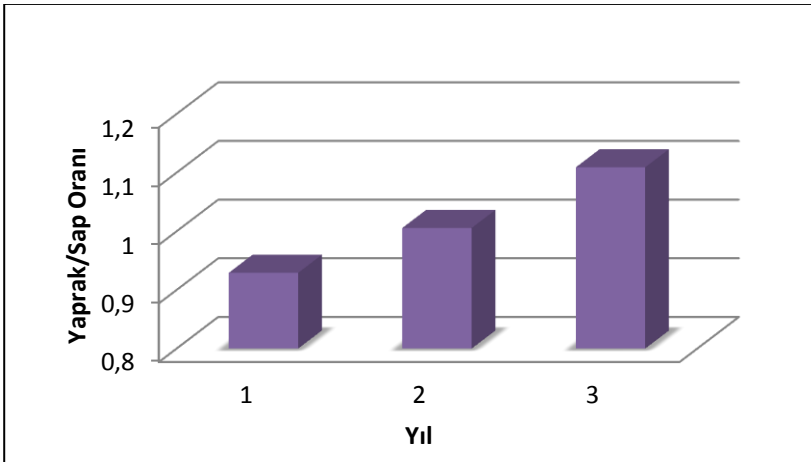
	1. yıl	2. yıl	3. yıl	Yıllar ortalaması
Doz				
0	0.97 A	1.08 A	1.22 A	1.09 A
5	0.97 A	1.08 A	1.18 A	1.08 BA
10	0.92 A	1.03 A	1.12 A	1.02 BA
15	0.90 A	0.89 A	0.92 A	0.90 B
20	0.89 A	0.95 A	1.10 A	0.98 BA
S\bar{x}	0.93 B	1.01 BA	1.11 A	
LSD	0.1281	0.2077	0.47	0.1609



Şekil 4.19. Yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Yıllar bazında yaprak/sap oranının Duncan gruplandırması değerlendirildiğinde ise en fazla oran 1.11 ile 3. yılda tespit edilmiştir. En az değer ise 0.93 ile 1. yılda tespit edilmiştir (Çizelge 4.50, Şekil 4.20).

Yaprak/sap oranının 1. yıl düşük çıkmasının en önemli nedeni çok tıbbi ve aromatik bitkilerin tesis yılında oldukça az miktarda vejetatif gelişme göstermesidir. Bu bitkilerin verimleri 2. yıldan sonra artış göstermektedir. Ayrıca çalışma süresince elde edilen iklim verilerine bakılacak olursa birinci yıl diğer yıllara göre daha az yağış düşmüştür. Bütün bitkilerde olduğu gibi şeker otu bitkisinin gelişmesi üzerine üzerine su önemli derecede etkilidir (Aladakatti 2011). Bu bilgiler ışığında elde etmiş olduğumuz verileri değerlendirecek olursak ilk yıl yaprak sap oranı daha az çıkmıştır.



Şekil 4.20. Yıllara göre yaprak/sap oranı

4.2.6. Kuru yaprak/sap oranı

Kuru yaprak/sap oranı için yapılan varyans analizlerinin sonuçları incelendiğinde; birinci, ikinci ve üçüncü yıl dozların kuru yaprak/sap oranı üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.51, Çizelge 4.52, Çizelge 4.53).

Çizelge 4.51. Birinci yılın kuru yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.01	0.69
Tekerrür	3	0.003	0.46
Hata	12	0.007	
Toplam	19		

Çizelge 4.52. İkinci yılın kuru yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.03	1.14
Tekerrür	3	0.05	2.16
Hata	12	0.02	
Toplam	19		

Çizelge 4.53. Üçüncü yılın kuru yaprak/sap oranı varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.05	0.42
Tekerrür	3	0.04	0.39
Hata	12	0.11	
Toplam	19		

Kuru yaprak/sap oranı açısından üç yıl birlikte değerlendirildiğinde ise yıllar arasında fark görülmüştür (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.54.Üç yılın ortalamasına ait kuru yaprak/sap oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	2	0.34	7.23**
Doz	4	0.06	1.24
Tekerrür	3	0.05	0.99
Yıl&Doz	8	0.01	0.22
Yıl&Tekerrür	6	0.03	0.55
Doz&Tekerrür	12	0.05	1.02
Hata	24	0.05	
Toplam	59		

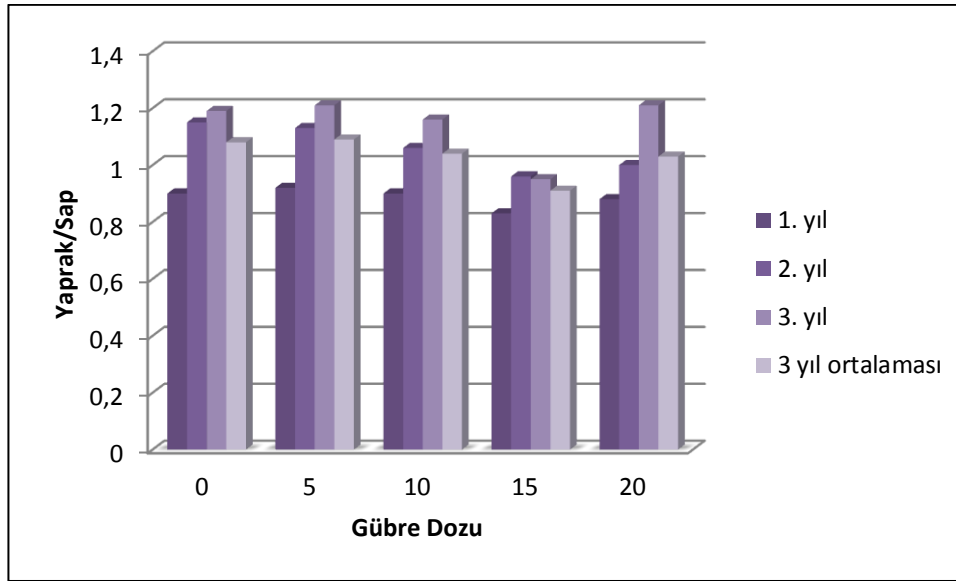
(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

Çizelge 4.55'te görüldüğü gibi farklı azot dozu uygulamalarının kuru yaprak/sap oranı üzerine etkisi incelendiğinde birinciyıl en yüksek oran0.92 ile 5 kg/da azot dozunda görülürken, en az kuru yaprak/sap oranı ise 0.83 ile 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. İkinci yılda ise en fazla kuru yaprak/sap oranı1.15 ile gübre uygulanmayan 0 azot dozunda görülürken en az kuru yaprak/sap oranı ise 0.96 ile 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. Üçüncü yılda ise en fazla kuru yaprak/sap oranı 1.21 ile 5 ve 20 kg/da azot dozlarında görülürken, en düşük oran ise 0.95 ile 15 kg/da azot dozunda kaydedilmiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü yıllara ait Duncan gruplamaları ayrı ayrı değerlendirildiğinde azot dozlarından elde edilen ortalamalar aynı grupta yer almıştır. Üç yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise en fazla kuru yaprak/sap oranı 1.09 ile 5 kg/da azot dozunda görülürken, en az kuru yaprak/sap oranı ise 0.91 ile 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. Azot dozları arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir (Çizelge 4.55, Şekil 4.21). Bununla birlikte, çiçeklenme dönemi ile birlikte bitkide odunlaşmanın artması kuru yaprak/kuru herba oranının azalmasına neden olabilmektedir (Aladakatti 2011).Kumar vd (2012) azot dozları ile yapmış oldukları çalışmada en yüksek kuru yaprak sap oranını (0.94) 50:60:50 kg/ha NPK uygulamasından elde etmişlerdir.

Çizelge 4.55. Kuru yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

Doz	1. yıl	2. yıl	3. yıl	Yıllar ortalaması
0	0.90 A	1.15 A	1.19 A	1.08 A
5	0.92 A	1.13A	1.21 A	1.09 A
10	0.90 A	1.06 A	1.16 A	1.04 A
15	0.83 A	0.96 A	0.95 A	0.91 A
20	0.88 A	1.00 A	1.21 A	1.03 A
S \bar{X}	0.89 B	1.06 A	1.14 A	
LSD	0.1286	0.2369	0.5115	0.1821

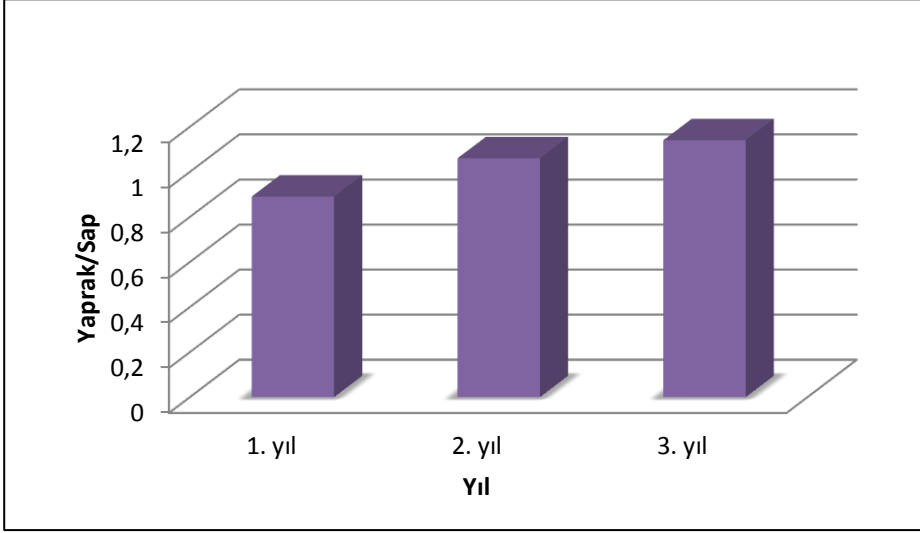
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.21. Kuru yaprak/sap oranı açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci, üçüncü yılın ve üç yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Kuru yaprak/sap oranının yıllar bazında sonuçları değerlendirildiğinde en fazla kuru yaprak/sap oranı 1.14 ile 3. yılda görülürken en az kuru yaprak/sap oranı ise 0.89 ile 1. yılda görülmüştür. Çalışmanın 2. ve 3. yıllarında elde edilen kuru yaprak/sap oranları arasında ise istatistiki olarak herhangi bir farkın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.55, Şekil 4.22). Çalışmanın yürütüldüğü süreçte elde edilen iklim verileri incelendiğinde 3. yılda 1. yıla göre daha fazla sıcaklık ve fotoperiyot uzunluğu saptanmıştır. Bundan dolayı 3. yılda 1. yıla göre daha fazla verim elde edilmiştir. Şeker

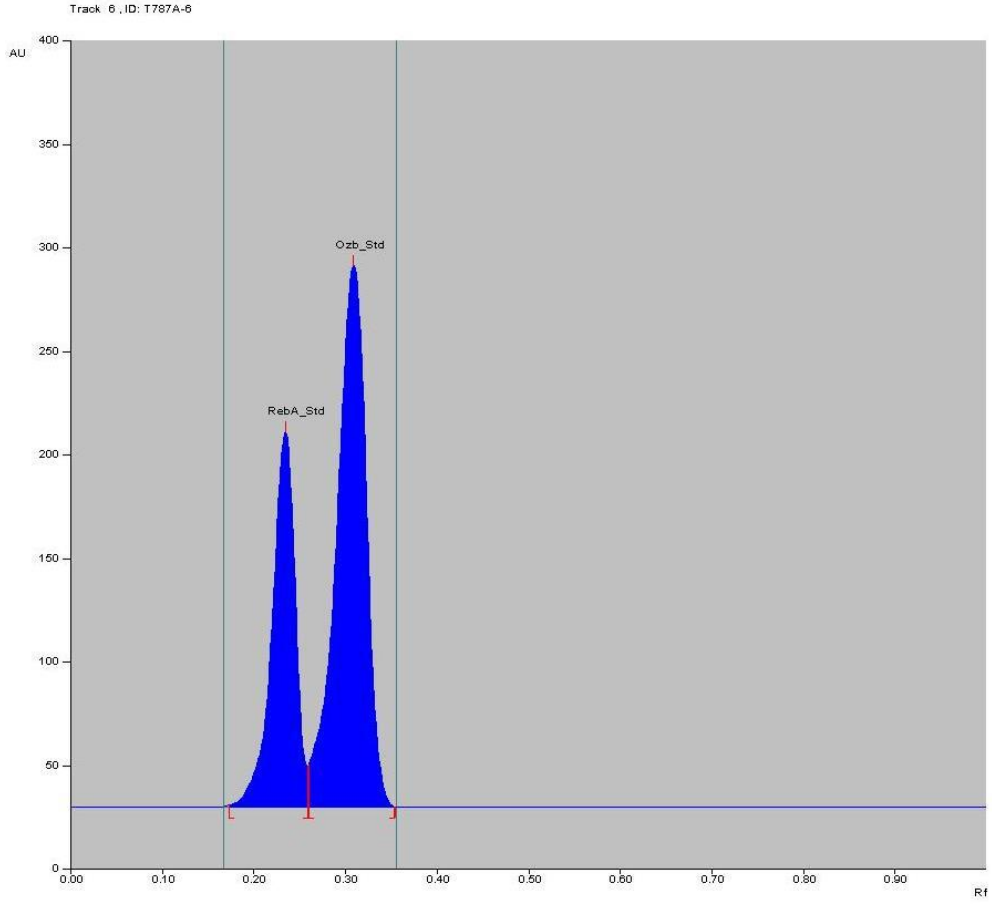
otunda düşük sıcaklık (13 °C - 18 °C) ve daha kısa fotoperiyot uzunluğu düşük yaprak sap oranına neden olmaktadır. Bu durum kuru yaprak verimine ve biyokütle verimine negatif etki yapmaktadır (Aladakatti 2011, Allam vd 2001).



Şekil 4.22. Yıllara göre kuru yaprak/sap oranı

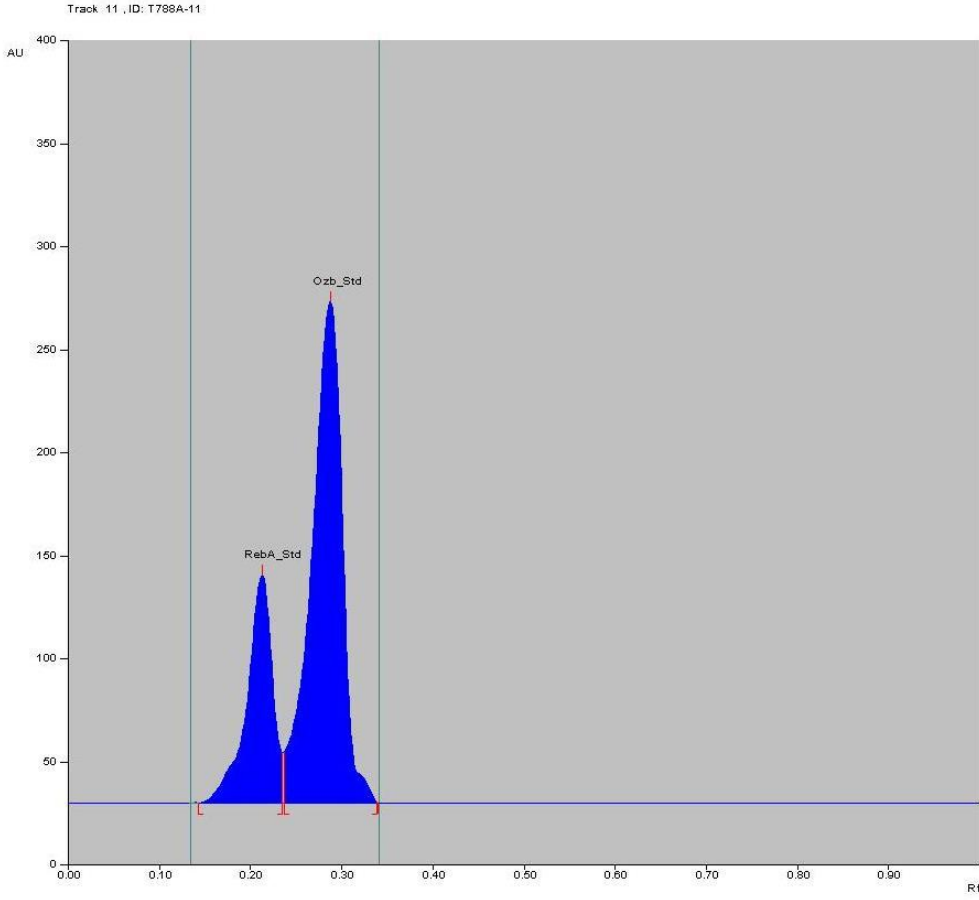
4.2.7. Steviol glikozit oranı(bitki başına %)

6 numaralı uygulamada (1. yılın 20 kg/da dozunun 1. tekerrürü) tespit edilen steviosid ve rebaudiosidA oranları verilmiştir. Piklerden anlaşılacağı üzere steviosid oranı (yaklaşık 300 AU'ya ulaşırken) rebaudiosidA oranından (200-250 AU) daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.23).



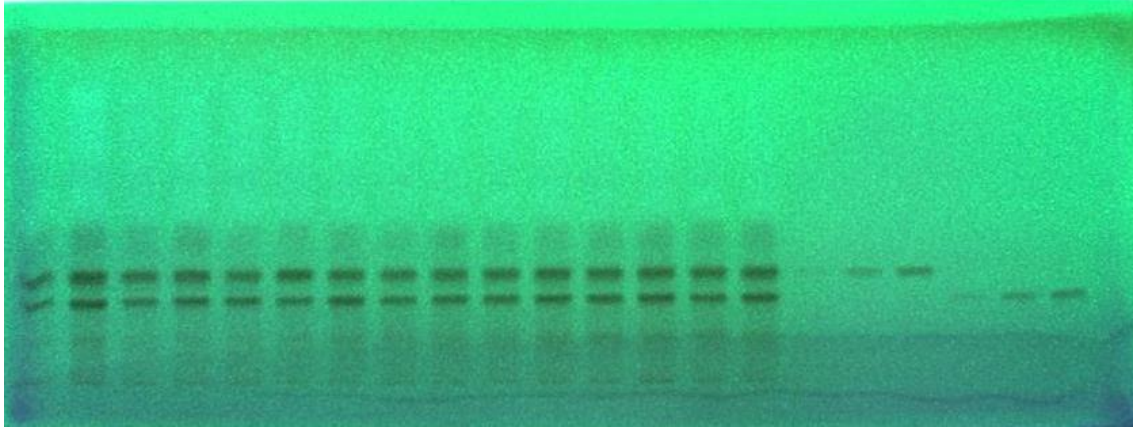
Şekil 4.23. Optimum koşullarda standart steviosid ve rebaudiosid A'nın HPTLC kromatogramı. (RebA_Std: rebaudiosid, Ozb_Std: steviosid)

11 numaralı uygulamada (2. yılın 5 kg/da dozunun 1. tekerrürü) tespit edilen steviosid ve rebaudiosidA oranları verilmiştir. Piklerden anlaşılacağı üzere steviosid oranı (250-300 AU) rebaudiosidA oranından (yaklaşık 150 AU) daha fazla görülmektedir. İlk grafikte karşılaştırılacak olursa 1. yılın 20 kg/da dozuna göre steviosid ve rebaudiosid A oranları az çıkmıştır (Şekil 4.24).

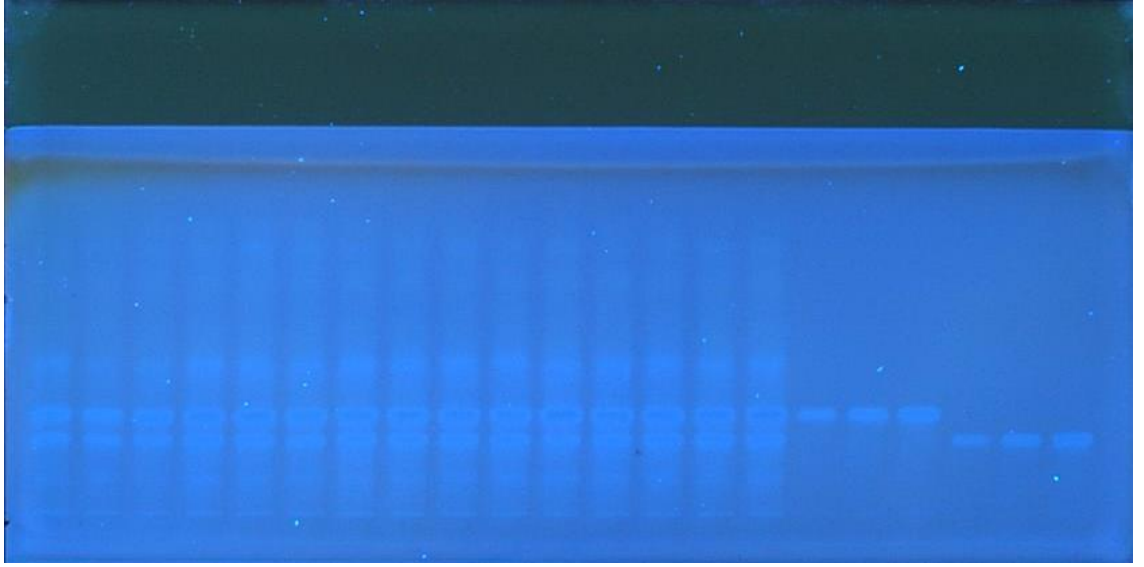


Şekil 4.24. Optimum koşullarda standart steviosid ve rebaudiosid A'nın HPTLC kromatogramı. (RebA_Std: rebaudiosid, Ozb_Std: steviosid)

Şekil 4.25'de 254 nm dalga boyunda, şekil 4.26'de 366 nm dalga boyunda ve şekil 4.22 beyaz ışık altında uygulanan silika jel İTK plağında (İnce Tabaka Kromatografisi) adsorban maddeler görünmektedir (plak üzerindeki maddeler sülfirik asit ile türevlendirilmiştir). Sağ tarafta üçer tane verilen (2, 6, 10 µl) üstte steviosid altta rebaudiosidA standart değerleri görülmektedir. Standartlar arasındaki koyuluk farkı uygulanan 2, 6, 10 µl miktarlarını göstermektedir. 2 µl'de en açık, 6 µl'de orta koyulukta, 10 µl'de ise en koyu şekliyle görülmektedir. Uygulanan gübre dozları arasındaki koyuluk ve açıklık farkları içerdikleri steviosid ve rebaudiosidA oranlarından kaynaklanmaktadır.

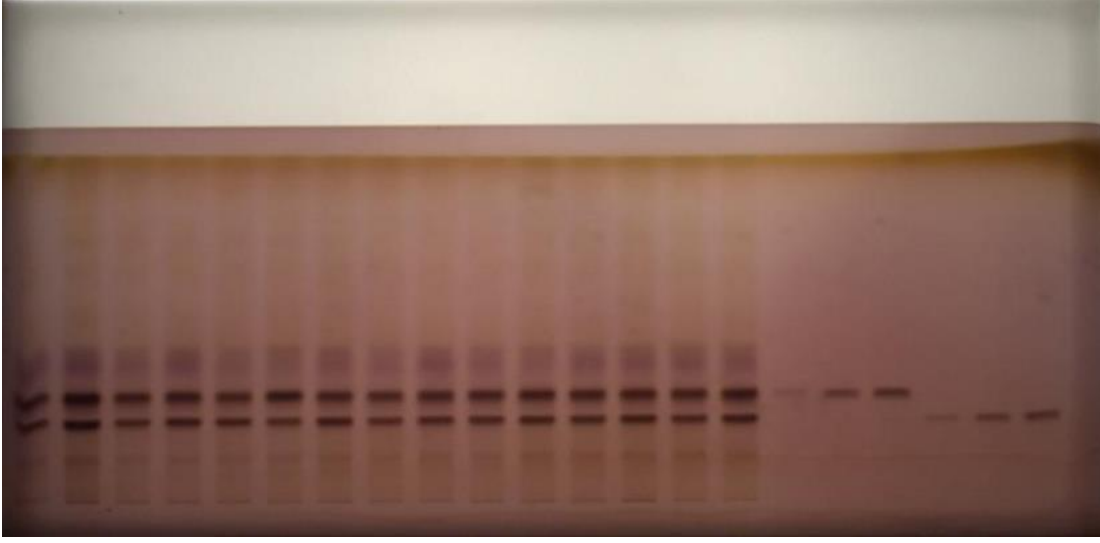


Şekil 4.25. Steviosid (üstteki spot) ve rebaudiosid A (alttaki spot) standartları ile ekstraktların standart İTK kromatogramı (254 nm UV ışığı altında). En sağdaki üç spot standartlara ait, diğerleri ise ekstraktlara ait spotlar



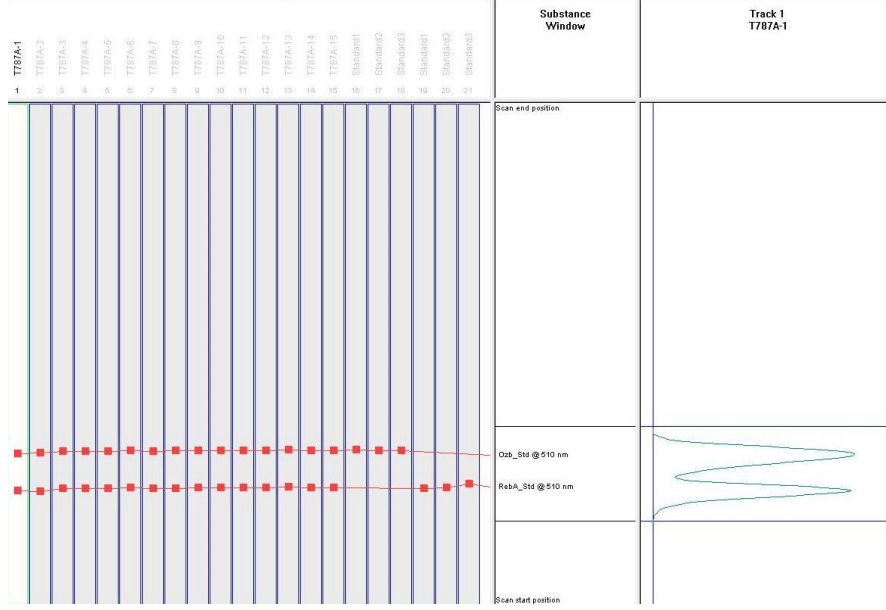
Şekil 4.26. Steviosid (alttaki spot) ve rebaudiosid A (üstteki spot) standartları ile ekstraktların standart İTK kromatogramı (366 nm UV ışığı altında). En sağdaki üç spot standartlara ait, diğerleri ise ekstraktlara ait spotlar

Yine Şekil 4.27’de spotlar İTK plağı üzerinde sülfirik asit ile türevlendirilmiş ve 366 nm dalga boyunda görüntülenmiştir.



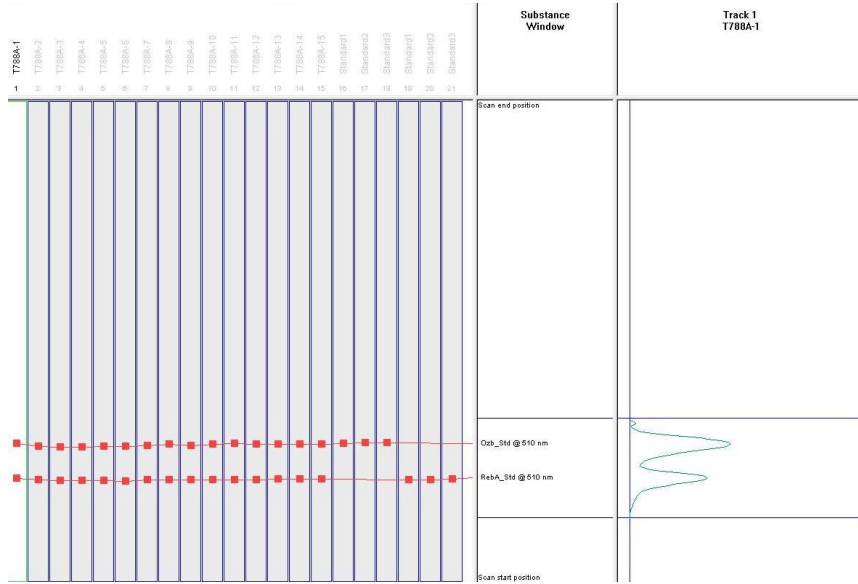
Şekil 4.27.Steviosid (alttaki spotlar) ve rebaudiosid (üstteki spotlar) standartları ile ekstraktların standart İTK kromatogramı (Beyaz ışık altında). En sağdaki üç spot standartlara ait, diğerleri ise ekstraktlara ait spotlar

Şekil 4.28'te 20 kg/da dozunun 3. tekerrüründeki (T787A-1) İTK plaklarının ve steviosid ve rebaudiosid A piklerinin grafiksel görünümü gösterilmiştir. Rebaudiosid A ve steviosid oranları birbirine yakın çıkmıştır. Ancak steviosid oranı daha fazla görülmektedir. 1'den 15'e kadar giden uygulama kodları, plak üzerine uygulanan örneklerin hangilerinin kantitatif hesaplama işlemlerine alınıp alınmadığını göstermektedir. 16-18 nolu uygulamalar farklı konsantrasyondaki steviosid standartlarını, 19-21 numaralı uygulamalar ise farklı konsantrasyondaki rebaudiosid A standartlarını göstermektedir.



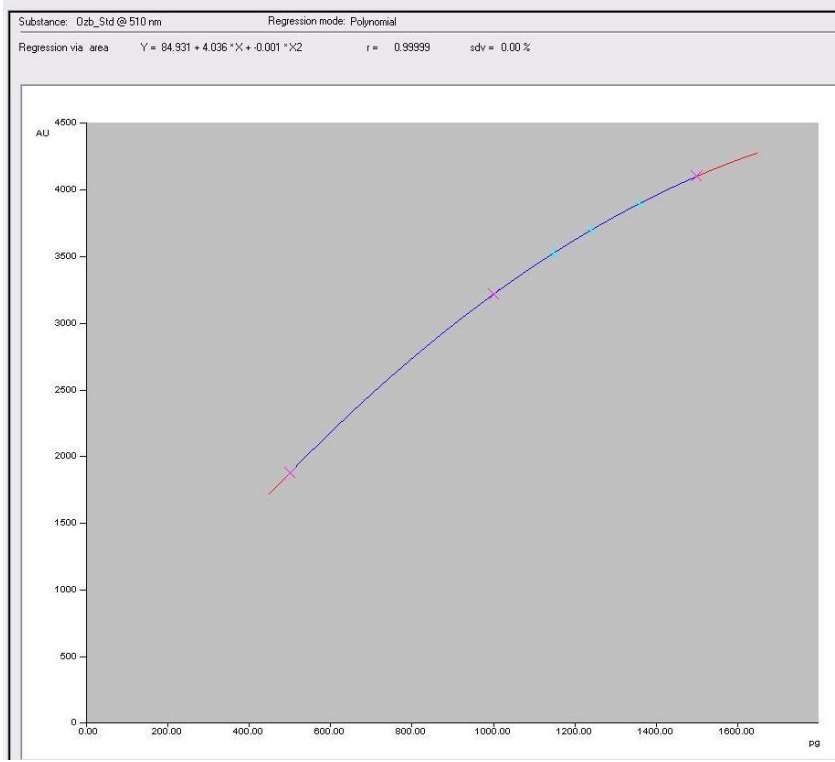
Şekil 4.28. 20 kg/da dozunun 3. tekerrüründeki (T787A-1) İTK plaklarının ve steviosid ve rebaudiosidA piklerinin grafiksel görünümü

Şekil 4.29’da 10 kg/da dozunun 3. tekerrüründeki İTK plaklarının ve steviosid ve rebaudiosidA piklerinin grafiksel görünümü gösterilmiştir. 20 kg/da dozuyla kıyaslandığında steviosid ve rebaudiosid A oranları daha az görülmektedir. Ancak steviosid oranı rebaudiosidA oranından diğer doza göre daha fazla görülmektedir.



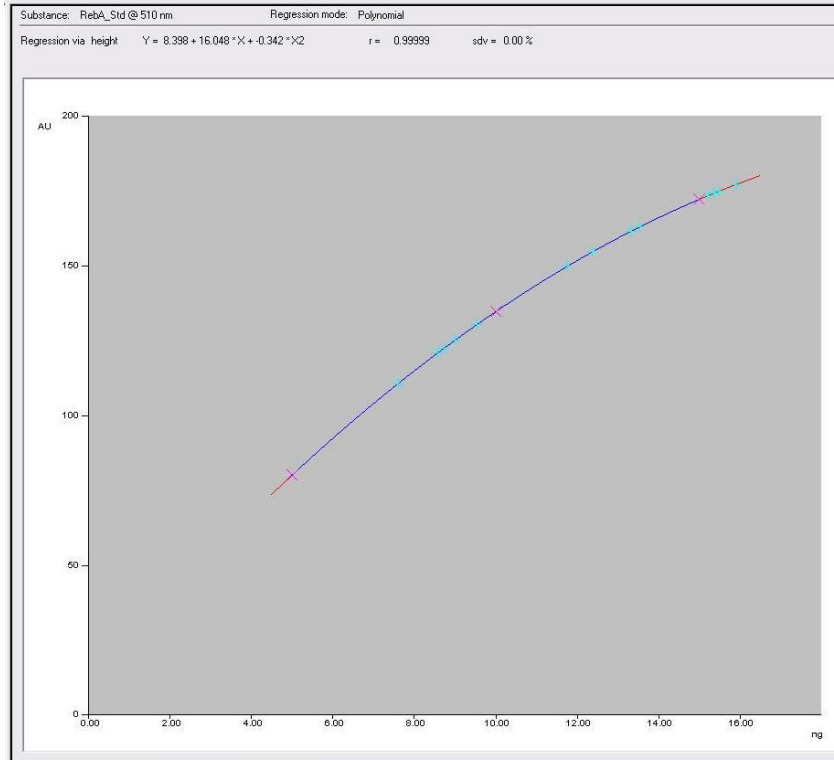
Şekil 4.29. 10 kg/da dozunun 3. tekerrüründeki İTK plaklarının ve steviosid ve rebaudiosid A piklerinin grafiksel görünümü

Steviosid kalibrasyon eğrisi 3 tane kırmızı noktadan 1. si 2 µl, 2. si 6 µl, 3. sü ise 10 µl değerlerini vermektedir. 6 µl ve 10 µl arasında yer alan mavi noktalar çıkan miktarları göstermektedir. Bu da demek oluyorki 6 µl'dan daha az bir değer saptanmamıştır. Değerler 6 µl ve 10 µl arasında yer almaktadır. Üst kısımda da eğrinin denklemi yer almaktadır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Steviosid kalibrasyon eğrisi

Rebaudiosid A kalibrasyon eğrisi. 3 tane kırmızı noktadan 1. si 2 µl, 2. si 6 µl, 3. sü ise 10 µl değerlerini vermektedir. Değerler 2 µl, 6 µl ve 10 µl arasında yer almaktadır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Rebaudiosid A kalibrasyon eğrisi

4.2.8. Steviosid oranı

Çalışmada 2011 ve 2012 yıllarında alınan örneklerde steviosid oranları belirlenmiş ve elde edilen değerlere varyans analizi yapılmıştır. Varyans analiz tablolarının yer aldığı Çizelge 4.56 ve Çizelge 4.57 incelendiğinde, hem birinci yıl hem de ikinci yıl azot dozlarının steviosid oranları üzerine herhangi bir istatistiki etkisinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.56. Birinci yıl ait steviosid oranları için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.5	0.54
Tekerrür	2	3.8	1.33
Hata	8	2.8	
Toplam	14		

Çizelge 4.57. İkinci yıla ait steviosid oranları için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.2	0.51
Tekerrür	2	0.1	0.05
Hata	8	2.4	
Toplam	14		

Steviosid oranları açısından iki yılın ortalaması değerlendirildiğinde; yıllar, dozlar ve tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. İki yılın ortalamasına ait steviosid oranları için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	11.4	2.78
Doz	4	2.2	0.54
Tekerrür	2	1.3	0.31
Yıl*Doz	4	0.5	0.13
Yıl*Tekerrür	2	2.6	0.63
Doz*Tekerrür	8	1.1	0.27
Hata	8	4.1	
Toplam	29		

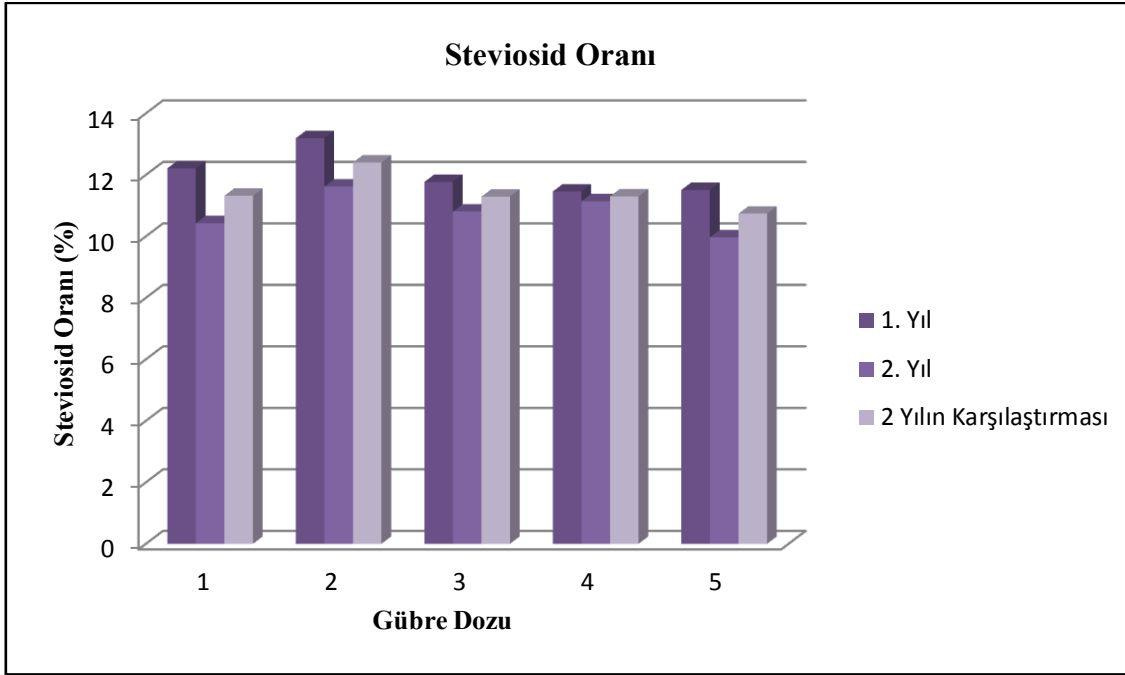
Steviosid oranları açısından farklı azot dozu uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde birinci yıl en fazla steviosid oranı % 13.190 ile 5 kg/da azot uygulamasında tespit edilirken, en düşük steviosid içeriği % 11.457 ile 15 kg/da azot uygulamasında belirlenmiştir. İkinci yılda da; en fazla steviosid oranı % 11.617 ile 5 kg/da azot uygulamasında belirlenmiş, en az steviosid oranı ise % 9.970 ile 20 kg/da azot dozunda görülmüştür. Steviosid oranlarının azot dozu açısından iki yıllık değerleri karşılaştırıldığında ise; en fazla steviosid oranları % 12.403 ile 5 kg/da azot dozu uygulamasında görülürken, en düşük steviosid oranı ise %10.740 ile 20 kg/da azot grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.59, Şekil 4.32). Hem birinci yılda hem ikinci yılda hem de iki yılın ortalamasında farklı azot dozları arasında steviosid içeriği bakımından herhangi bir istatistiki fark görülmemiştir. Aladakatti (2011) bildirdiğine göre steviosid oranı önemli derecede azot uygulamasıyla ilişkilidir ve yapmış olduğu çalışma

neticesinde en yüksek steviosid oranını (%10.66) 400 kg/ha azot uygulamasından elde ederken azot uygulanmayan parsellerde steviosidoranında düşüş görülmüştür. Brandle ve Rosa (1992) şeker otunda verim ya da yaprak sap oranının steviosid konsantrasyonu ile ilişkili olmadığını bildirmişlerdir. Kuru yaprak verimi yaprak alanı ve yaprak kalınlığıyla ilişkilidir. Steviosid ve rebaudiosid oranı yaprak inceliğiyle yüksek oranda ilişkilidir (Shyu vd 1994). Kumar vd (2012) yapmış oldukları bir çalışmada en yüksek steviol glikozit miktarını 41.51 kg/ha ile 50:60:50 kg/ha NPK uygulamasından elde edilmiştir. Novak vd(2010)'nin bildirdiğine göre ise N, P ve K gübrelemesi steviol glikozit içeriğini olumlu yönde etkilemektedir. Yapılan bir başka çalışmada şeker otunun kuru yaprak verimiyle glikozit verimi arasında pozitif ilişki vardır (Aladakatti 2011).

Çizelge 4.59. Steviosid içeriği açısından azot dozlarına göre birinci yılın, ikinci yılın ve iki yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

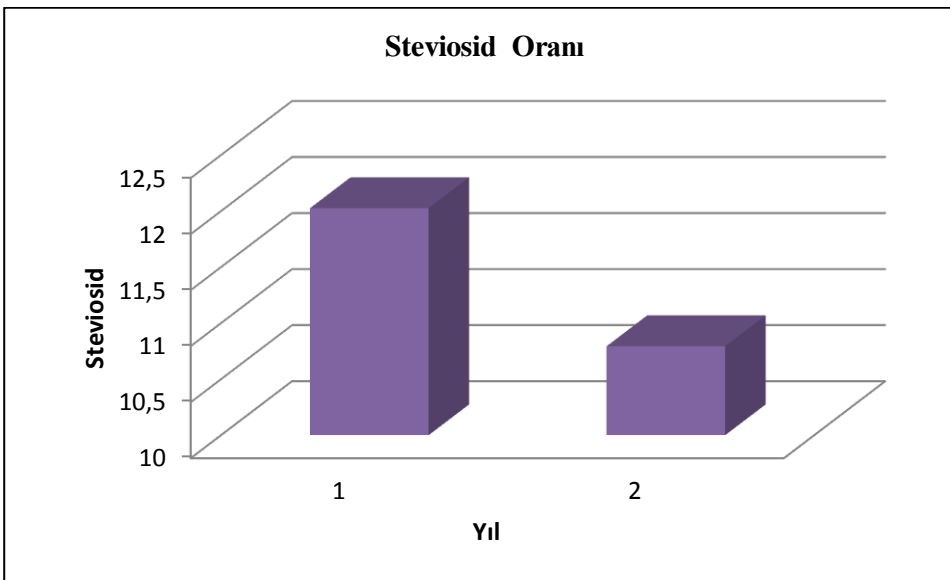
Doz	1. yıl		2. yıl		Yıllar ortalaması	
	Ortalama	Harf	Ortalama	Harf	Ortalama	Harf
0	12.207	A	10.433	A	11.320	A
5	13.190	A	11.617	A	12.403	A
10	11.767	A	10.807	A	11.287	A
15	11.457	A	11.140	A	11.298	A
20	11.510	A	9.970	A	10.740	A
S \bar{x}	12.026	A	10.793	A		
LSD	3.1634		2.9049		2.6961	

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir.



Şekil 4.32. Steviosid oranı açısından azot dozlarına göre birinci yılın, ikinci yılın ve iki yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Steviosid oranı yıllar bazında değerlendirildiğinde en yüksek steviosid içeriği % 12.026 ile birinci yılda elde edilirken, en düşük steviosid içeriği ise % 10.793 ile ikinci yılda elde edilmiştir. Yıllar arasında steviosid içeriği bakımından herhangi bir istatistiki fark görülmemiştir. (Çizelge 4.59, Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Yıllara göre steviosid oranı

4.2.9. RebaudiosidA oranı

2011 ve 2012 yıllarında alınan şeker otu örneklerinde yapılan rebaudiosid A analizi sonucu belirlenen oranlara varyans analizi uygulanmış ve varyans analiz tabloları birinci yıl için Çizelge 4.60'ta, ikinci yıl için Çizelge 4.61'de verilmiştir. Tablolar incelendiğinde hem birinci yıl hem de ikinci yıl farklı azot dozlarının rebaudiosid A oranı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.60. Birinci yıla ait rebaudiosid A oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	1.8	2.05
Tekerrür	2	1.2	1.31
Hata	8	0.9	
Toplam	14		

Çizelge 4.61. İkinci yıla ait rebaudiosidA oranı için varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Doz	4	0.6	0.95
Tekerrür	2	0.7	1.06
Hata	8	0.6	
Toplam	14		

Rebaudiosid A oranı açısından iki yılın ortalaması değerlendirildiğinde; yıllar arasında fark görülürken, dozlar ve tekerrürler arasında fark görülmemiştir (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.62. İki yılın ortalaması rebaudiosidA miktarı varyans analiz tablosu

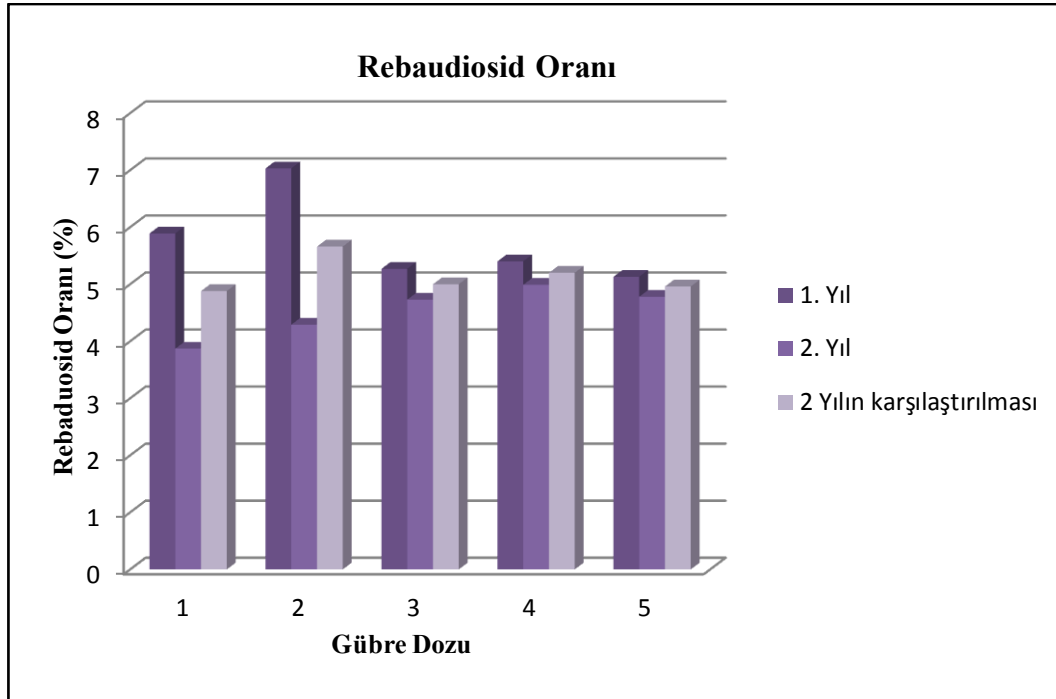
Varyasyon kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri
Yıl	1	11.02	17.08**
Doz	4	0.59	0.91
Tekerrür	2	1.78	2.76
Yıl*Doz	4	1.81	2.81
Yıl*Tekerrür	2	0.05	0.07
Doz*Tekerrür	8	0.87	1.34
Hata	8	0.65	
Toplam	29		

(* 0.05'e göre, ** 0.01'e göre istatistiki olarak önemli)

RebaudiosidA oranı açısından farklı azot dozlarının duncan gruplandırması değerlendirildiğinde ilk yıl en yüksek rebaudiosidA oranı % 7.0300 ile 5 kg/da azot uygulamasında tespit edilirken, en düşük rebaudiosidA oranı % 5.1333 ile 20 kg/da azot uygulamasında belirlenmiştir. İkinci yılda ise; en yüksek rebaudiosid A oranı % 4.9933 ile 15 kg/da azot uygulamasında belirlenmiş, en az rebaudiosid A oranı ise % 3.8733 ile azot uygulanmayan kontrol grubunda görülmüştür. İki yılın ortalaması değerlendirildiğinde ise; en yüksek rebaudiosidA oranı % 5.6583 ile 5 kg/da azot dozu uygulamasında görülürken, en düşük rebaudiosidA miktarı ise % 4.8817 ile azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.63, Şekil 4.34). Azot uygulaması şeker otu bitkisinde rebaudiosid A oranını etkilemektedir. Aladakatti (2011) yapmış olduğu çalışmada en yüksek rebaudiosid A oranını %5.28 ile 400 kg/ha azot uygulamasıyla elde ederken en düşük rebaudiosidA oranı ise %4.8 ile 200 kg/ha azot uygulamasından elde etmiştir. Utumi vd(1999) şeker otunda N, K, Ca, Mg ve S makro besin elementlerinin herhangi birinin eksikliğinde steviol glikozit içeriğinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Zahida ve Saini (2009)'nin yapmış oldukları çalışmada maksimum toplam glikozit verimi, üre formundaki 60 kg/ha N uygulamasıyla sağlanmıştır. Novak vd (2010)'nın bildirdiğine göre 14:13:20 kg/da N, P ve K uygulamasının steviol glikozit içeriğini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Liu vd (2011) kimyasal ve organik gübrenin şeker otunda glikozit içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir. Kumar vd (2012) 50:60:50 kg/ha NPK uygulaması sonucunda 41.51 kg/ha steviol glikozit elde etmişlerdir. Yang vd (2013) organik gübrelemeyle şeker otubitkisinin yapraklarında daha fazla rebaudiosid A ve steviosid elde etmişlerdir.

Çizelge 4.63. RebaudiosidA içeriği açısından azot dozlarına göre birinci, ikinci yılın ve iki yılın ortalamasının Duncan gruplandırması

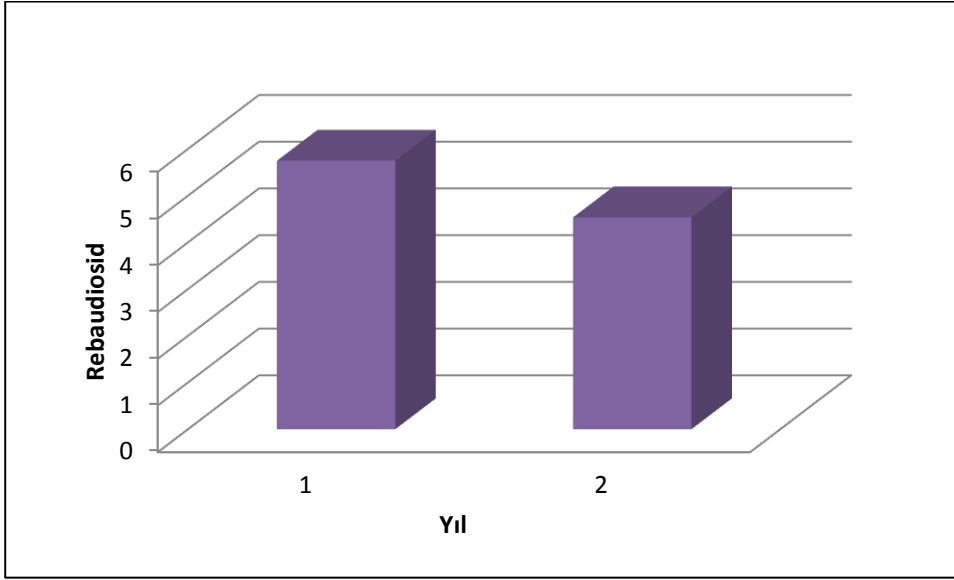
	1. yıl		2. yıl		Yıllar ortalaması	
Doz						
0	5.8900	A	3.8733	A	4.8817	A
5	7.0300	A	4.2867	A	5.6583	A
10	5.2700	A	4.7333	A	5.0017	A
15	5.4033	A	4.9933	A	5.1983	A
20	5.1333	A	4.7800	A	4.9567	A
S \bar{x}	5.7453	A	4.5333	B		
LSD	1.7607		1.5008		1.0692	



Şekil 4.34. RebaudiosidA oranı açısından azot dozlarına göre birinci yılın, ikinci yılın ve iki yılın ortalaması (Gübre Dozları; 1 = 0 N, 2 = 5 kg/da N, 3 = 10 kg/da N, 4 = 15 kg/da N, 5 = 20 kg/da N)

Rebaudiosid A oranları yıllar bazında değerlendirildiğinde çalışmanın birinci yılında (% 5.7453) ikinci yıla (% 4.5333) göre daha yüksek bir oran belirlenmiş ve her iki yıl elde edilen değerler arasındaki farkın istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.63, Şekil 4.35). Aladakatti (2011) yapmış olduğu çalışmada

beşinci biçimde % 5.09 rebaudiosidA oranı ile en yüksek rebaudiosidA değerini elde ederken buna yakın değerle birinci biçimde % 4.98 rebaudiosidA oranı belirlemiştir. Bu tez çalışmasında elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde ise steviol glikozit içeriği bakımından birinci yıl ikinci yıla oranla daha verimlidir. İklim verilerine bakılacak olursa birinci yıl ikinci yıla oranla daha fazla güneşlenme olmuştur. Büyüme periyodu sırasında daha az sıcaklık ve daha kısa fotoperiyota maruz kalan bitkilerde steviosid ve rebaudiosidA içeriği seviyesi daha düşük olmaktadır (Aladakatti 2011).



Şekil 4.35. Yıllara göre rebaudiosidA oranı

5. SONUÇ

Günümüzde diyabet dünyanın en yaygın hastalıklarından birisidir ve diyabet hastalarının kullanabileceği tatlandırıcılar konusundaki çalışmalara büyük önem verilmektedir. Bu konuda üzerinde en fazla durulan bitkilerden birisi de şeker otu bitkisidir. Çünkü yapılan çalışmalar şeker otundan elde edilen tatlandırıcıların diyabet hastaları tarafından rahatlıkla kullanılabilmesini göstermiştir. Şeker otu bu derece önemli bir bitki olmasına rağmen maalesef ülkemizde yetiştiriciliği henüz yaygınlaşmamış ve yeterince bilimsel çalışma yapılmamış bir bitkidir. Bu tez çalışması ile farklı azot dozlarının şeker otu bitkisinde verim ve kalite özellikle üzerine etkisi araştırılmış ve yararlı sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ilk çiçeklenme gün sayısı açısından en erken çiçeklenme 0 azot dozunda (162. günde) görülürken en geç çiçeklenme ise (163. günde) 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. En uzun bitki boyu (121 cm) 10 ve 15 kg/da azot dozlarında belirlenmiştir. En fazla ana dal sayısı (19 adet) 10 kg/da azot dozunda tespit edilmiştir. Yeşil herba verimi açısından değerlendirildiğinde ise; en fazla yeşil herba verimi (2675.3kg/da) 15 kg/da azot dozunda görülmüştür. En fazla yeşil yaprak verimi (1326.58 kg/da) 10 kg/da azot dozunda belirlenmiştir. En fazla drog herba verimi (750 kg/da) 15 kg/da azot dozunda tespit edilmiştir. Drog yaprak verimi ise; maksimum (381.75 kg/da) 10 kg/da azot dozunda görülmüştür. Yaprak/sap oranı; en fazla (1.09167) kontrol grubunda tespit edilmiştir. En fazla drog yaprak/sap oranı (1.09) ise 5 kg/da azot dozunda belirlenmiştir. En yüksek steviosid oranı (%12.403) 5 kg/da azot dozu uygulamasında görülürken, en düşük steviosid oranı ise; (%10.740) 20 kg/da azot grubunda tespit edilmiştir. Steviosid oranı yıllar bazında değerlendirildiğinde ise en yüksek steviosid oranı (%12.026) birinci yılda elde edilirken, en düşük steviosid içeriği ise; (%10.7933) ikinci yılda elde edilmiştir. En yüksek rebaudiosid A oranı (%5.6583) 5 kg/da azot dozu uygulamasında görülürken, en düşük rebaudiosid A oranı ise; (%4.8817) azot uygulanmayan kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile şeker otu bitkisine uygulanan farklı dozlarda azotun verim ve kalite üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde özellikle 10-15 kg/da azot dozunun iyi bir yetiştiricilik için yeterli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca değişik yıllardaki verimler karşılaştırıldığında şeker otunun tesis yılından itibaren çok yıllık olarak yetiştirilebileceği saptanmıştır. Böylece, yeni ve katma değeri çok yüksek olan bir bitkinin Türk tarımına ve ekonomisine kazandırılması konusunda önemli bir eksik giderilmiştir.

6. KAYNAKLAR

- ALADAKATTI, Y.R. 2011. Response of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) to irrigation schedule, planting geometry and nutrient levels. Department of Agronomy College of Agriculture. Ph.D. Thesis, Dharwad University of Agricultural Sciences.
- 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 nitrogen, phosphorus and potassium levels on growth and yield of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25 (1): 25-29.
- ALLAM, A.I. NASSAR, A. and BESHETI, S.Y. 2001. Nitrogen fertilizer requirements of *Stevia rebaudiana* under Egyptian conditions. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 79(3): 1005-1018.
- ANDOLFI, L. CECCARINI, L. and MACCHIA, M. 2002. Bioagronomic characteristics of *Stevia rebaudiana*. *Informatore Agrario*, 58 (23): 48-51.
- ANDOLFI, L. MACCHIA, M. and CECCARINI L. 2006. Agronomic-productive Characteristics of Two Genotype of *Stevia Rebaudiana* in Central Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 1: 257-263.
- ANGKAPRADIPTA, P. and TUTI-WARSITO KATIMAN, M. 1986a. Manuring of *Stevia rebaudiana* Bert. M. on andosol. *Menara perkebunan, Horticulture Abstracts*, 57: 8959.
- ANGKAPRADIPTA, P. and TUTI-WATSITE, FATURACHIM, P. 1986b. The N, P and K fertilizer requirements of *Stevia rebaudiana* Bert. on latasolic soil. *Menara perkebaunan, Horticulture Abstracts*, 56: 9217.
- ANONİM. 2011a. How to grow stevia? <http://forums.gardenweb.com/forums/load/herbs/msg0511133820507.html> ve <http://stevia.com.tr/>, Erişim tarihi 2014.
- ANONİM. 2011b. <http://steviacultivation.blogspot.com/>, Erişim tarihi 2014.
- ANONİM. 2013. STEVIA (0% Calorie, 100% Sweet, 100% Nature). <http://www.everstevia.com/stevia.pdf>, Erişim tarihi 2014.
- ANONİM. 2015. <http://www.foodmanufacture.co.uk/Ingredients/Stevia-wins-final-EU-approval>, Erişim tarihi 2015.
- ARGUETA, V.A. AND CANO, A.L. 1993. El Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. La investigación científica de la herbolaria medicinal mexicana, Secretaria de Salud. pp. 103–113, México, DF.
- ARSLAN, N. GÜRBÜZ, B. ve İPEK, A. 2001. The cultivation and breeding studies on some medicinal and aromatic plant in Ankara conditions. Workshop on Agricultural an Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants, Adana.

- ARSLAN, N. YILMAZ, G. AKINERDEM, F. ÖZGÜVEN, M. KIRICI, S. ARIOĞLU, H. GÜMÜŞÇÜ, A. ve TELCİ, İ. 2000. Türkiye Ziraat Müh. 5. Teknik Kongresi, 1. Cilt, pp. 453-483, Milli Kütüphane- Ankara.
- BAYTOP, T. 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 480 s.
- BERTONI, M.S. 1905. La Kaa Hee- Sa nature et ses proprietes. *Anales Cientificos Paraguayos*, 5: 1-14.
- BHARATHI, N. 2003. Sweeter alternative. *Times Agricultural Journals*, 14.
- BONDAREV, N.I. SUKHANOVA, M.A. RESHETNYAK, O.V. and NOSOV, A.M. 2003. Steviol glycoside content in different organs of *Stevia rebaudiana* and its dynamics during ontogeny. *Biologia Plantarum*, 47 (2): 261-264.
- BRANDLE, J.E. ROSA, N. 1992. Heritability for yield, leaf: stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*. *Canadian Journal of Plant Science*. 72: 1263-1266.
- BRANDLE, J.E. STARRATT, A.N. and GIJZEN, M. 1998. *Stevia rebaudiana*: Its agricultural, biological, and chemical properties. *Canadian Journal of Plant Science*, 78: 527-536.
- BUANA, L. and GOENADI, D.H. 1985a. A study on the correlation between growth and yield of stevia. *Menara Perkebunan*, 53: 68-71.
- BUANA, and GOENADI, D.H., 1985b. A study of growth patterns of *stevia* cutting. *Menara perkebunan*, 53: 124-133.
- CARNEIRO, J.W.P. MUNIZ, A.S. and GUEDES, T.A. 1997. Greenhouse bedding plant production of *Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni. *Canadian Journal of Plant Science*, 77: 473-474.
- CERDA-GARCIA-ROJAS, C.M. PEREDA-MIRANDA, R. 2002. The phytochemistry of *Stevia*: a general survey. In: Kinghorn, D. (Ed.), *The Genus Stevia*, Taylor & Francis, pp. 86-118, New York.
- CEYLAN, A. 1994. Tarla Tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 491, 107 s.
- CHALAPATHI, M.V. KUMAR, N.D. RAO, G.G.E. and JAYARAMAIAH, R. 1999. Comparative performance of plant and ratoon crops of stevia. *Indian Agriculture*, 43: 211-212.
- CHALAPATHI, M.V. SHIVARAJ, B. and PARAMA, V.R.R. 1997. Nutrient uptake and yield of *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni) as influenced by methods of planting and fertilizer levels. *Crop Research*, 14(2): 205-208.
- CHALAPATHI, M.V. THIMMEGOWDA, S. and SRIDHARA, S. 1998. Correlation studies in stevia. *Indian Agriculturalist*, 42: 137-138.

- CHALAPATHI, M.V. THIMMEGOWDA, S. RAO, G.E. DEVAKUMARAN, N. and CHANDRAPRAKASH, J. 1999. Influence of fertilizer levels on growth yield, nutrient uptake of ratoon crop of stevia (*Stevia rebaudiana*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 21 (4): 947-949.
- CHATURVEDULA, V.S.P. UPRETI, M. and PRAKASH, I. 2011. Diterpene Glycosides from *Stevia rebaudiana*. *Molecules*, 16: 3552-3562.
- CHOI, Y.H. KIRN, I. YOON, K.D. LEE, S.J. KIRN, C.Y. YOO, K.-P. CHOI, Y.-H. and KIRN, J. 2002. Supercritical Fluid Extraction and Liquid Chromatographic-Electrospray Mass Spectrometric Analysis of Stevioside from *Stevia rebaudiana* Leaves. *Chromatographia*, 55: 617- 620.
- CHRISTENSEN, L.P. and PEACOCK, W.L. 2000. Mineral Nutrition and Fertilization. in: Raisin Production Manual. University of California, Agricultural and Natural Resources Publication: 3393, pp. 102-114, Oakland, CA.
- DARISE, M. KOHDA, H. MIZUTANI, K. KASAI, R. and TANAKA, O. 1983. Chemical Constituents of Flowers of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Agricultural and Biological Chemistry*, 41(1):133-135.
- DAS, K. DANG, R. and SHIVANANDA, T.N. 2006. Effect of N, P and K fertilizers on their availability in soil in relation to the Stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bert.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 52 (6):679-685.
- DAS, K. DANG, R. 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.
- DAS, K. DANG, R. SHIVANANDA, T.N. 2009. Effect of biofertilizers on the nutrient availability in soil in relation to growth, yield and yield attributes of *Stevia rebaudiana*. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 55 (4): 359-366.
- DAS, K. RAMAN, D. SHIVANANDA, T.N. and NAZIM, S. 2007a. Influence of bio-fertilizers on the biomass yield and nutrient content in *Stevia rebaudiana* Bert. grown in Indian subtropics. *Journal of Medicinal Plants Research*, 1(1): 5-8.
- DAS, K. DANG, R. SHIVANANDA, T.N. and NAZIM, S. 2007b. Comparative Efficiency of Bio- and Chemical Fertilizers on Nutrient Contents and Biomass Yield in Medicinal Plant *Stevia rebaudiana* Bert. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (3): 35-39.
- DESHPANDE, R. S. BHASKAR, S. HEGDE, N. NEELAKANTA N.T. 2008. Cultivation of medicinal crops and aromatic crops as a means of diversification in agriculture (consolidated report). Agricultural Development and Rural Transformation Centre Institute for Social and Economic Change, Chapter VI, 174.

- FATURACHIM, P. ANGKAPRADIPTA, P. TUTI-WARSITO. 1986. N, P, K fertilizer requirement level of *Stevia rebaudiana* Bertoni M. on latosolic soil. *Menara Perkebunan*, 54: 1-6.
- FRONZA, D. and FOLEGATTI, M.V. 2003. Water consumption of the *Stevia (Stevia rebaudiana* [Bert.] Bertoni) crop estimated through micro-lysimeter. *Scientia Agricola*, 60: 595-599.
- GAD, N. and KANDIL,H. 2013. Effect of Cobalt Supplement on *Stevia Rebaudiana* Bert. Growth and Yield. *World Applied Sciences Journal*, 25 (8): 1231-1238.
- GOETTEMOELLER, J. CHING, A. 1999. Seed Germination in *Stevia rebaudiana*. Reprinted from: Perspectives on new crops and new uses. J. Janick (ed.), ASHS Press, pp. 510-511, Alexandria, VA.
- HERRANZ-LOPEZ, M., BARRAJON-CATALAN, E., BELTRAN-DEBON, R., JOVEN, J. AND MÍCOL, V. 2010. Stevia is a source for alternative sweeteners: potential medicinal effects. *Agro Food Industry Hi Tech*, 21(3): 38-42.
- İNANÇ, A.L. ve ÇINAR, İ. 2009. Alternatif Doğal Tatlandırıcı: Stevya. *Gıda*, 34 (6): 411-415.
- KACAR , B., KATKAT, V ve OZTURK, Ş. 2002. Bitki Fizyolojisi, Vipaş Yayınları: 74, U. Ü. Güçlendirme Vakfı Yayını No: 198, Bursa, 558 s.
- KACAR, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II. (Bitki Analizleri), *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, Ankara No: 453, 644-645.
- KACAR, B. 2006. Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, Yayın No: 1447. Ders Kitabı: 427.
- KATAR, D. GÜRBÜZ, B. ve İPEK, A. 2008. Oğulotu (*melissa officinalis* L.)’nda farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının drog verimi ve uçucu yağ oranı üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25 (1): 40-47.
- KATAYAMA, O.SUMIDA, T.HAYASHI, H. and MITSUHASHI, H.1976. The practical application of Stevia and research and development data (English translation). 747, I.S.U. Company, Japan.
- KAWATANI, T. KANEKI, Y. TANABE, T. and TAKAHASHI, T. 1980. On cultivation of Kaa-He-E (*Stevia rebaudiana* Bert). VI. Response of stevia to potassium fertilization rates and to the three major elements of fertilizer. *Nettai Nogyo*, 24: 105-112.
- KAWATANI, T., KANEKI, Y. and TANABE, T., 1977, On the cultivation of Kaa-hee *Steviarebaudiana* (Bert). *Japanese Journal of Tropical Agriculture* 20 : 137-142.
- KENNELLY, E.J. 2001. Sweet and non-sweet constituents of *Stevia rebaudiana*. *Stevia: The Genus Stevia*, pp. 68-85, Ed. Douglas Kinghorn.

- KIM, J. CHOI, Y.H. and CHOI, Y.-H. 2002. Use of stevioside and cultivation of *Stevia rebaudiana* in Korea. *Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, 19: 196-202.
- KOLB, N. HERRERA, J.L. FERREYRA, D.J. and ULIANA, R.F. 2001. Analysis of sweet diterpene glycosides from *Stevia rebaudiana*: Improved HPLC method. *Journal of Agricultural food Chemistry*, 49: 4538-4541.
- KOMISSARENKO, N.F. DERKACH, A.I. KOVALYOV. I.P. and BUBLIK, N.P. 1994. Diterpene glycosides and phenylpropanoids of *stevia rebaudiana* bertoni, *Rast Res*, 1 (2): 53-64.
- KOVYLYAEVA, G.I. BAKALEINIK, G.A. STROBYKINA, I.Y. GUBSKAYA, V.I.SHARIPOVA, R.R.ALFONSOV, V.A. KATAEV, V.E. and TOLSTIKOV, A.G. 2007. Glycosides from *Stevia rebaudiana*. *Chemistry of Natural Compounds*, 43: 81-85.
- KOYAMA, E. KITAZAWA, K. OHORI, Y. IZAWA, O. KAKEGAWA, K. FUJINO, A. UI M. 2003. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. *Food and Chemical Toxicology*, 41: 359–374.
- KUMAR, R. SHARMA, S. RAMESH, K. and SINGH, B. 2013. Effects of shade regimes and planting geometry on growth, yield and quality of the natural sweetener plant stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in Northwestern Himalaya. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59: 963–979.
- KUMAR, R. SHARMA, S. RAMESH, K. PRASAD, R. PATHANIA, V.L. SINGH, B. and SINGH, R.D. 2012. Effect of agro-techniques on the performance of natural sweetener plant–stevia (*Stevia rebaudiana*) under western Himalayan conditions. *Indian Journal of Agronomy*, 57 (1): 74-81.
- KUMUDA, C.N. 2006. Influence of Plant Growth Regulators and Nitrogen on Regulation of Flowering In Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). Master of Science (Agriculture) In Crop Physiology. Department of Crop Physiology College of Agriculture, Dharwad University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- 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*, 2: 135-143.
- LAVRES, J. DOS SANTOS, J.D.G. and MONTEIRO, F.A. 2010. Nitrate reductase activity and spad readings in Leaf tissues of guinea grass submitted to Nitrogen and potassium rates. *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo*, 34 (3):801-809.
- LEE, J.I. KANG, K.H. PARK, H.W. HAM, Y.S. and PARK, C.H. 1980. Studies on the new sweetening source plant, *Stevia rebaudiana* in Korea II. Effects of fertilizer rates and planting densities on dry leaf yields and various agronomic characteristics of *Stevia rebaudiana*. *Research Reports of the Office of Rural Development, Suwan*, 22: 138-144.

- LEWIS, W.H. 1992. Early uses of *Stevia rebaudiana* leaves as sweetener in Paraguay. *Economic Botany*, 46: 336-337.
- LIMA, F.O.F. MALAVILTA, E. DE SENA, J.O.A. and CARNEIRO, J.W.P. 1997. Uptake and accumulation of nutrients in stevia (*Stevia rebaudiana*). II. Micronutrients. *Scientia Agricola*, 54: 23–30.
- LIU, X. REN, G. and YAN SHI, G.R. 2011. The effect of organic manure and chemical fertilizer on growth and development of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Energy Procedia*, 5: 1200–1204.
- MA, L. and SHI, Y. 2011. Effects of potassium fertilizer on physiological and biochemical index of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Energy Procedia*, 5: 581–586.
- MADAN, S. AHMAD, S. SINGH, G.N. KOHLI, K. KUMAR, Y. SINGH, R. and GARG, M. 2010. *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Indian Journal of Natural Products and Resouces*, 1: 267-286.
- MAHESHWAR, H.M. 2005. Effect of Different Levels of Nitrogen and Gates of Planting on growth and Yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). Master thesis, Department of Horticulture College of Agriculture, Dharwad Univerity of Agricultural Sciences.
- MAHMOUD, E.K. 2009. Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizers on Cucumber Yield and Some Soil Properties. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5 (4): 408-414.
- MARKOVIC, I.S. DARTMATI, Z.A. and ABRAMOVIC, B.F. 2008. Chemical Composition of Leaf Extracts of *Stevia rebaudiana* Bertoni Grown Experimentally in Vojvodina. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 73 (3): 283-297.
- MATEJKA, V. 1992. Climatic requirements and possibilities of growing the herb *Stevia rebaudiana* (Bert.) in the Czech republic, *Agricultura tropica et Subtropica*, 25: 21-32.
- MEGEJI, N.W. KUMAR, J.K. SINGH, V. KAUL, V.K. and AHUJA, P.S. 2005. Introducing *Stevia rebaudiana*, a natural zero-calorie sweetener. *Current Science*, 88 (5): 801-804.
- MIDMORE, D.J. and RANK, A.H. 2002. A new rural industry - Stevia - to replace imported chemical sweeteners: A report for the Rural Industries Research and Development Corporation, Australia. u: RIRDC Project No UCQ-16A, <http://owndoc.com/pdf/Stevia%20new%20rural%20industry.pdf> (Erişim tarihi: 13.12.2011)
- MISHRA, P.K. SINGH, R. KUMAR, U. and PRAKASH, V. 2010. *Stevia Rebaudiana* – A Magical Sweetener. *Global Journal of Biotechnology&Biochemistry*, 5 (1): 62-74.

- MIZUTANI, K. and TANAKA, O. 2002. Use of *Stevia rebaudiana* sweeteners in Japan. In: Kinghorn, A.D., (Ed.), *Stevia, the genus Stevia. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*, vol. 19. Taylor and Francis, pp. 178-195, London and NY.
- MURAYAMA, S. KAYANO, R. MIYAZATO, K. and NOSE, A. 1980. Studies on the cultivation of stevia, effects of fertilizer rates, planting density and seedling clones on growth and yield. *Science Bulletin of the College of Agriculture, University of the Ryukyus, Okinawa*, 27: 1-8.
- NOVAK, B. BENKO, B. SPICNAGEL, A.M. FABEK, S. and MESIC, M. 2010. Yield, Nitrate and Steviol Content of *Stevia Rebaudiana* Bertoni Leaves as Affected by Fertilization Rate. *ISHS Acta Horticulturae* 939,p. 350,Proceedings of International Symposium on Emerging Health Topics in Fruits and Vegetables.
- ODDONE, B. 1997. How to grow stevia. Technical manual. Guarani Botanicals, Pawtucket, CT.
- OGNEAN, C.F. DARIE, N. and OGDNEAN, M. 2003. The New Low Calorie Sweetener. *Acta Universitatis Cibiniensis*, 7 (1): 3-10.
- OKAWA, M. KINJO, J. NOHARA, T. and MASATERU, O. 2001. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of Xavonoids obtained from some medicinal plants. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 24: 1202-1205.
- PAL, P.K. PRASAD, R. and PATHANIA, V. 2013. Effect of decapitation and nutrient applications on shoot branching, yield, and accumulation of secondary metabolites in leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Journal of Plant Physiology*, 170: 1526–1535.
- 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.
- POLAT, H. GÜNGÖR, İ. and KOCA, C. 2013. Türkiye’de Kullanılan Azotlu Gübrelerin Standart ve Yönetmeliklerle Uyumluluğu Üzerine Bir Araştırma. *Toprak Su Dergisi*, 2: 102-111.
- PURI, M. SHARMA, D. and TIWARI, A.K. 2011. Downstream processing of stevioside and its potential applications. *Biotechnology Advances. Biotechnology Advances*, 29: 781–791.
- PUTIEVA, Z.M. and SAATOV, Z. 1997. Flavonoids of Leaves of *Stevia rebaudiana*. *Chemistry of Natural Compounds*, 33 (4): 494-495.
- RADANOVIĆ, D. ANTIĆ –MLADENOVIĆ, S. and NASTOVSKI, T. 2006. Influence of Soil Characteristics and Nutrient Supply on Medicinal and Aromatic Plants. Proceedings from the Third Conference on Medicinal and Aromatic Plants of

- Southeast European Countries (Proceedings from the 3rd CMAPSEEC), pp. 20-28, Belgrade, Serbia.
- RAMESH, K. SINGH, V. and AHUJA, P.S. 2007. Production potential of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. under intercropping systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 53 (4): 443–458.
- RAMESH, K. SINGH, V. MEGEJI, N.W. 2006. Cultivation of Stevia (*Stevia rebaudiana*). *Advances in Agronomy*, 89: 137–177.
- RASHID, Z. RASHID, M. INAMULLAH, S. RASOOL, S. and BAHAR, AH. F. 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.
- SCHLEMMER, M.R. FRANCIS, D.D. SHANAHAN, J.F. and SCHEPERS, J.S. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal*, 97: 106–112.
- SERFATY, 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. *Industrial Crops and Products*, 50: 731–736.
- SHADCHINA, T.M. and DMITRIEVA, V.V. 1995. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 1427-1437.
- SHEELAVANTAR, M.N. 1973. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties to nitrogen levels under rainfed condition. Master Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore.
- SHEU, B.W. TAMAI, F. and MOTODA, Y. 1987. Effects of boron on the growth, yield and contents of stevioside and rebaudioside A of *Stevia rebaudiana*. *Journal of Agricultural Science (Japan)*, 31: 265-272.
- SHIVARAJ, B. CHALAPATHI, M.V. and PARMA, V.R.R. 1997. Nutrient uptake and yield of stevia (*Stevia rebaudiana*) as influenced by methods of planting and fertilizer levels. *Crop Research, Hisar*, 14(2) : 205-208.
- SHOCK, C.C. 1982a. Experimental cultivation of Rebaudi's stevia in California. University of California, Davis, Agron. Progr. Rep., p. 122.
- SHOCK, C.C. 1982b. Rebaudi's Stevia: Natural non-caloric sweeteners. *California Agriculture*, 36: 4-5.
- SHYU, Y.T. LU, H.Y. WU, W.K. and SU, C.G. 1994. Effects of harvesting dates on the characteristics, yield, and sweet components of stevia lines. *Journal of Agricultural Research China*, 43: 29-39.
- SINGH, S.D. and RAO, G.P. 2005. Stevia: The Herbal Sugar of 21 st Century. *Sugar Technology*, 7 (1): 17-24.

- SLAMET, I.H. and TAHARDI, S. 1988. The effect of shading and nitrogen fertilization on the flowering of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Menara Perkebunan*, 56(2): 34-37.
- SON, R. F., MALAVOLTA, E., DE SENA J. O. A. and SHEEP J. W. P. 1997. Uptake and accumulation of nutrients in stevia (*Stevia rebaudiana*). *Macronutrients Scientia Agricola*, 54: 1.
- SUANARUNSAWAT, T. KLONGPANICHAPAK, S. RUNGSEESANTIVANON, S. and CHAIYABUTR, N. 2004. Glycemic effect of stevioside and *Stevia rebaudiana* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Eastern Journal of Medicine*, 9: 51-56.
- TATEO, F. SANCHEZ, E. BONONI, M.L. and LUBIAN, E. 1999. Stevioside content of *Stevia rebaudiana*(Bert.) Bertoni grown in East Paraguay. *Italian Journal of Food Science*, 11: 265-269.
- TIANHONG, C. YANG, Z. XIAOHANG, L. ZUOQING, S. JUNTAN, S. and BINGLIN, H. 1999. Enrichment and separation of rebaudioside A from stevia glycosides by a novel adsorbent with pyridyl group. *Science in China (Series B)*, 42: 277- 282.
- TULASI, M. 2014. STEVIA (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl.) Family- Asteraceae. Hand Book On Medicinal & Aromatic Plants. pp. 79-83. <http://www.assamagribusiness.nic.in/NEDFi/map18.pdf>. 2014.
- UTUMI, M.M. MONNERAT, P.H. PEREIRA, P.R.G. FONTES, P.C.R. GODINHO, V. and DE, P.C. 1999. Macronutrient deficiencies in stevia : visual symptoms and effects on growth, chemical composition and stevioside production. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 34 (6): 1039-1043.
- VIANA, A.M. and METIVIER, J. 1980. Changes in the Levels of Total Soluble Proteins and Sugars During Leaf Ontogeny in *Stevia rebaudiana* Bert.. *Annals of Botany*, 45 (4): 469-474.
- WALLIN, H. 2004. Steviol Glycosides. Chemical and Technical Assessment, pp. 1-5, FAO, 63rd JECFA,
- XU, X. and WANG, H. 2003. Effect of fertilizer on the quality of agricultural products. pp. 66-68, *Phosphate Composting Fertilizer*.
- YADAV, A.K. SINGH, S. DHYANI, D. and AHUJA, P.S. 2011. A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. *Canadian Journal of Plant Science*, 91 (1): 1-27.
- YANG, J. LIU, X. and SHI, Y. 2013. Effect of Different Mixed Fertilizer on Yield, Quality and Economic Benefits in *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5 (5): 588-591.

- ZAHIDA, R. and SAINI S.S. 2009. Influence of farm yard manure and urea on growth, foliar yield and glycoside content of sweet herb (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Applied Biological Research*, 11: 17-20.
- ZAIDAN, L.B.P. DIETRICH, S.M.C. and FELIPPE, G.M. 1980. Effect of Photoperion on Flowering and Stevioside Contenet in Plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Japan Journal of Crop Science*, 49 (4): 569-574.
- ZHAO, Y.G. 1985. The effect of micro-elements on *Stevia reboudiana*. *Zhejiang Agricultural Science*, 1: 44-45.

ÖZGEÇMİŞ



Esra UÇAR SÖZMEN 1980 yılında Kırıkkale’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Uşak’ta tamamladı. 1998 yılında girdiği Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesinden 2003 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 2004-2007 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2005’te Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2008’de Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Doktora öğrenimine başladı.