ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AZOT VE KÜKÜRDÜN ADAÇAYI *(Salvia officinalis)* BİTKİSİNİN HERBA VERİMİ VE BAZI KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

PINAR OKTAY KOÇ

TOPRAK ANABİLİM DALI

ANKARA
2006

Her hakkı saklıdır

İÇİNDEKİLER

ÖZET ……i
ABSTRACT ……ii
TEŞEKKÜR ……...iii
ŞEKİLLER DİZİNİ ……iv
ÇİZELGELER DİZİNİ ……...…v
1. GİRİŞ ……1
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI ……...…5
2.1 Bitkiler Tarafından Absorbe Edilen Azot Formları ……...5
2.2 Bitki Gelişimi ve Bitki Bileşimine Azotun Etkisi ……5
2.3 Kükürt Alımı ……..…6
2.3.1 Kükürdün asimilasyonu ……..…8
2.4 Kükürdün Metabolik İşlevleri ……....8
2.5. Kaynak Araştırması ……9
3. MATERYAL VE YÖNTEM ……18
3.1 Toprak Örneğinin Alınması ve Denemeye Hazırlanması…….……18
3.2 Toprak Örneğinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler…18
3.2.1 Toprak tekstürü ……18
3.2.2 Tarla kapasitesi ……18
3.2.3 Toprak reaksiyonu (pH) ……...18
3.2.4 Kalsiyum karbonat(CaCO3) ……19
3.2.5 Elektriksel iletkenlik (EC) ……...19
3.2.6 Organik madde ……19
3.2.7 Toplam azot ……...19
3.2.8 Bitkiye yarayışlı fosfor ……19
3.2.9 Toplam kükürt ……19
3.2.10 Potasyum ……20
3.3 Sera Denemesi ……..20
3.4 Denemede Ele Alınan Özellikler ……...……..21
3.4.1 Bitki boyu ……..21
3.4.2 Yeşil herba verimi ……...……..21
3.4.3 Drog herba verimi ……..……21
3.5 Bitki Analizleri ……21
3.5.1 Toplam azot (N) ……..……..……21
3.5.2 Toplam fosfor (P) ……..21
3.5.3 Toplam potasyum (K) ……..22
3.5.4 Toplam kükürt (S) ……22
3.5.5 Uçucu yağ oranı (%) ……..……22
3.5.6 Uçucu yağ verimi ……..……...…22
3.6 İstatistik Analizleri ……..……22
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ……23
4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri …….23
4.2 Bitki Boyu ……...……..24
4.3 Yeşil Herba Verimi ……..……26
4.4 Drog Herba Verimi ……..……28
4.5 Toplam Azot (N) ……..30
4.6 Toplam Fosfor (P) ……32
4.7 Toplam Potasyum (K) ……..……34

4.8 Toplam Kükürt (S) ……..36
4.9 Uçucu Yağ Oranı ……..……38
4.10 Uçucu Yağ Verimi ……..……40
5.TARTIŞMA ……...…..42
KAYNAKLAR ……...……44
ÖZGEÇMİŞ ……..…….48

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AZOT VE KÜKÜRDÜN ADAÇAYI (*Salvia officinalis* L.) BİTKİSİNİN HERBA VERİMİ VE BAZI KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Pınar OKTAY KOÇ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali İNAL

Bu çalışmada, azot ve kükürdün tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin herba verimi ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Serasında bir saksı denemesi kurulmuştur.

Çalışmada, azot 50, 75, 100 ve 125 ppm ve kükürdün 0, 20 ve 40 ppm düzeyleri uygulanmıştır. İki aylık bitki gelişiminin ardından bitkiler hasat edilmiştir. Toprağa artan düzeylerde uygulanan azotun adaçayının yeşil herba verimini, uçucu yağ oranını arttırdığı buna karşın, drog herba verimi ve bitki boyu üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kükürt uygulamasında ise bitki boyu ve yeşil herba veriminin azaldığı buna karşın uçucu yağ oranının arttığı ve drog herba verimi üzerine önemli etkisi olmadığı belirlenmiştir. İncelenen parametrelerden sadece uçucu yağ oranında SxN interaksiyonu önemli olmuştur.

2006, 48 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), azot, kükürt, herba verimi, uçucu yağ oranı, kalite

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF NITROGEN AND SULPHUR ON HERB YİELD AND SOME QUALİTY PARAMETERS OF SAGE (SALVİA OFFİCİNALİS)

Pınar OKTAY KOÇ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor:Prof.Dr.Ali İnal

The objective of this study was to determine the effect of nitrogen and sulphur on herb yield and some quality parameters of the *Salvia officinalis* . For this purpose, a pot experiment was conducted at the Department of Soil Science.

In this study, 50, 75, 100 and 125 ppm nitrogen and 0, 20 and 40 ppm sulphur were applied. Some physical and chemical characterisitcs of the soil, used in this experiment, were determined. Plants were harvested after two moths growth period. It is observed that, on the one hand, the increasing application of nitrogen to the soil increased the green herba yield and the rate of the essential oil, on the other hand, there was no significant effect on the drug herba yield and the height of the plant. It was determined that sulphur application decreased the height of the plant and green herba yield but the rate of essential oil increased and there was no significant effect on the drug herba yield. It was seen that among the analyzed parameters there was SxN interaction only on the rate of eessential oil .

2006, 48 Pages

Key words: Sage, nitrogen, sulphur, herb yield, essential oil ratio, quality

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusunun belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesi esnasında ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren ve bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan hocam Sayın Prof. Dr. Ali İNAL 'a, Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Türk tarımı, ekonomisi ve insan sağlığı açısından önemini, bu konu ile bilgi ve tecrübelerini bana aktararak, değerli katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Bilal GÜRBÜZ'e, çalışmaya başladığım ilk günden itibaren yardımlarını esirgemeyen Sayın Araş. Gör. Arif İPEK'e, laboratuar çalışmalarım boyunca değerli yardımlarını esirgemeyen Sayın Araş. Gör. Esra GÜNERİ BAĞCI'ya öncelikle teşekkür ederim.

Son olarak yüksek lisans çalışmam boyunca her an yanımda olan, desteklerini yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Mine DEMİRCİ ÇAKALLI'ya, eşim Umut KOÇ'a ve tüm öğrenim hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Pınar OKTAY KOÇ
Ankara, Haziran 2006

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis,* Sage)……...…… 2
Şekil 1.2 Ülkemizde ihracatı yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin oranları ...4
Şekil 4.1 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyu (cm) ……25
Şekil 4.2 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının
yeşil herba verimi (g) ……....27
Şekil 4.3 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının
drog herba verimi (g) ……... 29
Şekil 4.4 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot (%)…...31
Şekil 4.5 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam fosfor (%)... 33
Şekil 4.6 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında
toplam potasyum (%) ……...35
Şekil 4.7 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kükürt (%)…37
Şekil 4.8 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ oranı %....39
Şekil 4.9 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının
uçucu yağ verimi % ……..41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme Planı ……..……..…….. 20
Çizelge 4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ….23
Çizelge 4.2 N ve S dozları uygulanarak yetiştirilen adaçayının
bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları …….…….. 24
Çizelge 4.3 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyu (cm)….25
Çizelge 4.4 N ve S dozları uygulanarak yetiştirilen adaçayının
yeşil herba verimine ilişkin varyans analizi sonuçları ……..26
Çizelge 4.5 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının yeşil herba
verimi (g) ……..27
Çizelge 4.6 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının drog herba verimine
ilişkin varyans analizi sonuçları ……...…..…… 28
Çizelge 4.7 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının
drog herba verimi (g) …….……...29
Çizelge 4.8 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının toplam azota ilişkin
varyans analizi Sonuçları ……...…...……..……. 30
Çizelge 4.9 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında
toplam azot (%)…….…31
Çizelge 4.10 N ve S dozları uygulanarak yetiştirilen adaçayının toplam
fosfora ilişkin varyans analizi sonuçları ……...……..32
Çizelge 4.11 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında
toplam fosfor (%) …….…...32
Çizelge 4.12 N ve S dozları uygulanarak yetiştirilen adaçayının toplam
potasyuma ilişkin varyans analizi sonuçları ……....34
Çizelge 4.13 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında
toplam potasyum (%) …….....35
Çizelge 4.14 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kükürde
ilişkin varyans analizi sonuçları ……..…….. 36
Çizelge 4.15 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında
toplam kükürt (%) ……...37
Çizelge 4.16 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ oranına
ilişkin varyans analizi sonuçları ……..…....….. 38

Çizelge 4.17 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının
uçucu yağ oranı %.....38
Çizelge 4.18 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ verimine
ilişkin varyans analizi sonuçları ……..…..…….. 40
Çizelge 4.19 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının
uçucu yağ verimi % ……...…….40

1.GİRİŞ

Lamiaceae (*Labiatae*) familyasına bağlı olan *Salvia* cinsinin dünyanın her iki yarı küresinde, özellikle tropik ve subtropik bölgelerle, Akdeniz ve Orta Avrupa' ya dağılmış 700' den fazla türü bulunmaktadır (Karaaslan, 1994). Bu türlerden 92 tanesi ülkemizde doğal olarak yayılış göstermekte olup, bunlardan 44 tanesi endemiktir. Türkiye, *Salvia* cinsi tür zenginliği bakımından dünyada 13. sırada yer almaktadır (Arslan vd 1995).

Doğal zenginliklerimizin sürekliliği ve gelecekteki araştırmalar için adaçayı türlerinin gen kaynaklarının korunması büyük önem arz etmektedir (Özgüven ve Kırıcı1988).

Tıbbi adaçayı, Kuzey Akdeniz ülkelerinde doğal olarak yetişmekte olup, Almanya, İtalya, Fransa, Yugoslavya gibi birçok ülkede tıbbi amaçla tarımı yapılmaktadır. Yabani olarak Adriyatik Denizi' nde ve Dalmaçya' da kayalık güneşli ve çorak yamaçlarda bodur çalılıklar halinde yetişmektedir (Karaaslan 1994).

Tıbbi adaçayı çok yıllık, saçak köklü ve çalımsı bir bitkidir. Ortalama 60-80 cm kadar boy verebilmektedir. Bitkinin dallanma özelliği oldukça fazladır. Uzun yumurta şeklinden, dar elips şekle kadar değişen yaprakları karşılıklı olup, uzun bir sapla dala bağlanmaktadır. Yapraklar dibe doğru daralır ve genellikle dipte iki yaprakçık daha bulunur. Yaprakların uzunluğu 10 cm, genişliği ise 5 cm kadar olabilmektedir. Yaprak kenarları ince dişli ve her iki yüzü de sık tüylüdür. Yaprakların tüylü olması, bitkinin kurak bölgelere adapte olduğunu göstermektedir. Stomalar yaprağın alt ve üst yüzeyinde aynı miktarda bulunmaktadır. Tüylerin yapısı, tipik olarak salgı cepleri şeklindedir. Tıbbi adaçayında çiçek salkımı başak ekseninde 4-8 çiçek kümesini bir arada içeren başak şeklinde olup, her çiçek kümesinde 6-8 çiçek bulunur. Her çiçekte uzun dişli, çan şeklinde, üzeri damarlı ve tüylü yapraklar ve yine alt ve üst dudakları bulunan taç yaprakları bulunmaktadır (Şekil 1.1). Taç yaprakların rengi açık viyole olup nadir olarak beyaz renklidir. Çiçekler hermafrodittirler. Ancak, polen tanesinin stigma başından önce oluşması (protandri) mevcuttur. Sadece dişi organı içeren çiçekler de var

olup, diğer *Lamiaceae* (*Labiatae*)' lerin aksine adaçaylarında iki erkek organ bulunmaktadır. Çiçeklenme zamanı mayıs ve temmuz aylarıdır.

Adaçayı sıcağı seven bir bitki olmasına rağmen; karasal iklim şartlarında da kolayca yetişebileceği görülmüştür. Adaçayı genç gelişme devresinde yüksek oranda suya gereksinim duyar. Ancak daha sonraki büyüme devresinde kuraklığa çok dayanıklı bir bitkidir. Kireççe zengin kumlu-tınlı ve tınlı-kumlu topraklarda iyi bir şekilde kültürü yapılabilir.



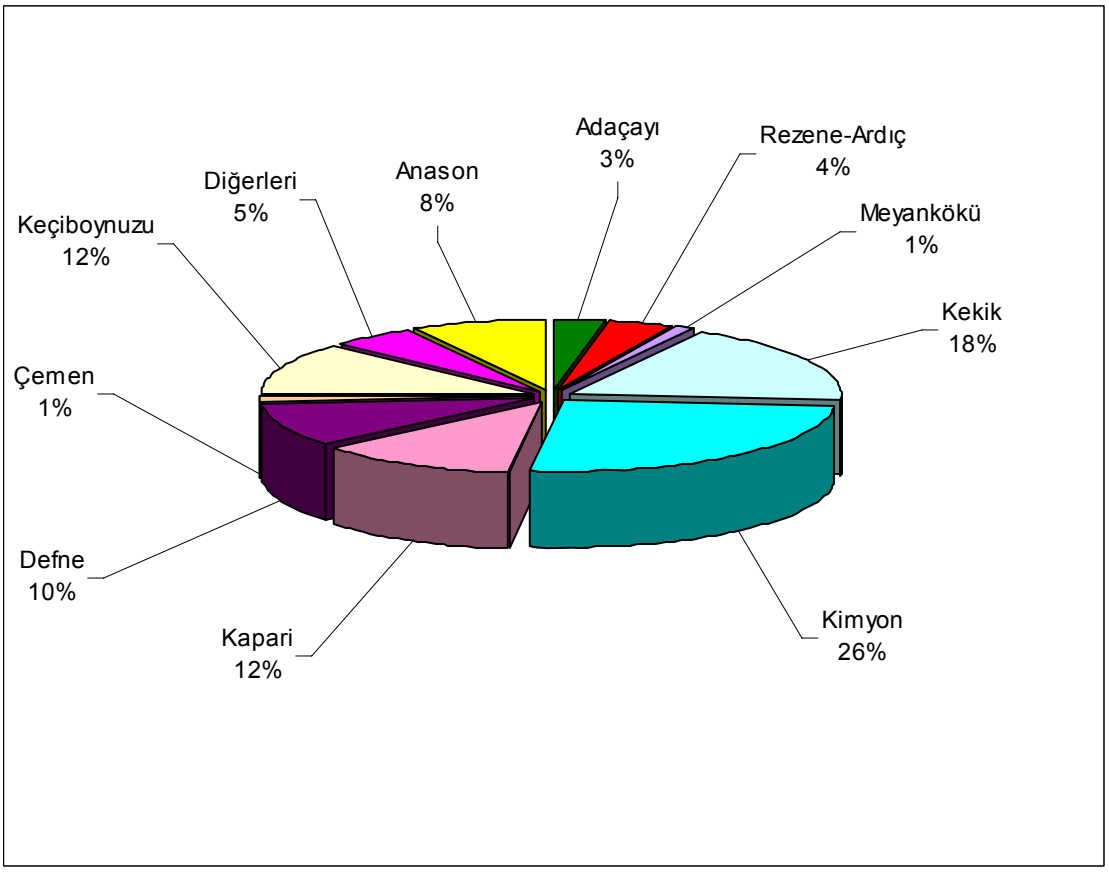
Şekil 1.1 Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis,* Sage) a. tipik çiçek ve yapraklar, b. taç yapraklar, c. çanak yapraklar (Frohne and Jensen 1998)

Şekil 1. 1' de, şifalı etkileriyle tanınmış olan *Salvia* cinsi bitkileri, uzun yıllardan beri sindirim kolaylaştırıcı, yatıştırıcı, diüretik, terlemeyi önleyici, ağrı kesici vb. etkilerinden dolayı insan sağlığında önemli bir yer almıştır. Tıbbi adaçayının kullanım

alanı oldukça geniştir. İlaç, gıda, içki, parfüm ve kozmetik sanayiinde kullanılmaktadır. Günümüzde ağız yıkama ve gargara preparatlarının imalinde, saç kuvvetlendirici şampuanların yapımında, deodorantlarda, saç boyası ve cilt kremi yapımında kullanılmakta, şifalı ve dinlendirici etkisi ile çay olarak tüketilmektedir (Yenikalaycı 1998). Tıbbi adaçayı, Avrupa' da birçok ülkede bahçelerde yetiştirilmektedir. Bulunduğu bahçelerde sebzelere zarar veren lahana sineğine karşı etkili olmaktadır (Gürbüz 1993). Aynı zamanda *Salvia officinalis* doğal bir herbisittir, yetiştirildiği alanlarda yabancı otların gelişimi son derece zayıf olmaktadır (Baydar 2001).

Zamanla uçucu yağ kimyası ve parfümeri alanındaki bilgilerin ve yeni tekniklerin gelişmesiyle, yağın bileşimini oluşturan çeşitli komponentlerin izole edilmiş olması ve özelliklerinin tanınması, bitkinin kullanım alanını genişletmiştir (Doğan 1972).

Ülkemizde, tıbbi adaçayının kültürü yapılmamaktadır ancak ekonomik önemi yüksektir. Adaçayının 1999 yılı verilerine göre ihracat getirisi 1115 ton karşılığında 2 358 000 dolar, 2000 yılı verilerine göre ihracat getirisi 1248 ton karşılığında 2 760 000 dolar, 2001 yılı verilerine göre ihracat getirisi 1204 ton karşılığında 2 586 000 dolar olmuştur (Özgüven vd 1999). Tıbbi adaçayının ihracatı yapılan tıbbi bitkiler arasındaki yeri ise Şekil 1.2' de verilmiştir. Ülkemizden ihraç edilen adaçayı drogları *Salvia triloba* (*Salvia fruticosa*) türünden sağlanmaktadır.



Şekil 1.2 Ülkemizde ihracatı yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin oranları

Özellikle floradan toplanarak ihraç edilen bitkilerin zamanla tükenmesi söz konusu olduğundan, bunların kültüre alınarak normal standartlara göre tarımının yapılması, bu bitkilerin hem daha kolaylıkla ihraç edilmesini sağlayacak hem de ihracat miktarını arttıracaktır. Dolayısıyla da ülke ekonomisine katkı artmış olacaktır.

Bu araştırmanın amacı, farklı azot ve kükürt uygulamalarının tıbbi adaçayının drog verimi, uçucu yağ oranı ve kalitesi üzerine etkilerini incelemek, endüstriyel alanda istenen özelliklere sahip daha kaliteli ve pazar değeri yüksek droglar ortaya çıkarmaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Bitkiler Tarafından Absorbe Edilen Azot Formları

Bitkiler; NH_4^+ ve NO_3^- formundaki azot ile beslenmekte olup, bünyesinde NO_3 konsantrasyonu genellikle NH_4^+' un konsantrasyonundan yüksektir. Bitkilerin azot formları tercihi çeşitli faktörlere göre değişir. Azot formlarının her bitki için değişik oranlarda alınması daha iyi sonuçlar vermektedir. Özellikle düşük pH' larda nitrat azotunun alımı, yüksek pH' larda ise amonyum azotunun alımı sağlanmalıdır. Amonyum asimilasyonunda harcanan enerji nitrat asimilasyonuna göre daha düşüktür (Güneş vd. 2000).

2.2 Bitki Gelişimi ve Bitkinin Bileşimine Azotun Etkisi

Bitki çeşitlerine, gelişme durumuna ve bitki organına bağlı olarak bitki kuru maddesinde, optimum büyüme için gerekli azot miktarı %2-5 arasında değişir.

Azot, diğer besin maddelerine göre bitkinin bileşimi üzerinde daha fazla etkiye sahiptir. Örneğin tahıllarda yüksek azot kullanılması ürünü kısıtlayıcı bir sorundur. Bitkinin bileşimindeki değişimler bitkiden beklenen kalite unsurlarını azaltıcı veya artırıcı etkiye sahiptir. Genel olarak aşırı azot ile beslenen bitkilerde çözünebilir azot miktarı artmakta ve bunlar su içeriği yüksek olan yaprak ve depolama organlarında tane veya tohumlara göre daha fazla miktarlarda bulunmaktadır.

Azot Noksanlığı: Azot noksanlığında bitkide büyüme oranı düşer. Yapraklar küçülür ve yaşlı yapraklar zamanından önce sararıp dökülür. Kök/gövde oranı genelde büyür. Azot noksanlığı kloroplastlarda bozulmaya ve kloroplast oluşumunda gerilemeye yol açar, kloroz ortaya çıkar. Azot noksanlığının iyi bilinen bu belirtilerini zamanında tespit ederek sorunu gübreleme ile gidermek mümkündür. Görsel tanı ile azot miktarını belirlemek tam sonuç veremeyeceğinden mutlaka yaprak ve toprak analizi yapmak gereklidir. Ayrıca bitkilerin örnekleme zamanını da dikkate almak gerekir. Bitkilerin

değişik aksamlarının azot içerikleri değişik gelişme dönemlerinde farklılık göstermektedir.

Azot fazlalığı: Aşırı azot kullanımı vejetatif gelişmeyi ve tahıllarda kardeşlenmeyi arttırır. Aşırı azotlu gübreleme nedeniyle, bitkide karbonhidrat ve azotlu bileşikler arasında denge bozulduğundan, bitkilere mekanik destek sağlayan dokular zayıflar. Bu durum tahıllarda yoğun yağmurlardan sonra yatmaya sebep olur. Tahıllarda yatma başak oluşumu ve hasat işlemlerini olumsuz etkiler.

Aşırı azot hücre lümenlerinin genişlemesine, parankima hücrelerinin sklerankima hücrelerine göre artmasına sebep olur. Bu durum dokuların yumuşamasına ve enfeksiyonlara karşı direncin azalmasına ve dona karşı hassasiyetin artmasına sebep olur. Azot fazlalığında bitkiler koyu yeşil renk alırlar. Vejatatif gelişme uzar ve yoğun olur.

Azot fazlalığı şeker sentezini azaltır. Aşırı azot şeker pancarı bitkisinde amidlerin akümülasyonuna sebep olduğundan şeker ekstraksiyonu güçleşir, şeker verimi azalır.
Meyve ve sebzelerde kalite düşmekte ve nitrat akümüle eden bitkilerde nitrat düzeyleri kalite unsuru olmaktadır. Aşırı azota bağlı olarak bitkide akümüle olan amidler meyve ve sebzelerin tatlarının bozulmasına sebep olmaktadır.

Bitkilerde aşırı miktarda bulunan amonyum ve nitrat yaprak kenarlarında kloroz ve nekrozların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yapraklar kenarlarından aşağı doğru ters bir çanak şeklinde kıvrılmaktadır.

2.3 Bitkilerin Kükürt Alımı

Bitkiler gereksinim duydukları kükürdün büyük bir bölümünü kökleri aracılığıyla toprak çözeltisinden SO_4^{-2} formunda absorbe ederler. Bitkiler az da olsa stomaları

aracılığıyla atmosferden kükürtdioksit (SO_2) absorbe ederler. Ancak SO_2 gazının fazlası bitkilere zehir etkisi yapar.

Yapraklardaki stomaların günlük açılıp kapanma süreleri içerisinde hidrojen sülfürün (H_2S) bitkiler tarafından absorbe edildiği saptanmıştır. Ancak ıspanak gibi kükürde duyarlı bitkilere hidrojen sülfürün 0.7 mg m^{-3}' den daha az konsantrasyonu bile zehir etkisi yapmaktadır.

Toprak ya da besin çözeltilerinde 3-5 mg SO_4^{-2} l^{-1} konsantrasyonu çoğu bitkilerde gelişme için yeterlidir. Ancak kolza ve yonca gibi bitkilerin kükürt gereksinimleri daha yüksektir. Kök yöresine SO_4^{-2} iyonları difüzyon ve kitle akımı ile ulaşır. Çözünebilir SO_4^{-2} içeriği 5 mg SO_4^{-2} kg^{-1} ya da daha fazla olan topraklarda bitkilerin kükürt gereksinimlerinin tamamına yakınının karşılanmasında kitle akımının payı büyüktür.

Bitkilerde SO_4^{-2} alımı üzerine ortam sıcaklığının olumlu etki yaptığı ve sıcaklığa bağlı olarak alımın arttığı belirlenmiştir. SO_4^{-2} alımı ile bitki köklerindeki ATP sülfürilaz enzim aktivitesi arasında yakın ilişki bulunduğu saptanmıştır. Kök uzunluğu ile ilgili olarak SO_4^{-2} alımının da artığı belirlenmiştir.

Bitkilerde genelde SO_4^{-2} aşağıdan yukarı doğru taşınmakta ve aşağı doğru taşınma göreceli olarak daha az olmaktadır. Bu durum SO_4^{-2}' ın kısa sürede indirgenerek asimile edilmesi ile ilgili olarak açıklanabilir. Kükürt bitkide mobil (hareketli) durumdadır. Ancak kolaylıkla metabolize olup organik bileşkelere dönüştürüldüğü için kükürt bitkide bir yerden bir yere fosfor gibi çok fazla taşınmaz.

Stomalar yoluyla yapraklardan absorbe edilen SO_2 bitkide kükürt noksanlığının giderilmesine katkıda bulunmaktadır. Atmosferde fazla miktarda bulunan SO_2' in bitkilerde net fotosentez miktarını olumsuz şekilde etkilediği kısa ve uzun süreli denemelerle saptanmıştır. Kükürt noksanlığı gösteren topraklarda tarla koşullarında yetiştirilen yulaf ve kolza bitkilerinde vejetasyon süresince belirlenen toplam kükürdün yarısına yakın bölümünün atmosferde bulunan SO_2' den alındığı saptanmıştır.

2.3.1 Kükürdün asimilasyonu

Kükürt gereksinimlerini karşılamak üzere bitkiler kökleriyle aldıkları SO_4^{-2} iyonlarını ve atmosferden absorbe ettikleri SO_2' i asimile edilmek için sülfüre (S^{-2}) indirgerler. Kükürdün aminoasitlere, proteinlere ve koenzimler ile yeşil yapraklardaki sülfatın indirgeni olan ferrodoksine bağlanabilmesi için indirgenme olgusu gerekli ve zorunludur. Bunun bir sonucu olarak sülfat hücre membranlarındaki sülfolipidler ve benzeri temel organik bileşkelere ya da polisakkaritlere bağlanır. İndirgenmiş kükürt bitkilerde yeniden yükseltgenebilir. Sistein aminoasidine bağlanmış olan indirgenmiş kükürt bu yükseltgenme tepkimesi sonunda sülfata dönüşebilir. Bu olgu bitkilerde kükürdün birikiminin en güvenilir yolu olarak kabul edilmektedir.

Sülfatın indirgenmesi yüksek bitkiler, algler, mantarlar, mavi yeşil algler ve bakteriler gibi çeşitli organizmalarda meydana gelir. Yüksek bitkilerde indirgenme tepkimeleri sonucu kükürdün bağlandığı durağan ilk organik bileşik sistein aminoasididir. Sistein ve methionin gibi önemli aminoasitler proteinlerin koenzimlerin ve diğer bileşiklerin öncüsüdür. Genelde sülfat indirgenmesi yeşil yapraklarda köklerden daha fazladır. Yapraklardaki bu reaksiyonu ışık güçlü bir şekilde etkilemektedir. Sülfat indirgenmesi yaprak büyümesi süresince maksimumdur. Fakat yaprak olgunlaştıktan sonra hızla düşer.

Bitkilerde gulatationun birçok işlevi vardır. Unun ekmeklik kalitesi glutationun polimerizasyonunda önemli etkisi bulunan disülfit bağı ile yakından ilgilidir. Öte yandan sistein aminoasidinin içerdiği sülfüril grubu (SH) enzimlerin katalitik işlevleri için büyük önem taşır. Ayrıca fazla miktarda sistein aminoasidine bağlı S içeren bitkilerin soğuğa dayanıklılıklarının arttığı gözlenmiştir (Güneş vd. 2000).

2.4 Kükürdün Metabolik İşlevleri

Yüksek bitkilerde protein sentezinin temel elemanları kükürt içeren sistein, methionin ve sistin gibi aminoasitlerdir. Bitkiler de kükürdün % 90 kadarı bu amino asitlerin içerisinde bulunur. Proteinlerde ya da polipeptidlerde kükürdün temel işlevi polipeptid zincirleri arasında disülfit bağını oluşturmaktadır.

Disülfit bağı ile diğer aminoasitleri de bağlanarak zincir genişletmek suretiyle polipeptidler ve proteinler oluşur. Görüldüğü gibi protein oluşumunda disülfit bağı (S-S) önemli bir temel taşıdır. Bitkide organik indirgenmiş kükürdün yaklaşık %2' si suda çözünebilir. Thiol (-SH) fraksiyonunu oluşturur ve bu fraksiyonun %90' ından fazlasının normal koşullarda tripeptit gulatation olduğu açıklanmaktadır.

Kükürt yükseltgenme-indirgenme tepkimeleriyle elektron aktarımında önemli rol oynayan ferrodoksinlerin yaşamsal öneme sahip bir parçasıdır. Fotosentezin ışık ve karanlık tepkimelerine ek olarak ferrodoksin nitrit ve sülfatın indirgenmelerinde önemli rol oynadığı gibi bakterilerin atmosfer azotunu fikse edebilmeleri için de önemlidir. Öte yandan klorofilin yapısında yer almamakla beraber kükürt klorofil sentezinde etkilidir.

Kükürt noksanlığı görülen bitkilerde amid ve nitrat şeklinde protine bağlı olmayan azot birikir. Bitkilerde nitrat birikimi kükürt noksanlığında nitratın indirgenmesinde önemli rol oynayan nitrat redüktaz enziminin işlevini gerektiği şekilde yapmamasına dayanılarak açıklanmaktadır.

Keten, soya fasulyesi, yer fıstığı ve kolza gibi yağ bitkilerinde kükürt, yağ oluşumu üzerine önemli etki yapar. Öte yandan kükürt ile birlikte uygulanan magnezyum bitkilerde yağ miktarının dikkate değer düzeyde artmasına neden olur (Güneş vd. 2000).

2.5 Kaynak Araştırması

Ceylan vd. (1979), Bornova ekolojik koşullarında üç yıl süre ile tıbbi adaçayında farklı azot dozlarının (0, 5 ve 10 kg da^{-1} N) verim ve teknolojik özelliklere etkisini saptamak için yürüttükleri çalışmada şu sonuçları elde ettiklerini bildirmektedirler. Yeşil herba miktarının uygulanan azot dozlarına bağlı olarak sırasıyla 862.4, 2141.8 ve 2334.5 kg da^{-1}, drog herba miktarının 277.3, 606.0 ve 529.5 kg da^{-1} olduğunu, yaprak miktarının ise 215.8, 450 ve 374.2 kg da^{-1} olduğunu, kuru madde miktarının 247.6, 533.9 ve 429 kg da^{-1} olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil herba, drog herba, yaprak ve kuru madde miktarı üzerine azotlu gübrelemenin etkisinin istatistiksel yönden önemli olduğunu, uçucu yağ oranının ise % 0.85-2.50 arasında değiştiğini, azotlu gübrelemenin etkisinin belirgin olmadığını belirtmişlerdir.

Arabacı (1989), İzmir-Bornova ekolojik koşullarında *Lavandula angustifolia Mill*., *Mellissa officinalis* L (oğul otu) ve *Salvia sclarea L*. bitkilerine 0, 6, 12 ve 18 kg da^{-1} N uygulayarak, çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme zamanı ve taç yaprakları döküldükten sonra olmak üzere 3 farklı dönemde hasat yapmıştır. Bu çalışmada oğul otundan I, II, III. hasat dönemine bağlı olarak sırasıyla 3609.9, 3228.7 ve 3461.3 kg da^{-1}, azot dozlarına bağlı olarak ise sırasıyla 2850.9, 3536.5, 3764.2 ve 3581.6 kg da^{-1} yeşil herba verimi alındığını, I, II, III. hasat dönemine bağlı olarak 694.0, 941.1 ve 1402.5 kg da^{-1}, azot dozlarına bağlı olarak ise sırasıyla 875.7, 1018.7, 1052.5 ve 1103.1 kg da^{-1} drog herba verimi alındığını bildirmiştir. Uygulanan azot miktarı ile uçucu yağ oranları arasında bir ilişki bulunamadığı ve hasat zamanlarının uçucu yağ oranını etkilediğini, en yüksek uçucu yağ oranına II. ve III. hasat döneminde ulaşıldığını ve uçucu yağ oranının % 0.18-0.33 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Ceylan vd. (1990), kuru koşullarda lavanta *(Lavandula officinalis* L.) üretimi ve azotun verime etkisini belirlemek üzere 0, 5, 10, 15 ve 20 kg da^{-1} N kullanmışlardır. 3 yıl sürdürdükleri bir araştırmada yeşil herba veriminin (çiçek+sap) yıllara göre farklı olduğunu ve plantajın yaşı ilerledikçe verimde bir artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Azot uygulamasının verimde etkili olduğu ancak 20 kg da^{-1} N dozunun

toksik etki yarattığını ifade etmişlerdir. 0, 5, 10, 15 ve 20 kg N uygulamasına bağlı olarak sırasıyla 948.0, 1225.8, 1334.5, 1696.8, 1431.1 kg da^{-1} yeşil herba verimi alındığını belirtmişlerdir. Drog herba veriminde de en yüksek verim 15 kg da^{-1} N uygulamasından elde edilmiştir. Uçucu yağ oranının 1. yıl diğer yıllara göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek dozdaki azotlu gübrelemenin uçucu yağ oranını düşürdüğünü kaydetmişlerdir. Sırasıyla % uçucu yağ oranları 2.48, 1.95, 2.50, 1.92, 1.89 bulunmuştur.

Jeong and Lee (1992), 50 ppm azotu NH_4:NO_3 besin çözeltisinde tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*)' nın gelişimine etkisini belirlemek amacı ile kurdukları sera denemesinde adaçayını 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 ve 0:100 oranında NH_4:NO_3 içeren besin çözeltisinde yetiştirmişlerdir. Adaçayının en iyi gelişimi 50:50, NH_4:NO_3 çözeltisinde gösterdiğini, % 100' lük amonyum çözeltisinde *Salvia* türünde toksik simptomlar görüldüğünü belirtmişlerdir.

Ceylan vd. (1994a), Bornova ekolojik koşullarında oğul otuna iki yıl süreyle 0, 6, 12, 18 kg da^{-1} N uygulayarak ve 20x20, 30x30, 40x40 ve 60x10 cm olmak üzere değişik bitki sıklığını kullanarak yaptıkları bir çalışmada N uygulamasının 12 kg da^{-1} N dozuna kadar arttırılmasının verimde artış sağladığını ve bitki sıklığı bakımından ise birim alanda en fazla bitkiyi bulunduran kombinasyonun (20x20) en yüksek verimi sağladığını kaydetmişlerdir. *Melissa officinalis'* in ortalama drog herba verimini yıllar itibarıyla 760.5 ve 869.2 kg da^{-1}, drog yaprak verimini 553 ve 496 kg da^{-1}, kuru madde miktarını 729.1 ve 828.5 kg da^{-1}, uçucu yağ oranını % 0.270 ve % 0.190 bulmuşlardır.

Ceylan vd. (1994b), tıbbi adaçayı *(Salvia officinalis L.)*' nda 0, 8, 16 kg da^{-1} N ve 6 farklı sıra arası uygulayarak yaptıkları çalışmada yeşil herba verimi yıllara göre değişiklik göstermiştir. En yüksek verim 4841 kg da^{-1} ile 1993 yılında alınırken bunu 4823 kg da^{-1} ile 1992 yılı ve 1822 kg da^{-1} ile ilk tesis yılı olan 1991 yılı izlemiştir. Denemede uygulanan N dozlarının yeşil herba verimine etkisinin istatistiki bakımdan % 5 seviyesinde önemli olduğunu ve en yüksek verimin 8 kg da^{-1} N uygulamasından alındığını saptamışlardır. Üç farklı lokasyonda yürütülen bu çalışmada yeşil herba verimi ve drog herba veriminin lokasyonlar arasında farklılık göstermediği

kaydedilirken, uçucu yağ oranında lokasyonlar arası fark önemli bulunmuştur. En yüksek uçucu yağ oranları Menemen' de 0 kg da^{-1} N dozunda % 1.85, Bornova' da 16 kg da^{-1} N dozunda % 1.98, Çakmar' da 8 kg da^{-1} N dozunda % 1.73 olarak bulunmuştur.

Karaaslan (1994), Çukurova Bölgesi'nde 0, 5, 10, 15 kg da^{-1} N uygulamalarının tıbbi adaçayında (*Salvia officinalis* L.) drog verimi, uçucu yağ oranı ve kalitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada; azot dozları arttıkça drog verimi ve uçucu yağ oranının arttığını, en yüksek verim ve uçucu yağ oranlarının 15 kg da^{-1} N dozu uygulamasından alındığını belirtmiştir. Tass-oven ince tabaka kromatografisi (TLC) kullanılarak yapılan kalitatif analizler sonucunda değişik morfolojik özelliklere sahip bitkilerde uçucu yağların aynı bileşenlere sahip olduklarını bildirmektedir. Bitki boyu, taze herba verimi, kuru herba verimi, taze yaprak verimi, kuru yaprak verimi, taze sap verimi, taze yaprakta uçucu yağ oranı, taze yaprakta uçucu yağ verimi, kuru yaprakta uçucu yağ oranı ve kuru yaprakta uçucu yağ verimi ortalama değerlerini sırası ile 89.25 cm, 3202 kg da^{-1}, 1181 kg da^{-1}, 1992 kg da^{-1}, 748.6 kg da^{-1}, 1162 kg da^{-1}, 339.3 kg da^{-1}, % 0.42, 8.3 lt da^{-1}, % 1.4, 10.5 lt da^{-1} olarak bildirilmektedir.

Kıtıkı vd. (1995), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis L.*) üzerinde 3 yıl süreyle 3 farklı azot dozu (0, 8, 16 kg da^{-1}) ve 6 değişik sıra arasında taze herba, drog herba, drog yaprak, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, bitki boyu, bitki besin elementleri ile uçucu yağın bileşenlerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda, 15x45 cm sıklıkta, 8 kg/da azot dozu uygulamasında en iyi sonucu aldıklarını belirtmektedirler.

Tiwari and Banafar (1995), kişniş (*Coriandrum sativum L.*) bitkisinde yapılan tarla denemelerinde N uygulamasında 0, 20, 30, 60 kg ha^{-1} üre, P uygulamasında ise 0, 15, 30, 45 kg ha^{-1} süperfosfat kullanılarak kişnişte uçucu yağ ve tohum verimi artışını incelemişlerdir. Tohum verimi ve uçucu yağ veriminin N ve P oranlarının artmasıyla yükseldiğini, uçucu yağ verimi için N ve P arasındaki interaksiyonun önemli olduğunu, tohum veriminde önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Bitkide toplam N ve P miktarının azot ve fosfor uygulamasının artışıyla yükseldiğini, N uygulamasının hasat sonrası

topraktaki karbon konsantrasyonunu ve P alımını arttırdığını, P uygulamasının yalnızca P alımını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Ceylan (1996a), Bornova ekolojik koşullarında, *Lavandula angustfolia* Mill.'nın agronomik ve teknolojik özelliklerine etkisini saptamak için dört yıl süre ile yürüttükleri araştırmada 0, 6, 12, 18 kg da^{-1}N ve 20x20, 30x30, 40x40, 60x100 cm bitki sıklıklarını kullanmıştır. Drog çiçek miktarının 1988, 1989 ve 1990 yıllarına bağlı olarak sırasıyla 234, 286 ve 142 kg da^{-1}olduğunu ve bitki sıklığının verimi istatistiki bakımdan önemli miktarda arttırdığını bildirmiştir. En yüksek verim 30x30 cm (11100 bitki da^{-1}) bitki sıklığı ve 18 kg da^{-1}N uygulamasından elde edilmiştir. Uçucu yağ oranı 1988 yılında ortalama % 1.30, 1990 yılında ise % 1.23 bulunmuştur. Uçucu yağ oranına azotlu gübre ve bitki sıklığının önemli bir etkisi olmamıştır.

Ceylan (1996b), Ege Bölgesi'nde uzun yıllar yaptıkları çalışmalar sonucunda Tıbbi adaçayı *(Salvia officinalis L.)*' nda yüksek verim alınabileceğinin kanıtlandığını belirtmektedir. 1976 yılından 1993 yılına kadar periyodik olarak yürüttükleri çalışmalara göre ortalama drog herba verimini 807.5 kg da^{-1}, drog yaprak verimini 553.6 kg da^{-1} ve uçucu yağ oranının % 1.74 olarak bulduklarını kaydetmektedir.

Fraser and Whish (1997), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)' nda artan azot 0, 4, 8, 16 kg da^{-1} N ve fosfor 0, 1.5, 3, 6 kg da^{-1} P_2O_5 uygulamalarının herba verimi ve kaliteye etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada adaçayı, 182 gün sonra hasat edilmiş 40^0 C' de 48 saat kurutulmuştur. Araştırma sonucunda; azotun 0 kg da^{-1}' dan 16 kg da^{-1}' a değişmesiyle adaçayının (*Salvia officinalis* L.) kuru ağırlığında doğrusal bir artış gözlemlenmiştir. Bununla beraber daha çok yaprak ağırlığı artmış, sap ağırlığında daha az artış olmuştur. Fakat 8 kg da^{-1}' la 16 kg da^{-1} arasında çok büyük fark kaydedilememiştir. Azotun bitkinin yağ kapsamına ilişkin ne tür değişiklikler yarattığına ilişkin bilgi bulunamamıştır. Sonuç olarak azotun 8-16 kg da^{-1} arasında kuru ağırlığı belirgin şekilde arttırdığı saptanmıştır. Fosforun 3 kg da^{-1}' a kadar kuru ağırlığı arttırdığı ancak 6 kg da^{-1} ile 30 kg da^{-1} arasında istatistiki olarak fark kaydedilmemiştir. Fosforun yaprak gelişiminde belirgin etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Hrivna *et al.* (2002), 54, 108, 162 ve 216 ppm azot ve 0 ve 40 ppm kükürdün kışlık kolza bitkisinin kimyasal bileşimine etkisini incelemek için yaptıkları araştırmada, azot kaynağı olarak amonyum nitrat ve üre, kükürt kaynağı olarak $(NH_4)_2SO_4$ ve % 21.5 K ve % 30 S içeren sıvı gübreden, temel gübreleme için K_2SO_4 ve KH_2PO_4' den kullanmışlardır. N uygulamasının artışı ile S uygulamasına bağlı olmaksızın kolzada toplam N, Ca ve Mg miktarını arttırdığını belirtimişlerdir. Bitkide toplam S miktarının ise N uygulamasının artışı ile düştüğünü kaydetmişlerdir. En yüksek tohum verimini 216 ppm N ve 40 ppm S uygulamasından sağlamışlardır.

Radanovic *et al.* (1999), tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinde dikim sıklığı (30000, 40000, 50000, 60000 bitki ha^{-1}) ve azotlu gübrelemenin (0, 100, 200 kg ha^{-1}) kalite ve verime etkilerini incelemişlerdir. 1.yıl alınan ürünlerin yaş ağırlığı 30000, 60000 bitki ha^{-1} dikim sıklığına bağlı olarak sırasıyla 12780 kg ha^{-1}, 17023 kg ha^{-1} olarak saptanmıştır. İlk yıl istatistiksel olarak uygulamalar arasında yeterli farklılık bulunamamıştır. İkinci yılın hasat sonuçları; 30000 bitki ha^{-1} 23789 kg ha^{-1} 40000 bitki ha^{-1}28862 kg ha^{-1} 50000 bitki ha^{-1} 32026 kg ha^{-1}60000 bitki ha^{-1} 37156 kg ha^{-1} olarak bulunmuştur. İlk yıl yaş herba verimi azot uygulamalarına bağlı olarak sırasıyla 14408 kg ha^{-1}, 15251 kg ha^{-1} ve 15158 kg ha^{-1} olarak bulunmuştur. İkinci yıl 200 kg ha^{-1} N uygulamasında 32324 kg ha^{-1} ve 0 kg ha^{-1} N uygulamasında 28277 kg ha^{-1} yaş herba elde edilmiştir. Azot ve dikim sıklığının birlikte etkisi incelendiğinde 200 kg ha^{-1} N, 60000 bitki ha^{-1}' da 40083 kg ha^{-1} yaş herba elde edilmiştir. En yüksek verim bu uygulamada elde edilmiştir. 30000 bitki ha^{-1}, 0 kg ha^{-1} N' da 21059 kg ha^{-1} yaş herba bulunmuştur. Uçucu yağ oranı 1. yıl sırasıyla % 1.35, % 1.37 ve % 1.29, 2.yıl % 1.49, % 1.58 ve % 1.62 olarak bulunmuştur. Yaş herbada olduğu gibi en yüksek verim 60000 bitki ha^{-1} 200 kg ha^{-1} N uygulamasında elde edilmiştir.

Baydar vd. (2001), Isparta yöresinde kültüre alınan aromatik bitkilerin drog ve uçucu yağ verimlerini saptamak amacı ile yürüttükleri araştırmada tıbbi adaçayını *(Salvia officinalis* L.*)* kullanmışlardır. Deneme, tesadüf blokları desenine uygun olarak her biri 9 m^2 (3m x 3m)' lik 6 parselden oluşan 3 blok üzerinde kurulmuştur. Üretim materyalleri parseller üzerine 50 cm sıra arası ve 25 cm sıra üzeri mesafede ocak usulü ekim yapılmıştır. 1 da alana saf madde üzerinden 4.5 kg N, 4.5 kg P_2O_5 ve 4.5 kg K_2O

düşecek şekilde 15-15-15 kompoze gübresinden atılmış ve ilk yıl hariç sulama yapılmamıştır. Adaçayı ilk yıl çiçek oluşturmadığı için ikinci yılda hasat edilmiştir. Mayıs ayında tıbbi adaçayından iki biçimde toplam 1076.7 kg da^{-1} yaş herba ve 392.7 kg da^{-1} kuru herba verimi ile ortalama % 1.16 (% 0.85- 1.45) uçucu yağ oranı ve toplam 4.40 lt/da uçucu yağ verimi elde edilmiştir. İlk biçimden ikinci biçime göre daha yüksek yaş herba verimi ve uçucu yağ oranı fakat daha düşük kuru herba ve uçucu yağ verimi alınmıştır. Biçim dönemleri arasında yaş ve kuru herba verimi için önemli, uçucu yağ oranı ve verimi için önemsiz farklılıklar elde edilmiştir.

Delate *et al.* (2002), *Echinacea purpurea*, *Echinacea angustifolia*, *Melissa officinalis* bitkilerinde organik gübre (5.6, 11.2 kg da^{-1} N) ve amonyum nitratın (NH_4NO_3 (5.6, 11.2, 16.8 kg da^{-1} N) verime ve kimyasal bileşime etkilerini inceledikleri araştırma sonucunda *Echinacea purpurea*'da bitki boyunun en yüksek 11.2 kg da^{-1} organik gübrede, en yüksek yaprak kuru ağırlığının 5.6 kg da^{-1} amonyum nitrattan, en yüksek kök kuru ağırlığının 5.6 kg da^{-1} organik gübrenin kullanılmasıyla sağlandığını belirtmişlerdir. *Melissa officinalis*'te uygulamalar sonucunda en yüksek bitki boyunun sağlandığı uygulama 11.2 kg da^{-1} NH_4NO_3' tür. *Melissa officinalis*' in kuru ağırlığının 11.2 ve 16.8 kg da^{-1} NH_4NO_3 uygulamalarında azaldığını kaydetmişlerdir. *Echinacea angustifolia'* da en yüksek yaprak kuru ağırlığının 11.2 kg da^{-1} NH_4NO_3 uygulamasında diğer uygulamalara göre büyük farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Mahmoud *et al.* (2002) Mısır ekolojik koşullarında, rezene (*Foeniculum vulgare* Mill)' nin tohum verimi ve yağ miktarına gübre çeşitlerinin etkisini incelemek amacıyla kumlu ve killi topraklarda, 250 kg ha^{-1} azota karşılık gelecek şekilde, organik gübre, tavuk gübresi, organik gübre + *azotobacter chroocooum* ve amonyum nitratı kullanarak; fosfor uygulaması için kaya fosfat, süper fosfat, kaya fosfat + kükürt; potasyum için, feldspat ve potasyum sülfat kullanmışlardır. Killi topraklarda amonyum nitratın birinci ve ikinci yıllarda, diğer uygulamalara göre 3.389 kg ha^{-1} tohum verimi ile en yüksek sonucu verdiğini belirtmişlerdir. Yağ miktarının ise organik gübre + azotobakter uygulamasında 8.1 l da^{-1} ile daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Denemenin ikinci yılında tohum verimine ek olarak yağ miktarı da amonyum nitrat uygulamasında daha yüksek bulunmuştur. Kumlu topraklarda yağ miktarı ve tohum verimi killi topraklara

oranla azalmıştır. Süper fosfat uygulamasında 329.9 kg da^{-1} tohum verimi, 7.7 l da^{-1} yağ miktarı ile en yüksek sonuca ulaşılmıştır. İlk yıl kükürdün yağ miktarına etkisi olmamıştır ancak ikinci yıl kükürt uygulaması yağ miktarını (8.4 l da^{-1}) arttırmıştır. Aynı zamanda ikinci yıl kaya fosfat +S tohum verimini de diğer uygulamalara oranla arttırmıştır ve bu artış istatiksel olarak önemli bulunmuştur. Kumlu topraklarda verim azalmış ve kükürt uygulamasının etkisi düşmüştür. En fazla yağ miktarı kaya fosfat uygulamasından elde edilmiştir. Potasyum sülfat uygulaması feldspat uygulamasına göre iki yılda da daha yüksek tohum verimi ve yağ miktarı sağlamıştır. Kumlu topraklarda potasyum sülfatın yağ ve tohum verimine etkisi azalmıştır .

Han *et al.* (2004), *Salvia miltiorrhiza'* da azotlu ve fosforlu gübrelemenin oranını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada en yüksek verimin N:P = 1:1 oranında olduğunu kaydetmişlerdir. Bu orandaki verimin kontrol grubundan 1.8 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Katar (2004), Oğulotu (*Melissa officinalis* L.)' nda farklı bitki sıklığı (40 x 30 cm, 40 x 40 cm, 50 x 30 cm ve 50 x 40 cm) ve azot dozlarının (0, 4, 8, 12 kg da^{-1} N) verim ve verim özelliklerine etkisini incelemek amacıyla üç yıllık bir çalışma yapmıştır. Deneme sonuçlarına göre; en yüksek verimler 12 kg da^{-1} N dozundan ve en sık dikimden (40 x 30 cm) alınmıştır. Denemenin 2. yılında ortalama olarak 2785.99 kg da^{-1} yeşil herba, 1034.71 kg da^{-1} drog herba, 2059.06 kg da^{-1} yeşil yaprak, 576.39 kg da^{-1} drog yaprak, 1870 l/da uçucu yağ verimi ile birlikte % 73.90yeşil yaprak oranı, % 0.185 uçucu yağ oranı ve 39.63 cm bitki boyu elde edilmiştir. 2003 yılında ise 2982.25 kg da^{-1} yeşil herba, 1093.16 kg da^{-1} drog herba, 2049.90 kg da^{-1} yeşil yaprak, 619.71 kg da^{-1} drog yaprak, 1810 l da^{-1} uçucu yağ verimi ile birlikte % 71.60 yeşil yaprak oranı, % 0.175 uçucu yağ oranı ve 33.20 cm bitki boyu elde edilmiştir.

Smatavona *et al.* (2004), ıspanak ve biberde azot ve kükürdün etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmada 11 kg saksılarda $(NH_4)_2SO_4$ (0.63 1.08 g) ve NH_4NO_3 (0.6 0.9 g) uygulamışlardır. Ispanak bitkisinde taze ağırlığın S uygulamasıyla arttığını (kontrol=84.2 g, S_2=129.8 g) S uygulamasının bitkide toplam S miktarını arttırdığını

ancak N uygulamasının artışı ile ıspanakta toplam S miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Biber bitkisinde azot ve kükürdün artışı ile bitkinin taze ağırlığı artmıştır. En fazla verime N_1S_1 uygulamasında ulaşılmıştır. Kükürt uygulamasının bitkide toplam S miktarını arttırdığını ancak N uygulamasının artışı ile bitkide toplam S miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Macz *et al.* (2005), Lincoln Nebraska Üniversitesi Araştırma Seralarında yaptıkları bir çalışmada krizantem üretimine ve ürün kalitesine kükürt (0, 5, 10, 20, 80 ppm) ve azotun (50, 100, 150, 200 ppm) birlikte etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonunda NxS interaksiyonu yaprakta toplam N ve S açısından önemli bulunmuştur. 50 ppm N * 0 ppm S uygulamasında en düşük S (% 0.2) ve N (% 2.62) konsantrasyonunun ve açık yeşil yaprak oluşumunun görüldüğünü saptamışlardır. NxS interaksiyonu; azot ve kükürt uygulamasının birlikte artışıyla bitkide yeterli N ve S içeriğinin sağlandığını, ticari kalitede bitkilerin yetiştirildiğini göstermiştir. En iyi sonucun 100 ppm Nx10 ppm S uygulamasından elde edildiğini belirlemişlerdir. 200 ppm N uygulamasında yaprakta S miktarının azaldığı gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda yeterli kükürdün sağlanmasıyla bitkiye verilecek N miktarının azaltılabileceğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Toprak Örneğinin Alınması ve Denemeye Hazırlanması

Araştırmada kullanılan toprak örneği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme tarlalarından verimlilik esasına göre alınmıştır (Kacar 1995). Alınan toprak örnekleri güneş görmeyen bir yerde hava kuru hale gelene kadar bekletilmiş, 4 mm' lik elekten geçirildikten sonra denemede kullanılmıştır. Bu topraktan temsili olarak yeteri kadar alınan örnek 2 mm' lik elekten geçirildikten sonra toprak analizlerinde kullanılmıştır.

3.2 Toprak Örneğinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.1 Toprak tekstürü

Toprak örneğinin kum, silt ve kil fraksiyonları, Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiş ve tekstür sınıfı, tekstür üçgeni kullanılarak değerlendirilmiştir (Özkan 1985).

3.2.2 Tarla kapasitesi

100 g hava kuru toprak 100 ml' lik ölçü silindirine konmuş ve hacmi belirlenmiştir. Üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş, 24 saat sonra suyun ulaştığı en son noktaya göre toprağın tarla kapasitesinde tuttuğu su hesaplanmıştır (Richards 1949).

3.2.3 Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak:su (1:2.5) karışımında cam elektrotlu pH metrede belirlenmiştir (Kacar 1995).

3.2.4 Kalsiyum karbonat($CaCO_3$)

Kacar (1995) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler Kalsimetresiyle belirlenmiştir.

3.2.5 Elektriksel iletkenlik (EC)

Toprak:su (1:2.5) ekstraktında EC metre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

3.2.6 Organik madde

Değiştirilmiş Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar 1995).

3.2.7 Toplam azot

Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar 1995).

3.2.8 Bitkiye yarayışlı fosfor

Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde 0.5 M $NaHCO_3$ (pH=8.5) ile çıkartılan ekstraktta molibdo fosforik mavi renk yöntemine göre (Schimadzu Model UV 1201) spektrofotometresiyle belirlenmiştir.

3.2.9 Toplam kükürt

Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde sodyum bikarbonat ile yakılan toprak örneğinde sülfat haline dönüştürülen organik S, baryum sülfat şeklinde oluşturulan bulanıklığın koyuluğuna dayanılarak spektrofotometrede belirlenmiştir.

3.2.10 Potasyum

Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde 1.0 N amonyum asetat ile ekstrakte edilen topraktan elde olunan süzükteki (K Jenway PFP7) fleymfotometre ile belirlenmiştir.

3.3 Sera Denemesi

Sera denemesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan bitki materyalleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tıbbi bitkiler çeşit parselinden sağlanmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülen deneme deseni Çizelge 3.1.' de verilmiştir. Kükürt kaynağı olarak $(NH_4)_2SO_4$ kullanılmış ve N uygulamaları için eksik kalan azot NH_4NO_3' tan verilmiştir. Potasyum ve fosfor temel gübrelemesi için 50 ppm P ve 63 ppm K olacak şekilde KH_2PO_4 uygulanmıştır. Plastik saksılar içerisine polietilen torbalar yerleştirilmiş ve her bir saksıya deneme toprağından 10 kg konulmuş, deneme bitkisinden ise 8 adet adaçayı fidesi dikilmiş, fideler tuttuktan sonra 5' e seyreltme yapılarak bitki sayısı 5' e indirilmiştir. Deneme 19.07.2004 tarihinde kurulmuştur. Deneme süresince saksılar saf su ile sulanmıştır. Bitkide yaprak bitine rastlanıldığından 19.08.2004 tarihinde, etkili maddesi imidacloprid olan "Confidor" verilmiştir. Biçim bir kez çiçeklenme başlangıcında 23.09.2004 tarihinde yapılmıştır. Bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiştir. Hasat öncesi bitki boyu ölçülmüştür. 48 bitki örneğinin yaş ağırlıkları, kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme Deseni

S Uygulaması (ppm)	N Uygulaması (ppm)			
	50	75	100	125
0	1-2-3-4	13-14-15-16	25-26-27-28	37-38-39-40
20	5-6-7-8	17-18-19-20	29-30-31-32	41-42-43-44
40	9-10-11-12	21-22-23-24	33-34-35-36	45-46-47-48

3.4 Denemede Ele Alınan Özellikler

3.4.1 Bitki boyu (cm)

Biçimden önce bitkilerde toprak seviyesinden en uç noktaya kadar olan yükseklik ölçülerek bulunmuştur.

3.4.2 Yeşil herba verimi (g/bitki)

Uygulamaları temsil eden bitkiler toprak seviyesinden biçildikten sonra, yaş ağırlıkları belirlenmiştir.

3.4.3 Drog herba verimi (g/bitki)

Yeşil bitki örneği 35 ^{o}C' ye ayarlı etüvde 3 gün süre ile bekletilerek kurutulmuştur. Bulunan kuru ağırlık üzerinden drog herba verimleri olarak değerlendirilmiştir

3.5 Bitki Analizleri

3.5.1 Toplam azot (N)

Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.5.2 Toplam fosfor (P)

HNO_3+$HClO_4$ (4:1) asit karışımı ile yaş yakılan örneklerde vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre (Schimadzu Model UV 1201) spektrofotometresiyle belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.5.3 Toplam potasyum (K)

HNO_3 +$HClO_4$ (4:1) asit karışımı ile yaş yakılan örneklerin (Jenway Model PFP) fleymfotometrede okunmasıyla belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.5.4 Toplam kükürt (S)

Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde türbidimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

3.5.5 Uçucu yağ oranı (%)

Drog herbada Neo-clevenger cihazında volümetrik yöntemle bulunmuştur (Ceylan 1987).

3.5.6 Uçucu yağ verimi

Drog herbadan tespit edilen uçucu yağ oranı değerinin, drog herba verimi ile çarpılmasından elde edilmiştir.

3.6 İstatistik Analizleri

Araştırma sonucunda elde edilen rakamsal değerler varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen karakterlerin ve interaksiyonların önemlilik kontrolü F testi ile, ortalamaların farklılık gruplandırmaları ise Duncan testi ile yapılmıştır (Düzgüneş vd 1987).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprağın, yapılan analizlerde bulunan bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi deneme toprağının killi tınlı bünyeye sahip, az organik maddeli, orta kireçli, tuzsuz ve alkalin reaksiyonlu olduğu belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtsever 1974)

Çizelge 4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Miktar
Tekstür sınıfı	Killi tın
Kum %	33
Silt %	37
Kil %	30
Tarla Kapasitesi, %	23.21
pH	8.02
Kireç ($CaCO_3$), %	5.91
EC, mS/cm	0.26
Organik madde, %	1.94
Toplam azot, %	1.128
Yarayışlı P, ppm	11.39
Alınabilir K, ppm	1.168
Toplam S, ppm	4.59

4.2 Bitki Boyu

Farklı dozlarda azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyuna ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F - Değeri
Genel	47	1303.979		
S dozları	2	196.792	98.3960	4.7120*
N dozları	3	65.063	21.6880	1.0386
SxN	6	290.375	48.3960	2.3176
Hata	36	751.750	20.882	

* % 5 düzeyinde önemli

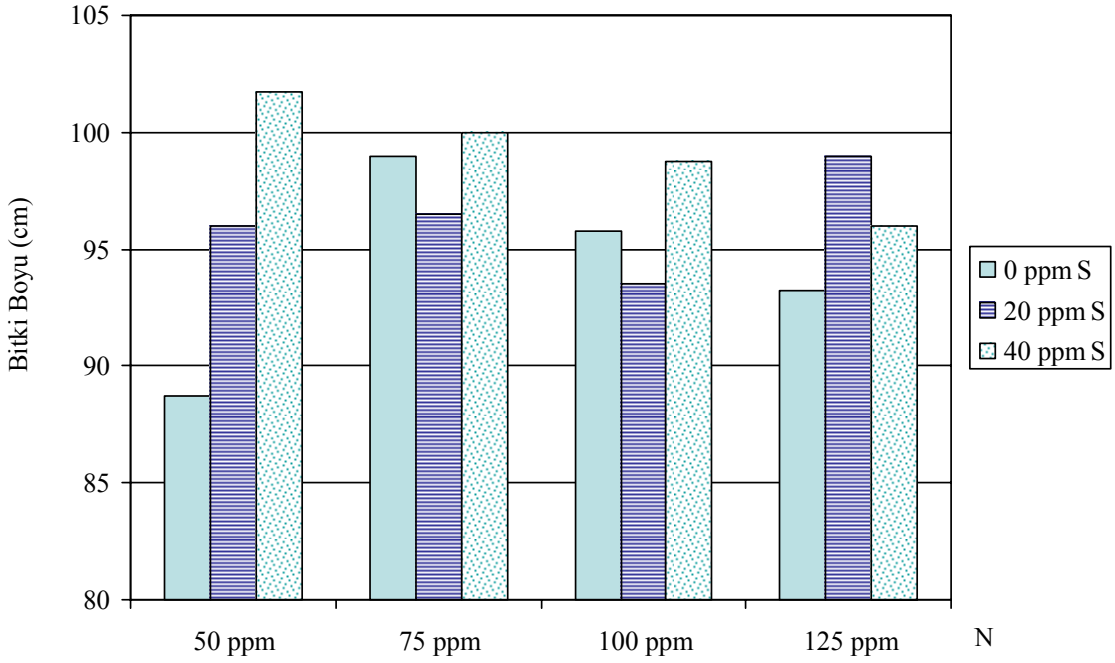
Çizelge 4.2' de görüldüğü gibi kükürt ve azot uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyuna S' ün etkisi istatistiki bakımdan % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulanan S dozu arttıkça bitki boyu artmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1 incelendiğinde en yüksek ortalama bitki boyu 99.13 cm ile 40 ppm S uygulamasından, en düşük bitki boyu ortalaması ise 94.19 cm ile kontrolden elde edilmiştir. Bitki boyu açısından bu iki uygulama arasındaki fark önemli olmuştur.

Çizelge 4.3 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyu (cm)

Uygulanan S (ppm)	Uygulanan N (ppm)				
	50	75	100	125	Ortalama
0	88.75	99.00	95.75	93.25	94.19 b
20	96.00	96.50	93.50	99.00	96.25 ab
40	101.75	100.00	98.75	96.00	99.13 a
Ortalama	95.50	98.50	96.00	96.08	

LSD=3.398



Şekil 4.1 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının bitki boyu (cm)

Azot uygulaması bitki boyunu önemli düzeyde etkilememiş, ancak en yüksek ortalama bitki boyu 98.50 cm ile 75 ppm N uygulamasından elde edilmiştir.

4.3 Yeşil Herba Verimi

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayının yeşil herba verimine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının yeşil herba verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F- Değeri
Genel	47	2729.989		
S dozları	2	732.263	366.1320	9.6419**
N dozları	3	457.126	152.3750	4.0127*
SxN	6	173.574	28.9290	0.7618
Hata	36	1367.026	37.973	

** % 1 ve * % 5 düzeyinde önemli

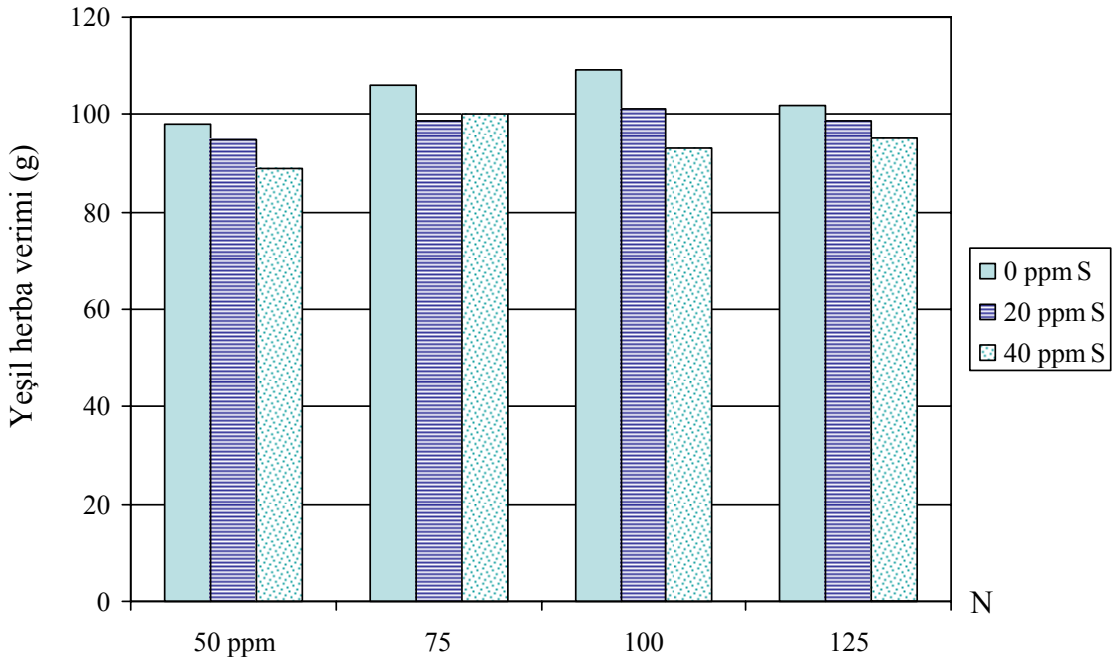
Kükürt ve azot uygulanarak yetiştirilen adaçayının yeşil herba verimine kükürdün etkisi istatistiki bakımdan % 1 ve azotun etkisi istatistiki bakımdan % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Uygulanan S arttıkça yeşil herba verimi azalmıştır. Yüksek düzeyde uygulanan S yeşil herba verimini kontrole göre önemli derecede azaltmıştır. En yüksek yeşil herba verimi ortalaması 103.82 g ile 0 ppm S uygulamasından, en düşük yeşil herba verimi ise 94.28 g ile 40 ppm S uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.2).

Çizelge 4.5 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının yeşil herba verimi (g)

Uygulanan	N (ppm)				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	97.87	106.17	109.30	101.95	103.82 a
20	95.04	98.87	101.12	98.62	98.41 ab
40	88.83	100.01	93.22	95.06	94.28 b
Ortalama	93.91 b	101.69 a	101.21 a	98.54 ab	

LSD=5.223



Şekil 4.2 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının yeşil herba verimi (g)

Uygulanan N' un 75 ve 100 ppm dozu yeşil herba verimini artırmıştır ve bu artış önemli bulunmuştur. Azot dozları bakımından en yüksek yeşil herba verimi ortalaması 101.69 g ile 75 ppm N uygulamasından elde edilmiştir. En düşük yeşil herba verimi ortalaması ise 93.91 g ile 50 ppm N uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.2).

Her iki parametrenin de bitki boyu açısından önemi bulunmasına rağmen birlikte etkileri önemsiz bulunmuştur.

4.4 Drog Herba Verimi

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayının drog herba verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının drog herba verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

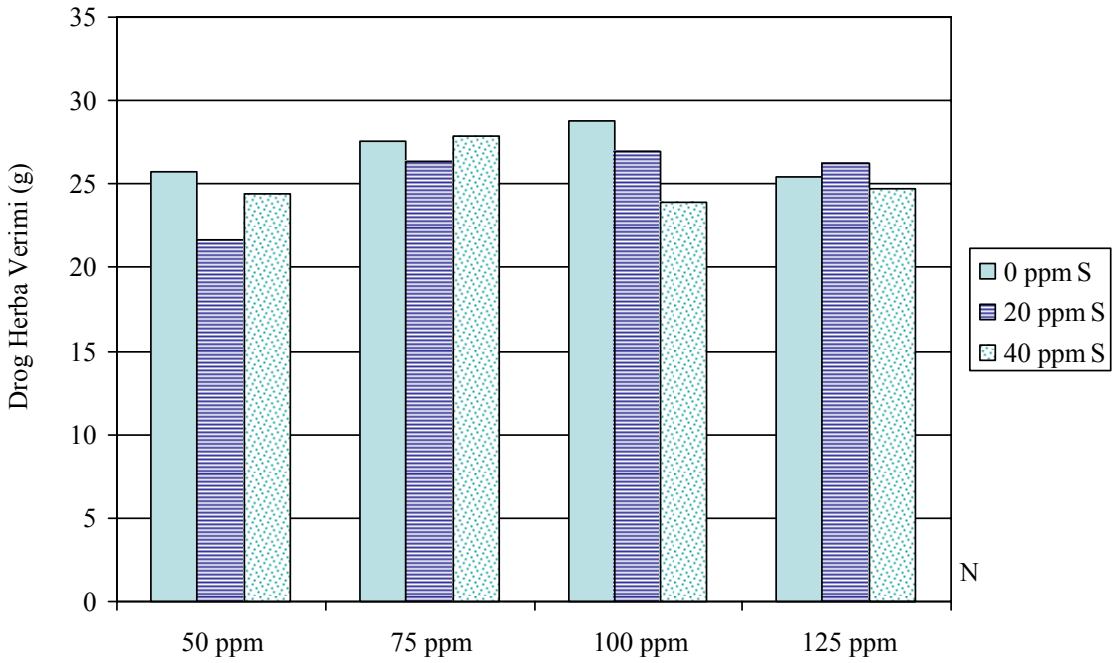
Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F-Değeri
Genel	47	533.252		
S dozları	2	27.558	13.7790	1.3004
N dozları	3	76.38	25.4600	2.4029
SxN	6	64.448	10.7410	1.0138
Hata	36	364.866	10.135	

Çizelge 4.6' da görüldüğü gibi azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayının drog herba verimini, uygulanan azot ve kükürdün istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Çizelge 4.7 ve Şekil 4.3 incelendiğinde en yüksek ortalama drog herba verimi 26.88 g ile kontrolden, en düşük drog herba verimi ortalaması ise 25.22 g ile 40 ppm S uygulamasından elde edilmiştir.

Azot dozları bakımından en yüksek drog herba verimi ortalaması 27.26 g ile 75 ppm N uygulamasından elde edilmiştir. En düşük drog herba verimi ortalaması ise 23.93 g ile 50 ppm N uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının drog herba verimi (g)

Uygulanan	Uygulanan N (ppm)				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	25.70	27.54	28.83	25.43	26.88
20	21.67	26.41	26.96	26.23	25.32
40	24.42	27.85	23.94	24.69	25.22
Ortalama	23.93	27.26	26.58	25.45	



Şekil 4.3 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının drog herba verimi (g)

4.5 Toplam azot (N)

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azota ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının toplam azota ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F - Değeri
Genel	47	4.212		
S dozları	2	0.242	0.121	1.6383
N dozları	3	0.713	0.238	3.2203*
SxN	6	0.600	0.100	1.3543
Hata	36	2.658	0.074	

* % 5 düzeyinde önemli

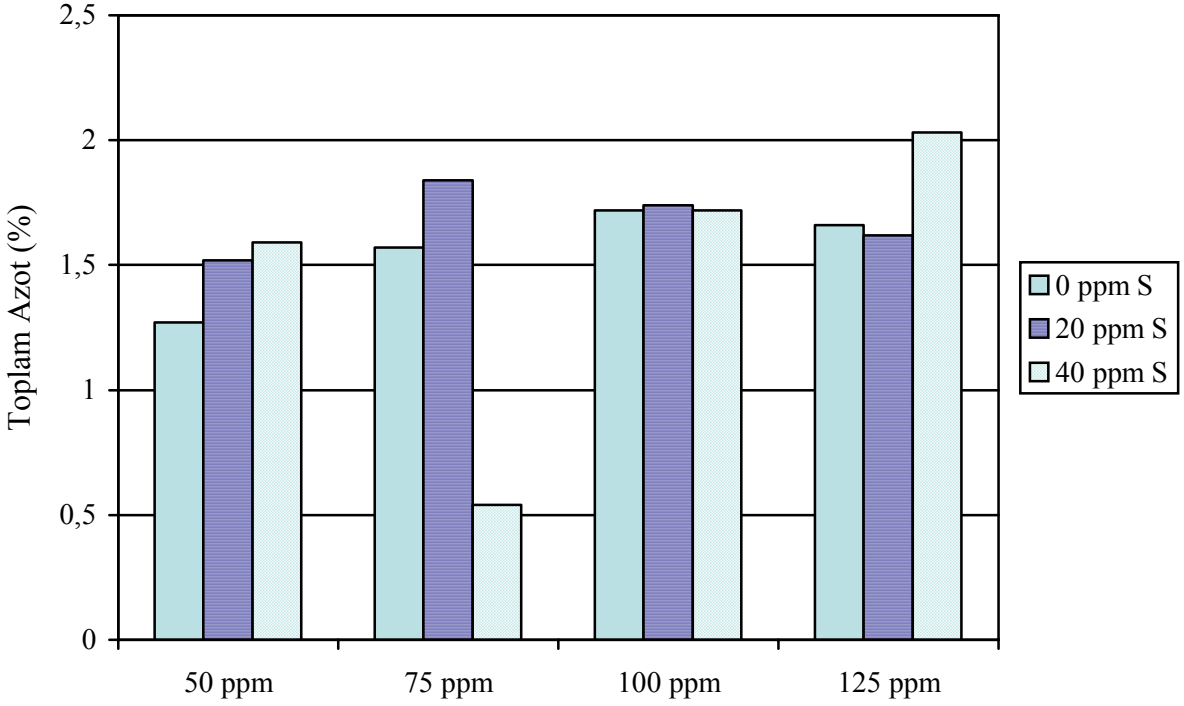
Çizelge 4.8' de görüldüğü gibi kükürt ve azot uygulanarak yetiştirilen adaçayında N ortalamaları istatistiki bakımdan % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulanan N dozu arttıkça bitkide N ortalaması artmıştır.

Çizelge 4.9 ve Şekil 4.4 incelendiğinde görüleceği gibi en yüksek ortalama N % 1.72 ile 40 ppm S uygulamasından, en düşük N ortalaması 1.55 ile 0 ppm S' ten elde edilmiştir.

Çizelge 4.9 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot (%)

Uygulanan	Uygulanan N (ppm)				
S Dozları	50	75	100	125	Ortalama
0	1.27	1.57	1.72	1.66	1.55
20	1.52	1.84	1.74	1.62	1.68 N
40	1.59	1.54	1.74	2.03	1.72
Ortalama	1.46 b	1.65 ab	1.73 ab	1.77 a	

LSD=0.02627



Şekil 4.4 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam azot (%)

Azot dozları bakımından en yüksek ortalama N % 1.77 ile 125 ppm N uygulamasından elde edilmiştir.

4.6 Toplam fosfor (P)

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam fosfora ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10' da verilmiştir.

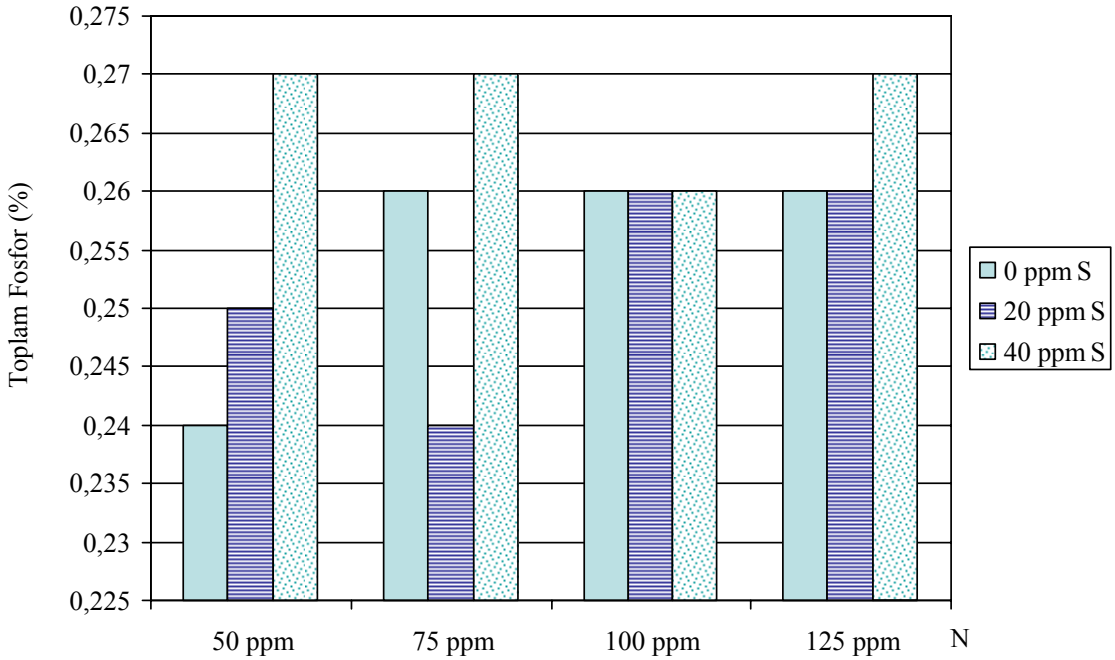
Çizelge 4.10 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının toplam fosfora ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F- Değeri
Genel	47	0.006		
S dozları	2	0.001	-	14.6156
N dozları	3	0.001	-	4.2178
SxN	6	0.002	-	7.8015
Hata	33	0.002	-	

Çizelge 4.11 incelendiğinde en yüksek toplam fosfor ortalaması % 0.27 ile 40 ppm S' ten, en düşük toplam fosfor ortalaması ise % 0.25 ile 20 ppm S' ten elde edilmiştir.

Çizelge 4.11 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam fosfor (%)

Uygulanan	Uygulanan N (ppm)				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	0.24	0.26	0.27	0.26	0.25
20	0.25	0.24	0.26	0.26	0.26
40	0.27	0.27	0.26	0.27	0.27
Ortalama	0.25	0.26	0.26	0.26	



Şekil 4.5 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam fosfor (%)

Uygulamalar arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır.

4.7 Toplam Potasyum (K)

Farklı dozlarda azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam potasyuma ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Çizelge 4.12 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının toplam potasyuma ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F- Değeri
Genel	47	7.191		
S dozları	2	0.502	0.2510	1.6610
N dozları	3	0.104	0.0350	0.2297
SxN	6	0.150	0.1920	1.2700
Hata	36	5.435	0.1510	

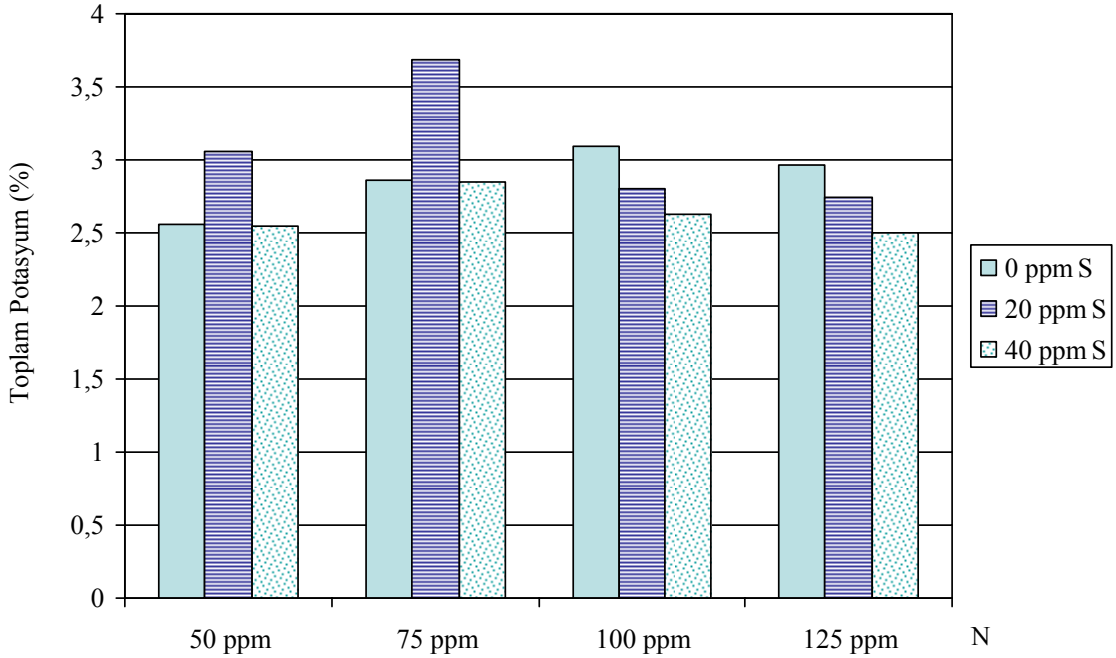
Çizelge 4.12' de görüldüğü gibi adaçayında uygulanan azot ve kükürt dozlarının toplam K miktarına istatistiksel açıdan önemi bulunmamıştır.

Çizelge 4.13 incelendiğinde en yüksek toplam K miktarı ortalaması % 2.87 ile 0 ppm S 'ten, en düşük toplam K miktarı ise % 2.63 ile 40 ppm S' ten elde edilmiştir.

Azot dozları bakımından en düşük toplam K miktarı ortalaması % 2.72 ile 50 ppm N 'tan elde edilmiştir. En yüksek toplam K miktarı ortalaması ise % 2.84 ile 100 ppm N 'tan elde edilmiştir.

Çizelge 4.13 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam potasyum (%)

Uygulanan	Uygulanan N Dozları				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	2.56	2.86	3.10	2.97	2.87
20	3.06	2.69	2.79	2.74	2.82
40	2.55	2.85	2.63	2.51	2.63
Ortalama	2.72	2.80	2.84	2.74	



Şekil 4.6 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam potasyum (%)

4.8 Toplam Kükürt (S)

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kükürde ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14' de verilmiştir.

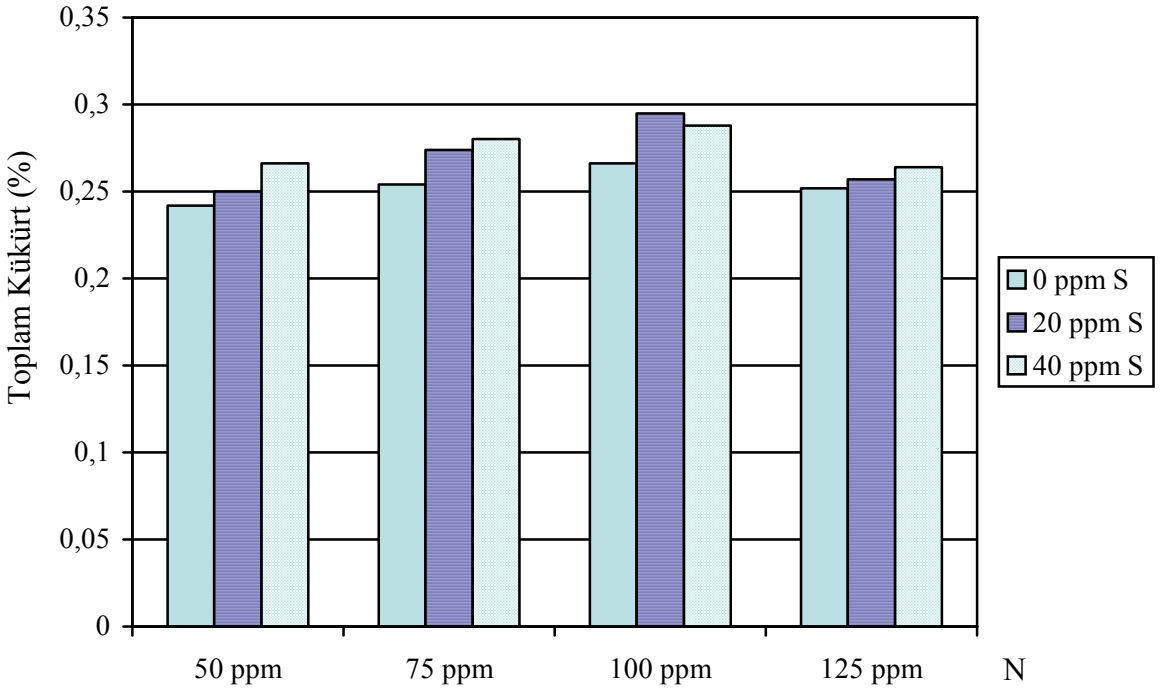
Çizelge 4.14 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kükürde ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F- Değeri
Genel	47	0.041		
S dozları	2	0. 004	0.002	2.3701
N dozları	3	0.007	0.002	2.6237
SxN	6	0.001	0.001	0.2055
Hata	36	0.030	0.001	

Çizelge 4.14' de görüldüğü gibi adaçayında uygulanan azot ve kükürdün toplam S miktarına istatistiksel açıdan önemi bulunmamıştır.

Çizelge 4.15 incelendiğinde en yüksek toplam S miktarı ortalaması % 0.275 ile 40 ppm S ' ten, en düşük toplam S miktarı ise % 0.254 ile 0 ppm S' ten elde edilmiştir.

Azot dozları bakımından en düşük toplam S miktarı ortalaması % 0.253 ile 50 ppm N uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek toplam S miktarı ortalaması ise % 0.283 ile 100 ppm N' tan elde edilmiştir.



Şekil 4.7 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kükürt (%)

Çizelge 4.15 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayında toplam kükürt (%)

Uygulanan	Uygulanan N (ppm)				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	0.242	0.254	0.266	0.252	0.254
20	0.251	0.275	0.295	0.257	0.270
40	0.266	0.281	0.289	0.265	0.275
Ortalama	0.253	2.70	2.83	2.58	

4.9 Uçucu yağ oranı

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında uçucu yağ oranına ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16' da verilmiştir.

Çizelge 4.16 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ oranına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F- Değeri
Genel	47	5.185		
S dozları	2	3.323	1.662	384.50 **
N dozları	3	0.676	0.225	52.176
SxN	6	1.029	0.172	39.698 **
Hata	36	0.156	0.004	

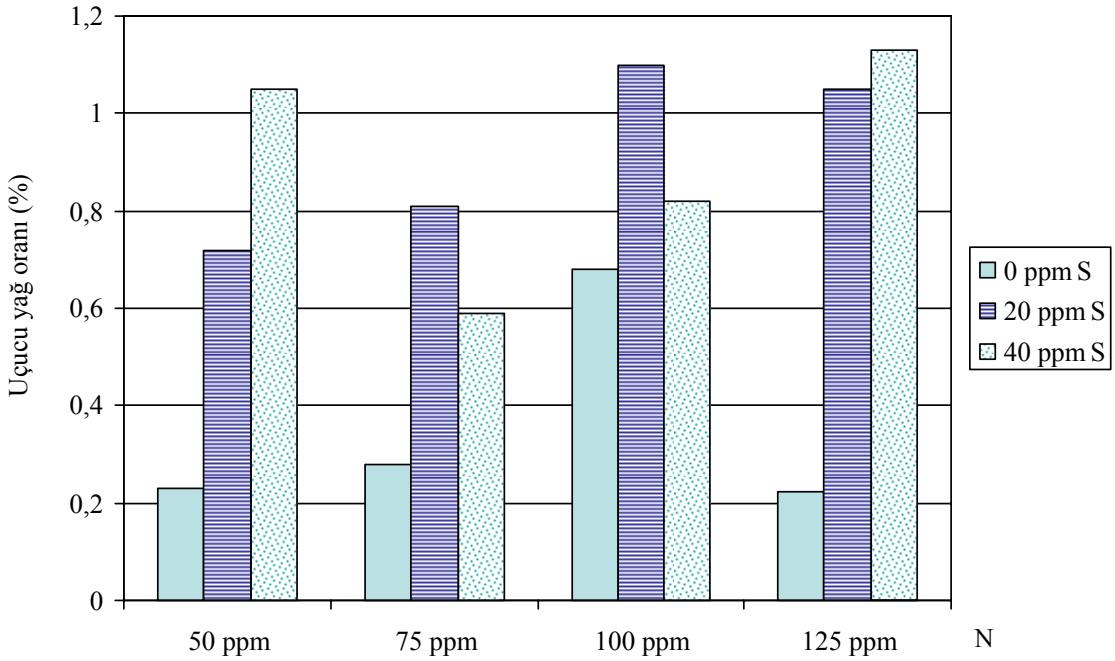
** % 1 düzeyinde önemli

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında uçucu yağ oranına ilişkin veriler Çizelge 4.17' de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tıbbi adaçayı bitkisinin uçucu yağ oranı artan düzeylerde uygulanan N ve S uygulamasına karşılık artmıştır.

Çizelge 4.17 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ oranı %

Uygulanan	Uygulanan N Dozları				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	0.29 b	0.29 ab	0.69 ab	0.22 b	0.36
20	0.72 ab	0.82 ab	1.11 b	1. 06 ab	0.92
40	1.05 ab	0.70 ab	0.83 ab	1.13 a	0.93
Ortalama	0.67	0.60	0.87	0.81	

LSD_S=0.3798 LSD_{SxN} =0.7595



Şekil 4.8 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ oranı %

Çizelge 4.16' da görüldüğü gibi kükürt ve azot uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ oranına S' ün etkisi istatistiki bakımdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Uygulanan S dozu arttıkça uçucu yağ oranı artmıştır. Çizelge 4.17 ve Şekil 4.8 incelendiğinde en yüksek ortalama uçucu yağ oranı % 0.93 ile 40 ppm S uygulamasından, en düşük ortalama uçucu yağ oranı ise % 0.35 ile kontrolden elde edilmiştir. Uçucu yağ oranı açısından bu iki uygulama arasındaki fark önemli olmuştur.

Azot uygulaması uçucu yağ oranını istatistiki açıdan etkilememiştir, ancak N ve S uygulamalarının birlikte artışıyla uçucu yağ oranında önemli bir artış olmuştur ve bu farklık istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek uçucu yağ oranı 40 ppm Sx125 ppm N uygulamasından ve en düşük uçucu yağ oranı 0 ppm Sx50 ppm N uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.17).

4.10 Uçucu yağ verimi

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında uçucu yağ verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18' de verilmiştir.

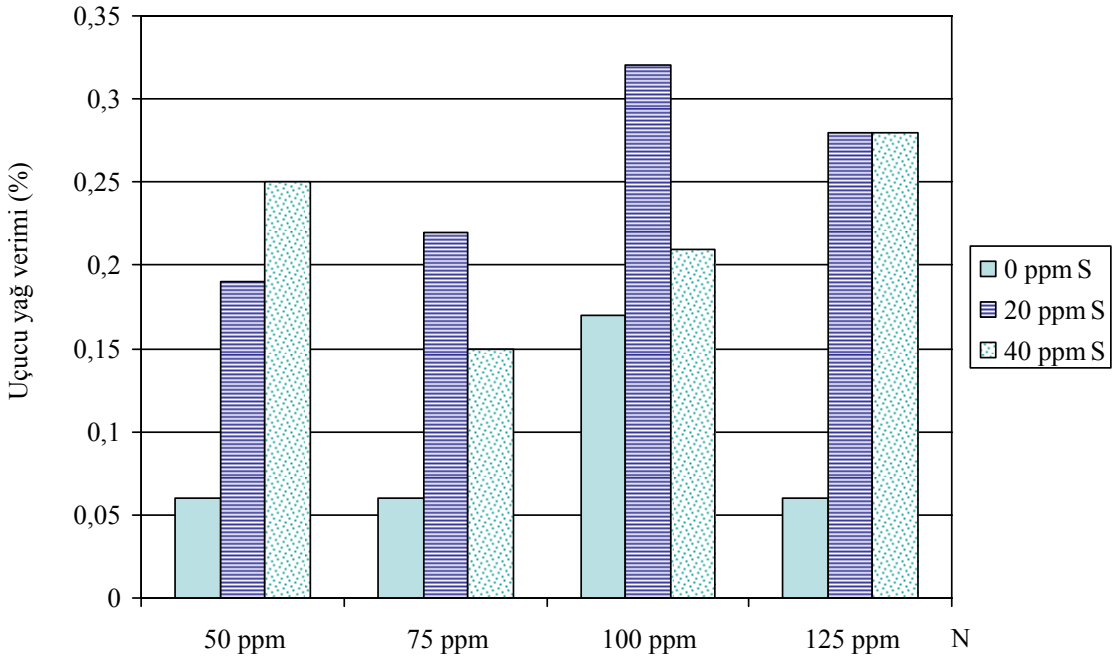
Çizelge 4.18 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S. D.	K. T.	K. O.	F- Değeri
Genel	47	0.406		
S dozları	2	0.256	0.128	111.26
N dozları	3	0.055	0.018	16.053
SxN	6	0.053	0.009	7.752
Hata	36	0.041	0.001	

Azot ve kükürt uygulanarak yetiştirilen adaçayında uçucu yağ verimine ilişkin veriler Çizelge 4.19' da verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tıbbi adaçayı bitkisinin, uçucu yağ oranı artan düzeylerde uygulanan N ve S uygulamasına karşılık nispi bir artış göstermiştir. Ancak bu artış istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.19 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ verimi %

Uygulanan	N Dozları				
S (ppm)	50	75	100	125	Ortalama
0	0.06	0.06	0.17	0.06	0.08
20	0.19	0.22	0.32	0.28	0.26
40	0.25	0.27	0.21	0.28	0.26
Ortalama	0.17	0.19	0.23	0.20	



Şekil 4.9 N ve S uygulanarak yetiştirilen adaçayının uçucu yağ verimi %

Şekil 4.9 incelendiğinde en yüksek uçucu yağ verimi 100 ppm N, 20 ppm S uygulamasından elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Adaçayı bitkisinin, yeşil herba verimi ve drog herba verimi N uygulamasıyla artmıştır. 50 ppm N uygulamasında yeşil herba verimi 97.87 g, drog herba verimi 25.7 g iken 100 ppm N uygulamasında yeşil herba 109.3 g olmuştur. 125 ppm N uygulamasında yeşil herba ve drog herba verimi azalmıştır. Benzer konularda araştırma yürüten araştırıcıların (Ceylan 1979, Arabacı 1989, Ceylan 1990, Ceylan 1994, Karaaslan 1994, Ceylan 1996, Fraser and Wish 1997, Radanovic 1999, Katar 2004) yeşil herba ve drog herba verimi yönünden elde etmiş oldukları sonuçlar ile uyum içerisinde olmuştur.

Bu çalışmada N uygulamasının uçucu yağ miktarına etkisi SxN etkileşimi ile görülmüştür. Yalnızca N uygulaması ve uçucu yağ arasında ilişkinin belirlenemediği benzer çalışmalar bulunsa da (Ceylan 1979, Arabacı 1989, Ceylan 1996, Fraser ve Wish 1997) uçucu yağ miktarının azot uygulamasıyla artış kaydettiğini bildiren çalışmalar da (Ceylan 1990, Karaaslan 1994, Kıtıkı 1995, Tiwari ve Banafar 1995, Katar 2004) mevcuttur.Yapılan araştırmalar uçucu yağ miktarı üzerine gübreleme, toprak yapısı, tekstür, iklim, sulama, dikim sıklığı, hasat zamanı gibi birçok faktörün etkili olduğunu göstermiştir. Uçucu yağ miktarına N uygulamasının etkisi hasat zamanına bağlı olarak ikinci yıl görülebilirdi (Ceylan 1990, Radanovic 1999).

Kükürt uygulaması uçucu yağ verimini önemli ölçüde artırmıştır. Azot ile beraber uygulamada en fazla uçucu yağ miktarına ulaşılmıştır. Önceki çalışmalarda (Mahmoud 2002) kükürt kullanarak yağ miktarında artış kaydettiklerini bildirmiştir.

Bitkide toplam S miktarı, uygulanan S miktarıyla artmıştır. Ancak kükürt ile birlikte uygulanan N düzeyinin arttırılmasıyla toplam S miktarı düşmüştür. Benzer konularda araştırma yürüten araştırıcıların (Hrivna 1999, Mahmoud 2002, Smatavona 2004, Macz 2005) toplam S miktarı yönünden elde etmiş oldukları sonuçlar ile uyum içerisinde olmuştur.

Kontrol grubunda bitki boyunun bodur kalması bitkilerin kükürt noksanlığında kök gelişmesine göre tepe gelişmesinin daha fazla etkileniyor olmasından kaynaklanabilir. Kükürt uygulanan bitkilerde bitki boyu uzamasına rağmen, bitki ağırlığında azalma gözlenmiştir.

Bitkide toplam fosfor ve potasyum miktarına azot ve kükürt uygulamalarının etkisi görülmemiştir. Bitkide toplam azot miktarı azot uygulamasına bağlı olarak artmış, en yüksek toplam N miktarı % 1.8' le 125 ppm azot uygulamasında sağlanmıştır. En düşük toplam N miktarı ise % 1.5' le 50 ppm azot uygulamasında görülmüştür. Bu fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tıbbi adaçayında verim kriterleri özellikle yeşil ve drog herba verimi ile uçucu yağ olduğu için kükürt ve azot uygulamasının verimi artırdığı söylenebilir. Ancak verim artışı için kükürt ve azot miktarının toksik etki yapmayacak şekilde ayarlanması gereklidir. Bu çalışmada genel olarak 125 ppm azot uygulaması verim kriterlerinde olumsuz etki yaratmıştır. Uçucu yağ, drog ve yaş herba verimi açısından en iyi sonuçlar 100 ppm N ve 20 ppm S uygulamalarıyla elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

Arabacı, O. 1989. Bazı parfüm bitkilerinde (*Lavandula angustifolia Mill*., *Mellissa officinalis L*., *Salvia sclarea L*.)verim ve onto genetik varyabilite üzerine araştırmalar. Yüksek lisans tezi, İzmir.

Arslan, N., Gürbüz, B. ve Yılmaz, G. 1995. Adaçayı *(Salvia officinalis L.)*'ında Tohum Tutma Oranı ve İndol Butirik Asitin (IBA) Gövde Çeliklerinin Köklenmesine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Tr. J. of Agriculture and Forestry, TÜBİTAK, 19: 83-87.

Baydar, H. 2001. Isparta'nın Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Çeşitliliği ve Kültüre Alma Olanakları, Süleyman Demirel Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 5 Sayı 1: 35-44.

Bouyoucos, G.J. 1951.A recalibration of Hydrometer for making mechanical analysis of soils. Argon.J. 43:434-437.

Baydar, H., Çarkçı, K. ve Karadoğan, T. 2001 Isparta bölgesinde kültüre alınan aromatik bitkilerin drog ve uçucu yağ verimlerinin belirlenmesi.Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi cilt 5 sayı 1 sf 60-71 Isparta.

Ceylan, A., Yurtsever, M. ve Ozonsoy, Y. 1979 *Salvia officinalis* L'nin agronomik ve teknolojik özelliklerine azotlu gübrelemenin etkisi üzerinde araştırma Ege Üni Ziraat Fak Dergisi Cilt16 No:3 Sf 83-96.

Ceylan A.1987. Tıbbi Bitkiler II. (Uçucu Yağ İçerenler). E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:481. Bornova /İzmir.

Ceylan, A., Bayram, E. Ve Kaya, N. 1990 Sulamadan Lavanta *(Lavandula officinalis* L.) üretimi ve azotlu gübrenin etkisi üzerinde araştırma Ege Üni Ziraat Fak. Dergisi Cilt27 No:2 1990 Sf 205-213.

Ceylan, A. , Bayram, E. Ve Özay, N. 1994a. *Melissa officinalis* L.(Oğulotu), 'nin Agronomik ve teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar, Doğa Tr. J. Of Agricultural and Forestry, 18:125-130.

Ceylan, A., Bayram, E. ve Özay, N., Otan, N., Sarı, O.A., Çarkacı, N.,Polat, M., Kıtıkı, A., Oğuz, B., Kudat, S. 1994b. *Salvia officinalis L.*(Tıbbi Adaçayı), Üzerine Agroteknik araştırmalar, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Ege tarımsal Araştırmalar Enstitüsü İzmir.

Ceylan, A., Bayram, E. ve Özay, N. 1996 farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının lavanta (*Lavandula angustifolia Mill*)'nın bazı agronomik ve teknolojik özelliklerine etkisi Tr. J. Of Agricuture and Forestry 20 567-572 Tübitak

Delate, K., Duppong, L., Renaud, E., Cambardella., C., Soberg, R. and Thompson, T. 2002. Improving the Quality of Organic Herb Production and Marketing., www.ofrf.org. Erişim Tarihi : 10 Mart 2006.

Doğan, A., 1972. *Salvia Cryptantha* Montbr. Et Auch. Uçucu Yağı Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları; 622. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler : 365 A.Ü. Basımevi.

Düzgüneş, O. , Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 1021, Ders Kitabı, 295. Ankara.

Fraser, S. and Whish, J. 1997 Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Department of Agronomy and Soil Science, University of New England.

Frohne, D. and Jensen, U. 1998. Systematik des Pflanzenreichs, 5 Aufl. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.

Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme A.Ü.Z.F Yayın No:1514, Ankara.

Gürbüz, B. 1993. Türkiye'de Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Yetiştirme Çalışmaları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi, 93 :51-52.

Han, J.P, Liang Z.S, Sun Q, Wei X.R, Wang J.M and Deng H.S. 2004. Study on the characteristic of assimilating nitrogenous phosphorous fertilizer and the accumulation disciplinarian of total tanshinons of Salvia miltiorrhiza Pubmed 29(3):207-1 Chienese.

Hrivna, L , Richter,R. and Hlusek, J.2002. Effect of increasing doses of nitrogen and sulphur on chemical composition of plants, yields and seed quality in winter rape. Rostlinna Vyroba, 48, 2002 (1).

Jeong, B**.** and Chiwon W.L. 1992.Ammonium and Nitrate Nutrition Of 11 Bedding Plant Species. ISHS Acta Horticulturae 319 International Symposium on Transplant Production Systems Japan.

Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri .II. Bitki Analizleri. AÜ.Z.F Yayınları:453. Uygulama Klavuzu :155, Ankara.

Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri .III. Toprak Analizleri. AÜ.Z.F Vakfı Yayınları. No:3, Ankara.

Kacar, B ve Katkat , A.V (1998). Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:127 Vipaş Yayınları No:3, Bursa.

Karaaslan, D. 1994. Salvia Populasyonlarında Farklı Azot Uygulamalarında Drog Verimi ve Kemotaksonomik Araştırmalar, Çukurova Üni. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi.

Katar, D. 2004. Oğulotu (Melissa officinalis L.)'nda farklı bitki sıklığı ve azot dozlarının verim ve verim özelliklerine etkisi Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi.

Kıtıkı, A., Sarı, A.O., Dizdaroğlu, T. ve Oğuz, B. 1995. Türkiye'de tıbbi ve kokulu bitkilerin genel durumu ve Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Çalışmaları.Workshop tıbbi ve aromatik bitkiler , 25-26 Mayıs Bildiri özetleri, İzmir 13-16.

Macz, O., Paparozzi, E.T. and Stroup, W.W. 2005. Effect of Nitrogen and Sulphur Applications on Pot Chrysanthemum Production and Postharvest Performance Research Report, Lincoln.

Mahmoud, M.A., Kandil, H., Omer, E.E., Sator, C. and Salah, A. 2002. Fruit and Essential Oil Yield of Fennel (foeniculum vulgare Mill.), grown with fertilizer sources for organic farming in Egypt, www.fal.de. Erişim Tarihi : 01 Nisan 2006.

Özgüven, M. ve Kırıcı, S. 1988. Tıbbi Bitkilerin Kültürü ve Karşılaşılan Sorunlar. I. Orman Tali Ürünleri Sempozyumu, Ormancılık ve Tabiatı Koruma Vakfı, Ankara.

Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F. ve Ekren , S. 1999. Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti.

Özkan, İ., 1985. Toprak Fiziği A.Ü.Z.F Yayınları:946.

Radanovıc, D., Jevdovi, R. and Drazic, S.1999. Influence Of Plant Density And Nitrogen Fertilization On Yield And Quality Of Sage (*Salvia Officinalis* L.) Institute for Medicinal Plant Research "Dr Josif Pancic", 11000 Belgrade, Tadeusa Koscuska 1, FR Yugoslavia.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, USDA, Salinity Laboratory, Agricultural Handbook, No:60, Washington D.C, 160.

Smatanova, M., Richter,R. and Hlusek, J.2004. Spinach and pepper response to nitrogen and sulphur fertilization. Plant Soil Environ, 50, 2004 (7).

Tiwari, R.J. and R.N.S. Banafar, 1995. Application of nitrogen and phosphorus increases seed yield and essential oil of coriander. Indian Cocoa , Arecanut and Spices *J.*, 19: 51-5.

Yenikalaycı, A., 1998. Çukurova Bölgesinde Doğal Adaçayı Türleri (Salvia ssp.) ile tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis L.*)'nın Kültürü ve Kemotaksonomik Araştırmalar, Çukurova Üni. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek lisans Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : PINAR OKTAY KOÇ

Doğum Yeri: SİVAS

Doğum Tarihi: 05.07.1978

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Lisesi (1993 - 1995

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü (1996 - 2002)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (2003-2006)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Denizli Buldan Tarım Kredi Kooperatifi / Ziraat Mühendisi (2006-)