



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KÜKÜRT FORM VE DOZLARININ TÜTÜNÜN VERİM VE
KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HACI DURAN CİNGÖZ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet KINAY

TOKAT-2023

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Ahmet KINAY danışmanlığında hazırlamış olduğum “**Kükürt Form ve Dozlarının Tütünün Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

23/08/2023

Hacı Duran CİNGÖZ



ÖZET

KÜKÜRT FORM VE DOZLARININ TÜTÜNÜN VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Cingöz, Hacı Duran

Yüksek Lisans, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet Kınay

Ağustos 2023, viii + 45 sayfa

Araştırma, kükürt form ile dozlarının tütünde verim ve kalite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme Tokat-Kazova şartlarında Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak 2021 yılında yürütülmüştür. Çalışmada Erbasma tütün çeşidi, üç kükürt formu (amonyum sülfat, kalsiyum sülfat, elementel kükürt) ve dört kükürt dozu (0, 2.5, 5, 10 kg/da) kullanılmıştır. Araştırmada incelenen özelliklerden bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, rutin ve klorojenik asit içeriğinde ortaya çıkan farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kuru yaprak verimi, nikotin oranı, indirgen şeker oranı, randıman, kükürt konsantrasyonu ve toplam azot içeriğinin ise istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Kükürt uygulaması ile bitki boyu 77.5-85.1 cm, yaprak sayısı 30.27-32.80 adet, yaprak eni 10.07-11.10 cm, yaprak boyu 20.53-21.67 cm, indirgen şeker oranı %1.70-2.38, toplam azot içeriği %2.42-3.70, kuru yaprak verimi 150-215.7 kg/da, nikotin oranı %0.49-1.13, randıman %51.56-57.66 ve kükürt konsantrasyonu %0.34-0.44 arasında değişmiştir. Kükürt uygulamasının tütün yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi arttırdığı görülmüştür. Sonuç olarak kalsiyum sülfat kükürt formu ve 2.5 kg/da dozunun verim açısından, kalsiyum sülfat kükürt formu ve 5 kg/da dozunun randıman açısından uygulanabilir olduğu görülmüştür. Ayrıca tütünde düşük nikotin elde edilmek istenirse elementel kükürt formunun 10 kg/da dozu yetiştiricilikte kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Yaprak Verimi, Nikotin Oranı, Randıman, İndirgen Şeker Oranı, Kükürt İçeriği

ABSTRACT

EFFECTS OF SULFUR FORMS AND DOSES ON YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF TOBACCO

Cingöz, Hacı Duran

Master's Thesis, Department of Field Crops

(Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet Kınay)

August 2023, viii + 45 pages

The study was conducted to determine the effects of sulfur form and doses on the yield and quality properties of tobacco. Field trial was carried out according to the experimental design of split plots in random blocks with three replications in Tokat-Kazova in 2021. In the study, Erbasma tobacco variety, three sulfur forms (ammonium sulfate, calcium sulfate, elemental sulfur) and four sulfur doses (0, 2.5, 5, 10 kg/da) were used. The differences in plant height, leaf number, leaf width, leaf length, rutin and chlorogenic acid content were found to be statistically insignificant. Dry leaf yield, nicotine ratio, reducing sugar ratio, quality grade index, sulfur concentration and total nitrogen content were determined to be statistically significant. With sulfur application, plant height, number of leaves, leaf width, leaf length, reducing sugar rate, total nitrogen content, dry leaf yield, nicotine ratio, grade index, sulfur concentration was varied in between, respectively 77.5-85.1 cm, 30.27-32.80 pieces, 10.07-11.10 cm, 20.53-21.67 cm, 1.70-2.38%, 2.42-3.70%, 150-215.7 kg/da, 0.49-1.13%, 51.56-57.66%, 0.34-0.44%. It has been observed that sulfur application increases yield and quality in tobacco cultivation. As a result, it was seen that calcium sulfate form and 2.5 kg/da dose were applicable in terms of yield, and calcium sulfate form and 5 kg/da dose were applicable in terms of quality grade index. Furthermore, for low nicotine tobacco could be preferred in plant production at 10 kg/da dose of elemental sulfur form.

Keywords: Leaf Yield, Nicotine Ratio, Quality Grade Index, Reducing Sugar Ratio, Sulfur Concentration

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmamı hayata geçirmeme yardımcı olan, bu çalışmanın planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübesiyle desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Ahmet KINAY'a en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Çalışmamın istatistik analiz kısmında desteğini esirgemeyen ve büyük katkıları olan sayın Arş. Gör. Erdem KARAKOÇ'a ve hayatımın her aşamasında olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

Hacı Duran CİNGÖZ

23/08/2023

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri	7
3.2. Materyal	8
3.3. Yöntem.....	8
3.3.1. Fide Yetiştiriciliği.....	8
3.3.2. Tarla Denemeleri	8
3.3.3. İncelenen Özellikler	9
3.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	11
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	12
4.1. Bitki Boyu (cm).....	12
4.2. Yaprak Sayısı	13
4.3. Yaprak Eni (cm).....	15
4.4. Yaprak Boyu (cm).....	16
4.5. Kuru Yaprak Verimi (kg/da)	17
4.6. Nikotin (%).....	19
4.7. İndirgen Şeker Oranı (%)	20
4.8. Rutin (ppm)	22
4.9. Klorojenik Asit (ppm)	23
4.10. Randıman (%)	25
4.11. Kükürt Konsantrasyonu (%)	26
4.12. Toplam Azot İçeriği (%)	28
5. SONUÇ.....	30
6. KAYNAKLAR	32
7. EKLER.....	41

8. ÖZGEÇMİŞ.....	45
-------------------------	-----------



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü vejetasyon dönemi iklim verileri	7
Çizelge 3.2. Çalışmanın yürütüldüğü arazinin toprak analiz sonuçları	7
Çizelge 4.1. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün bitki boyuna etkisine ait varyans analiz tablosu	12
Çizelge 4.2. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün bitki boyuna ait ortalama değerler (cm)	13
Çizelge 4.3. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak sayısına etkisine ait varyans analiz tablosu	14
Çizelge 4.4. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak sayısına etkisine ait ortalama değerler	14
Çizelge 4.5. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak enine etkisine ait varyans analiz tablosu	15
Çizelge 4.6. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak enine etkisine ait ortalama değerler (cm)	16
Çizelge 4.7. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak boyuna etkisine ait varyans analiz tablosu	16
Çizelge 4.8. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak boyuna etkisine ait ortalama değerler (cm)	17
Çizelge 4.9. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kuru yaprak verimi etkisine ait varyans analiz tablosu	18
Çizelge 4.10. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kuru yaprak verimi etkisine ait ortalama değerler (kg)	18
Çizelge 4.11. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün nikotin içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu	19
Çizelge 4.12. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün nikotin içeriğine etkisine ait ortalama değerler (%)	20
Çizelge 4.13. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün indirgen şeker oranına etkisine ait varyans analiz tablosu	21
Çizelge 4.14. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün indirgen şeker oranına etkisine ait ortalama değerler (%)	21
Çizelge 4.15. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün rutin içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu	22
Çizelge 4.16. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün rutin içeriğine etkisine ait ortalama değerler (ppm)	23
Çizelge 4.17. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün klorojenik içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu	23
Çizelge 4.18. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün klorojenik içeriğine etkisine ait ortalama değerler (ppm)	24
Çizelge 4.19. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün randımana etkisine ait varyans analiz tablosu	25
Çizelge 4.20. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün randımana etkisine ait ortalama değerler (%)	25

Çizelge 4.21. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kükürt konsantrasyonuna etkisine ait varyans analiz tablosu.....	26
Çizelge 4.22. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kükürt konsantrasyonuna etkisine ait ortalama değerler (%)	27
Çizelge 4.23. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün toplam azot içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu	28
Çizelge 4.24. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün toplam azot içeriğine etkisine ait ortalama değerler (%)	29



SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
da	Dekar
ha	Hektar
m	Metre
m ²	Metrekare
kg/da	Kilogram dekar
µl	Mikrolitre
nm	Nanometre
P ₂ O ₅	Fosfor pentaoksit
K ₂ O	Potasyum oksit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat

1. GİRİŞ

Tütün, dünyada gıda dışı amaçla üretilen tek yıllık endüstri bitkisidir. Dünyada yaklaşık 3.1 milyon hektar alanda 5.8 milyon ton, Türkiye’de ise 69 bin ha alanda 73 bin ton tütün üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2021a).

Türkiye’nin tütün üretimi yıldan yıla dalgalanmalar halinde azalmaya devam etmesine rağmen dünya oryantal tip tütün üretiminde lider konumdadır. Tütün piyasası ve oryantal tip tütüne olan talep göz önüne alındığında Türkiye’deki tütün üretiminin ve kalitesinin artırılması gerekmektedir.

Tütün bitkisinden yüksek yaprak verimi ve iyi kalite elde etmek için; azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi birincil makro besinlere, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ile kükürt (S) gibi ikincil makro besinlere ihtiyaç duyulmaktadır (Hoyos ve ark., 2015).

Oryantal tütün yetiştiriciliğinde başlıca kullanılan besin elementleri azot, fosfor ve potasyumdur. Ancak diğer makro ve mikro elementlerde tütünün verim ve kalitesi üzerine etki yapmaktadır. Geçmişte yapılan çalışmalarda kükürdün verim ve kaliteye etki ettiğini ifade eden çalışmalar bulunmaktadır. Ancak kullanılacak kükürt formu ve dozu ile ilgili literatür eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışma ile oryantal tütün üretiminde hangi kükürt formunun ve dozunun kullanımının verim-kaliteyi ne yönde etkileyeceği belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırmada tütünde kükürt uygulamasının bitkinin büyümesine, verim ve kalite özelliklerine katkısı incelenmiştir. İncelenen özelliklerin ve alınan verilerin ilerde yapılacak olan çalışmalara bilgi kaynağı olması ve tütüne dair yapılacak olan yeni bitki besleme çalışmalarının çeşitlenmesine katkı vererek bilimsel sonuçların ortaya konulması da hedeflenmiştir. Yapılan araştırma ile tütünde verim ve kalite potansiyelinin artmasına olanak sağlanması, böylelikle tütün üreticisi başta olmak üzere ülke ekonomisine katkı sunulmaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Bitkilerde besleme, verim ve kalite açısından önemlidir. Özellikle tütün gibi yaprakları kullanılan bitkilerde etkileri daha yüksek olmaktadır. Azot, fosfor ve potasyum yaygın kullanılan makro besin elementleri olup bunların yanı sıra kükürt de bitkiler için gerekli temel elementlerdendir. Huifang ve ark., (2007), tütünde kükürt uygulamasının verim ve kaliteye etkilerini incelemişler; azot, fosfor ve potasyumun yanında kükürtün dördüncü önemli makro besin elementi olduğunu vurgulamışlardır.

Kükürt bitkide savunma sistemini güçlendiren enzimatik antioksidanlar, karatenoidler ve tokoferoller gibi enzimatik olmayan antioksidanlarında yapısına katılmaktadır (Gill & Tuteja, 2010). Toprak pH'sını düşürmesi ve toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı bitkileri koruyucu özelliği olması bakımından da son derece önemlidir. Kükürt fotosentetik reaksiyonlar için gerekli bir element olup, eksikliğinde bitkilerde klorofil sentezi azalmakta, vejetatif gelişme yavaşlayarak yapraklar küçülmekte, vejetatif ve generatif organlarda sararmalar görülerek olgunlaşma gecikmektedir (Skwierawska ve ark., 2016).

Bitkilerde kükürt yeterlilik miktarı kuru ağırlıklarının %0.2-0.5'i arasındadır. Kükürt topraktan hem elementel hem de sülfat iyonları (SO_4^{2-}) veya havadan stomalar vasıtasıyla kükürt dioksit (SO_2) şeklinde alınabilir. Ayrıca toprağın pH seviyesi ile diğer iyonlar kükürt alımını etkilememektedir (Marschner, 1995; Nikiforova ve ark., 2005). Kükürt eksikliği ile birlikte bitkilerin sadece kükürt değil alabilecekleri diğer besin elementlerinin de seviyesi etkilenmektedir. Özellikle bitkilerin azot alımı ile topraktaki kükürt seviyesi arasında sıkı bir bağlantı mevcuttur (Barney & Bush, 1985; Kopriva ve ark., 2002; Khan ve ark., 2005). Kükürt bitkilerin azot kullanımını doğrudan etkileyen bitki besin elementidir. Böylece bitkilerin büyümesi, klorofil miktarı, fotosentez kapasiteleri, verim ve verime ait parametreler etkilenmektedir (Weil & Mughugh, 2000; Khan ve ark., 2005).

Kükürt uygulaması sadece bitkilerin gelişimini değil bununla birlikte toprak faunasının sayısı, çeşidi ve etkisini de olumlu etkilemektedir. Böylece birçok organik maddenin parçalanması hızlanmakta, bitkiler tarafından kullanılamayan elementel haldeki besin maddeleri indirgenerek bitkilere yararlı hale getirilmekte ve bitkiler tarafından kullanımı arttırılmaktadır (Zhao ve ark., 2008).

Kükürtün tütün yapraklarının büyümesinde ve kalitesinde önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Feng ve ark., 2018; Wang ve ark., 2018). Kükürt, tütünün büyümesi, gelişmesi ve metabolizması için gereklidir. Kükürt ayrıca çeşitli biyolojik ve biyolojik olmayan streslere karşı bitki tepkilerini düzenler. Ayrıca kükürt, glutatyon metabolizması ile ilişkili olarak tütün mozaik virüsüne (TMV) karşı direnci artırır (Höller ve ark., 2010). Kükürt için yeterli yaprak konsantrasyonları %0.18 ile %0.50 arasında değişir (Bryson ve ark., 2014). Kükürt eksikliği olan bir toprakta, tütün yapraklarının daha erken yaşlandığı gözlemlenmiştir. Bitkide kloroplast displazisi ve fotosentez inhibisyonu gösterdiği, böylece tütün bitkilerinin büyümesinin engellediği belirtilmiştir. Ayrıca, kükürt eksikliği olan bitkilerin yaprakları açık renkli, düzensiz bir kimyasal bileşime ve düşük kaliteye sahip olmaktadır (Zhu ve ark., 2013; Ma ve ark., 2017).

Cui ve ark., (2020), yaptıkları bir çalışmada toprağın mevcut kükürt içeriğinin, kükürt uygulama oranındaki kademeli artışla arttığını ve buna bağlı olarak yapraklardaki kükürt konsantrasyonunun da arttığını belirtmişlerdir. Tütün için kükürt uygulama oranı 4.5 kg/da olduğunda en yüksek yaprak verimine ulaşıldığı, bu nedenle tütün için kükürt uygulamasının 2.25-4.5 kg/da'ı geçmemesini önermişlerdir (Cui ve ark., 2020). Wang ve ark., (2018), yapraklardaki uygun kükürt konsantrasyonunun, tütün yapraklarının yanıcılığını artırmak için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık Tian ve ark., (2016), aşırı kükürt uygulamasının tütün yapraklarının yanıcılığının ve aromasının azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Kök tarafından emilen kükürtün bitkinin toprak üstü aksamlarına kolayca taşınabileceğini ve sonunda yapraklarda birikebileceği görülmüştür (Zhu ve ark., 2013). Bu nedenle, kükürt uygulaması optimumun üzerine çıktığında tütün yaprağı normal büyüme ve gelişmesinden daha fazla kükürt biriktirebileceği, bununla birlikte; kükürt belirli bir konsantrasyonu aşarsa, tütün yapraklarının kalitesinin düşeceği ön görülmektedir. Tütün yapraklarındaki kükürt konsantrasyonunu düzenlemek için kükürtlü gübre uygulamasının optimize edilmesinin önemini Cui ve ark., (2020), vurgulamışlardır.

Kükürtlü gübre uygulamasının, insan sağlığına çok zararlı kadmiyumun yapraklarda birikimi ve toksititenin üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada kükürtlü gübrelemenin bitkilerdeki kadmiyum konsantrasyonunu önemli ölçüde azalttığını ve kadmiyum toksitesine sahip bitkilerin fotosentez yapma eğilimini artırdığı belirtilmiştir. Tütün yaprağında kadmiyum birikimini azaltmak için kükürtlü gübre uygulamasının umut verici bir yaklaşım olduğu vurgulanmaktadır (Feng ve ark., 2018).

Kükürtlü gübrelemenin toprak pH'sı üzerindeki etkilerini ve tütünün büyümesi, verimi ve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada, kükürtlü gübreleme yapılan bitkilerin dikimden otuz gün sonra, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, kök, gövde ve yaprağın kuru ağırlığı sırasıyla %16-%37, %9-%28 ve %17-%25 arasında arttığı gözlemlenmiştir. Kükürt, tütün fidelerinin köklerinin erken büyümesini teşvik etmiş ve sonunda bitkinin kuru madde birikimini arttırmıştır. Toprağa 0.1-0.2 kg/m²'lik kükürt uygulamasının kurutulmuş yapraklardaki toplam azot ve nikotini önemli ölçüde artırdığını, ancak 0.3 kg/m² kükürt uygulamasının etkisiz olduğu görülmüştür. Kükürtlü gübrelemenin toprağın pH'sını önemli ölçüde azaltabileceğini, tütünün büyümesini, verimini ve kalitesini iyileştirebileceğini, alkali toprakta tütünün verim ve kalite özelliklerini artırmanın etkili yolu olduğunu vurgulamışlardır (Shao ve ark., 2012).

Artan dozlarda magnezyum sülfat uygulamalarının tütün bitkisinin yaprak verimi ve kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, artan dozlarda (0, 3, 6 ve 9 kg/da) MgSO₄ uygulamalarının Xanthi 81 tütün çeşidinin yaprak verimi, kalitesi ile yaprağın bazı kimyasal (Mg, S, N, K, P, nikotin, şeker, klorojenik ve rutin konsantrasyonu) içeriklerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada artan dozlarda MgSO₄ uygulaması ile yetiştirilen tütün çeşidinin yaprak veriminde artışlar meydana geldiği belirtilmiştir. Kontrol uygulamasının yaprak verimi (M0) 143.4 kg/da iken MgSO₄ 6 (M6) dozunda 175 kg/da'a çıktığı belirtilmiştir. Çalışmada, MgSO₄ uygulama dozları artışının kalite derecesini kısmen arttırdığı ancak istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir. Tütün için çok önemli bir alkaloid bileşeni olan nikotin konsantrasyonlarının toprağa artan dozlarda MgSO₄ uygulaması ile azalmış ancak bu azalmaların istatistiksel olarak önemsiz bulunduğu belirtilmiştir. MgSO₄ uygulamaları ile yaprak glikoz ve früktoz konsantrasyonlarında ortaya çıkan değişim istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir.

Tütün yapraklarının klorojenik asit konsantrasyonu M3 dozunda artışa, M6 ve M9 dozlarında ise azalışa neden olduğu bildirilmiştir. Rutin konsantrasyonlarında da değişim meydana geldiği, kontrol uygulamalarına göre M3 uygulamasında artışa neden olduğu, MgSO₄ uygulamasının diğer dozlarında ise artış ve azalışa neden olduğu belirtilmiştir (Kınay & Erdem, 2021).

Kurt ve Kınay (2021), yapmış oldukları çalışmada beş farklı azot formunun (N1; kontrol, N2; amonyum nitrat, N3; amonyum sülfat, N4; kalsiyum amonyum nitrat, N5 üre) tütünde verim ve kalite parametreleri üzerinde etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada verim ve nikotinin en düşük değerlerini amonyum sülfat formunda bulduklarını bildirmişlerdir.

Kükürt ve molibden elementlerinin burley tipi tütünün büyümesi, verim ve kalitesi üzerine etkileşiminin araştırıldığı bir çalışmada, 22.4 kg/da oranındaki SO₄²⁻ gübrelemenin, dekarda 20 kg yaprak verimini artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca tütünün büyümesini ve kurutulmuş tütün yapraklarındaki toplam azot miktarının da arttığı belirlenmiştir (Sims ve ark., 1979).

Sharma ve ark., (2023), patatesin verim ve kalitesine kükürtün etkilerini araştırdığı bir çalışmada, kuru madde içeriği, toplam şeker ve nişasta içeriği 4.5 kg/da kükürt dozu uygulaması ile artmıştır. En yüksek yumru verimi, iri ve orta boy yumru verimi, kuru madde içeriği, özgül ağırlık, şeker içeriği ve nişasta içeriği 4.5 kg/da kükürt uygulamasında bulunduğu bildirilmiştir.

Ayçiçeğinde azot ve kükürtün verim ve kaliteye etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 4 farklı kükürt dozu (0, 5, 10, 15) uygulaması yapılmıştır. Kükürt uygulamasının bitkilerde erken çiçeklenmeye neden olduğu belirtilmiştir. Bu sayede uzayan tohum olgunlaşma süresinin, verim artışına neden olduğu belirtilmiştir. Kükürt dozlarının artışının bitki boyu ve yağ verimin %5, bin dane ağırlığını ise %6.5 artırdığını sağladığını bildirmişlerdir. En yüksek tohum verimini dekara 5 kg kükürt uygulaması ile elde ettiklerini belirtmişlerdir. Ayçiçeğinde daha yüksek verim ve kalite için 5 kg/da kükürt uygulamasını önermişlerdir (Erbaş & Şenates, 2020).

Kükürtlü gübreleme ile kanola verimi ve kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada, kanolanın tohum verimi ve yağ kalitesi açısından kükürt gübrelemesine olumlu tepki verdiği belirtilmiştir. Yapılan çalışmada tohum verimi kontrol parsellerine kıyasla %53 artmıştır. Kontrol parsellerinde yağ içeriği %42.62 iken kükürt uygulanmış parsellerde %46.29 olduğu bildirilmiştir. Dekara 4.5 kg kükürt uygulamasının kanola tohumu verimini, biyolojik verim ve kalitesini artırdığı görülmüştür (Imran & Khan, 2017).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Çalışmanın yapıldığı bölgenin iklim verileri Tokat Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü vejetasyon dönemi iklim verileri uzun dönem verileriyle kıyaslandığında sıcaklığın vejetasyon dönemi boyunca ortalama 0.98 °C ve yağışın 9.34 mm daha yüksek olduğu görülmüştür. Nispi nem bakımından ise uzun yıllar ile araştırma vejetasyon dönemi arasında farklılık görülmemiştir.

Çizelge 0.1. Çalışmanın yürütüldüğü vejetasyon dönemi iklim verileri

	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi Nem (%)	
	1951-2020	2021	1951-2020	2021	1951-2020	2021
Mayıs	16.3	18.5	59.2	54.6	61.8	53.9
Haziran	19.6	20.0	38.9	55.5	60.1	62.7
Temmuz	22.1	24.1	11.6	27.7	57.6	56.3
Ağustos	22.3	23.6	8.4	17.9	58.0	59.0
Eylül	18.8	17.8	18.0	27.1	59.6	64.1

Deneme alanı toprağının pH'sı alkali karakterli (7.84), organik maddece az (1.55), tuzsuz ve çok kireçli olup (13.76) bitkiye yararışlı kükürt konsantrasyonu bakımından ise yetersizdir (12.3) (Kaçar, 2012).

Çizelge 0.2. Çalışmanın yürütüldüğü arazinin toprak analiz sonuçları

Özellik	Değer	Yeterlilik Durumu
P ₂ O ₅ (kg/da)	13.2	Yeterli
K ₂ O (kg/da)	13.0	Yeterli
Mg (ppm)	7.54	Yeterli
Zn (ppm)	2.31	Yeterli
Fe (ppm)	9.6	Yeterli
Mn (ppm)	9.9	Yeterli
Cu (ppm)	1.69	Yeterli
S (ppm)	12.3	Yetersiz
Organik Madde (%)	1.55	Az
pH	7.84	Alkali
Tuz (Ms)	0.02	Tuzsuz
CaCO ₃ (%)	13.76	Çok kireçli

3.2. Materyal

Araştırmada Erbasma tütün çeşidi kullanılmıştır. Erbasma çeşidi; geçci, bitki boyu 100-120 cm, yaprak sayısı 30-35 adet/bitki, yaprak eni 10-12 cm, yaprak boyu 20-22 cm, nikotin oranı %1.07 ve indirgen şeker oranı %9.16'dır (Anonim, 2021b).

3.3. Yöntem

3.3.1. Fide Yetiştiriciliği

Araştırmada kullanılan fideler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOGÜ) Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Tarla Bitkileri Bölümü seralarında köpük viyollerde, torf ortamında, su kültürü sistemi ile yetiştirilmiştir. Tohumlar köpük viyollere her göze elle ikişer üçer adet olacak şekilde ekilmiştir. Ekimden sonra toprak hastalık etmenlerine karşı önlem için fungusit ilaçlaması yapılmıştır. Çıkıştan sonra her gözde bir adet fidecik kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Fidelerin gelişme sürecinde 3 kez fungusit ve insektisit uygulanmıştır. Bitkilerin ihtiyacı olan azot (N), fosfor (P), potasyum (K) (100 ppm) ve mikro (%0.4) besin elementleri float (su kültürü) sistemine verilmiştir. Fidelerin pişkin olması ve homojen gelişim sağlaması için 6 kez kırpma işlemi uygulanmıştır (Kınay, 2020).

3.3.2. Tarla Denemeleri

Araştırma TOGÜ Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında yürütülmüştür. Çalışma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme arazisi sonbaharda kulaklı pullukla derin sürüm yapılmıştır. Fide dikiminden yaklaşık bir ay önce yüzeysel toprak işleme yapılmıştır. Araştırma 3 kükürt formu (amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄), kalsiyum sülfat (CaSO₄), elementel kükürt) ve 4 kükürt dozu (0, 2.5, 5, 10 kg/da) ana parsellerde, alt parsellere ise kükürt dozları gelecek şekilde organize edilmiştir. Deneme parselleri 3 metre uzunluğunda her parselde 4'er sıra olacak şekilde planlanmış ve orta 2 sıra değerlendirmeye alınmıştır. Parsellere kükürt form ve dozları ile birlikte temel gübreler (5 kg/da N P K) 24 Mayıs 2021 tarihinde uygulanmıştır (Yılmaz & Kınay, 2011).

Dikim öncesinde karıklar, sıra arası 45 cm olacak şekilde açılmıştır. Dikim öncesinde karıklara can suyu verilerek fideler 12 cm sıra üzeri olacak şekilde elle 25 Mayıs 2021 tarihinde dikilmiştir. Dikimden sonra yabancı ot kontrolü ve toprağın havalanması için çapa işlemleri yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen bitkiler 3 elde hasat edilerek ipe dizilmiş ve sera ortamında güneşte kurutulmuştur. Kuruması tamamlanan tütünler serada muhafaza edilmiştir.

3.3.3. İncelenen Özellikler

Agronomik özellikler

İncelenen agronomik özellikler (Kınay, 2014)'e göre yapılmıştır.

Bitki boyu (cm): Çiçeklenme döneminde her parselden tesadüfen belirlenen 10 bitkinin toprak yüzeyi ile çiçek uç noktası arasındaki mesafesi ölçülerek ortalaması alınmıştır.

Yaprak sayısı (adet/bitki): Her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkinin ekonomik değere sahip yaprakları sayılarak, ortalaması alınmıştır.

Yaprak eni (cm): Kırımı yapılan ikinci ana elden rastgele seçilen 10 adet yaprağın eni ölçülerek ortalaması alınmıştır.

Yaprak boyu (cm): İkinci ana elden 10 adet yaprağın boyu ölçülüp ortalaması alınmıştır.

Yaprak verimi (kg/da): Parsellerde kenar tesirleri hariç hasat edilen bütün yapraklar usulüne uygun olarak kurutulduktan sonra nem içeriği %15'e sabitlenerek ağırlıkları belirlenmiştir.

Kimyasal özellikler

Kimyasal analizler TOĞÜ Ziraat Fakültesi Endüstri Bitkileri laboratuvarında yapılmıştır. Yaprak örneklerinin nem oranları etüvde sıfırlanarak kimyasal analizler için 0.2 mm çapında öğütülmüştür. Nikotin, klorojenik ve rutin analizleri (Kınay & Kurt, 2022)'e göre yapılmıştır.

Nikotin analizi (%)

Ekstraksiyon işlemi için 200 mg örnek tartılmış ve üzerine ekstraksiyon sıvısı (4 ml %5 asetik asit ve 6 ml asetonyitril) eklenmiştir. Ekstraksiyon sıvısı eklendikten sonra örnekler çalkalanıp 15 dakika ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan örnekler 10 dakika 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Örneklerden süpernatant enjektör yardımıyla çekilmiş ve 0.45 µm naylon filtreden geçirilerek kodu yazılı viyale alınmıştır.

Örneklerden elde edilen ekstraktlar HPLC cihazında, DAD (diode array detector) dedektörü kullanılarak 324 nm dalga boyunda ACE 5 AQ C18 (250 mm x 4.6 mm x 5 µm) kolonuyla analiz edilmiştir. Analizde mobil faz olarak %1 asetik asit ve asetonyitril kullanılmıştır.

Klorojenik asit ve rutin analizi (ppm)

Ekstraksiyon işlemi için falkon tüpler içerisine 200'er mg örnek tartılarak üzerine ekstraksiyon sıvısı (6 ml %5 asetik asit, 4 ml metanol) eklenmiştir. Sıvı eklendikten sonra örnekler çalkalanıp 30 dakika ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan örnekler 8 dakika 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Örneklerden süpernatant enjektör yardımıyla çekilmiş ve 0.45 µm naylon filtreden geçirilerek kodu yazılı viyale alınmıştır. Örneklerden elde edilen ekstraktlar HPLC cihazında, DAD (diode array detector) dedektörü ve ACE 5 AQ C18 (250 mm x 4.6 mm x 5 µm) kolonuyla 324 nm dalga boyunda analiz edilmiştir. Analizde mobil faz olarak %1 asetik asit ve asetonyitril kullanılmıştır.

Toplam azot miktarı (%)

Toplam azot miktarı kjeldahl distilasyon yöntemi kullanılarak (Bremner & Mulvaney, 1982)'e göre belirlenmiştir. Analizde kullanılan kimyasallar konsantre sülfirik asit (H₂SO₄), %33'lük NaOH (sodyum hidroksit), %4'lük borik asit + %1 indikatör karışım çözeltisi, 3.5 g'lık kjeldahl tableti (potasyum sülfat + selenyum (K₂SO₄+Se)) ve 0.1 N (normal) sülfirik asittir.

Analiz üç aşamadan oluşmaktadır;

Yakma: Yakma işleminde öğütülmüş bitki örneğinden 0.2-0.3 g tartılarak yakma tüpüne alınmıştır. Örneklerin üzerine kjeldahl tableti ve 5 ml konsantre sülfürik asit eklenmiştir. Tüpler yakma bloğuna yerleştirilerek 180 dakika 390 °C’de, tüplerde asit dumanı kalmayınca ve sıvı altın sarısı renk alıncaya kadar tepkimeye sokulmuştur. Tepkime gerçekleşikten sonra tüpler yakma bloğundan alınmış ve soğumaya bırakılmıştır.

Distilasyon: Distilasyon işleminde içine 15 ml borik asit ve indikatör karışımı koyulan erlenmayer cihazın yoğunlaşma çıkışına koyulmuştur. Yakma tüpü sıçrama tutucu kısma yerleştirilmiş ve üzerine 10-15 ml NAOH eklenmiştir. Distilasyon 100°C su buharında beş dakika sürmüştür. Erlenmayerdeki sıvı pembeden yeşile dönüşmüştür.

Titrasyon: Titrasyon işleminde erlenmayere dijital mikrobüretle yavaşça 0.1 N (normal) sülfürik asit damlatılarak çalkalanmış ve renk yeşilden pembeye dönüştüğünde tüketim miktarı not edilmiştir. Toplam azot miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam azot (\%N)} = T \cdot N \cdot 1.4 / S$$

T: Titrasyondaki tüketim miktarı(ml),

N: Titrasyonda kullanılan asitin normalitesi,

S: Örnek miktarı (g)’nı simgelemektedir.

ICP analizi (ppm)

Öğütülen bitki örneklerinden 0.125 g alınıp yaş yakma metoduna göre mikrodalga fırınında (Mars 6) H₂O₂-HNO₃ asit karışımında yarım saat süreyle yakılıp, mavi bantlı filtre kağıdından süzölmüştür. Süzölen örneklerin son hacmi saf su ile 20 ml’ye tamamlanmış ve elde edilen süzükte S analizi ICP cihazında (Varian Vista Pro) 182.037 nm dalga boyunda okumaları gerçekleştirilmiştir (Zhao & McGrath, 1994).

3.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre JMP 17 istatistik paket programında analiz edilmiştir. Ortalamalar ise Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır (Gülümser ve ark., 2013; Amdekar, 2014). Randıman değerleri arcsin transformasyon değerlerine dönüştürülerek analiz edilmiştir (Yurtsever, 1984).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu (cm)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün bitki boyuna etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.1’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksyonun bitki boyuna herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.3. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün bitki boyuna etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	102.82	51.41	2	0.21
Form	20.08	10.04	2	0.04 ^{öd}
Hata1	999.72	249.93	4	
Doz	154.26	51.42	3	1.52 ^{öd}
Form*Doz	102.53	17.09	6	0.51 ^{öd}
Hata2	609.15	33.84	18	
Genel	1988.56		35	

Öd: önemli değil

Bitki boyuna ait ortalamalar incelendiğinde formlar arasında en yüksek bitki boyu ortalaması kalsiyum sülfat uygulamasında gözlemlenmiştir. Kükürt dozlarının bitki boyuna etkisine bakıldığında ise en yüksek bitkiler 5 kg/da doz seviyesinde belirlenmiştir. Bitki boyu ortalamaları 77.5-85.1 cm arasında bir değişim göstermiş ve en düşük bitki boyu ortalaması elementel kükürt 2.5 kg/da dozunda gözlemlenirken, en yüksek bitki boyu ise kontrol (0 kg/da) dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 0.4. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün bitki boyuna ait ortalama değerler (cm)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	85.1	77.9	80.1	78.5	80.4
Kalsiyum Sülfat	82.6	81.1	84.8	77.9	81.6
Elementel Kükürt	78.8	77.5	84.3	78.5	79.8
Doz Ort.	82.2	78.8	83.1	78.3	80.6

%CV: 7.21

Kükürt bitkilerin boyca uzamasına genellikle etki etmesine (Poonia, 2000; Shilpi ve ark., 2012; Kalaiyarasan ve ark., 2019) rağmen bu çalışmada artış olmamıştır. Kükürt bitkilerde azot alımını arttırıcı etkiye sahip olup, kükürt uygulamaları bitkilerin boyunu arttırmasına rağmen bazen etki etmemektedir. Kükürt seviyeleri ile bitki boyu ikinci dereceden bir eğilime sahip olup, yüksek kükürt oranları uygulaması bitki boyunu azaltabilmektedir. Sülfatlı uygulamaların bitkilerinin vejetatif gelişimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, bunun muhtemelen yeterli bitki beslenmesinin bir sonucu olduğu da vurgulanmaktadır (Kowalska, 2005; Manesh ve ark., 2013; Yiğit ve ark., 2021). Bitki boyunun iklim, toprak verimliliği, ekim sıklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilen bir karakter olduğu da bilinmektedir (Gençtan & Sağlam, 1987; Çölkesen ve ark., 1993).

4.2. Yaprak Sayısı

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak sayısına etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.3 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksiyonun yaprak sayısına herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.5. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak sayısına etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	9.67	4.83	2	6.80
Form	6.12	3.06	2	4.30 ^{öd}
Hata1	2.84	0.71	4	
Doz	1.56	0.52	3	0.60 ^{öd}
Form*Doz	13.19	2.20	6	2.54 ^{öd}
Hata2	15.59	0.87	18	
Genel	48.97		35	

Öd: önemli değil

Çizelge 4.4 'de verilen ortalamalar incelendiğinde formlar arasında en yüksek yaprak sayısı ortalaması kalsiyum sülfat uygulamasında gözlemlenmiştir. Dozlar arasında en yüksek etki ise 10 kg/da dozunda tespit edilmiştir. Amonyum sülfat formunda en yüksek yaprak sayısı 32.80 cm ile 10 kg/da dozunda belirlenmiştir. Yaprak sayısı kalsiyum sülfat formunda; kontrol dozundan, 5 kg/da dozuna kadar artış eğilimi göstermiş ve en düşük yaprak sayısı ortalaması 10 kg/da dozunda tespit edilmiştir. Elementel kükürt dozunda ise, en düşük değer 31.93 cm ile kontrol (0 kg/da) dozunda görülürken en yüksek değer 32.53 cm ile 10 kg/da dozunda gözlemlenmiştir. Yaprak sayısı ortalamaları 30.27-32.80 cm arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 0.6. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak sayısına etkisine ait ortalama değerler

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	31.93	30.27	30.87	32.80	31.47
Kalsiyum Sülfat	32.47	32.67	32.87	31.60	32.40
Elementel Kükürt	31.93	32.27	32.33	32.53	32.27
Doz Ort.	32.11	31.73	32.02	32.31	32.04

% CV: 2.9

Yaprak sayısı tütünde, verimi doğrudan etkileyen özelliklerdendir. Özellikle oriental tütünler için bu durum daha da önem arz etmektedir. Küçük yapraklı olması istenen bu tip tütünlerde verimin artırılması yaprak sayısının artırılması ile sağlanabilir (Yılmaz ve ark., 2013). Genellikle kükürt uygulamasının bitkilerde yaprak sayısını arttırdığı (Blake-Kalff ve ark., 1998; Shilpi ve ark., 2012) bazen ise etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Solmaz ve ark., 2017; İnan, 2019). Araştırmada farklı kükürt form ve dozlarının yaprak sayısına etkisi önemsiz bulunmuştur.

4.3. Yaprak Eni (cm)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak enine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.5 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksiyonun yaprak enine herhangi bir etkisinin olmadığı istatistikî ($p < 0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.7. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak enine etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	1.54	0.77	2	0.63
Form	0.38	0.19	2	0.16 ^{öd}
Hata1	4.88	1.22	4	
Doz	1.02	0.34	3	0.34 ^{öd}
Form*Doz	1.18	0.20	6	0.20 ^{öd}
Hata2	18.03	1.00	18	
Genel	27.03		35	

Öd: önemli değil

Yaprak enine ait ortalamalar incelendiğinde en yüksek yaprak eni ortalaması elementel kükürt formunda, en düşük yaprak eni ortalaması ise amonyum sülfat formunda gözlemlenmiştir. Amonyum sülfat formunda en yüksek yaprak eni değeri 5 kg/da dozundan elde edilmiştir. Kalsiyum sülfat ve elementel kükürt formunda ise en yüksek yaprak eni değeri kontrol (0 kg/da) dozunda belirlenmiştir Yaprak enine ait ortalama değerler incelendiğinde, en düşük değer 10.07 cm, en yüksek değer ise 11.10 cm olarak tespit edilmiştir. (Çizelge 4.6).

Çizelge 0.8. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak enine etkisine ait ortalama değerler (cm)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	10.37	10.23	10.70	10.07	10.34
Kalsiyum Sülfat	10.70	10.53	10.27	10.23	10.43
Elementel Kükürt	11.10	10.50	10.30	10.47	10.59
Doz Ort.	10.72	10.42	10.42	10.26	10.45

% CV: 9.57

Yaprak eninin tütünde verime pozitif etkisi araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Dyulgerski & Dimanov, 2012; Aytaç, 2016). Kükürt eksikliği olan bitkilerde mezofil hücre sayıları, yaprak gelişme hızı ve elde edilen maksimum yaprak alanı küçülmektedir (Burke ve ark., 1986; Wielebski, 2015). Kükürt uygulamasına bağlı olarak yaprak alanındaki artış, metabolik aktivitelerin ve azot alımının artmasından kaynaklanmaktadır (Saran & Giri, 1990; Singh ve ark., 1998).

4.4.Yaprak Boyu (cm)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak boyuna etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.7 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksiyonun yaprak boyuna herhangi bir etkisinin olmadığı istatistikî ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.9. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak boyuna etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	2.47	1.23	2	0.69
Form	1.83	0.91	2	0.76 ^{öd}
Hata1	12.19	3.05	4	
Doz	2.06	0.69	3	0.81 ^{öd}
Form*Doz	1.50	0.25	6	0.99 ^{öd}
Hata2	38.17	2.12	18	
Genel	58.21		35	

Öd: önemli değil

Çizelge 4.8 ‘de verilen ortalamalar incelendiğinde, yaprak boyu 20.53-21.67 cm arasında değişim göstermiştir. Kükürt dozlarının bitki boyuna etkisine bakıldığında en yüksek bitkiler kontrol (0 kg/da) dozunda belirlenmiştir. Doz seviyeleri arttıkça yaprak boyunda tekrar artış görülmüştür. Formlar arasında en yüksek yaprak boyu ortalaması kalsiyum sülfat formunda, en düşük yaprak boyu ortalaması ise amonyum sülfat formunda tespit edilmiştir.

Çizelge 0.10. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün yaprak boyuna etkisine ait ortalama değerler (cm)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	20.87	20.57	20.60	20.63	20.67
Kalsiyum Sülfat	21.67	21.13	21.53	20.53	21.22
Elementel Kükürt	21.40	20.73	20.63	20.83	20.90
Doz Ort.	21.31	20.81	20.92	20.67	20.93

% CV: 6.95

Yaprak boyu, tütünün verimini ve fiziksel kalitesini etkileyen özelliklerdendir. Oriental tütün tiplerinde yaprak boyunun fazla uzun olması istenmese de yaprak eni ile birlikte verim ve kaliteyi etkileyebilen bir karakterdir (Butorac ve ark., 2004; Gixhari & Sulovari, 2010). Bitkilerde kükürt dozu artışına paralel olarak yaprak boyunun pozitif yönde etkilendiği birçok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Sunarpi & Anderson, 1996). Kükürt bitkilerde klorofil sentezinde önemli rol oynar, bitkilerin yeterli kükürt alamaması durumunda net fotosentez azalmaktadır. Kükürt noksanlığına sahip bitkilerin yaprak alanlarında ve kloroplast sayılarında önemli düşüşler görülmektedir. (Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 2001).

4.5.Kuru Yaprak Verimi (kg/da)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kuru yaprak verimine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.9 ‘de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde doz ve form x doz interaksyonun kuru yaprak verimine etkisi istatistiki ($p<0.05$) düzeyde önemli bulunmuştur. Formun ise herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.11. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kuru yaprak verimi etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	231.38	115.69	2	0.49
Form	2085.51	1042.76	2	4.40 ^{öd}
Hata1	947.25	236.81	4	
Doz	4442.81	1480.94	3	16.76*
Form*Doz	2727.05	454.51	6	5.14*
Hata2	1590.45	88.36	18	
Genel	12024.45		35	

* $p < 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli

Formlar arasında en yüksek kuru yaprak verimi kalsiyum sülfat uygulamasında tespit edilmiştir. Dozlar arasında ise kontrol dozu ortalaması diğer dozlara göre daha düşük olarak belirlenmiş ve en yüksek kuru yaprak verimi ortalaması 5 kg/da dozunda bulunmuştur. Amonyum sülfat ve kalsiyum sülfat formlarında en yüksek kuru yaprak verimi 2.5 kg/da dozunda belirlenirken doz seviyesi arttıkça kuru yaprak veriminde azalma görülmüştür. Elementel kükürt formunda ise doz seviyeleri arttıkça kuru yaprak veriminde de artış tespit edilmiştir. Kuru yaprak verimi ortalamaları 150-215.7 kg arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 0.12. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kuru yaprak verimi etkisine ait ortalama değerler (kg)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	175.8 ^{cd}	188.6 ^{abc}	185.1 ^{bc}	182.2 ^{bc}	182.9
Kalsiyum Sülfat	180.2 ^c	215.7 ^a	209.4 ^{ab}	186.4 ^{bc}	197.9
Elementel Kükürt	150.0 ^d	182.0 ^{bc}	193.9 ^{abc}	197.6 ^{abc}	180.9
Doz Ort.	168.7B	195.4A	196.2A	188.9A	187.2

% CV: 5.02

Kükürt uygulaması bitkilerde verim ve verim ile ilişkili parametreleri pozitif yönde etkilemektedir (Sims ve ark., 1979; Shao ve ark., 2012; Kınay & Erdem, 2021). Kükürtün tütünde kuru yaprak verimi üzerinde önemli etkisi vardır. Özellikle fide döneminde kükürt uygulaması bitki biyokütlesini arttırmaktadır (Youhua ve ark., 2000; Cui ve ark., 2020).

Yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, bitki boyu tütünde verimi etkileyen başlıca özellikler olup ve bununla birlikte sürdürülebilir bir üretim için kükürt uygulamasının bitkilerde verimi arttırmada önemli bir yoldur (Butorac ve ark., 1999; Narayan ve ark., 2022). Kükürt uygulamasının ürün verimini artırması azot metabolizmasında rol oynamasından kaynaklanmaktadır (Kruse ve ark., 2007; Wielebski, 2015). Ayrıca kükürt eksikliği bitkilerde bodur büyüme, yapraklarda sararma ve genç yapraklarda kıvrılmaya neden olmaktadır (Güzel ve ark., 2004; Bolat & Kara, 2017, Henry ve ark., 2023). Bitki boyunun kısalması ve yaprakların gelişmemesi tütün verimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Tütün yetiştiriciliğinde kalsiyum sülfat formundaki kükürt içerikli gübrelerden saf 2.5 kg/da kullanımının kuru yaprak verimini arttıracığı söylenebilir.

4.6. Nikotin (%)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün nikotine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.11 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksiyonun nikotine etkisi istatistiki ($p<0.05$) düzeyde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 0.13. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün nikotin içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	0.07	0.03	2	14.81
Form	0.35	0.18	2	76.50*
Hata1	0.01	0.002	4	
Doz	0.10	0.10	3	23.79*
Form*Doz	0.24	0.04	6	10.03*
Hata2	0.07	0.004	18	
Genel	1.04		35	

* $p<0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli

Çalışmada elde edilen ortalamalar incelendiğinde nikotin içeriği %0.49-1.13 arasında değişim göstermiştir. Amonyum sülfat 2.5 kg/da dozunda nikotin seviyesi dozlar arasında en yüksek değere ulaşmıştır. Kalsiyum sülfat ve elementel kükürt uygulamasında doz seviyeleri arttıkça nikotin oranında azalmalar tespit edilmiştir. Formlar arasında en yüksek nikotin değeri amonyum sülfat, en düşük ise elementel kükürt uygulamasında tespit edilmiştir. (Çizelge 4.12).

Çizelge 0.14. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün nikotin içeriğine etkisine ait ortalama değerler (%)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	0.78 ^b	1.13 ^a	0.69 ^{bcd}	0.78 ^b	0.85A
Kalsiyum Sülfat	0.80 ^b	0.70 ^{bcd}	0.67 ^{bcde}	0.58 ^{cde}	0.69B
Elementel Kükürt	0.54 ^{de}	0.74 ^{bc}	0.65 ^{bcde}	0.49 ^e	0.61C
Doz Ort.	0.71B	0.86A	0.67BC	0.62C	0.71

% CV: 8.93

Alkoloidler tütünde kaliteye direk etkisi olan bileşiklerdir ve 20'den fazla alkaloid bulunan tütünde nikotin en fazla bulunan alkaloiddir (Jeffrey & Tso, 1955; Andersen ve ark., 1991; Xia ve ark., 2014). Tütünün nikotin içeriğini sülfatlı gübrelemeler daha da yükseltebilmektedir. Bu etkide sülfatın nikotinin sentezi ve birikimi üzerinde uyarıcı etkisi vardır (Evans & Weeks, 1948; Alam ve ark., 2022). Araştırmada özellikle amonyum sülfat formunda nikotin içeriğinin arttığı diğer formlarda ise azaldığı belirlenmiştir. Amonyum sülfat formunun içerisinde azotun olması ve kükürtle birlikte bitkiye taşınarak nikotin sentezini arttırdığı düşünülmektedir. Diğer formlarda özellikle dozlar arttıkça kükürt fazlalığından dolayı bitkinin azot alımının azaldığı ve buna bağlı olarakta nikotin seviyelerinin düştüğü görülmüştür.

4.7. İndirgen Şeker Oranı (%)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün toplam indirgen şeker içeriğine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.13 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde formun indirgen şeker oranına etkisi istatistiki olarak $p<0.05$ düzeyinde, form x doz interaksyonunun etkisi ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Dozun indirgen şeker oranına herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.15. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün indirgen şeker oranına etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	0.0023	0.0012	2	0.170
Form	0.1388	0.0694	2	10.11*
Hata1	0.0275	0.0069	4	
Doz	0.0525	0.0175	3	1.44 ^{öd}
Form*Doz	0.9217	0.1536	6	12.61**
Hata2	0.2193	0.0122	18	
Genel	1.3621		35	

** p<0.01, * p<0.05 düzeyinde istatistiki olarak önemli

Çizelge 4.14 incelendiğinde, indirgen şeker oranı ortalamalarında formlar arasında en çok etki elementel kükürtte, dozlar arasında ise 5 kg/da dozunda görülmüştür. Amonyum sülfat formunda en yüksek indirgen şeker içeriği 2.5 kg/da dozunda %2.18 olarak tespit edilmiştir. Doz seviyesi arttıkça indirgen şeker miktarlarında azalma belirlenmiştir. Kalsiyum sülfat ve elementel kükürt formlarında en yüksek indirgen şeker içeriği 5 kg/da dozunda tespit edilmiştir. İndirgen şeker oranı %1.70-2.38 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 0.16. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün indirgen şeker oranına etkisine ait ortalama değerler (%)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	2.16 ^{abc}	2.18 ^{abc}	1.89 ^{cd}	1.70 ^d	1.98B
Kalsiyum Sülfat	2.01 ^{bcd}	2.03 ^{bcd}	2.09 ^{abc}	2.12 ^{abc}	2.06AB
Elementel Kükürt	1.99 ^{bcd}	1.89 ^{cd}	2.38 ^a	2.27 ^{ab}	2.13A
Doz Ort.	2.05	2.03	2.12	2.05	2.05

% CV: 5.35

Tütün yapraklarının kimyasal yapısında bulunan ve önemli bileşenlerinden biri olan şekerler; bitkinin büyüme ve gelişmesine katkıda bulunan birincil metabolitler olup, tütün kalitesi için oldukça önemlidir. (Kınay, 2010; Cai ve ark., 2015). Fenolik bileşikler, uçucu yağlar, reçineler ve eterli bileşenler ile birlikte indirgen şeker kompozisyonu tütünün aromasını belirlemektedir (Leffingwell, 1998; Weeks, 1999; Baker ve ark., 2004; Nagai ve ark., 2012).

Kükürt eksikliği, bitkilerde protein sentezinde değişikliklere yol açar ve asimilatları etkileyebilir, böylece yaprak klorofil eksikliği nedeniyle bitkilerde şeker dönüşümü ve depolanması azalabilmektedir (Kastori ve ark., 2000; Mekdad ve ark., 2021). Kükürt, hücre bölünmesini ve genişlemesini hızlandırır (Güzel ve ark., 2004; McCauley ve ark., 2009). Aynı zamanda bitkilerdeki karbonhidratların metabolik aktivitelerini arttırarak şeker içeriğinin ve kalitesinin artmasına yardımcı olabilir (Alam ve ark., 2022).

4.8.Rutin (ppm)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün rutin içeriğine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.15 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksiyonun rutin içeriğine herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.17. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün rutin içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	1012429.00	506215.00	2	0.43
Form	852509.00	426254.00	2	0.36 ^{öd}
Hata1	4714875.00	1178719.00	4	
Doz	299487.00	99828.90	3	0.64 ^{öd}
Form*Doz	1435943.00	239324.00	6	1.53 ^{öd}
Hata2	2809394.00	156077.00	18	
Genel	11124637.00		35	

Öd: önemli değil

Rutin içeriğine ait ortalamalar incelendiğinde formlar arasında en yüksek rutin içeriği ortalaması amonyum sülfat uygulamasında gözlemlenmiştir. Kükürt dozlarının rutin içeriğine etkisine bakıldığında ise en yüksek 2.5 kg/da doz seviyesinde belirlenmiştir. Rutin içeriği ortalamaları 3371.23-4353.56 ppm arasında bir değişim göstermiş ve en düşük rutin içeriği ortalaması elementel kükürt kontrol (0 kg/da) dozunda gözlemlenirken, en yüksek rutin içeriği ise amonyum sülfat 2.5 kg/da dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 0.18. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün rutin içeriğine etkisine ait ortalama değerler (ppm)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	3949.55	4353.56	3780.80	3473.26	3889.29
Kalsiyum Sülfat	3700.06	3551.51	3496.58	3532.58	3570.18
Elementel Kükürt	3371.23	3544.64	3433.90	3874.15	3555.98
Doz Ort.	3673.61	3816.57	3570.43	3626.66	3671.81

% CV: 10.75

Bitkilerde bulunan sekonder metabolitler verim ve kalite açısından dikkate alınması gereken bileşiklerdir. Bunlardan en önemlileri polifenollerdir ve tütünde en çok bulunanları klorojenik asit ve rutindir (Wang ve ark., 2008; Xiang ve ark., 2010). Bitkilerin rutin konsantrasyonları kükürt uygulaması ile artmaktadır (Kınay & Erdem 2021). Ancak kükürt uygulaması bazen bitkilerde hem peroksidaz hem de fenolik enzim polifenol oksidazın aktivitesini inhibe edebilir, böylece fenoliklerin üretim oranını azaltabilir (Yuan ve ark., 2010; Pérez ve ark., 2011; Zhou ve ark., 2013).

4.9.Klorojenik Asit (ppm)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün klorojenik içeriğine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.17 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form, doz ve form x doz interaksiyonun klorojenik içeriğine herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p<0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.19. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün klorojenik içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	1756465.00	878233.00	2	0.47
Form	34169.20	17084.60	2	0.01 ^{öd}
Hata1	7476886.00	1869221.00	4	
Doz	98532.40	32844.10	3	0.18 ^{öd}
Form*Doz	1406600.00	234433.00	6	1.28 ^{öd}
Hata2	3298293.00	183239.00	18	
Genel	14070946.00		35	

Öd: önemli değil

Klorojenik asit konsantrasyonlarına ait ortalamalar incelendiğinde formlar arasında en yüksek etki amonyum sülfat uygulamasında gözlemlenmiştir. Kükürt dozlarında ise en yüksek klorojenik asit içeriği kontrol (0 kg/da) dozunda belirlenmiştir. Amonyum sülfat formunda en yüksek klorojenik asit içeriği 2.5 kg/da dozunda gözlemlenmiş olup doz seviyeleri arttıkça klorojenik asit içeriğinde düşüşler görülmüştür. Kalsiyum sülfat formunda en düşük klorojenik asit içeriği kontrol (0 kg/da) dozunda belirlenmiştir. Elementel kükürt formunda ise en düşük ortalama 2.5 kg/da dozunda tespit edilmiştir. Doz seviyeleri arttıkça klorojenik asit içeriğinde de artış gözlemlenmiştir. Klorojenik asit ortalamaları 2585.86-3232 ppm arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 0.20. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün klorojenik içeriğine etkisine ait ortalama değerler (ppm)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	3061.71	3232.00	2807.87	2585.86	2921.86
Kalsiyum Sülfat	2779.36	2889.94	2830.50	2897.61	2849.35
Elementel Kükürt	3036.58	2491.41	2798.71	3143.32	2867.50
Doz Ort.	2959.22	2871.11	2812.36	2875.60	2879.57

% CV: 14.86

Fenolik maddeler tütün kalitesine olumlu yönde etki etmektedir (Kurt, 2019). Kükürt uygulamasının bitkilerde klorojenik asit konsantrasyonlarını artırdığı önceki yapılan çalışmalarla (Lehman & Rice, 1972; Muscolo ve ark., 2020; Kınay & Erdem, 2021) bilinmesine rağmen, yapılan bazı çalışmalarda kükürt eksikliği olan bitkilerde de klorojenik asit içeriğinin arttığı ya da kükürt uygulamasının etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Koeppel ve ark., 1976; De Pascale ve ark., 2007). Araştırmada kükürt klorojenik asit konsantrasyonlarını etkilememiştir. Bitkilerde polifenol içeriğindeki artışın veya azalmanın nedeni bitkilerdeki azot konsantrasyonlarına bağlıdır; çoğu durumda polifenol içeriğindeki azalma, daha yüksek azot alımı ile ilişkilidir (Heimler ve ark., 2017). Amonyum sülfat formunun artan dozlarındaki klorojenik asit içeriğinde görülen azalmalar bu durumu desteklemektedir. Araştırmada elementel kükürt formunda doz seviyeleri arttıkça klorojenik asit içeriğinde artış tespit edilmiştir. Elementel kükürt uygulaması bitkilerde toplam fenol maddelerin miktarlarını arttırabilmektedir (De Pascale ve ark., 2007; Zhou ve ark., 2013).

4.10. Randıman (%)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün randımana etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.19 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde dozun randımana etkisi istatistiki ($p < 0.05$) düzeyde önemli bulunmuştur, form ve form x doz interaksiyonun ise herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p < 0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.21. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün randımana etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	0.27	0.13	2	0.04
Form	5.18	2.59	2	0.83 ^{öd}
Hata1	1.15	3.12	4	
Doz	56.34	18.78	3	3.72*
Form*Doz	48.19	8.03	6	1.59 ^{öd}
Hata2	90.97	5.05	18	
Genel	213.44		35	

* $p < 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli

Randıman değerlerine ait ortalamalar incelendiğinde formlar arasında en yüksek değer amonyum sülfat formunda tespit edilmiştir. Kükürt dozlarının randımana etkisinde ise en yüksek ortalamalar 5 kg/da uygulamasında belirlenmiştir. Amonyum sülfat formunda en yüksek etki 2.5 kg/da dozunda gözlemlenirken en düşük etki 10 kg/da dozunda tespit edilmiştir. Kalsiyum sülfat ve elementel kükürt formlarında en yüksek etki 5 kg/da dozunda en düşük etki ise kontrol (0 kg/da) dozunda belirlenmiştir. Randıman ortalamaları 51.56-57.66 arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 0.22. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün randımana etkisine ait ortalama değerler (%)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	53.74	55.98	54.34	53.35	54.35
Kalsiyum Sülfat	51.56	52.54	57.66	54.75	54.13
Elementel Kükürt	52.34	52.38	55.96	53.14	53.46
Doz Ort.	52.55B	53.63AB	55.99A	53.75AB	53.98

% CV: 4.16

Randıman; kurumasını tamamlamış yaprakların rengi, aroması, bütünlüğü, sağlamlık ve elastikiyeti gibi faktörlere göre yapılan ekspertiz değerlendirmelerinin sayısal olarak kalite indeksi puanıdır (Kurt, 2019). Randıman değerine göre kurutulmuş tütün yapraklarının kalite grubu belirlenerek fiyatlandırma yapılmaktadır. Tütün yaprağının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan ekspertiz değerlendirmesi tütün ticareti açısından oldukça önemlidir. Tütünün birim fiyatının belirlenmesi organoleptik gözlem sonucunda gerçekleşmektedir (Esendal ve ark., 1997). Araştırmada farklı doz seviyelerinin randımana etkisi önemli, farklı formların randımana etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Araştırmadaki randıman değerlerinin sonuçlarından yola çıkılarak en yüksek randıman değerinin kalsiyum sülfatta görülmesi, kalsiyumun tütün yaprakları üzerindeki olumlu (López-Lefebre ve ark., 2001; Huifang & Zicheng, 2011) etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.11. Kükürt Konsantrasyonu (%)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün % kükürt içeriğine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.21 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde dozun % kükürt içeriğine etkisi istatistiki ($p < 0.05$) düzeyde önemli bulunmuştur, form ve form x doz interaksyonunun ise herhangi bir etkisinin olmadığı istatistiki ($p < 0.05$) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 0.23. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kükürt konsantrasyonuna etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	0.0016	0.00080	2	0.28
Form	0.0014	0.00068	2	0.23 ^{öd}
Hata1	0.0116	0.00290	4	
Doz	0.0209	0.00697	3	11.14*
Form*Doz	0.0034	0.00057	6	0.23 ^{öd}
Hata2	0.0113	0.00063	18	
Genel	0.0501		35	

* $p < 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli

Çizelge 4.22. incelendiğinde farklı kükürt form ve dozlarının tütünün (%) kükürt içeriğine etkisi 0.34-0.44 (%) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Amonyum sülfat formunda doz seviyeleri arttıkça % kükürt içeriğinde de artış tespit edilmiştir. Kalsiyum sülfat formunda değişim aralığı geniş ve en yüksek % kükürt içeriği 0.44 (%) ile 5 kg/da dozunda belirlenmiştir. Elementel kükürt formunda ise kontrol dozundan 5 kg/da dozuna kadar artış belirlenmiş ama 10 kg/da ve 5 kg/da dozunda aynı etki gözlemlenmiştir.

Çizelge 0.24. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün kükürt konsantrasyonuna etkisine ait ortalama değerler (%)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	0.35 ^b	0.39 ^{ab}	0.41 ^{ab}	0.42 ^{ab}	0.39
Kalsiyum Sülfat	0.34 ^b	0.40 ^{ab}	0.44 ^a	0.40 ^{ab}	0.39
Elementel Kükürt	0.35 ^b	0.38 ^{ab}	0.40 ^{ab}	0.40 ^{ab}	0.38
Doz Ort.	0.35B	0.39A	0.41A	0.40A	0.38

% CV: 6.42

Kükürt uygulaması ile bitkilerin köklerinde, gövdelerinde ve yapraklarındaki kükürt içeriğinde önemli artışlar olmaktadır (Saleem ve ark., 2019; Cui ve ark., 2020). Araştırmada doz seviyeleri kontrol dozundan 2.5 kg/da dozuna çıktıkça bitkideki kükürt konsantrasyonlarında artışlar gözlemlenmiş ancak, doz seviyeleri arttıkça bitkideki kükürt konsantrasyonlarında önemli artışlar görülmemiştir. Bitkiler kükürt alımı gerçekleştirirken, bitki boyundaki ve yaprak alanındaki artışlara paralel olarak bitki içerisinde kükürt konsantrasyonlarında seyremler gerçekleşmektedir. Tütünde yaprak verimindeki artışlar, bitkinin yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, yaprak doku kalınlığı ile doğru orantılı olup, yapraktaki kükürt konsantrasyonu verim ile doğru orantılıdır. Verim ve verim ile ilişkili parametrelerin artması yüksek dozlarda uygulanan kükürt uygulamalarında yapraktaki kükürt konsantrasyonundaki seyremleri açıklamaktadır. Bryson ve ark., (2014) tütün için yaprak konsantrasyonlarındaki yeterli kükürt miktarının %0.18 ile %0.50 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmada farklı kükürt form ve dozlarının bitkideki kükürt konsantrasyonlarına etkisi önemli bulunmuş ve elde edilen veriler kükürt yeterlilik oranları ile desteklenmektedir. Ayrıca tütünün 2.5 kg/da dozuna kadar kükürt alımı yapabildiği görülmüştür.

4.12. Toplam Azot İçeriği (%)

Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün toplam azot içeriğine etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.23 'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde form ve form x doz interaksiyonunun toplam azot oranına etkisi istatistiki ($p<0.05$) düzeyde, dozun toplam azot içeriğine etkisi ise istatistiki ($p<0.01$) düzeyde önemli bulunmuştur.

Çizelge 0.25. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün toplam azot içeriğine etkisine ait varyans analiz tablosu

VK	KT	KO	SD	F
Tekerrür	0.0096	0.0048	2	0.22
Form	1.1584	0.5792	2	26.28*
Hata1	0.0882	0.0220	4	
Doz	1.6823	0.5608	3	27.86**
Form*Doz	1.0510	0.1752	6	8.70*
Hata2	0.3623	0.0201	18	
Genel	4.3517		35	

** $p<0.01$, * $p<0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli

Toplam azot içeriğine ait ortalamalar incelendiğinde formlar arasında en düşük ortalama amonyum sülfat uygulamasında en yüksek ortalama ise kalsiyum sülfat uygulamasında görülmüştür. Doz seviyelerinin etkisinde ise en düşük ortalama kontrol dozunda en yüksek ortalama 2.5 kg/da dozunda belirlenmiştir. Kalsiyum sülfat formunun 2.5 kg/da dozunda en yüksek toplam azot içeriğine ulaşıldığı tespit edilmiştir. Amonyum sülfat ve elementel kükürt formunda en yüksek toplam azot içeriği 10 kg/da dozunda tespit edilmiştir. Toplam azot ortalamaları %2.42-3.70 arasında değişim göstermiştir. (Çizelge 4.24).

Çizelge 0.26. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün toplam azot içeriğine etkisine ait ortalama değerler (%)

Form	Doz (kg/da)				Form Ort.
	0	2.5	5	10	
Amonyum Sülfat	2.42 ^d	3.29 ^{abc}	3.12 ^c	3.47 ^{abc}	3.08B
Kalsiyum Sülfat	3.46 ^{abc}	3.70 ^a	3.30 ^{abc}	3.43 ^{abc}	3.48A
Elementel Kükürt	3.21 ^c	3.65 ^{ab}	3.23 ^{bc}	3.66 ^{ab}	3.44A
Doz Ort.	3.03B	3.55A	3.22B	3.52A	3.33

% CV: 4.26

Kükürt ve azot pozitif ilişkili iki element olup kükürt uygulaması bitkilerin azot alımını önemli ölçüde arttırmaktadır (McGrath & Zhao 1996; Salvagiotti & Miralles, 2008). Kükürtün oksidasyonu sırasında, toprak pH'ı düşürülebilmektedir. Böylece çoğu besin maddesinin mevcut olmayan formu, bitki alımı için mevcut forma dönüştürülebilir. Bilindiği üzere topraktaki besin maddelerinin çoğu 6.5 ile 7.5 arasında değişen pH'larda bulunur ve özellikle yüksek pH'lı alkali topraklarda kükürt pH'ın düşmesi ve besin maddelerinin kullanılabilirliğini arttırmaktadır (Soliman ve ark., 1992; Marschner, 1995; Kaplan & Orman, 1998; Jamal ve ark., 2010). Yapraklardaki azot konsantrasyonu da bu şekilde artabilmektedir. Kükürt uygulaması ile azot alım etkinliği artış göstermekte ve topraktan azot yıkanması önlenmektedir (Brown ve ark., 2000).

5. SONUÇ

Tütün, Türkiye’de uzun yıllardan beri yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Günümüzde tütün Ege bölgesi başta olmak üzere, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Her bitki de olduğu gibi tütünde de bitki besleme; verim ve kalite özellikleri için çok önemlidir. Tütünde verim ve kaliteyi arttırmak için kullanılacak gübre kaynağı, miktarı ve verilme şekli önem arz etmektedir. Dengeli bitki besleme programı, verimde artış ile daha kaliteli ürün elde etmeyi hedeflemektedir. Araştırmada tütün yetiştiriciliğinde farklı kükürt kaynaklarından sağlanan kükürt dozlarının verim ve kaliteye etkileri incelenmiştir.

Araştırmada incelenen parametrelerden bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, rutin ve klorojenik asit farklı kükürt form ve doz uygulamaları ile değişim göstermiş olsa da ortaya çıkan farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Araştırmada kuru yaprak verimi 150 kg/da ile 215.7 kg/da arasında bulunmuş, formlar arasında en yüksek kuru yaprak verimi kalsiyum sülfat formunda, dozlar arasında ise en yüksek kuru yaprak verimi ortalaması 5 kg/da dozunda tespit edilmiştir. Kükürt noksanlığının bitki boyunun kısılmasına ve yaprakların gelişmemesine neden olduğu göz önüne alındığında, kükürt uygulaması verimi artırmanın etkili bir yolu olduğu düşünülebilir. Nikotin oranı farklı form ve dozlara bağlı olarak değişim göstermiş olup, farklı kükürt form ve dozlarının tütünün nikotin oranına etkisi incelendiğinde en yüksek nikotin oranı amonyum sülfat formunda, doz ortalamalarında ise 2.5 kg/da dozunda gözlemlenmiştir. Son yıllarda Dünya Sağlık Örgütü’ nün düşük nikotin içeriğine sahip tütün yetiştirme istekleri göz önünde bulundurulduğunda, yüksek dozda sülfatlı gübre uygulamaları bitkinin azot alımını olumsuz yönde etkilemesinden dolayı, yapılan çalışmada düşük nikotin içeriğine sahip sonuçlar elde edilmiştir. Yüksek dozlarda kükürt uygulaması, tütünün nikotin oranının düşürülmesinde önemli bir yaklaşım olabileceği görülmektedir. Tütün yaprağının kimyasal yapısının en önemli bileşenlerinden olan indirgen şeker oranı farklı kükürt form ve doz uygulamaları ile değişim göstermiştir. Farklı kükürt form ve dozlarının tütünün indirgen şeker oranına etkisi incelendiğinde elementel kükürt formu öne çıkmıştır. En yüksek indirgen şeker oranı elementel kükürt formunun 5 kg/da doz uygulaması ile elde edilmiştir. Tütünün fiziksel kalitesinin belirlenmesi için önemli bir parametre olan randıman değerinin farklı kükürt form ve doz uygulamaları ile değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek randıman değeri kalsiyum sülfat formunun 5 kg/da

dozundan elde edilmiştir. Tütünde randıman değerinin arttırılmasında kükürt ve kalsiyumun etkisi öne çıkmıştır. Tütünde kükürt içerikli bitki besleme uygulamalarının verim ve kalite özelliklerini arttırabileceği düşünülmektedir. Tütünde kullanılacak kükürt içerikli besleme kaynaklarının kullanım zamanı ve sulama suyu ile uygulanması gibi konularda yapılabilecek araştırmalar konunun geliştirilmesine katkı sağlayabilecektir.



6. KAYNAKLAR

- Alam, A., Tariq, M., Haq, I., Ali, J., Adnan, M., Fahad, S. ve Ahmad, S., 2022. Co-application of Phosphorus and Sulfur Improve Yield, Quality and Nutrients Uptake in *Nicotiana tabacum* L. Philipp. Agric. Sci, 105, 61-68.
- Amdekar, S.J., 2014. Statistical Methods: For Agricultural and Biological Sciences. Alpha Science International Limited.
- Andersen, R.A., Fleming, P.D., Burton, H.R., Hamilton-Kemp, T.R. ve Sutton, T.G., 1991. Nitrosated, acylated, and oxidized pyridine alkaloids during storage of smokeless tobaccos: effects of moisture, temperature and their interactions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39 (7), 1280-1287.
- Anonim, 2021a. Dünyada tütün ekim alanı ve üretim miktarı. Faostat, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (31.07.2021).
- Anonim, 2021b. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi https://ziraat.gop.edu.tr/depo/menuler/birim_11203/fakultemizde_gelistiriln_cesitler_865/dosya_icerik/3585522/fakultemizde_gelistiriln_cesitler_20221129135433.pdf?d=tr-TR&mk=42740&m=fakultemizde_gelistiriln_cesitler (31.07.2023).
- Aytaç, B., 2016. Nail tütün hattının Bafra ilçesinin farklı köylerindeki performanslarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun.
- Baker, R.R., Pereira da Silva, J.R. ve Smith, G., 2004. The effect of tobacco ingredients on smoke chemistry. part i: flavourings and additives. Food and Chemical Toxicology, 42, 3-37.
- Barney Jr, P.E. ve Bush, L.P., 1985. Interaction of nitrate and sulfate reduction in tobacco: 1. Influence of availability of nitrate and sulfate. Journal of Plant Nutrition, 8 (6), 505-515.
- Blake-Kalff, M.M., Harrison, K.R., Hawkesford, M.J., Zhao, F.J. ve McGrath, S.P., 1998. Distribution of sulfur within oilseed rape leaves in response to sulfur deficiency during vegetative growth. Plant physiology, 118 (4), 1337-1344.
- Bolat, İ. ve Kara, Ö., 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları . Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19 (1) , 218-228.
- Bremner, J.M., ve Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-Total. In: Methods Of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Page, A.L., Miller, R.H. ve Keeney, D.R. Eds., American Society Of Agronomy, Soil Science Society Of America, Madison, Wisconsin, 595-624.
- Brown, L., Scholefield, D., Jewkes, E.C., Preedy, N., Wadge, K. ve Butler, M., 2000. The effect of sulphur application on the efficiency of nitrogen use in two contrasting grassland soils. The Journal of Agricultural Science, 135 (2), 131-138.

- Bryson, G.M., Mills, H.A., Sasseville, D.N., Jones, J.B. ve Barker, A.V., 2014. Plant analysis handbook III: A guide to sampling, preparation, analysis, interpretation and use of results of agronomic and horticultural crop plant tissue. Micro-Macro Publishing, Incorporated.
- Burke, J.J., Holloway, P., ve Dalling, M.J., 1986. The effect of sulfur deficiency on the organisation and photosynthetic capability of wheat leaves. *Journal of Plant Physiology*, 125 (3-4), 371-375.
- Butorac, J., Beljo, J. ve Gunjaca, J., 2004. Study of inheritance of some agronomic and morphological traits in burley tobacco by graphic analysis of diallel cross. *Plant, Soil and Environment*, 50 (4), 162-167.
- Butorac, J., Vasilj, D., Kozumplik V. ve Beljo J., 1999. Quantitative parameters of some burley tobacco traits. *Rostlinna Vyroba*, 45(4), 149-156.
- Cai, K., Hua, D., Lei B., Zhao, H., Pan, W. ve Song, B., 2015. Determination of carbohydrates in tobacco by pressurized liquid extraction combined with a novel ultrasound-assisted dispersive liquid-liquid microextraction method. *Analytica Chimica Acta*, 882, 90-100.
- Chudasama, S.D., Gediya, K.M., Shiyal, V.N., Chavda, C.P., ve Mor, V.B. 2023. Effect of transplanting date and nitrogen levels on growth attributes, cured leaf yield and economics of Bidi Tobacco (*Nicotiana tabacum*). *The Pharma Innvation Journal*, 12 (5), 3790-3794
- Cui, Q., Wu, W., Qi, Y., Jing, L., ve Jiang, C., 2020. Sulfur application improved leaf yield and quality of flue-cured tobacco by maintaining soil sulfur balance. *International Journal of Agriculture and Biology*, 23 (2), 357-363.
- Çölkesen, M., Arslan, S., Eren, N. ve Öktem, A., 1993. Şanlıurfa’da Sulu ve Kuru Koşullarda Farklı Dozlarda Uygulanan Azotun Diyarbakır 81 Makarnalık Buğday Çeşidinin Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu 30 Kasım – 3 Aralık, Ankara. Sf: 486-495.
- De Pascale, S., Maggio, A., Pernice, R., Fogliano, V. ve Barbieri, G., 2007. Sulphur fertilization may improve the nutritional value of *Brassica rapa L. subsp. sylvestris*. *European Journal of Agronomy*, 26 (4), 418-424.
- Dyulgerski, Y. ve Dimanov, D., 2012. Study on heterosis behaviour related to the leaves size by the tobacco of burley variety group. *Acta Agriculturae Serbica*, 34 (17), 75-82.
- Erbaş, S. ve Şenates, A., 2020. Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*)’nde azot ve kükürt gübrelemesinin verim ve kaliteye etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1), 217-225.

- Esendal, E., Ayan, A.K., Aytaç, S. ve Çamaş, N., 1997. Bafra popülasyonundan toplanan tütün hatlarının bazı özelliklerinin analizi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 1, 611-613, 22-25 Eylül 1997, Samsun.
- Evans, H.J. ve Weeks, M. E., 1948. The influence of nitrogen, potassium, and magnesium salts on the composition of burley tobacco. Soil Science Society of America Journal, 12 (C), 315-322.
- Feng, X., Liu, W., Sehar, S., Zheng, W., Zhang, G. ve Wu, F., 2018. Application of sulfur fertilizer reduces cadmium accumulation and toxicity in tobacco seedlings (*Nicotiana tabacum*). Plant Growth Regulation, 85, 165-170.
- Gençtan, T. ve Sağlam, N., 1987. Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığının Üç Ekmeklik Buğday Çeşidinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim. Bursa. s. 171-183.
- Gill, S.S. ve Tuteja, N., 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant physiology and biochemistry, 48 (12), 909-930.
- Gixhari, B. ve Sulovari, H., 2010. Nature of inheritance and heterosis estimated on some morphological quantitative characters that influence the tobacco yield. Studii și Cercetari, Biologie, 18, 46-50.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H. ve Pekşen, E., 2013. Araştırma ve Deneme Metotları. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı:48 3.Baskı, 264.Sayfa, Samsun.
- Güzel, N., Güllüt, K.Y. ve Büyük, G., 2004. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Heimler, D., Romani, A. ve Leri, F., 2017. Plant polyphenol content, soil fertilization and agricultural management: A review. European Food Research and Technology, 243, 1107-1115.
- Henry, J., Veazie, P., Furman, M., Vann, M. ve Whipker, B., 2023. Spectral discrimination of macronutrient deficiencies in greenhouse grown flue-cured tobacco. Plants, 12 (2), 280.
- Hoyos C.V., Magnitskiy, S. ve Plaza T.G. 2015. Effect of fertilization on the contents of macronutrients and chlorine in tobacco leaves cv. flue-cured (*Nicotiana tabacum* L.) in two municipalities in Huila, Colombia. Agronomía Colombiana, 33 (2), 174-183.
- Höller, K., Király, L., Künstler, A., Müller, M., Gullner, G., Fattinger, M. ve Zechmann, B., 2010. Enhanced glutathione metabolism is correlated with sulfur-induced resistance in Tobacco mosaic virus-infected genetically susceptible *Nicotiana tabacum* plants. Molecular plant-microbe interactions, 23 (11), 1448-1459.

- Huifang, S. ve Zicheng, X., 2011. Relationship between the calcium content in soil and the calcium content of flue-cured tobacco in Enshi tobacco-growing area. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (12), 2788-2793.
- Huifang, S.H.A.O., Xiao-hong, R.E.N. ve Ning, Q.I.A.O., 2007. A review of sulphur nutrition in tobacco. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23 (3), 304-307.
- Imran, ve Khan, A.A., 2017. Canola yield and quality enhanced with sulphur fertilization. *Russian Agricultural Sciences*, 43, 113-119.
- İnan, Y., 2019. Farklı Potasyum ve Kükürt Dozlarının Şeker Mısırın (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) Agronomik ve Teknolojik Özelliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Jamal, A., Moon, Y.S. ve Zainul Abidin, M., 2010. Sulphur-a general overview and interaction with nitrogen. *Australian Journal of Crop Science*, 4 (7), 523-529.
- Jeffrey, R.N. ve Tso, T.C. 1955. Tobacco constituents, qualitative differences in alkaloid fraction of cured tobaccos. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3 (8), 680-682.
- Kaçar, B., 2012. Toprak Analizleri: 1. Analiz 2. Laboratuvar 3. Toprak 4. Yöntem, 3. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık No: 484, Ankara.
- Kalaiyarasan, C., Gandhi, G., Vaiyapuri, V., Sriramachandrasekharan, M.V., Jawahar, S., Suseendran, K., Ramesh S., Elankavi, S. ve Kanagaraj, R., 2019. Growth And Yield Of Sunflower Genotypes To Sulphur Fertilization Grown Under Veeranam Ayacut Regions. *Plant Archives*, 19 (2), 2527-2530.
- Kaplan, M. ve S. Orman., 1998. Effect of elemental sulphur and sulphur containing west in a calcareous soil in Turkey. *Journal of Plant Nutrition* 21 (8), 1655–1665.
- Kastori, R., Plesnicar, M., Arsenijevic-Maksimovic, I., Petrovic, N., Pankovic, D., ve Sakac, Z., 2000. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and water relations in young sugar beet plants as affected by sulfur supply. *Journal of plant nutrition*, 23 (8), 1037-1049.
- Khan, N.A., Mobin, M. ve Samiullah., 2005. The influence of gibberellic acid and sulfur fertilization rate on growth and S-use efficiency of mustard (*Brassica juncea*). *Plant and soil*, 270, 269-274.
- Kınay, A., 2010. Tütünde (*Nicotiana tabacum L.*) farklı azot dozlarının verim ve kalite özelliklerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- Kınay, A., 2014. Bazı oriental tütün (*Nicotiana tabacum L.*) melezlerinde verim ve kalite özellikleri (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.

- Kınay, A., 2020. Agronomic and chemical properties of hybrid oriental tobacco (*Nicotiana tabacum*) lines and their stabilities. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90 (5), 874-878.
- Kınay, A., ve Erdem, H., 2021. The Effect of Increasing Doses of Magnesium Sulphate Applications on Leaf Yield and Quality of Tobacco Plant. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9 (3), 601-606
- Kınay, A., ve Kurt, D., 2022. Heterosis and inheritance studies on morphological and chemical characters of tobacco. *Agronomy Journal*, 114 (2), 927-934.
- Koepe, D.E., Southwick, L.M. ve Bittell, J.E., 1976. The relationship of tissue chlorogenic acid concentrations and leaching of phenolics from sunflowers grown under varying phosphate nutrient conditions. *Canadian Journal of Botany*, 54 (7), 593-599.
- Kopriva, S., Suter, M., von Ballmoos, P., Hesse, H., Krähenbühl, U., Rennenberg, H. ve Brunold, C., 2002. Interaction of sulfate assimilation with carbon and nitrogen metabolism in *Lemna minor*. *Plant Physiology*, 130 (3), 1406-1413.
- Kowalska, I., 2005. Effects of sulphate level in the nutrient solution on plant growth and sulphur content in tomato plants. *Folia Horticulturae*, 17 (1), 91-99.
- Kruse, C., Jost, R., Lipschis, M., Kopp, B., Hartmann, M. ve Hell, R., 2007. Sulfur-enhanced defence: effects of sulfur metabolism, nitrogen supply, and pathogen lifestyle. *Plant Biology*, 9 (05), 608-619.
- Kurt, D., 2019. Seçilmiş üstün özellikli basma tip tütün (*Nicotiana tabacum* L.) hatlarının genotip X çevre etkileşimleri (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- Kurt, D., ve Kınay, A., 2021. Effects of irrigation, nitrogen forms and topping on sun cured tobacco. *Industrial Crops and Products*, 162, 113276.
- Leffingwell, J. 1998. Leaf chemistry: Basic chemical constituents of tobacco leaf and differences among tobacco products. *Tobacco: production, chemistry and technology* Oxford: Blackwell Science, 465-84.
- Lehman, R. H., ve Rice, E. L., 1972. Effect of deficiencies of nitrogen, potassium and sulfur on chlorogenic acids and scopolin in sunflower. *American Midland Naturalist*, 71-80.
- López-Lefebvre, L.R., Rivero, R.M., García, P.C., Sanchez, E., Ruiz, J.M. ve Romero, L., 2001. Effect of calcium on mineral nutrient uptake and growth of tobacco. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (14), 1334-1338.
- Ma, Y.Q., Xie, Y. ve Xu Z.C., 2017. Analysis on the distribution of sulfur in fluecured tobacco leaf and soil in the tobacco-growing area of Luliang. *Chinese Journal of Soil Science* 48, 882-886.

- Manesh, A.K., Armin, M. ve Moeini, M.J., 2013. The effect of sulphur application on yield and yield components of corn in two different planting methods in saline conditions. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4 (7), 1474-1478.
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, 2. Londra.
- McCauley, A., Jones, C. ve Jacobsen, J., 2009. *Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.*
- McGrath, S.P., ve Zhao, F.J., 1996. Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 126 (1), 53-62.
- Mekdad, A.A., Rady, M.M., Ali, E.F., ve Hassan, F.A., 2021. Early sowing combined with adequate potassium and sulfur fertilization: promoting *Beta vulgaris* (L.) yield, yield quality, and K-and S-use efficiency in a dry saline environment. *Agronomy*, 11 (4), 806.
- Mengel, K. ve Kirkby, E.A., 2001. *Principles of Plant Nutrition*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849.
- Muscolo, A., Papalia, T., Settineri, G., Mallamaci, C. ve Panuccio, M.R., 2020. Sulfur bentonite-organic-based fertilizers as tool for improving bio-compounds with antioxidant activities in red onion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (2), 785-793.
- Nagai, A., Yamamoto, T. ve Wariishi, H., 2012. Identification of fructo- and maltooligosaccharides in cured tobacco leaves (*Nicotiana tabacum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (26), 6606-6612.
- Narayan, O.P., Kumar, P., Yadav, B., Dua, M. ve Johri, A.K., 2022. Sulfur nutrition and its role in plant growth and development, *Plant Signaling & Behavior*, 2030082.
- Nikiforova, V.J., Kopka, J., Tolstikov, V., Fiehn, O., Hopkins, L., Hawkesford, M.J. ve Hoefgen, R., 2005. Systems rebalancing of metabolism in response to sulfur deprivation, as revealed by metabolome analysis of Arabidopsis plants. *Plant physiology*, 138 (1), 304-318.
- Pérez-Balibrea, S., Moreno, D.A. ve García-Viguera, C., 2011. Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation. *Food chemistry*, 129 (1), 35-44.
- Poonia, K. L., 2000. Effect of planting geometry, nitrogen and sulfur on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Eco-Physiology*, 3 (1/2), 59-71.
- Saleem, M., Elahi, E., Gandahi, A.W., Bhatti, S.M., Ibrahim, H., ve Ali, M., 2019. Effect of Sulphur Application on Growth, Oil Content and Yield of Sunflower. *Sarhad Journal of Agriculture*, 35 (4).

- Salvagiotti, F. ve Miralles, D.J., 2008. Radiation interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfur fertilization in wheat. *European Journal of Agronomy*, 28 (3), 282-290.
- Saran, G. ve Giri, G., 1990. Influence of nitrogen, phosphorus and sulfur on mustard under semi-arid rainfed conditions of North-West India. *Indian J Agron.* 35 (1-2), 131–136.
- Shao, F., Jiang, C., Xue, B., Xu, J. ve Shen, J., 2012. Influence of sulfur and stillage fertilizer on the growth, quality of flue-cured tobacco, and pH in alkaline soil. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 32 (12), 2479-2485.
- Sharma, A.K., Sandhu, A.K., Sidhu, S.K., Griffin, W.D., Kaur, N. ve Sharma, L.K., 2023. Potato (*Solanum tuberosum* L.) Yield Response to Different Sulfur Rates and Sources. *HortScience*, 58 (1), 47-54.
- Shilpi, S., Islam, M.N., Sutradhar, G.N.C., Husna, A. ve Akter, F., 2012. Effect of Nitrogen and Sulfur on the Growth and Yield of Sesame. *International Journal of Bio-resource and stress Management*, 3 (Jun, 2), 177-182.
- Sims, J.L., Leggett, J.E. ve Pal, U.R., 1979. Molybdenum and Sulfur Interaction Effects on Growth, Yield, and Selected Chemical Constituents of Burley Tobacco. *Agronomy Journal*, 71 (1), 75-78.
- Singh, M.S., Raju, M.D., Singh, A K. ve Tiwari, S.K., 1998. Nitrogen and Sulfur Bonded Organosilicon (IV) Complexes: Synthetic and Spectroscopic Aspects. *Main group metal chemistry*, 21 (10), 643-648.
- Skwierawska, M., Benedycka, Z., Jankowski, K. ve Skwierawski, A., 2016. Sulphur as a fertiliser component determining crop yield and quality. *Journal of Elementology*, 21 (2).
- Soliman, M.F., Kostandi, S.F. ve Van Beusichem, M.L., 1992. Influence of sulfur and nitrogen fertilizer on the uptake of iron, manganese, and zinc by corn plants grown in calcareous soil. *Communications in soil science and plant analysis*, 23 (11-12), 1289-1300.
- Solmaz, İ., Akbaş, F., Erköse, H., Nebahat, S. ve Barış, D., 2017. Farklı dozlarda kükürt uygulamasının turp (*Raphanus sativus* L.)’ta verim ve kalite üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 257-262.
- Sunarpi., ve Anderson, J.W. 1996. Effect of sulfur nutrition on the redistribution of sulfur in vegetative soybean plants. *Plant Physiology*, 112 (2), 623-631.
- Tian, A., Wen, S., Huang, G., Xu, Q. ve Li, H., 2016. Research progress on the sulfur source and control measures of flue cured tobacco. *Crop Res* 30, 600-606
- Wang X.D., Xu, Z.C., Xie, Y., Liu, L., Fan, X.L. ve Zhang X.H., 2018. Suitable soil available sulfur and tobacco leaf sulfur contents for high quality tobacco

- production in Qujing area, Yunnan province. J Plant Nutrient Fertilization 24 (12), 528–534.
- Wang, H.Y., Zhao, M.M., Yang, B., Jiang, Y.M. ve Rao, G.H., 2008. Identification of polyphenols in tobacco leaf and their antioxidant and antimicrobial activities. Food Chemistry, 107 (4), 1399-1406.
- Weeks, W.W., 1999. Leaf chemistry: relationship between leaf chemistry and organoleptic properties of tobacco smoke. In Tobacco: Production, Chemistry and Technology; Davis, D.L., Nielsen, M.T., Eds.; Blackwell Science: Oxford, UK, 304-312.
- Weil, R.R., ve Mughogho, S.K., 2000. Sulfur nutrition of maize in four regions of Malawi. Agronomy Journal, 92 (4), 649-656.
- Wielebski, F., 2015. The role of sulphur as a factor affecting quantity and quality of yield of winter oilseed rape. Rośliny Oleiste, 36, 39-59.
- Xia, B., Feng, M., Xu, G., Xu, J., Li, S., Chen, X., Ding, L. ve Zhou, Y., 2014. Investigation of the chemical compositions in tobacco of different origins and maturities at harvest by GC-MS and HPLC-PDA-QTOF-MS. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62 (22), 4979-4987.
- Xiang, G., Yang, H., Yang, L., Zhang, X., Cao, Q. ve Miao, M., 2010. Multivariate statistical analysis of tobacco of different origin, grade and variety according to polyphenols and organic acids. Microchemical Journal, 95 (2), 198-206.
- Yılmaz, G. ve Kınay, A., 2011. Tütünde (*Nicotiana tabacum* L.) farklı azot dozlarının verim ve kalite özelliklerine etkileri. IX. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri Kitabı, 2, 951-956, 12-15 Eylül, 2011, Bursa.
- Yılmaz, G., Kınay, A. ve Kandemir, N., 2013. Oriental Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Tiplerinde Heterozis Etkisinin İncelenmesi. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi. Kitap-2, s:390-395. 10-13 Eylül, Konya.
- Yiğit, A., Ereku, O. ve Yaraşır, N., 2021. Kısıtlı Sulama ve Kükürt Dozu Uygulamalarının Soya Fasulyesinde Bitki Gelişimi ve Klorofil (SPAD) İçeriğine Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (1), 105-117.
- Youhua, M., Jizhen, Z., Weimin, Z., Youbin, S., Ligan, Z. ve Ruixin, D., 2000. Effect of selenium and sulfur interaction on the growth and quality of flue-cured tobacco. Anhui Nongxueyuan Xuebao Journal of Anhui Agricultural College, 27 (4), 313-320.
- Yuan, G., Wang, X., Guo, R. ve Wang, Q., 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. Food Chem. 121, 1014-1019.
- Yurtsever, N., 1984. Deneyisel istatistik metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 56. Ankara.

- Zhao, F.J. ve McGrath, S.P., 1994. Soil extractable sulphate and organic sulphur and their availability to plant. *Plant and Soil* 164, 243-250.
- Zhao, F.J., Tausz, M. ve De Kok, L.J., 2008. Role of sulfur for plant production in agricultural and natural ecosystems. In *Sulfur metabolism in phototrophic organisms* (pp. 417-435). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Zhou, C., Zhu, Y. ve Luo, Y., 2013. Effects of Sulfur Fertilization on the Accumulation of Health-Promoting Phytochemicals in Radish Sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (31), 7552-7559.
- Zhu, Y., Zhou, K., Wu, S., Zhang, G. ve Tu, N. 2013. Effect of sulfur fertilization on agronomic traits and photosynthetic characteristics of flue-cured tobacco. *Journal of Northwest A & F University-Natural Science Edition*, 41 (10), 105-111.

7. EKLER



a



b

Ek 1. Fide yetiştiriciliğine ait görüntüler (a, b)



a



b

Ek 2. Deneme alanında dikim öncesi işlemler (a, b)



a



b

Ek 3. Denemede fideleri araziye dikme işlemleri (a, b)



a



b

Ek 4. Denemede hasat işlemleri (a, b)



a



b



c



d

Ek 5. Hasat edilen tütünlerin kurutulması ve muhafazasına ait görüntüler (a-d)



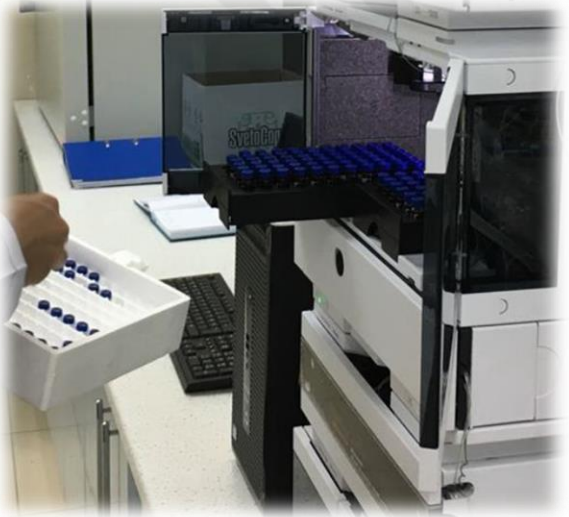
a



b



c



d

Ek 6. Denemede incelenen özelliklere ait görüntüler (a-d)

8. ÖZGEÇMİŞ

