

## Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum indicum L.*)'da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri Effects of Sulfur and Humic Acid Applications on Yield and Oil Quality of Second Crop Sesame (*Sesamum indicum L.*)

**Korhan Özceylan\***

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0003-0226-6198>

**Özgül Görmüş**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0003-2214-6708>

### **Araştırma Makalesi**

### **Geliş Tarihi**

28/09/2023

### **Kabul Tarihi**

09/10/2023

### **DOI**

10.5281/zenodo.10117654

### **Özet**

Susam, kaliteli yağ içeriği ile insan beslenmesinde kullanılan temel gıda ürünlerinden biridir. Susam yetiştiriciliğinde yağ kalitesi ve verimini artırmak için organik gübreler ve kükürt uygulamalarının miktarı oldukça önemlidir. Bu araştırma, kükürt ve hümik asit uygulamalarının ikinci ürün susamda verim ve yağ kalitesine etkilerini belirlemek amacıyla Çukurova Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama alanında yürütülmüştür. Materyal olarak Muganlı-57 çeşidi, kükürt kaynağı olarak amonyum sülfat (%24S) ve hümik asit kaynağı olarak özel bir firmaya ait %40 hümik asit içeren leonardit kullanılmıştır. Çalışmada 4 farklı kükürt dozu (0, 2, 4, 6 kg da<sup>-1</sup>) ve 3 farklı hümik asit dozu (0, 4, 8 L da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Deneme, tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. İncelenen özelliklere ait verilere uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre, kükürt ve hümik asit dozlarının susam bitki başına kapsül sayısı, dal sayısı, tohum verimi ve yağ verimi değerlerine etkisi önemli bulunmuştur. Ancak bitki boyu ve yağ oranı değerleri üzerine etkisi olmamıştır. En yüksek tohum verimi 2 kg da<sup>-1</sup> kükürt, 8 L da<sup>-1</sup> hümik asit uygulamasından elde edilmiştir. Bu çalışma ile kükürt ve hümik asit uygulamalarının susamın büyümesinde, veriminde ve yağ oranında olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Susam, gübreleme, yağ kalitesi, tohum verimi.

# Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum Indicum L.*)’da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

## Research Article

## Received

28/09/2023

## Accepted

09/10/2023

## DOI

10.5281/zenodo.10117654

## Abstract

Sesame is one of the basic food products used in human nutrition with its high quality oil content. The amount of organic fertilizers and sulfur applications is very important in order to increase the oil quality and yield in sesame cultivation. This research was carried out in Cukurova University Field Crops Department Research and Application area in order to determine the effects of sulfur and humic acid applications on yield and oil quality in second crop sesame. Muganlı-57 variety was used as material, ammonium sulfate (%24S) as sulfur source and Leonardite containing %40 humic acid belonging to a private company was used as humic acid source. In the study, 4 different sulfur doses (0, 2, 4, 6 kg da<sup>-1</sup>) and 3 different humic acid doses (0, 4, 8 L da<sup>-1</sup>) were applied. The experiment in complete randomized plots according to the factorial design with three replications. According to the results of the analysis of variance applied to the data of the examined characteristics, the effects of sulfur and humic acid doses on the number of capsules per plant, the number of branches, seed yield and oil yield were found to be significant. However, it had no effect on plant height and oil ratio values. The highest seed yield was obtained from the application of 2 kg da<sup>-1</sup> sulfur and 8 L da<sup>-1</sup> humic acid. In this study, it was determined that sulfur and humic acid applications had positive effects on the growth, yield and oil ratio of sesame.

**Keywords:** Sesame, fertilization, oil quality, seed yield.

## 1. Giriş

Hızla artan Antik çağlardan beri yağı için kullanılan ve yağlı tohumlu bitkilerin kraliçesi olarak bilinen susam, Personatae takımının Pedaliaceae familyasına ait olup yaklaşık 40 türü bulunmaktadır (1). Bu türlerin içerisinde *Sesamum indicum* L. (2n=26) en çok kültüre alınan türdür. Tarımı gerçekleştirilen susam türlerinin dağılımı genellikle Afrika, Hindistan ve Uzak Doğu ülkelerinde yoğunlaşmıştır (2). Susamın önemli bir gen merkezi de Türkiye’dir. Bitkisel yağ üretimi açısından dünyada önemli bir paya sahip olan susam küresel olarak yaklaşık 12.507.504 ha alanda ekilmekte olup, 6.354.477 ton üretim miktarı ile 508 kg ha<sup>-1</sup> tohum verimi gerçekleşmiştir. Ülkemizde ise susam ekim alanları yıldan yıla azalış göstermekle birlikte, 25.249 ha ekiliş alanı 17.657 ton üretim miktarı ve 699 kg ha<sup>-1</sup> tohum verimi gerçekleşmiştir (3). Ülkemizde hemen hemen tüm bölgelerde sadece ana ürün olarak değil aynı zamanda ikinci ürün olarak da susam yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak özellikle Çukurova’da ikinci ürün olarak yetiştiriciliği daha yaygındır (4).

Entansif tarım uygulamalarında önemli verim artışı sağlanması için yapılan uygulamalardan birisi de yoğun kimyasal gübre kullanımıdır. Kullanılan kimyasal gübrelerin yararlı olup olmayacağı toprak ve gübre özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Organik gübrelerin kullanımı, kimyasal gübrelere oranla toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmeleri açısından oldukça önemlidirler. Bu organik gübrelerden özellikle hümik asidin bitki biyokütlesinde bir artış sağladığı ve bitki kök gelişimini olumlu yönde teşvik ettiği bilinmektedir (5). Hümik maddelerin içeriğinde genellikle koyu renkli ve yüksek moleküler ağırlığa sahip, toprakta zor parçalanabilen ve toprak organik maddesinin temelini oluşturan maddeler bulunmaktadır. Bu maddelerin yapılarında fenolik, alkolik ve karboksilik bileşikler gibi önemli kimyasal grupların bulunması ile negatif elektriksel yüklerin yoğun olması topraktaki katyon değişim kapasitesine olumlu etkilediği ve toprak verimliliğini yükselttiği bildirilmiştir (6). Hümik asit, geniş bir pH aralığında bile toprakta tamponlama özelliği sağlar ve bitkilerde hücre zarının geçirgenliğini artırarak birçok mikro besin elementinin alınabilir forma dönüşmesini sağlar (7). Hümik asit uygulamaları toprağın su tutma kapasitesini artırarak, toprak mikro-

faunasının gelişmesine ve çoğalmasına da katkı sağlar. Ayrıca hümik asit uygulamalarının stres koşulları altındaki bitkilerde direnç kazanımı ve hastalık-zararlılara karşı dayanımı arttırdığı da bildirilmiştir (8).

Farklı bitkilerde gerçekleştirilen hümik asit uygulamalarının, ayçiçeğinde yağ kalitesi ve veriminde oldukça önemli artışlara yol açtığı bilinmektedir (9). Pamuk bitkisinde ise çalışmaya konu olan en yüksek hümik asit dozu ile daha yüksek kütlü verimi, koza sayısı ve koza ağırlığı oluşmasına karşın, başka bir çalışmada hümik asit uygulama dozlarının arttırılmasının pamukta bitki boyu, odun dalı sayısı, meyve dalı sayısı ve çırçır randımanı üzerine istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmadığı görülmektedir (10, 11). Son yıllardaki araştırmalara bakıldığında hümik asidin sadece bitkiye olan yararlılığı değil aynı zamanda kuraklık ve tuzluluk gibi stres faktörlerinin azaltılmasına yönelik çalışmaların yapıldığı da dikkat çekmektedir. (12,13). Toprakta yaşanabilecek tuzluluk stresi etkilerini azaltmak ve bitkiler için alınabilir besin maddelerinin miktarını arttırmak için hümik asit uygulamaları oldukça önemlidir (14).

Kükürdün endüstri devrimi öncesinde doğada yeterli oranda bulunmasına paralel olarak 1840'lı yıllardan sonra atmosfere salınan kükürt içerikli gazların miktarındaki artış sonucunda dünya tarım alanlarında önemli bir kükürt kaynağı olma konusunu gündeme getirmiştir. Ancak son zamanlarda fabrika bacalarında kullanılan filtreler nedeniyle atmosfere salınan kükürt miktarı belli oranda azalmış ve bitkilerde kükürt noksanlığının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu azalışa ek olarak 2000'li yıllardan sonra Dünyada ve ülkemizde kükürt içeren azotlu (N) ve fosforlu (P) gübrelerin kullanımının azalması toprağın ve bitkilerin kükürt noksanlıkları göstermesine neden olmuştur (15,16).

Kükürt, bitkiler için mutlak gerekli olan önemli bir besin elementidir. Kükürt susam tohumlarında yağ verimi, kalitesi ve soğuğa karşı dayanımı artırmaktadır. Kükürdün fotosentez sırasında önemli rol oynayan klorofil pigmenti miktarının azalmasını önlediği ve kuraklık koşullarında klorofil miktarının artırılması ile ürün veriminde artışlara yol açacağı rapor edilmektedir (17). Çalışmalar göstermektedir ki özellikle toprakta bulunan yarayışlı azot miktarı ile kükürt arasında sıkı bir ilişki söz konusudur (18). Kükürt eksikliğinde zayıflayan azot kullanım etkinliği, bitkilerin büyüme ve gelişmesinde, fotosentez kapasitesi ve yağ kalitesine ait parametrelerin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır (19, 20). Bitkilerin fizyolojisinde önemli bir yere sahip olan kükürdün noksanlığında ise yapraklarda sararma ve büyüme de gerileme görülebilmektedir (21). Kükürt uygulamalarının bitki gelişimi ve yağ kalitesini iyileştirmelerinin yanında toprak faunasını da iyileştirdikleri ve toprakta bulunan organik maddelerin parçalanmasını hızlandırdıkları ve bitkiler için yarayışlı hale getirdikleri rapor edilmektedir (22).

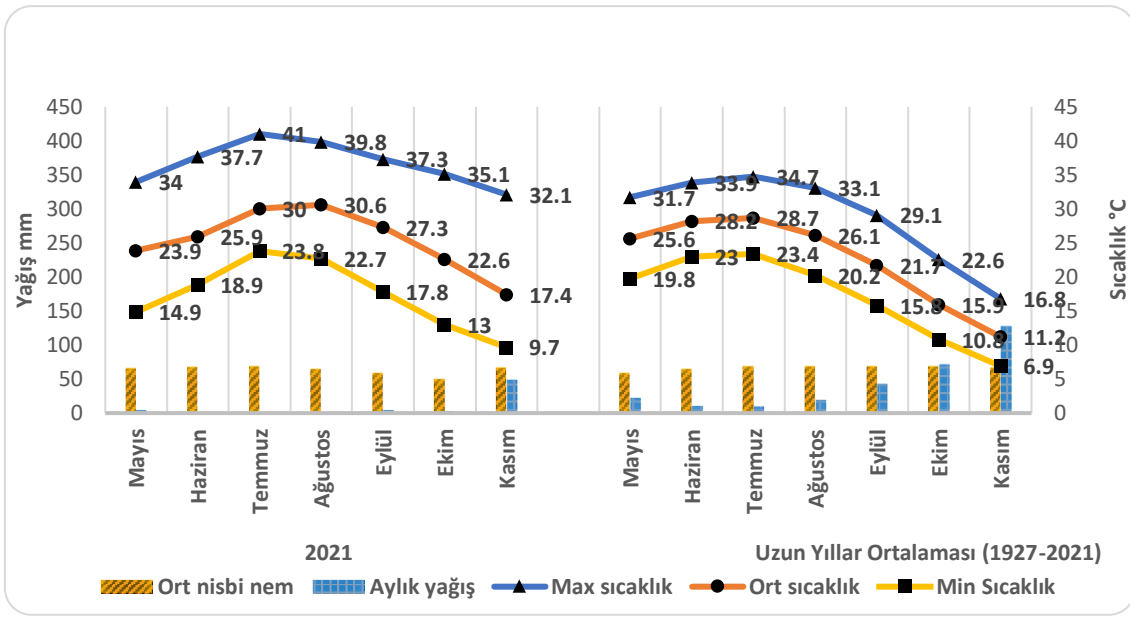
Çukurova koşullarında yürütülen bu çalışma, ikinci ürün susam yetiştiriciliğinde farklı hümik asit ve kükürt dozlarının verim ve yağ kalitesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum Indicum L.*)'da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

### 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Çukurova Bölgesi koşullarında ikinci ürün susam yetiştiriciliğinde farklı dozlarda hümik asit ve kükürt uygulamalarının verim ve kalite özelliklerine olan etkilerini araştırmak amacıyla Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanında 2021 yılında yürütülmüştür.

Akdeniz ikliminin etkili olduğu Adana ilinde denemenin yürütüldüğü 2021 yılında (Mayıs-Kasım) ortalama hava sıcaklık değerleri 17.4°C ile 30.6°C, bağıl nem ortalama değerleri ise %49.2 ile %67.2 arasında değişim gösterirken, toplam yağış miktarı 62.2 mm olmuştur. Uzun yıllar iklim değerleri ile 2021 yılına ait değerler arasında aylık yağış miktarı dışında önemli fark gözlemlenmemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın yürütüldüğü yıl ve uzun yıllara (1927-2021) ait iklim verileri

Bitkisel materyal olarak kullanılan Muganlı-57 çeşidi 1986 yılında BATEM tarafından seleksiyon ıslahı ile tescil edilmiş olup, beyaz çiçek rengi ve orta düzeyde tüylülüğe sahip, ortalama 110-120 cm boylanabilen Çukurova Bölgesinde ikinci ürün tarımında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir.

Çalışmanın yürütüldüğü toprağın tekstürünün killi, tuzluluk oranının ( $0.24 \text{ mmhos cm}^{-1}$ ), kireç miktarının (% 8.6) ve tüm profilde organik madde miktarının (% 1.44) düşük, az miktarda yarıyıllı fosfor ( $3.94 \text{ kg da}^{-1}$ ) ve yüksek miktarda yarıyıllı potasyum ( $96.5 \text{ kg da}^{-1}$ ) içerdiği saptanmıştır. Toprak yapısı alkali özellik göstermektedir (7.9 pH). Araştırma ve uygulama alanına ait topraklar Seyhan nehrine bağlı yan derelerinin getirmiş olduğu alüvyal topraklara sahip olup, düze yakın topoğrafyadan oluşmuştur. Toprak rengi kahve ve soluk kahve arasında değişmektedir.

Deneme yerinde buğday hasadından sonra anız toprağa karıştırılmış, goble-disk ile yüzlek olarak işlenmiştir. Dekara 40 kg 20-20-0 kompoze ( $8 \text{ kg da}^{-1}$  saf N ve  $8 \text{ kg da}^{-1}$  saf P) gübresi

uygulanmıştır. Sıra arası mesafeler 70 cm olacak şekilde ekimler el ile yapılmıştır. Denemenin ekimi, buğday hasadı sonrası Haziran ayında tamamlanıp, tüm parsellerde çıkışların gerçekleşmesiyle, bitkiler 10 cm büyüklüğüne ulaştığında, sıra üzeri mesafe 6 cm olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Yabancı otlarla mücadele amacıyla çapalama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Vejetasyon süresi boyunca bitkilerin ihtiyaçlarına göre gerekli kültürel işlemler gerçekleştirilmiştir.

Çukurova Bölgesinde ikinci ürün koşullarında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülen bu çalışmada, dört farklı kükürt dozu ( $S_0=0 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $S_1=2 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $S_2=4 \text{ kg da}^{-1}$ ,  $S_3=6 \text{ kg da}^{-1}$ ) ve üç farklı hümik asit dozu ( $HA_0= 0 \text{ L da}^{-1}$ ,  $HA_1= 4 \text{ L da}^{-1}$ ,  $HA_2=8 \text{ L da}^{-1}$ ) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kükürt uygulamaları üst gübre olarak Amonyum sülfat formunda tek seferde çiçeklenme döneminde, hümik asit uygulamaları ise ikiye bölünerek, ilki çiçeklenme başlangıcında, ikincisi de ilk uygulamayı takiben 15 gün sonra yaprak gübrelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Özel bir firmaya ait %40 hümik asit içeren leonardit (toplam organik madde: %56, toplam hümik+fulvik asit: %40, toplam azot: %2, suda çözünebilir toplam potasyum oksit: %8, pH: 4.5-6.5) hümik asit materyali olarak kullanılmıştır.

Hasat öncesi her parselden 10 adet bitkide bitki boyu, ilk kapsül yüksekliği, bitki başına kapsül sayısı ve dal sayılarının sayım ve ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Parsellerdeki kenar tesiri atılarak, ortadaki bitkilerden elle hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Her parselde orta sıralardan hasat edilen bitkiler deneme alanında kurumaları için iki hafta bekletilmiştir. Kapsülleri çatlayan bitkilerin çırpma ve savurma işlemlerinden geçirilmesi ile susam tohumları elde edilmiştir. Elde edilen susam tohumlarının, bin dane ağırlığı, tohum verimi ve yağ verimi değerleri incelenmiştir. Bin dane ağırlığının belirlenmesinde her parselden hasat edilen susam tohumlarının 4'lü gruplar halinde 100 adet sayılarak 0.01 g hassas terazide tartılıp ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Susam tohumları yağ oranlarının belirlenmesi için soxhlet cihazı ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Yağ oranının saptanmasında şu aşamalar izlenmiştir. Parsellere ait 5 gramlık susam tohumları öğütülerek, 3 tekrarlamalı olarak kartuşlara yerleştirilmiştir. Kartuşlar  $65^\circ\text{C}$  sıcaklıkta 30 dk etüvde bekletildikten sonra soğumaları için 10 dk desikatörde bekletilmiştir. Desikatörden alınan örnekler tartılarak soxhlet cihazının beherine yerleştirilmiştir. Soxhlet cihazında hekzan kullanılarak 4 saat boyunca yağların çözülmesi sağlanmıştır. Bu işlemin sonunda soxhlet balonunda yağ+hekzan karışımı elde edilmiştir. Bu karışım rotary evaporatör cihazı kullanılarak hekzanın uçurulmasıyla ayrıştırılmıştır. Yağ oranları eşitlik 1'de belirtilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Yağ oranları elde edildikten sonra tohum verimi ile çarpılarak yağ verimi değerleri elde edilmiştir.

$$\text{Yağ oranı (\%)} = \frac{[(\text{Soxhlet balonu} + \text{yağ}) - \text{Soxhlet balonun kuru ağırlığı}] * 100}{\text{Tohumun kuru ağırlığı}} \quad (1)$$

Araştırmada elde edilen veriler M-STAT C istatistik paket programı kullanılarak, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre istatistik analizi yapılmış, uygulamalar arasındaki

## Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum Indicum L.*)’da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

farklılıklar varyans analizi ile belirlenmiştir. Elde edilen ortalama değerlerin LSD Çoklu Karşılaştırma Testi ile aralarındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır. Pearson korelasyon analizi yapılarak incelenen özellikler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Kükürt ve HA dozlarının verim ve tohum yağ kalitesine etkisini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada; bitki boyu, ilk kapsül yüksekliği, bitki başına kapsül sayısı, dal sayısı, bin dane ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi değerlerine ait ortalama değerler ile LSD(0.05) testine göre oluşan gruplamalar Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Farklı kükürt ve hümik asit dozlarına göre susam bitkisinde incelenen özelliklere ilişkin değerler ve oluşan gruplar

Kükürt	Bitki Boyu (cm)				İlk Kapsül Yüksekliği (cm)			
	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort
S <sub>0</sub>	120.5 b	140.8 ab	140.3 ab	133.9	41.8 bc	48.4 ab	45.2 abc	45.1
S <sub>1</sub>	138.3 ab	148.8 a	140.1 ab	142.4	44.5 abc	49.6 a	42.2 abc	45.4
S <sub>2</sub>	142.3 a	138.6 ab	147.2 a	142.7	40.6 c	47.2 abc	49.4 ab	45.7
S <sub>3</sub>	140 ab	147.8 a	146.8 a	144.9	49.1 ab	49.1 ab	48.4 ab	48.9
Ort.	135.3	144	143.6		44.01 b	48.56 a	46.29 ab	
	S	HA	SxHA		S	HA	SxHA	
LSD(0.05)	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>17.73</b>		<b>Ö.D</b>	<b>3.43</b>	<b>6.86</b>	
Kükürt	Bitki Başına Kapsül Sayısı (ad)				Dal Sayısı (ad)			
	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort
S <sub>0</sub>	81.4 d	90 cd	109.2 ab	93.5 b	2.4 bc	2.44 abc	2.57 abc	2.47 b
S <sub>1</sub>	113.5 a	97.1 bc	109.3 ab	106.6 a	2.92 a	2.47 abc	2.87 ab	2.75 a
S <sub>2</sub>	103.7 ab	101.9 abc	115 a	106.9 a	2.77 abc	2.30 c	2.33 c	2.47 b
S <sub>3</sub>	103.5 abc	108.3 ab	110.1 ab	107.3 a	2.67 abc	2.43 abc	2.73 abc	2.61 ab
Ort.	100.5 b	99.3 b	110.9 a		2.69 a	2.41 b	2.63 ab	
	S	HA	SxHA		S	HA	SxHA	
LSD(0.05)	<b>8.06</b>	<b>6.98</b>	<b>13.95</b>		<b>0.27</b>	<b>0.23</b>	<b>0.47</b>	
Kükürt	Bin dane Ağırlığı (g)				Tohum Verimi (kg/da)			
	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort
S <sub>0</sub>	2.74 cd	2.73 d	2.64 d	2.70 c	86.8 e	100.6 bcd	103.5 bcd	97 b
S <sub>1</sub>	2.77 cd	2.93 bc	3.00 ab	2.90 b	94.7 de	108.7 ab	116.2 a	106.5 a
S <sub>2</sub>	3.00 ab	3.07 ab	3.08 ab	3.05 a	102.7 bcd	95.5 cde	110.6 ab	103.3 a
S <sub>3</sub>	3.05 ab	3.10 ab	3.14 a	3.10 a	97.3 cde	106.2 abc	109.4 ab	104.3 a
Ort.	2.89	2.96	2.97		95.4 c	103 b	109.9 a	
	S	HA	SxHA		S	HA	SxHA	
LSD(0.05)	<b>0.11</b>	<b>Ö.D</b>	<b>0.19</b>		<b>6.57</b>	<b>5.69</b>	<b>11.38</b>	
Kükürt	Yağ Oranı (%)				Yağ Verimi (kg/da)			
	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort	HA <sub>0</sub>	HA <sub>1</sub>	HA <sub>2</sub>	Ort
S <sub>0</sub>	35.4	38.5	36.7	37.2	31.5 b	38.7 a	38 a	36 b
S <sub>1</sub>	38.6	37.2	36.2	37.3	36.6 ab	40.5 a	42.1 a	39.7 a
S <sub>2</sub>	36.8	38.8	38.2	37.9	37.8 a	37.4 ab	42.1 a	39.1 ab
S <sub>3</sub>	38.4	37.9	37	37.8	37.5 a	40.3 a	40.4 a	39.4 ab
Ort.	37.5	38.1	37		35.8 b	39.2 a	40.7 a	
	S	HA	SxHA		S	HA	SxHA	
LSD(0.05)	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>	<b>Ö.D</b>		<b>3.43</b>	<b>2.97</b>	<b>5.94</b>	

\*S: Kükürt, HA: Hümik Asit, Ö.D: Önemli değil

### 3.1. Bitki boyu

Hasat döneminde bitki boylarının, kükürt dozlarının arttırılmasına paralel olarak istatistiksel anlamda önemsiz olmakla birlikte, S<sub>3</sub> dozunun (144.9 cm) S<sub>0</sub> dozuna (133.9 cm) oranla bitki boyunda 11 cm'lik artışa yol açmıştır (Tablo 1). Raja ve ark., (2007), bu durumun bitki boyunun artmasıyla, amino asitlerin daha fazla sentezlenmesi, artan klorofil içeriğine paralel olarak bitkide fotosentetik aktivitenin artması ve sonuçta hücre bölünmesinin hızlanmasından kaynaklanacağını rapor etmişlerdir (23). Bu araştırma sonuçlarına benzer olarak, Dubey ve Khan, (1993), İntodia ve Tomar, (1997), Obaidul, (2012) ve Murmu ve ark., (2015) yaptıkları çalışmalarda bitki boylarının farklı kükürt düzeylerinden etkilendiğini, kükürt dozlarının arttırılması ile bitki boylarında artış gerçekleştiğini rapor etmişlerdir (24, 25, 26, 27). Hümik asit uygulamaları bitki boyu, yaprak sayısı ve kuru madde miktarı gibi konularda artışa neden olur (28). Hümik asit düzeylerine göre en yüksek bitki boyu (144 cm) HA<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük bitki boyu (135.3 cm) HA<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt ve Hümik asit interaksiyonları bakımından en yüksek bitki boyu (148.8 cm) S<sub>1</sub>HA<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük bitki boyu (120.5 cm) S<sub>0</sub>HA<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir.

### 3.2. İlk Kapsül Yüksekliği

İkinci ürün koşullarında susam bitkisinde azalan gün uzunluğuna bağlı olarak vejetatif büyümeden generatif büyümeye geçiş daha hızlı gerçekleşeceğinden dolayı çiçeklenme daha erken gerçekleşecek ve ilk kapsüller daha aşağıda oluşacaktır (29). Bu durum tüm parsellerde ilk kapsüllerin genel olarak daha aşağıda oluşmasına neden olmuştur. Çalışmada uygulamalara göre bitki boylarının farklı olması aynı şekilde ilk kapsül yüksekliğinin de farklı olmasına neden olmuştur. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalara göre ilk kapsül yüksekliği ile bitki boyu arasında güçlü ve pozitif bir korelasyon söz konusudur (29). Kükürt dozlarının arttırılması, ilk kapsül yüksekliğinde istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, sayısal olarak artışa neden olduğu Tablo 1'de görülmektedir. Uygulanan kükürt dozlarına göre ortalama olarak en yüksek değer (48.9 cm) S<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük değer (45.1 cm) S<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asit dozlarının arttırılması istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en yüksek değer (48.56 cm) HA<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük değer (44.01 cm) HA<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt ve hümik asit interaksiyonları bakımından yapılan çalışmada interaksiyon arasında istatistiksel olarak önemli farklılık gerçekleşmiş olup en yüksek değer (49.6 cm) S<sub>1</sub>HA<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük değer (40.6 cm) S<sub>2</sub>HA<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir.

### 3.3. Bitki başına kapsül sayısı

Kükürt elementi susam bitkisinde kapsül sayısını etkileyen önemli bir bitki besin elementidir. Bu nedenle artan kükürt düzeylerine göre kapsül sayılarında da bir artış söz konusu olacaktır (30). Tablo 1'de artan kükürt düzeylerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en yüksek değer (107.3 adet) S<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük değer (93.5 adet) S<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular Shelke ve ark., (2014)'nın bulguları ile uyum içerisindedir (31). Hümik asit dozlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en yüksek değer (110.9 adet) HA<sub>2</sub> uygulamasında, en düşük

## Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum Indicum L.*)’da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

değer (99.3 adet) HA<sub>1</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asit dozlarının artırılmasıyla bitki başına kapsül sayısının artmış olması, uygulamaların fotosentetik aktiviteyi artırarak bitki metabolizmasında önemli rol oynaması ve buna bağlı olarak susam bitkisinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan metabolitleri artırmasından kaynaklanmış olabilir. Kükürt ve hümik asit interaksyonları bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en yüksek değer (115.02 adet) S<sub>2</sub>HA<sub>2</sub> uygulamasında, en düşük değer (81.4 adet) S<sub>0</sub>HA<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir.

### 3.4. Dal sayısı

Kükürt uygulamalarının bitkide hücre bölünmelerini uyarıcı etkide bulunmaları nedeniyle dal sayılarında bir artışın gerçekleşeceği bilinmektedir (23). Hücre bölünmesi, uzaması ve oluşumunda kükürdün oldukça önemli olduğu rapor edilmiştir (32). Tablo 1’de artan kükürt dozlarının istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en yüksek değer (2.75 adet) S<sub>1</sub> uygulamasında, en düşük değer (2.47 adet) S<sub>0</sub> ve S<sub>2</sub> uygulamalarında gerçekleşmiştir. Hümik asit dozlarına göre elde edilen veriler istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en yüksek değer (2.69 adet) HA<sub>0</sub> uygulamasında, en düşük değer (2.41 adet) HA<sub>1</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt ve hümik asit interaksyonları da istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en yüksek değer (2.92 adet) S<sub>1</sub>HA<sub>0</sub> uygulamasında, en düşük değer (2.3 adet) S<sub>2</sub>HA<sub>1</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asit dozlarının artırılması ile zar geçirgenliği, oksijen alımı, solunum ve fotosentez etkinliğinde ve bitki büyüme faktörlerinde olumlu bir artış olacağı nedenleriyle bitkide dallanmanın artması görülebilir.

### 3.5. Bin dane ağırlığı

Susam bitkisinde bin dane ağırlığı verim bileşenlerinden birini oluşturan en önemli özelliklerden birisidir. Susam tohumlarının iri ve dolgun olması bin dane ağırlığının daha yüksek olmasını sağlamaktadır (33). Bin dane ağırlığını belirleyen en önemli hususlar genetik ve çevre faktörleridir. Bu çevre faktörlerini iklim, toprak yapısı ve kültürel uygulamalar oluşturmaktadır (34). Tablo 1’de artan kükürt dozu ve interaksyonun 0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmasına rağmen hümik asit dozu düzeylerine göre önemsiz olduğu görülmektedir. Kükürt düzeylerine göre en yüksek değer (3.1 g) S<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük değer (2.7 g) S<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asit düzeylerine göre en yüksek değer (2.97 g) HA<sub>2</sub> uygulamasında, en düşük değer (2.89 g) HA<sub>0</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt ve Hümik asit interaksyonları bakımından en yüksek değer (3.14 g) S<sub>3</sub>HA<sub>2</sub> uygulamasının yapıldığı parselde gerçekleşirken, en düşük değer (2.64 g) S<sub>0</sub>HA<sub>2</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir.

### 3.6. Tohum verimi

Tohum verimi büyük ölçüde bitkinin genetik yapısından kaynaklanmasına rağmen çevre koşulları ve kültürel uygulamalar da verimi etkilemektedir. Artan kükürt dozları, N, P ve K gibi makro besin elementlerinin alınımının artmasına ve dolayısıyla tohum veriminde önemli oranda artışlara sebep olmaktadır (23). Kükürt uygulaması bitki gelişimini teşvik etmiş ve tohum veriminde artan bir etki ile sonuçlanmıştır. Yapılan bir çalışmada kükürt gübrelemesinin susamda tohum verimini %20’den %42’ye



kadar arttırdığı rapor edilmiştir (35). Tablo 1’de kükürt dozu, hümik asit dozu ve kükürt-hümik asit interaksiyonu değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve kükürt dozlarına göre en yüksek tohum verimi değeri ( $106.53 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_1$  uygulamasında, en düşük değer ise ( $96.96 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt uygulaması, büyüme ve verim parametrelerinde iyileşmeye ek olarak tohum veriminin de artmasına neden olmuştur. Bu bulgular Devakumar ve Giri, (1998) ile Tiwari ve ark., (2000)’nin gerçekleştirdikleri çalışmalar ile uyum içerisindedir (36, 37). Hümik asit ve diğer organik düzenleyicilerin tohum verimine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (38). Hümik asit düzeylerine göre en yüksek değer ( $109.9 \text{ kg da}^{-1}$ )  $HA_2$  uygulamasında, en düşük değer ( $95.37 \text{ kg da}^{-1}$ )  $HA_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Elde edilen bulgular Kandil, (2015) ile Singaravel ve ark., (2016)’in yapmış oldukları çalışmalar ile uyum içerisindedir (39, 40). Kükürt ve Hümik asit interaksiyonları bakımından en yüksek değer ( $116.22 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_1HA_2$  uygulamasında, en düşük değer ( $86.83 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_0HA_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir.

### 3.7. Yağ oranı

Tablo 1.’de kükürt düzeylerine göre en yüksek yağ oranı (%37.9)  $S_2$  uygulamasında, en düşük yağ oranı (%37.2)  $S_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asit dozlarına göre en yüksek yağ oranı (%38.1)  $HA_1$  uygulamasında, en düşük yağ oranı (%37)  $HA_2$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt ve Hümik asit interaksiyonları bakımından en yüksek yağ oranı (%38.8)  $S_2HA_1$  uygulamasında, en düşük yağ oranı (%35.4)  $S_0HA_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asidin uygulama miktarlarına bağlı olarak etki düzeyleri değişmekte olup nominal dozlarda gelişimi ve tohum yağ miktarını teşvik ettiği, fazla doz uygulamalarında ise gelişimi olumsuz yönde etkilediği görülmektedir.

### 3.8. Yağ verimi

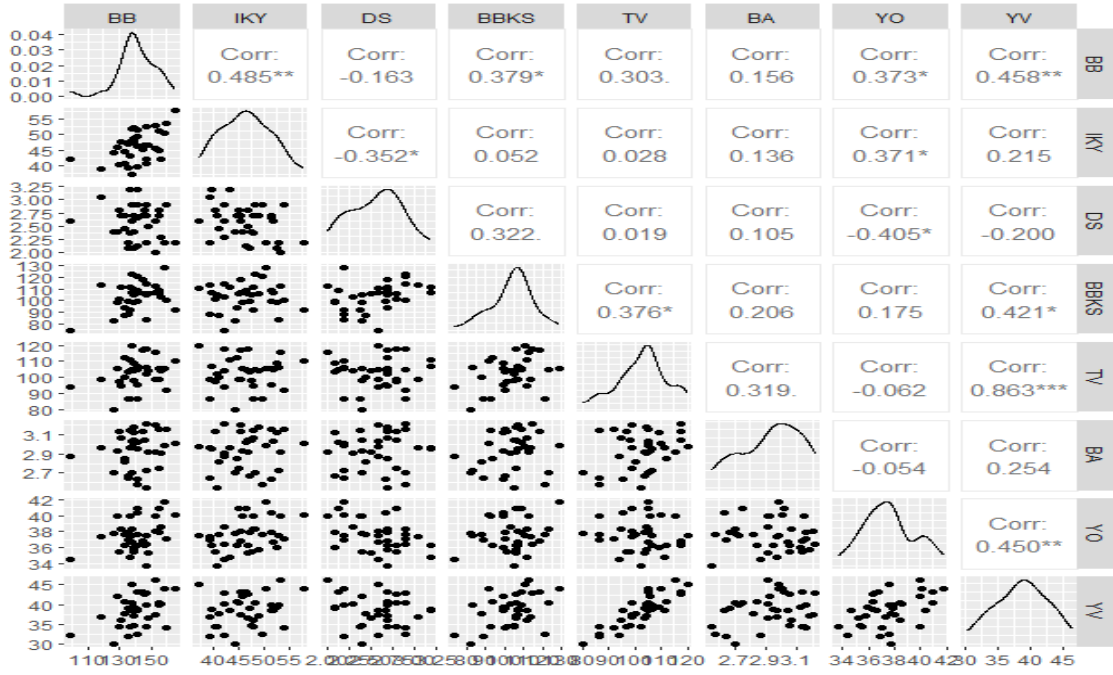
Tablo 1.’de kükürt düzeylerine göre en yüksek yağ verimi ( $39.73 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_1$  uygulamasında, en düşük yağ verimi ( $36.04 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Hümik asit dozlarına göre en yüksek yağ verimi ( $40.65 \text{ kg da}^{-1}$ )  $HA_2$  uygulamasında, en düşük yağ verimi ( $35.84 \text{ kg da}^{-1}$ )  $HA_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt ve Hümik asit interaksiyonları bakımından en yüksek yağ verimi ( $40.50 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_1HA_1$  uygulamasında, en düşük yağ verimi ( $31.49 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S_0HA_0$  uygulamasında gerçekleşmiştir. Kükürt elementi, yağlı tohumlu bitkilerde yağ bileşiklerinin bir parçasıdır. Kükürt uygulamaları, yağlı tohumlu bitkilerin çoğunda yağ verimlerinde bir artışa neden olmaktadır (41). Bu çalışmaya benzer olarak kükürt gübrelemesi ile yağ veriminde %5’lik bir artışın gerçekleştiği rapor edilmiştir (42).

### 3.9. Korelasyon analizi

Şekil 2’ye göre incelenen özellikler arasında olumlu ve olumsuz yönde önemli ilişkilerin olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayıları incelendiğinde bitki boyu ve ilk kapsül yüksekliğinde pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu ( $r=0.485^{**}$ ), dal sayısı ile ilk kapsül yüksekliğinde ise negatif ve zayıf bir ilişkinin ( $r= - 0.352^*$ ) olduğu görülmektedir. Bitki boyunun artması ile ilk kapsül yüksekliğinin artış göstermesi olağan bir sonuçtur (29). Artan kükürt ve hümik asit dozu düzeylerine göre yağ oranı değerleri

## Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum Indicum L.*)'da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

istatistiksel anlamda önemsiz bulunurken, bitki boyu ( $r=0.373^*$ ) ve ilk kapsül yüksekliğinde ( $r=0.371^*$ ) pozitif, dal sayısı ( $r= -0.405^*$ ) ile negatif ve zayıf bir korelasyon oluşturduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Özellikler arası korelasyon analizi ve verilerin dağılım grafikleri. BB: Bitki boyu, IKY: İlk Kapsül Yüksekliği, DS: Dal Sayısı, BBKS: Bitki Başına Kapsül Sayısı, TV: Tohum Verimi, BA: Bin dane Ağırlığı, YO: Yağ Oranı. (\* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001)

### 4. Sonuçlar

Bu çalışma ile kükürt ve hümik asit uygulamalarının susamın büyümesinde, veriminde ve yağ oranında olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Artan kükürt dozlarının bitki boyu, ilk kapsül yüksekliği, bitki başına kapsül sayısı ve bin dane ağırlığı değerlerinde artışlara yol açtığı gözlemlenmiştir. Kükürt, yaprakta klorofil oluşumunda önemli yer alması ve fotosentez ile oluşturulan maddelerin çeşitli metabolik aktiviteler üzerindeki yararlı etkisinden dolayı bitki gelişimini teşvik ettiği ve verim parametrelerini olumlu etkilediği düşünülmektedir. Artan hümik asit dozlarının ise bitki boyu, bin dane ağırlığı, tohum verimi ve yağ verimi değerlerinde artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Hümik asidin bitki gelişimini teşvik etmesi sadece mikro besin elementlerin alımını sağlaması değil aynı zamanda bitkiler tarafından makro besin elementlerinin de alımını kolaylaştırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek tohum verimi S<sub>1</sub>HA<sub>2</sub> uygulamasında gerçekleşmiştir. Bu çalışma sonucunda, Çukurova Bölgesi ikinci ürün susam yetiştiriciliğinde yüksek verim ve yağ oranı için üst gübre olarak 4 kg da<sup>-1</sup> kükürt (18 kg da<sup>-1</sup> Amonyum Sülfat) ve 8 L da<sup>-1</sup> hümik asidin yapraktan uygulama şekliyle yapılması önerilmektedir.

### Kaynaklar

1. İncekara F. Endüstri Bitkileri ve Islahı Cilt:2. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:33, İzmir, Türkiye; 1972.

2. Kobayashi T. Cytogenetics of sesame (Sesamum). T. Tsuchiya PK, Gupta (Ed.); 1991. Chromosome engineering in plants: genetics, breeding, evolution. Part B; p.581-592.
3. FAO F. Agriculture organization of the united nations. Faostat, 2023. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (01.05.2023).
4. Anđın N, Çatalkaya V. Çukurova koşullarında 2. ürün susamın farklı gelişim dönemlerinde yapılan sulamaların verim ve yağ kalitesine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 2019; 24, 112-119.
5. Sözüdođru S, Kütük AC, Yalçın R, Usta S. Hümik asidin fasulye bitkisinin gelişimi ve besin maddeleri alımı üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1452, Ankara. 1996.
6. Stevenson FJ. Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions. 2th ed. John Wiley and Sons; 1994.
7. Karaman MR, Şahin S, Gebolođlu N, Turan M, Güneş A, Tutar A. Hümik Asit Uygulaması Altında Farklı Domates Çeşitlerinin (*Lycopersicon esculentum* L.) Demir Alım Etkinlikleri. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi 2012;14 (1), 301–308.
8. İçel CD. Hümik Asit Uygulama Zamanı ve Dozlarının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Verim, Verim Ögeleri ve Yağ Oranına Etkisi, Ankara, Türkiye, [Yüksek Lisans Tezi], Ankara Üniversitesi, 2005.
9. Day S, Kolsarıcı Ö, Kaya MD, Kaya MD. Hümik asit uygulama zamanı ve dozlarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) verim, verim ögeleri ve yağ oranına etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2011; 24(1), 33-37.
10. Khan AR, Mir S. Plant growth stimulation of lignite humic acids. Part-3: Effect of ammonium humate on seed cotton yield and fiber quality. Biological Sciences-Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 2002; 45(5), 291-294.
11. Tarhan M, Karademir E. Hümik Asidin Farklı Uygulama Yöntemlerinin Pamukta Verim, Bitki Gelişimi ve Lif Kalitesine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 2019; 22(4), 537-546.
12. Başalma D. Effects of humic acid on the emergence and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2014; 1(Özel Sayı-2), 1402-1406.
13. Prado MRV, Weber OLS, Moraes MF, Santos CLR, Tunes MS, Ramos FT. Humic Substances on Soybeans Grown Under Water Stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis 2016; 17 (21), 2405-2413.
14. Rady MM, Abd El-Mageed TA, Abdurrahman HA, Mahdi AH. Humic Acid Application Improves Field Performance of Cotton (*Gossypium barbadense* L.) Under Saline Conditions. The Journal of Animal & Plant Sciences 2016; 26 (2), 487-493.

## Kükürt ve Hümik Asit Uygulamalarının İkinci Ürün Susam (*Sesamum indicum L.*)’da Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri

15. Ceccotti S, Messick D. Plant nutrient sulphur: A global review of crop requirements, supply, and environmental impact on nutrient balance. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 1994; 7-25.
16. Scherer HW. Sulphur in crop production. European Journal of Agronomy 2001; 14, 81-111.
17. Li-Na Z, Dong Q, Li-Li S, Wei-Jie Y. Effects of sulfur fertilization on the contents of photosynthetic pigments and MDA under drought stress. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica 2005; 8, 14-21.
18. Barney Jr PB, Bush LP. Interaction of nitrate and sulphate reduction in tobacco: 1. Influence of availability of nitrate and sulphate. Journal of Plant Nutrition 1985; 8(6), 505-515.
19. Weil RR, Mughogho SK. Sulfur nutrition of maize in four regions of Malawi. Agronomy Journal 2000; 92, 649-656.
20. Khan NA, Samiullah MM. The influence of gibberillic acid and sulfur fertilization rate on growth and S-useefficiency of mustard (*Brassicajuncea*). Plant and Soil 2005; 270, 269-274.
21. Adiputra IGK, Anderson JW. Distribution and redistribution of sulphur taken up from nutrient solution during vegetative growth in barley. Physiologia Plantarum 1992; 85(3), 453-460.
22. Zhao Y, Xiao X, Bi D, Hu F. Effects of sulfur fertilization on soybean root and leaf trait sand soil microbial activity. Journal of Plant Nutrition 2008; 31, 473-483.
23. Raja A, Hattab OK, Gurusamy L, Suganya S. Sulphur levels on nutrient uptake and yield of sesame varieties and nutrient availability. International Journal of Soil Science 2007; 2, 278–285.
24. Dubey OP, Khan RA. Effect of nitrogen and sulphur content in Inclian mustard and their residual balance in soil. Indian Journal of Agronomy 1993; 38, 582-587.
25. Intodia SK, Tomar OP. Effect of sulphur application on growth and yield of sunflower. The Indian Journal of Agricultural Sciences 1997; 67, 46-47.
26. Obaidul H. Effect of sulphur and boron on seed yield of sesame (*Sesamum indicum L.*), Mymensingh, Bangladesh, [M. S. Thesis.], Agril University, 2012.
27. Murmu S, Murmu K, Satapathy M. Effect of sulphur fertilization on growth, yield and quality of sesame (*Sesamum indicum L.*) in mid central zone of Odisha. International Journal Bio-Res Environmental Agriculture Sciences 2015; 1(1), 5-12.
28. El-Bassiouny HSM, Bakry BA, Attia AA, Abd Allah MM. Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (*Triticum durum*) grown under newly reclaimed sandy soil. Agricultural Sciences 2014; 5, 687-700.
29. Bakal H. Ana ve ikinci ürün koşullarında yetiştirilen susam (*Sesamum indicum L.*) çeşitlerinin bazı önemli tarımsal ve kalite özelliklerinin karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 2022; 26(3), 358-370.

30. Paul SK, Khatun MM, Sarkar MAR. Effect of sulphur on the seed yield and oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.): Seed yield and oil content of sesame. Journal of the Bangladesh Agricultural University 2019; 17(1), 33-38.
31. Shelke RI, Kalegore NK, Wayase KP. Effect of levels of phosphorus and sulphur on growth, yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.). World Journal of Agricultural Sciences 2014; 10(3), 108–11.
32. Hadvani RG, Ahlawat RPS, Trivedi SJ. Effect of methods of sowing and levels of sulphur on growth and yield of groundnut (*Arachis hypogea*). Indian Journal of Agronomy 1993; 38, 325-327.
33. Öztürk Ö. Konya ekolojik şartlarında bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinde verim ve verim unsurlarının tespiti, Konya, Türkiye, [Yüksek Lisans Tezi], Selçuk Üniversitesi, 1994.
34. Rong X, Wei W. Analyses of correlation and path between main characters and seed yield in sesame. Nanjing Institute of Agricultural Science of the Jiangsu Hilly District 1989; 0.1989-04-010.
35. Allam AY. Effect of gypsum, nitrogen fertilization and hill spacing on seed and oil yields of sesame cultivated on sandy soil. Assiut Journal of Agricultural Sciences 2002; 33(4), 1–6.
36. Devakumar M, Giri G. Influence of weed control and doses and time of gypsum application on yield attributes pod and oil yields of groundnut. Indian Journal of Agronomy 1998; 43, 453-458.
37. Tiwari RK, Namdeo KN, Girish J. Effect of nitrogen and sulphur on growth, yield and quality of sesame (*Sesamum indicum*) varieties. Research on Crops 2000; 1(2), 163-167.
38. Hermann S, Joachim G, Wilfried S, Lutz W, Wolfgang M. Effects of humus content, farmyard manuring and mineral N- fertilization on yield and soil properties in a long – term trial. Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences 2000; 163, 657-662.
39. Kandil E. Impact of sowing method and humic acid on sesame (*Sesamum indicum* L.) production. Journal of the Advances in Agricultural Researches 2015; 20(3), 460-471.
40. Singaravel R, Elayaraja D, Vishwanathan K. Study on the influence of micro nutrients and growth regulator on the growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) and nutrient availability in coastal saline soil. Asian Journal of Soil Science 2016; 11(1), 175-178.
41. Patel PK, Kadivala VAH, Patel VN. Role of sulphur in oilseed crops: A review. Journal of Plant Development Sciences 2019; 11, 109-114.
42. Naiknaware MD, Pawar GR, Murumkar SB. Effect of varying levels of boron and sulphur on growth, yield and quality of summer groundnut (*Arachis hypogea* L.). International Journal of Tropical Agriculture 2015; 33(2), 471-474.