

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsa NEDİRLİ

**FARKLI JİPS ve KÜKÜRT DOZLARININ KIŞLIK ARA ÜRÜN OLARAK
YETİŞTİRİLEN İSKENDERİYE ÜÇGÜLÜNDE (*Trifolium Alexandrinum* L.)
VERİM ve VERİM İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERE ETKİSİ ÜZERİNDE BİR
ARAŞTIRMA**

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI JİPS ve KÜKÜRT DOZLARININ KIŞLIK ARA ÜRÜN
OLARAK YETİŞTİRİLEN İSKENDERİYE ÜÇGÜLÜNDE (*Trifolium
Alexandrinum* L.) VERİM ve VERİM İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERE ETKİSİ
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

İsa NEDİRLİ

YÜKSEK LİSANS

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 26 / 02 / 2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Çokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Hasan GÜLCAN Prof. Dr. Zülküf KAYA Prof. Dr. A.Emin ANLARSAL
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarla Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2009YL45

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI JİPS ve KÜKÜRT DOZLARININ KIŞLIK ARA ÜRÜN OLARAK YETİŞTİRİLEN İSKENDERİYE ÜÇGÜLÜNDE (*Trifolium Alexandrinum* L.) VERİM ve VERİM İLE İLGİLİ ÖZELLİKLERE ETKİSİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

İsa NEDİRLİ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
Yıl : 2010, Sayfa : 67
Jüri : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN
Prof. Dr. Zülküf KAYA
Prof. Dr. A. Emin ANLARSAL

Bu çalışmada, Çukurova ekolojik koşullarında, farklı dozlarda Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve Kükürt (S) uygulamalarının kışlık ara ürün olarak yetiştirilen İskenderiye üçgülünde (*Trifolium Alexandrinum* L.) verim ve verimle ilgili özelliklere etkisi araştırılmıştır. Deneme 2008 – 2009 yılı yetiştirme döneminde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede Jips 0, 20, 40 ve 60 kg/da; Kükürt 0, 10, 20 ve 30 kg/da dozlarında uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, tüm parametreler, Jips ve Kükürt uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiştir. Jips ve Kükürt dozu arttıkça tüm parametrelerin tamamında artış gözlenmiştir.

En yüksek bitki boyu 66.18 cm ile J_{60} dozunda ve 69.61 cm ile S_{30} dozunda, en yüksek ana sap sayısı 14.26 adet ile J_{60} dozunda ve 15.35 ile S_{30} dozunda, en yüksek yeşil ot verimi 3182 kg/da ile J_{60} dozunda ve 2971 kg/da ile S_{30} dozunda, en yüksek kuru ot verimi 515.1 kg/da ile J_{60} dozunda ve 453.4 kg/da ile S_{30} dozunda, en yüksek ham protein oranı % 30.14 ile J_{60} dozunda ve % 28.56 ile S_{30} dozunda, en yüksek ham protein verimi 155.8 kg/da ile J_{60} dozunda ve 130.9 kg/da ile S_{30} dozunda, bitkideki en yüksek azot değeri % 4.8 ile J_{60} - S_{30} dozunda, bitkinin dekardan kaldırdığı en yüksek saf azot değeri 24.9 kg/da ile J_{60} dozunda ve 20.9 kg/da ile S_{30} dozunda belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İskenderiye Üçgülü, Jips, Kükürt, Verim

ABSTRACT

MASTER THESIS

AN INVESTIGATION ON THE EFFECTS OF DIFFERENT DOSES OF GYPSUM AND SULPHUR ON THE YIELD AND PARAMETERS RELATED TO YIELD AT THE BERSEEM (*Trifolium Alexandrinum* L.) THAT CULTIVATED AS WINTER INTERMEDIATE PRODUCT.

İsa NEDİRLİ

**DEPARTMENT OF FIELD CROPS
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN

Year : 2010, Page : 67

Jury : Prof. Dr. Hasan GÜLCAN

Prof. Dr. Zülküf KAYA

Prof. Dr. A. Emin ANLARSAL

In this study, application of different doses of Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and Sulphur (S) on berseem that cultivated as winter intermediate product (*Trifolium Alexandrinum* L.) effects of yield and parameters related to yield were investigated under the ecological conditions of Cukurova / Turkey. This study was conducted in the years 2008 - 2009 growing season and the experiment was arranged in split plots design with three replications. In this study 0, 20, 40, 60 kg/da doses of Gypsum and 0, 10, 20, 30 kg/da doses of Sulphur were used.

According to the results, all of the parameters were affected statistically significant by Gypsum and Sulphur applications. When Gypsum and Sulphur doses increased all of the parameters were determined to increase.

The result of experiment showed that, the highest plant height was obtained as 66.18 cm in the plot J_{60} and 69.61 cm in the plot S_{30} . The highest main branches number was obtained as 14.26 unit in the J_{60} and 15.35 unit in the S_{30} . The highest green forage yield was obtained as 3182 kg/da in the J_{60} and 2971 kg/da in the S_{30} . The highest dry plant yield was obtained as 515.1 kg/da in the J_{60} and 453.4 in the S_{30} . The highest crude protein rate was obtained as % 30.14 in the J_{60} and % 28.56 in the S_{30} . The highest crude protein yield was obtained as 155.8 kg/da in the J_{60} and 130.9 kg/da in the S_{30} . The highest Nitrogen value of plant was obtained as % 4.8 in the J_{60} - S_{30} . The highest elemental Nitrogen value of plant which lifted from 1000 m² was obtained as 24.9 kg/da in the J_{60} and 20.9 kg/da in the S_{30} .

Key Words: *Trifolium Alexandrinum* L., Gypsum, Sulphur, Yield

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, çalıőmanın yrtlp sonuçlandırılmasında yönlendirici olan, her konuda iyi niyet ve katkılarını esirgemeyen saygıdeğer Hocalarım Prof. Dr. Zülküf KAYA, Prof. Dr. Hasan GÜLCAN ve Prof. Dr. A. Emin ANLARSAL'a, çalıőmalarımın tarla aőamasında büyük katkıları ve emeği olan, deneme alanının tahsisi ve çiftlik imkanlarının tamamını hizmetimize sunan Ziraat Mühendisi Tufan ZETE'ye, çalıőmalarımın belli aőamalarında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER, Prof. Dr. Rüőtü HATIPOęLU, Prof. Dr. Celalettin BARUTÇULAR ve Arő. Gör. Cemal KURT'a, analizlerin yapılmasında ve laboratuarda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Bülent TORUN ve Arő. Gör. Halil ERDEM'e, çalıőmalarımın her aőamasında katkıları ve emeği olan değerli dostum Ziraat Yüksek Mühendisi Hafize YZGLE'e, çalışma süresince verdikleri manevi destekle hep yanımda olan annem Zekiye NEDİRLİ, Ailem ve emeği geçen tüm dostlara teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. İskenderiye Üçgülü.....	5
2.2. Kükürt	11
2.2.1. Toprakta Kükürt	11
2.2.1.1. Kükürt'ün Toprakta Bulunuş Formları	11
2.2.1.2. Kükürdün Toprakta Alınabilirliğini Etkileyen Faktörler	18
2.2.2. Bitkide Kükürt	19
2.2.2.1. Kükürdün Bitki Büyümesindeki Önemi ve Fonksiyonları	19
2.2.2.2. Kükürdün Verim ve Kalite Üzerine Etkisi.....	21
2.2.2.3. Bitkilerin Kükürt Gereksinimi	22
2.2.2.4. Bitki Türlerinin Kükürde Olan Tepkileri.....	23
2.2.2.5. Bitkilerde Kükürt Noksanlık Parametreleri ve Belirlenmesi	24
3. MATERYAL VE METOT.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.1.1. Araştırma Yılı ve Yeri.....	28
3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri	28
3.2. Metot	29
3.2.1. Toprak Özellikleri ve Yaprak Analizleri	29
3.2.2. Deneme Metodu	30
3.2.3. Ot Verimi İçin İncelenen Özellikler ve Yöntemleri	31
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi	31

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	33
4.1. Bitki Boyu.....	33
4.2. Ana Sap Sayısı.....	36
4.3. Yeşil Ot Verimi.....	39
4.4. Kuru Ot Verimi.....	42
4.5. Ham Protein Oranı.....	44
4.6. Ham Protein Verimi.....	46
4.7. Bitkinin Dekardan Kaldırıldığı Saf Azot.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Adana Koşullarında 2008-2009 Yetiştirme Sezonuna Ait Bazı İklim Verileri.....	28
Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	29
Çizelge 4.1. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Bitki Boyuna Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	33
Çizelge 4.2. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Bitki Boyu Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	34
Çizelge 4.3. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Ana Sap Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları	36
Çizelge 4.4. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Ana Sap Sayısına Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	37
Çizelge 4.5. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Yeşil Ot Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları	39
Çizelge 4.6. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Yeşil Ot Verimine Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	40
Çizelge 4.7. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Kuru Ot Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları	42
Çizelge 4.8. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Kuru Ot Verimine Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	43
Çizelge 4.9. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Ham Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları	44
Çizelge 4.10. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Ham Protein Oranına Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	45
Çizelge 4.11. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Ham Protein Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları	46
Çizelge 4.12. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Ham Protein Verimine Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	47

Çizelge 4.13. İskenderiye Üçgölünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Bitkinin Dekardan Kaldırdığı Saf Azota Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	48
Çizelge 4.14. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgölünde Bitkinin Dekardan Kaldırdığı Saf Azota Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar.....	49

ŞEKİLLER

SAYFA

Şekil 3.1. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	30
Şekil 4.1. Bitki Boyu Ölçümü.....	35
Şekil 4.2. Bitki Boyu Ölçümü.....	35
Şekil 4.3. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	38
Şekil 4.4. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	38
Şekil 4.5. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	41
Şekil 4.6. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	41
Şekil 4.7. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	50
Şekil 4.8. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm.....	50

1. GİRİŞ

Nüfus artış hızı ile dünyada en önde gelen ülkelerden birisi olan Türkiye, yakın zamana kadar gıda üretiminde kendi kendisine yetebilen 7 ülkeden birisi iken, bugün yeterli ve dengeli beslenememe sorunu ile karşı karşıya gelmiştir (Sağsöz, 1996).

Hızla artan nüfus ve ilerleyen teknolojiye paralel olarak artan ihtiyaçlar dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de yoğun üretim şekilli tarıma yönelmeyi gerektirmiştir. Bu gereklilik birim alandan daha fazla fayda sağlamayı amaçladığından yeni üretim tekniklerinin de uygulamaya girmesini gerekli kılmış profesyonel üretim adı altında, ıslah çalışmaları, besleme, mekanizasyon, otomasyon ve bilgisayar teknolojileri gibi faktörler üretime yansıtılmıştır (Avşaroğlu, 2008).

Dünyada kişi başına 70.9 g günlük protein tüketilmekte olup, bunun 46.1 g'ı bitkisel, 24.8 g'ı hayvansal gıdalardan temin edilmektedir. Ülkemizde ise günlük protein tüketimi 85 g olup, bunun 68 g'ı bitkisel ve 17 g'ı hayvansal gıdalardan oluşmaktadır (Sağsöz, 1996).

Besinlerimizi ya doğrudan doğruya bitkilerden ya da bunlar ile beslenen hayvanlardan sağlarız. Dengeli bir beslenme için besinlerin 70 gr olan günlük protein ihtiyacının yarısının bitkisel kaynaklardan yarısının da hayvansal kaynaklardan karşılanması zorunludur. Ancak ülkemizde insanlarımızın ana besin kaynağını karbonhidratlardan oluşan besinler oluşturmaktadır (Sevimay, 1992).

Gelişmiş ülkelerde tarla tarımı içerisinde yem bitkilerinin payı % 20-40 oranlarında olmasına karşılık Ülkemizde tarla tarımı içerisinde yem bitkileri yetiştiriciliği % 2.7 dir (DİE 2004).

Yaklaşık 1.000.000 ha tarım arazisine sahip Çukurova bölgesinde, 550.000 ha alanda sulu tarım yapılmakta, geriye kalan alanlarda ise sulama olanakları bulunmadığı için kuru tarım sistemleri uygulanmaktadır. Sulanabilir alanlarda buğday + II. Ürün/Pamuk, kuru tarım uygulanan alanlarda ise monokültür buğday, kısmen ayçiçeği veya uygun yerlerde bir yıl buğday bir yıl pamuk ekim nöbeti sistemleri yaygındır. Hangi sistem uygulanırsa uygulansın; tarla her yıl yada iki yılda bir kez kışlık ara dönemde, Kasım-Nisan ayları içerisinde boş bırakılmaktadır. Oysa

bölgemizin sahip olduğu ekolojik koşullar, bitkisel üretimin temeli olan fotosentezin yıl boyu meydana gelmesine olanak tanımaktadır. Özellikle kış ayları ılıman geçmekte ve en soğuk aylar olan Ocak-Şubat aylarında bile, günlük ortalama sıcaklık +10 °C civarında bulunmaktadır. Bunun yanında donlu gün sayısı oldukça azdır. Ayrıca, tarlanın boş bırakıldığı Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları içerisinde, günlük toplam sıcaklık 2300 °C'yi bulmaktadır. Tüm bunlar dikkate alındığında bölgemizde yıl boyu bitkisel üretim yapmanın mümkün olduğu, kışlık ara dönemde de adi fiğ, tüylü fiğ, arı otu, yemlik kolza, tek yıllık çim, yulaf, tritikale, buğday, arpa ve İskenderiye üçgülünün kaba yem amacıyla başarıyla yetiştirilebileceği ortaya çıkmaktadır (Sağlamtimur ve ark., 1991; Tansı ve ark., 1987).

Tüm Akdeniz ülkelerinde ve özellikle monokültür pamuk tarımının yoğun olarak yapıldığı Nil Vadisi'nde çok eski yıllardan beri yetiştirilmekte olan İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.), yem değeri oldukça iyi, vejetasyon devresinin oldukça kısa olması nedeniyle çok iyi bir ara ürün bitkisi olma özelliğini taşımasına karşın ülkemizde henüz yeterli ekim alanı bulamamıştır. Oysa, yukarıda da değinildiği gibi, Ege ve Akdeniz kıyı bölgelerinde iklim ve toprak koşulları bu bitkinin yetiştirilmesine son derece elverişli bulunmaktadır (Çelen ve ark., 1991).

İskenderiye üçgülü (*T. alexandrinum* L.) dünyada uzun yıllardan beri kültürü yapılan baklagiller familyasından tek yıllık bir yem bitkisidir. Dünya'da önemi eskiden beri bilinen İskenderiye üçgülü, ülkemizde geniş olarak ekilmemekte; anavatanı olarak gösterilen Çukurova'da birçok çiftçi tarafından tanınmamaktadır.

İskenderiye üçgülü (*T. alexandrinum* L.) Mısır'da pamuktan önce Ekim-Kasım aylarında ekilip Ocak ayında 1-2 sefer biçildikten sonra pamuk için yeşil gübre olarak toprağa karıştırılmaktadır (Gençkan, 1983).

Dünyada bir çok ülkede toprak ve bitkide Kükürt (S) ile ilgili çalışma yapılmış olmasına karşılık, Türkiye'de Kükürt ile ilgili hemen hemen hiç çalışma yapılmamıştır. Ülgen ve ark. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'deki toprakların % 10'nun Kükürt bakımından noksan olduğu saptanmıştır.

Çukurova toprakları kireç ve pH değeri yüksek topraklara sahiptir. Böyle topraklarda fosfor (P), potasyum (K) gibi makro elementlerin yanı sıra demir (Fe),

çinko (Zn), Mangan (Mn) gibi iz elementler de kireç tarafından büyük ölçüde bağlanarak bitki tarafından alınamayacak forma dönüşür. Böyle topraklarda kireci çözüp pH değerini düşürmek için toprağa kükürt (S) içerikli materyallerle uygulama yapmak gerekmektedir. Kükürt topraktaki kireci kısmen çözerek bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınabilecek forma dönüşmesini sağlar.

Bu özelliğinin yanı sıra kükürt (S) baklagil bitkilerinin sevdiği ve ihtiyaç duyduğu ikincil bir bitki besin elementidir. Baklagil bitkileri diğer ürünlerden çok daha fazla olarak topraktan ton başına yaklaşık 2400 gr kükürt kaldırır. Bitkiler kükürdü atmosferden yaprakları ile de alabilirler, ancak endüstri bölgeleri dışındaki yerlerde bu oldukça yetersizdir.

Jips; genellikle saydam, yarı saydam, gri veya beyaz renklere gözlenir. Sertlik derecesi: 2 ; Özgül ağırlığı: 2.3 ; Çizgi rengi: Beyaz'dır. Birisi çok düzgün iki kırılma yüzeyine sahiptir. Lifli yapıda da gözlenebilen bir mineraldir. Rengi içerdiği kil veya demiroksit'e bağlı olarak değişir. Asitlerde az, su'da ise 1 lt'de 2 gr'a kadar çözünür.

Topraklara elementel kükürt, jips, potasyum sülfat, amonyum sülfat veya magnezyum sülfat ile kükürt gübrelemesi yapılabilir. Jips yaklaşık olarak % 18 Kükürt (S) içermektedir.

Bu çalışmada, kireç içeriği ve pH değeri yüksek Çukurova topraklarında kışlık ara ürün olarak yetiştirilen İskenderiye üçgülünde farklı Jips ve Kükürt dozlarının verim ve verimle ilgili unsurlar üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. İskenderiye Üçgülü

Sthalin (1957), İskenderiye üçgülünün kışa dayanıksız olduğu ve yüksek biçim için çiçeklenmeden önce biçilmesinin gerektiğini bildirilmektedir.

Ader (1963), hafif topraklarda 4 yıl süre ile sıra arasını 20 cm olarak yaptığı denemelerde İskenderiye üçgülünden 740-4560 kg/da yaş ot, 180-800 kg/da kuru ot ve 84-135 kg/da ham protein alınabileceğini ifade etmektedir.

Booker (1963), yıllık yağışı 450 mm'nin altına düşmeyen yörelerde yetişebildiğini, kışlık olarak ve sulanabilir yerlerde anıza ekilebileceğini, ekimin Eylül'den Mayıs'a kadar yapılabileceğini bildirmektedir.

Sarkısyan ve Bakhalbashyan (1969), sulama koşullarında İskenderiye üçgülünden 72 kg/da tohum ve 732 kg/da kuru ot elde edildiğini bildirmektedir.

İskenderiye üçgülü (*T. alexandrinum* L.) yeşil gübre olarak kullanıldığında pamuk üretiminde 60-100 kg/da'lık bir verim artışı sağlamaktadır (Parishkura, 1970).

ABD-El-Gawad ve ark. (1976), Mısır'da 1972-1974 yılları arasında, İskenderiye üçgülünün tür içi rekabetinin saptanması amacıyla yürüttükleri çalışmada, ekim sıklığı azaldıkça bitki boyunun arttığını, yeşil ot ve kuru madde veriminin sık ekimlerde yüksek bulunduğunu, yine sık ekimlerde azot alımının arttığını ve bu nedenle ham protein oranının yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

İskenderiye Üçgülü'nün vatanı olarak yabancı formlarının doğal vejetasyon içinde görüldüğü Ege ve Akdeniz sahilleri gösterilmektedir. İskenderiye üçgülünün yabancı formlarına İzmir Körfezi'nde, Uzun Ada'da, Güney Toros eteklerinde K.Maraş'ta ve Suriye'nin Tripoli yöresinde rastlanıldığı kaydedilmektedir (Gençkan, 1977).

Rao ve ark. (1979), Hindistan'da yaptıkları çalışmada İskenderiye üçgülü ve yulafı 25 cm aralıklı sıralarda saf ve karışım olarak yetiştirdikleri çalışmada, % 75 Yulaf + % 25 İskenderiye Üçgülü uygulamalarından 673.2 kg/da ile en yüksek yeşil ot veriminin elde edildiği, yine aynı uygulamada 27 kg/da ile en yüksek ham protein verimine ulaşıldığını, saf yulaftan 589.1kg/da yeşil ot ve 9.8 kg/da ham protein

verimi, saf İskenderiye üçgülünden ise 311.6 kg/da yeşil ot ve 10.9 kg/da ham protein verimi elde ettiklerini, dolayısıyla hem yeşil ot verimi hem de ham protein verimi bakımından karışım yetiştirmenin bitkileri saf yetiştirmekten üstün olduğunu vurgulamışlardır.

Hussein ve El-Latif (1982), Mısır'da 1980-1982 yılları arasında arpa ve İskenderiye üçgülünü saf ve karışım olarak yetiştirdikleri çalışmada, İskenderiye üçgülü bitki boyunun saf sistemlerde 53.9 cm ile en yüksek değere ulaştığını, ortalama yeşil ot ve kuru ot veriminin ise % 75 Arpa + % 25 İskenderiye Üçgülü uygulamalarından sırasıyla 2619.05 kg/da ve 564.29 kg/da ile elde edildiğini, saf İskenderiye üçgülü sisteminden ise 2290.48 kg/da yeşil ot ve 495.23 kg/da kuru ot verimi elde edildiğini saptamışlardır.

Srvistava ve Varshney (1982), Hindistan'da yaptıkları çalışmada, yulaf ve İskenderiye üçgülünü saf ve değişik oranlarda karışım halinde yetiştirmişler ve bitkilerin azot alımının artmasıyla protein içeriği ve kuru madde veriminin önemli derecede artış gösterdiğini ancak karışım yetiştirmenin yeşil ot verimine önemli etkilerinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

McVay ve ark. (1985), Amerika'nın Georgia eyaletinde 1985, 1986 ve 1987 yıllarında yaptıkları üç yıllık bir çalışmada, tüylü fiğ (*Vicia villosa* (Roth)), kırmızı üçgül (*Trifolium incarnatum*), iskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum*), kışlık bezelye (*Pisum sativum* ssp. (L) poir) ekilen ve boş bırakılan parsellerin, ardıl bitki olarak yetiştirilen ve baklagil olmayan bitkilere (mısır ve sorgum) bıraktıkları azot miktarını incelemişler ve baklagillerin 12.3-9.9 kg N/da bıraktıklarını, bunun yanında toprağın 0-2.5 cm'lik üst yüzeyinde su tutma kapasitesinin arttığını, bunda gölge tavından kaynaklandığını, agregat yapısının boş bırakılan parsellerden daha iyi olduğunu, ayrıca toprağın infiltrasyon kapasitesinin arttığını, tüm bu sonuçlar dikkate alındığında, baklagillerin hem bir örtü bitkisi, hem bir yem kaynağı ve hem de ardıl bitkiler için bir azot kaynağı olabileceğini ve bu amaçla kışlık ara dönemde başarı ile yetiştirilebileceğini vurgulamışlardır.

El Latif (1986), farklı P ve Mo gübrelemesinin İskenderiye üçgülünün yeşil ot, kuru madde ve tohum verimine olan etkisini araştırmak için 0, 37.5, 75 kg/ha süper fosfat ve 0, 12.5 ve 25 kg/ha molibden kullanmıştır. P ve Mo'nin yeşil ot

verimini arttırdığını ispatlamıştır. En yüksek P oranının en yüksek verimi 12.3-11.5 ton/da yeşil ot verimi ve en yüksek toplam kuru madde verimi 3.7 ve 3.1 ton/da elde edilmiştir. Bu verimler iki yılın toplam verimleridir.

Tansı ve ark. (1987), Çukurova koşullarında 1985-87 yıllarında İskenderiye üçgülü ve tek yıllık çimi saf ve karışım halinde yetiştirdikleri çalışmada incelenen özelliklerin tümünün karışım yetiştirme sistemlerinden önemli derecede etkilendiğini, en yüksek tek yıllık çim ve İskenderiye üçgülü bitki boyu değerlerinin saf sistemlerden elde edildiğini, karışım yetiştirmelerde her iki bitkinin bitki boyu değerlerinin azaldığını, tek yıllık çimin karışımdaki payı azaldıkça bitki boyunun artma eğilimi gösterdiğini ve bu durumun tek yıllık çimin rekabet isteğinden kaynaklanmış olabileceğini, buna paralel olarak İskenderiye üçgülünün bitki boyu değerlerinin de karışımdaki payı ile ters bir ilişki içerisinde bulunduğunu, yeşil ot ve kuru ot değerleri dikkate alındığında en yüksek değerlerin sırasıyla 3067 kg/da ve 788.13 kg/da ile saf tek yıllık çim parsellerinden elde edildiğini, en düşük değerlerin ise yine sırasıyla 1990.13 kg/da ve 503.88 kg/da ile saf İskenderiye üçgülü parsellerinden elde edildiğini, karışım yetiştirmelerde tek yıllık çimin önemli bir rol oynadığını, bu nedenle hem yeşil ot verimi değerleri hem de kuru ot verimi değerleri bakımından tek yıllık çimin karışımdaki payının yüksek tutulması gerektiğini saptamışlardır.

Kumar (1987), Hindistan'da 15 ton/ha jips vererek İskenderiye üçgülünden 15.57 ton/ha kuru madde verimi elde edildiğini, ayrıca İran üçgülünden 10 ton/ha jips ile 11.77 ton/ha kuru madde elde ettiğini bildirmektedir.

Berg ve ark. (1988), Güney Afrika'da yaptıkları çalışmada, üçgül ve tek yıllık çimi karışım olarak yetiştirmişler ve yeşil ot, kuru ot ve protein verimi bakımından Alan Eşdeğerlik Oranını incelemiştir. Araştırmacılar, ham protein verimi bakımından Alan Eşdeğerlik Oranının genellikle 1'den büyük bulunduğunu, yalnızca bir sistemde bu değer 1'den küçük bulunduğunu, ham protein oranı ve veriminin artan azot alımı ile arttığını, kuru madde verimi bakımından da Alan Eşdeğerlik Oranının karışımlarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Graves ve ark. (1989), ABD'de yaptıkları çalışmada, çok biçimli İskenderiye üçgülü çeşidinin, yüksek N bağlama yeteneğine sahip olduğunu, kaba yemin besin

değerinin oldukça yüksek olduğunu bildirmiş ve bu bitkinin tek yıllık buğdaygiller ile karışım halinde tarımını önermiştir. Aynı araştırmacılar söz konusu bitkinin kışın -5 °C gibi düşük sıcaklıklara dayanıklı olduğunu ve hiçbir soğuk zararı belirtisinin bulunmadığını, bu şartlarda bile 5-6 biçim verebildiğini ve önemli hiçbir hastalık ve zararlı hasarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

Tansı ve ark. (1989), Çukurova bölgesinde yaptıkları araştırmada İtalyan, Suriye ve ABD orijinli çeşitlerin sulu koşullarda yılda 3 kez biçildiğini ve 10 cm yükseklikten yapılan biçimlerden toplam 4481.56 kg/da yeşil ot elde edildiğini bildirmektedirler.

Aljibury, Mohammed ve Ahmed (1990), İskenderiye üçgülü ve arpa karışım ekimi üzerinde yaptıkları araştırmada 1:1 oranındaki karışımlardan sırasıyla 3960, 3470 ve 4340 kg/da yeşil ot elde ettiklerini aynı zamanda bunun yalnız ekimlerden daha fazla verim verdiğini bildirmektedirler.

Çelen ve ark. (1991), İzmir bölgesinde yaptıkları bir çalışmada tek yıllık çimi İskenderiye üçgülü ve acem üçgülü ile karışım olarak yetiştirmişler ve araştırma sonucunda, tek yıllık çimin % 50 ve % 75 oranında karışıma girdiği uygulamalarda en yüksek yeşil ot, kuru madde ve ham protein verimlerinin elde edildiğini, karışımdaki tek yıllık çim oranının azaltılmasıyla her üç verimin de azalacağını, ayrıca bu bitkilerin pamuk + pamuk tarımı içerisinde başarı ile yetiştirilebileceğini, aynı zamanda bu bitkilerin gerektiğinde yeşil gübre olarak kullanılabilceğini bildirmektedirler.

Sağlantımur ve ark. (1991), Çukurova'nın kıraç ve taban arazisinde yaptıkları iki yıllık karışım denemelerinde Mart ayının ikinci yarısında biçilen fiğ + arpa karışımının ortalama 4000 kg/da yeşil ot verimi sağladığını, taban şartlarda tek yıllık çim + adi fiğ karışımlarının 2500 kg/da yeşil ot verimine sahip olduğunu, yine taban koşullarda tek yıllık çim + İskenderiye üçgülü karışımlarının 2500 kg/da yeşil ot verimi sağladığını, bunun da boş bırakılan arazilerden dolayı büyük bir ekonomik kayıp olduğunu belirtmişlerdir.

Tükel ve ark. (1991), Çukurova'da ekolojik şartların kışlık ara ürün tarımına çok uygun olduğunu ve bu amaçla yapılan çalışmada İskenderiye üçgülü + yulaf karışımlarının kışlık ara ürün olarak çok iyi bir potansiyele sahip olduğunu, dekardan

3942.80 kg yeşil ot verimi elde ettiklerini, pamuk ekiminin dahi yapılmayacağı alanlarda ikinci ve üçüncü biçim dahi yapılabileceğini, tek yıllık çimin İskenderiye üçgülü ve fiğ ile birlikte, baklagillerin saf ekiminden üstün verim getirebileceğini, ortalama olarak karışımlarda İskenderiye üçgülü için 2500 kg/da, fiğ için ise 2800 kg/da yeşil ot alınabileceğini saptamışlardır.

Welty ve ark. (1991), Amerika'nın Montana eyaletinde iki farklı bölgede yürüttükleri bir çalışmada, Bigbee ve Multicut İskenderiye üçgülü çeşitlerini saf olarak ve yulaf ile karışım halinde yetiştirdikleri araştırmada, baklagil verimlerinin yulaf ile birlikte yetiştirildiğinde azaldığını ancak toplam yeşil ot verimi ve protein verimi bakımından baklagil + yulaf karışımlarının saf baklagillerden her iki bölgede de üstün olduğunu, ayrıca her iki bölgede de yulafın arkadaş bitki olarak kullanılmasının yabancı otları azalttığını bildirmektedirler.

Çomaklı (1991), çayır üçgölünde P dozlarının artmasıyla ham protein oranının da arttığını, Özyazıcı (1994) ise çayır üçgölünde P'lu gübrelemenin ham protein oranını çok önemli derecede etkilediğini bildirmektedir. Avcıoğlu ve ark. (1999), ak üçgölde ortalama ham protein oranının % 23.8, Sincik ve ark. (2002) ise % 20.4 olduğunu bildirmektedirler. Akkaş (1995), Samsun'da yaptığı araştırmada ak üçgölde ham protein oranını % 17.1 olarak tespit etmiştir.

Tansı ve ark. (1993), Çukurova koşullarında 1986-88 yılları arasında yulaf ve tek yıllık çimi, tüylü fiğ ve İskenderiye üçgülü ile birlikte karışım halinde yetiştirdiği araştırmada tek yıllık çim ve baklagilleri sırasıyla % 80-20, % 75-25, % 66-33, % 50-50, % 33-66, % 25-75 ve % 20-80 olmak üzere 7 farklı karışım oranında ekim yapmış ve araştırma sonucunda yulaf karışımlarından elde edilen yeşil ot ve kuru madde verimi bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıkların olmadığını, buna karşın tek yıllık çim ile yapılan tüylü fiğ ve İskenderiye üçgülü karışımlarının yeşil ve kuru ot verimini önemli derecede etkilediğini, İskenderiye üçgülünün tek yıllık çim ile yaptığı karışımlarda 2000-3000 kg/da arasında yeşil ot ve 500-800 kg/da arasında da kuru ot veriminin alınabileceğini, karışımlardan yüksek verim alabilmek için, tek yıllık çimin karışımdaki payının % 75'den daha az olmaması gerektiğini, aksi halde İskenderiye üçgülünün rekabet gücünün yüksek olması nedeniyle popülasyonda baskın duruma geçebileceğini, İskenderiye üçgülünün

Çukurova şartlarında tek yıllık çim ile benzer bir fenolojik gelişme gösterdiğini, ancak geciken ekimlerde kışın düşük sıcaklıklar nedeniyle İskenderiye üçgülünün gelişmesinde gerilemeler olduğunu ve bu nedenle verimin azalabileceğini bildirmişlerdir.

Korosec ve ark. (1994), Slovenya’da yaptıkları araştırmada İskenderiye üçgülünü, değişik buğdaygiller ile yetiştirmişler ve saf İskenderiye üçgülünde 2450 kg/da yeşil ot verimi alınırken, yulaf ve tek yıllık çim ile birlikte karışım olarak yetiştirildiğinde sırası ile 2365 ve 2330 kg/da yeşil ot verimi aldıkları kuru madde veriminin üçgülden 397.8 kg/da iken yulaf ve tek yıllık çimin karışıma girdiği durumlarda sırası ile 298 ve 348.6 kg/da olarak bulunduğunu, ham protein verimi bakımından sonuçların benzeri şekilde sırasıyla 64.2, 64.3 ve 48.2 kg/da olarak elde edildiği, bu durumda ham protein verimi bakımından İskenderiye üçgülü ile karışım olarak yetiştirilebilecek en uygun buğdaygilin yulaf olduğunu saptamışlardır.

Ülkemiz sahil bölgelerinde (Ege-Akdeniz) hayvancılığın geliştirilmesi ve kaliteli yem sağlanmasında yonca ve fiğ gibi bitkilerin yanı sıra İskenderiye üçgülünün büyük rolü olabilmektedir. Çukurova bölgesinde hem pamuk+pamuk monokültürü ile ekim nöbetine girebilecek hem de toprağı ıslah edecek çok değerli bir yem bitkisidir (Gülcan ve Anlarsal, 2001).

Gülcan ve Anlarsal (2001), Çukurova bölgesinde yaptıkları adaptasyon denemelerinde İskenderiye üçgülünün 68.1-90 cm boylandığını 2000-3850 kg/da yeşil ot alındığını ve 43-70.2 kg/da tohum alındığını, ayrıca İskenderiye üçgülünün 2 biçim verdiğini ve çiçeklenme gün sayısının ortalama 103 gün olarak saptandığını, İskenderiye üçgülünün 1.5 m boylanabildiğini, 4 biçim alınabildiğini ve dekara 2800 kg yaş ot verebildiğini bildirmektedir.

2.2. Kükürt

2.2.1. Toprakta Kükürt

2.2.1.1. Kükürt'ün Toprakta Bulunış Formları

Toprakta pH'ya bağlı çok fazla yük bulunmasından dolayı, SO_4^{-2} adsorpsiyonu denge çözeltisinin pH'sına bağlıdır (Couto ve ark., 1979). Sülfat adsorpsiyonu düşük pH'da çok kuvvetlidir (Martini ve Mutters, 1984) ve bu nedenle SO_4^{-2} adsorpsiyonu toprak pH'sıyla negatif ilişkilidir (Kparmwang ve ark., 1997). Toprak pH'sı 6.5'den daha büyükse SO_4^{-2} adsorpsiyonu önemsiz olur. Toprakta adsorbe edilen SO_4^{-2} bitkilerce devamlı şekilde alınabilir formda değilse SO_4^{-2} 'in adsorpsiyonunu azaltacak veya toprak çözeltisindeki SO_4^{-2} 'in konsantrasyonunu arttıracak uygun bir işlemle toprakta SO_4^{-2} 'in bitkilerce alınabilirliği artırılabilir (Elkins ve Ensminger, 1971). Mehlich (1964), adsorbe edilen SO_4^{-2} 'in serbest hale gelmesi $Ca(OH)_2$ 'in azar azar ilave edildiğinde toprak pH'sının artmasıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yeterli düzeyde kireçlenen toprakların yüzey horizonlarında düşük miktarlarda SO_4^{-2} adsorpsiyonu beklenir (Evans, 1986) ve sonuç olarak kireç taşı gibi materyalleri birlikte uygulamakla SO_4^{-2} alınabilirliğinde bir artışa neden olur (Serrano ve ark., 1999). Ayrıca SO_4^{-2} kolaylıkla fosfat tarafından desorbe edilir. Bu nedenle kireçleme dışında süper-fosfat uygulaması da SO_4^{-2} adsorpsiyonunu azaltır (Ensminger, 1954).

Hoefl ve Walsh (1970), kumlu topraklarda sülfat formunun elementel formdan daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

İnorganik S, topraklarda; suda çözünebilir tuzlar şeklinde, toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilmiş olarak veya çözünemez formlarda bulunabilir. Bunların her birindeki mevcut bulunan inorganik S fraksiyonları, bazı toprak özelliklerine bağlıdır. Çoğu iyi drenajlı toprakların yüzey horizonları sadece az miktarda suda çözünebilir S içermektedirler. Bununla birlikte, suda çözünebilir S'ün büyük miktarını kurak bölgelerdeki topraklar biriktirmektedirler. İnorganik S'ün organik bağlı S'e oranla topraklarda daha az bulunduğu saptanmıştır (Bohn ve ark., 1986).

Mevsimsel koşulların, S'ün mineralizasyonu, çözünebilir S'ün yıkanması ve S'ün bitkilerce alımı üzerine etkisinden dolayı, yüzey topraklarındaki suda çözünebilir S miktarında mevsimsel iniş-çıkışlar beklenen bir durumdur. Topraklardaki suda çözünebilir S'ün konsantrasyonunu etkileyebilecek diğer faktörler ise; gübre materyallerinin uygulanması ve S içerikli yağmur ve sulama sularıdır (Tabatabai ve Laften, 1976a, b).

Ilıman, humid ve yarı humid bölgelerin çoğu yüzey topraklarında total S'ün % 90'dan fazlasını organik S oluşturur (Freney ve Williams, 1983; Zhao ve ark., 1996a). Ancak sülfat veya sülfidin, tuzlu, asit sülfat ve jips içerikli topraklarda total S'ün büyük oranlarını ise inorganik S oluşturmaktadır. Topraktaki organik S çoğunlukla organik maddeye bağlı olarak derinlikle birlikte azalmaktadır (Freney, 1986).

Kükürt toprakta hem organik hem de inorganik formda bulunur. Ancak birçok toprakta temel S kaynağı olarak organik bağlı S bulunmaktadır. Topraktaki total S miktarı 100-1000 mg kg⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Syers ve ark., 1987).

Toprakların toplam S içeriği, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, iklim, bölgesel vejetasyon, lokal topografi ve tarımsal uygulamalar olmak üzere birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Bu faktörlere bağlı olarak toprakların total S içerikleri 20 ile 35000 mg kg⁻¹ arasında bir değişim göstermektedir (McGrath ve ark., 2002). Humid ve yarı humid bölgelerin tarım topraklarında normal total S içeriği 100 ile 500 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir, bu değer pulluk derinliğinde 224 ile 1120 kg ha⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur (Stevenson, 1986). Turba topraklarda, tuzlu topraklarda, bataklık topraklarda, kurak ve yarı kurak bölgelerin kireçli topraklarında büyük miktarda S bulunduğu bildirilmiştir.

Kükürdün bitki büyümesi ve gelişmesi üzerinde önemli rolleri olduğu uzun zamandır bilinmesine rağmen Avrupa'da on yıl öncesine kadar bitkilerde S eksikliğinden söz edilmiştir. Pek çok bitkinin S gereksinmesi, temel bir besin elementi olan fosfor ile aynı sıradadır. Ancak gübrelemede S'e gereken önem verilmediğinden dolayı noksanlığı giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. İngiltere ve pek çok Avrupa ülkesinde tarım arazilerinde ve çayırarda S noksanlığı yaygın şekilde görülmektedir (Valeur ve ark., 1993; Syers ve ark., 1987; Zhao ve McGrath,

1993; Schung, 1991). Bunun başlıca sebepleri arasında da atmosferden gelen ve toprağa gübreleme yoluyla verilen S miktarının azalması yer almaktadır (Syers ve ark., 1987).

Kükürt noksanlığı ile mücadelede jips uygulaması iyi sonuç vermektedir. Jips dekara 1-5 kg S yani yaklaşık 5-27.5 kg jips dozunda uygulanır. Yağışlı bölgelerde sülfat kolayca yıkandığından ekimle birlikte uygulanması önerilir. Sülfatın yanı sıra elementel S'de gübreleme amacıyla kullanılır. Ancak bu kükürt (S) toprakta oksitlendikten sonra bitkilerce alınabilir. Buna göre sülfat ve elementel S karışımı toprağa uygulandığında hızlı etki eden kükürt formuyla, yavaş etki eden kükürt (S) formu kombine edilmiş olur. Bu nedenle bazı ülkelerde süper fosfat'a $[Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4]$ elementel S ilave edilerek böyle bir karışım elde edilir. Dolayısıyla bitki ilk büyüme döneminde jips deki kükürttten yararlanır. İlerleyen zamanlarda elementel kükürt (S) de oksitlenerek bitki tarafından alınır (Mengel, 1991).

Yüksek bitkilerin kükürde olan gereksinimleri iki yüzyıldan fazla süredir bilinmektedir (Duke ve Reisenauer, 1986). Dünyada 1974-90 yılları arasındaki toplam N'lu gübre kullanım miktarı söz konusu yıllar arasında ikiye katlanmışken aynı yıllar içinde toplam S'lü gübre kullanım miktarının değişmeden 10 milyon ton dolayında kaldığı saptanmıştır (Ceccotti ve Messick, 1994).

Kükürt noksanlığının dünyada yaygınlaşmasının bir başka nedeni olarak, yüksek verimli çeşitlerin ıslah edilmesiyle bu çeşitlerin artan kuru madde verimi ve buna bağlı olarak topraktan kaldırdıkları S dahil olmak üzere besin elementlerinin miktarının da artmış olmasıdır (Scherer, 2001). 1970'li yıllardan beri S eksikliğindeki artışın en önemli nedenlerinden bir tanesi de atmosferik kaynaklı S girişindeki önemli azalmalardır. İngiltere'de atmosferik kaynaklı S girdisi 1970'de 3.2 milyon ton iken bu değer 1995'de 1.4 milyon tona düşmüştür (Department of Enviroment, 1995). Diğer Avrupa ülkelerinde de aynı zaman periyodu içinde benzer eğilimlerin geçerli olduğu saptanmıştır (McGrath ve ark., 1996b). Uluslararası anlaşmalarla SO₂ emisyonunun azalma eğiliminin gelecekteki 10 yıl içinde de devam edeceği bildirilmektedir. Örneğin 2010 yılında İngiltere'nin S emisyonunu 0.49 milyon ton olarak hedeflediği bildirilmiştir (Campbell ve Smith, 1996). Yukarıda verilen bilgileri dikkate alarak, Washington'daki Kükürt Enstitüsü dünyadaki mevcut

S'lü gübre açığının 7.5 milyon ton olduğunu ve bu değerın 2010 yılında 11 milyon ton olacağını tahmin etmiştir (Ceccotti, 1996).

Artan S noksanlığı, S gübreleri ve uygulamalarının gerekli olup olmadığını belirleyebilmek için daha fazla toprak testi ve bitki analizlerine ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Toprakta total S'ün temelde organik ve inorganik S olmak üzere iki temel fraksiyonu bulunmaktadır. Organik S'ün mineralizasyonu ve immobilizasyonu ile inorganik S'ün adsorpsiyonu ve desorpsiyonu bitkilerce alınabilir S'ün düzeyinde önemli parametrelerdir. Topraktaki inorganik SO_4^{-2} 'ın mevsime bağlı olarak değiştiği saptanmıştır (Zhao ve ark., 1999).

Toprakların yüzey horizonlarındaki yüksek SO_4^{-2} konsantrasyonları, çoğunlukla S içeren gübrelerden ve diğer S kaynaklarından dolayı olmaktadır (Eriksen, 1996). Organik madde ve fosfat birikimi SO_4^{-2} 'ın adsorpsiyon bölgelerini kapattığı için, yüzey toprağı yüzey altı toprağına göre daha az SO_4^{-2} adsorbe etmektedir.

Suda çözünebilir ve adsorbe edilmiş S fraksiyonlarına ilave olarak çözünmeyen S'ün bazı formlarının topraklarda oluşması da olasıdır. Çözünemeyen S formları; baryum ve strontiyum sülfatlar, $CaCO_3$ ile çökelen sülfatlar, belirli koşullar altında Fe ve Al sülfatları içerebilir (Mengel ve Kirkby, 2001).

Tahıl ürünleri optimum gelişme için çok fazla ($15-20 \text{ kg ha}^{-1}$) S'e ihtiyaç duymamalarına rağmen, S'lü gübre ilavesinin gelirden artmaya neden olduğu bildirilmiştir (Zhao ve ark., 1999b; Withers ve ark., 1995). Kükürt uygulamasıyla verimde sağlanan artışların kolza ve baklagiller içinde geçerli olduğu bulunmuştur (Schung, 2001).

Bu nedenle son yıllarda S'le yapılan çalışmalara olan ilginin artmış olması sürpriz değildir. Kükürt noksanlığının görülmesinde artış olmasına rağmen, rastgele S gübresi kullanılması, ekonomik ve çevresel açıdan arzu edilmeyen bir durumdur. Bu nedenle, uygun bir S'lü gübrelemenin garanti edilmesi, ürün miktarı ve kalitesindeki kayıpların önlenmesi için güvenilir ve pratik metotların geliştirilmesi gereği vardır. Bu durum, özellikle S ile beslenme durumunun değişken olduğu veya sınırlı olduğu yerler için büyük önem taşımaktadır (Mechteld ve ark., 2002).

Bataklık alanlarda pirit gibi sülfid metalleri büyük miktarlarda birikir. Bu alanların drenajından sonra S'lü bileşikler SO_4^{-2} 'a okside olarak toprak pH'sında düşüşe neden olurlar. Toprak çözeltisinde SO_4^{-2} , katı fazda bulunan diğer formlarla denge halindedir (Mengel ve Kirkby, 1987; Tisdale ve ark., 1993) ve SO_4^{-2} , kil minerallerine ve seksü oksitlere fosfatlar kadar olmasa da kuvvetli bir şekilde adsorbe olmuştur. Toprak çözeltisindeki SO_4^{-2} konsantrasyonunun artışı aynı zamanda adsorbe edilen SO_4^{-2} miktarının da artışına neden olacaktır. Buna karşılık, yapılan çalışmalarda sülfat ve fosfat adsorpsiyonunun benzer adsorpsiyon mekanizmalarına sahip olduğu gözlenmiştir (Borrow, 1967). Hingston ve ark. (1967)'larına göre, SO_4^{-2} iyonları denge çözeltisinde beklenenden daha büyük boyutta tutulurlar. Buna karşılık SO_4^{-2} kolaylıkla fosfatlar aracılığı ile desorbe olur. Adsorbe olabilen SO_4^{-2} 'ın miktarı toprak profilinde yıkanmayla S kayıplarının önlenmesinde ve S'ün bitki tarafından alınabilirliğinde oldukça önemlidir. Adsorbe SO_4^{-2} formu fazla miktarda Al ve Fe oksit ve hidroksit içeren topraklarda önemli bir fraksiyondur (Bohn ve ark., 1986). Buna karşılık Kuzeydoğu İskoçya topraklarında Scott (1976)'ın yaptığı çalışmada, SO_4^{-2} adsorpsiyonunda Al'dan çok aktif Fe'in önemli rolü olduğu bulunmuştur. Kparamwang ve ark. (1997) SO_4^{-2} adsorpsiyonu dithionitte ekstrakte edilebilir Fe konsantrasyonuyla pozitif ilişki verdiği ve adsorpsiyonun silikat kil minerallerinin kenar kısımlarındaki adsorpsiyon yerlerinin sayısına bağlı olduğunu saptamışlardır.

Minerallerin sülfat adsorpsiyon kapasiteleri şu sırayı izler:

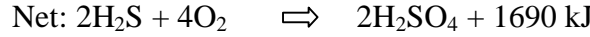
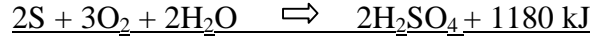
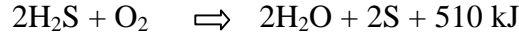
$Al_2O_3 > kaolinit > boksit > peat > limonit > hematit > hidrate alüminyum > gotit$ (Ensminger, 1954).

Kil minerallerinin ise sülfat adsorpsiyon kapasiteleri şöyledir:

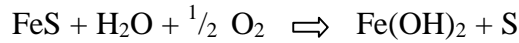
$Kaolinit > illit > bentonit$ (Chao ve ark., 1962).

Sulu koşullar altında, inorganik S, FeS, FeS₂ (pirit) ve H₂S gibi indirgenmiş formlarda bulunmaktadır. Oksijensiz koşullar altındaki toprakların organik S'ünün mineralizasyonu, H₂S oluşumuna yol açmaktadır ve bu oluşumdan sonra aerobik koşullar hakim olursa, H₂S kolaylıkla SO_4^{-2} oksidasyonuna uğrayabilmektedir. Bununla birlikte aerobik koşullarda, H₂S, kemoototrof kükürt bakterilerince (*Baggiatoa*, *Thiothrix*) elementel S'e okside edilmektedir. Ayrıca elementel S, birkaç türden meydana gelen *Thiobacillus* cinsi kemoototrof bakterilerce de okside

edilebilmektedir. Tüm işlemler aşağıdaki denklemlerle anlatılabilir (Mengel ve Kirkby, 2001):



Böylece, S oksidasyonu H_2SO_4 oluşumuyla son bulur. Buna bağlı olarak toprak asitliğinde bir artış meydana gelir. Bu şekilde asit topraklarda oluşan SO_4^{-2} toprağın daha da asitleşmesini ve sonuçta topraklarda alüminyum toksisitesinin görülmesine yol açtığı saptanmıştır (Ahmad and Wilson, 1992). Elementel S'ün oksidasyonu, topraklarda mikrobiyel bir süreçtir. Ancak aynı zamanda abiyotik olarak da gerçekleşebilir. Bir bakıma aşağıda tanımlanmış olan reaksiyon, FeS'ün biyolojik ve kimyasal olarak elementel S'e okside edilebilirliğini açıklamaktadır (Mengel ve Kirkby, 2001):



İndirgen koşullarda H_2S , anaerobik S indirgenmesinin en önemli son ürünüdür. Fotosentetik yeşil ve mor bakteriler, H_2S 'ün H^- ini fotosentetik e^- taşınmasında bir e^- gibi kullanarak H_2S 'ü S'e okside edebilmektedirler. Bu işlem kısıtlandığında, H_2S toksik düzeyde birikebilmekte ve böylece bitki gelişimini zayıflatmaktadır. H_2S 'ün bu zararlı etkisi belli düzeye kadar, çözünürlüğü çok düşük olan FeS formundaki demir tuzlarının ilave edilmesi yoluyla giderilebilmektedir. Anaerobik koşullar altındaki sülfat redüksiyonu, esasen birkaç türden oluşmuş *Desulfovibrio* bakterilerince meydana getirilmektedir (Ponnamperuma, 1972).

Topraklardaki inorganik S, mevsimsel olarak değişimlere uğramaktadır. Castellano ve Dick (1991), yaptıkları bir çalışmada, farklı S kaynaklarının (Jips ve elementel S) farklı S fraksiyonları üzerine etkisini belirlemiştir. Söz konusu çalışmada kış mevsimi süresince kontrol parsellerinde (S uygulanmamış) SO_4^{-2}

konsantrasyonu 2-7 mg kg⁻¹ arasında değişirken, jips uygulamasının yapıldığı parselde aynı değerlerin 7-13 mg kg⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur.

Organik S için üç ana fraksiyon tanımlanmıştır (1) ester sülfat, (2) C-bağlı S (çoğunlukla amino asitlere) ve residual S (Pasricha ve Fox, 1993). Bileşiklerin oluşum karakterleri ve dönüşümleri çevresel koşullara bağlı olan biyolojik süreçlere oldukça bağlıdır. Ilıman bölgelerde tarımsal amaçlı kullanılan topraklarda total S'ün yaklaşık % 95'i organik S'tür. Bu genelleme tropikleri kapsamamaktadır.

Residual S kuvvetli asit ve bazlarla hidrolize dayanıklıdır, ancak mevsime bağlı olarak değişir (Freney, 1986). Diğer fraksiyonlara bağlı olarak saptandığı için bu değişim yanlış ölçülebilir. Bilindiği gibi residual S, total S ve diğer tüm S fraksiyonlarının toplamı arasındaki farktır. Residual S'de mevsimsel değişimlerin biyolojik aktivite tarafından belirgin bir şekilde etkilendiği bildirilmiştir. Sonbahardaki nem düzeyinin artışıyla residual S'de artış sözkonusu iken, kış ve bahar aylarında ise genel bir azalmanın olduğu saptanmıştır. Residual S'ün, kuru yaz döneminde en az olduğu bildirilmiştir (Pasricha ve Fox, 1993).

Toprakların farklı kullanılmasına, iklim koşullarına ve jeokimyasal durumlara karşı S'ün topraktaki kimyasal formları ve yaygınlık miktarları çok çeşitlidir. Topraklarda genellikle organik S miktarının fazla olmasıyla beraber; hem organik hem de inorganik S formları mevcuttur. Toprakta kritik S sınır değeri 10 mg S kg⁻¹ kabul edilmektedir. Bununla beraber bitkiler S'ü topraktan kökleri vasıtasıyla alır ve bu nedenle sülfat toprakta, bitki beslenmesi için en önemli S formudur. Toprağa S, sülfatın meydana gelmesi veya değişmesiyle ve sülfat veya elementel S içeren gübrelerin uygulanmasıyla oluşan kaynaklardan gelir. Sülfat aynı zamanda kök bölgesinden yıkanmaya eğilimlidir. Elementel S uygulanan yerlerde, bunların oksidasyonu biyolojik bir süreçtir fakat oksidasyon oranı topraktaki elementel S'ün fiziksel formları tarafından sınırlandırılır. Toprakta S mikrobiyel immobilizasyon ve mineralizasyona uğrar.

2.2.1.2. Kükürdün Toprakta Alınabilirliğini Etkileyen Faktörler

Toprakta ekstrakte edilebilir S ve bitki büyümesi arasında zayıf bir ilişki olduğu ve bu zayıf ilişkinin nedeni toprağın karmaşık ve dinamik bir yapıya sahip olmasına bağlanmıştır (McGrath ve ark., 2002). Sülfatla beslenmeyi etkileyen faktörler, sülfatın bitkinin besin elementini aldığı topraktan yıkanması ve immobilizasyonudur. Sülfat özellikle hafif bünyeli kumlu topraklardan kolayca yıkanabilen oldukça hareketli bir anyondur. Lysimeter çalışmaları göstermiştir ki; gübreleme olmaksızın yıkanma ile meydana gelen yıkanma kaybı yaklaşık 35-40 kg S ha⁻¹ (yaklaşık 88-100 kg SO₃)'dır. Fakat S'lü gübre uygulamasından sonra bu kayıpların 90-110 kg S ha⁻¹ (yaklaşık 225-275 kg SO₃)'e kadar yükseldiği bulunmuştur (Kuhn ve Weller, 1977; Riley ve ark., 2000; Shepherd ve Bennett, 1998). Sülfatın immobilizasyonu özellikle mikrobiyel aktivitenin etkin olduğu topraklarda organik maddeyle birleşmesinden kaynaklanır. Buna karşılık mikrobiyel aktivite, topraklarda mevcut C miktarının saptanmasıyla belirlenir ve bundan dolayı C miktarı ve S immobilizasyonu arasında bir ilişki saptanmıştır (Eriksen, 1997; Knights ve ark., 2001). Bu da göstermiştir ki; S noksanlığı nedeniyle mikrobiyel aktivitenin engellendiği ve buna bağlı olarak C mineralizasyon oranının düşük olduğu S noksanlığı olan topraklara, yüksek miktarlarda C ilavesi yapılması S immobilizasyonuna sebep olur (Chapman, 1997). Bu da topraklardaki immobilizasyon süreçlerinin karışıklığını açıklamaktadır. Kil içeriği, toprakta organik S döngüsünü ve toprak organik maddesinin birikim ve ayrışmasını etkileyen önemli bir faktördür (Perucci ve Scarponi, 1984). Toprak organik materyali çoğunlukla kil minerallerine bağlanır ve bu bağlamda organik maddenin ayrışmasını önlemektedir (Jenkinson, 1966). Toprakların kil miktarları ile değişebilir sülfat konsantrasyonu arasında açık bir ilişki vardır, kil miktarı arttıkça değişebilir sülfat miktarı da artmaktadır.

Toprak sıcaklığı ve toprak nem içeriği, topraklarda S'ün mineralizasyon ve immobilizasyon oranları üzerinde anahtar etkiye sahiptir (Williams, 1967; Tabatabaia ve Al-Khafaji, 1980; Stanko-Golden ve Fitzgerald, 1991; Ellert ve Bettany, 1992; Stanko-Golden ve ark., 1992). Toprak nem içeriğinin artması topraktaki organik S'ün

mineralizasyonunu geciktirmektedir (Williams, 1967). Sülfat ve sülfid birikimi için optimum nem içeriğinin, tarla kapasitesinde % 60 ve % 133 olduğu bulunmuştur (Chaudhry ve Cornfield, 1967). Toprakta total S seviyeleri organik madde içeriğinin yanı sıra iklim koşullarına da bağlıdır. Nemli iklim koşulları altında yüksek miktarlarda SO_4^{-2} birikir, oysa kurak bölge topraklarında SO_4^{-2} toprak profilinin üst kısmında birikir.

2.2.2. Bitkide Kükürt

2.2.2.1. Kükürdün Bitki Büyümesindeki Önemi ve Fonksiyonları

Kükürt N'a benzer şekilde bitkide protein yüzdesini etkiler. Bununla birlikte bitki beslenmesini ve bitkinin besleme değerini de etkiler (Weir ve Rending, 1952).

Yüksek bitkilerde, S bitkiye kökler vasıtasıyla SO_4 olarak alınır, yapraklara ksilem vasıtasıyla taşınır, sistein'e dönüştürülür veya proteinler ve glutation gibi sistein içeren peptidler ile birleşir yada methionin'e dönüştürülür. Kükürt'ün bitkideki dağılımı hem ksilem hem de floem hareketiyledir (Rennenberg, 1984). Benzer olarak kökler vasıtasıyla SO_4^{-2} 'in alımı, dıştan S temininin yeterli, fakat S noksanlığının arttığı durumlarda daha sıkı kontrol edilir (Clarkson ve Saker, 1989; Hawkesford ve ark., 1993). Bunun işareti, ya SO_4^{-2} (Datko ve Mudd, 1984) yada glutation gibi S içeren bileşiklerdeki bir azalmadır (Herschbach ve ark., 1995; Lappartient ve Touraine, 1996). SO_4^{-2} ve glutation floem de oldukça hareketlidir (Rennenberg ve ark., 1979; Lappartient ve Touraine, 1996). Bitkilerde glutation konsantrasyonu genellikle yapraklarda köklerden daha yüksektir ve yapraklarda % 50'den fazlası kloroplastlarda birikmiştir. Glutation bitkilerde kuvvetli bir antioksidandır ve suda kolaylıkla çözünebilmektedir. Kükürt'ün floemdeki hareketi sınırlı olduğundan, noksanlık belirtilerinin genelde genç yapraklarda görüldüğü bildirilmiştir (Bouma, 1967).

Kükürt gübrelmesi bitkilerde amino asit ve vitamin içeriklerini, toplam azotu ve protein sentezini etkiler. Eğer S ve K aynı anda büyümeyi sınırlıyorsa, S ilavesi dokulardaki K oranını da artırır (Caldwell ve Ark. 1969).

Kükürt bütün canlı organizmalar için gerekli bir besin elementidir. Kükürt sistein, methionin, birçok ko-enzimin (örn: biotin, ko-enzim A, thiamine pyrophosphate ve lipoic asit), tioredoksinlerin, sülfolipidlerin ve proteinlerin yapısında bulunmaktadır. Kükürdün peptitlerin sentezinde, redoks reaksiyonlarında ve protein yapısının dayanıklılığı için disülfid bağının (S-S) oluşumunda bazı önemli fonksiyonları vardır (Zhao ve ark., 1999a). Bunun yanında, bitkiler için hayati önem taşımayan ancak patojen, pestisit ve yabancı otlara karşı savunma mekanizmasında önemli rol oynayan ve bitkilere özel tat ve koku veren bir çok kükürt içeren bileşiğin olduğu da bildirilmiştir (Bennett ve Wallsgrove, 1994; Ernst, 1993; Fenwick ve ark., 1983).

Kükürt'ün bitki büyüme ve gelişmesindeki ana rolü uzun zamandır kabul edilmesine rağmen, kültürü yapılan bitkilerde S eksikliğinin yaklaşık 20 yıl öncesine kadar Avrupa'da fazla yaygın olmadığı bildirilmiştir. Ancak S eksikliğinin Norveç ve İrlanda gibi düşük atmosferik depozit bırakan ülkelerde 1960 ve 1970'li yıllarda görüldüğü belirlenmiştir (Murphy ve Boggan, 1988; Sing, 1994). Bu tarihlerden sonra 1980'li yılların başlarında S eksikliğinin İrlanda, İskoçya ve İngiltere'nin yoğun çayır mera alanlarında yaygınlaşmaya başladığı görülmüştür (Murphy ve Boggan, 1988; Murphy ve O'Donnell, 1989). Fransa'da ise 1980'li yıllarda kolza ve buğdayda S eksikliği yaygınlaşmaya başlamıştır (Merrien, 1987). Kuzey Almanya'da, Güney İsveç ve Danimarka'da, S eksikliği belirtileri 1980'li yılların ortalarında kolzada gözlenmiştir (Knudsen ve Pedersen, 1993; Schnug, 1991). 1980'li yılların sonlarında S eksikliği İngiltere ve İskoçya'da da kolza ekilen alanların birçoğunda görülmüştür (McGrath ve ark., 1996b; Walker ve Booth, 1992). Özellikle 1990'lı yıllarda S eksikliği İngiltere ve Almanya'da tahıllarda da görülmeye başlanmıştır (Haneklaus ve ark., 1995; Zhao ve ark., 1999a). Bugün Avrupa'nın birçok ülkesinde tarımsal üretimi en çok sınırlayan besin elementlerinden birisinin S olduğu saptanmıştır.

Kükürt proteinlerin temel yapı taşlarından biridir ve S noksanlığı durumunda protein sentezi durur. Proteinlerin yapısında bulunan ve S içeren amino asitler (sistein ve methionin) yetersizdir ve böylece protein sentezi yapılamaz. Bu nedenle S içermeyen amino asitler, yetersiz S içeren bitki dokularında biriktirilirler (Linsler ve

ark., 1964). Kükürt noksanlığı süresince protein sentezinin inhibisyonu tıpkı N noksanlığında olduğu gibi, kloroza değin sürer. Ancak N'un aksine, S yaşlı ve genç yapraklar arasında daha üniform bir dağılışı gösterir ve uygulanan S düzeyine bağılı olarak genç ve yaşlı yaprakların S içeriğı benzer olarak etkilenir. Ayrıca S noksanlığı bulunan bitkilerde S'ün dağılımı, uygulanan N tarafından da etkilenmektedir. S noksanlığı simptomları yeterli N sağlandığı koşullarda genç, düşük N koşullarında ise yaşlı yapraklarda oluşabilir. Bunu belirleyen ise yaşlı yaprakların N noksanlık oranına bağılı olarak, yaşlı yapraklardan S'ün tekrar mobilizasyon derecesidir. Organik N / organik S oranı normal bir bitki dokusuyla karşılaştırıldığında, yetersiz S içeren bitki dokularında bu oran önemli ölçüde yüksektir (70/1 – 80/1). Bu oran bitkilerin S'le beslenmesinin önemine hizmet etmektedir. Kükürtçe yetersiz olan dokuların diğeri bir özelliğı ise amid ve NO₃ birikimidir.

2.2.2.2. Kükürdün Verim ve Kalite Üzerine Etkisi

Kükürt, bitkide büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerinden ayrı olarak, bir bitkinin S'le beslenmesi, aminoasit, protein ve bazı ikincil metabolitlerin sentezindeki önemli rollerinden dolayı ürünün kalitesi üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Kalite gereksinimini temel olarak ürünün son kullanma tarihiyle saptanmaktadır. Bu gereksinimin çeşitliliğinden dolayı, S etkisi pozitif yada negatif etkiye sahip olabilir. Ürünlere yeterli S sağlanması baklagil danesinde iyi besin kalitesi ve buğdayın iyi işlenebilme kalitesi için önemlidir (Randall ve Wrigley, 1986). Aşırı S sağlanması glikozinolat konsantrasyonunu yükseltmesinden dolayı yağlı kolzannın kalitesini düşürebilir. Buna karşılık kolza'da glikozinolat seviyesindeki artış lezzeti arttırdığından dolayı pozitif etki yapabilir (Fenwick ve ark., 1983).

Proteinlerin düşük S içerikleri, beslenme kalitesini oldukça etkilemektedir. İnsan beslenmesinde methionin önemli bir amino asittir ve çoğu zaman besinlerde az miktarda bulunur. Methionin tohumlarda başlıca protein kaynağıdır. Lahanagiller familyasında glikozinolatlar ve bunların uçucu metabolitlerinin konsantrasyonları sülfat uygulaması ile yakından ilişkilidir.

2.2.2.3. Bitkilerin Kükürt Gereksinimi

Bitkilerin S ihtiyacı bitkinin tür ve gelişimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Turpgillerin ve zambakgillerin S ihtiyacı yüksek, buğdaygillerin düşük ve baklagillerin ise bunların arasında olduğu bildirilmiştir (Scherer, 2001).

Bitki içindeki (meyve, tohum ve hasat aralığı) S'ün dağılımı da bitki türleri arasında farklıdır. Örneğin soğan tarafından alınan toplam S'ün % 80 soğanın yumrusunda bulunurken kolzanın tohumunda bu değer % 25 olduğu bildirilmiştir. Tahıllarda ve baklagillerde tanedeki S oranı toplam S'ün yaklaşık % 50-60'dır. Bu bilgiler topraktan kaldırılan S miktarının artıklarla toprağa geriye dönen S miktarından daha fazla olduğunu göstermektedir. Bitkisel artıkların toprağa gömülmesinin bir sonraki bitkinin S'le beslenme düzeyini nasıl etkilediğini gösterir çalışma oldukça azdır. Sürekli buğday ekilen bir yerde hasat aralıklarının toprağa gömülmesinin bitkinin S'le beslenme düzeyini çok az etkilediği bulunmuştur. Sapsaman aralıklarının C:S oranının oldukça yüksek olması mikrobiyal olarak S'ün immobilizasyonuna yol açtığı ve bu nedenle de hasat artıklarının kısa bir dönem için S'ün alınabilirliğini azaltabileceği belirlenmiştir (Wu ve ark., 1993). Düşük C:S oranına sahip hasat artıklarının (kolza ve şeker pancarı yaprağı) toprağa uygulanmasından hemen sonra mikrobiyal mineralizasyonla S açığa çıkacaktır. Bu da kış periyodunda S'ün yıkanmasına neden olacaktır.

Baklagiller kısmen S'e gereksinim duymaktadır. Bu konuyla ilgili Avrupa'da çok az çalışma yapılmıştır. Bir sera çalışmasında bezelyede N₂-fiksasyonunun S eksikliğine önemli ölçüde duyarlı olduğunu göstermiştir. Baklagillere S uygulamasıyla verimde artışlar elde edildiği (Epperdorfer ve Bille, 1992), kalitede iyileştirmeler sağlandığı (Marzo ve ark., 1997; Sexton ve ark., 1998) ve S'ün aynı zamanda baklagiller köklerinde Rhizobium bakterileri tarafından toprağa bağlanan N miktarını etkilediği saptanmıştır (Lange, 1998). Tiwari ve ark. (1985) S uygulamasının bezelye, nohut ve mercimeğin sap ve dane verimine olan etkisini saptadıkları bir çalışmada S uygulaması (0, 60 ve 120 kg ha⁻¹ pirit formunda) ile mercimek, nohut ve bezelyede sap ve dane veriminin arttığı, en fazla artışın 120 kg S

ha⁻¹ uygulamasından olduğunu ve bu artışların kontrole göre mercimekte % 35.8, nohutta % 30.3 ve bezelyede % 13 olarak saptandığını bildirmişlerdir.

2.2.2.4. Bitki Türlerinin Kükürde Olan Tepkileri

Kükürt noksanlığı belirtilerini N noksanlığı belirtilerinden ayırmak oldukça güçtür. Aralarındaki tek fark S noksanlığının ilk olarak genç yapraklarda ortaya çıkmasıdır. S noksanlığında protein ve klorofil sentezindeki gerilemeler nedeniyle kloroz ortaya çıkmakta büyüme gerilemekte ve yapraklar küçülmektedir. Rending ve ark. (1976)'nın bulgularına göre yetersiz S içeren mısır bitkisinde N birikimi şeker seviyesindeki düşüklükle ilişkilendirilmiştir. Bu düşük şeker seviyesi, yetersiz S içeren kloritik bitkilerin zayıf fotosentetik aktivitesinin bir sonucudur. Kükürt'çe yetersiz beslenen bitkilerdeki düşük protein konsantrasyonu rastlantı değildir. Bu düşüklük sadece vejetatif bitki dokularını değil aynı zamanda tahıl generatif kısımlarını da kapsamaktadır. Yetersiz S'le beslenen tahılların, yeterli S'le beslenen tahıllara göre daha az miktarlarda sistein ve methionin içerdiği uzun yıllardır bilinmektedir (Cocic ve ark., 1963; Eppendorfer, 1968).

Yetersiz S içeren bitkilerde SO_4^{2-} konsantrasyonu düşük, buna karşılık çözünebilir amino-N konsantrasyonu yüksektir. Bu nedenle S noksanlığı olan bitkilerde büyüme oranı azalır. Genel olarak S noksanlığında sürgün gelişmesi kök gelişiminden daha fazla etkilenir. Turpgiller familyasına ait bitkilerde S noksanlığında yaprak laminasının lateral gelişmesi sınırlanır ve yaprak oldukça dardır. Schnug, (1989)'a göre kolzada S noksanlık belirtileri ilk olarak genç yaprakların kırmızımsı renk almasıyla ortaya çıkar ve yaprak kenarlarında nekrozlar şeklinde başlar. Sonuçta S noksanlığının devam etmesiyle yapraklar tamamen nekrozlu bir görünüm kazanır. Kükürt noksanlığının ilk olarak genç yapraklarda ortaya çıkması, yaşlı yapraklardan genç yapraklara S taşınmasındaki yetersizlikten kaynaklanmaktadır. Tam olarak gelişmiş kolza yaprağının S konsantrasyonu 6 mg/gr KM'dir (Schung, 1989). Bu seviyenin altındaki konsantrasyonlar bitkide S'ün yetersiz olduğunun göstergesidir. Ayrıca toprak çözeltisinde veya besin çözeltisindeki 3-5 mg $SO_4^{2-} l^{-1}$ konsantrasyonu çoğu bitkilerde normal gelişme için

yeterlidir. Ancak kolza ve yonca gibi bitkilerin S gereksinimleri çok daha yüksektir (Kacar ve ark., 2002).

Bitkilerde S miktarları kuru madde ilkesine göre % 0.15 - % 0.50 arasında değişmektedir. Kimi bitkilerin S içerikleri kalsiyum, fosfor ve magnezyum içeriklerinden daha yüksektir. Lahana, şalgam, hardal ve benzeri bitkilerde S çok yüksek miktarlarda olup bu bitkiler S taşıyıcı olarak tanımlanmaktadır. Anılan bitkilerin pişirilmelerinde çürümelerinde duyulan keskin koku içerdikleri fazla miktardaki S'ten kaynaklanmaktadır. Bitkiler içerisinde tahıllar en az, baklagiller ise orta ve turpgiller familyasına dahil bitkiler ise en fazla S içerirler. Örneğin buğday, yulaf ve arpa bitkilerinin tane ve samanlarına da ortalama S miktarı % 0.161 olmasına karşın, yonca ve çeşitli üçgül bitkilerinin değişik olgunluk dönemlerinde ortalama S içeriklerinin % 0.253 olduğu saptanmıştır (Kacar ve ark., 2002).

2.2.2.5. Bitkilerde Kükürt Noksanlık Parametreleri ve Belirlenmesi

Bitkilerin sülfat (SO_4^{2-}) alımı ve alınan sülfatın bitki içinde dağılımı bitkinin gereksinimine göre gerçekleştirilir. Örneğin, bir bitkinin S beslenmesi yeterli ise köklerle sülfat alımı yavaş, ancak S noksanlığı gösteren bitkide ise S alımı hızlı bir artış gösterir (Clarkson ve Saker, 1989; Hawkesford ve ark., 1993). Yeterli bir S uygulamasıyla, sülfat yaprak hücrelerinin vakuollerinde depo edilir. Bu sülfat yalnızca S noksanlığı stresinin uzaması durumlarında serbest kalır ve yeni büyümekte olan kısımlarda yavaş bir şekilde kullanılır (Bell ve ark., 1995; Blake-Kalff ve ark., 1998). Kükürt noksanlığı semptomlarının en tipik belirtisi protein ve klorofil sentezinin gerilemesinin bir sonucu olarak genç yaprakların sararmasıdır (Marschner, 1995).

Kükürt noksanlığını belirlemede görülebilir semptomların kullanılması tarla koşullarında diğer besin elementleri noksanlık semptomlarıyla karıştırılması nedeniyle kolaylıkla tanımlanamaması problem yaratmaktadır. Örneğin buğdayda S noksanlığına bağlı olarak yaprakların sararmasını N noksanlığından ayırmak zordur. Baklagillerde N noksanlığına çok benzeyen kloroz ortaya çıkmaktadır. Bundan başka

sadece şiddetli noksanlık olduğu zaman ortaya çıkan ilk semptomların görülmesinden önce ürün kayıpları meydana gelebilmektedir (Kacar ve ark., 2002).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada ALEX İskenderiye Üçgülü (*Trifolium Alexandrinum* L.) çeşidi kullanılmıştır.

Tohum: ALEX (T. Alexandrinum) tek yıllık, yağışlı veya sulanabilen bölgelerde ot üretimi için üretilen bir İskenderiye Üçgülü çeşididir. Ot verimi oldukça yüksek ve kalitelidir. 8 – 10 aylık büyüme dönemi içerisinde 3 – 4 biçim alınabilir. İklim bakımından en az 500 mm yağış alan ve çok sıcak olmayan koşullarda yetişir. Toprak konusunda seçici bir bitki değildir, yabancı otlardan arındırılmış, derin ve su tutan topraklarda iyi gelişir.

Jips: Sulu CaSO_4 'tır ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Jipsli topraklar semiarid ve arid koşulların yaygın topraklarıdır. Jipsli anamateryaller düşük yağış nedeniyle toprak profilinden kolaylıkla yıkanamaz ve toprak yüzeyine yakın ped yüzeyleri ve gözenek çeperlerinde CaSO_4 'ca zengin suların kapilaritesiyle yeniden kristallenirler. Topraktaki Jips, kayalardan akan yüzey sularından, taban suyundaki eriyik halde bulunan Jipsten veya rüzgar katılımından kaynaklanmaktadır. Jips, CaSO_4 'ın toprak parçacıklarını oluşturan en önemli formudur, diğer CaSO_4 mineralleri toprakta nadir olarak bulunur ve buldukları zaman genellikle ana kayadan kalıtımla geçmektedir (Eswaran et al., 1981).

Kükürt: Denemede Kükürt kaynağı olarak % 99'luk Elementel Kükürt kullanılmıştır.

Gübre: Denemede taban gübresi olarak Mono Amonyum Fosfat (MAP) 12-61-0 gübresi kullanılmıştır.

3.1.1. Araştırma Yılı ve Yeri

Bu çalışma, Adana'ya bağlı Yenidam köyünde bulunan çiftlik arazisinde 2008-2009 yetiştirme sezonunda bir yıl süre ile yürütülmüştür.

3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Araştırma verilerinin alındığı 2008 Eylül - 2009 Nisan ayları iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Adana Koşullarında 2008-2009 Yetiştirme Sezonuna Ait Bazı İklim Verileri**

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Oransal Nem (%)	Donlu Geçen Gün Sayısı
Ekim	22.1	31.5	66.3	-
Kasım	16.5	45.3	68.2	-
Aralık	9.5	58.2	66.5	-
Ocak	9.4	145.7	71.6	3
Şubat	10.6	130.1	79.7	-
Mart	12.5	135.5	70.9	-
Nisan	17.5	34.3	68.8	-

**Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü

Çizelge 3.1'e göre; denemenin yürütüldüğü dönemde en düşük ortalama sıcaklık 9.4 °C ile Ocak ayında, en yüksek ortalama sıcaklık 22.1 °C ile Ekim ayında gözlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü dönemde, en düşük toplam yağış 31.5 mm ile Ekim ayında, en yüksek toplam yağış ise 145.7 mm ile Ocak ayında gözlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü dönemde, en düşük oransal nem değeri % 66.3 ile Ekim ayında, en yüksek oransal nem değeri % 79.7 ile Şubat ayında gözlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü dönemde donlu geçen gün sayısı sadece Ocak ayında 3 gün olarak gözlenmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Toprak Özellikleri ve Yaprak Analizleri

Toprak analizleri ekim öncesi yapılarak gübre, jips ve elementel kükürt dozları belirlenirken analiz değerleri dikkate alınmıştır.

Tuzluluk: 1/ 2.5'lik substrat + saf su çözeltisinde EC değeri ölçülmüştür.

pH: 1/ 2.5'lik substrat + saf su çözeltisinde pH-metre ile ölçülmüştür.

Kireç: Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüştür.

P: Spektrofotometrede belirlenmiştir.

K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn ve Cu: Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (CHAPMAN ve PRATT, 1961).

Yaprak örnekleri 04.04.2009 tarihinde, hasat zamanı gelişmesini tamamlamış yapraklardan alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri su ile temizlendikten sonra 70 °C de 48 saat bekletilerek kurutulmuş ve öğütülmüştür. Azot değerleri Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

pH	Tuz (%)	Kireç (%)	Bünye	Org.Mad. (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
7.52	0.013	23	Siltli Killi Tın	1.7	3.5	142.8	1.87	1.02

Toprak analizi sonuçlarını değerlendirecek olursak; pH değerinin yüksek olduğunu, tuzluluk sınıfının bitki yetiştiriciliği için sınırlayıcı değer altında olduğunu, kireç oranının yüksek, organik madde değerinin düşük, fosfor-potasyum-demir ve çinko besin elementlerinin değerlerinin de düşük olduğunu söyleyebiliriz.

3.2.2. Deneme Metodu

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler 23 Ekim 2008 tarihinde el ile, sıra arası mesafe 20 cm olacak şekilde yapılmıştır. Her parsel 6 sıradan oluşmuş, parsel büyüklüğü (5x1.2) m = 6 m² olacak şekilde düzenleme yapılmıştır. Parseller arası mesafe 1 m olarak belirlenmiş ve dekara 2.5 kg tohum kullanılmıştır.

Ana parseller 0-20-40-60 kg/da dozlarında jips, alt parseller 0-10-20-30 kg/da dozlarında elementel S'den oluşmuştur. Denemede gübre olarak, yapılan toprak analiz sonuçlarına göre belirlenmek suretiyle, ekimle beraber tabana 2.4 kg/da saf Azot (N), 12.2 kg/da saf Fosfor (P₂O₅) gelecek şekilde 20kg/da Mono Amonyum Fosfat (12.61.0 MAP) gübresi verilmiştir.

Hasat, kenar tesirler çıkarıldıktan sonra geriye kalan (0.8 x 4) m = 3.2 m²'lik alanda 4 Nisan 2009 tarihinde çiçeklenme başlangıcında yapılmıştır.

Şekil 3.1. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



3.2.3. Ot Verimi İçin İncelenen Özellikler ve Yöntemleri

Gözlemler hasattan önce her parselden rast gele seçilen 10 adet bitkide yapılmıştır.

Bitki boyu (cm): Bitkiyi hiç kaldırmadan doğal bitki boyu ölçülmüştür.

Ana sap sayısı (adet): Ana sap sayısı sayılmıştır.

Yeşil Ot Verimi (kg/da) : Her parselin alt ve üst tarafından 0.5 m, her iki kenardan birer sıra biçilerek parselden uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan alan hasat edilmiş ve elde edilen yeşil ot tartılarak, dekara verime çevrilmiştir.

Kuru Ot Verimi (kg/da) : Her parselden elde edilen yeşil ot içerisinde rastgele alınan 0.5 kg'lık yeşil ot örnekleri kurutma dolabında 48 saat 70 °C'de kurutularak hesaplanan kuru ot oranları ile parsel yeşil ot verimleri çarpımından bulunmuştur. Elde edilen kuru ot değerleri daha sonra dekara verime çevrilmiştir.

Ham Protein Oranı (%) : Her parselden elde edilen kurutulmuş kuru ot örneklerinde Kjeldahl yöntemine göre saptanmıştır. Buna göre her örnekte saptanan toplam Azot değerleri 6.25 faktörü ile çarpılmıştır.

Ham Protein Verimi (kg/da) : Her parselden saptanan protein oranları ile kuru ot verimlerinin çarpımından elde edilmiştir.

Bitkinin Dekardan Kaldırdığı Saf Azot Miktarı (kg/da): Azot oranı ile kuru ot veriminin çarpımından elde edilmiştir.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen verilerde, tesadüf bloklarında bölünmüş parsellerde MSTAT-C programında deneme desenine uygun olarak varyans analizi yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyini belirleyebilmek amacıyla önemli çıkan faktör ortalamaları LSD (% 5) testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu (cm)

Araştırmada ele alınan ALEX İskenderiye Üçgülünde (*T. Alexandrinum* L.) tohum çeşidinin farklı jips ve kükürt dozlarında saptanan bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Bitki Boyuna Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	309.227	56.2458
Jips	3	572.277	69.3950**
Hata 1	6	16.493	
Kükürt	3	57.017	30.4630**
Jips x Kükürt	9	10.170	1.8112
Hata	24	14.973	
Genel	47	980.157	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Bitki boyu bakımından; jips ve kükürt dozları istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksiyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen bitki boyu değerleri 66.18 cm ile 63.31 cm arasında değişiklik göstermiştir. Jips dozları arttıkça bitki boyu değerleri artış göstermiştir. En yüksek değer 66.18 cm ile J₆₀’da saptanırken, bunu sırasıyla J₄₀,

J_{20} ve en düşük 63.31 cm ile J_0 takip etmiştir. J_{60} , J_{40} dozları arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen bitki boyu değerleri 69.61 cm ile 60.15 cm arasında değişmektedir. Kükürt dozları arttıkça bitki boyu değerleri artmıştır. En yüksek değer 69.61 cm ile S_{30} ’da saptanırken bunu sırasıyla S_{20} , S_{10} ve en düşük 60.15 cm ile S_0 izlemiştir.

Kükürdün bitki büyümesi ve gelişmesi üzerinde önemli rolleri olduğu uzun zamandır bilinmesine rağmen, gübre olarak kükürt veya kükürtlü bileşiklerin kullanımı hala yaygın değildir. Kükürt bitkilerde Fosfor kadar kullanılan ikincil bir bitki besin elementi olmasının yanı sıra (Valeur ve ark., 1993; Syers ve ark., 1987; Zhao ve McGrath, 1993; Schung, 1991), bitkilerde Azot alımını sinergistik olarak etkilemektedir. Jips (J_{60}), kükürt (S_{30}) ve jips + kükürt ($J_{60} + S_{30}$) uygulamalarında bitki boyu değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Büyük olasılıkla verilen kükürt fraksiyonları bitki tarafından Azot alınmasını teşvik etmiş ve bu durum vejetatif gelişmeyi olumlu yönde tetiklemiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Bitki Boyu Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar*

	S₀	S₁₀	S₂₀	S₃₀	Ortalama
J₀	58.26	59.53	60.93	61.86	63.31c
J₂₀	62.40	63.26	63.80	64.20	64.16bc
J₄₀	64.93	65.40	66.13	66.66	65.30ab
J₆₀	67.66	68.46	70.33	72.00	66.18a
Ortalama	60.15c	63.41bc	65.78b	69.61a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)’e göre farklı değildir.

Şekil 4.1. Bitki Boyu Ölçümü



Şekil 4.2. Bitki Boyu Ölçümü



4.2. Ana Sap Sayısı (Adet)

Araştırmada ele alınan ALEX İskenderiye Üçgülü çeşidinin farklı jips ve kükürt dozlarında saptanan ana sap sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Ana Sap Sayısına Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	61.952	45.0922
Jips	3	61.256	29.7238**
Hata 1	6	4.122	
Kükürt	3	11.809	7.7142**
Jips x Kükürt	9	2.354	0.5126
Hata	24	12.247	
Genel	47	153.739	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Ana sap sayısı bakımından; Jips ve Elementel Kükürt istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksiyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen ana sap sayısı değerleri 14.26 adet ile 12.96 adet arasında değişiklik göstermiştir. Jips dozları arttıkça ana sap sayısı değerleri de artış göstermiştir. En yüksek değer 14.26 adet ile J_{60} ’da saptanırken bunu sırasıyla J_{40} , J_{20} ve en düşük 12.96 adet ile J_0 takip etmiştir. J_{20} ’nin üzerindeki dozlar arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen ana sap sayısı değerleri 15.35 ile 12.18 arasında değişmektedir. Kükürt dozları arttıkça ana

sap sayısı değerleri de artış göstermiştir. En yüksek değer 15.35 adet ile S_{30} 'da saptanırken bunu sırasıyla S_{20} , S_{10} ve en düşük 12.18 adet ile S_0 izlemiştir. S_{10} ve S_{20} istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Tiwari ve ark. (1985), kükürt uygulamasının bezelye, nohut ve mercimeğin sap ve dane verimini arttırdığını saptamışlardır. Bu çalışmada da benzer şekilde artan kükürt ve jips dozları ile verimi etkileyen özelliklerden biri olan ana sap sayısı paralel olarak artış göstermiştir. Deneme alanının toprak özellikleri incelendiği zaman bunun kireçli ve yüksek pH'lı olduğu göze çarpmaktadır. Böyle topraklarda verilen gübrelere bitki tam anlamıyla yararlanamaz. Bitkinin beslenmesi genellikle Azot lehine olur. Kullanılan MAP (Mono Amonyum Fosfat) gübresindeki Fosfor elementinin büyük bölümü toprakta bitkinin alamayacağı formda tutulur. Kükürt ve kükürtlü bileşikler her ıslanma-kuruma evresinde, topraktaki bakterilerinde yardımı ile topraktaki pH'ı düşürüp, kireci çözerler ve P, K, Zn, Fe vs. gibi kireç tarafından bağlanmış besin elementlerini bitkinin alabileceği forma dönüştürür. P ve N bitkide kardeşlenmeyi teşvik eden besin elementleridir. Dolayısıyla, J_{60} , S_{30} ve $J_{60} + S_{30}$ uygulamalarında, büyük olasılıkla bu elementler S tarafından aktif hale gelmiş ve kardeşlenme düzeyi yani ana sap sayısı diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Ana Sap Sayısına Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar*

	S_0	S_{10}	S_{20}	S_{30}	Ortalama
J_0	11.60	11.80	12.53	12.80	12.96b
J_{20}	13.13	13.06	13.60	13.80	13.43ab
J_{40}	12.46	13.86	14.06	14.33	13.95ab
J_{60}	14.66	15.00	15.60	16.13	14.26a
Ortalama	12.18b	13.40b	13.68b	15.35a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)'e göre farklı değildir.

Şekil 4.3. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



Şekil 4.4. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



4.3. Yeşil Ot Verimi (kg/da)

Araştırmada ele alınan ALEX İskenderiye Üçgülü çeşidinde farklı jips ve kükürt dozlarında saptanan yeşil ot verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Yeşil Ot Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	6885129.125	244.5349
Jips	3	4409695.083	104.4110**
Hata 1	6	84468.042	
Kükürt	3	492880.917	16.1901**
Jips x Kükürt	9	133391.917	1.4606
Hata	24	243546.167	
Genel	47	12249111.250	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Yeşil ot verimi bakımından; Jips ve Elementel Kükürt istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksiyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen yeşil ot verimi değerleri 3182 kg/da ile 2361 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer 3182 kg/da ile J₆₀’da saptanırken bunu sırasıyla J₄₀, J₂₀ ve en düşük 2361 kg/da ile J₀ takip etmiştir.

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen yeşil ot verimi değerleri 2971 kg/da ile 2695 kg/da arasında değişmektedir. Kükürt dozları arttıkça yeşil ot verimi artmıştır. En yüksek değer 2971 kg/da ile S₃₀’da saptanırken bunu sırasıyla S₂₀, S₁₀ ve en düşük 2695 kg/da ile S₀ izlemiştir. S₀ ve S₁₀ istatistiksel

olarak aynı grupta yer almıştır. S_{30} dozundan elde edilen yeşil ot verimleri S_{20} 'nin dışında kalan dozlarda önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Toprağa uygulanan kükürt ve jips kireçli olan toprakta MAP gübresi ile verilen Fosforun yararlılığını arttırmasının yanı sıra, ıslanma kuruma periyotlarında toprakta oluşan asitli ortam halihazırda toprakta bağlanmış olan Fosforu da bitkinin alabileceği forma dönüştürür. El Latif (1986), farklı P ve Mo gübrelemesinin İskenderiye üçgülünde yeşil ot verimini arttırdığını saptamıştır. Benzer şekilde, fosforun etkinliğinin en fazla olduğu yüksek kükürt ve jips fraksiyonlarında (Jips (J_{60}), kükürt (S_{30}) ve jips x kükürt ($J_{60} \times S_{30}$)) yeşil ot verimi de yüksek saptanmıştır. Bunun yanı sıra büyük olasılıkla kükürt ve jips'in azot alımına olan Sinergistik etkisi bitkinin yeşil aksamının gelişmesini, dolayısıyla yeşil ot verimini önemli düzeyde ve olumlu yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.6. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Yeşil Ot Verimine Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar*

	S₀	S₁₀	S₂₀	S₃₀	Ortalama
J₀	2156.0	2302.0	2406.0	2583.0	2361.0c
J₂₀	2687.0	2770.0	2801.0	2843.0	2775.0b
J₄₀	2864.0	2968.0	3031.0	3041.0	2976.0ab
J₆₀	3073.0	3073.0	3166.0	3416.0	3182.0a
Ortalama	2695.0b	2778.0b	2851.0ab	2971.0a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)'e göre farklı değildir.

Şekil 4.5. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



Şekil 4.6. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



4.4. Kuru Ot Verimi (kg/da)

Araştırmada ele alınan ALEX İskenderiye Üçgülü çeşidinin farklı jips ve kükürt dozlarında kuru ot verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.8’da verilmiştir.

Çizelge 4.7. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Kuru Ot Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	49318.254	38.6957
Jips	3	245023.383	128.1656**
Hata 1	6	3823.543	
Kükürt	3	26577.148	25.0347**
Jips x Kükürt	9	14405.268	4.5231
Hata	24	8492.896	
Genel	47	347640.493	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Kuru ot verimi bakımından; jips ve kükürt istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksiyonu ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen kuru ot verimi değerleri 515.1 kg/da ile 318.2 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. Jips dozları arttıkça kuru ot verimleri artmıştır. En yüksek değer 515.1 kg/da ile J_{60} ’da saptanırken bunu sırasıyla J_{40} , J_{20} ve en düşük 318.2 kg/da ile J_0 takip etmiştir. J_{60} ve J_{40} istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Yapılan benzer bir araştırmada, Hindistan’da 15 ton/ha jips vererek İskenderiye üçgülünden 15.57 ton/ha kuru madde verimi elde edildiği bildirilmiştir (Kumar, 1987).

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen kuru ot verimi değerleri 453.4 kg/da ile 389.7 kg/da arasında değişmektedir. En yüksek değer 453.4 kg/da ile S₃₀’da saptanırken bunu sırasıyla S₂₀, S₁₀ ve en düşük 389.7 kg/da ile S₀ izlemiştir. S₃₀ dozunda elde edilen kuru ot verimleri S₂₀ dışında kalan dozlardan elde edilen kuru ot verimlerinden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Yeşil ot verimine benzer şekilde, kuru ot veriminde de El Latif (1986), farklı P ve Mo gübrelemesinin İskenderiye üçgülünde kuru ot verimini arttırdığını saptamıştır. Paralel olarak, fosforun alınabilirliğinin daha yüksek olduğu yüksek kükürt ve jips fraksiyonlarında (Jips (J₆₀), kükürt (S₃₀) ve jips + kükürt (J₆₀ + S₃₀)) kuru ot verimi de yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Kuru Ot Verimine Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar*

	S₀	S₁₀	S₂₀	S₃₀	Ortalama
J₀	279.9	302.1	321.4	369.4	318.2c
J₂₀	386.5	400.0	406.5	408.7	400.4b
J₄₀	420.8	450.7	459.1	449.1	444.9b
J₆₀	471.6	481.5	520.8	586.6	515.1a
Ortalama	389.7c	408.6bc	426.9ab	453.4a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)’e göre farklı değildir.

4.5. Ham Protein Oranı (%)

Araştırmada ele alınan İskenderiye Üçgülü'nde farklı jips ve kükürt dozlarında ham protein oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Ham Protein Oranına Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	11.378	3.1074
Jips	3	130.080	23.6844**
Hata 1	6	10.984	
Kükürt	3	11.238	43.9833**
Jips x Kükürt	9	0.932	1.2154
Hata	24	2.044	
Genel	47	166.655	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Ham protein oranı bakımından; Jips ve Elementel Kükürt istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen ham protein oranı değerleri % 30.14 ile % 25.67 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer % 30.14 ile J₆₀'da saptanırken bunu sırasıyla J₄₀, J₂₀ ve en düşük % 25.67 ile J₀ takip etmiştir.

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen ham protein oranı değerleri % 28.56 ile % 27.28 arasında değişmektedir. En yüksek değer % 28.56 ile S₃₀'da saptanırken bunu sırasıyla S₂₀, S₁₀ ve en düşük % 27.28 ile S₀ izlemiştir.

Kükürt proteinlerin yapıtaşlarından birisidir ve kükürt noksanlığı durumunda protein sentezi durur. Proteinlerin yapısında bulunan ve S içeren aminoasitler (sistein ve methionin) yetersizdir ve böylece protein sentezi yapılamaz (Linser ve ark., 1964). Kükürt Azot'a benzer şekilde bitkide Protein yüzdesini etkiler. Bununla birlikte bitki beslenmesini ve bitkinin besleme değerini de etkiler (Weir ve Rending, 1952). İki araştırmacıya da benzer şekilde, bitkideki en yüksek ham protein oranı değerleri yüksek kükürt ve jips fraksiyonlarında (Jips (J₆₀), kükürt (S₃₀) ve jips + kükürt (J₆₀ + S₃₀)) saptanmıştır.

Çomaklı (1991) çayır üçgülünde P dozlarının artmasıyla ham protein oranının da arttığını, Özyazıcı (1994) ise çayır üçgülünde P'lu gübrelemenin ham protein oranını çok önemli derecede etkilediğini bildirmektedir. Bu bilgilerde bizim bulgularımızla örtüşmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, büyük olasılıkla artan kükürt dozları ile fosforunda etkinliği artmış ve bu durum ham protein oranını olumlu yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.10. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Ham Protein Oranına Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar*

	S₀	S₁₀	S₂₀	S₃₀	Ortalama
J₀	25.06	25.50	25.96	26.18	25.67c
J₂₀	26.39	27.42	27.90	28.02	27.43bc
J₄₀	28.10	28.71	28.92	29.18	28.73ab
J₆₀	29.56	29.79	30.33	30.87	30.14a
Ortalama	27.28c	27.85b	28.27ab	28.56a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)'e göre farklı değildir.

4.6. Ham Protein Verimi (kg/da)

Araştırmada ele alınan ALEX İskenderiye Üçgülü çeşidinin farklı jips ve kükürt dozlarında ham protein verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Ham Protein Verimine Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	4648.527	13.3294
Jips	3	34872.696	66.6637**
Hata 1	6	1046.227	
Kükürt	3	3631.079	39.6109**
Jips x Kükürt	9	1435.756	5.2208
Hata	24	733.349	
Genel	47	46367.634	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Ham protein verimi bakımından; Jips ve Elementel Kükürt istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen ham protein verimi değerleri 155.8 kg/da ile 81.8 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer 155.8 kg/da ile J₆₀’da saptanırken bunu sırasıyla J₄₀, J₂₀ ve en düşük 81.8 kg/da ile J₀ takip etmiştir.

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen ham protein verimi değerleri 130.9 kg/da ile 107.4 kg/da arasında değişmektedir. En

yüksek değer 130.9 kg/da ile S₃₀'da saptanırken bunu sırasıyla S₂₀, S₁₀ ve en düşük 107.4 kg/da ile S₀ izlemiştir.

Ham protein verimi değerleri Ham protein oranı değerleri ile yakın ilişkilidir. Buna bağlantılı olarak ham protein oranı değerlerinin en yüksek olduğu jips ve kükürt fraksiyonlarında (Jips (J₆₀), kükürt (S₃₀) ve jips + kükürt (J₆₀ + S₃₀)) en yüksek ham protein verimi değerleri saptanmıştır.

Çizelge 4.12. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Ham Protein Verimine Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar

	S₀	S₁₀	S₂₀	S₃₀	Ortalama
J₀	70.1	76.9	83.2	96.7	81.8c
J₂₀	101.7	109.6	113.3	114.4	109.7b
J₄₀	118.1	129.4	132.9	131.2	127.9b
J₆₀	139.7	143.7	158.4	181.5	155.8a
Ortalama	107.4c	114.9bc	121.9ab	130.9a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)'e göre farklı değildir.

4.7. Bitkinin Dekardan Kaldırdığı Saf Azot (kg/da)

Araştırmada ele alınan ALEX İskenderiye Üçgülü çeşidinin farklı jips ve kükürt dozlarında bitkinin dekardan kaldırdığı saf Azota ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. İskenderiye Üçgülünde Farklı Jips ve Kükürt Dozlarında Saptanan Bitkinin Dekardan Kaldırdığı Saf Azota Ait Varyans Analiz Sonuçları

	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	2	118.904	13.3116
Jips	3	892.606	66.6199**
Hata 1	6	26.797	
Kükürt	3	92.896	39.6151**
Jips x Kükürt	9	36.748	5.2237
Hata	24	18.760	
Genel	47	1186.711	

*% 5 seviyesinde önemli **% 1 seviyesinde önemli

Bitkinin dekardan kaldırdığı saf Azot bakımından; Jips ve Elementel Kükürt istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli, jips x kükürt interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi, Jips dozları arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır. Dozlardan elde edilen bitkinin dekardan kaldırdığı saf Azot değerleri 24.9 kg/da ile 13.0 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer 24.9 kg/da ile J₆₀’da saptanırken bunu sırasıyla J₄₀, J₂₀ ve en düşük 13.0 kg/da ile J₀ takip etmiştir. J₂₀ ve J₄₀ istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.14’de görüldüğü gibi farklı kükürt dozlarından elde edilen bitkinin dekardan kaldırdığı saf Azot değerleri 20.9 kg/da ile 17.1 kg/da arasında

değişmektedir. En yüksek değer 20.9 kg/da ile S₃₀'da saptanırken bunu sırasıyla S₂₀, S₁₀ ve en düşük 17.1 kg/da ile S₀ izlemiştir.

Caldwell ve ark., (1969) kükürt gübrelemesinin bitkilerde amino asit ve vitamin içeriklerini, toplam azotu ve protein sentezini etkilediğini bildirmişlerdir. Marzo ve ark., (1997); Sexton ve ark., (1998) kükürdün baklagillerin köklerinde Rhizobium bakterileri tarafından toprağa bağlanan azot miktarını etkilediğini saptamışlardır. Daha öncede belirtildiği gibi Kükürt Azot alımına sinergistik etki yapmaktadır. Büyük olasılıkla buna bağlı olarak en yüksek kükürt ve jips oranlarında bitkinin dekardan kaldırdığı Azot miktarı da yüksek saptanmıştır.

Çizelge 4.14. Farklı Jips ve Kükürt Dozlarının Alex İskenderiye Üçgülünde Bitkinin Dekardan Kaldırdığı Saf Azota Ait Ortalama Değerler ve Oluşan Gruplar

	S₀	S₁₀	S₂₀	S₃₀	Ortalama
J₀	11.2	12.3	13.3	15.4	13.0c
J₂₀	16.2	17.5	18.1	18.3	175b
J₄₀	18.9	20.7	21.2	20.9	20.4b
J₆₀	22.3	23.0	25.3	29.0	24.9a
Ortalama	17.1c	18.3bc	19.5ab	20.9a	

* Aynı harf grubuna ait değerler Duncan (% 5)'e göre farklı değildir.

Şekil 4.7. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



Şekil 4.8. Deneme Alanından Genel Bir Görünüm



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, Çukurova ekolojik koşullarında farklı jips ve kükürt dozlarının kışlık ara ürün olarak yetiştirilen Alex İskenderiye üçgülü çeşidinde verim ve verim ile ilgili parametrelere etkisini belirlemek amacıyla 2008 – 2009 yetiştirme sezonunda bir yıl süre ile yürütülmüştür.

Verim ve verimle ilgili parametre olarak, farklı jips ve kükürt dozlarında yetiştirilen İskenderiye Üçgülünde bitki boyu, ana sap sayısı, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi ve bitkinin dekardan kaldırdığı saf azot değerleri incelenmiştir.

Bitki boyu, ana sap sayısı, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi ve bitkinin dekardan kaldırdığı saf azot değerleri farklı jips ve kükürt dozlarından istatistiksel olarak önemli derecede etkilenmiştir. Jips ve kükürt dozu arttıkça yukarıda belirtilen parametrelerin hepsinin artış gösterdiği gözlenmiştir.

Araştırmada uygulanan farklı jips dozlarında saptanan bitki boyu 66.18 cm ile 63.31 cm, ana sap (dal) sayısı 14.26 adet ile 12.96 adet, yeşil ot verimi 3182 kg/da ile 2361 kg/da, kuru ot verimi 515.1 kg/da ile 318.2 kg/da, ham protein oranı % 30.14 ile % 25.67, ham protein verimi 155.8 kg/da ile 81.8 kg/da, bitkide bulunan azot % 4.8 ile % 4.1, bitkinin dekardan kaldırdığı saf azot 24.9 kg/da ile 13.0 kg/da arasında değişmiştir.

Araştırmada uygulanan farklı kükürt dozlarında saptanan bitki boyu 69.61 cm ile 60.15 cm, ana sap sayısı 15.35 adet ile 12.18 adet, yeşil ot verimi 2971 kg/da ile 2695 kg/da, kuru ot verimi 453.4 kg/da ile 389.7 kg/da, ham protein oranı % 28.56 ile % 27.28, ham protein verimi 130.9 kg/da ile 107.4 kg/da, bitkide bulunan azot % 4.5 ile % 4.3, bitkinin dekardan kaldırdığı saf azot 20.9 kg/da ile 17.1 kg/da arasında değişmiştir.

Bu araştırma sonuçlarına göre kireçli ve pH'ı yüksek alanlarda İskenderiye üçgülü yetiştiriciliği yapılıyorsa toprağa jips, kükürt ve jips + kükürt uygulamasının bitkide verim ve verimle ilgili parametreleri önemli düzeyde arttıracığı söylenebilir. Kükürt hem bitki besin elementi hem de toprak ıslah materyallerinden birisidir. Kireçli topraklara kükürt uygulanması pH'ın düşürülmesi ve besin elementlerinin

alınabilirliğinin arttırılmasının yanında, sürdürülebilir tarımın sağlanabilmesi açısından da önemlidir.

Jips ve elementel kükürde alternatif olarak, pirit (FeS_2) gibi diğer kükürtlü materyallerin verimi ve verimle ilgili parametreleri nasıl etkilediklerini tam olarak ortaya koymak için, bu tür araştırmaların ileriki yıllarda da sürdürülmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- ABD-EL-GAWAD, A.M., EL-DIN, N.A., BADR, A.M., SAYED, K.I., 1976. Comparative Studies of Meskawy and Fahl Cultivars of Egypt Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.). 2. Effects of Intra and Inter Varietal Competition on the Yield and Chemical Contents. *Annals of Agricultural Science, Moshtohar*, 1976, 6:3-21.
- ADER, F., 1963. Ergebnisse Mchrijahriger Anbauversuchc Mit Persischem Klee, *Saatgutwirt*. 15:319-321.
- AKKAŞ, N., 1995. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı üçgül ve tek yıllık çimlerin verim ve verim unsurlarına farklı karışım oranları ile sıra aralığının etkileri üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. O.M.Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- AHMAD, N. and WILSON, H.W., 1992. Acid sulfate soils of the Carribean region- their occrrnce, reclamation, and use. *Soil Sci*. 153:154-164.
- ANLARSAL, A.E., YÜCEL, C., 1994. Detemining the most suitable seeding rates and cutting times of field pea – tritikale mixtures under lowland conditions. Short com. *Agricultura mediterranea international journal of agric. Science*. Vol.124, 207-212.
- ALJIBURY, L.K., MOHAMMED, H.H., AHMED, A.S., 1990. Yielding potential and nutritional quality of a leguminous and non-leguminos forage crop grown alone and in combination. *Indian journal of animal resaech* V.24 (2): 75-81.
- ANONYMOUS, 2004. Devlet İstatistik Enstitüsü ANKARA.
_____, 2008. www.tugem.gov.tr/tugemweb/destekler.html
_____, 2008. www.ulusoyseed.com.tr
- AVCIOĞLU, R., SOYA, H., GEREN, H., DEMİRCİOĞLU, G., SALMAN, A., 1999. Hasat dönemlerinin bazı değerli yem bitkilerinin verimine ve yem kalitesine etkileri üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt: III, Çayır Mera ve Yemelik Tane Baklagiller, 29-34, 15-18 Kasım, Adana.

- AVŞAROĞLU, H., 2008. Çukurova koşullarında broiler kümeslerinde kullanılan bir pedli serinletme sisteminin performans özellikleri ve kümes içi sıcaklık dağılımı. No.3345-S.1
- BENNETT, R.N. and WALLSGROVE, R.M., 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New Phytol.* 127, 617-633.
- BELL, C.I., CLARKSON, D.T. and CRAM, W.J., 1995. Partitioning and Redistribution of Sulphur During S Stres in *Macropitilium atropurpureum* cv. Siratro. *Journal of Experimental Botany* 46, 73-81.
- BERG, M. VAN-DEN, KRUGER, A.J., WASSERMANN, V.D., VAN-DER-BERG, M., 1988. Effects of Nitrogen Aplication, seeding rate and defoliation height on mixters of *trifolium vesiculosum* cv. Amclo and *lolium multiflorum* cv. Midmar: II. Yield advantages as reflected in the land equivalent ratio. *Journal of the grassland society of southern africa* p:3, 158-160.
- BLAKE-KALFF, M.M.A., HARRISON, K.R., HAWKESFORD, M.J., ZHAO, F.J. and McGRATH, S.P., 1998. Distribution of sulphur within oilseed rape leaves in response to sulphur deficiency during vegetative growth. *Plant Physiol.* 118, pp. 1337-1344.
- BOHN, H.L., BARROW, N.J., RAJAN, S.S.S. and PARFITT, R.L., 1986. Reactions of inorganic sulfur in soil. p. 233-239. in M.A. Tabatabai (ed) *Sulfur in agriculture*. Argon. Monogr. 27. ASA, CSSA, and SSSA. Madison, WI.
- BOOKER, P., 1963. Yem Bitkileri (Çeviri İ. Demir). E.U.Z.F. Yayınları No.62:87-89.
- BOUMA, D., 1967. Nutrient uptake and distribution in subterranean clover during recovery from nutritional stresses. II. Experiments with sulphur. *Aust. J. Biol. Sci.* 20, 613-621.
- CALDWELL, A. C., E. C. SEİM and G. W. REHM. 1969. *Agron. J.* 61:632-634
- CAMPBELL, G.W. and SMITH R.I. 1996. Spatial and temporal trends in atmospheric sulphur deposition to agricultural surfaces in the United Kingdom. *Proceedings of the Fertiliser Society*, No. 378. Peterborough, The Fertiliser Society.

- CASTELLANO, S.D., and DICK, R.P., 1991. Cropping and sulfur fertilization influence on sulfur transformation in soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 54: 114-121.
- CECCOTTI, S.P. and MESSICK, D.L. 1994. Increasing plant nutrient sulphur use in the European fertilizer industry. *Agro. Ind. Hi-Tech* 5, 9-14.
- CHAPMAN, S.J.,1997. Carbon substrate mineralization and sulphur limitation. *Soil Biology and Biochemistry* 29, 115-222.
- CHAO, T.T., HARWARD, M.E., FRANG, S.C., 1962. Soil constituents and properties in the adsorption of sulfate ions. *Soil Sci.* 94: 176-238.
- CHAUDHRY, I.A. and CORNFIELD, A.H., 1967. Effects of moisture content during incubation of soil treated with organic materials on changes in sulphate and sulphide levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 18, 38-40.
- CLARKSON, D.T. and SAKER, L.R., 1989. Sulfate influx in wheat and barley roots becomes more sensitive to specific protein, binding reagents when plants are sulfate-deficient. *Planta* 178, 249-257.
- COCCOTTI, S.P. 1996. A global review of nutrient sulphur balance, fertilizers, and the environment. *Agro-Food-Industry Hi-Tech* 7, pp. 18-22.
- COCIC, Y., FAUCONNEAU, G., PION, R., BUSSON, F., LESAINT, C. and LABONNE, F. (F), 1963. Effect of the mineral nutrition on the composition of grain proteins in cereals (wheat and barley). *Ann. Physiol, veg.* 5 (4), 281-292.
- COUTO, W., LATHWELL, D.J., and BOULDIN, D.R., 1979. Sulfate sorption by two oxisols and an alfisol of the tropics. *Soil Sci.* 127, pp. 108-116.
- ÇELEN, A.E., SOYA, H., AKBARİ, N. 1991. Kışlık ara ürün olarak kimi Üçgül+Buğdaygil Yembitkilerinden yararlanma. *Türkiye 2. Çayır-Mera ve yem bitkileri kongresi.* 28-31 Mayıs 1991. S. 254-262. İzmir.
- ÇOMAKLI, B., 1991. Farklı sıra aralığı, sulama seviyesi ve fosforlu gübrelemenin çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nün kuru ot ve ham protein verimi ile ham protein oranına etkileri üzerinde bir araştırma. *Türkiye 2. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kongresi,* 449-459, 23-31 Mayıs, İzmir.

- DATKO, A.H. and MUDD, S.H., 1984. Sulfate uptake and its regulation in *Lemna paucicostata* Hegelm. 6746. *Plant Physiol.* 75, 466-473.
- DEPARTMENT of ENVIRONMENT, Digest of environmental statistics No. 17. London, HMSO, 1995.
- DUKE, S.H. and REISENAUER, H.M. Roles and requirements of sulphur in plant nutrition. In "Sulphur in Agriculture". (M.A. Tabataba, ed.). American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, U.S.A (1986) pp 123-168.
- ERIKSEN, J., 1996. Incorporation of S into soil organic matter in the field as determined by the natural abundance of stable S isotopes. *Biol. Fertil. Soils* 22: 149-155.
- , 1997. Sulphur cycling in Danish agricultural soils: Inorganic sulphate Dynamics and plant uptake. *Soil Biology and Biochemistry* 29, 1379-1385.
- ERNST W.H.O., 1993. Ecological aspects of sulfur in higher plants: the impact of SO₂ and the evolution of the biosynthesis of organic sulfur compounds on population and ecosystems. In *Nutrition and Assimilation in Higher Plants, Regulatory, Agricultural and Environmental Aspects*. Eds. L.J. De Kok, I stulen, H. Rennenberg, C. Brunold and W.E. Rauser. pp. 295-313. SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- ELLERT, B.H. and BETTANY, J.R., 1992. Temperature dependence of net nitrogen and sulphur mineralisation. *Soil Science Society of America Journal* 56, 1133-1141.
- ELKINS, D.M., and ENSMINGER, L.E., 1971. Effect of soil pH on the availability of adsorbed sulfate. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35, pp. 931-943.
- EL LATIF, L.I.A., 1986. The influence of different rates of phosphorus fertilization and gibberelic acid on yield on berseem. *Annals of Agricultural Science*. V.31(1):241-250.
- ENSMINGER, L.E., 1954. Some factors affecting the adsorption of sulfate by Alabama soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 18, pp. 328-333.

- EPPENDORFER, W.H., 1968. The effect of nitrogen and sulphur on changes in nitrogen fractions of barley plants at various early stages of growth and on yield and amino acid composition of grain. *Plant and Soil* 29, 424-438.
- EPPENDORFER, W.H., BILLE, S.W., 1992. Development of S-deficiency of faba bean plants as reflected in total S, SO₄-S and aspartic acid concentrations at various stages of growth. *Proc. 2nd ESA Congress, Warwick, England*, 242-243.
- ESWARAN, H., ILAİWİ, M. and OSMAN, A., 1981. Mineralogy and Micromorphology of Aridisols. *Proc. 3rd. Int. Soil Classification Workshop. ACSAD, Damascus*: 153-157.
- EVANS JR, A., 1986. Effects of dissolved organic carbon and sulfate on aluminum mobilization in forest soil columns. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, pp. 1576-1578.
- FENWICK G.R., HEANEY R.K. and MULLIN W.J., 1983. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 18. 123-201.
- FRENEY, J.R. and WILLIAMS, C.H., 1983. The sulphur cycle in soil. In: *The Global Biogeochemical Sulphur Cycle, SCOPE 19*. pp. 129-201.
- FRENEY, J.R., 1986. Forms and reactions of the organic sulphur compounds in soils. In: *Sulphur in Agriculture*. pp. 207-232. American Society Agronomy Inc, Madison.
- GENÇKAN ve Ark., 1977. Forschungsbeiträge zur rationellen Erzeugung von Futterim Ege Gebiet. *Ergebnisse der Agrarforschung in der Universitátspartnerschaft Giessen-İzmir, Justus Liebig Universitáts Giessen Symposium 1977*:205-12
- , 1983. Yembitkileri tarımı E.Ü.Z.F. Yayınları No 467: 151-158.
- GRAVES, W.L., WILLIAMS, W.A., WEGRYZN, V.A., CALDEROS, M.D., 1989. Registration of "Multicut" berseem clover. *Crop science*. 29:1, 235-236.
- GÜLCAN, H., SAĞLAMTİMUR, T., ANLARSAL, A.E., TANSI, V., 1983. Çukurova Koşullarında Değişik Fiğ (*Vicia sativa* L.) + Yulaf (*Avena sativa* L.) Karışım oranlarının Ekim Zamanlarının Ot Verimine Etkisi Üzerinde Araştırmalar. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*. (1988). 3(2).S.108-118.

- GÜLCAN, H., ANLARSAL, A.E. 2001. Yem Bitkileri II (Baklagil Yem Bitkileri) Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Notları. Yayın No: A-3, S.60.
- HANEKLAUS, S., FLECKENSTEIN, J. And SCHNUG, E. 1995. Comparative studies of plant and soil analysis for the sulphur status of oilseed rape and winter wheat. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 158, 109-111.
- HANEKLAUS, S., MURPHY, D.P.L., NOWAK, G. and SCHNUG, E. 1995. Effects of the timing of sulphur application on grain yield and yield components of wheat. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 158, pp. 83-85.
- HAWKESFORD, M.J., DAVIDIAN, J.C. and GRIGNON, C., 1993. Sulfate proton cotransport in plasma-membrane vesicles isolated from roots of *Brassica Napus* L. Increased transport in membranes isolated from sulfur-starved plants. *Planta* 190, 297-304.
- HERSCHBEACH, C., DE KOK, L.J. and RENNENBERG, H., 1995. Net uptake of sulfate and its transport to the shoot in tobacco plants fumigated with H₂S or SO₂. *Plant Soil* 175, 75-84.
- HINGSTON, F.J., ATKINSON, R.J., POSNER, A.M., and QUIRK, J.P., 1967. The specific adsorption of anions. *Nature* 215, pp. 1459-1461.
- HOEFT, R.G., and L.M. WALSH. 1970. Better Crops with Plant Food 54(4):28-31.
- HUSSEIN, T.A., EL-LATIF, L.I.A., 1982. Effects of Mixed sowing of Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) on the Green Fodder, Dry Matter and Seed Yield of Berseem. *Annals of Agricultural Science, Moshtohar*. 18:27-36.
- JENKINSON, D.S., 1966. The turnover of organic matter in soil. In: *The Use of Isotopes in Soil Organic Matter Studies, Report of FAO/IAEA Technical Meeting, Volkenrode*. pp 187-197. Pergamon, Oxford.
- KACAR, B., KATKAT, V. and OZTURK, S., 2002. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198 VİPAŞ A.Ş. Yayın No: 74.
- KNIGHTS, J.S., ZHAO, F.J., McGRATH, S.P. and MAGAN, N., 2001. Long-term effects of land use and fertiliser treatments on sulphur transformations in soils

- from the Broadbalk experiment. *Soil Biology and Biochemistry* 33, 1797-1804.
- KNUDSEN, L. And PEDERSEN, C.A. 1993. Sulphur fertilization in Danish agriculture. *Sulphur in Agriculture* 17, 29-31.
- KOROSEC, J., OUSENJAK, A., 1994. Selection of the forage catch crops as a base of green conveyor in northeast part of the Slovenia. *Znanost in praksa v govetoloreji*. 18, 7-18.
- KPARMWANGT., ESU, I.E. and CHUDE, V.O., 1997. Sulphate adsorption-desorption characteristics of three ultisols and an alfisol developed on basalts in the Nigerian savana. *Discov. Innov.* 9, pp. 197-204.
- KUHN, H. and WELLER, H., 1977. Six-year studies on sulphur inputs from precipitation and losses by leaching (in lysimeters). *Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 140, 431-440.
- KUMAR, A., 1987. Relative performance of Egyptian and Persian clover at different levels of gypsum application in baran alkali soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. V.57(3):157-162.
- LANGE, A., 1998. Einflub der Schwefel-Versorgung auf die biologische Stickstoff-Fixierung von Leguminosen. Ph. D. Thesis, University of Bonn, Germany.
- LAPPARTIENT, A.G. and TOURAINÉ, B., 1996. Demand-driven control of root ATP sulfurylase activity and SO_4^{2-} uptake in intact canola. *Plant Physiol.* 111, 147-157.
- LINSER, H., KÜHN, H. and SCHLÖGL, G. (G), 1964. A field technique for distinguishing between sulphur and nitrogen deficiency. V. Simposio Internazionale di Agrochimica su 'Lo zolfo in agricoltura', Palermo, p. 90-103.
- MARSCHNER, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, London, Academic Press.
- MARTINI, J.A., and MUTTERS, R.G., 1984. Effect of liming and fertilization on sulfur availability, mobility, and uptake in cultivated soils of South Carolina. *Soil Sci.* 138, pp. 403-410.

- MARZO, F., AGUIRRE, A., CASTIELLA, M.V. and ALONSO, R., 1997. Fertilization effects of phosphorus and sulphur on chemical composition of seeds of *Pisum sativum* and relative infestation by *Bruchus pisorum* L.J. *Agric. Food Chem.* 45, pp. 1829-1833.
- McGRATH, S.P., ZHAO, F.J. and WITHERS, P.J.A. 1996b. Development of sulphur deficiency in crops and its treatment. *Proceedings of the Fertiliser Society*, No. 379. Peterborough, The Fertiliser Society.
- McGRATH, S.P., ZHAO, F.J., and BLAKE-KALFF, M.M.A., 2002. Sulphur in soils: processes, behaviour and measurement. *Proceeding No 497-499*, International Fertiliser Society, York, U.K.
- McVAY, K.A., RADCLIFFE, D.E., HARGROVE, V.L., 1985. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements. *Soil-Science society of american journal*. (USA). (Nov-Dec. 1989). V.53(6). P. 1856-1862.
- MECHTEL M.A. BLAKE KALF, FANGJIE ZHAO and STEVE P McGRATH, 2002. Sulphur deficiency diagnosis using plant tissue analysis. *The International Fertiliser Society*, *Proceedings* 503.
- MEHLICH, A., 1964. Muence of sorbed hydroxyl and sulfate on liming efficiency, pH and conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28, pp. 496-499.
- MERRIEN, A. 1987. La fertilisation soufree du colza: un oubli qui peut couter cher! *Perspectives Agricoles* 115, 201-203.
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A., 1987. *Principles of plant nutrition*. International potash institute. Bern, Switzerland.
- _____, 2001. *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 849p.
- MENGEL, K., 1991. *Ernaehrung und stoffwechsel der pflanze*. Gustav Fischer Verlag, Jena. S. 324
- MURPHY, M.D. and BOGGAN, J.M. 1988. Sulphur deficiency in herbage in Ireland 1. Causes and extent. *Irish Journal of agricultural Research* 27, 83-90.
- MURPHY, M.D. and O'DONNELL. T. 1989. Sulphur deficiency in herbage in Ireland 2. Sulphur fertilisation and its effect on yield and quality of herbage. *Irish Journal of agricultural Research* 28, 79-90.

- ÖZYAZICI, M. A., 1994. Bafra ekolojik şartlarında farklı sıra aralığı ve fosforlu gübrelemenin , çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) 'nün kuru ot ve ham protein verimi ile ham protein oranına etkileri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. O.M.Ü. Fen Bil. Ens. Samsun.
- PARISKURA, N.S. 1970. Catch crops for cotton rotation in Bakhshk Valley, Khlopkovodstvo, V. 10: 22-27.
- PASRICHA, N.S., FOX, R.L., 1993. Plant nutrient sulphur in the tropics and subtropics. Adv. Argon. 50: 209-269.
- PERUCCI, P. and SCARPONI, L., 1984. Arylsulphatase activity in soils amended with crop residues: kinetic and thermodynamic parameters. Soil Biology and Biochemistry 16, 605-608.
- PONNAMPERUMA, F.N., 1972. The chemistry of submerged soils. Adv. Argon. 24: 29-96.
- RANDALL, P.J. and WRIGLEY, C.W., 1986. Effects of sulfur supply on the yield, composition and quality of grain from cereals, oilseeds and legumes. Adv. Cereal. Sci. Tech.
- RAO, Y.Y., KHAN, M.S., RAGHAVIAH, C.U., REDDY, D.N., 1979. Inter-cropping of Berseem with Oats for Higher Production Indian Journal of Agronomy. 24:3, 367-369.
- RENDING, V.V., OPUTA, C. and McCOMB, E.A., 1976. Effects of sulphur deficiency on non-protein nitrogen, soluble sugars and N/S ratios in young corn plants. Plant and Soil 44, 423-437.
- RENNENBERG, H., SCHMITZ, K., and BERGMANN, L., 1979. Long distance transport of sulfur in *Nicotiana tabacum*. Planta 176: 68-74.
- RENNENBERG, H., 1984. The fate of excess sulfur in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 35, 121-153.
- RILEY, N.G., ZHAO, F.J. and McGRATH, S.P., 2000. Availability of different forms of sulphur fertilisers to wheat and oilseed rape. Plant and Soil 222, 139-147.
- SAĞLAMTİMUR, T., TÜKEL, T., GÜLCAN, H., ANLARSAL, A.E., TANSI, V., BAYTEKİN, H., ŞILBİR, Y., 1991. GAP bölgesinde yem bitkileri yetiştirme

- olanakları. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem bitkileri Kongresi. 28-31 Mayıs 1991. E.Ü. Basımevi S. 213-224. İzmir.
- SARKISYAN, S.A., D.A. BAKHALBASHYAN, 1969. Mixed Cropping if Trifoliumalexandrinum and cereals, Khlopkovadstvol:21-3.
- SCHERER, H.W., 2001. Sulphur in crop production. European Journal of Agronomy 14, 81-111.
- SCHNUG, E., 1989. Quantitative und qualitative Aspects of diagnosis and therapy of rape (*Brassica napus* L.) related to glucosinolate-low cultivars. Habilitationsschrift Thesis. University Kiel.
- , 1991. Sulphur nutritional status of European crops and consequences for agriculture. Sulphur in Agriculture 15, pp. 7-12.
- SCOTT, N.M., 1976. Sulphate contents and sorption in Scottish soils. J. Sci. Food Agric. 27, pp. 358-366.
- SERRANO, R.E., ARIAS, J.S. and FERNANDEZ, P.G., 1999. Soil properties that affect sulphate adsorption by palexerults in western and central Spain. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 30, pp. 1521-1530.
- SEXTON, P.J., PAEK, N.C. and SHIBLES, R., 1998. Soybean sulphur and nitrogen balance under varying levels of available sulphur. Crop Sci. 38, pp. 975-982.
- SHEPHERD, M.A. and BENNETT, G., 1998. Nutrient leaching losses from a sandy soil in Lysimeters. Communications in Soil Science and Plant Analysis 29, 931-946.
- SRISTAVA, S.N.L., VARSHNEY, M.L., 1982. Effects of Nitrogen Levels on Dry Matter and Protein Content of Berseem and Oats Growing Pure and Mixed. Agricultural Science Digest. 2:2, 94-96.
- SINGH, B.R. 1994. Sulphur requirements for crop production in Norway. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 15, 35-44.
- STANKO-GOLDEN, K.M. and FITZGERALD, J.W., 1991. Sulphur transformations and pool size in tropical forest soils. Soil Biology and Biochemistry 23, 1053-1058.
- STANKO-GOLDEN, K.M., FITZGERALD, J.W. and SWANK, W.T., 1992. Sulphur processing in soil from high and low elevation forest in the southern

- Appalachians of the United States. *Soil Biology and Biochemistry* 24, 693-702.
- STHALIN, A., 1957. *Dei beurteilung der futtermittel methodenbuch band XII*, neyman verlag: 377-383.
- STEVENSON, F.J., 1986. Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulphur, micronutrients. pp. 285-320.
- SYERS, J.K., SKINNER, R.J. and CURTIN, D., 1987. Soil and fertiliser sulphur in U.K. agriculture. *Proceedings No:264*, The Fertiliser Society, York, U.K.
- TABATABAI, M.A., and J.M. LAFLEN., 1976a. Nitrogen and sulfur content and pH of precipitation in Iowa. *J. Environ. Qual.* 5: 108-112.
- , 1976b. Nutrient content of precipitation over Iowa. *Water Air Soil Pollut.* 6: 361-373.
- TABATABAI, M.A. and AL-KHAFAJI, A.A., 1980. Comparison of nitrogen and sulphur mineralisation in soils. *Soil Science Society of America Journal* 44, 1000-1006.
- TANSI, V., TÜREMEN, S., SAĞLAMTİMUR, T., BAYTEKİN, H., 1987. Çukurova koşullarında kışlık ara ürün olarak yetiştirilen İtalyan çimi (*Lolium italicum* (A.Br.)) ve İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* (L.))'nın karışım halinde yetiştirilme olanakları üzerine bir araştırma. *Ç.Ü.Z.F.Dergisi.* (1990). 5(1) : 79-90.
- TANSI, V., ANLARSAL, A.E., SAĞLAMTİMUR, T., GÜLCAN, H., 1989. Çukurova'da üç İskenderiye üçgülü çeşidinden farklı biçim yüksekliklerinin verim ve verim unsurlarına etkisi üzerinde bir araştırma. *Ç.Ü. ziraat fakültesi dergisi* 4(5), 70-82 Adana.
- TANSI, V., SAĞLAMTİMUR, T., BAYTEKİN, H., 1993. Performance of ley farming systems including annual legumes and mixtures of legumes with grasses at Çukurova in Turkey. XVII. International grassland congress. 8-21 Feb.1993. New-Zeland and Avustralia. P. 2195-2196.
- TIWARI, K.N. and B.S. DWIVEDI and N. PATHAK, 1985. Iron pyrites an sulphur fertiliser for legumes. *Plant and Soil* 86, 295-298.

- TÜKEL, T., ANLARSAL, A.E., TANSI, V., SAĞLAMTİMUR, T., GÜLCAN, H., 1991. Çukurova'da yembitkilerinin kışlık ara ürün olarak yetiştirilme olanakları. Türkiye 2. Çayır-Mer'a ve yembitkileri kongresi. 28-31 Mayıs 1991. E.Ü. basımevi S. 302-310. İzmir.
- ÜLGEN, N., EYÜPOĞLU, F., KURUCU, N., ve TALAZ, S., 1991. Türkiye topraklarının bitkilere yararlı kükürt durumu. Türkiye Toprak İlmi Derneği 11. Toplantı Tebliği. Yayın No 6, 709-715.
- VALEUR, I. And NILSSON, I., 1993. Effects of lime to incubation techniques on sulphur mineralisation in a forest soil. *Soil Biology and Biochemistry* 25, 1343-1350.
- WALKER, K.C. and BOOTH, E.J.,1992. Sulphur research on oilseed rape in Scotland. *Sulphur Agric.* 16, pp. 15-19.
- WELTY, L.E., WESCOTT, M.P., PRESETBYE, L.S., KNOX, M.L., 1991. Effects of harvest management and nurse crop on production of 5 smool-seeded legumes. *Montana Ag.-Research.* 8.1, 11-14.
- WEIR, W.C., and V.V. RENDİG. 1952. *J. Anim. Sci.* 11:780-781.
- WILLIAMS, C.H., 1967. Some factors affecting the mineralisation of organic sulphur in soils. *Plant and Soil* 26, 205-223.
- WITHERS, P.J.A., TYTHERLEIGH, A.R.J. and O'DONNELL, F.M., 1995. Effects of sulphur fertilizers on the grain yield and sulphur content of cereals. *Journal of Agricultural Science* 125, 317-324.
- WU, J., O'Donnell, A.G. and SYERS, J.K., 1993. Microbial growth and sulphur immobilization following the incorporation of plant residues into soil. *Soil Biol. Biochem.* 25, pp. 1567-1573.
- ZHAO, F. and McGRATH, S.P., 1993. Assessing the risk of sulphur deficiency in cereals. *J. Sci. Food. Agric.* 63,119.
- ZHAO, F.J., WU, J. and McGRATH, S.P., 1996a. Soil organic sulphur and its turnover. In: *Humic Substances in the Terrestrial Ecosystems.* pp. 467-506.
- ZHAO, F.J., HAWKESFORD, M.J. and McGRATH, S.P. 1999a. Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *Journal of Cereal Science* 30, 1-17.

ZHAO, F.J., SALMON, E.E., WITHERS, P.J.A., MONAGHAN, J.M., EVANS, E.J., SHEWRY, P.R., and McGRATH, S.P., 1999b. Variation in the breadmaking quality and rheological properties of wheat in relation to sulphur nutrition under field conditions. *J. Cereal Sci.* 30, 19-31.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kahramanmaraş'ta tamamladıktan sonra 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Bölümünü kazandı. 2005 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, Gübre Fabrikasında Ziraat Mühendisi (Teknik Danışman) olarak çalışmaya başladı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve 2010 yılında Yüksek Mühendis unvanını almaya hak kazandı.