

**YÜKSEK pH İÇERİĞİNE SAHİP TOPRAKLARDA KÜKÜRT
UYGULAMALARININ DOMATES BİTKİSİNİN
(*Lycopersicon esculentum* L.) VERİM VE BAZI KALİTE
UNSURLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Alpaslan GÜRİSOY

**Y. Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Prof. Dr. Metin TURAN**

2011

Her hakkı saklıdır.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y. LİSANS TEZİ

**YÜKSEK pH İÇERİĞİNE SAHİP TOPRAKLARDA KÜKÜRT
UYGULAMALARININ DOMATES BİTKİSİNİN (*Lycopersicon
esculentum* L.) VERİM ve BAZI KALİTE UNSURLARI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Alpaslan GÜRİSOY

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ERZURUM

2011

Her hakkı saklıdır.



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**YÜKSEK pH İÇERİĞİNE SAHİP TOPRAKLARDA KÜKÜRT
UYGULAMALARININ DOMATES BİTKİSİNİN (*Lycopersicon esculentum* L.)
VERİM ve BAZI KALİTE UNSURLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. Metin TURAN danışmanlığında, Alpaslan GÜRSOY tarafından hazırlanan bu çalışma 27/7/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT

İmza :

Üye : Prof. Dr. Metin TURAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Atilla DURSUN

İmza :

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Y. Lisans Tezi

YÜKSEK pH İÇERİĞİNE SAHİP TOPRAKLARDA KÜKÜRT UYGULAMALARININ DOMATES BİTKİSİNİN (*Lycopersicon esculentum* L.) VERİM VE BAZI KALİTE UNSURLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Alpaslan GÜRSOY

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Metin TURAN

Bu çalışma da Erzincan ilinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan domates bitkisinin verimi ile bazı kalite özellikleri üzerine kükürt uygulamalarının etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma 2009–2010 yıllarında sera ve tarla çalışması şeklinde tam şansa bağlı deneme desenine göre doğal koşullar altında ve açık ortamda yürütülmüştür. 2009 yılı saksı denemeleri ve 2010 yılı arazi çalışması olmak üzere iki yıl olarak planlanan çalışmada; 2009 yılı içerisinde toprak örnekleri alınarak 200 kg/ha, 400kg/ha, 600 kg/ha, 800 kg/ha, 1000kg/ha, 1200 kg/ha, 1400 kg/ha, 1600 kg/ha, 1800 kg/ha dozlarında kükürt, 3 kg toprak içeren saksılara uygulanmış ve açık ortamda 5 aylık inkubasyon sürecine maruz bırakılmıştır. Uygulanan dozların etkisini ölçmek için her ayın üçüncü haftası toprakların pH ve elektriksel iletkenlik analizleri yapılmış ve inkubasyon süresi boyunca elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları ve toprakların kimyasal içerikleri de dikkate alınarak 2009 yılının Ekim ayında arazi şartlarında oluşturulan parsellere kükürt uygulamaları yapılmış, fide dikiminin yapılacağı Mayıs ayına (2010) kadar arazi koşullarında oluşturulan parseller de kükürt inkübasyonuna maruz bırakılmıştır. 2010 yılı Mayıs ayı içerisinde domates fideleri arazi koşullarında hazırlanan parsellere dikilmiş, Temmuz Ayının ilk haftası hasada başlanmıştır. Ekim ayının son haftasına kadar yaklaşık 4 ay hasat devam etmiştir. Her hasat sonunda verim ve ilgili parametreler kayıt altına alınmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde kükürt uygulamalarının toprak pH'sı, EC ve bitki verim ve bazı kalite unsurları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Bu etki toprak pH'sında kontrol parseline göre %9.9 oranında bir azalma, E.C. değerinde ise %227 oranında bir artış düzeyinde gerçekleşmiştir. Artan dozlarda kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkisinin N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn ve Cu içeriklerinde artışlar elde edilirken, domates veriminde ise kontrole göre en yüksek verim artışı (%21,9) yine 1800 kg/ha S uygulamasından elde edilmiştir.

2011, 55 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak pH'sı, elementel kükürt, verim, domates, alkalın toprak

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF SULPHUR APPLICATIONS ON YEILD AND SOME QUALİTY
CHARECTERİSTİCS OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum* L.) IN ALCALINE CONDITIONS.

Alpaslan GÜRİSOY

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Metin TURAN

In this study, it has been aimed that yeild and some quality features of tomatos plant grown extensively in Erzincan province are improved by being based on sulphur application. In the province, at the lands grown densely tomatos, high pH and lime problem and lack of plant nutrition elements stemmed from this problem have caused loss of yeild significantly in tomatos grown. Negative effects resulted from this high pH and lime have been targetted to be got rid of by being made use of both plant nutrients and chemical features of sulphur, one of the macro necessary elements.

Project was commenced in 2009. The study was planned as pot experiments in first year and land trials in second year. 20 kg/da,40 kg/da,60 kg/da,80 kg/da,100 kg/da,120 kg/da,140 kg/da,160 kg/da and 180kg/da doses of sulphur were applied by being taken soil samples in 2009. Then the pots were subjected to incubation. To measure effects of the doses, the soil pH and E.İ. analyzes were made in third week of the per month, and data acquired during the period of the incubation was recorded. In winter sulphur was applied to the parcels constituted in the land conditions by being taken into consideration of analyze results and chemical contents of the soil. Therefore, in the parcels constituted in the land conditions, sulphur was incubated until may which seedling planting would be made. In the may 2010, tomato seedlings were planted as three replications to parcels constituted in land conditions according to randomized block design. In first week of August, harvest was begun and countinued until last week of October. At the end of harvesting, yeild and relevant prameters were recorded.

When the results obtained were evaluated, in the soil implemented sulphur, the pH was reduced and increases in E.C. value were determined. The applications sulphur into soil caused the receiving Makro and Micro nutrients of plant as well as positive effects on yeild and yeild componenets.

2011, 55 Pages

Keywords: Soil pH, Elemental Sulphur, Yield, *Lycopersicon esculentum* L.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında gerek ders gerekse tez dönemimde her türlü desteğini benden esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında yanımda olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Metin TURAN'A sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, laboratuvar ve tez çalışmalarım dönemindeki yardımlarından ötürü Sayın Arş. Gör. Adem GÜNEŞ, Sayın Arş. Gör. Aslıhan ESRİNGÜ ile bölümümüzdeki bütün hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın çeşitli aşamalarında bilgi ve destekleriyle yardımcı olan, değerli arkadaşlarım Sayın Fatih ÇAKIRBAY, Sayın İbrahim ULUKAN'a çok teşekkür ederim. Ayrıca, Laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan Sayın Ertuğrul SEREN'e çok teşekkür ederim.

Bu projeyi her aşamasında maddi ve manevi olarak destekleyen Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Mehmet Hüsrev ÖZ ve Enstitü Müdür Yardımcım Sayın Birol KARADOĞAN ile bu çalışmada emeği geçen tüm Enstitü çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu tezi hazırlama sürecinin her aşamasında beni daima destekleyen eşim Sayın Esra GÜRSOY ve Oğlum Ahmet Serdar GÜRSOY'a sınırsız sabırlarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Alpaslan GÜRSOY

Haziran, 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Deneme Yeri Hakkında Genel Bilgiler.....	12
3.2. Deneme Alanının Toprak ve İklim Özellikleri.....	13
3.2.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	13
3.2.2. Deneme yerinin iklim özellikleri.....	14
3.2.2.a. Sıcaklık.....	14
3.2.2.b. Yağış.....	16
3.3. Materyal.....	17
3.4. Yöntem.....	17
3.4.1. Saksı denemeleri.....	17
3.4.2. Tarla çalışmaları.....	18
3.4.2.a. Fidelerin yetiştirilmesi.....	20
3.4.2.b. Fidelerde hastalık ve zararlı mücadelesi.....	21
3.4.2.c. Fide dikimi.....	22
3.4.2.d. Bakım ve Gübreleme.....	22
3.4.2.e Toprak ve bitki örnekleme.....	23
3.4.2.f. Hasat.....	23
3.4.3. Toprak ve bitki analizleri.....	24
3.4.3.a. Toprak tekstürü.....	24
3.4.3.b. Toprak reaksiyonu.....	24
3.4.3.c. Kireç tayini.....	24

3.4.3.d. Organik madde	25
3.4.3.e. Katyon değişim kapasiteleri	25
3.4.3.f. Değişebilir katyonlar	25
3.4.3.g. Fosfor tayini	25
3.4.3.h. Kükürt (SO ₄ -S) tayini	25
3.4.3.i. Elektriksel iletkenlik tayini	26
3.4.3.j. Bitki tarafından alınabilir mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu) tayini.....	26
3.4.3.k. Toplam N analizi	26
3.4.3.l. Toprak örneklerinde bakteri sayımları	26
3.4.3.m. Bitkide toplam azot	27
3.4.3.n. Bitkide diğer elementler (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu)	27
3.5. Bitki gelişmesi ve verimlilikle ilgili yapılan sayma, ölçme ve tartma işlemleri .	27
3.5.1. Toplam verim (kg/ha).....	27
3.5.2. S.Ç.K.M. (%).....	27
3.5.3. Meyve Titrasyon Asitliği (%).....	28
3.5.4. Meyve pH'sı	28
3.6. İstatiksel Değerlendirme.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	29
4.1. Farklı dozlarda Elementel Kükürt Uygulamalarının Saksı Topraklarının pH, Elektriksel İletkenlik, Kükürt (SO ₄ -S) ve Toplam Bakteri Sayısı (T.B.S.) İçerikleri Üzerine Etkisi	29
4.1.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının saksı topraklarının pH ve elektriksel iletkenlik içerikleri üzerine etkisi	30
4.1.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının saksı topraklarının kükürt (SO ₄ -S) içeriği üzerine etkisi	32
4.1.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının saksı topraklarının toplam bakteri sayısı (T.B.S.) içeriği üzerine etkisi.....	34
4.2. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamalarının Arazi Şartlarında Toprakların pH, Elektriksel İletkenlik, Kükürt (SO ₄ -S) ve Toplam Bakteri Sayısı İçerikleri Üzerine etkisi	35
4.2.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprakların pH ve elektriksel iletkenlik değerleri üzerine etkisi	36

4.2.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprakların kükürt (SO ₄ -S) içerikleri üzerine etkisi	38
4.2.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında topraklarının toplam bakteri sayısı (T.B.S.) içeriği üzerine etkisi	39
4.3. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamasının Domates Bitkisinin Yaprak Mikro Element (Fe, Cu, Zn, Mn) İçeriği Üzerine Etkisi	40
4.4. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamasının Domates Bitkisinin Yaprak Makro Element (N, P, K, Ca, Mg, S) İçeriği Üzerine Etkisi	44
4.5. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamasının Domates Bitkisinin Verim ile Meyve pH'sı, Meyve Titrasyon Asitliği ve S.Ç.K.M gibi Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi.....	47
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	56

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
da	Dekar
Fe	Demir
ha	Hektar
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Erzincan İli'nin coğrafi konumu.....	12
Şekil 3.2. Denemeye ait toprakların örneklendiği alan	13
Şekil 3.3. 2009 yılı vejetasyon dönemi aylık sıcaklık ortalamaları	15
Şekil 3.4. 2010 yılı vejetasyon dönemi aylık sıcaklık ortalamaları	15
Şekil 3.5. 2009 -2010 yılı vejetasyon dönemi aylık yağış ortalamaları.....	16
Şekil 3.6. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulanarak kurulan saksı denemeleri	18
Şekil 3.7. Arazi şartlarında oluşturulan parsellere kükürt uygulamaları	19
Şekil 3.8. Toprağa uygulanan kükürdün freze yardımı ile toprağa karıştırılması	19
Şekil 3.9. Deneme alanının tesisi.....	20
Şekil 3.10. Fidelerin yetiştirilmesi	21
Şekil 3.11. Fidelerde hastalık ve zararlı mücadelesi.....	21
Şekil 3.12. Fide dikimi.....	22
Şekil 3.13. 2010 yılı tarla denemesinde meyve hasadı (3. Hasat, 30/07/2010).....	24
Şekil 4.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının pH değerleri üzerine etkisi.....	31
Şekil 4.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarında elektriksel iletkenlik üzerine etkisi	31
Şekil 4.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının kükürt (SO ₄ -S) içeriği üzerine etkisi.....	33
Şekil 4.4. Farklı Dozlarda Elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarında toplam bakteri sayısı üzerine etkisi	34
Şekil 4.5. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında toprak pH değeri üzerine etkisi.....	36
Şekil 4.6. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında topraklarının elektriksel iletkenliği üzerine etkisi	37
Şekil 4.7. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprak kükürt (SO ₄ -S) İçeriği Üzerine Etkisi.....	38
Şekil 4.8. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında toplam bakteri sayısı üzerine etkisi	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	14
Çizelge 4.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO ₄ -S) ve toplam bakteri sayısı içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO ₄ -S) ve toplam bakteri sayısı (T.B.S.) içeriği üzerine etkisi	30
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında toprakların pH, elektriksel iletkenlik, ve kükürt (SO ₄ -S) ve toplam bakteri sayısı içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprakların pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO ₄ -S) ve toplam bakteri sayısı (T.B.S) içerikleri üzerine etkisi	36
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak makro element (N, P, K, Ca, Mg, S) içeriğine ait varyans analiz tablosu	41
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkisinin yaprak makro element (N, P, K, Ca, Mg, S) içeriği üzerine etkisi	43
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) içeriğine ait varyans analiz tablosu	45
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri üzerine etkisi	46
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin verim ile meyve pH'sı, meyve asitliği ve S.Ç.K.M gibi bazı verim unsurları içeriklerine ait varyans analiz tablosu	48
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin verim ile meyve pH'sı, meyve asitliği ve S.Ç.K.M gibi bazı verim unsurları üzerine Etkisi	49

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan pek çok ülkede olduğu gibi, ülkemiz tarım toprakları da hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme ve sağlıksız sanayileşmenin bir sonucu olarak her geçen gün daha yüksek çevresel baskılara maruz bırakılmaktadır. Daha çok ekonomik kaygılar tarafından güdülenen bu baskılar, tarım alanlarının **amaç dışı kullanımına** neden olarak ülkemiz tarım alanlarının önemli bir kısmının elden çıkmasına yol açmaktadır. Verimli tarım topraklarının degradasyonunda ekonomik ve sosyal etkenlerin yanı sıra hızlandırılmış toprak erozyonu, intensif arazi kullanımına bağlı olarak besin maddelerinin topraktan uzaklaştırılması, toprağın pH değerindeki değişiklikler, mevsim sapmaları, aşırı su altında kalma gibi faktörlerde toprakta degradasyona neden olabilmektedir. Bu konuda bilinçsiz tarımsal uygulamalarda önemli bir rol oynamaktadır. Aşırı gübreleme ve bilinçsiz sulama sonucu topraklarda tuzluluğun oluşması, insan eliyle oluşturulan toprak degradasyonuna en iyi örneklerden birisidir. Bilhassa ülkemiz gibi kurak ve yarı kurak iklim şartlarının egemen olduğu kireçli ve yüksek pH'lı topraklar bu tür degradasyona daha yatkın olma eğilimindedir.

Türkiye topraklarının çoğunluğu (yaklaşık %82) kireçli bir yapıya sahip olup, toprak pH değerleri genellikle 7'den yüksektir (Zabunoğlu ve Brohi, 1980). Erzincan İli toprakları da kireç ve pH açısından yüksek değerlere sahiptir. Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitü Müdürlüğü Toprak ve Yaprak Analiz Laboratuvarında kayıtlı Erzincan İli tarım alanlarına ait 5000'in üzerindeki toprak analizi raporu üzerinde yapılan ön çalışmada, ilimiz de yoğun olarak domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda ortalama pH değerinin 8,0 civarında olduğu, kireç açısından ise bu alanların büyük bir kısmını kireçli ve çok kireçli toprakların oluşturduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizdeki yıllık toplam sebze üretiminin yaklaşık olarak %40'ını domates üretimi oluşturmaktadır. Dünya'da Çin (34 milyon ton), ABD (14 milyon ton) ve Hindistan'dan (11 milyon ton) sonra 10.7 milyon tonluk domates üretimi ile Türkiye 4. sırada yer almaktadır. Ülkemizin iklim koşullarının domatesin yetiştirilmesi için çok uygun oluşu,

bu sebze yi işleyecek sanayinin 1970’li yıllardan itibaren hızla kurulmuş olması, bu sebze ye olan yönelmeyi hızlandırmıştır (Anonymous 2009a).

Erzincan ilinde, toplam 4266 ha’lık sebze üretim alanı içerisinde, 105.192 tonluk sebze üretimi yapılmaktadır. Bu üretim alanlarının içerisinde 1295 ha’lık bir alana sahip olan domates; 61.150 ton üretimi ile hem üretim alanı (%30,3) olarak hemde üretim miktarı (%58) olarak diğer sebzeler içerisinde ilk sırayı almaktadır. Domatesin dekara verimi 4743 kg’dır (Anonymous 2009b). İçerdiği mineral ve vitaminlar açısından önemli derecede besin değerine sahip olan domates, yöre çiftçisi bakımından da önemli bir gelir ve geçim kaynağıdır.

Genel olarak sebze üretiminde toprak pH’sının 5,8–6,5 arasında olması istenir. Domates yetiştiriciliğinde ise toprağın optimal pH değerinin 5,5–7,0 arasında olması gerekmektedir (Vural vd. 2000; Günay 1993).

Toprakların yüksek pH ve kireçli bir yapıya sahip olması, toprak verimliliğinde birçok problem yaratmakta ve bu koşullarda Fe, Cu, Zn, Mn, ve P gibi elementler daha az yararlanabiliyor ya da fikse olmaktadır. Kükürt, kireçli ve yüksek pH’lı topraklarda makro ve mikro besin maddelerinin çözünürlüğü ve bitkiler tarafından alınabilirliği üzerine olumlu etkisinin yanında; önemli bir bitki besin maddesidir. Toprağa uygulanacak kükürt miktarı yörenin bitki, toprak ve iklim özellikleri dikkate alınarak belirlenmelidir (Kacar 1997; Brohi ve Aydemir, 1987; Zabunoğlu ve Brohi 1980).

Bitkilerin kükürt kapsamaları hemen hemen, fosfor kapsamaları ile aynı düzeyde olmasına rağmen kükürt gübrelemesi, bitki gelişmesinde fosfor gübrelemesi kadar öneme sahip değildir. Bunun nedeni kükürdün toprakta fosfor kadar sıkı tutulmaması ve kolay alınması ayrıca, atmosferde bulunan kükürt dioksit gazının yapraklardan emilerek kullanılması ve diğer makro besinlerin gübrelenmesinde kullanılan gübrelerin kükürt içermeleridir. Zirai mücadele ilaçlarının bir bölümünün de kükürt içermesi bitkilere dolaylı olarak kükürt sağlamaktadır. Bitkilerde kükürt noksanlığı olduğu takdirde azot noksanlığına oldukça benzeyen semptomlar görülebilmektedir. Yani homojen bir

sararma vardır. Kükürt noksanlığını azot noksanlığından ayıran en önemli fark, sararmanın önce genç yapraklarda görülmesidir. Oysa azot noksanlığında görülen sararma önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkmaktadır (Aktaş 1998).

FAO'nun kayıtlarına göre Türkiye'nin kükürt noksanlığı gösteren ülkeler arasında yer almadığı yinede kükürt noksanlığı bulunan akut ya da potansiyel bölgelere sahip olduğu bildirilmiştir (Anonymus 1995)

Türkiye topraklarının bitkilere yarayışlı kükürt durumunu belirlemek ve yarayışlı kükürt durumu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan bir çalışmada bitkiye yarayışlı kükürt miktarı için sınır değeri 10 ppm olarak kabul edilmiş ve buna göre yapılan değerlendirmede ülkemiz topraklarının % 9.84'ü sınır değerlerinin altında ve kükürtlü gübrelemeye ihtiyaç gösterdiği tespit edilmiştir. Kükürtlü gübrelemeye en fazla ihtiyaç gösteren illerin; Bingöl, Bitlis, Ağrı, Erzurum, Isparta, Kars, Sakarya ve Nevşehir olduğu bildirilmiştir (Ülgen vd 1989).

Kükürt konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, “çeşitli nedenlerden dolayı bir bitki besin elementi olarak kükürdün, uzun bir süre ihmal edilmiş olduğu” pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Kükürt konusunda yapılan araştırma ve deneme çalışmalarının büyük bir çoğunluğunda ise kükürt ya bir bitki besin elementi olarak ya da bir toprak ıslah materyali olarak ele alınmıştır. Kükürdün bu iki yönünün kombine edilmesi, bir taraftan elde edilecek ürünün miktar ve kalitesine önemli katkılar sağlarken; diğer taraftan sürdürülebilir toprak verimliliğine önemli derecede katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma da Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde mikro klima özelliği ile birçok sebze ve meyvenin üretim potansiyeline sahip olan Erzincan ilinde domates yetiştiriciliğinin yapıldığı yüksek pH ve alkalın özelliğe sahip alanların pH değerlerinin azaltılması ve domates bitkisinin verimi ile bazı kalite özellikleri üzerine kükürt uygulamasının etkilerinin ortaya konması amaçlanmaktadır.

İlde yoğun olarak domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda, yüksek pH ve kireç sorunu ile bu sorundan kaynaklanan bitki besin elementi noksanlıkları domates yetiştiriciliğinde önemli düzeyde verim kayıplarına neden olmaktadır. Yüksek pH ve kireç'ten kaynaklanan bu olumsuz etkiler, bitki gelişimi için mutlak gerekli makro besin elementlerinden biri olan kükürdün, hem önemli bir bitki besin maddesi hem de kimyasal özelliğinden istifade edilerek giderilmeye çalışılacaktır.

Bu çalışmanın amacı, domates yetiştiriciliğinin yapıldığı yüksek kireç ve pH içeriğine sahip alanların bitkinin optimum olarak gelişme gösterdiği pH düzeylerine düşürülerek verim ve bazı kalite unsurları zerin etkilerinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitki gelişimi için mutlak gerekli makro besin elementlerinden biri olan kükürt; hem önemli bir bitki besin elementi hemde kimyasal özelliğinden dolayı iki yönlü kullanılabilen bir materyaldir. Kükürt konuda pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen bu konudaki yaygın kanı; toprağa değişik kaynaklardan karışması sebebiyle kükürdün, bir bitki besin elementi olarak uzun bir süre ihmal edilmiş olduğudur. Kükürt serbest piyasada daha çok toprak düzenleyicisi olarak bilinmekte ve kullanılmaktadır. Pek çok araştırmada ise kükürt ya bir bitki besin elementi olarak ya da bir toprak ıslah materyali olarak ele alınmıştır. Kükürdün bu iki yönünün kombine edilmesi elde edilecek ürünün miktar ve kalitesine önemli katkı sağlamanın yanısıra tarım topraklarının sürdürülebilir kullanımına da katkı sağlayacaktır.

Ahmed ve Khan (2010) tarafından Bangladeş'te yapılan bir çalışmada; kükürt noksanlığı görülen Sirajgonj ve Gazipur bölgesi topraklarında yetiştirilen pirincin büyüme ile verim üzerine farklı dozlarda sülfürik materyallerin (SM) ve jipsin (G) sera koşullarında etkinliklerini inceledikleri bir araştırmada 15 kg S /ha, 30 kg S /ha ve 45 kg S /ha uygulamaları ve aynı şekilde jips $\text{CaSO}_4 (2\text{H}_2\text{O})$ uygulamasından 15 kg S /ha, 30kg S /ha, ve 45 kg S /ha dozları denenmiştir. Hem Sirajgonj hemde Gazipur topraklarında en iyi gelişme ve ürün performansı SM45 uygulamasını takiben SM30>SM15>G45 uygulamalarına elde edilmiştir. Her iki toprakta, Jips uygulamasının en yüksek dozu olan olan G45 uygulamasının, SM'nin en düşük dozu olan SM15 kadar bile etkili olmadığı tespit edilmiştir. Her iki toprakta yetiştirilen pirincin hasat indeksi, bindane ağırlığı, bitki boyu, salkım boyu ve sürgün sayısı gibi verim ve verim unsurları üzerine S uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sonuçta bir kükürt kaynağı olarak SM' nin jipse göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Aria *et al.* (2010) yaptıkları bir çalışmada kaya fosfatından elde edilen fosforun yararlılığını artırabilmek için; kükürt, organik madde ve kükürt oksitleyen bakterilerin inokülasyonu ve bunların farklı kombinasyonlarından oluşan uygulamaları

denemişlerdir. Tam şansa bağlı faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilen çalışmada kükürt; üç farklı dozda %0 (S1), %10 (S2), %20 (S3) ve organik madde kaynağı olarak vermikompost; 2 farklı dozda %0 (V1), %15 (V2), bu iki uygulamanın kombinasyonlarının yanında kükürt oksitleyen bakteri inokülasyonu yapılan (B2) ve bakteri inokülasyonu yapılmayan (B1) uygulamalar denenmiştir. Deneme sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde kükürt uygulamasının suda çözünebilir fosfor üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kaya fosfatının çözünebilirliği üzerine (S3) uygulaması, (S1) uygulamasından 2,4 kat daha etkili olduğu, a uygulamalar içerisinde en yüksek suda çözünebilir fosfat içeriğinin 20% (S3), 15% (V2), ve bakteri inokülasyonunun (B2) birlikte uygulandığı (B2S3V2) uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir.

Deshbhratar *et al.* (2010) yürüttükleri tarla denemesinde Hint Bezelyesi'nin (*Cajanus cajan*) besin içeriği durumu ile verimi üzerine fosfor ve kükürt uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Kükürt dozları olarak 0, 20,40, kg S/ha, fosfor dozları olarak ise 0, 25, 50, 75 kg P/ha uygulamaları ile bunların kombinasyonlarının denendiği çalışmanın sonucunda, S'ün tek başına etkisi fosfor yayırlılığine önemli derecede katkı sağlamazken, 20 kg kükürt ile 50 kg fosforun beraber kullanılması halinde, tane ile saman verimini önemli derecede artırdığı ve toprak verimliliğine katkı sağladığı bildirilmiştir.

Sierra *et al.* (2007) kükürt uygulamalarının Kuzey Şili'nin kuzey bölgesi topraklarında toprak pH'sına, toprak E.C.'sine ve mikro besin elementlerinin yayırlılığı üzerine etkisini araştırmak için 500 ve 1000 mg/kg kükürt uygulaması yapmış ve 60 ila 120 gün arasında kükürdü toprakta inkübasyon sürecine maruz bırakmışlardır. Inkübasyon süreleri ve uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak denemede düşük organik madde ve kireç içeriğine sahip toprakların pH değerlerinde önemli düşüşler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların çözünebilir tuz miktarlarının arttığını bunun bir sonucu olarak toprak E.C. değerlerinde bir artış belirlendiği ve pH'nın önemli ölçüde düşmesi ile toprakta yayırlı Fe, Mn, Cu miktarının arttığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, Kuzey Şili

Bölgesi topraklarında özellikle kireçli alanlarda uygulanan ıslah programlarına katkı sağlayacağı bildirilmiştir.

Skwierawska *et al.* (2008), Kuzey-Doğu Polonya da üç yıl süre ile yürüttükleri tarla denemesinde; toprağa kükürdü, sülfat SO_4^{2-} -S ve saf kükürt (S^0 -S) halinde 40kg/ha, 80kg/ha ve 120 kg/ha dozlarında ve iki farklı toprak derinliğine (0-40 ve 40-80 cm) uygulamışlardır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak topraklarda asidifikasyon meydana geldiği ve 120 kg/da SO_4^{2-} -S uygulamasında her iki toprak derinliğinde de yarayışlı fosfor konsantrasyonunda önemli derecede artışların elde edildiği belirlenmiştir.

Wu *et al.* (2007) alkali toprakların fosfataz aktivitesi, yarayışlı fosfor içeriği ve pH üzerine kükürt uygulamalarının etkisini belirleyebilmek için bir saksı denemesi yürütmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, toprak pH'sında kayda değer bir oranda azalma ve toprak yarayışlı fosfor içeriğinde önemli derecede artış gözlemlendiği bildirilmiştir.

Orman ve Kaplan (2004) tarafından yapılan bir sörvey araştırmada Türkiye topraklarının oransal olarak kükürt içeriğinin yeterli görülmesi bu besin elementinin yeterince üzerinde durulmamasına neden olduğu, son yıllarda ülkemizde sülfatlı gübrelerin kullanımındaki azalmalara karşın azotlu gübrelerin kullanımında bir artış görüldüğü belirtilmiştir. Bu yüzden topraklarımız her ne kadar kükürt açısından yeterli olarak sınıflandırılrsa da bitkiler tarafından topraktan kaldırılan miktarlar tekrar ilave edilmedikçe zamanla kükürt noksanlığının karşımıza çıkabileceği belirtilmektedir.

Erdem (2004) yaptığı sera denemesinde, farklı topraklara uygulanan, farklı dozlarda kükürt uygulamalarının buğday bitkisi kuru madde verimlerinde ve yeşil aksam S konsantrasyonlarında önemli artışlara neden olduğu ve bu artışların denemede kullanılan topraklar arasında ve yetiştirilen çeşitler arasında farklı olduğunu belirlenmiştir. Artan S dozlarına bağlı olarak bitkilerin yeşil aksamındaki N

konsantrasyonunda ve S konsantrasyonu arasında önemli bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Gülser vd (2001), farklı kükürt uygulama şekilleri ve fosfor gübrelemesinin mısır bitkisinin (*Zea Mays L.*) bakır, mangan ve demir içeriğine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bir çalışmada, toprağa farklı şekillerde uygulanan kükürdün, fosfor gübrelemesinin yapıldığı ve yapılmadığı koşullarda, kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin bakır, mangan ve demir içeriği artırdığını belirlemiştir.

El-Fayoumy and El-Gamal (1998), Mısır'da Batı Nobria bölgesinde kireçli bir toprakta 1992-1993 yaz aylarında toprak pH'sına, besin elementlerinin yararlılığı ve alımına, patatesin yumru kalitesi ve verimi üzerine kükürt uygulamasının etkisini araştırmak için yapılan tarla denemesinde beş farklı dozda (%0, %0.01, % 0.02, %0.03 ve %0.04) elementel kükürt uygulaması yapmışlardır. Çalışmada S uygulamalarına bağlı olarak toprak pH'sının azaldığı, topraktaki fosfor ve bazı mikro elementlerin yararlılığının arttırmasının yanı sıra bitkinin yaprak ve yumrularının besin elementi alımını ve durumunun iyileştiği bildirilmiştir.

Gupta *et al.* (1988), yaptıkları bir çalışmada farklı dozlarda kükürt uygulamalarının tarım topraklarının mikrobiyal aktivite ile biyokimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. İki farklı toprakta yürütülen çalışmada, kükürt uygulamalarına karşı toprak pH'sında istatistiksel olarak önemli bir azalma, toprak mikrobiyal biomasında ise uygulama yapılan alanlara göre %29-45 ve %2-51 arasında bir azalma tespit edilmiştir. Toprak mikrobiyal popülasyonu bakımından; fungal ve protozoa popülasyonlarında istatistiksel olarak önemli azalmaların olduğu bu nedenle, kükürt noksanlığı görülen topraklara, kükürt uygulamaları yapılırken; toprak mikrobiyal bioması ve aktivitesinde göz önüne alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Zimmy and Malak (1998) tarafından, hafif ve orta bünyeli iki farklı toprakta 1994/95 yıllarında kışlık buğday yetiştirilerek yürütülen bir saksı denemesinde; toprağa farklı dozlarda (0, 200, 1000, 3000 ve 6000 ppm) kükürt uygulanması sonucunda; uygulanan

dozlara bağlı olarak toprak pH'sında bir azalma, toprağın sülfat içeriği ve bitkinin tane veriminin hafif bir şekilde arttığı ve belirgin bir şekilde saman artışı elde edildiği bildirilmiştir.

Hashem *et al.* (1997), Mısır'da kış mevsimi süresince şeker pancarının verimi üzerine kükürt ve kükürdün, organik gübre uygulamasıyla ilişkisini araştırmak ve bunun tuzlu sulama suyu koşulları altında kireçli toprağın kimyasal özellikleri üzerine etkisini çalışmak için bir tarla denemesi yürütmüşlerdir. Kükürt uygulaması sonucunda, kontrole karşılaştırıldığında toprak pH değerlerinin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

Topçuoğlu ve Yalçın (1997), tarafından yapılan bir çalışmada, çok fazla kireç içeren siltli-tınlı sera toprağına, farklı dozlarda (0, 30, 60, 120 kg/da) elementel kükürt uygulaması yapılmıştır. Deneme bitkisi olarak yetiştirilen domates bitkisinde, meyve verimi, meyve kuru madde oranı, meyve asitliği ve yaprak klorofil içeriğinin arttığı, meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitiğinde önemli bir değişiklik olmadığı ayrıca, bitkinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularındaki toplam S, N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn Mn, Cu ve aktif demir içerikleri genellikle artarken, toplam Fe içeriğinin azaldığı bildirilmiştir.

Awad *et al.* (1996), tarafından yapılan bir çalışmada Mısır'da kış mevsimi boyunca toprak pH'sı, mikro elementlerin yarayışlığı, alımı ve buğday verimi üzerine kireçli topraklara N, P, S'lü gübre uygulamalarının etkilerini araştırmak için bir tarla denemesi yürütülmüştür. Yüksek kireçli topraklara uygulanan; organik gübre, azot ve fosfor gübreleri ile S'ün toprak pH'sını düşürmesinin yanı sıra Fe, Zn ve Mn yarayışlılığını arttırdığı belirlenmiştir.

Çaycı vd (1995) yaptıkları çalışmada kükürt ilavesi ve inkübasyon süresinin bitki yetiştirme ortamı olarak peatin bazı kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Peat'e değişik dozlarda (0, 0,5, 1,0 ve 2.0 kg/m³) kükürt ilave edilmiş ve dört farklı inkübasyon periyodu süresince (1, 2, 4 ve 8 hafta) peatte meydana gelen bazı kimyasal

değişimler saptanmıştır. Araştırma sonucunda, ilave edilen kükürt miktarına bağlı olarak, pH'nın düşmesi sonucunda genel olarak, bağımsız $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarında azalma, $\text{NO}_3\text{-N}$, P, Fe, Mn ve Cu miktarında bir artış olduğu, bunun yanında inkübasyon esnasında toplam azot içeriğinde dikkate değer bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Eyüpoğlu vd (1995) Türkiye topraklarını temsilen toplanan 1511 adet toprak örneğinin analizi sonucunda, toprakların yarayırlı demir kapsamı ile toprak pH'ları arasında azalan doğrusal ilişki önemli bulunmuştur. Toprak pH'sı arttıkça topraktaki yarayırlı demir kapsamı azalmakta ve bu azalmanın Mn, Fe ve Zn'da Cu'a göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yine bu analizler sonucunda, topraktaki kireç kapsamı arttıkça yarayırlı demir kapsamının azaldığı belirlenmiştir.

Gendy *et al.* (1995) tarafından, Mısır'da bakla fasulyesi üzerine farklı sulama oranları (3, 4 ve 5 sulamalar) ve farklı dozlarda kükürt uygulamalarının (0, 62.5, 125, 250 kg/0.42 ha) etkisini araştırmak için bir tarla denemesi yürütülmüştür. Vejetatif karakterler (bitki kuru ağırlığı, bakla boyu ve dalların sayısı), vejetatif olmayan özellikler (nodül ağırlığı, nodüllerin sayısı ve tohum kabuklarının sayısı), saman ve tohum verimleri, protein içeriği, N ve P alımı topraklardaki yararlanılabilir P ve toplam N miktarları ölçülmüştür. Sulama sayısı ve kükürt uygulama oranlarının vejetatif özelliklere ilaveten bitkinin azot ve fosfor alımının arttığı belirlenmiş ve en yüksek etki 5 sulama ve 250 kg S'ün 0,42 ha alana uygulamasında elde edilmiştir.

Tiwari (1995) farklı dozlarda kükürt (0, 40, 80 ve 100 kg/ha) uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada 80 kg S/ha düzeyinin nohudun tane verimini %20.6, protein içeriğini de %2.7 oranında artışına neden olduğunu belirlemiştir.

Candilo *et al.* (1994), yaptıkları bir çalışmada siltli killi, pH'sı 8.5 olan düşük organik madde içerikli bir toprakta domates yetiştirilmesi üzerine kükürt, fosfor, potasyum ve azotlu gübre denemeleri yürütmüşlerdir. Toprağa 0-450 kg/ha S, 0-250 kg/ha P_2O_5 , 0-400 kg/ha K_2O ve 0-120 kg/ha N uyguladıkları çalışmada pazarlanabilir verim, çözünebilir katı madde verimini ve konsantrasyonunu artırdığı belirlenmiştir.

Türkiye'nin büyük kaynağı ve yatırımı GAP yöresindeki geniş bazaltik alanları örnekleyen, kireci düşük Siverek ovası toprağına 0-1-20-50-100-200-500-1000-5000 ppm seviyelerinde (K_2SO_4 halinde) kükürt uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada; pamukta kuru madde'nin 1000 ppm'e kadar düzenli ve sürekli artarak kontrole göre % 70'in üzerinde gerçekleştiğı, 5000 ppm'de ise şiddetle zararlanarak kontrolün % 65 altına kadar düştüğü tespit edilmiştir (Aydeniz ve Brohi 1991).

Ülgen vd (1989) Türkiye topraklarının bitkilere yarayışlı kükürt durumunu belirlemek ve yarayışlı kükürt durumu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan bir çalışmada bitkiye yarayışlı kükürt sınır değeri 10 ppm olarak kabul edilmiş ve buna göre yapılan değerlendirmede ülkemiz topraklarının % 9.84'ü sınır değerlerinin altında ve kükürtlü gübrelemeye ihtiyaç gösterdiği tespit edilmiştir. Kükürtlü gübrelemeye en fazla ihtiyaç gösteren illerin Bingöl, Bitlis, Ağrı, Erzurum, Isparta, Kars, Sakarya ve Nevşehir olduğu belirtilmiştir

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Deneme Yeri Hakkında Genel Bilgiler

Denemenin yürütüldüğü Erzincan İli Doğu Anadolu Bölgesinin Kuzey Batı bölümünde yukarı Fırat havzasında $39^{\circ} 02'$ - $40^{\circ} 05'$ kuzey enlemleri ile $38^{\circ} 16'$ - $40^{\circ} 45'$ Doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 3.1).

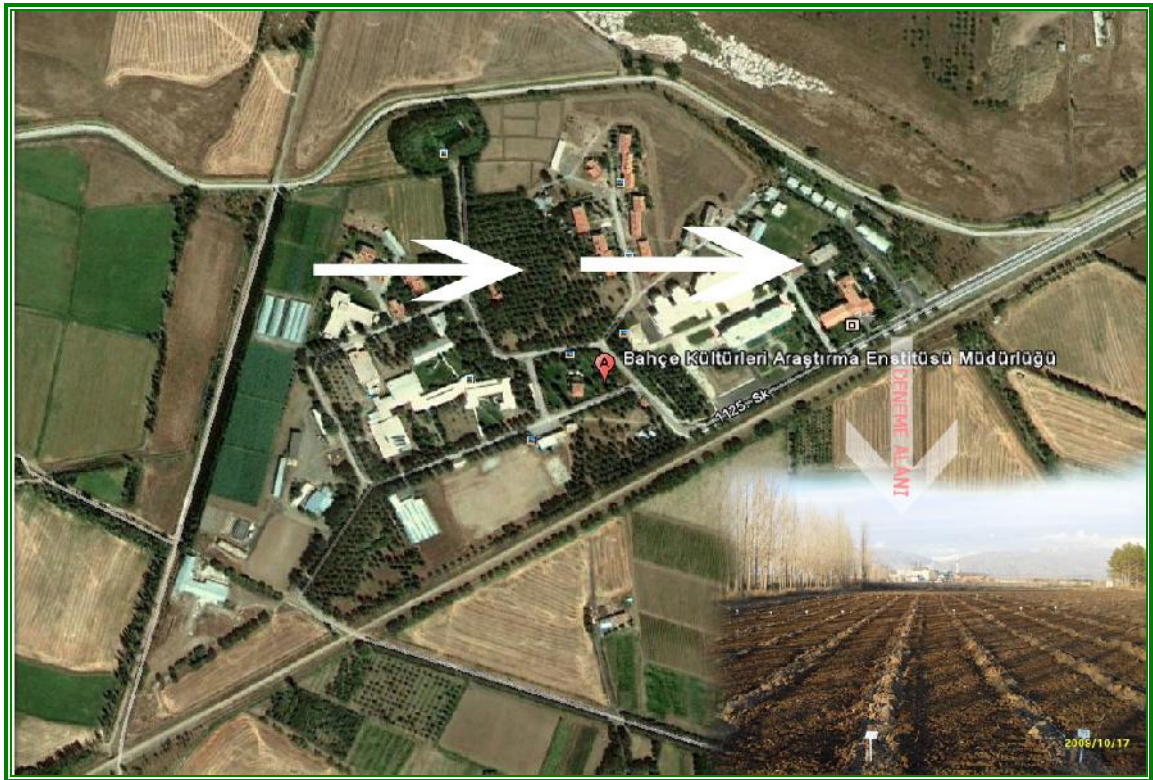


Şekil 3.1. Erzincan İli'nin coğrafi konumu

İl Doğuda Erzurum, Batıda Sivas, Güneyde Tunceli, Güneydoğuda Bingöl, Güneybatıda Elazığ, Malatya, Kuzeyde Gümüşhane, Bayburt ve Kuzeybatıda Giresun illeri ile çevrilidir. Yüzölçümü 11.903 km^2 olup il merkezinin denizden yüksekliği 1.185 metredir.

3.2. Deneme Alanının Toprak ve İklim Özellikleri

Deneme, Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait arazi içerisinde, deniz seviyesinden yüksekliği 1178 metre ve koordinatları $39^{\circ} 28' 99''$ doğu boylamı ile $39^{\circ} 43' 69''$ kuzey enlemindeki deneme parselinde kurulmuştur (şekil 3. 2.).



şekil 3.2. Denemeye ait toprakların örneklendiği alan

3.2.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü uygulama alanı içerisinde yer alan deneme alanına ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Deneme alanının toprak pH'sı alkalın, organik madde içeriği bakımından ise orta sınıfına girmektedir. Kireç içeriği yönünden çok fazla kireçli, K ve Ca içeriği bakımından zengin, Mg yeter ve fazla, P bakımından yetersiz, Fe, Cu, Zn ve

Mn içeriği yönünden yeterli sınıfına girmektedir (Anonymous 1980; FAO 1990; TOVEP 1991).

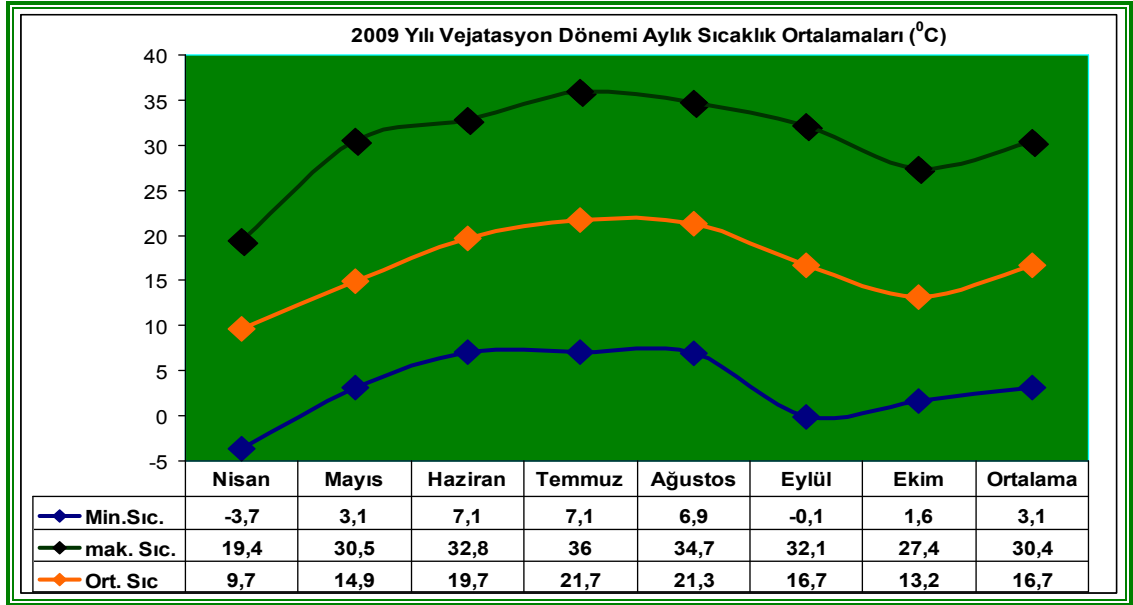
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Toprak Özellikleri	Değerler
pH (1:2,5)	8,02
E.C. (dS/m)	0,61
Organik madde, %	2,2
CaCO ₃ ,%	18
% Azot	0,14
P (ppm)	4,7
K (ppm)	178
Ca (ppm)	219
Mg (ppm)	14
Na (ppm)	6,032
S (SO ₄) (ppm)	196
Fe (ppm)	10,43
Cu (ppm)	3,9
Mn (ppm)	4,41
Zn (ppm)	21,8
Kum %	23
Silt %	38
Kil%	39

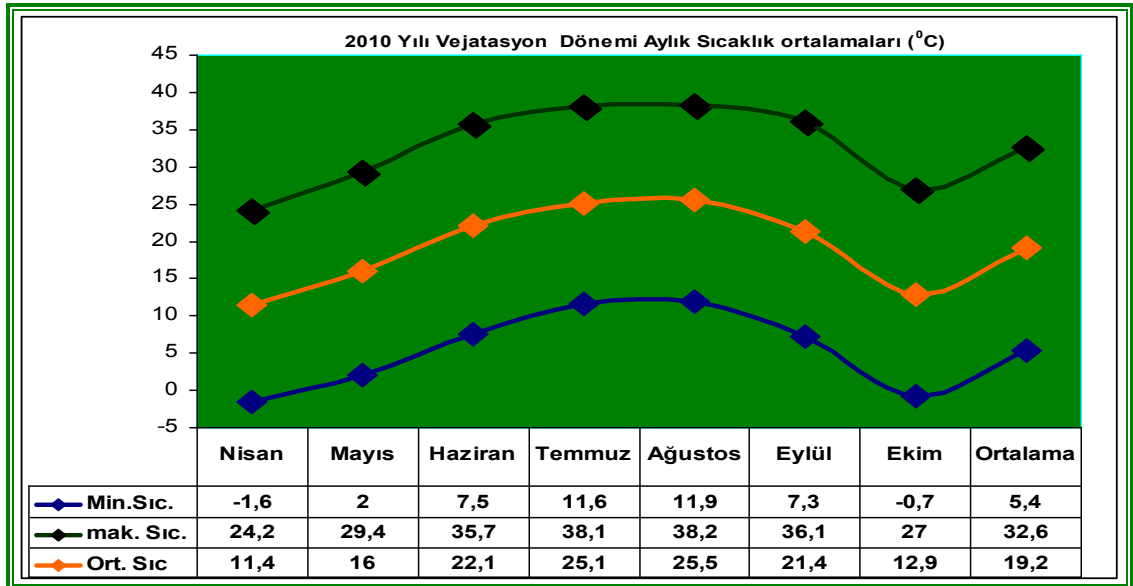
3.2.2. Deneme yerinin iklim özellikleri

3.2.2.a. Sıcaklık

Erzincan ili iklim özellikleri ile bölge illeri arasında mikro klima özelliği taşımaktadır. İlimiz bu iklim yapısı ile tarım ürünleri çeşitliliği bakımından öne çıkmaktadır. Erzincan ilinde denemenin yapıldığı 2009–2010 (Nisan-Ekim) yıllarına ait sıcaklık verileri Şekil 3.3. ve Şekil 3.4’te verilmiştir.



Şekil 3.3. 2009 yılı vejetasyon dönemi aylık sıcaklık ortalamaları



Şekil 3.4. 2010 yılı vejetasyon dönemi aylık sıcaklık ortalamaları

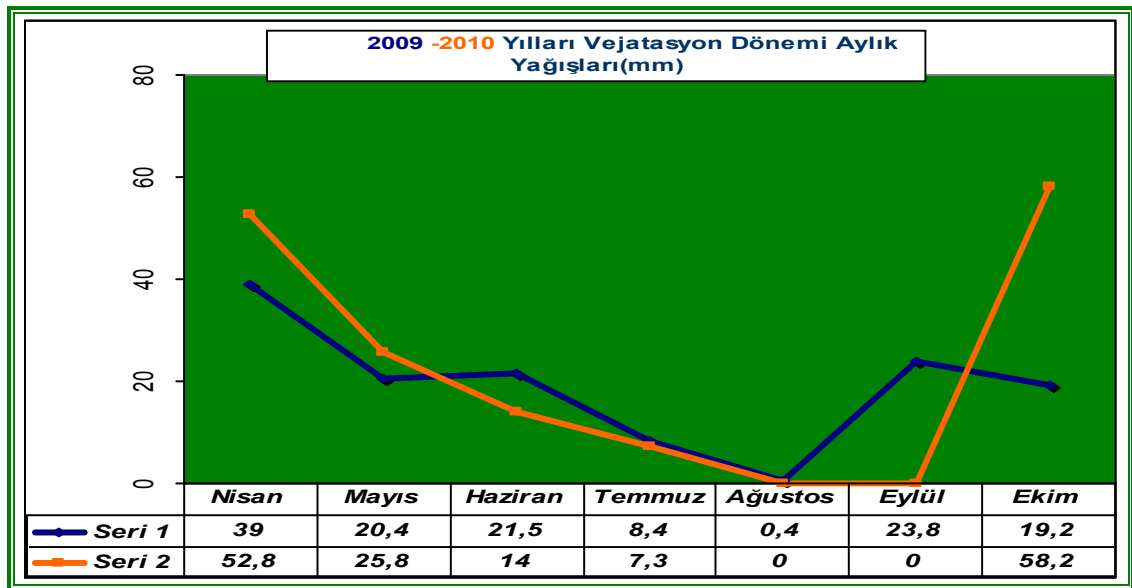
Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.'deki veriler incelendiğinde, 2009 ve 2010 yıllarında minimum sıcaklık en düşük Nisan ayında, maksimum sıcaklık ise en yüksek 2009 yılında Temmuz, 2010 yılında da Ağustos aylarında meydana gelmiş olduğu görülmektedir.

Her iki yılda da ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ve Ağustos aylarında meydana gelmiştir (Anonim 2010).

Bölgede uzun yıllara dayanan meteorolojik veriler dikkate alındığında, Mayıs ayının ortalarına kadar ilkbahar geç don'larının görülme ihtimali bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı; fide dikiminin bu tarihten sonra yapılması, don zararlanmasının önüne geçilmesinde bölge için kritik öneme sahip bir uygulamadır.

3.2.2.b. Yağış

Erzincan İlinde yağışın aylara dağılımı oldukça düzensizdir. İlin Uzun yıllara ait toplam yıllık yağış verileri (1970–2010) incelendiğinde, m² ye ortalama 374,3 mm yağış aldığı bildirilmektedir. Ayrıca, bu yağışların % 62' lik bir kısmının ilkbahar ve son bahar aylarında düştüğü belirtilmektedir. Yağışın vejetasyon dönemine (Nisan-Ekim) ait uzun yıllar ortalaması 212,6 mm iken; denemenin yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarında sırasıyla 132,7 mm ve 158,1 mm olarak gerçekleşmiştir. 2009 ve 2010 yılı vejetasyon dönemi yağışları Şekil 3.5.'te verilmiştir.



Şekil 3.5. 2009 -2010 yılı vejetasyon dönemi aylık yağış ortalamaları

3.3. Materyal

Çalışmanın ana materyalini; elementel toz kükürt (0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 ve 1800 kg/ha dozlarında) ve domates bitkisi (*Lycopersicon esculentum* L.) oluşturmuştur. Domates Çeşidi olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen açıkta tarla yetiştiriciliğine uygun, sofralık; SC 2121 yer tipi domates çeşidi kullanılmıştır.

3.4. Yöntem

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının yüksek pH ve Kireç içeriğine sahip, domates yetiştiriciliği yapılan alanların pH, kireç ve E.C. içerikleri üzerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla 2009 ve 2010 yılları arasında saksı ve tarla çalışmaları yürütülmüştür. Deneme tam şansa bağlı deneme desenine göre 9 S dozu ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ön çalışma olarak saksı denemeleri bitki yetiştirilmeden kalibrasyon amaçlı yürütülmüştür. Tarla çalışmalarında domates bitkisi yetiştirilerek uygulanan S dozlarının; toprak pH'sı ve elektriksel iletkenliği ile bitkinin verim ve bazı verim parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

3.4.1. Saksı denemeleri

Erzincan ilinde, tarla koşullarında yoğun olarak domates yetiştiriciliği yapılan alanlardan 0-20 cm toprak derinliğinden toprak numuneleri alınarak söz konusu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve bu noktadan hareketle Yüksek pH, kireç ve E.C. içeriğine sahip toprakların mevcut durumları göz önüne alınarak başlangıç pH değeri 8,22 ve E.C. değeri 0,51 dS/m pH düzeyinde bulunan toprakların, pH düzeylerini domates bitkisinin optimum olarak gelişme gösterdiği (6.5-7.0) pH seviyelerine çekebilmek için uygulanması gereken kükürt miktarları yapılan saksı denemeleri ve analizler yardımıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 18 cm yükseklik ve 25 cm çapındaki (7 numara) saksılara, 4 mm.lik elekten geçirilmiş, 3 kg toprak numunesi konularak, üzerine 40-60 mesh'lik elekten

geçirilmiş mikronize saf kükürt 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 ve 1800 kg/ha dozlarında 3 tekerrürlü olarak toprağa uygulanmıştır. Uygulama sonrası saksılar açık ortamda 150 gün (Mayıs-Eylül) süresince inkübasyona maruz bırakılmıştır (Şekil 3.6.). İnkübasyon süresi boyunca her 30 günde bir toprak numunesi alınarak, toprakta pH, ve E.C. ölçümleri yapılmış ve her bir toprak için en etkin S dozu ve inkübasyon süreci tahmin edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.6. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulanarak kurulan saksı denemeleri

3.4.2. Tarla çalışmaları

Saksı denemelerinden sonra tam şansa bağlı deneme desenine göre 9 farklı dozda, 3 tekerrürlü olarak planlanan çalışma arazi şartlarında 1 yıl süre ile yürütülmüştür. Sera denemelerinde yapılan ön çalışma sonucu elde edilen kükürt dozları ve beş aylık inkübasyon süreleri dikkate alınarak 50'şer bitkiden oluşturulan sıralara kükürt uygulamaları sonbaharda yapılmıştır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Arazi şartlarında oluşturulan parsellere kükürt uygulamaları

Uygulamayı takiben toprağa ilave edilen elementel toz kükürt freze yardımıyla toprağa karıştırılmıştır (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Toprağa uygulanan kükürdün freze yardımı ile toprağa karıştırılması

Dolayısı ile kükürt fide dikimin yapılacağı Mayıs ayına kadar toprakta inkübasyona maruz bırakılmıştır (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Deneme alanının tesisi

Fide dikimi öncesi söz konusu uygulamaların yapıldığı parsellerden toprak numuneleri (0-20 cm) alınarak, analizleri yapılmıştır. Böylece, hem uygulamaların tarla koşullarında oluşturduğu etkiler belirlenmiş hem de ön çalışma ile tesbit edilen dozların, tarla koşullarında hangi düzeylerde tahmin edilebildiği de belirlenmiştir.

Dolayısı ile fidelerin tarlaya dikiminden önce toprakların sahip olduğu pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin yanında elde edilen analiz sonuçlarına göre gübreleme programına da yön verilmiştir.

3.4.2.a. Fidelerin yetiştirilmesi

Fideler torf ortamında enstitü serasında yetiştirilmiştir. (Şekil 3.10.) Sera ortamında yetiştirilen fideler, dikim olgunluğuna (4-5 gerçek yaprak) ulaştınca, bunların içerisinde sağlıklı, pişkin ve benzer olgunluk düzeyinde olanlar seçilerek arazi koşullarına aktarılmıştır.



Şekil 3.10. Fidelerin yetiştirilmesi

3.4.2.b. Fidelerde hastalık ve zararlı mücadelesi

Domates fidelerine, bölgemizde yaygın olarak görülen Kök Çürüklüğü Hastalıklarına karşı koruyucu amaçlı, Promamocarb + Fosetyl etkin maddeli kimyasal preparat hazırlanarak uygulanmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Fidelerde hastalık ve zararlı mücadelesi

Erzincan İlinde sebze fidelerinde önemli ölçüde zarar yapan Bozkurt (*Agrotis spp.*) ve Danaburnu (*Gryllotalpa Gryllotalpa*) zararlılarına karşı kültürel mücadelenin yanında kimyasal Mücadele; %25 Chlorpyrifos-ethyl etkin maddeli preparat hazırlanarak uygulama yapılmıştır (Anonim 2010).

3.4.2.c. Fide dikimi

Domates fidelerinin 15 Mayıs 2010 tarihinde arazi şartlarında oluşturulan parseller şaşırtılmıştır. Parseller ve bloklar arasında 1'er metre mesafe bırakılmıştır. 50'şer bitkiden oluşturulan parsellere 80X40 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafe (Yazgan 1993) gözetilerek dikim yapılmıştır (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Fide dikimi

3.4.2.d. Bakım ve Gübreleme

Gübrelemeden beklenen faydanın sağlanabilmesi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; hastalık ve zararlılarla mücadele, toprak işleme gibi gübreleme ile doğrudan ilgisi olmayan (boğaz doldurma, çapalama, sulama v.b.) kültürel ve kimyasal uygulamalardır. Bu faktörlerden birinin yetersiz oluşu gübrelemenin etkisini azaltabilmektedir. Bu

bilgiler ışığında, deneme süresi boyunca gerekli kültürel uygulamalar ve kimyasal mücadele işlemleri zamanında yapılmıştır. Damla sulama sistemi ile gübrelemeye fide dikiminden 15 gün sonra (1 Nisan 2011) başlanmış, son hasattan 15 gün önce (15 Eylül 2011) gübrelemeye son verilmiştir.

Domates için fertigasyon programında uygulanacak olan N/P₂O₅/K₂O miktarlarının yanında oranları da önemli olup gelişme dönemlerine göre değişiklik gösterir. Toprağa uygulanacak bitki besin maddeleri miktarı belirlendikten sonra azotun %20'si fosforun tamamı veya %30'u, potasyumun ise %25'inin dikim öncesi uygulanmıştır (Anonymus 2005; Montag 1999).

Deneme alanına gübre uygulamaları; fide dikimi öncesi alınan toprak örnekleri ile dikim sonrasında alınan yaprak örnekleri (Kacar ve Katkat 2007) analiz sonuçları ve hedeflenen ürün miktarı göz önüne alınarak toplam 20 kg/da N, 8 kg/da P₂O₅, 35 kg/da K₂O etkili madde hesabı ile yapılmıştır.

3.4.2.e. Toprak ve bitki örnekleme

Analiz amacıyla toprak örnekleri 0-20 cm derinliğinden usulüne uygun bir şekilde (Kacar 2007) alınarak laboratuvarında analizleri yapılmıştır. Yaprak örnekleri ise; domates bitkilerinin çiçeklenme devresinin başında büyüme uçlarının üçüncü veya dördüncü yapraklardan alınarak (kacar ve İnal 2008) analize hazırlanmıştır.

3.4.2.f. Hasat

Domates bitkisinde meyve hasadı gözlenebilir renk derecelemesine göre kırmızı olum döneminde yapılmıştır. Analiz amacı ile meyve örnekleme hasat dönemi süresince eşit zaman aralıkları ile 4 kez yapılmış, suda çözünebilir kuru madde oranı hasattan hemen sonra belirlenmiştir. Toplam verim ise her hasattan sonra elde edilen verimler kaydedilerek buradan toplam verimler için değerlendirmeler yapılmıştır. Arazi şartlarında oluşturulan parsellerden domates hasadı şekil 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.13. 2010 yılı tarla denemesinde meyve hasadı (3. Hasat, 30/ 07/2010)

3.4.3. Toprak ve bitki analizleri

3.4.3.a. Toprak tekstürü

Toprakların tekstürleri Bouyoucus Hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Hortage 1986).

3.4.3.b. Toprak reaksiyonu

Toprak pH'sı 1:2.5'lük toprak-su süspansiyonunda Potansiyometrik olarak Cam Elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür. (McLean 1982).

3.4.3.c. Kireç tayini

Toprakların kireç içerikleri Scheibler Klasimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Nelson 1982).

3.4.3.d. Organik madde

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson and Sommer 1982).

3.4.3.e. Katyon değişim kapasiteleri

Toprakların katyon değişim kapasiteleri, örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH=8.2) sodyum adsorpsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilen solusyonlarda ICP OES spektrofotometresi (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) ile belirlenmiştir (Rhoades 1982a).

3.4.3.f. Değişebilir katyonlar

Toprakların değişebilir katyonları Amonyum Asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra Na ve K, Ca, Mg ICP OES spektrofotometresi (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) ile belirlenmiştir (Rhoades 1982b).

3.4.3.g. Fosfor tayini

Sodyum bikarbonatla ekstrakte edilen süzüklerde ICP OES spektrofotometresi (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) ile belirlenmiştir (Olsen and Summer 1982).

3.4.3.h. Kükürt (SO₄-S) tayini

500 ppm P içeren potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) ile ekstrakte edilen toprak örneklerinin SO₄-S'ü türbidimetrik olarak belirlenmiştir (Fox *et al.* 1964).

3.4.3.i. Elektriksel iletkenlik tayini

Hazırlanan satrasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon çözeltilerinde elektriki kondüktivite aleti ile $\mu\text{hos/cm}$ olarak belirlenmiştir (Demiralay 1993).

3.4.3.j. Bitki tarafından alınabilir mikro element (Fe, Mn, Zn, Cu) tayini

Elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları DTPA yöntemine göre ekstrakte edilen süzüklerde ICP OES spektrofotometresi (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) ile belirlenmiştir (Lindsay and Norvell 1978).**3.4.3.1.k.**

3.4.3.k. Toplam N analizi

Toprak örneklerinin azot içeriği salisilik asit+tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjheldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremmer and Mulravey 1982).

3.4.3.l. Toprak örneklerinde bakteri sayımları

Aseptik kurallara uygun olarak steril poşetlere alınan toprak örnekleri mikrobiyolojik analizler için dilüsyonların hazırlanmasında kullanılmıştır. Alınan toprak örneğinin 10 gramı 90 ml steril %0.85 tuzlu (NaCl) su içeren erlenlere alınarak 4 saat süre ile santrifüjde 20 rpm devir ile çalkalanarak homojenizasyonu sağlanmıştır. Homojenizasyondan sonra örnekler %0.85 tuzlu (NaCl) su içeren steril deney tüplerinde 10^{-1} - 10^{-7} 'lık seri dilüsyonları hazırlanarak 2 saat süre ile 120 rpm devirde çalkalayıcıda tutulmuştur. Hazırlanan dilüsyonlardan GNA (Nutrient Agar + Gliserol) besi yerlerine ekimler yapılarak 28 °C'de iki gün inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen kültürlerden 30 ile 300 koloni içeren dilüsyonlar sayılarak hesaplamalar koloni sayısının logaritma değeri alınarak yapılmıştır (Harley and Prescott 2002).

3.4.3.m. Bitkide toplam azot

Bitki örneklerinin azot içeriği salisilik-sülfürik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikro kjheldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.4.3.n. Bitkide diğer elementler (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu)

Bitki örneklerinin S, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile 3 farklı adımda (1. adım; 145 °C de %75 mikrodalga gücün de 5 dakika, 2. adım; 180 °Cde %90 mikrodalga gücün de 10 dakika ve 3. adım 100 °Cde %40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrowave yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr.1. 72800 Enien Gernmany) tabi tutulduktan (Mertens 2005a) sonra (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu ve B) ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenecektir (Mertens 2005b).

3.5. Bitki gelişmesi ve verimlilikle ilgili yapılan sayma, ölçme ve tartma İşlemleri

3.5.1. Toplam verim (kg/ha)

Ağırlık olarak bitki başına toplam verim, bir hektarda olması gereken bitki sayısı ile çarpılıp elde edilen değer kg/ha' a çevrilerek bulunmuştur

3.5.2. S.Ç.K.M. (%)

Suda çözünebilir kuru madde analizi, meyve örneklerinin suyu çıkarılarak el Refraktometresi (ATAGO N1 9004 Model) ile ölçülmüştür (Cemeroğlu 1992).

3.5.3. Meyve Titrasyon Asitliği (%)

10 ml meyve suyu 6rneği alınarak bir damla fenol ftalein damlatılarak ve elde edilen 6özelti 0.1 N'lik NaOH ile pH 8.2 olana kadar titre edilmiştir. Harcanan sodyum hidroksit miktarı belirlenerek sonuçlar sitrik asit cinsinden g/100 ml meyve suyu olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu 1992).

3.5.4. Meyve pH'sı

Domates meyvelerinden 6ıkarılan suyun direkt olarak dijital pH metrede 6lçölmesi ile elde edilmiştir (Cemeroğlu 1992).

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Denemeden elde edilen analiz sonuçları varyans analizi ve 6oklu karşılaştırma testleri analizlerine tabi tutulmuştur. (SPSS 2004).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Farklı dozlarda Elementel Kükürt Uygulamalarının Saksı Topraklarının pH, Elektriksel İletkenlik, Kükürt (SO₄-S) ve Toplam Bakteri Sayısı (T.B.S.) İçerikleri Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının yüksek pH ve kireç içeriğine sahip, domates yetiştiriciliği yapılan alanların pH, kireç ve E.C. içerikleri üzerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla 2009 ve 2010 yılları arasında saksı ve tarla çalışmaları yürütülmüştür. Deneme tam şansa bağlı deneme desenine göre 9 S dozu ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ön çalışma olarak saksı denemeleri bitki yetiştirilmeden kalibrasyon amaçlı yürütülmüştür. Tarla çalışmalarında domates bitkisi yetiştirilerek uygulanan S dozlarının; toprak pH'sı ve elektriksel iletkenliği ile bitkinin verim ve bazı verim parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Uygulamaların toprakta oluşturduğu etkileri belirlemek amacıyla yapılan ön çalışmada saksı denemeleri kurulmuştur. Kükürt dozlarının saksı topraklarına uygulanmasını takiben, toprağa ilave edilen elementel toz kükürt, 150 gün süre ile açık koşullarda inkübasyon sürecine maruz bırakılmıştır. Uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak saksı topraklarının pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ile kükürt (SO₄-S), toplam bakteri sayısı (T.B.S) üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO₄-S) ve toplam bakteri sayısı içeriklerine ait varyans analiz sonuçları..

Kükürt Dozu	Bağımlı Değişkenler			
	pH	E.C.	SO ₄	T.B.S.
Önem Seviyesi	0,000*	0,000**	0,000**	0,000**
Kareler Ortalaması	0,25	0,17	94073	0,05
Frekans	353,7	483,63	407,06	66,13
Serbestlik derecesi	9	9	9	9

** : P<0,01 düzeyinde çok önemli, * : P<0,05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

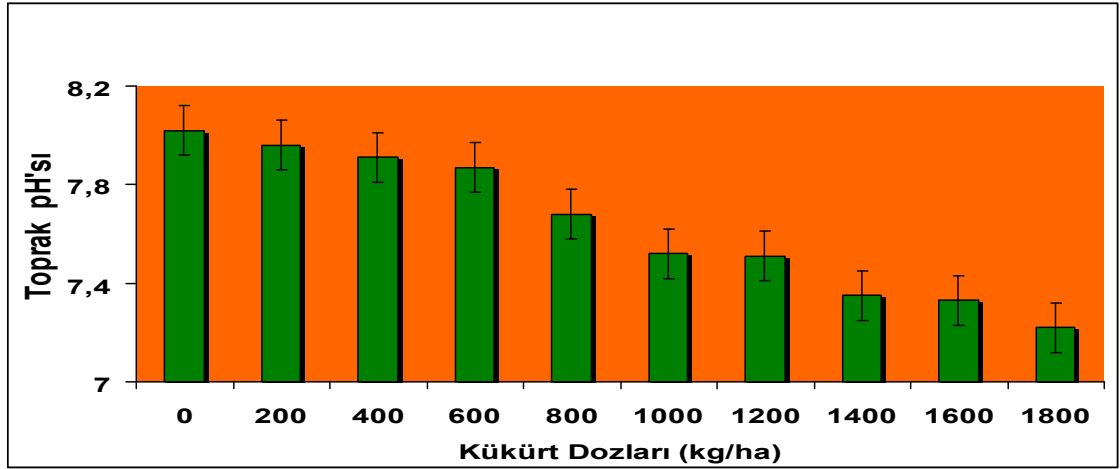
İnkübasyon süresi boyunca periyodik olarak (her 30 günde bir) toprak numuneleri alınarak, toprakta pH, ve E.C. ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, inkübasyon süreci sonunda deneme topraklarına ait toplam bakteri sayımı ve kükürt (SO₄-S) içeriği analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2.Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO₄-S) ve toplam bakteri sayısı (T.B.S.) içeriği üzerine etkisi

S Dozu kg/ha	pH	E.C. (dS/m)	Kükürt (SO ₄ -S)	(T.B.S)
0	8,02a	0,61g	177,h	7,24a
200	7,96b	0,64g	198gh	7,08b
400	7,91c	0,81f	217g	7,05bc
600	7,87c	0,99e	302f	7,03c
800	7,68d	1,03d	341e	7,02c
1000	7,52e	1,05d	350de	7,0cd
1200	7,51e	1,16c	370d	6,97de
1400	7,35f	1,32b	419c	6,95e
1600	7,33f	1,36a	627,b	6,89f
1800	7,22f	1,39a	713,a	6,81g

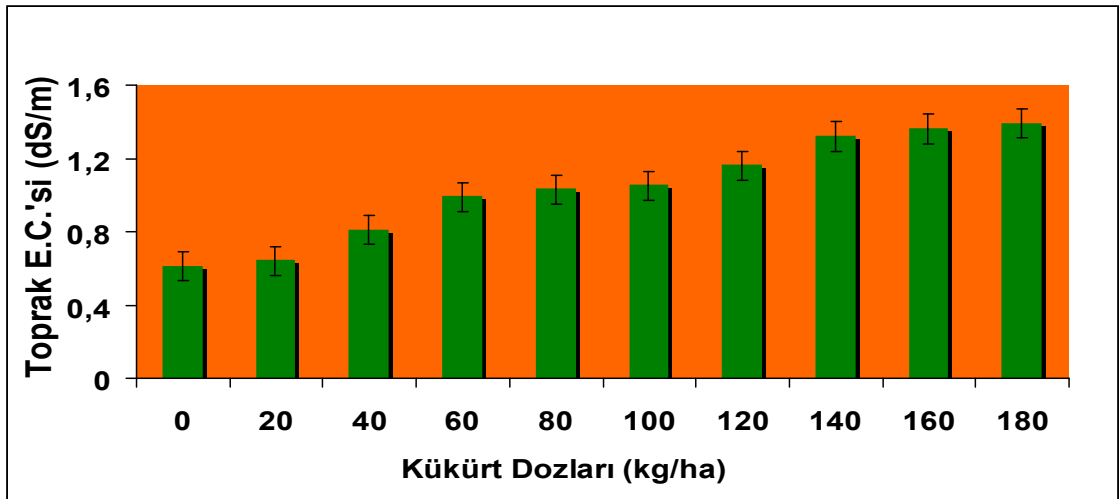
4.1.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının saksı topraklarının pH ve elektriksel iletkenlik içerikleri üzerine etkisi

Saksı denemesi olarak yürütülen çalışma sonucunda beş aylık inkübasyon periyodu dönemini takiben elde edilen veriler incelendiğinde uygulanan S dozuna bağlı olarak toprakların pH içerikleri azalma göstermiş ve en fazla azalma 1800kg S/ha uygulamasından elde edilmiştir. Bu azalış oranı kontrole göre %9.9 düzeylerinde meydana gelmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının pH değerleri üzerine etkisi

Saksı denemesi olarak yürütülen çalışma sonucunda beş aylık inkübasyon periyodu dönemini takiben elde edilen veriler incelendiğinde uygulanan S dozuna bağlı olarak toprakların pH içeriklerindeki azalmalara karşın elektriksel iletkenlik değerlerinde artışlar belirlenmiş ve en fazla artış 1800kg S/ha uygulamasından elde edilmiştir. Bu artış oranı kontrole göre %227.8 düzeylerinde meydana gelmiştir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarında elektriksel iletkenlik üzerine etkisi

Kükürt uygulamalarına toprakların tepkisi; içerdikleri organik madde, kireç miktarı yetiştirilen bitki ve iklim faktörleri gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak değişebilmektedir.

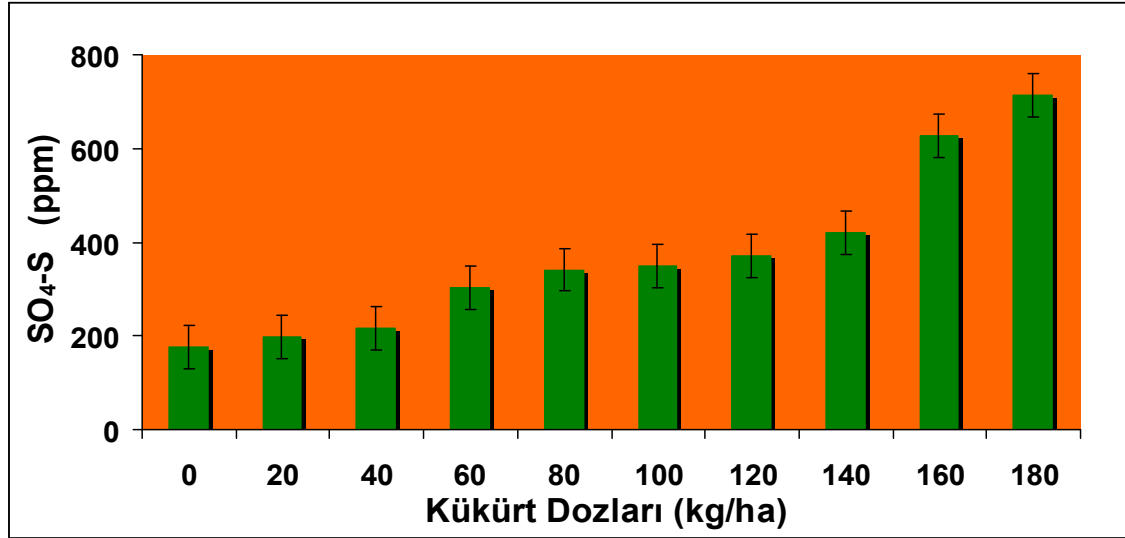
Sierra *et al.* (2007), Kuzey Şili'nin kuzey bölgesi topraklarında yaptıkları bir çalışmada elementel kükürt uygulamalarının; toprak pH'sına, toprak E.C.sine ve mikro besin elementlerinin yararışlılığı üzerine etkisini araştırmak için 500 ve 1000 mg/kg kükürt uygulaması yapmış ve 60 ila 120 gün arasında kükürdü toprakta inkübasyon sürecine maruz bırakmışlardır. İnkübasyon süreleri ve uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak denemede düşük organik madde ve kireç içeriğine sahip toprakların pH değerlerinde önemli düşüşler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların çözünebilir tuz miktarlarının arttığını bunun bir sonucu olarak ta toprak E.C. değerlerinde bir artış belirlendiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, kuzey şili topraklarında özellikle kireçli alanlarda uygulanan ıslah programlarına katkı sağlayacağı bildirilmiştir.

Bu konuda yapılan pek çok çalışmada kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların pH değerinde azalmalar, elektriki iletkenlik değerlerinde ise artışların meydana geldiği bildirilmiş olup, bulguların bu araştırma sonucu ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Awad *et al.* 1996; Topçuoğlu ve Yalçın 1997; Zimmy and Malak 1998; El-Fayoumy and El-Gamal 1998).

4.1.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının saksı topraklarının kükürt (SO₄-S) içeriği üzerine etkisi

Tarım topraklarına uygulanan kükürdün bitkiler tarafından absorbe edilebilmesi için kükürt bakterileri tarafından sülfat formuna dönüştürülmesi gerekir. Beş aylık İnkübasyon periyodu döneminden sonra deneme topraklarında kükürt (SO₄-S) analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen veriler ışığında; saksı topraklarının kükürt (SO₄-S) konsantrasyonlarında, uygulanan kükürt dozlarına bağlı artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnkübasyon periyodu sonrasında kontrol

uygulamasına ait toprakların kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriği 177 ppm olarak belirlenirken, 1800 kg/ha kükürt dozu uygulanan toprakların kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriği 713 ppm olarak belirlenmiştir. Uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak toprakların kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriğinde meydana gelen değişim Şekil 4.3.'te verilmiştir.

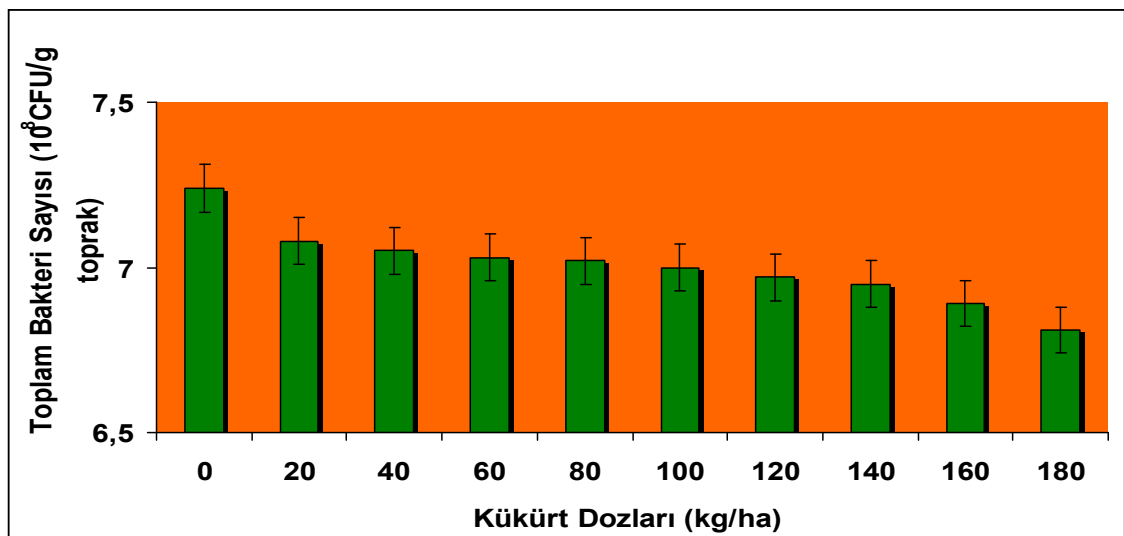


Şekil 4.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarının kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriği üzerine etkisi

Saksı topraklarında 1800 kg/ha kükürt uygulamasının kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriği, kontrol uygulamasının kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriğinden % 402,8 oranında daha fazla belirlenmiştir. Jimmy and Malak (1998), tarafından hafif ve orta bünyeli iki farklı toprakta yürütülen bir saksı denemesinde; toprağa farklı dozlarda (0, 200, 1000, 3000 ve 6000 ppm) kükürt uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak pH'sında önemli bir azalış ve kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$) içeriğinde ise artışlar belirlenmiştir. Intodia and Sahu (1999) artan dozlarda uygulanan kükürdün, topraktaki sülfat, organik ve total kükürt miktarlarını arttırdığını belirtmişlerdir.

4.1.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının saksı topraklarının toplam bakteri sayısı (T.B.S.) içeriği üzerine etkisi

Beş aylık İnkübasyon periyodu sonunda kontrol uygulamasına ait toprakların toplam bakteri sayısı analizleri yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen veriler ışığında kükürt uygulamalarına bağlı olarak toplam bakteri sayısında önemli derecede azalmalar belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında toplam bakteri sayısında 7,24 log of CFU g⁻¹ kuru toprak iken, 1800 kg/ha kükürt dozu uygulanan toprakların toplam bakteri sayısında 6,81 log of CFU g⁻¹ kuru toprak (Şekil 4.4) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Gupta *et al.* (1988), yaptıkları bir çalışmada farklı dozlarda kükürt uygulamalarının tarım topraklarının mikrobiyal aktivite ile biyokimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. İki farklı toprakta yürütülen çalışmada, kükürt uygulamalarına karşı toprak pH'sında istatistiksel olarak önemli bir azalma, toprak mikrobiyal biomasında ise uygulama yapılan alanlara göre %29-45 ile %2-51 arasında bir azalma tespit edilmiştir. Toprak mikrobiyal aktivitesi bakımından; fungal ve protozoa popülasyonlarında istatistiksel olarak önemli azalmaların olduğu bu nedenle çalışma sonucunda kükürt noksanlığı görülen topraklara, kükürt uygulamaları yapılırken; toprak mikrobiyal bioması ve mikrobiyal aktivitesinin göz önüne alınması gerektiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.4. Farklı Dozlarda Elementel kükürt uygulamasının saksı topraklarında toplam bakteri sayısı üzerine etkisi

4.2. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamalarının Arazi Şartlarında Toprakların pH, Elektriksel İletkenlik, Kükürt (SO₄-S) ve Toplam Bakteri Sayısı İçerikleri Üzerine etkisi

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının toprakta oluşturduğu etkileri belirlemek amacıyla yapılan ön çalışmadan elde edilen veriler ışığında arazi şartlarında oluşturulan parsellere kükürt uygulamaları son baharda (2009) Ekim ayı yapılmış, dolayısı ile kükürt fide dikiminin yapılacağı (2010) Mayıs ayına kadar toprakta inkibasyona maruz bırakılmıştır. Fide dikimi öncesi kükürt uygulamalarının arazi şartlarında oluşturduğu etkileri belirleyebilmek için toprak örnekleri alınarak, toprakların pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO₄-S) ve toplam bakteri sayımı analizleri yapılmıştır. Arazi koşullarında yetiştirilen domates bitkisine ait toprak örneklerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin yanı sıra kükürt (SO₄-S) ile toplam bakteri sayısı (T.B.S) üzerine uygulanan kükürt dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3 Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında toprakların pH, elektriksel iletkenlik ve kükürt (SO₄-S) ve toplam bakteri sayısı içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Kükürt Dozu	Bağımlı Değişkenler			
	pH	E.C.	SO ₄	T.B.S.
Önem Seviyesi	0,000*	0,000**	0,000**	0,000**
Kareler Ortalaması	0,13	0,11	92911	0,04
Frekans	28,44	58,27	193,47	60,316
Serbestlik derecesi	9	9	9	9

** : P<0,01 düzeyinde çok önemli, * : P<0,05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

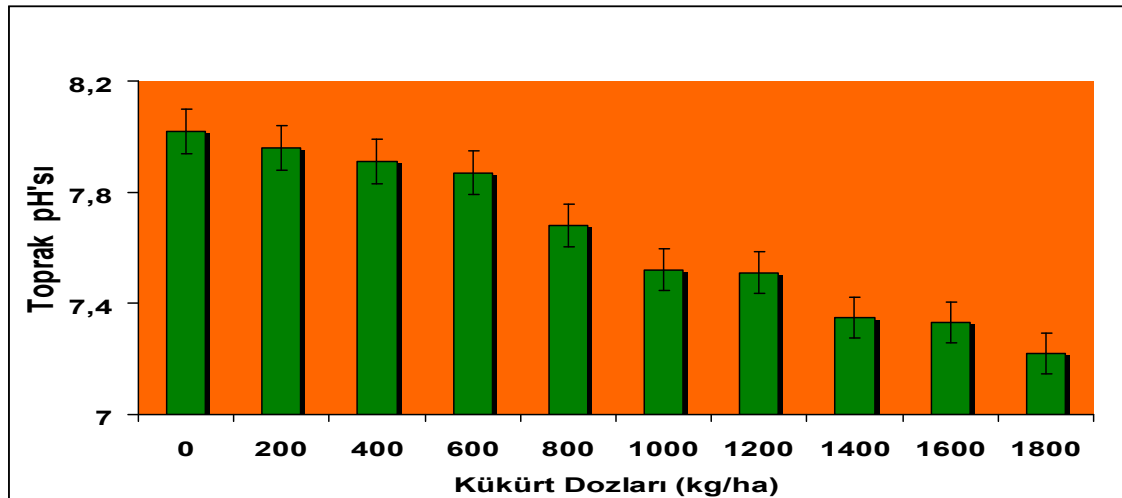
Arazi koşullarında yürütülen denemede Fide dikimi öncesi deneme parsellerinden alınan toprak numunelerine ait pH, E.C, toplam bakteri sayımı ve kükürt (SO₄-S) içeriği analizleri yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprakların pH, elektriksel iletkenlik, kükürt (SO₄-S) ve toplam bakteri sayısı (T.B.S) içerikleri üzerine etkisi.

S Dozu kg/ha	Ph	E.C.	Kükürt (SO ₄ -S)	(T.B.S)
0	8,06a	0,59d	179g	7,34a
200	7,93b	0,64de	336f	7,26b
400	7,92b	0,65de	340f	7,20c
600	7,73c	0,67cd	359f	7,15c
800	7,66cd	0,69cd	373f	7,07d
1000	7,64cd	0,75c	448e	7,00e
1200	7,63cd	0,89b	541d	6,99e
1400	7,58de	1,05a	620c	6,98e
1600	7,49ef	1,07a	680b	6,95ef
1800	7,38f	1,10a	727a	6,93f

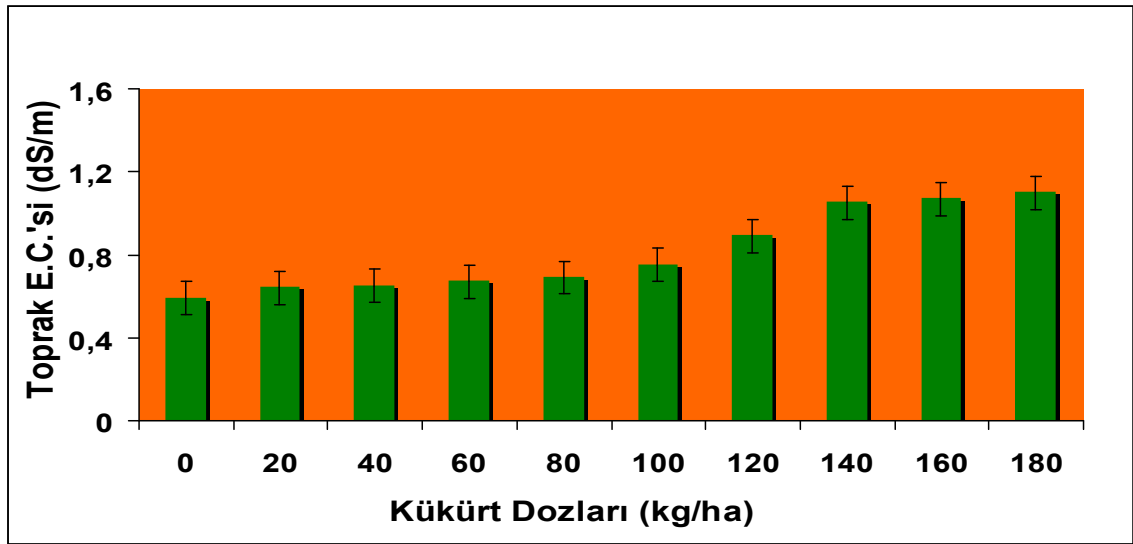
4.2.1. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprakların pH ve elektriksel iletkenlik değerleri üzerine etkisi

Fide dikimi öncesi deneme alanından alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları incelendiğinde; kontrol parsellerinin toprak pH'sı 8,06 iken, 1800 kg/ha kükürt dozu uygulanan parsellerin toprak pH'sı 7,38'e düşerek % 8,43 oranında bir azalma elde edilmiştir. Uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak toprak pH'sında meydana gelen değişim Şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında toprak pH değeri üzerine etkisi

Toprak reaksiyonundaki azalmalara bağlı olarak, topraktaki çözünebilir tuz konsantrasyonunun artması ile deneme topraklarının elektriksel iletkenlik değerlerinde kontrol uygulamasına göre önemli derecede artışlar tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasına ait toprak elektriksel iletkenlik değeri 0,59 dS/m iken, 1800 kg/ha kükürt dozu uygulanan toprakların elektriksel iletkenlik değeri 1,10 dS/m olarak belirlenmiştir. 1800 kg/ha kükürt uygulamasının elektriksel iletkenlik değeri, kontrol uygulamasının E.İ. değerinden %86 oranında yüksek belirlenmiştir. Uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak toprak elektriksel iletkenliğinde meydana gelen değişim Şekil 4.6'da verilmiştir.

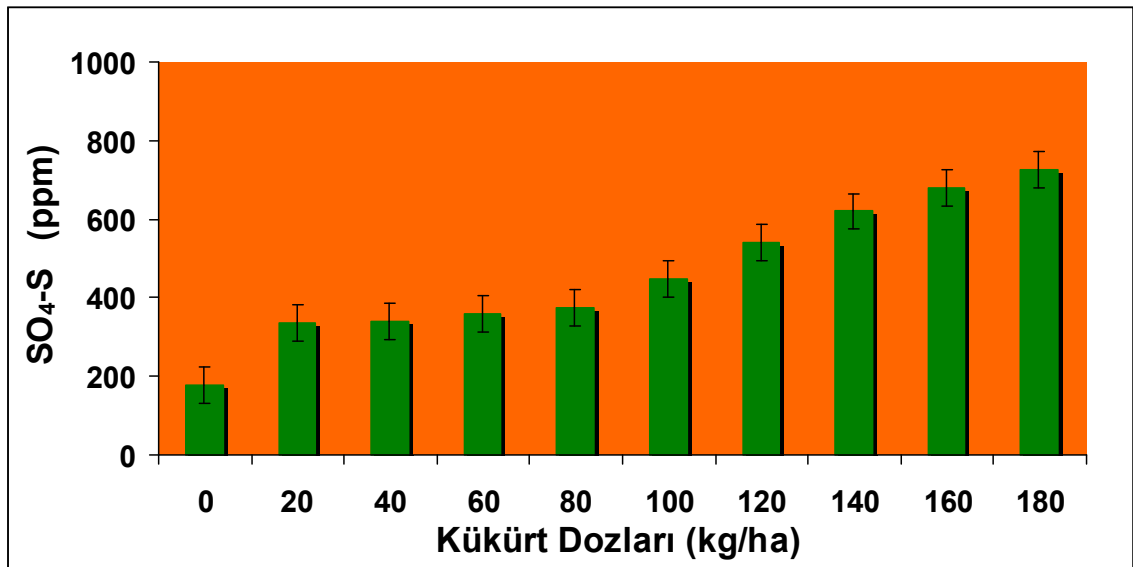


Şekil 4.6. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında topraklarının elektriksel iletkenliği üzerine etkisi

El-Fayoumy and El-Gamal (1998), mısır'da batı Noharia bölgesinde kireçli bir toprakta tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Beş farklı dozda elementel kükürt uygulaması yapılan çalışmada S uygulamalarına bağlı olarak toprak pH'sının azaldığı ve buna bağlı olarak da bazı makro ve mikro besin elementlerinin yarıyışlılığının arttığı bildirilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprakların pH değerinde azalmalar, elektriki iletkenlik değerlerinde ise artışlar pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir(Awad vd 1996; Topçuoğlu ve Yalçın 1997; Jimmy and Malak 1998; El-Fayoumy and El-Gamal 1998).

4.2.2. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprakların kükürt (SO₄-S) içerikleri üzerine etkisi

Fide dikimi öncesi deneme alanına ait topraklarda kükürt (SO₄-S) analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen veriler ışığında; Toprakların kükürt (SO₄-S) konsantrasyonlarında, uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak önemli derecede artışlar tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasına ait toprakların kükürt (SO₄-S) içeriği 179 ppm olarak belirlenirken, 1800 kg/ha kükürt dozu uygulanan toprakların kükürt (SO₄-S) içeriği 727 ppm olarak belirlenmiştir. Arazi şartlarında 1800 kg/ha kükürt uygulamasının kükürt (SO₄-S) içeriği, kontrol uygulamasının kükürt (SO₄-S) içeriğinden %406 oranında daha fazla belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında toprak kükürt (SO₄-S) İçeriği Üzerine Etkisi

Tarım topraklarında kükürt noksanlığı son zamanlarda giderek sık rastlanan bir durum haline almaktadır. Bu konuda pek çok araştırmacı tarafından benzer görüşler bildirilmektedir. FAO'nun kayıtlarına göre; Türkiye'nin kükürt noksanlığı gösteren ülkeler arasında yer almadığı yinede kükürt noksanlığı bulunan akut ya da potansiyel bölgelere sahip olduğu bildirilmiştir. Ülkemiz topraklarının oransal olarak kükürt içeriğinin yeterli görülmesi bu besin elementinin yeterince üzerinde durulmamasına

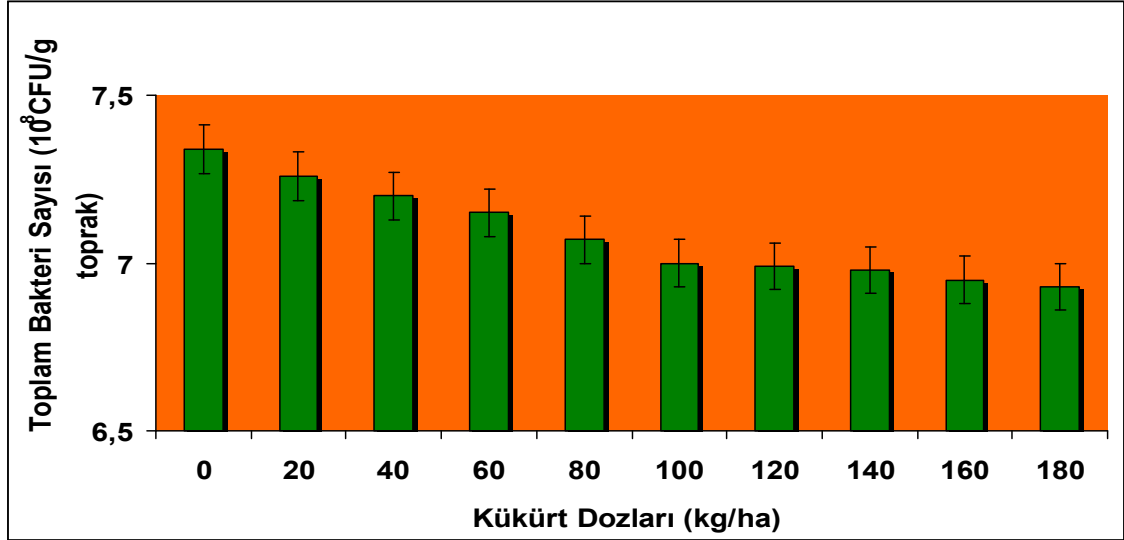
neden olmaktadır. Ayrıca, son yıllarda ülkemizde sülfatlı gübrelerin kullanımındaki azalmalara karşın Azotlu gübrelerin kullanımında bir artış görülmektedir. Bu yüzden topraklarımız her ne kadar kükürt açısından yeterli olarak sınıflandırılırsa da, bitkiler tarafından topraktan kaldırılan miktarlar tekrar ilave edilmedikçe zamanla kükürt noksanlığının karşımıza çıkabileceği belirtilmektedir. Türkiye topraklarının bitkilere yarayışlı kükürt (SO_4-S) durumunu belirlemek ve yarayışlı kükürt miktarı ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri bulmak için yapılan bir çalışmada Türkiye topraklarının %9.84'ünün kükürtlü gübrelemeye ihtiyaç gösterdiği belirlenmiştir. Kükürtlü gübrelemeye en fazla gereksinim gösteren iller Bingöl, Bitlis, Ağrı, Erzurum, Isparta, Kars, Sakarya ve Nevşehir'dir. (FAO 1995; Orman ve Kaplan 2004; Ülgen vd 1989)

Ahmed ve Khan (2010) tarafından Bangladeş'te yapılan bir çalışmada; kükürt noksanlığı görülen Sirajgonj ve Gazipur bölgesi topraklarında yetiştirilen pirincin büyüme ile verim üzerine farklı dozlarda sülfürik materyallerin (SM) ve jipsin (G) etkinliği sera şartlarında incelenmiştir. Her iki toprakta SM uygulamaları faydalanabilir kükürt içeriğini %194 - %208 arasında artırmıştır. Diğer taraftan jips uygulamaları faydalanabilir kükürt içeriğini %132 - %145 arasında artırmıştır. Sonuçlar bir kükürt kaynağı olarak SM' nin jipse göre daha etkili olduğunu göstermiş ve toprağın verimlilik ile üretkenliğine daha çok katkı sağladığı tespit edilmiştir. Tarım topraklarına Kireçli ve alkalın topraklara, kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak kükürt (SO_4-S) konsantrasyonundaki artışlar pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. (Zimmy and Malak 1998; Intodia and Sahu 1999)

4.2.3. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının arazi şartlarında topraklarının toplam bakteri sayısı (T.B.S.) içeriği üzerine etkisi

Fide dikimi öncesi deneme alanına ait topraklardan alınan toprak örneklerinde, toplam bakteri sayımı analizleri yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen veriler ışığında kükürt uygulamalarına bağlı olarak toplam bakteri sayısında önemli derecede azalmalar belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında toplam bakteri sayısında 7,34 (10^8 CFU/gr

toprak) iken, 1800 kg/ha kükürt dozu uygulanan toprakların toplam bakteri sayısında 6,93 (10^8 CFU/gr toprak) olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.8.)



Şekil 4.8. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının arazi şartlarında toplam bakteri sayısı üzerine etkisi

Kükürt çok eski zamanlardan beri toz halinde zararlılara karşı kullanılan bir kimyasaldır. Tarım alanlarında fungusit, akarisit, ve uzaklaştırıcı olarak kullanılmaktadır (Kurtar ve Aydın 2004; Yıldırım 2000). Toplam bakteri sayısındaki azalışın kükürdün bu özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, bu konuda yapılan çalışmalarda benzer şekilde toprak mikro organizma sayısındaki azalışlar bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Gupta vd 1988).

4.3. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamasının Domates Bitkisinin Yaprak Makro Element (N, P, K, Ca, Mg, S) İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda kükürt uygulamalarının domates bitkisinin yaprak N, P, K, Ca, Mg ve S içeriğinde meydana getirdiği değişimler belirlemek amacıyla; arazi şartlarında oluşturulan parsellerdeki bitkilerden yaprak örnekleri, domates bitkisinin çiçeklenme döneminin başında alınarak laboratuarda analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler değerlendirildiğinde; toprağa farklı dozlarda kükürt uygulamasına

bağlı olarak domates bitkisinin yaprak N, P, K, Ca, Mg ve S içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak makro element (N, P, K, Ca, Mg, S) içeriğine ait varyans analiz tablosu

Kükürt Dozu	Bağımlı Değişkenler					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Önem Seviyesi	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Kareler Ortalaması	0,091	0,014	0,65	0,08	0,011	28101
Frekans	22,49	28,56	41,99	42,99	11,26	39,57
Serbestlik derecesi	9	9	9	9	9	9

** : P<0,01 düzeyinde çok önemli, * : P<0,05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Toprağa elementel kükürt uygulamaları ile ilgili olarak; kontrol uygulamanın yaprak azot içeriği %4,95 iken, yaprak azot içeriği dozlara bağlı olarak artmış 1800 kg/ha kükürt uygulamasında %5,59 seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak azot içeriğinde kontrol uygulamasına göre %19,9 'luk bir artış elde edilmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak azot içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak fosfor içeriğinde önemli derecede artışlar elde edilmiştir. Kontrol uygulamanın yaprak fosfor içeriği %0,26 iken, yaprak fosfor içeriği dozlara bağlı olarak artış göstermiş 1800 kg/ha kükürt uygulamasında %0,46 seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak fosfor içeriğinde kontrol uygulamasına göre %76,9 oranında bir artış sağlanmıştır. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak fosfor içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak potasyum içeriğinde önemli derecede artışlar elde edilmiştir. Kontrol uygulamanın yaprak potasyum içeriği %2,55 iken, yaprak potasyum içeriği dozlara bağlı olarak artış

göstermiş 1800 kg/ha kükürt uygulamasında %2,97 seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak potasyum içeriğinde kontrol uygulamasına göre %16,47 oranında bir artış sağlanmıştır. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak potasyum içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak kalsiyum içeriğinde önemli derecede artışlar elde edilmiştir. Kontrol uygulamanın yaprak kalsiyum içeriği %2,19 iken, yaprak kalsiyum içeriği dozlara bağlı olarak artış göstermiş 1800 kg/ha kükürt uygulamasında %2,68 seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak kalsiyum içeriğinde kontrol uygulamasına göre %22,37 oranında bir artış sağlanmıştır. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak kalsiyum içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak magnezyum içeriğinde önemli derecede artışlar elde edilmiştir. Kontrol uygulamanın yaprak magnezyum içeriği %1,07 iken, yaprak magnezyum içeriği dozlara bağlı olarak artış göstermiş 1800 kg/ha kükürt uygulamasında %1,25 seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak magnezyum içeriğinde kontrol uygulamasına göre %16,8 oranında bir artış sağlanmıştır. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak magnezyum içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak kükürt içeriğinde önemli derecede artışlar elde edilmiştir. Kontrol uygulamanın yaprak kükürt içeriği 127 ppm iken, yaprak kükürt içeriği dozlara bağlı olarak artış göstermiş 1800 kg/ha kükürt uygulamasında 454 ppm seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak kükürt içeriğinde kontrol uygulamasına göre %254 oranında bir artış sağlanmıştır. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel

kükürdün domates bitkilerinin yaprak kükürt içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4,6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak makro element (N, P, K, Ca, Mg, S) içeriği üzerine etkisi.

Kükürt Dozu kg/ha	Kükürt	Azot	Fosfor	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum
0	127e	4,95g	0,26c	2,55g	2,19e	1,07e
200	305d	5,11f	0,27c	2,57g	2,27c	1,11de
400	312d	5,14f	0,29c	2,65f	2,30c	1,12cde
600	3616c	5,21de	0,29c	2,7ef	2,38c	1,12cde
800	381bc	5,26cd	0,30c	2,75de	2,42c	1,13cd
1000	389bc	5,30bcd	0,30c	2,8cd	2,50b	1,16bc
1200	412ab	5,32bcd	0,34b	2,85bc	2,54b	1,17bc
1400	428ab	5,33bc	0,35b	2,88b	2,56b	1,21ab
1600	446a	5,4b	0,43a	2,9b	2,67a	1,24a
1800	454a	5,593a	0,46a	2,97a	2,68a	1,25a

Topçuoğlu ve Yalçın (1997) tarafından yapılan bir çalışmada çok fazla kireç içeren siltli tınlı sera toprağına 0, 30, 60, 120 kg/da elementel kükürt uygulanarak yetiştirilen domates bitkisinde, bitkinin yaprak ayası, yaprak sapı ve meyve dokularındaki toplam N, P, K, Ca, Mg, S içeriklerinin arttığı bildirilmiştir.

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamaları yapılan bir çalışmada, genç satsuma ağaçlarına farklı kükürt seviyeleri (0, 1, 2, 3 kg/ağaç) ve gübre uygulamalarının toprak tepkimesi, toprak tuz içeriği (%), verim, besin maddeleri alınımı ve bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Verim üzerine kükürt seviyeleri ve gübre uygulamaları istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en düşük verim kontrolde elde edilirken, en yüksek verim 3 kg/ağaç kükürt seviyesindeki gübre uygulaması yapılan ağaçlarda tespit edilmiştir. Kükürt uygulamasıyla toprak pH'sı düşerken, artan kükürt düzeyleri ile yaprak fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, ve kükürt içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir (Aka 2008).

Erdem (2004) yaptığı sera denemesinde, farklı S konsantrasyonlarına sahip olan topraklara, S uygulamasının bitkinin yeşil aksam S konsantrasyonlarında önemli artışlara neden olduğu ayrıca, artan dozlarda uygulanan S dozlarına bağlı olarak bitkilerin yeşil aksamındaki N konsantrasyonunda da önemli artışlar elde edildiği ve bitkinin yeşil aksamındaki S konsantrasyonu ile N konsantrasyonu arasında önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Kireçli ve yüksek pH'lı topraklara uygulanan elementel kükürt uygulamalarının topraktaki makro besin maddelerinin yayırlılığını artırmak sureti ile bitkideki konsantrasyonlarının arttığı pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (El-Fayoumy and El-Gamal 1998; Twarı 1995; Gendy *et al.* 1995; Zhao *et al.* 1999; Çaycı vd 1995 Aria *et al.* 2010; Deshbhratar *et al.* 2010; Skwierawska *et al.* 2008; Wu *et al.* 2007). Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamaları ile domates bitkisinin yapraklarında sağlanan makro bitki besin elementi miktarlarındaki artışların toprak pH'larındaki azalmalara bağlı olarak toprakta makro besin elementlerinin çözünebilir miktarlarının artması ile bitki tarafından alınabilir miktarlarının artmasından ayrıca, kükürdün bitkinin azot metabolizmasındaki öneminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar bu konuda yapılan diğer çalışmalarla uyum içerisindedir.

4.4. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamasının Domates Bitkisinin Yaprak Mikro Element (Fe, Cu, Zn, Mn) İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı dozlarda kükürt uygulamalarının domates bitkisinin yaprak Fe, Cu, Mn ve Zn içeriğinde meydana getirdiği değişimler belirlemek amacıyla; arazi şartlarında oluşturulan parsellerdeki bitkilerden yaprak örnekleri, domates bitkisinin çiçeklenme döneminin başında alınarak laboratuvarında analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler değerlendirildiğinde; yaprak demir, bakır, çinko ve mangan içeriklerinde artışlar belirlenmiştir. Domates bitkilerinin yaprak analizlerinden elde edilen verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) içeriğine ait varyans analiz tablosu

Kükürt Dozu	Bağımlı Değişkenler			
	Fe	Cu	Mn	Zn
Önem Seviyesi	0,387 ^{ns}	0,049*	0,000**	0,003*
Kareler Ortalaması	45161	149,03	1093	73150
Frekans	1,130	2,406	85,879	4,466
Serbestlik derecesi	9	9	9	9

** : P<0,01 düzeyinde çok önemli, * : P<0,05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Kontrol uygulamanın yaprak demir içeriği 435 ppm iken, yaprak demir içeriği dozlara bağlı olarak artmış 1800 kg/ha kükürt uygulamasında 539 ppm seviyesine ulaştığı belirlenmiştir. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak demir içeriğinde kontrol uygulamasına göre bir miktar artış elde edilmesine rağmen elde edilen bu artış istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak demir içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.8.'de verilmiştir

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamaları domates bitkisinin yaprak Cu içeriğinde önemli derecede değişikliğe sebep olmuştur. Kontrol uygulamanın yaprak Cu içeriği 20,01 ppm iken, yaprak bakır içeriği uygulanan dozlara bağlı olarak artmış 1800 kg/ha kükürt uygulamasında 26,53 ppm seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak bakır içeriğinde kontrol uygulamasına göre %32,58'lik bir artış elde edilmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak bakır içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.8'de verilmiştir

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamaları domates bitkisinin yaprak Mn içeriğinde önemli derecede değişikliğe sebep olmuştur. Kontrol uygulamanın yaprak Mn içeriği 74,67 ppm iken, yaprak Mn içeriği uygulanan dozlara bağlı olarak artmış 1800 kg/ha kükürt uygulamasında 94,33 ppm seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak Mn içeriğinde kontrol uygulamasına göre % 26,32 'lik bir artış elde

edilmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak mangan içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamaları domates bitkisinin yaprak Zn içeriğinde önemli derecede değişikliğe sebep olmuştur. Kontrol uygulamanın yaprak Zn içeriği 11,06 ppm iken, yaprak Zn içeriği uygulanan dozlara bağlı olarak artmış 1800 kg/ha kükürt uygulamasında 60,433 ppm seviyesine çıkmıştır. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak yaprak Zn içeriğinde kontrol uygulamasına göre %443,9 ’luk bir artış elde edilmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin yaprak çinko içerikleri üzerine etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda uygulanan elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin yaprak mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri üzerine etkisi

Kükürt Dozu kg/ha	Fe	Cu	Mn	Zn
0	435	20,01c	74,67e	11,06g
200	440	20,10c	77,33de	16,53f
400	445	20,00c	77,67de	18,30ef
600	463	22,00bc	79,67cde	19,47def
800	470	22,00bc	82,33bcde	21,00de
1000	476	22,49bc	83,33bcde	24,36d
1200	510	23,27 abc	86abcd	35,89c
1400	530	24,70 ab	88,33 abc	46,35b
1600	536	25,60 ab	90,67ab	48,14b
1800	539	26,53 a	94,33a	60,43a

Toprağa uygulanan elementel toz kükürtle ilgili olarak domates bitkisinin yaprak Fe, Cu, Zn ve Mn içeriğinde genel olarak bir artış sağlanmıştır. Bu artışların toprak pH’larındaki azalmalara bağlı olarak mikro besin elementlerinin çözünebilir miktarlarının artması ile bitki tarafından alınabilir miktarlarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kireçli ve alkalın topraklarda, kükürt uygulamalarına

bağlı olarak kültür bitkilerinin yaprak mikro element konsantrasyonundaki artışlar pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. (Çaycı vd 1995; Awad *et al.* 1996; El-Fayoumy and El-Gamal 1998; Gülser vd 2001; Sierra *et al.* 2007; Topçuoğlu ve Yalçın 1997). Elde edilen sonuçlar bu konuda yapılan diğer çalışmalarla uyum içerisinde.

Türkiye topraklarını temsilen toplanan 1511 adet toprak örneğinin analizi sonucunda, toprakların yarayışlı demir kapsamı ile pH'ları arasında azalan doğrusal ilişki önemli bulunmuştur. Toprak pH'sı arttıkça topraktaki yarayışlı demir kapsamı azalmakta ve bu azalmanın Mn, Fe ve Zn'da Cu'a göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yine bu analizler sonucunda, topraktaki kireç kapsamı arttıkça yarayışlı demir kapsamının azaldığı tespit edilmiştir (Eyüpoğlu vd 1995).

4.5. Farklı Dozlarda Elementel Kükürt Uygulamasının Domates Bitkisinin Verim ile Meyve pH'sı, Meyve Titrasyon Asitliği ve S.Ç.K.M gibi Bazı kalite Unsurları Üzerine Etkisi.

Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarının domates bitkisinin verim ve bazı verim unsurları (meyve pH'sı, meyve titrasyon asitliği ve S.Ç.K.M) üzerine etkisini belirlemek amacıyla; arazi şartlarında oluşturulan parsellerden hasat edilen ürünler her hasat sonrası kaydedilmiş buradan toplam verimler için değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca, toplanan meyvelerden yapılan analizler sonucu meyve pH'sı, meyve asitliği ve meyvede suda çözünebilir kuru madde miktarları belirlenmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler değerlendirildiğinde; farklı dozlarda kükürt uygulamalarının domates bitkisinin meyve verimi ve kuru madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin verim ile meyve pH'sı, meyve asitliği ve S.Ç.K.M gibi bazı verim unsurları içeriklerine ait varyans analiz tablosu.

Kükürt Dozu	Bağımlı Değişkenler			
	Verim	Meyve pH'sı	Meyve Asitliği	Meyve S.Ç.K.M
Önem Seviyesi	0,000*	0,108 ^{ns}	0,261 ^{ns}	0,000**
Kareler Ortalaması	154402	0,00	0,00	0,38
Frekans	15,84	1,91	1,38	53,35
Serbestlik derecesi	9	9	9	9

** : P<0,01 düzeyinde çok önemli, * : P<0,05 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Toprağa elementel kükürt uygulamaları ile ilgili olarak; kontrol uygulamasına ait parsellerden elde edilen toplam verim 93720 kg/da olarak belirlenirken, toplam verim dozlara bağlı olarak artmış ve 1800 kg/ha kükürt uygulamasında en yüksek verim elde edilmiştir. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak toplam verim miktarında içeriğinde kontrol uygulamasına göre %21,94 'lük bir artış meydana gelmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin toplam verim miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Toprağa uygulanan farklı dozlarda elementel kükürt uygulamalarına bağlı olarak meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitliğinde istatistiki anlamda önemli bir fark bulunmamıştır. Meyve pH'sı 4,02 ile 4,05 arasında değişim göstermiş meyvede titre edilebilir asitliğin ise %0,39 ile %0,41 arasında değiştiği tesbit edilmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün domates bitkilerinin meyve pH'sı ve meyvesinin titre edilebilir asitlik üzerine etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Toprağa elementel kükürt uygulamaları ile ilgili olarak; kontrol uygulamasına ait parsellerden elde edilen meyvelerin suda çözünebilir kuru madde oranları %4,02 iken, suda çözünebilir kuru madde oranları dozlara bağlı olarak artmış 1800 kg/ha kükürt uygulamasında %5,23 olarak belirlenmiştir. Kükürt uygulamalarına bağlı olarak suda çözünebilir kuru madde oranı açısından kontrol uygulamasına göre yaklaşık %23 'lük bir artış elde edilmiştir. Deneme alanına farklı dozlarda uygulanan elementel kükürdün

domates bitkilerinin suda çözünebilir kuru madde oranları üzerine etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda elementel kükürt uygulamasının domates bitkisinin verim ile meyve pH'sı, meyve asitliği ve S.Ç.K.M gibi bazı verim unsurları üzerine Etkisi

Kükürt Dozu kg/ha	Verim (kg/ha)	Meyve pH'sı	Meyve Titrasyon Asitliği (%)	Meyve S.Ç.K.M'si (%)
0	93720d	4,02	0,40	4,02f
200	94350d	4,02	0,40	4,08f
400	96230cd	3,98	0,40	4,27e
600	97890bcd	3,99	0,39	4,43d
800	99030bcd	4,03	0,40	4,57cd
1000	100407bc	3,99	0,39	4,63bc
1200	102807b	4,02	0,40	4,68bc
1400	109250a	4,03	0,41	4,67bc
1600	110410a	4,01	0,41	4,78b
1800	114290a	4,05	0,39	5,23a

Farklı dozlarda kükürt uygulamalarına bağlı olarak verim ve kuru madde oranı artmış, uygulamaların meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitliği üzerine etkisi önemli olmamıştır. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada Topçuoğlu ve Yalçın (1997), çok fazla kireç içeren siltli tınlı sera toprağına 0, 30, 60, 120 kg/da elementel kükürt uygulanarak yetiştirilen domates bitkisinde meyve verimi ve meyve kuru madde oranının arttığı, uygulamaların meyve pH'sı ve meyve titrasyon asitliğinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı bildirilmiştir.

Erdem (2004) yaptığı sera denemesinde, farklı S konsantrasyonlarına sahip olan topraklara yapılan S uygulamasının bitkinin kuru madde verimlerinde önemli artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonunda elde edilen veriler bu konuda yapılan çalışmalar ile uyum içerisinde olmuş ve kültür bitkilerinde kükürt uygulamalarına bağlı olarak verim ve kalitede önemli artışların elde edildiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. (Erkoç 2009; Tiwari 1995; Candilo *et al.* 1994; Gendy *et al.* 1995).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde modern tarımını en önemli gerekliliklerinden birini bitki besleme dolayısı ile de gübreleme konusu oluşturmaktadır. Bu uygulamaları yaparken; tarım topraklarından beklenen faydanın sağlanmasının yansırı bizlerden sonra gelecek nesillerin ihtiyaçlarını topraktan karşılayabilmesine olanak sağlayacak sürdürülebilir uygulamalar, yaşadığımız dünyanın geleceğini önemli derecede etkileyecektir. Bu konuda bilinçsiz ve bilgisizce yapılan uygulamalar ise bir taraftan toprakların degradasyonuna yol açarken diğer taraftan su kaynaklarını kirletmekte, doğal yaşamı olumsuz bir şekilde etkilemektedir.

Kükürt hem organik tarımda hemde konvansiyonel tarımda kullanılabilen çok amaçlı bir materyaldir. Bitkiler için mutlak gerekli makro besin elementlerinden biri olmasının yanı sıra önemli bir toprak ıslah materyalidir. Ayrıca, bitki koruma açısından ise çok eski zamanlardan beri bir çok hastalık ve zararlının mücadelesinde yaygın olarak kullanılan bir preparattır. Kükürdün en önemli özelliklerinden biriside ekonomik bir materyal oluşudur.

Sonuç olarak yapılan çalışma ile Erzincan ilinde alkalın toprakların kükürt uygulamalarına karşı verdiği tepkiler hem toprak açısından, hemde bitki açısından ortaya konulmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Kükürt uygulamalarına bağlı olarak toprak pH'sında kontrol parseline göre %9.9 oranında bir azalma, E.C. değerinde ise %227 oranında bir artış tespit edilmiştir. Artan dozlarda kükürt uygulamalarına bağlı olarak domates bitkisinin yaprak makro ve mikro besin elementi içeriği genelde bir artış eğilimi gösterirken; uygulamaların verim ve bazı verim unsurları üzerine olumlu etkiler yaptığı ortaya konmuştur. Kontrol parseline göre en yüksek verim artışı (%21,9) 1800 kg/ha S uygulamasından elde edilmiştir. 2011 yılı fiyatları baz alınarak yapılan ekonomik analiz sonucu 1800 kg/ha S uygulamasının, elde edilen toplam kazancı %19 civarında artırdığı belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında bu konuda bölge toprakları için yapılacak çalışmalarda uygulama dozlarının yükseltilerek, optimum S dozu, uygulama sıklığı, etki süresi, etki şiddeti uygulanabilir en yüksek doz gibi konularda yapılacak olan araştırmaların; kükürt gibi ekonomik ve etkili bir materyalin çok daha etkin bir şekilde kullanımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında toprak pH'sında meydana gelen düşüslere bağlı olarak elde edilen verim artışları, benzer şekilde bölgede yetiştiriciliği yapılan diğer kültür bitkilerinin daha etkin olarak yetiştirilmesin de önemli bir kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, F., Khan, Md. R. 2010. Effect of Sulfidic Material as a Source of Sulfur Fertilizer for the Growth and Yield of Rice in Two Sulfur Deficient Soils in Bangladesh. [Journal of American Science 2010;6(9):276-282]. (ISSN: 1545-1003).
- Aka, M.A. 2008. Genç Satsuma Ağaçlarına uygulanan Farklı Seviyedeki Kükürdün Verim ve Besin Elementlerinin Alımı Üzerine etkisi Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Doktora tezi Bilim dalı kodu (501.13.02.)
- Aktaş, M. 1998 Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri ve Tanınmaları ISBN :975-320-033-1 Ankara. S:37-39
- Anonim, 2005. Fertigation Practical Aspects <http://www.ipipotash.org/pdf/countrysp/fertbroch.pdf>
- Anonymous 2009b. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. Ankara, <http://www.tuikrapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet> (28.11.2010).
- Anonymous, 1980. Soil Testing and Plant analysis. Bull.38/1. Food Agriculture Organization. Rome - İtaly
- Anonymous, 2009a. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, (28.11.2010).
- Anonymous, 2010, Devlet meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Veri Tabanı <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler/istatistik.aspx?m=ERZINCAN> (25 11.2010.)
- Anonymus, 1995. FAO status of sulphur in soils ant plants of thirty countries. World Soils Resources reports,79.
- AOAC 1990. In: Helrich, K (Ed.) Official Methods of Analiysis of the association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Aria, M.M., Lakzian, A., Haghnia, G.H., Berenji, A.R., Besharati, H., Fotovat A. 2010. Effect of Thiobacillus, sulfur, and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate Bioresource / Technology 101 (2010) 551–554
- Awad, A.M., Ramadan, H.M., El-Fayoumy, M.E., 1996. Effect of Sulphur, Phosphorus and Nitrogen Fertilizers on Micronutrient Availability Uptake and Wheat Production on Calcareous Soils. Alexandria Journal of Agricultural Research, 41:(3), 311-327.
- Aydeniz, A., Brohi A.R.,(1991) Siverek toprağının verimliliğine kükürdün etkisi. Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 8, Sayı 2,209-226.
- Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen Total. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 597-622.
- Candilo, M-DI, Silvestri, G.P., Di-Candilo, M., Bieche, B.J., 1994. Sulphur, Calcium and Magnesium in Processing Tomatoes Grown in Sub-Alkaline or Sub-Acid Soils. Fifth International Symposium on the Pprocessing Tomato, Sorrento, Italy, 23-27 Nowember 1993, Acta- Horticulturde, 376; 207-214.

- Cemeroğlu, B., 1992 Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları ISBN 975-704-00-5 Ankara No:02-2 s 231-264
- Çaycı, G., İnal, A., Baran, a. ve Arcak S., 1995 Bitki Yetiştirme Ortamı Olarak Peatin Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Kükürt İlavesi ve İnkübasyon Süresinin Etkisi (Tükçe) An.Ün. Zir.Fak Tarım Bilimleri Derg.,1 (47-54
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üni. Yayınları No: 143. Erzurum.s:90-95
- Deshbhratar, P.B., P.K. Singh, A.P., Jambhulkar Ramteke, D.S. 2010. Effect of sulphur and phosphorus on yield, quality and nutrient status of pigeonpea (*Cajanus cajan*) *Journal of Environmental Biology* 31(6) 933-937
- Elemental sulphur as pH and soil fertility amendment for some Chileans soils of regions III and IV. *Chilean Journal of Agricultural Research* 2007 Vol. 67 No. 2 pp. 17 Record Number:20093290190
- El-Fayoumy, M.E., El- Gamal, A.M. 1998. Effect of Sulphur Application Rates on Nutrient Availability, Uptake and Potato Quality and Yield in Calcareous Soil. *Egyptian Journal of Soil Science*, 38; 1-4, 271-286.
- Erdem, H., 2004. Farklı Bölge Topraklarında Kükürt Uygulamasının Buğdayın Kuru Madde Verimi Üzerine Olan Etkisinin Sera Koşullarında Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Eyüboğlu, F., Kurucu N., Talaz S.,(1995) Türkiye Topraklarının Bitkiye Yarayışlı Bazı Mikro Elementler Bakımından Genel Durumu. Toprak ve Su kaynakları Araştırma Yıllığı. Ankara Yayın No:98,338-351
- FAO, 1990. Micronutrient. Assesment at the country leaves an international study. *FAO Soils Bulletin* 63. Rome.Gupta, V. V. S. R., Lawrence, J. R. and Germida, J. J. 1988. Impact of elemental sulfur fertilization on agricultural soils. I. Effects on microbial biomass and enzyme activities. *Canadian Journal. Soil Sci.* 68: 463-473.
- Gee, G.W., and Hortage, K.H. 1986. Particle- Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods* Secand Edition. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383-441.
- Gendy, E.N., El-Raises, S.A.A, Reheem, M.A.A., 1995. Effect of Number of Irrigations and Sulphur Application on Broad Bean Growth and Yield. *Egyptian Journal of Soil Science*, 35(3), 379-393.
- Gupta, V.V.S.R., Lawrence, J.R. and Germida, J.J. 1988. Impact of elemental sulfur fertilization on agricultural soils I. Effects on microbial biomass and enzyme activities. *Can. J. Soil Sci.* 68: 463-473.
- Gülser, F., Tüfenkçi, Ş. ve Erdal, İ. 2001. Farklı Kükürt Uygulama Şekilleri ve Fosfor Gübrelemesinin Mısır Bitkisinin (*Zea Mays L.*) Bakır, Mangan ve Demir İçeriğine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü* 7 (2).
- Günay, A., 1981. Özel Sebze Yetiştiriciliği, Cilt.2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, s:134-190
- Günay, K., 1993. Bitkisel Üretimde Besin Ürün Dengesi. T.C.M.B. Yayını. Ankara 61-64
- Harley, J.P. and Prescott, L.M., 2002. *Laboratory Exercises in Microbiology*, Fifth Edition New York: The McGraw-Hill Companies, 466p.

- Hashem, F.A., El-Magraby, S.E ve Wassif, M.M., 1997. Efficiency of Organic Manure and Residual Sulphur Under Saline Irrigation Water and Calcareous Soil Conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*, 97(4), 451-465.
- Intodia, S.K. and Sahu, M. P. 1999. Effect of Sulphur Fertilization on Distribution of Sulphur in Alkaline Calcareous Soil of South Rajasthan. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, Vol. 47, No.3
- Kacar B.,(1997) Gübre Bilgisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No:1490. 317-338
- Kacar, B., 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II. Bitki analizleri. A.Ü. Zir. Fak. Yay. 453, Ankara, 55-88.
- Lindsay, W.L., and Norwell, W.A. 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* Vol: 33, p:49-54.
- Mclean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 199-224.*
- Montag, U., 1999. Fertigation in Israel. IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition. 29 June-2 July 1999. Barcelona, Spain.
- Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Organic Matter. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 574-579.*
- Nelson, R.E. 1982. Carbonate and Gypsum.. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 191-197.*
- Orman, S. ve Kaplan, M., 2004. Türkiye kükürlü gübre tüketiminin değerlendirilmesi. *Tarım ve Çevre 3. Ulusal Gübre Kongresi, Toka t.s: 95-102*
- Rhoades, J.D. 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 149-157.*
- Rhoades, J.D. 1982b. Exchangeable Cations. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 159-164.*
- SAS, 1982. SAS Users guide. SAS Institute, Cary, N.C. Sevgican, A., 1989. Örtü Altı Sebzeçiliği. *Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No: 19, Yalova Sierra, B. C., Lancelloti M., A., Vidal P., I. 2009.*
- Skwierawska, M., Zawartka, L., Zawadzki. B. 2008 The effect of different rates and forms of sulphur applied on changes of soil agrochemical properties *Plant Soil Environ.*, 54, 2008 (4): 171–177
- Tıvari, R.C. 1995. Soil Sulphur Status and Crop Responses to Sulphur Application In Eastern Utar Pradesh, India. *Sulphur in Agriculture*, 19: 21-25.
- Tolay, İ., Gülmezoğlu, N., Helvacı, D., Kaygısız, A., Aytaç, Z.K. 2005. Tahıllarda Verim ve Kalite Üzerine Kükürdün Etkisi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Derleme Sunusu Cilt II, Sayfa 1193-1198)*
- Topçuoğlu B., Yalçın S. 1997. Kireçli Toprağa Elementel Kükürt Uygulamasının Örtü Altında Yetiştirilen Domates Bitkisinin Verimi ile Bazı Kalite Özellikleri ve Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fak. Derg. Sayı 10, 196-210*

- Ülgen, N., Eyüboğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1989. Türkiye Topraklarının Bitkilere Yarayışlı Kükürt Durumu, Yayın Tarihi :1989 Yayın Yeri :Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No:162 Seri No :T-60
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü 261, 293 s, İzmir.
- Wu, X., Chen, M.C., Yang, Z.P. 2007. Effect of Sulphur Application On the Growth of Cole Soil pH and available P in Alkalın soil. Plant Nutrition and Fertilizer.2007.13.(4):671-677.
- Yazgan, A.,1993. Kültür sebzeleri GOÜ., Ziraat Fak.,Ders Notu Yayınları No:2. Tokat
- Zabunoğlu S., Brohi A.R.,1980. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.Yıllığı Cilt: 30, fasikül1-2'denAyrı Basım. Ankara
- Zhao, F. J., Wu, J. and Mcgrath, S.P. 1996 a. Soil organic sulphur and its turnover. In: Humic Substances in the Terrestrial Ecosytems. pp. 467-506.
- Zimmy, L., Malak, D., 1998. Response of Winter Triticale to Variable Contamination of Light and Medium Soil. Part II. Contamination With Sulphur Roczniki Nauk Rolniczych-Seria A. Produkcja Roslinna, 112(3-4),37-44.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Erzurum ili Oltu ilçesi Subatuk köyünde doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Erzincan'da tamamladıktan sonra 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden mezun oldu. 2004 yılında Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'ne Ziraat Mühendisi olarak ataması yapıldı. Halen aynı kurumda Ziraat Mühendisi olarak görevine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk sahibidir.