

KÜKÜRDÜN MARUL BİTKİSİNDE (*Lactuca sativa*
L.) NİTRAT BİRİKİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Seda CANSIZER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜKÜRDÜN MARUL BİTKİSİNDE (*Lactuca sativa* L.) NİTRAT
BİRİKİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Seda CANSIZER
0000-0002-3146-5869

Prof. Dr. Murat Ali TURAN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Seda CANSIZER tarafından hazırlanan “KÜKÜRDÜN MARUL BİTKİSİNDE (*Lactuca sativa* L.) NİTRAT BİRİKİMİ ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Murat Ali TURAN

Başkan : Prof. Dr. Murat Ali TURAN İmza
0000-0002-7936-1663
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Süleyman TABAN İmza
0000-0002-7997-9412
Ankara Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Barış Bülent AŞIK İmza
0000-0001-8395-6283
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.././.....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../.....

Seda CANSIZER

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof. Dr. Murat Ali TURAN
24/05/2022

Seda CANSIZER
24/05/2022

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜKÜRDÜN MARUL BİTKİSİNDE (*Lactuca sativa* L.) NİTRAT BİRİKİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Seda CANSIZER

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat Ali TURAN

Bu çalışmada sera koşullarında marul bitkisine artan oranlarda uygulanan kükürdün bitkinin kuru madde, kükürt, toplam azot ve nitrat içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla marul bitkisine temel gübreleme olarak (100 mg N kg^{-1}) üre gübresinden ve azot konsantrasyonları dengelenecek şekilde (1, 5, 10, 20 ve 40 mg S kg^{-1}) amonyum sülfat gübresi uygulanmıştır. Deneme sekiz hafta sürdürülmüş ve süre sonunda bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek deneme sonlandırılmıştır.

Deneme sonucunda yapılan analizler ile marul bitkisine artan oranda uygulanan kükürdün bitkinin kuru madde ve toplam azot içerisine her hangi bir etkisinin bulunmadığını ancak özellikle kükürdün 40 mg S kg^{-1} dozunun marul bitkisinin $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriğinde önemli düzeyde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kükürt, marul, nitrat

2022, vii + 43 sayfa.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

The EFFECT of SULFUR on NITRATE ACCUMULATION in LETTUCE (*Lactuca sativa* L.)

Seda CANSIZER

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Murat Ali TURAN

In this study, the effects of increasing amounts of sulfur applied to the lettuce plant under greenhouse conditions on the dry matter, sulfur, total nitrogen and nitrate content of the plant were investigated. For this purpose, urea fertilizer (100 mg N kg⁻¹) and ammonium sulfate fertilizer (1, 5, 10, 20 and 40 mg S kg⁻¹) were applied to the lettuce plant in a way that the nitrogen concentrations were balanced. The experiment was continued for eight weeks and at the end of the experiment, the plants were cut from the soil surface and the experiment was ended.

As a result of the analysis, it was determined that the sulfur applied to the lettuce plant at an increasing doses did not have any effect on the dry matter and total nitrogen content of the plant, but especially the 40 mg S kg⁻¹ dose of sulfur caused a significant decrease in the NO₃-N content of the lettuce plant.

Key words: Sulfur, lettuce, nitrate
2022, vii + 44 pages.

TEŞEKKÜR

Tamamlamıő olduğum yüksek lisans tez çalıőmamın her aőamasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Murat Ali TURAN'a yardımları ve desteği için teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Çalışma boyunca arazi ve laboratuvar çalıőmalarında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen arkadaőım Saliha DORAK'a ayrıca bu tezin tamamlanmasında desteğini esirgeyemeyen Aileme teőekkürlerimi sunarım.

Seda CANSIZER

.../.../.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Deneme toprağı'nın kimi özellikleri.....	14
3.2. Araştırma kapsamında yürütülen sera denemesi kurulması.....	15
3.3. Toprak Analizlerinde Kullanılan Analiz Metotları.....	15
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	21
4.1. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin kuru madde içeriğı üzerine etkisi.....	21
4.2. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin azot içeriğı üzerine etkisi.....	23
4.3. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin kükürt içeriğı üzerine etkisi.....	25
4.4. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin nitrat içeriğı üzerine etkisi.....	26
5. SONUÇ.....	32
KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ.....	39

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
Kısaltmalar	Açıklama
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
Zn	Çinko
Na	Sodyum
N	Azot
Mn	Mangan
K	Potasyum
P	Fosfor
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
µS	Mikrosimens
pH	Hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritması
cm	Santimetre
ppm	Parts per million

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Sera denemesinin genel görünümü	14
Şekil 3.2. Bitki örneklerinin kurutulması.....	17
Şekil 3.4. Bitki örneklerinin kök nitrat analizi.....	19
Şekil 3.5. Bitki örneklerin toprak üstü aksam nitrat analizini.....	19
Şekil 3.6. Araştırma kapsamında yapılan nitrat analizinde belirlenen standart eğri.....	20
Şekil 4.1. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde içeriği üzerine etkisi.....	22
Şekil 4.2. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök kuru madde içeriği üzerine etkisi	23
Şekil 4.3. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin azot içeriği üzerine etkisi	24
Şekil 4.4. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul kükürt içeriği üzerine etkisi	26
Şekil 4.5. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin gövde nitrat içeriği üzerine etkisi	27
Şekil 4.6. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök nitrat içeriği üzerine etkisi	28
Şekil 4.7. Yaprak hücrelerinde nitrat asimilasyonu (Beevers ve Hageman, 1983).....	30
Şekil 4.8. Yaprak hücrelerinde nitrat ve nitritin indirgenme tepkimeleri (Mengel ve Kirkby 1987)	30
Şekil 4.9. Bitkilerde ferredoxinin yapısında bulunan $2Fe_2S$ kümesi (Duke ve Reisenauer, 1986).....	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Sera denemesinde kullanılan toprak örneğinin kimi özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan referans değerler.....	15
Çizelge 4.1. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu	21
Çizelge 4.2. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök kuru madde içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu	22
Çizelge 4.3. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toplam azot içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu	24
Çizelge 4.4. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kükürt içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu.....	25
Çizelge 4.5. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toprak üstü aksam nitrat içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu.....	26
Çizelge 4.6. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök nitrat içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu.....	28

1. GİRİŞ

Gübreleme, toprakta yeterli miktarda olmayan bitki besin elementlerini, kültür bitkilerine sağlamak için yapılmaktadır. Başka bir tabir ile besin elementlerinin toprağa kazandırılması mineral ve organik gübrelerin toprağa karıştırılarak mümkün olmaktadır.

Hayati öneme sahip olan azot, bitkiler tarafından nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) formunda alırlar. Yapılmış olan çalışmalarda azot alınımı üzerine ortam sıcaklığının kayda değer etki yaptığı ve düşük sıcaklarda NO_3^- ve NH_4^+ alınımının azaldığını göstermiştir. Bitkilerin gelişimi için zorunlu olan azotu çoğunlukla yetiştirildikleri topraktan, atmosferden veya azotlu gübrelerden alır.

Bitkilerin kuvvetli bir vejetatif bir gelişme göstermesi için yeterince azotun sağlanması gerekmektedir. Vejetatif devresi az olan ve yeşil aksamı tüketilen marul ve benzer sebzelerde önemlidir. Bitkisel verimi arttırmak için yapraktaki koyu yeşil rengi sağlamak için azotlu gübrelerin yüksek miktarda kullanılması çoğunlukla sebzelerde nitrat birikmesine zamanla topraktan yıkanmasına ve sonucunda, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarında nitrat kirlenmesi meydana gelmektedir.

Ülkemizde açıkta ve örtü altında mevsimlere uyumlu olarak ıslah edilmiş çeşitler de yetiştirme süresi 2-3 ay gibi kısa süreli olan salata ve marul tiplerinde yılın her döneminde üretim yapmak mümkündür. Bu nedenle yetiştiriciliği esnasında bol miktarda bitki besin elementlerine ihtiyaç duymaktadır. Kısa zaman da hasat edilebilmesi için uygulanmakta olan azot, bitki de yeterince değişikliğe uğramamaktadır. Azot bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için zorunlu bir besin elementi olup, bitkilerde nitrat birikmesi üzerine etki eden faktördür. Gerçi, sebzelerde yüksek nitrat içeriği istenen bir durum değildir. Çünkü nitrat insan sağlığı için toksit etki göstermemesine karşılık sindirim sonucunda nitratların indirgemesiyle oluşan nitrit, zehirlenmelere, kansere, A vitamini noksanlığına, "methemoglobinemia" vb. hastalıklara yol açmaktadır. Bitkilerin yetiştiği ortamdan aldığı azot miktarları; bitkilerin azot kullanmaya başladığı zamanda toprakta mevcut olan azot oranı, topraktaki organik azot bileşiklerinin mineralizasyonu ile azot sağlama düzeyi, gübrelerden yetiştirme ortamına katılan azot bileşikleri göz önünde bulundurularak belirlenir. Bitki kökleri topraktaki nitratı absorbe etmektedirler. Nitrat bitki içerisinde

aminoasitlere ve proteinlere indirgenir. Bitkilerde nitrat stres şartlarında toksik düzeyde birikebilmektedir. Çiftlik hayvanlarınca tüketilen yem bitkileri nitratı sindirim esnasında bakterilerle nitrite dönüştürürler. Bitkilerin azot içerikleri üzerine toprak ve iklim koşullarının önemli etkisi olmamaktadır. Bitki tarafından alınabilmekte olan azotca zengin olan topraklarda büyütülen bitkiler azotça fakir topraklarda büyüyenlere kıyasla daha çok nitrat içermektedirler. Sebzelerin nitrat dereceleri üzerine çeşitli toprakların etkileri konusunda yürütülen çalışmaların sonucunda organik madde oranı yetersiz olan kumlu toprakta yetişmekte olan marulların nitrat oranlarının diğer topraklarda büyüyenlere oranla daha az bulunduğu bilinmektedir. Belirli bir alanda, çeşitli bölgelerde yetiştirilmekte olan marul bitkisinde yapılan uygulamalar aynı olsa da nitrat birikimleri farklı olmaktadır. Işık, bitkilerdeki nitrat metabolizmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bitkilerin nitrat miktarını belirleyen faktörlerden biri ışıktır. Bitkilerdeki nitrat içerikleri ışık yoğunluğu, fotoperyot sırasındaki ışık yoğunluğundan etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar da kış mevsimi gibi ışıklanma süresinin az olduğu durumlarda nitrat birikmesinin çoğaldığı, yüksek ışık yoğunluklarında ise, nitrat miktarının azaldığı belirlenmiştir. Gün uzunluğu (fotoperyot) da ışık yoğunluğu gibi nitrat birikimi üzerine etkisi yüksektir. Günün çeşitli vakitlerinde nitrat miktarlarında da değişimler gözlenmektedir. Yüksek ışık yoğunluğunda marulun nitrat içeriği, öğleden sonra, sabahkinden daha düşük olmaktadır. Sebzelerin nitrat kapsamı tür ve çeşitlere göre de değişiklik göstermektedir. Çeşit farklılıklarının yanı sıra bitkilerin hasat edildikleri dönemdeki olgunluk durumları ve yaprak tipleri de nitrat kapsamı üzerine etkilidir. Bitkilerin genetik özelliklerinin etkili olduğu nitrat içeriği, türlere göre değiştiği gibi bitki yaprak, kök, sap gibi kısımlarına göre de değişmektedir. Fazlaca tükettiğimiz sebzelerin bir kısmı oldukça yüksek düzeylerde nitrat içermektedir. Meyvelerin ve kimi sebzelerin nitrat düzeyleri ise oldukça düşüktür (Özçelik 1982).

Bu çalışmada, insan beslenmesinde önemli yer tutan ve konvansiyonel üretiminde de yapraklarında nitrat birikimi riski taşıyan salata-marul grubu sebzelerin azotlu gübrelemeler ile gübrelerin verim, kalite, bitki gelişimi ve bitkinin nitrat birikimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tokat Bölgesi'nde yapılan bir çalışma da çiftçi koşullarında üreticiliği yapılan sebzelerde yerel azotlu gübre uygulamalarının nitrat birikimine etkisinin belirlemek için yapılmış olan çalışma da kışın üretimi yapılmakta olan ıspanak, lahana, pırasa ve marulun nitrat analizleri yapılmıştır. Çalışma sonuçları gereğince, ıspanak lahana, pırasa ve marul için sırasıyla 910-2360 mg kg⁻¹, 945-1785 mg kg⁻¹, 750-1947 mg kg⁻¹, 1401-2202 mg kg⁻¹ aralıklar da olduğu gözlenmiştir. Sebzelerin nitrat miktarı yerel azotlu gübre uygulamalarından özellikle nitrat formunda azotlu gübre uygulamaları ile yükselmiş ama genellikle sebzelerde verilen nitrat düzeyi insan sağlığı için tavsiye edilen tehlikeli aralıklardan alçak olduğu görülmüştür (Karaman 2000).

Bursa'da yapılan bir araştırmada sebzelerin nitrat konsantrasyonları belirlenmiştir. 51 sebze örneği ile gerçekleştirilen analizlerde nitrat miktarı en düşük 0,5 mg kg⁻¹, en yüksek 206 mg kg⁻¹ olduğu gözlenmiştir. Sebzelerin nitrat içerikleri en fazladan en aza doğru ortalama olarak rokada 104 mg kg⁻¹, marulda 70,57 mg kg⁻¹, taze ıspanakta 61 mg kg⁻¹, brokoli, beyaz lahanada 11 mg kg⁻¹ ve pırasada 3 mg kg⁻¹ olarak gözlenmiştir (Oruç ve Ceylan 2001).

Kore'de yetiştirilen sebzelerin nitrat ve nitrit miktarlarının belirlemek amacıyla 15 sebze çeşidinden 600 tane numune toplayarak incelemeler yapılmıştır. Alınan numuneler Kasım- Mart ve Nisan- Ekim aylarında olarak iki dönemde hasat edilmiştir. Çalışmada hasatlarda ki sebzelerde nitrat miktarlarında çok önemli sonuçlar bulunmamıştır. Yapılan incelemeler den sonra nitrat miktarları en fazla ıspanak ve marulda görüldüğü daha sonra ise kırmızıturp, çin lahanası, lahana, bal kabağı ve patates şeklinde devam etmektedir. Nitrat seviyeleri düşük olanlar ise yeşil soğan, havuç, salatalık, sarımsak, yeşilbiber, soya fasulyesi ve soğanda görülmüştür. Yapılan incelemede ortalama olarak sebzelerin nitrat seviyeleri ise çin lahanasında 1740 mgkg⁻¹, kırmızıturpta 1878 mgkg⁻¹, marulda 2430 mgkg⁻¹, ıspanakta 4259 mgkg⁻¹, soya fasulyesinde 56 mgkg⁻¹, soğanda 23 mgkg⁻¹, bal kabağında 639 mgkg⁻¹, yeşil soğanda 436 mgkg⁻¹, salatalıkta 212 mgkg⁻¹, patatete 452 mgkg⁻¹, havuçta 316 mgkg⁻¹, sarımsakta 124 mgkg⁻¹, yeşilbiberde 76 mgkg⁻¹, lahanada

725 mgkg⁻¹ olarak bildirilmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde nitrat seviyelerinin 1 ile 10000 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Chung vd. 2003).

Sera koşullarında yapılan araştırmada büyütülen marul cinslerinin nitrat seviyeleri bakılmıştır. Çalışmada ki 1052 mg kg⁻¹ nitrat içeriği en yüksek çıkan Yedikule cinsi olurken 48 mg kg⁻¹ ile Tasna'da en az nitrat miktarı bulunmuştur. Olenka marul çeşidi ise 383 mg kg⁻¹, kıvırcık marul çeşidinin 775 mg kg⁻¹ ve arapsaçı marul çeşidinin 852 mg kg⁻¹ nitrat içeriği (Korkmaz vd. 2004).

Samsun'un Çarşamba ve Bafra ilçelerinde yapılan bir çalışmada sera koşullarında yetiştirilen marul cinslerinin nitrat seviyeleri gözlenmiş ve çalışmada elde edilen nitrat seviyeleri literatürde verilen sınır değerleri ile kıyaslanmıştır. Yapılan çalışmada çıkan sonuçlar 139-5544 mg kg⁻¹ arasında değişkenlik göstermiştir. Çarşamba ilçesindeki büyütülen marullardaki nitrat miktarları yaklaşık olarak 2597 mg kg⁻¹ çıkar iken Bafra ilçesinde büyütülen marullardaki nitrat miktarları 2190 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatürdeki sınır değerleri ile kıyaslanmış ve sonuçların daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu farklılığın sebebi ürün farklılığı, gübrelerin çeşidi ve kullanımı, sıcaklık değerleri ve bölgenin aldığı ışık miktarı sebzelerdeki nitrat miktarının arttırdığını bildirmişlerdir (Tosun ve Üstün 2004).

Mersin ilinde yapılan bir çalışmada açıkta ve serada yetiştirilen marullar da amonyum sülfat, amonyum nitrat ve ürenin artan dozlarının nitrat miktarının etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda amonyum nitrat verilen marullarda en fazla birikim olurken en az birikim ise amonyum sülfat gübresinde olmuştur (Güler ve Çelikel 1996).

Yapılan bir çalışmada ıspanak bitkisinin farklı organik gübre çeşitleri ve miktarlarının verim ve nitrat birikmesine olan etkisi belirlenmiştir. Bunun sonucunda uygulanan organik gübrenin ıspanak bitkisinin verim ve kalitesinde artış olduğu, amonyum nitrat gübresinin ise ıspanak verimi arttırması gözlemlendiği ancak artan oranlarının insan sağlığını etkileyecek düzeyde nitrat birikmesi sebep olduğu belirlenmiştir (Demir vd. 1996).

Yapılan saksı denemesinde ıspanak bitkilerin de azot verilmeyenlerin daha düşük miktarda nitrat içerdiği ve artan miktarlarda azot uygulamasının nitrat miktarlarında yüksek artışlara yol açtığını ve bu artışta amonyum nitratin miktarının, amonyum sülfattan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir (Jacquin ve Papadopulos 1977).

Yapılan bir çalışmada marul, ıspanak, turpta artan azot miktarlarına eş olarak nitrat azot miktarları da miktarları da arttırılmıştır. Erkenci olan çeşitler erkenci olmayanlara oranla daha çok nitrat biriktirmişlerdir ve erkenci olan çeşitler nitrat, azotlu gübrelerden, erkenci olmayanların ise topraktaki azottan dolayı oluşmuştur. Az çözünen gübreler sebzelerin nitrat miktarını düşürürken verimini de azaltmıştır (Semenov ve ark.1989).

Yapılan bir çalışmada içerisine 3 litre toprak alan saksılarda marul yetiştirilerek içerisine kalsiyum amonyum nitrat, amonyum sülfat ve ürenin 0, 100, 200 ve 300 ppm'lik solüsyonları ilave edilmiştir. Bunun sonucunda en yüksek verimi ürenin 100 ppm'lik seviyesiyle en çok nitrat miktarını ise kalsiyum amonyum nitratin 300 ppm 'lik seviyesinde elde edilmiştir (Alan ve ark 1995).

Çin'de yapılan bir araştırmada 13 şehirden toplam olarak 2373 tane sebze numunesi olarak, sebzelerdeki nitrat ve nitrit kirlenmesi için yapılmış olan çalışmada kök, sap ve yapraklı sebzelerde yaklaşık olarak 199 ile 2758 mg.kg⁻¹ arasında nitrat seviyeleri bulunmuştur. Kereviz, ıspanak, turp, havuç, marul, lahana ve Çin lahanası gibi nitrat miktarının daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Domates, sarımsak, salatalık, su kabağı ve mantar ise nitrat birikiminin az olduğu sebzeler olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak saplı ve yapraklı sebzelerdeki fazla nitrat düzeylerinin halk için gerçek bir sorun oluşturduğu ve nitratlı gübrelerin artmasıyla sorunun daha da fazlalaşacağı belirtilmiştir (Zhou ve ark. 2000).

Arazi koşullarında yapılmış bir çalışmada, marul bitkisinde 10, 20, 30 ve 40 kg/da dozlarında azotlu gübrelerin (NH₄NO₃) azot birikiminin belirlenmesiyle % toplam N, NO₃-N ve NO₂-N miktarları ve verim kalitesi de belirlenmiştir. Artan azot oranları ile % toplam N, NO₃-N ve NO₂- N miktarlarında yükselişler belirlenmiştir. Maruldaki % toplam azot miktarları % 2.89-4.84, NO₃-N 436-1924 ppm/TA, NO₂-N ile 1.30-3.39

ppm/TA oranında değişmektedir. En fazla % toplam N, NO₃-N ve NO₂-N değerleri 40 kg/da N oranında olmuştur. Marulun verimlilik şekli en yüksek 20 kg/da N oranında olduğu gözlenmiştir (Mordoğan ve ark. 2001).

Akdeniz Üniversitesinde Lital ve Gloria marul cinsleri kullanılarak organik tarım için elverişli bir alanda bir çalışmada yürütölmüştür. Çalışmada altı çeşit organik gübre karışımı ile yöresel N P K gübre kullanılarak yapılan üretimde, K, Na, Mg, Ca, Cu, Zn, Mn ve Fe analizleri yapılmıştır. Organik tarım yapılan parsellerde çiftlik gübresi ve kanununun yanında Coplex, Maxicrop, Ko Humax, Kelpak, deniz yosunu ve Ormin K kullanılmıştır. Kontrol parselinde ise yerel yetiştiricilik yapılırken ekimden önce triplesuper fosfat, ekimden sonra vejetasyon süresi boyunca amonyum nitrat ve potasyum nitrat uygulanmıştır. Organik tarım ile ilgili yönetmeliklerin izin verdiği şekilde hastalık ve zararlılar için korucu tedbirler alınmıştır. Bu tedbirler bitkisel ekstraktlar ve preparatlar kullanılırken, kontrol alanında ise birkaç etkileyici sentetik ilaçlar kullanılmaktadır. Iceberg tipi Gloria ile Yedikule tipi Lital marul cinsleri için mineral madde içeriği bakımından bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak organik ve yerel koşullarda üretim yapılan marulların mineral madde içeriği düşük olduğunu bildirilmiştir (Demir ve ark. 2003).

Yapılan bir araştırmada kalsiyum nitrat ve amonyum sülfat gübrelerinin 0, 5, 10, 15, 20 kg N/da oranlarında uygulama yapılarak marul yetiştiriciliğinde çeşitli azot kaynaklarının nitrat, nitrit, verim, kalite ve mineral madde miktarlarına etkisi saptanmıştır. Baş ağırlığı, baş çapı, baş yüksekliği, pazarlanabilir baş ağırlığı ve dekarda verimlilik üzerinde kalsiyum nitrat gübre miktarlarının etkisi önemli bulunmuştur. Kalsiyum nitrat uygulamasından en fazla verim 3531,4 kg/da ile 15 kg N/da alınmıştır. Pazarlanabilir başlarda yaprak sayısı, pazarlanabilir baş ağırlığı ve dekarda amonyum sülfat gübre dozları ise verimlilik üzerine etkisi de önemli bulunmuş en fazla verim 3480,7 kg/da ile 20 kg N/da uygulamasında görölmüştür. nitrat ve nitrit miktarlarında paralel olarak verilen gübre miktarına artış gözlenmiştir. Nitrat seviyeleri 284-1316 ppm, nitrit seviyeleri ise 0,91-2,74 ppm arasında bulunmuştur (Kavak ve ark. 2003).

Beypazarı yöresinde yapılan bir çalışmada çiftçi koşullarında yetiştiriciliği yapılmakta olan sebzeler yerel azotlu gübre ve organik tavuk gübresi kullanılarak, nitrat miktarındaki artışına olan etkisi araştırılmıştır. Taze ağırlık kurulanı uygun olarak sebzelerin ortalama nitrat miktarları ıspanak için 966- 1540 ppm, marul için 1280-1811 ppm ve havuç için 1004-1398 ppm arasında belirlenmiştir. Değişik zamanlarda yapılmakta olan nitrat analizlerinin ışığında beklenen süre boyunca sebzelerin nitrat içeriğinde artış gösterdiği saptanmıştır. Sebzelerde bilhassa nitrat şeklindeki azotlu gübre uygulamaları ile tavuk gübresi uygulamalarındaki nitrat seviyesi yükselme göstermiş, Sonuç olarak sebzelerde belirtilmiş olan nitrat seviyeleri insan sağlığı için referans edilen kritik düşük bulunmuştur (Kardeş 2012).

Yapılan bir çalışmada sebzelerde nitrat birikiminde fosforun etkisi olmadığını ya da düşük bir etkiye neden olduğu belirlenmiştir. Potasyumun ise nitrat birikmesi üzerinde küçük bir tesiri olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, kükürtün nitrat redüktaz aktivitesi için zaruri olan karıştırılması, kükürt noksanlığının nitrat birikiminin artmasında kayda değer bir tesiri olduğu belirlenmiştir (Maynard vd. 1976).

Yapılan bir denemede, amonyum nitrat, amonyum sülfat, kalsiyum nitrat ve üre kullanılarak kışın saksı da yetişen marul bitkisinin Climax çeşidi üzerinde etkinliğini kıyaslanmıştır. Kalite, verim ve toplam azotu azot kaynağı etkilememiştir. Orta damarlardaki nitrat konsantrasyonlarının fazla olmasına nitratlı gübreler sebep olmuştur. Bitki gelişimi ve nitrat birikmesi bütün azot kaynaklarında sıcaklığın 13 °C den daha düşük olduğunda hepsinin benzer olduğu bulunmuştur. Azot alımı ve bitki gelişimi düşük hava sıcaklığı uzun süre devam ettiği şartlarda, ciddi düzeyde etkilemiştir (Terman ve Allen 1978).

Yapılan çalışmada, kışın yetiştirilecek olan marul bitkisinin amonyum nitrat, amonyum sülfat, kalsiyum nitrat ve üre gübresinin verim ve nitrat içeriğine etkisini bulunmuştur. Azot kaynaklarının ürün, toplam N miktarı ve bir kısım kalite özelliklerinin aynı olduğunu, nitrat azotlu gübrelerin başka gübrelere nazaran marulun nitrat konsantrasyonunda daha fazla artış olduğunu belirlemişlerdir (Gardner ve Pew 1979).

Yapılan bir araştırmada sera koşullarında kışın yetiştirilecek olan marul, nitrat konsantrasyonunu dūřürmek için, üre ve NH_4^+ gübresini inhibitörlü ve inhibitörsüz olarak kıyaslanmış, iki inhibitörün de en düşük azot uygulamasında (138 kg N/ha), nitrat konsantrasyonunda mühim bir etki etmediği belirtilmiştir. Üre gübresinin yüksek bir oranda (414 kg N/ha), disiyandiamid nitrat konsantrasyonunu ciddi miktarda azaltmıştır. Bunun sonucunda, atık amonyumun fitotoksik etkisi sebebiyle, kalite ve verimde çok fazla kayıp ortaya çıkmıştır. Marulda nitrapirinin nitrat konsantrasyonu için önemli bir etki görülmemiştir (Vaughan 1985).

Yapılan bir çalışmaya göre besin çözeltilisinde ayrı nitrat konsantrasyonlarında büyütölen ve değişik dönemlerde hasat edilen marul çeşitlerinin, sürgünlerindeki nitrat miktarları değişkenlik göstermiştir. Marul bitkisinin kök bölgesinde nitrat miktarının yoğunluğu ve nitrat miktarı sürgünlerdeki nitrat miktarıyla bağlantılı olduğunu göstermiştir. Köklerdeki oranla sürgünlerdeki nitrat miktarının, genotipsel farklılıkları, daha çok olduğu tespit edilmiştir. Bitki hasat zamanının nitrat miktarına etkisi eser miktarda olduğu ve besin ortamındaki nitrat miktarının, sürgüne bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Köklerde ki nitrat miktarının düşük ışık miktarı ile herhangi bir ilişkisinin bulunmadığı görölmüştür. Sürgün nitrat miktarı ile sürgün kuru madde miktarıyla arasında negatif bir etki görölmüştür (Reinink ve Eenink 1988) .

Yapılan araştırmada, marul, turp ve ıspanağın gelişimi ve $\text{NO}_3\text{-N}$ sağlanmasıyla bitkilerin yenilen kısımlarında ki nitrat konsantrasyonlarını ilişkilendirmiş, diğer bir tabir ile kritik nitrat miktarlarını belirlemişlerdir. Üç bitkide ki büyüme, 12 me N/L oranında en fazla olduğu belirlenmiştir. Marul ve ıspanak için azotun 3 me/L, turp için N 0.75 me/L uygulamasıyla en az nitrat birikimi bulunmuştur. Artan oranlarda ki azot daha çok nitrat birikmesine sebep olmuş ve gelişimini etkilemiştir (Maynard ve Barker 1971).

Serada yapılan saksı denemelerinde marul, ıspanak, domates bitkileriyle, azotu 6 farklı dozda (0, 50, 100, 200, 500, 1000 ppm) uygulamışlar, 3 azot kaynağı (NH_4NO_3 , $\text{NH}_4(\text{SO}_4)_2$ ve üre) karşılaştırılmıştır. $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarıyla azot oranlarıyla azot kaynakları arasında kayda değer bir bağ bulunamamıştır. Gübre kullanımının fazlalaşmasıyla bütün

gübre çeşitlerinde nitrat miktarıyla birlikte verim de fazlalaşmıştır (Öndeş ve Zabunoğlu 1991).

Yapılan araştırmada Berlo ve Kirsten cinsi marullar kullanarak NFT sisteminde büyüterek nitrat miktarlarını ve uç yanığı oluşumu üzerine, besin çözeltisinde aminoasit, üre veya NH_4Cl 'in nitrat ile kısmi olarak yer değiştirmesinin tesiri üzerine çalışmışlardır. İki marul cinsinin yaş ve kuru ağırlıklarında, nitrat azotuyla birlikte değişik azot formlarının uygulanması herhangi bir değişiklik yapmamıştır. Kontrol uygulamasında (% 94 NO_3 + % 6 NH_4) nitrat birikmesi en fazlayken, en az birikim proteinat + NH_4Cl uygulamasında görülmüştür. Berlo cinsi Kirsten cinsine göre, daha yüksek miktarda nitrat biriktirmiştir. Kirsten cinsinin uç yanığı konusunda daha hassas olduğu kesinleşmiştir. Üre + NH_4Cl ve proteinat + NH_4Cl uygulamaları bitkide daha çok uç yanığı oluşumuna sebep olmuştur (Güneş vd. 1993).

Yapılan araştırmada marulun kalitesi, değişik azot formlarının etkisiyle saklama sırasındaki nitrat ve nitrit miktarlarının farklılıkları üzerine çalışmışlardır. Serada, NFT tekniği ile nitrat, amonyum ve üre gübrelere ile büyütülen marullar, iki yıl boyunca gözlemlenmiştir. Hasat edilen marullarda, 5 °C ve 20 °C sıcaklık koşullarında depolanan marullar üzerinde, serbest aminoasit, nitrat ve nitrit miktarı, nitrat ve nitrit redüktaz aktivitesi bulunmuştur. Nitrit redüktaz ve nitrat bulunan bileşikler içerisinde depolama müddetince en stabil olanları olduğu belirlenmiştir (Rozek ve ark. 1994).

Yapılan araştırmalarda değişik doğa koşullarında yetişen sebzelerin nitrat miktarının kalitesine etkisini araştırmışlardır. Sebzelerin vejetasyonun ilk aşamalarında azot, nitrat, potasyum ve sodyum miktarı (marul ile turp için Nisan-Mayıs, havuç ise Haziran) daha fazla olduğu görülmüştür (Barczak ve Majcherczak 1995).

Samsun da yapılan bir araştırmada, eğimli tarlalarda üretilen sebzelerin nitrat miktarlarının insan sağlığı açısından zararı olup olmadığı araştırılmıştır. Çok yüksek oranlarda inorganik azotlu gübrelere kullanılması sonucu sebzelerdeki nitrat miktarının çok arttığı ve bu artışın topografya ile orantılı olup olmadığını anlamak için farklı eğimli arazilerden 4 değişik yerden toplanan lahana, marul, ıspanak ve beyaz lahana numuneleri

araştırılmıştır. Sonuç olarak meyilli tarlaların alt noktalarında büyüyen sebzelerde fazla nitrat miktarlarıyla karşılaşmıştır. En fazla nitrat miktarı sırasıyla, lahanada 5467 ppm, marulda 1796 ppm, ıspanakta 555 ppm ve beyaz lahanada 283 ppm olarak tarlanın alt noktalarında büyüyen sebzelerde belirlenmiş. Sonuç olarak lahanada 170-2484 ppm, marulda 81-1123 ppm, ıspanakta 115-555 ppm ve beyaz lahanada 67-283 ppm oranlarında nitrat bulunmuştur. Sonuç olarak nitrat sızıntısı ve toprak erozyonu gibi sebeplerle eğimli tarlalarda alt noktalarında yetiştirilen sebzelerin nitrat miktarlarının sağlık açısından riskli olabilecek değerlere ulaştığı görülmüştür (Gülser ve ark. 1999).

Yapılan bir araştırmada NFT sisteminde beş yıl süreyle (yaz ve kış aylarında), yapılmış olan çalışma da, marulun nitrat konsantrasyonunu azaltmak için, $\text{NH}_4\text{-N}/\text{NO}_3\text{-N}$ oranlarını ve alınan toplam azot konsantrasyonlarını değiştirmişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre kışın düşük ışık şartlarında büyüyen sebzelerde nitrat konsantrasyonu, yazın yetiştirilen sebzelere oranla fazladır. Besin çözeltilisinde $\text{NO}_3\text{-N}$ ' unun $\text{NH}_4\text{-N}$ ' u ile %20 oranında yer değiştirmesi marulda ki nitrat miktarında azalma meydana getirmiştir. Hasattan önce amonyum düzeyini fazlalaştırılması bitkilerdeki taze ağırlıklarının değiştirmezken nitrat konsantrasyonlarını azaltmıştır. Kısa bir süre bütün azotun ihmali en az nitrat konsantrasyonlarını elde etmiş, hem de taze ağırlıkta ciddi bir düşüşe sebep olmuştur. Yaz ve bahar aylarında ise nitrat konsantrasyonu azalmış, ancak gelişimi de yavaşlamıştır. Enerji kullanımının azaltılması için besin sıvısının, sera içerisindeki havanın sıcaklığında bir düşmeye aynı ölçekte sıcaklığında yükselmesi, bitkideki büyümeyi arttırırken, özellikle besin sıvısında amonyum olmamasından nitrat miktarının fazlalaşmasına sebep olmuştur (Boon- Van der ve ark. 1990).

Düşük nitratlı sebzeler yetiştirmek için yapılan bir araştırmada yeni bir kültivasyon metodu üzerine çalışma yapmışlardır. NFT sisteminde, büyütülmüş marulda besini farklı bir halde vermişlerdir. Sonuç olarak nitrat miktarında %30-40 bir azalma meydana gelmiştir ve oranda yüksek verimle, marulun kalitesinin de korunması sağlanmıştır (Andersen ve Nielsen 1992).

Van ilinde yapılan bir araştırmada normal ve yüksek miktarda N uygulamasının tarlada büyütülen maruldaki etkisini,. Dönüme 0-25-75 ve 100 kg N verilecek oranda amonyum

sülfat ile gübrelemenin Lital marul cinsinin kalitesi üzerine etkisi kısaca aktarılmıştır. Artan gübre miktarıyla marulun baş ağırlığı, toplam azot, nitrat ve nitrit miktarlarında artış orantılı olarak yükselmiştir. İnsan sağlığı için nitratin kritik konsantrasyonu 75 ve 100 kg N/da uygulamalarından geçilmiştir. Tüketici koşullarında saklanması dolayısıyla, maruldaki NO₃ ve NO₂ miktarları zamanla değişmiştir. Saklama şekillerinin kimilerinde nitrit miktarının birikimi sağlık için tehlikeli seviyelere çıkmıştır (Karaçal ve Türetken 1992).

İki farklı marul cinsi (Aysberk ve Roma) kullanılarak yapılmış olan bir araştırmada, değişik gübrelerin nitrat seviyesine olan etkisini belirlemişlerdir. Kumlu tınlı topraklarda büyütülen marullar amonyum sülfat, üre ve oxamine gübreleri (100, 200, 300 kg/ha) uygulanmış ve N eklenmeyen marullarla kıyaslamışlardır. Marul (*Lactuca sativa* L.) genotipleri nitrat miktarı açısından büyük değişiklik göstermiştir. Azot kaynağı ve oranlarının nitrat miktarına etkisi kayda değer bulunmuştur (Belligno ve ark. 1996).

ABD'de yapılan bir çalışmada perakende satışa sunulan çiğ tüketilen sebzelerde nitrat (NO₃⁻) ve nitrit (NO₂⁻) konsantrasyonlarının ulusal bir araştırma yapıldı. Toplam 194 taze Brokoli, lahana, kereviz, marul ve ıspanak örnekleri, Amerika Birleşik Devletleri'nin farklı coğrafi bölgelerindeki 5 büyük şehirden geleneksel veya organik olarak kategorize edildi ve NO₃⁻ ve NO₂⁻ konsantrasyonlarını belirlemek için analiz edildi. 5 Metropol bölgesinden alınan organik sebzelerle karşılaştırıldığında konvansiyonel NO₂ değerleri arasında hiçbir fark yoktu. Bununla birlikte, NO₃ içeriği için bazı geleneksel ve organik sebzeler arasındaki ortalama çiftleşme karşılaştırmalarında önemli farklılıklar gözlemlendi. Geleneksel ve organik sebzelerin ortalama NO₂ konsantrasyonu, 8,0 mg/kg FW içeren geleneksel ıspanak haricinde 0,1 ve 1,2 mg/kg taze ağırlık (FW) arasında değişmektedir. Ortalama NO₃⁻ geleneksel Brokoli, lahana, kereviz, marul ve ıspanak içeriği sırasıyla 394, 418, 1496, 851 ve 2797 mg/kg FW iken, organik etiketli muadilleri ortalama 204, 552, 912, 844 ve 1318 mg/kg FW idi. Çoğu durumda, organik sebzeler, konvansiyonel muadillerine göre NO₃ içeriğinde sayısal olarak daha düşük idi. Anket sonuçlarına göre, NO düşük seviyeleri farklı şehirlerde bazı organik sebze gözlemlendi bulgularda farklılıklar varsa, bu farklılıklar nedeniyle üretim uygulamaları, mevsimsel farklılıklar ve büyüklükleri belirlemek için daha fazla çalışma gerektirebilir. Ayrıca, NO₃⁻ sebze

içeriğindeki coğrafi farklılıklar, günlük NO_2^- ve NO_3^- maruz kalma tahminlerine neden olabilir (De Gonzalez ve ark 2015).

Yapılan çalışmada sebzelerin kayda değer oranda nitrat içerebildiği ve bu sebeple nitrat için kabul edilen günlük alımını aşarak tüketicilere sağlık tehlikeleri oluşturabilir. Nitrat içermeyen marullar elde etmek için bu çalışmada farklı hidroponik büyüyen desenler incelenmiştir. Düşük nitrat miktarı olan besin çözeltisi içerisinde yetiştirilen marullar, marulların nitrat konsantrasyonlarında ($1741\text{-}39 \text{ mg kg}^{-1}$) kayda değer bir düşüş rastlandı, fakat yararlı etki ortam sıcaklığında bir artış ile iptal edildi. Amonyum ile nitrat, marulların nitrat konsantrasyonunun ($1896'$ dan 14 mg kg^{-1} 'ye kadar) önemli bir azalması ve hayatta kalma oranı ile ilişkiliydi. Nitrat konsantrasyonlarını azaltmak için ekonomik olarak uygulanabilir bir yöntem, üstel büyüme evresinden önce tüm inorganik azotun besin solüsyonundan çıkarılmasıydı. Bu yöntem nitrat oranı düşük marullara sebep oldu (10 mg kg^{-1}). Kurutulmuş kütle ve kalsine edilmiş marul kütlesi, marulların kalitesinin belirteçleri olarak kullanılır, bu tedaviden etkilenmemiştir, ancak taze kütlede küçük bir düşüş (%18, $p<0.05$) meydana gelmiştir. Marullardaki nitrit konsantrasyonları ve modifikasyonları da makalede tartışılmaktadır. 'Nitratsız' marulları ekonomik açıdan uygun bir şekilde elde etmek mümkündür (Croitoru ve ark 2015).

Yapılan bir araştırmada azotun bitki büyümesi ve gelişmesi için önemli bir unsurdur ancak, çevre kirliliği nedeniyle, yüksek nitrat konsantrasyonu bu yapraklı sebzeler yenilebilir kısımlarında birikir, özellikle aşırı azotlu gübre uygulanmış. Bu bitkileri tüketmek insan sağlığına zarar verebilir; bu nedenle, azotlu gübrenin tarımsal uygulaması için uygun bir strateji geliştirmek önemlidir. Bu çalışmada nitrat konsantrasyonları ve marul büyümesi üzerindeki etkilerini araştırmak için organik, inorganik ve sıvı gübreler kullanılmıştır. Bu deneyinin sonuçları, topraktaki toplam azot konsantrasyonunun ve azotlu gübre miktarı arttıkça maruldaki nitrat konsantrasyonunun arttığını göstermektedir. Önerilen inorganik gübre miktarı (200 kg N ha^{-1}) bir karşılaştırma standardı olarak kullanılıyorsa, organik gübreler (200 kg N ha^{-1}) ile güçlendirilmiş marul, daha uzun ve daha geniş yapraklara, daha yüksek sürgünlere ve daha düşük nitrat konsantrasyonlarına sahiptir. Azot bitki büyümesi ve gelişmesi için önemli bir unsurdur; ancak, çevre kirliliği nedeniyle, yüksek nitrat konsantrasyonu bu yapraklı sebzeler

yenilebilir kısımlarında birikir, özellikle aşırı azotlu gübre uygulanmış. Bu bitkileri tüketmek insan sağlığına zarar verebilir; bu nedenle, azotlu gübrenin tarımsal uygulaması için uygun bir strateji geliştirmek önemlidir. Bu çalışmada nitrat konsantrasyonları ve marul büyümesi üzerindeki etkilerini araştırmak için organik, inorganik ve sıvı gübreler kullanılmıştır. Bu pot deneyinin sonuçları, topraktaki toplam azot konsantrasyonunun ve azotlu gübre miktarı arttıkça maruldaki nitrat konsantrasyonunun arttığını göstermektedir. Önerilen inorganik gübre miktarı (200 kg N ha⁻¹) bir karşılaştırma standardı olarak kullanılıyorsa, organik gübreler (200 kg N ha⁻¹) ile güçlendirilmiş marul, daha uzun ve daha geniş yapraklara, daha yüksek sürgünlere ve daha düşük nitrat konsantrasyonlarına sahiptir. Azot bitki büyümesi ve gelişmesi için önemli bir unsurdur; ancak, çevre kirliliği nedeniyle, yüksek nitrat konsantrasyonu bu yapraklı sebzeler yenilebilir kısımlarında birikir, özellikle aşırı azotlu gübre uygulanmış. Bu bitkileri tüketmek insan sağlığına zarar verebilir; bu nedenle, azotlu gübrenin tarımsal uygulaması için uygun bir strateji geliştirmek önemlidir. Bu çalışmada nitrat konsantrasyonları ve marul büyümesi üzerindeki etkilerini araştırmak için organik, inorganik ve sıvı gübreler kullanılmıştır. Bu deneyinin sonuçları, topraktaki toplam azot konsantrasyonunun ve azotlu gübre miktarı arttıkça maruldaki nitrat konsantrasyonunun arttığını göstermektedir. Önerilen inorganik gübre miktarı (200 kg N ha⁻¹) bir karşılaştırma standardı olarak kullanılıyorsa, organik gübreler (200 kg N ha⁻¹) ile güçlendirilmiş marul, daha uzun ve daha geniş yapraklara, daha yüksek sürgünlere ve daha düşük nitrat konsantrasyonlarına sahiptir (Liu, ve ark 2014).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma kapsamında yürütülen deneme, tesadüf deneme deseninde Kıvırcık (Maritima) cinsi marul ile 5 farklı dozda (1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹) 5 tekerrürlü olacak biçim de Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi cam serasında sürdürülmüştür.



Şekil 3.1. Sera denemesinin genel görünümü

3.1. Deneme toprağı'nın kimi özellikleri

Yürütülen deneme Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait cam serada yürütülmüştür. Denemenin sürdürüldüğü toprak, killi tınlı bünyeli olup kalsiyum karbonat (CaCO₃) içeriğı % 2,59 organik madde kapsamı % 0,98 toprak reaksiyonu 7,78 ve elektriksel iletkenliğı 322,5 µS/cm (1:2,5 toprak: su ekstraktı) olarak belirlenmiştir. Amonyum asetat (NH₄OAc) ile ekstrakte edilebilir potasyum (K) 10,45 me/100, kalsiyum (Ca) 18,78 me/100 g ve magnezyum (Mg) 4,48 me/100 g ve sodyum (Na) 0,22 me/100 g olarak, sodyum bikarbonat (NaHCO₃) ile ekstrakte edilen fosfor (P) miktarı ise 10,45 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak örneğinin DTPA ile ekstrakte edilen demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriğı sırasıyla 9,68, 12,54, 1,08, 18,04 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Denemede kullanılan toprağın özellikleri Çizelge 3.1 'de sunulan sınır değerleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Sera denemesinde kullanılan toprak örneğinin kimi özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan referans değerler

Özellik	Yeterlik Sınıfı						Kaynak
	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	
pH (1:2.5 su)	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5	Richards 1954
EC, mS cm ⁻¹	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Orta tuzlu	Çok fazla tuzlu			
	0-4	4-8	8-15	>15			Richards 1954
O.M., g kg ⁻¹	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek		
	< 10	10-20	20-30	30-40	> 40		Anonim 1988
N, %	Çok az	Az	Yeter	Fazla	Çok Fazla		
	<0.045	0.005-0.09	0.09-0.17	0.17-0.32	>0.32		Anonim 1990
P, mg kg ⁻¹	<2.5	2.5-8.0	8.0-25	25-80	>80		Anonim 1990
K, cmol kg ⁻¹	<0.13	0.13-0.28	0.28-0.74	0.74-2.56	>2.56		Anonim 1990
Ca, cmol kg ⁻¹	<1.19	1.19-5.75	5.75-17.5	17.5-50	>50		Anonim 1990
Mg, cmol kg ⁻¹	<0.42	0.42-1.33	1.33-4.0	4.0-12.5	>12.5		Anonim 1990
Na, cmol kg ⁻¹	-	-	0.2	-	-		Jackson 1962
Zn, mg kg ⁻¹	<0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8	>8		Anonim 1990
Mn, mg kg ⁻¹	<4.0	4-14	14-50	50-170	>170		Anonim 1990
Fe, mg kg ⁻¹	Az		Orta		Yüksek		
	<2.5		2.5-4.5		>4.5		Lindsay and Norvell 1969
Cu, mg kg ⁻¹	Yetersiz			Yeterli			
	<0.2			>0.2			Follet 1969
S, mg kg ⁻¹	<8.0			>8.0			Bansal ve ark. 1983

3.2.Araştırma kapsamında yürütülen sera denemesi kurulması

Araştırma kapsamında yürütülen deneme, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi cam serasında kurulmuştur. Tohumdan yetiştirilen marullara ekim sırasında azot ve kükürt içeren gübre uygulaması yapılmıştır. Temel azot kaynağı olarak üre gübresi, kükürt kaynağı olarak ise amonyum sülfat gübresi kullanılmıştır. Azot dozları her uygulama da sabit tutulmak suretiyle kükürt uygulamaları 1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹ amonyum sülfat gübresinden sağlanmıştır. Deneme 5 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür.

3.3. Toprak Analizlerinde Kullanılan Analiz Metotları

Bünye (Tekstür): Toprak numunelerinin kum, silt ve kil parçacıklarının Bouyoucos (1951) tarafından belirlediği şekilde hidrometre metodu ile belirlenecektir.

Toprak Reaksiyonu (pH): Toprak reaksiyon (Ph) toprak-su (1:2,5 hacim) süspansiyonunda 720A model pH/iyonometresiyle belirlenecektir (Mc Lean 1982).

Elektrik İletkenlik (EC): Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerleri toprak-su (1:2,5 hacim) süspansiyonunda WTW LF92 model kondaktivitimetre ile ölçülerek belirlenecektir (Rhoades 1982).

Kireç (%CaCO₃): Toprak örneklerinin CaCO₃ miktarı Nelson (1982) tarafından belirlendiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile belirlenecektir.

Organik Madde: Organik madde miktarı Jackson (1962) tarafından belirlendiği üzere Walkley-Black yöntemine göre belirlenecektir.

Toplam Azot (N): Bremmer (1965) tarafından belirtildiği üzere Kjeldahl yöntemi ile belirlenecektir.

Alınabilir Fosfor (P): Toprakların alınabilir fosfor miktarları Olsen ve Dean (1965) belirtilen şekilde, toprak numunelerinin 0.5 M sodyum bikarbonat (pH 8,5) ile ekstrakte edilerek oluşan süzükte askorbik asit metoduyla belirlenecektir.

Değişebilir Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Sodyum (Na) Miktarları: Toprak numunelerinin 1 N amonyum asetat (pH 7,0) çözeltisi ile ekstrakte edilerek oluşan süzüklerde, değişebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve sodyum (Na), ve magnezyum (Mg) ICP-OES ile kesinleşmiştir (Boss ve Fredeen, 2004).

Kükürt: Toprak numunelerinin 0,5 N NH₄OAc + 0,25 N HOAc çözeltisi ile ekstrakte edilmesiyle oluşan süzükte BaCl₂ ile oluşturulan türbidite spektrofotometrik metod ile belirlenmiştir (Bardsley 1965).

Toprağın Alınabilir Demir (Fe), Bakır(Cu), Çinko(Zn), Mangan (Mn) Miktarları: Toprak numunelerinin DTPA çözeltileri ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen süzüklerde ICP-OES ile belirlenmiştir (Lindsey ve Norwell 1978).

3.4.Bitki Analizlerinde Kullanılan Yöntemler

Sera denemesinin sonlandırılmasıyla elde edilen bitki örnekleri çeşme suyu, yıkama asidi ve saf su ile arındırma işlemi tamamlandıktan sonra laboratuvara ulaştırılmış ve havalı kurutma fırında kurutulmuştur (Şekil 3.2). Bitki örnekleri 40 mesh boyutuna öğütülmüştür. Önekler 70 °C fırında tekrar kurutulup analiz için uygun duruma getirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Bitki örneklerinin kurutulması



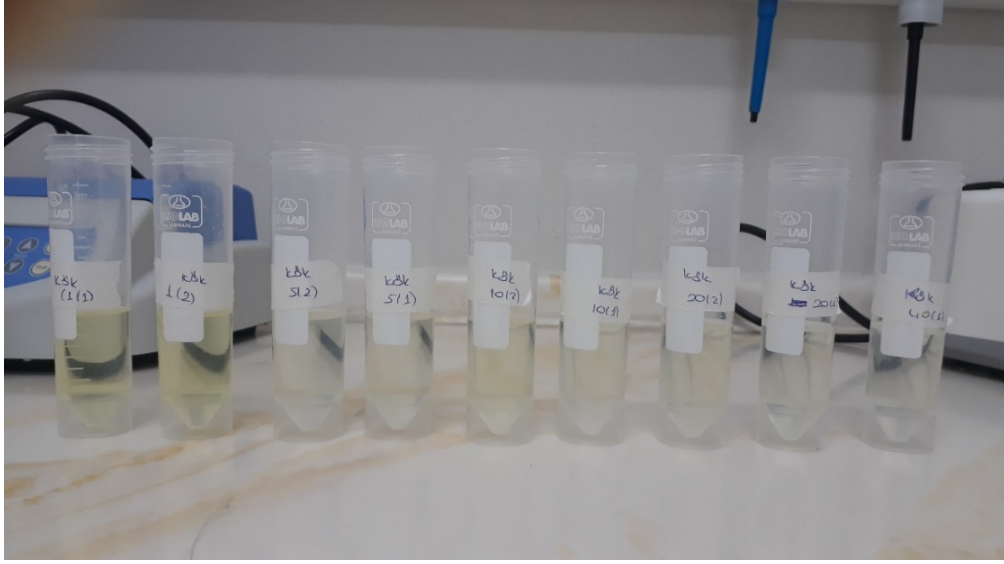
Şekil 3.3. Bitki örneklerinin analize hazırlanması

Toplam Azot (N): Bremmer (1965) tarafından belirlendiği biçim de Kjeldahl yöntemiyle belirlenecektir.

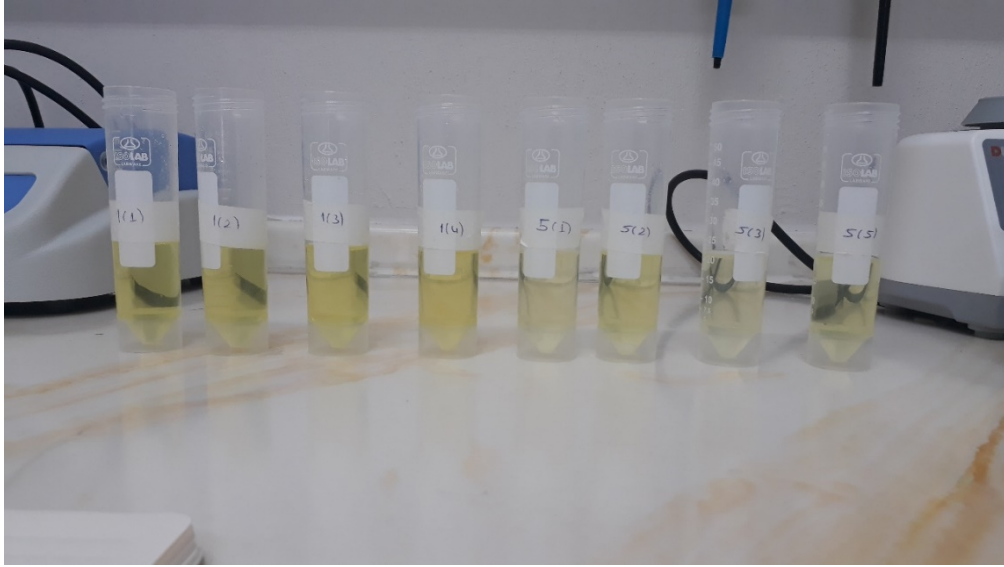
Toplam Kükürt (S): Mikrodalga örnek parçalayıcısı ile yaş yakılarak elde edilen bitki ekstraktında toplam kükürt Perkin Elmer Optima DV 2100 Model ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Kalra 1998).

Nitrat Azotu (NO₃-N): Nitrat, taze bitki numunelerinde salisilik asit yöntemiyle yapılmıştır (Cataldo vd. 1975). Numunelerden 1 g alıp 10 mL saf su ilave edilerek çalkalanmıştır. Tüpe koyulan numuneler 45 °C de inkübatörde bir saat bekletilerek, sonrasında 5000 devirde 15 dakika santrifüj yapılarak bitki olmayan süzük elde edilmiştir. 50 ml'lik erlenmayere süzükten 0,2 mL alınıp, 0,8 mL salisilik sülfürik asit ilave edilip homojenize olması için usulca çalkalanarak oda sıcaklığında 20 dakika bekletilir. Ardından 19 mL 2 N sodyum hidroksit çözeltisini hafif bir şekilde çalkalayarak koyulmuş ve ardından numuneler oda sıcaklığına gelene kadar durduktan sonra 410 nm dalga boyuna ayarlı Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde okuma yapılmıştır. Standart nitrat stok çözeltisinden bir seri 50 ml' lik ölçü balonuna koyularak 0, 2, 4, 6, 8,

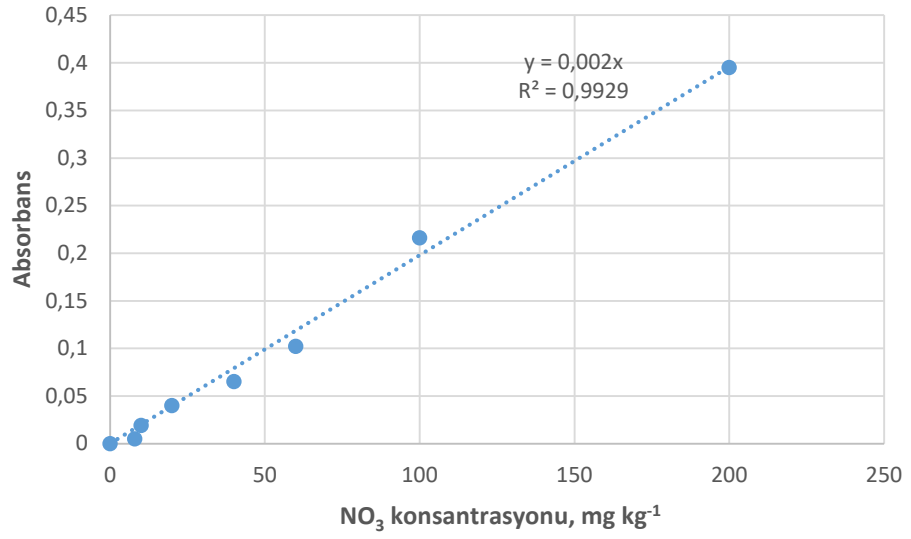
10 ve 12 mg L⁻¹ NO₃-N içeren standartlar hazırlanmış (Şekil 3.6) ve bitki numunelerine de aynı işlemler yapılmıştır (Şekil 3.4 – 3.5).



Şekil 3.4. Bitki örneklerinin kök nitrat analizi



Şekil 3.5. Bitki örneklerinin toprak üstü aksam nitrat analizini



Şekil 3.6. Araştırma kapsamında yapılan nitrat analizinde belirlenen standart eğri

3.5. İstatistiksel analiz

Deneme, tesadüf parselleri deneme modeline göre planlanmış ve beş tekerrür olacak biçimde yürütülmüştür. Deneme sonrasında bulunan sonuç varyans analizinde JMP 9.0.2 paket programı kullanılmıştır. Analiz değerlerinin düzenlenmesinde 0,05 ve 0,01 ihtimal düzeyinde LSD Student-t testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

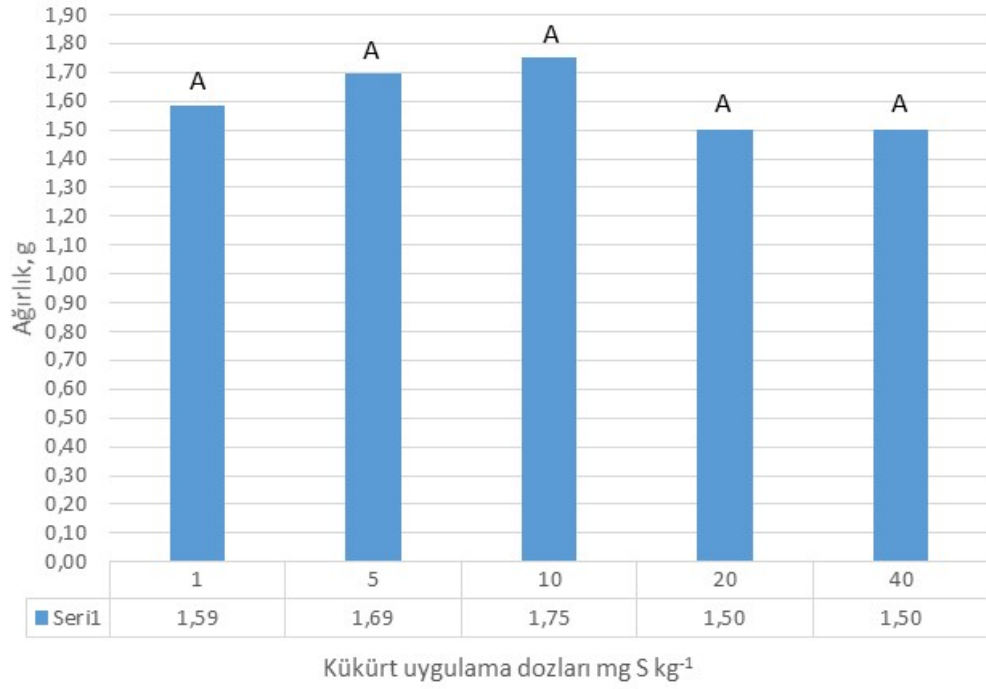
4.1. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin kuru madde içeriği üzerine etkisi

Artan oranlarda kükürt uygulanarak büyütülen marul bitkisinde, kükürt uygulamalarının bitkinin toprak üstü aksam kuru ağırlığına etki eden varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de, kükürt uygulamalarının bitkinin gövde kuru ağırlığı üzerine olan etkileri ise Şekil 4.1’de sunulmuştur. Marul bitkilerinin toprak üstü aksam kuru madde içeriği ortalama 1,606 g olarak belirlenmiştir. Şekil 4.1’in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi uygulanan kükürt dozları (1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹) bitki toprak üstü kısmı kuru madde içerikleri açısından istatistiki olarak önemli bir fark yaratmamış ve tüm uygulama dozları aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.1. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	sd	Kareler ortalaması	F	P > F
Kükürt dozu	4	0,1544	0,5317	0,7157
Hata	10	0,7261		
Toplam	14	0,8805		

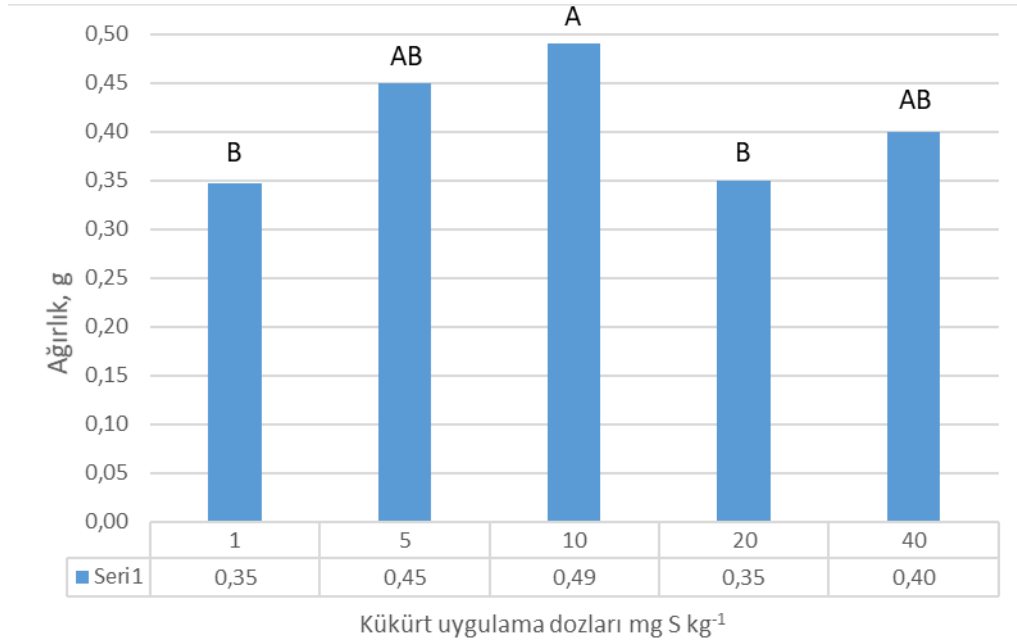
Artan oranlarda kükürt uygulanarak yetiştirilen marul bitkisinde, kükürt uygulamalarının bitkinin kök kuru ağırlığı üzerine olan etkilerine ait olan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de, kükürt uygulamalarının bitkinin kök uru ağırlığı üzerine olan etkileri ise Şekil 4.2’de sunulmuştur. Araştırma sonucunda marul bitkisi kök kuru madde içerikleri incelendiğinde en düşük kuru madde içeriğinin 1 ve 20 mg S kg⁻¹ kükürt uygulamalarında (0,35 g) ve en yüksek kök kuru madde içeriğinin ise 0,49 g ile 10 mg S kg⁻¹ kükürt uygulamasında belirlendiği görülmektedir. Şekil 4.2’nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi uygulanan kükürt dozları (1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹) bitki kök kuru madde içerikleri açısından istatistiki olarak önemli farklar yaratmıştır.



Şekil 4.1. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toprak üstü aksam kuru madde içeriği üzerine etkisi

Çizelge 4.2. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök kuru madde içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	sd	Kareler ortalaması	F	P > F
Kükürt dozu	4	0,0482	3,3349	0,0557
Hata	10	0,0361		
Toplam	14	0,0843		



Şekil 4.2. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök kuru madde içeriği üzerine etkisi

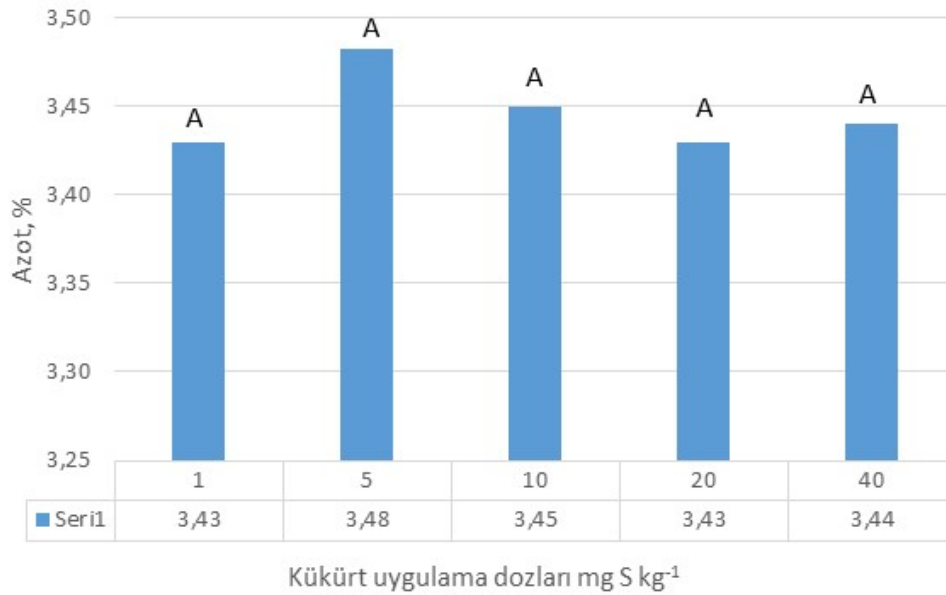
Tittonell ve ark. (2000) Grand Rapids cinsi marul kullanılarak yapılan araştırmada artan azot miktarı ile kuru madde içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. Parante ve ark. (2004), farklı oranlarda azot uygulaması ile marulda kuru madde içeriğinde önemli bir etkisi olmadığını belirlemişlerdir. Uğur ve ark. (2014) ise yaptıkları çalışmada marulun azotlu gübre uygulamasının yaprak kuru madde içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. Yukarıda bahsi geçen araştırmalardan da anlaşılacağı gibi bitkilerde kuru madde içeriklerindeki değişimlerde sadece azotun tek başına direkt bir etkisi bulunmamaktadır.

4.2. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin azot içeriği üzerine etkisi

Artan oranlarda kükürt uygulanarak yetiştirilen marul bitkisinde, kükürt uygulamalarının bitkinin toplam azot içeriği üzerine olan etkilerine ait olan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’de, kükürt uygulamalarının bitkinin toplam azot içeriği üzerine olan etkileri ise Şekil 4.3’de sunulmuştur. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi kükürt uygulamaları bitkilerin toplam azot içerikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir ayrım yaratmamış ve etkileri aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.3. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toplam azot içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	sd	Kareler ortalaması	F	P > F
Kükürt dozu	4	0,0064	0,0679	0,9902
Hata	10	0,2358		
Toplam	14	0,2422		



Şekil 4.3. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin azot içeriği üzerine etkisi

Çalışmamızda belirlediğimiz sonuçların aksine, Kavak vd. (2003) baş salata üzerine yapmış oldukları araştırmada kalsiyum nitrat uygulaması yapılan alanlardaki bitkilerin azot miktarları % 3,133-3,603 oranları arasında değişim göstermekte ve amonyum sülfat uygulaması yapılan alanlardaki bitkilerin azot miktarları % 3,090-4,060 oranları arasında değişim göstermektedir. Uygulanmış olan amonyum sülfat gübresinin miktarı yükseldikçe baş salatının içerdiği toplam azot konsantrasyonunun da yükseldiği belirlenmiştir.

4.3. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin kükürt içeriği üzerine etkisi

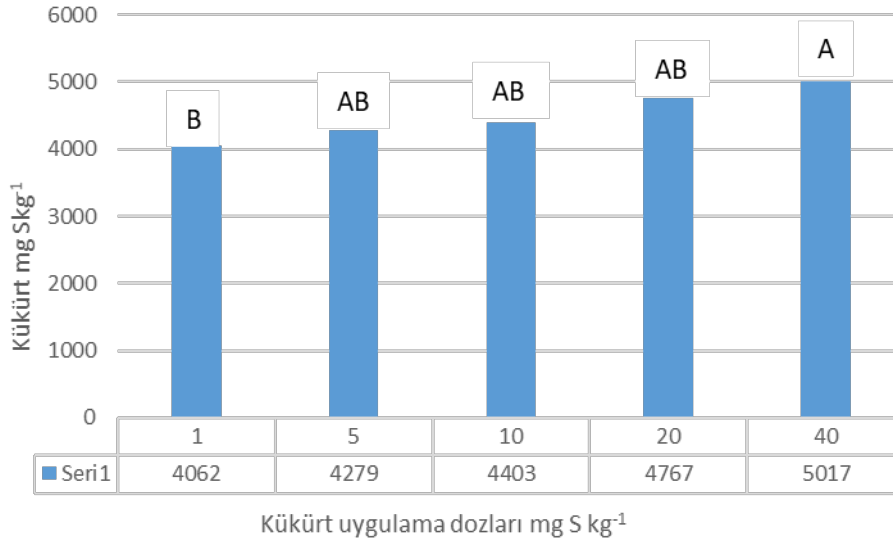
Artan oranlarda kükürt uygulanarak yetiştirilen marul bitkisinde, kükürt uygulamalarının bitkinin kükürt içeriği üzerine olan etkilerine ait olan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'de, kükürt uygulamalarının bitkinin kükürt içeriği üzerine olan etkileri ise Şekil 4.4'de sunulmuştur.

Araştırma sonucunda en yüksek kükürt birikimi 40 mg S kg⁻¹ kükürt uygulamasında 5017 mg kg⁻¹ ve en düşük ise 1 mg S kg⁻¹ kükürt uygulamasında 4062 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi artan oranlarda amonyum sülfat uygulanan bitkilerin kükürt içeriklerinde uygulama dozlarına paralel olarak artışlar belirlenmiştir. Marul bitkisinin kükürt içeriğindeki artış oranları ise 1 mg S kg⁻¹ dozuna oranla sırasıyla % 5,34 (5 mg S kg⁻¹), % 8,39 (10 mg S kg⁻¹), % 17,35 (20 mg S kg⁻¹) ve % 23,51 (40 mg S kg⁻¹).

Çizelge 4.4. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kükürt içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	sd	Kareler ortalaması	F	P > F
Kükürt dozu	4	1764501,1	2,1921	0,1432
Hata	10	2012343,3		
Toplam	14	3776844,4		



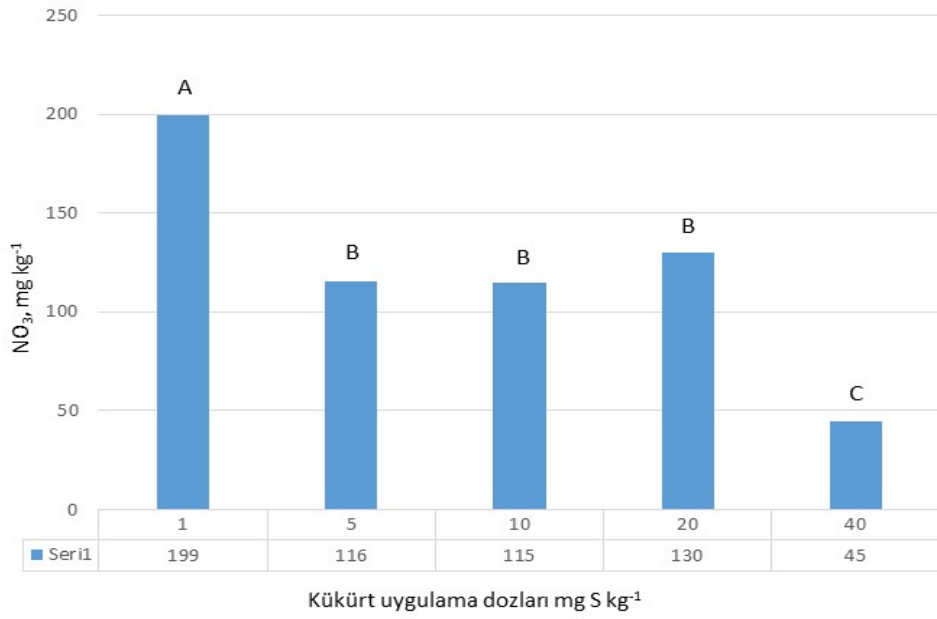
Şekil 4.4. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul kükürt içeriği üzerine etkisi

4.4. Kükürt uygulamalarının marul bitkisinin nitrat içeriği üzerine etkisi

Artan oranlarda kükürt uygulanarak yetiştirilen marul bitkisinde, kükürt uygulamalarının bitkinin toprak üstü aksam nitrat içeriği üzerine olan etkilerine ait olan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de, kükürt uygulamalarının bitkinin toprak üstü aksam nitrat içeriği üzerine olan etkileri ise Şekil 4.5’de sunulmuştur. Marul bitkilerinin toprak üstü aksam nitrat içeriği incelendiğinde en yüksek nitrat konsantrasyonunun 199 mg kg⁻¹ (1 mg S kg⁻¹) ve en düşük nitrat konsantrasyonunun ise 45 mg kg⁻¹ (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlendiği görülmektedir (Şekil 4.5).

Çizelge 4.5. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin toprak üstü aksam nitrat içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	sd	Kareler ortalaması	F	P > F
Kükürt dozu	4	36461,7	32,3554	<0,0001
Hata	10	2817,3		
Toplam	14	39179		



Şekil 4.5. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin gövde nitrat içeriği üzerine etkisi

Araştırma sonuçları incelendiğinde uygulanan kükürt dozları (1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹) bitki toprak üstü kısmı nitrat içerikleri üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu ve uygulanan kükürt dozlarının konsantrasyonlarının artmasıyla marul bitkisinin toprak üstü aksam nitrat konsantrasyonunun bu uygulamalara bağlı olarak azaldığı görülmektedir.

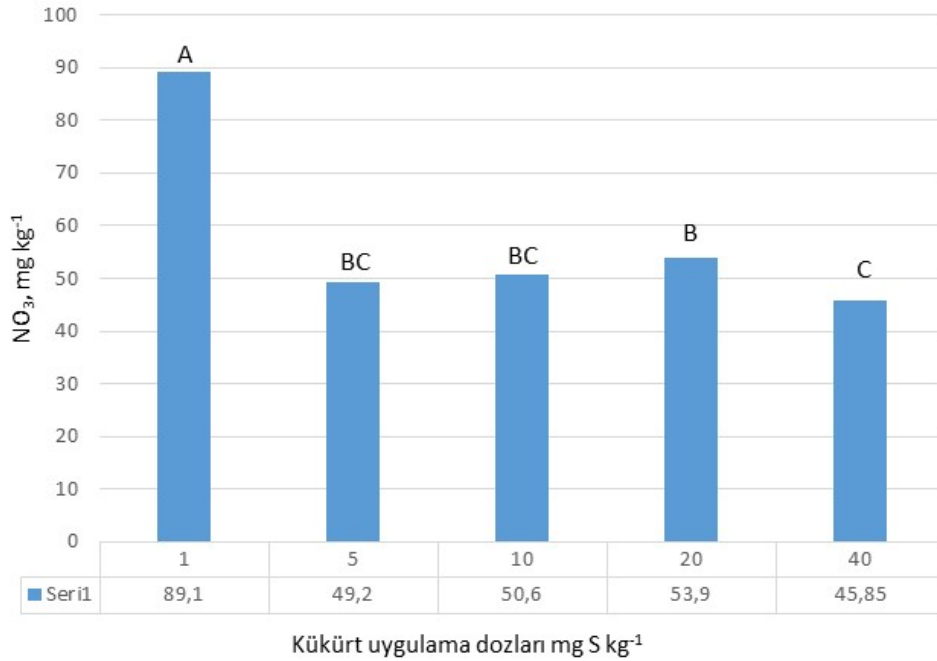
Artan oranlarda kükürt uygulanarak yetiştirilen marul bitkisinde, kükürt uygulamalarının bitkinin kök nitrat içeriği üzerine olan etkilerine ait olan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da, kükürt uygulamalarının bitkinin kök nitrat içeriği üzerine olan etkileri ise Şekil 4.6'da sunulmuştur.

Karaman ve ark. (2000) Tokat çevresinde yetiştirilmekte olan kışlık sebzelerde nitrat miktarını en fazla ıspanak bitkisinde 2360 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kavak ve ark. (2003) baş salatada nitrat miktarının 284-1316 mg/kg miktarları arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Özenç ve Şenlikoğlu (2017) ıspanak bitkisinde nitrat miktarını 535-1783 mg/kg oranları arasında belirlemişlerdir. Oruç ve Ceylan (2001) Bursa'da yetiştirilen kimi sebzelerin nitrat oranlarını belirlemiş ve en fazla nitrat miktarının 31,44-104 mg/kg arasında rokada olduğu belirlenmişlerdir. Belirtilen araştırmalardan da görüldüğü gibi

bitkiler cins ve yetiştikleri ortamda bulunan farklı bitki besin kompozisyonlarında farklı oranlarda nitrat içermektedirler.

Çizelge 4.6. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök nitrat içeriği üzerine etkilerine ait varyans analizi tablosu

Kaynak	sd	Kareler ortalaması	F	P > F
Kükürt dozu	4	3897,9	142,6062	<0,0001
Hata	10	68,3		
Toplam	14	3966,2		



Şekil 4.6. Artan dozlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kök nitrat içeriği üzerine etkisi

Denemede uygulanan kükürt dozlarından 5, 10, 20 mg S kg⁻¹ istatistiksel açıdan aynı grupta yer almalarına rağmen 1 mg S kg⁻¹ uygulama dozuna oranla farklı grupta yer almışlar ve ortalama olarak 120,33 mg kg⁻¹ nitrat içeriği göstermişlerdir. Denemede 45 mg kg⁻¹ ile en düşük nitrat içeriği 40 mg S kg⁻¹ uygulama dozunda belirlenmiştir. Marul bitkisi toprak üstü aksamının nitrat içeriğindeki azalışlar 1 mg S kg⁻¹ kükürt dozuna oranla

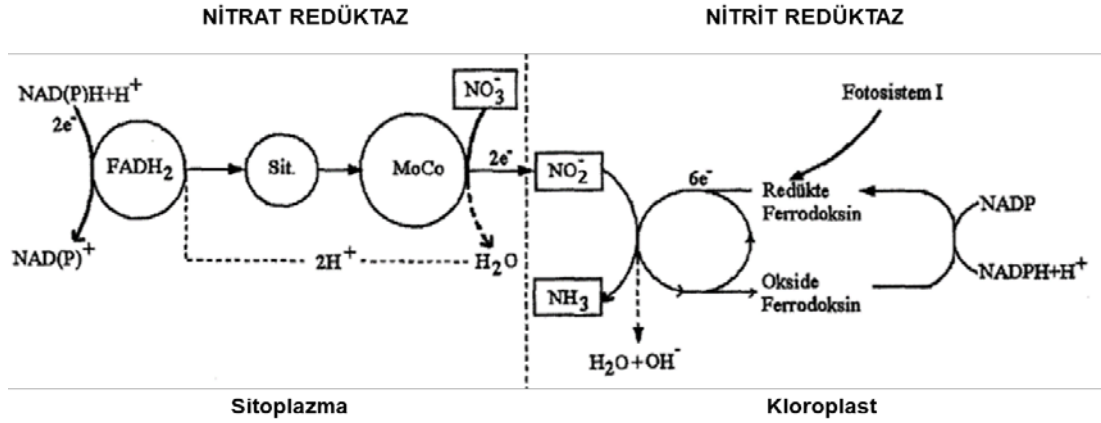
sırasıyla diğerk uygulamalarda sırasıyla, % 41,7 (5 mg S kg⁻¹), % 42,2 (10 mg S kg⁻¹), % 34,7 (20 mg S kg⁻¹) ve % 77,4 (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlenmiştir.

Artan oranlarda kükürt uygulamalarının marul bitkisinin kök nitrat içeriğı üzerine olan etkisi Şekil 4.6'da sunulmuştur. Marul bitkilerinin kök nitrat içeriğı incelendiğinde en yüksek nitrat konsantrasyonunun 89,1 mg kg⁻¹ (1 mg S kg⁻¹) ve en düşük nitrat konsantrasyonunun ise 45,85 mg kg⁻¹ (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlendiğı görölmektedir (Şekil 4.6). Araştırma sonuçları incelendiğinde uygulanan kükürt dozlarının (1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹) bitki kök nitrat içerikleri üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğı ve uygulanan kükürt dozlarının, konsantrasyonlarının artmasıyla marul bitkisinin kök nitrat konsantrasyonunun bu uygulamalara bağılı olarak azaldığı görölmektedir.

Denemede uygulanan kükürt dozlarından 5 ve 10 mg S kg⁻¹ istatistiksek açıdan aynı grupta yer almalarına rağmen 1 mg S kg⁻¹ uygulama dozuna oranla farklı grupta yer almışlar ve ortalama olarak 49,9 mg kg⁻¹ nitrat içeriğı göstermişlerdir. Denemede 45,85 mg kg⁻¹ ile en düşük nitrat içeriğı 40 mg S kg⁻¹ uygulama dozunda belirlenmiştir.

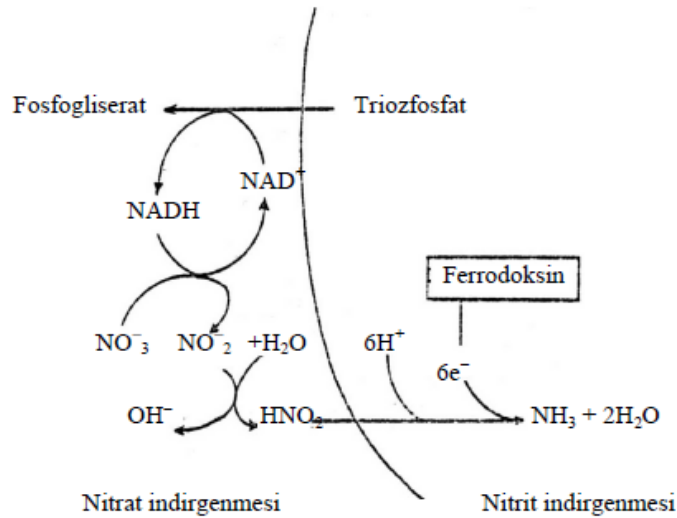
Marul bitkisi kök nitrat içeriğindeki azalışlar 1 mg S kg⁻¹ kükürt dozuna oranla diğerk uygulamalarda sırasıyla, % 44,8 (5 mg S kg⁻¹), % 43,2 (10 mg S kg⁻¹), % 39,5 (20 mg S kg⁻¹) ve % 48,54 (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlenmiştir.

Bitkiler azotu yetiştikleri ortamdan bilindiğı gibi NH₄⁺ ve NO₃⁻ formunda almaktadırlar. Bitkiler kökleri ile aldıkları NH₄⁺ iyonunu metabolize ederler, NO₃⁻ formunda alınan azotun da metabolize edilebilmesi için öncelikle NH₃⁺ iyonuna dönüştürülmesi gerekmektedir (Şekil 4.7). Aksi taktirde alınan nitrat (NO₃⁻) bitkide depo edilmektedir.



Şekil 4.7. Yaprak hücrelerinde nitrat asimilasyonu (Beevers ve Hageman, 1983)

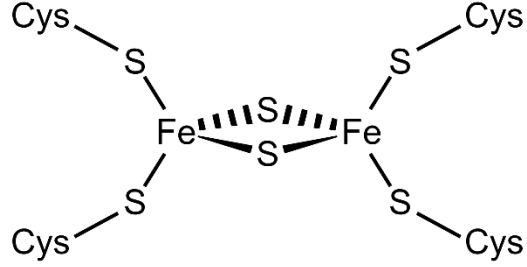
Bitkilerde nitrat metabolizması hücrede Sitoplazmada ve kloroplastlarda sürdürülen iki ayrı tepkimeyle gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.7). Sitoplazmada gerçekleşen birinci tepkime sonucunda molibden varlığında nitrat redüktaz enzimi katalizörlüğünde Nitrat (NO_3^-) nitrite (NO_2^-) indirgenmektedir. Tepkimenin bu bölümünde Nitratın (NO_3^-) nitroz aside (HNO_2) indirgenliğide ifade edilmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Yaprak hücrelerinde nitrat ve nitritin indirgenme tepkimeleri (Mengel ve Kirkby 1987)

Kloroplastta gerçekleşen ikinci tepkime de ise nitrit (NO_2^-) amonyağa (NH_3) dönüşmektedir. Bitkilerde söz konusu nitrat metabolizması sekteye uğradığında bitkiler aldıkları nitratı depo etmek durumunda kalmaktadırlar. Burada bahsi geçen ikinci

tepkimede elektron verici olarak büyük önem taşıyan ferrodoksin Fe-S bağları içermektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Bitkilerde ferredoxinin yapısında bulunan 2Fe2S kümesi (Duke ve Reisenauer, 1986)

Sonuç itibari ile ferrodoksinin yapısında bulunan Fe-S bağlarından dolayı bitkiler nitrat metabolizmalarını sağlıklı şekilde yürütebilmek için bir makro besin elementi olan kükürde yeterli seviyede ihtiyaç duymaktadırlar.

5. SONUÇ

Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde marul bitkisinde üre azotu kullanarak ve artan dozlarla uygulanan amonyum sülfat ile elde edilen farklı azot/kükürt oranlarının bitkinin gövde kuru madde içeriklerinde beklenenin aksine meydana getirdiği farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmektedir. Marul bitkisinde toprak üstü aksam toplam azot içeriği ortalama % 1,61 olarak belirlenmiştir. Benzer beklentinin bitki kök kuru madde içeriklerinde de karşılanmadığı, ilk iki artan kükürt uygulamaları ile (5, 10 mg S kg⁻¹) bitki kök kuru ağırlıklarında istatistiksel olarak bir artışın belirlendiği daha 20 mg S kg⁻¹ dozunda bir artışın olmadığı ve 40 mg S kg⁻¹ dozunda yine 1 mg S kg⁻¹ dozuna kıyasla bitki kök kuru ağırlıklarında istatistiksel olarak bir artışın belirlendiği görülmektedir. Marul bitkisinde kök toplam azot içeriği ortalama % 0,41 olarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında artan dozlarla uygulanan kükürt ile bitkinin gövde toplam azot içeriklerinde uygulamalar arasında farklı değerler belirlense de bu konsantrasyonlar beklendiği gibi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Artan konsantrasyonlarda uygulanan kükürdün marul bitkisinin kükürt içeriği üzerinde meydana getirdiği artışları istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Beklenildiği gibi kükürt uygulama dozlarıyla marul bitkisinde kükürt içeriği % 23,51'e kadar arttırılmıştır. Denemede sabit doz olarak tutulan azot uygulamaları ve artan dozlarda uygulanan kükürt ile bitkilerde yakalanan azot/kükürt oranları sırasıyla 8,44 (1 mg S kg⁻¹), 8,13 (5 mg S kg⁻¹), 7,83 (10 mg S kg⁻¹), 7,19 (20 mg S kg⁻¹) ve 6,85 (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında yürütülen denemede kullanılan kükürt dozlarının (1, 5, 10, 20, 40 mg S kg⁻¹) bitki toprak üstü kısmı nitrat içerikleri üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu ve uygulanan kükürt konsantrasyonlarının artmasıyla marul bitkisinin toprak üstü aksam nitrat konsantrasyonunun bu uygulamalara bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Bitki nitrat içeriğindeki azalışlar 1 mg S kg⁻¹ kükürt dozuna oranla diğer

uygulamalarda sırasıyla, % 41,7 (5 mg S kg⁻¹), % 42,2 (10 mg S kg⁻¹), % 34,7 (20 mg S kg⁻¹) ve % 77,4 (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlenmiştir.

Araştırmada verileri incelendiğinde marul bitkilerinin köklerinde en yüksek nitrat konsantrasyonunun 89,1 mg kg⁻¹ (1 mg S kg⁻¹) ve en düşük nitrat konsantrasyonunun ise 45,85 mg kg⁻¹ (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlendiği görülmektedir. Marul bitkisi kök nitrat içeriğindeki azalışlar 1 mg S kg⁻¹ kükürt dozuna oranla diğer uygulamalarda sırasıyla, % 44,8 (5 mg S kg⁻¹), % 43,2 (10 mg S kg⁻¹), % 39,5 (20 mg S kg⁻¹) ve % 48,54 (40 mg S kg⁻¹) olarak belirlenmiştir. Marul bitkisinin toprak üstü aksam ve kök nitrat içeriklerinde, kükürt uygulamalarına bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli derecede düşüşler belirlenmiştir.

Yeşil aksamı yenen marul gibi bitkilerde insan sağlığı açısından önemli hususlardan biri bitkinin nitrat içeriğidir. Bilindiği gibi insanlarda alınan fazla miktardaki nitratin kansere, A vitamini noksanlığına, “methemoglobinemia “ vb. hastalıklara yol açmaktadır. Yapılan bu çalışma ülkemizde ve dünyada yaygın şekilde tüketilen marul bitkisinin uygun azot/kükürt oranında yetiştirilmesiyle gerek bitkinin tüketilen toprak üstü aksamında ve gerekse kökünde nitrat birikiminin önüne geçilebileceğini belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma bitki beslemenin tarımda sadece verimi artırma amacıyla değil aynı zamanda insan ve hayvan sağlığını koruma açısından da göz önünde bulundurulması gereken önemli inkâr edilemeyecek bir bilimsel çalışma alanı olduğunun açık göstergesidir. İleride yapılacak bitki besleme tabanlı çalışmalarda besin elementlerinin tek tek bitkideki etkilerinin yanında özellikle aralarında ki bulunuş oranlarının çok daha önemli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alan, R., Padem, H., ve Zülkadir, A. (1995).** Farklı N Kaynaklarının Marul (*Lactuca Sativa L.*)’Da Bazı Biyolojik Özelliklere Ve Nitrat Birikimine Etkisi. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, 2, Sebze-Bağ-Süs Bitkileri*, 3-6 Ekim 1995, Adana.
- Aksoy, A., Türel, İ., Arslan, B., Dede, Ö. (1997).** Farklı Dozlarda Gübrelenen Patates Bitkisinin Yumrularındaki Nitrat ve Nitrit Düzeyleri. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 3, 461-465.
- Andersen, L., Nielsen, N.E. (1992).** A new cultivation method for the production of vegetables with low content of nitrate. *Scientia Horticulturae*, 49, 167-171.
- Anonim, (1988).** Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi, T.C.T.O.K.B. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü*, 151-182.
- Anonim, (1990).** Micronutrient, assessment at the country level, *an international Study, FAO Soil Bulletin by MIKKO Sillanpaa*, 65.
- Bansal, K.N., D.P., Montiramani, Pal, A.R. (1983).** Studies on sulphur in vertisol, *Plant and Soil*, 70, 133-140.
- Barczak, B., Majcherczak, E. (1995).** Vegetables quality estimation with special consideration related to nitrate contents. *Zeszyty-Naukowe-AkademiiTechniczno-Rolniczej-w-Bydgoszczy-Rolnictwo (Poland)*, 36, 71-80.
- Beevers, L., ve Hageman, R.H. (1983).** Uptake and reduction of nitrate: Bacteria and Higher Plants, A Lauchli, RL Bielecki, L Sa (Eds.) *Encyclopedia of Plant Physiology* 351-375, New Series.
- Belligno, A., Fısichella, G., Tropea, M., Sambuci, G., Muratore, G. (1996).** Effect of different nitrogen fertilizers on nitrate content in lettuce plants. 1: *Comparison Among a New Slow-Release Fomulate and Traditional Fertilizers*. *Agrochimica*, 2(3), 85-93.
- Boon -Van Der, J., Steenhuizen, J.W., Steingrower, E.G. (1990).** Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, *NH₄/NO₃ Ratio and Temperature of Recirculating Nutrient Solution*. *Journal of Hort. Sci.*, 65(3), 309-321.
- Bouyoucas, G.J. (1951).** A realibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*. 43, 434-438.
- Boss, C.B., Fredeen, K.J. (2004).** Concept instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectroscopy. Perkin-Elmer, Bridgeport Avenue Shelton., 3-31.

Bremmer, J.M. (1965). Nitrogen, CA Black (Eds.), Method of soil analysis part II, chemical and microbiological properties agronomy (s. 1149-1178). American Society of Agronomy.

Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil. Sci and Plant Analysis*, 6(1), 71-80.

Chung, S.Y., Kim, J.S., Hong, M.K., Lee, J.O., Kim, C.M., Song, İ.S. (2003). Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Additives and Contaminants*, 20(7), 621-628.

Croitoru, M.D., Muntean, D.L., Fulop, I., Modroiu, A. (2015). A Growing patterns to produce 'nitrate-free' lettuce (*Lactuca sativa*) food additives and contaminants part a-chemistry analysis control exposure & risk assessment 32(1), 80-86.

Çil, N., Katkat, A.V. (1995). Azotlu Gübre Çeşitleri ve Aşırı Miktarlarının Ispanak bitkisinin Verim, Nitrat ve Kimi Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Semp., 27-29 Eylül 1995, A.Ü. Ziraat Fak.-Toprak İlmi Dern., Ankara.

Demir, H., Gölükçü, M., Topuaz, A., Özdemir, F., Polat, E., Şahin, H. (2003). Yedikule ve Iceberg tipi marul çeşitlerinin mineral madde içeriği üzerine ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 79-85.

Demir, K., Yanmaz, R., Özçoban, M., Kütük, A. C. (1996). Ispanakta Farklı Organik Gübrelerin Verimlilik ve Nitrat Birikimi Üzerine Etkileri. GAP 1. *Sebze Tarımı Sempozyumu*, 7-10 Mayıs, Şanlıurfa

De Gonzalez, M.T.N., Osburn, W.N., Hardin, M.D., Longnecker, M., Garg, H.K., Bryan, N.S. (2015). Keeton, jt a survey of nitrate and nitrite concentrations in conventional and organic-labeled raw vegetables at retail *Journal of Food Science* 80(5), 942-949.

Duke S.H., Reisenauer, H.M. (1986). Roles and Requirements of Sulfur in Plant Nutrition. MA Tabatabai (Eds.), Sulfur in Agriculture. (s. 123-168). American Society of Agronomy.

Follet, R.H. (1969). Zn, Fe, Mn, Cu in colorado soils, ph.d. Dissertation, *State univ*, 133

Gardner, B.R., Pew, W.D. (1979). Comparison of various nitrogen source. journal of the fertilization of winter-grown head lettuce. *Journal of The American Soc. For. Hort. Sci.*, 104(4), 534-536.

Güler, S., Çelikel, G. (1996). Azotlu Gübrelerin Marulda Nitrat Birikimine Etkisi. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Mersin*.

Gülser, C., Korkmaz, A., Horuz, A. (1999). Nitrate accumulation in some vegetables sampled from different parts of hillside fields in Samsun. Proceedings of the Fifth Baku International Congress, International Ecoenergy Academy, Baku.

Güneş, A., Post, W.H.K., Aktaş, M. (1995). Effect of partial replacement of nitrate by NH₄-N, Urea-N and Amino acid-N in nutrient solution on nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Agrochimica*, 39, 326-333.

Jacquin, F., Papadapulos, G. (1977). Influence of Nitrogen Fertilizer Form on Nitrate Accumulation in Spinach Plants Grown in Pots. *Bulletin de l' Ecole Nationale Supérieure d' Adromnomie Et des Industries Alimentaires*, 19(1/2): 101-104.

Jackson, M.L. (1962). Soil Chemical Analysis, Extraction Of Exchangeable Cations (s. 84-86). prentice hall, inc. eng.

Kacar, B., Kütük, C. (2010). Gübre analizleri. *Nobel Yayın Dağıtım*. Ankara.

Kalra, Y.P. (1988). Hand book of reference methods for plant analysis. YP Kalra (Eds.), Soil and plant analsis council, CRC press. New York.

Karaçal, İ., Türetken, İ. (1992). Normal ve aşırı dozlarda azot uygulamasının marulda nitrat ve nitrit birikimine etkisi. *1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*. İzmir. s. 33.

Karaman, M.R., Brohi, A.R., Güneş, A., İnal, A. ve Alpaslan, M. (2000). Yöresel değişik azotlu gübre uygulamalarının Tokat bölgesinde yetiştirilen bazı kışlık sebzelerin nitrat akümülyasyonuna etkisi. *Tr.J. of Agriculture and Forestry*, 24(1), 1-9.

Korkmaz, A., Horuz, A., Çolak, B. (2004). Sera şartlarında harç ortamında yetiştirilen marul çeşitlerinin ürün miktarları, NO₃, NO₂ ve mineral madde kapsamları. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3), 50-56.

Kavak, S., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Yağmur, B., Eşiyok, D. (2003). Farklı azot kaynaklarının baş salatada (*Lactuca sativa* var. *capitata*) verim, kalite ve mineral madde miktarı üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(3), 33-40.

Liu, C.W., Sung, Y., Chen, B.C. Lai, H.Y. (2014). Effects of nitrogen fertilizers on the growth and nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 4427-4440.

Lindsay, W.L., Norvell, D.W. (1978). Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *soil sci. soc. of amer. jour.* 42:421-428.

Lindsay, W.L., Norvell, W.A. (1969). Development of a DTPA micronutrient soiltest. *Soil Sci. Am. Proc.* 35, 600-602.

Maynard, D.N., Barker, A.V. (1971). Critical nitrate levels for leaf lettuce, radish and spinach plants. *Comm. In Soil Sci. and Plant Anal.*, 2(6), 461-470.

Maynard, D.N., Barker, A.V., Minotti, P.L., Peck, N.H. (1976). Nitrate accumulation in Vegetables. *Adv. in Agronomy*, 28, 71-114.

Mengel, K., Kirkby, E.A. (1987). Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern, Switzerland.

Mordoğan, N., Ceylan, Ő., akıcı, H., Yoldaő, F. (2001). Azotlu gbrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1), 85-92.

Olsen, S. R., Dean, L.A. (1965). Phosphorus. CA Black (Eds.), Methods of Soil Analysis (s. 1035-1049). Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin.

Reinink, K., Eenink, A.H. (1988). Genotypical differences in nitrate accumulation in shoots and roots of lettuce. *Scientia Horticulturae*, 37, 13-24.

Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agriculture Handbook No:60, U.S. Department of Agriculture. U.S. Govt. Printing Office . Washington, D.C.

Rożek, S., Sandy, W., Leja, M., Myczkowski, J. (1994). Effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. pt.2. *Nitrate and Nitrite Content. Folia Horticulturae*, 6(1), 53-62.

Rhodes, J. D. (1982). Soluble Salts. AL Page, RH Miller, DR Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis (s. 167-180). Part II. American Society of Agronomy, Madison.

Semenov, V.M., Tlustosh, P., Agaev, V.A., Vostal, I., ve Sokolov, O.A. (1989). Varietal Differences in Nitrate Accumulation by Vegetable Crops. *Agrokimiya*, 1:63-68.

Soil Survey Staff. (1951). Soil survey manuel. *Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture*, Handbook, 18.

Oru, H.H., Ceylan, S. (2001). Bursa’da tüketilen bazı sebzelerde nitrat ve nitrit. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(3), 17-21.

Ondes, A.D., Zabunoğlu, S. (1991). The effects of various nitrogenous fertilizers on nitrate accumulation in vegetables. *Doğa Türk-Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 15(2), 445-460.

Özenç, D.B., Şenlikoğlu, G. (2017). Organik ve Kimyasal Azot Kaynağının Ispanak Bitkisinin Bazı Besin içeriğini ve Nitrat Birikimi zerine Etkileri, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(3), 398-406.

zelik, S. (1982). Bazı gıdalarda nitrit ve nitrosaminlerin oluşumu ve sağlığa zararlı etkileri. *Gıda*, 7(4).

- Parente, A., Gonnella, M., Santamaria, P., L'Abbate, P., Conversa, G., Elia, A. (2004).** Nitrogen fertilization of new cultivars of lettuce. *In International Symposium Towards Ecologically Sound Fertilisation Strategies For Field Vegetable Production* 700, 137-140 pp.
- Terman, G.L., Allen, E.J. (1978).** Crop yield-nitrate n, total n and total k relationships, *Leafy Vegetables, Soils and Fertilizer Research. Comm. in Soil. Sci. and Plant Analysis*, 9(9), 813-825.
- Tittonell, P., De Grazia, J., Chiesa, A. (2000).** Effect of nitrogen fertilization and plant population during growth on lettuce (*Lactuca sativa* L.) post harvest quality. *In IV International Conference on Postharvest Science* 553, 67-68pp.
- Tosun, İ., Üstün, S. (2004).** Nitrate content of lettuce grown in the greenhouse. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 72, 109-113.
- Uğur, A., Ekbiç, E., Zambı, O., Uyar, M., Aksoy, R. (2014).** Azot ve humik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkileri. *10. Sebze Tarımı Sempozyumu, 2-4 Eylül 2014. Bildiriler Kitabı: 402-407.*
- Vaughan, J. (1985).** Effects of source and amount of fertilizer nitrogen nitrate concentration of glasshouse lettuce. *Soil Use and Management*, 1, 3.
- Yağmur, B., Bozokalfa M.K., Eşiyok, D. (2005).** Fosfor ve Potasyum Uygulamalarının Sap Kerevizinde (*Apium graveolens* L. Var. dulce) Verim Mineral Madde, Nitrat ve Nitrit Üzerine Etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2): 121-130.
- Zhou, Z.Y., Wang, M.J., Wang, J.S. (2000).** Nitrate and nitrite contamination in vegetables in china. *Food Rev. İnt.*, 16(1), 61-76.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Seda CANSIZER
Doğum Yeri ve Tarihi : Antalya 21.07.1995
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Saime Salih Konca Lisesi
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Lider Fide (staj)
Bursa Uludağ Üniversitesi Lab.

İletişim (e-posta) : sedacansizer@gmail.com

Yayımları : **Yavuz, H., Cansizer, S., Turan, M.A. (2020).** Bursa İli
Gürsu İlçesi Armut Bahçelerindeki Potansiyel Mikro Bitki Besin Elementi Eksiklikleri.
Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34, 107-118.