

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**TOPRAK ÖZELLİKLERİ İLE SELENYUM YARAYIŞLILIĞI ARASINDAKİ**  
**İLİŞKİLER VE SARIMSAĞIN SELENYUM İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ**

**Nilüfer TÜRKMEN**

**TOPRAK ANABİLİM DALI**

**ANKARA**  
**2010**

**Her hakkı saklıdır.**

## ÖZET

Doktora Tezi

### TOPRAK ÖZELLİKLERİ İLE SELENYUM YARAYIŞLILIĞI ARASINDAKİ İLİŞKİLER VE SARIMSAĞIN SELENYUM İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Nilüfer TÜRKMEN

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İlhan KARAÇAL

Ülkemizde sarımsak tarımının en fazla yapıldığı 7 ilde toprakların ve bu yörelerde ekonomik önemi olan sarımsak bitkisinin selenyum içeriklerinin belirlenmesi, ülkemizde tarımsal alanda üzerinde pek fazla çalışmaya rastlanmayan, bitkilerde ve topraktan selenyum içeriği ve selenyum gübrelemesi konusunda veri oluşturulması amacıyla yürütülen bu araştırma; survay çalışması, sera ve tarla denemeleri olmak üzere 3 aşamalı olarak planlanmıştır.

Bu çalışmada, sarımsak tarımının en fazla yapıldığı illerden eş zamanlı olarak 80 adet toprak ve bitki örnekleri alınarak selenyum içerikleri araştırılmıştır. Sarımsağın selenyum ile zenginleştirilmesi amacı ile sera denemesinde topraktan 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 ve 5.0 mg kg<sup>-1</sup> ve bir doz yaprak uygulaması (% 0.01), tarla denemesinde ise yapraktan aynı doz ve topraktan 0, 12.5, 25, 50, 100 g da<sup>-1</sup> düzeylerinde Se, sodyum selenattan (Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>) uygulanmıştır.

Ayrıca, Se uygulamalarının sarımsak bitkisinin verim ve bazı kalite özellikleri ile bitki besin maddesi içeriğine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, sera denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, tarla denemesi ise Kastamonu-Taşköprü ekolojik koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Selenyum ve bazı besin maddesi miktarları ICP-OES tekniği ile belirlenmiştir.

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı 7 ile ait ortalamalar incelendiğinde, en fazla selenyum Kastamonu ilinde yetiştirilen sarımsaklarda bulunmuş olup, bunu Muğla, Kırklareli, Karaman, Antalya, Balıkesir ve Kahramanmaraş illeri takip etmiştir ve bu illere ait ortalama selenyum değerleri sırasıyla 0.205, 0.200, 0.166, 0.145, 0.129, 0.125 ve 0.097 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı selenyum içerikleri incelendiğinde; 1.32 ile 11.16 µg kg<sup>-1</sup> arasında değişen değerler belirlenmiş ve ortalama olarak 4.35 µg kg<sup>-1</sup> olduğu bulunmuştur.

Sera denemesi sonucunda Se uygulamaları ile sarımsağın baş ve gövde kısmında Se miktarının artırılabilirdiği ve gövde kısmında baş kısmına göre daha fazla Se biriktiği belirlenmiştir.

Tarla denemesinde, 25 g Se da<sup>-1</sup> uygulamasında sarımsak yumrularının Se içeriğinin yetişkin insanların ihtiyaç düzeyini (70 µg gün<sup>-1</sup>) karşılamak için yeterli seviyeye ulaştığı bulunmuştur.

**2010, 177 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Selenyum, selenyum zenginleştirilmesi, sarımsak (*Allium sativum* L.)

## ABSTRACT

Ph.D. Thesis

### RELATIONSHIP BETWEEN SOIL PROPERTIES AND AVAILABILITY OF SELENIUM, AND ENRICHMENT OF GARLIC WITH SELENIUM

Nilüfer TÜRKMEN

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

Supervisor: Prof. Dr. İlhan KARAÇAL

This investigation was planned 3 stages, so as to determine the selenium content of garlic plant being grown as an economic crop in 7 provinces of Turkey. Where intensive garlic cultivation is being practised. No more studies are available on this topic. Hence to get data on selenium content of soil and plants and also selenium fertilization data, the study was consisted of survey, greenhouse (pot experiment) and field experiments.

In this study 80 soil and plant samples were collected at the same time from intensive garlic grown fields so as to determine selenium contents of these samples. In pot experiment selenium was applied to soil at the rate of 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 ve 5.0 mg kg<sup>-1</sup> and only one rate of 0.01 % as a foliar application was used. Whereas in field experiment the foliar rate was same, whereas for field experiment selenium rates were 0, 12.5, 25, 50 and 100 g Se da<sup>-1</sup> as sodium selenate (Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>).

In addition to this, application of Se were studied to see the effect of Se on yield of garlic and on some quality characteristics together with plant nutrient contents of the garlic.

Pot experiment was planned as a randomized pots design with three replications, whereas field experiment was conducted on Kastamonu-Taşköprü ecological conditions as a randomized block design with three replications. Uptake of selenium and some plant nutrient contents were determined with ICP-OES technique.

Intensive garlic cultivation is being done in seven provinces of Turkey and when investigated on an average basis, it was found that maximum Se was found in garlic grown in Kastamonu province. The Se content of 0.205, 0.200, 0.166, 0.145, 0.129, 0.125 and 0.097 mg kg<sup>-1</sup> were found in garlic grown at Kastamonu, Muğla, Kırklareli, Karaman, Antalya, Balıkesir and Kahramanmaraş provinces respectively. Garlic cultivated soils when studied for available soil Se content, varied from 1.32 to 11.16 µg kg<sup>-1</sup> with an average of 4.35 µg kg<sup>-1</sup>.

According to the results of greenhouse experiment, garlic bulb and stem selenium uptakes could be increased with increased Se applications. Selenium concentration was more in stem than in bulbs.

In the field experiment, Se at the rate of 25 g da<sup>-1</sup> was found to be enough to increase the Se content of garlic bulbs to the extent of 70 µg Se day<sup>-1</sup>, an amount being found to be sufficient to full fill the requirement of an adult human being.

**2010, 177 pages**

**Key Words:** Selenium, enrichment with selenium, garlic (*Allium sativum* L.)

## TEŞEKKÜR

Türkiye’de en fazla sarımsak yetiştirilen alanlarda toprakta ve bitkide selenyum durumunun belirlenmesi ve sarımsağın selenyum ile zenginleştirilmesinin sağlanması amacıyla “Toprak Özellikleri ile Selenyum Yarayırlılığı Arasındaki İlişkiler ve Sarımsağın Selenyum İle Zenginleştirilmesi” konulu bu çalışma, “Türkiye’de Yetiştirilen Sarımsak Genotiplerinin Potansiyel Beslenme Sorunlarının Ortaya Konulması ve Sarımsakta Gübreleme Verim-Kalite İlişkisi” konulu TÜBİTAK TOGTAG 104 O 506 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Çalışmalarım boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. İlhan KARAÇAL (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü)’a, bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan ve doktora çalışmam süresince bilgi, destek ve yönlendirmelerinden faydalandığım hocam Sayın Prof. Dr. Süleyman TABAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü)’a, destek ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. İbrahim ERDAL (Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü)’a, her zaman desteğini gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr. YAKUP ÇIKILI (Düzce Üniversitesi Çilimli Meslek Yüksek Okulu)’ya, çalışmalarım sırasında daima yardım ve desteği ile yanımda olan değerli eşim ve çalışma arkadaşım Sayın Araş. Gör. Ferhat TÜRKMEN (Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü)’e, çalışmalarım sırasında yardım ve katkılarından dolayı dönemin Taşköprü Belediye Başkanı Sayın Hasan ALTAN’a, Sayın Zir. Müh. Satı Mehmet SEZER (Taşköprü Belediyesi Park Bahçeler Müdürü) ve ekibine, sarımsak üreticilerinden Sayın Hüseyin YILMAZ’a, çalışmalarımda yardımcı olan Zir. Y. Müh. Klara İBRAGİMOVA (Ahmet Yesevi Üniversitesi)’ya, Zir. Müh. Emine ARSLAN’a, Zir. Müh. Selen BEDER’e, Zir. Müh. M. Burak TAŞKIN’a, fakülte öğrencilerimizden Hamdi ÖZAKTAN ve Zafer ÇALIŞ’a teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim babam, annem, ablalarım ve tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Hepiniz iyi ki varsınız.

Nilüfer TÜRKMEN  
Ankara, Temmuz 2010

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
EKLER DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	8
2.1 Toprakta Selenyum .....	8
2.1.1 Toprakta selenyumun yayılışlığını belirleyen etmenler .....	10
2.2 Bitkide Selenyum .....	15
2.2.1 Bitkide selenyumun metabolizması .....	20
2.2.2 Bitkide selenyumun alımı, taşınımı ve dağılımı .....	24
2.3 Bitkilerin Selenyum İle Beslenmesi ve Gübrelenmesi .....	32
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	46
3.1 Materyal .....	46
3.1.1 Survey çalışmasının yürütüldüğü yerler .....	46
3.1.2 Sera denemesinin yürütüldüğü yer .....	48
3.1.3 Sera denemesinde kullanılan bitki materyali .....	49
3.1.4 Tarla denemesinin yürütüldüğü yer .....	49
3.1.5 Tarla denemesinde kullanılan bitki materyali .....	50
3.1.6 İklim özellikleri .....	50
3.2 Yöntem .....	52
3.2.1 Survey çalışması ve örnekleme .....	52
3.2.2 Sera denemesinin kurulması, yürütülmesi ve örnekleme .....	52
3.2.3 Tarla denemesinin kurulması, yürütülmesi ve örnekleme .....	54
3.2.4 Toprak analizleri .....	55
3.2.4.1 Tekstür (Bünye) .....	56
3.2.4.2 Toprak reaksiyonu (pH) .....	56
3.2.4.3 Elektriksel iletkenlik (EC) .....	56
3.2.4.4 Organik madde .....	56
3.2.4.5 Kalsiyum karbonat (CaCO <sub>3</sub> ) .....	56
3.2.4.6 Toplam azot (N) .....	56
3.2.4.7 Bitkiye yayımlı potasyum (K) ve sodyum (Na) .....	57
3.2.4.8 Bitkiye yayımlı kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) .....	57
3.2.4.9 Bitkiye yayımlı fosfor (P) .....	57
3.2.4.10 Bitkiye yayımlı kükürt (S) .....	57
3.2.4.11 Bitkiye yayımlı bor (B) .....	58
3.2.4.12 Bitkiye yayımlı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) .....	58
3.2.4.13 Bitkiye yayımlı selenyum (Se) .....	58
3.2.5 Verim Ögeleri .....	59
3.2.5.1 Bitkilerde verimin belirlenmesi .....	59
3.2.5.2 Bitkilerin baş (yumru) ağırlıklarının belirlenmesi .....	59
3.2.5.3 Baş çapının belirlenmesi .....	60

3.2.5.4 Başlarda büyük ve küçük diş sayısı, ağırlığı ile bir başta bulunan toplam diş sayısının belirlenmesi .....	60
3.2.5.5 Baş örneklerinde toplam kül belirlenmesi .....	60
3.2.5.6 Bitkilerde gövde/baş oranı .....	60
3.2.5.7 Selenyum etkinliğinin (E) hesaplanması .....	60
3.2.6 Bitki analizleri .....	61
3.2.6.1 Selenyum (Se) .....	61
3.2.6.2 Azot (N) .....	62
3.2.6.3 Fosfor (P) .....	62
3.2.6.4 Potasyum (K) .....	62
3.2.6.5 Kalsiyum (Ca) .....	62
3.2.6.6 Magnezyum (Mg) .....	63
3.2.6.7 Sodyum (Na) .....	63
3.2.6.8 Kükürt (S) .....	63
3.2.6.9 Demir (Fe) .....	63
3.2.6.10 Bakır (Cu) .....	64
3.2.6.11 Çinko (Zn) .....	64
3.2.6.12 Mangan (Mn) .....	64
3.2.6.13 Bor (B) .....	64
3.2.7 Değerlendirme ve istatistik analizleri .....	65
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	66
4.1 Türkiye’de Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Besin Maddesi İçerikleri .....	66
4.1.1 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları .....	66
4.1.2 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş tuz, kireç (CaCO <sub>3</sub> ) ve organik madde içerikleri .....	67
4.1.3 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının toplam azot (N), bitkiye yarayışlı fosfor (P) ve değişebilir katyon (Ca, Mg, Na, K) içerikleri .....	70
4.1.4 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı selenyum (Se) içerikleri .....	74
4.1.5 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı kükürt (S), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve bor (B) içerikleri .....	75
4.2 Toprak Özellikleri ile Selenyum Yarayışlılığı Arasındaki İlişkiler .....	80
4.3 Türkiye’de Sarımsak Tarımı Yapılan Farklı Yörelere Alınan Sarımsak Baş Örneklerinin Bazı Besin Maddesi İçerikleri .....	85
4.3.1 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelere alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum (Se) içerikleri .....	85
4.3.2 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelere alınan sarımsak baş örneklerinin azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), bor (B) ve sodyum (Na) içerikleri .....	86
4.4 Toprak Özellikleri ile Sarımsak Bitkisinin Selenyum İçerikleri Arasındaki İlişkiler .....	88

<b>4.5 Sera Koşullarında Yetiştirilen Sarımsak Bitkisinde Belirlenen Bazı Parametreler Üzerine Uygulanan Selenyumun Etkisi.....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.1 Sera Denemesinde Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal özellikleri .....</b>	<b>94</b>
<b>4.5.2 Sarımsak baş ve gövdesinin besin maddesi içeriği .....</b>	<b>95</b>
<b>4.5.3 Sarımsak bitkisinin gövde/baş oranı .....</b>	<b>113</b>
<b>4.5.4 Sarımsak bitkisinin Se etkinliği (E) .....</b>	<b>116</b>
<b>4.6 Tarla Koşullarında Yetiştirilen Sarımsak Bitkisinde Belirlenen Bazı Parametreler Üzerine Uygulanan Selenyumun Etkisi.....</b>	<b>117</b>
<b>4.6.1 Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....</b>	<b>117</b>
<b>4.6.2 Sarımsak bitkisinde verim ve bazı kalite özellikleri.....</b>	<b>118</b>
<b>4.6.3 Sarımsak bitkisinde başların besin maddesi içeriği .....</b>	<b>128</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>138</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>144</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>161</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>177</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden eş zamanlı toprak ve sarımsak örneklerinin alındıkları yerler.....	46
Şekil 3.2	Deneme alanı yer bulduru haritası .....	49
Şekil 4.1	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların tekstür sınıflarına göre dağılımı, %.....	66
Şekil 4.2	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların pH değerlerine göre dağılımı, % .....	67
Şekil 4.3	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların kireç kapsamına göre dağılımı, %.....	68
Şekil 4.4	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların organik madde kapsamına göre dağılımı, %.....	69
Şekil 4.5	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye toplam azot içeriklerine göre dağılımı, %.....	70
Şekil 4.6	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı fosfor içeriklerine göre dağılımı, % .....	71
Şekil 4.7	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların değişebilir K içeriklerine göre dağılımı, % .....	72
Şekil 4.8	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların değişebilir Mg içeriklerine göre dağılımı, % .....	73
Şekil 4.9	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların değişebilir Ca içeriklerine göre dağılımı, %.....	73
Şekil 4. 10	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı selenyum ortalamaları, µg kg-1.....	74
Şekil 4.11	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı çinko içeriklerine göre dağılımı, % .....	76
Şekil 4.12	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı demir içeriklerine göre dağılımı, %.....	77
Şekil 4.13	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı mangan içeriklerine göre dağılımı, % .....	78
Şekil 4.14	Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı bor içeriklerine göre dağılımı, %.....	79
Şekil 4.15	Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile pH arasındaki ilişki analizi sonucu.....	84
Şekil 4.16	Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile EC arasındaki ilişki analizi sonucu.....	84
Şekil 4.17	Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile CaCO <sub>3</sub> arasındaki ilişki analizi sonucu .....	84
Şekil 4.18	Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile organik madde arasındaki ilişki analizi sonucu .....	84
Şekil 4.19	Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile yarayışlı P arasındaki ilişki analizi sonucu .....	85
Şekil 4.20	Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile Na arasındaki ilişki analizi sonucu.....	85
Şekil 4.21	Bitkide bulunan Se değerleri ile toprak reaksiyonu arasındaki ilişki analizi sonucu.....	91

Şekil 4.22	Bitkide bulunan Se değerleri ile toprak organik maddesi arasındaki ilişki analizi sonucu .....	91
Şekil 4.23	Bitkide bulunan Se değerleri ile toprakta bulunan N arasındaki ilişki analizi sonucu .....	91
Şekil 4.24	Bitkide bulunan Se değerleri ile toprakta bulunan K arasındaki ilişki analizi sonucu .....	91
Şekil 4.25	Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan P arasındaki ilişki analizi sonucu .....	93
Şekil 4.26	Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan K arasındaki ilişki analizi sonucu .....	93
Şekil 4.27	Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan S arasındaki ilişki analizi sonucu .....	93
Şekil 4.28	Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan Fe arasındaki ilişki analizi sonucu .....	93
Şekil 4.29	Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan Mn arasındaki ilişki analizi sonucu .....	94
Şekil 4.30	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin N içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	97
Şekil 4.31	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin P içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	98
Şekil 4.32	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin K içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	99
Şekil 4.33	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Ca içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	100
Şekil 4.34	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	101
Şekil 4.35	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	102
Şekil 4.36	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Se içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	105
Şekil 4.37	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin S içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	107
Şekil 4.38	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Fe içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	108
Şekil 4.39	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Cu içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	109

Şekil 4.40	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Zn içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	110
Şekil 4.41	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Mn içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	111
Şekil 4.42	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	112
Şekil 4.43	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin kuru ağırlığı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	114
Şekil 4.44	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövde/baş oranı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	115
Şekil 4.45	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Se alımı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	116
Şekil 4.46	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	119
Şekil 4.47	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların kül miktarı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	120
Şekil 4.48	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların dar, geniş kenar çapları ve yükseklikleri üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	121
Şekil 4.49	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ağırlığı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	123
Şekil 4.50	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde büyük ve küçük diş ağırlığı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	124
Şekil 4.51	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde büyük, küçük ve toplam diş sayıları üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	126
Şekil 4.52	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se alımı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	128
Şekil 4.53	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P ve K içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	129
Şekil 4.54	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	130
Şekil 4.55	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	132
Şekil 4.56	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların S içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	133
Şekil 4.57	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Fe ve Zn içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	134

Şekil 4.58	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Cu ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	135
Şekil 4.59	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	136

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	Çalışma kapsamına alınan illerdeki sarımsak ekim alanları ile üretim değerleri ve Türkiye geneline oranı.....	2
Çizelge 1.2	Bitki besin elementleri .....	4
Çizelge 2.1	Selenyum düzeylerine göre toprakların sınıflandırılması .....	10
Çizelge 2.2	Topraktaki selenyum sınır ve normal değerleri ile bitkideki normal değerleri .....	10
Çizelge 3.1	Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden eş zamanlı toprak ve sarımsak örneklerinin alındıkları yerler ve koordinatları.....	47
Çizelge 3.1	Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden eş zamanlı toprak ve sarımsak örneklerinin alındıkları yerler ve koordinatları (devam) .....	48
Çizelge 3.2	Kastamonu ili Merkez istasyonu 2008 yılı ve uzun yıllar ortalamalarına ait toplam yağış (mm) ve ortalama sıcaklık (°C) değerleri .....	51
Çizelge 3.3	Kastamonu ili Merkez istasyonu 2008 yılı ve uzun yıllar ortalamalarına ait ortalama bağıl nem (%) .....	51
Çizelge 3.4	Toprakların makro ve mikro element miktarları için sınıflandırma değerleri.....	65
Çizelge 4.1	Sarımsak yetiştirilen 7 ilden alınan 80 toprak örneğinde belirlenen bazı özelliklerin kendileri arasında bulunan ilişkilere ait korelasyon analiz sonuçları.....	81
Çizelge 4.2	Sarımsak yetiştirilen 7 ilden alınan 80 toprak örneğinde bulunan bazı özellikler ile bitkide bulunan Se düzeyine ilişkin korelasyon analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.3	Sarımsak yetiştirilen 7 ilden alınan 80 bitki örneğinde bulunan Se düzeyi ile bitkide bulunan bazı besin maddelerine ilişkin korelasyon analiz sonuçları.....	92
Çizelge 4.4	Sera denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	95
Çizelge 4.5	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	96
Çizelge 4.6	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin N, P, K, Ca, Mg, Na ve S içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	97
Çizelge 4.7	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	103
Çizelge 4.8	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	104
Çizelge 4.9	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövde kuru ağırlığı ile gövde/baş oranı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	113
Çizelge 4.10	Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	118

Çizelge 4.11 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi, başların kül miktarı, baş çapı (dar ve geniş kenar çapı) ve yüksekliği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	119
Çizelge 4.12 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin baş ağırlığı, büyük diş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, küçük diş sayısı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	123
Çizelge 4.13 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	129
Çizelge 4.14 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin başlarında Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	132

## EKLER DİZİNİ

EK 1	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları .....	161
EK 1	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları (devam).....	162
EK 2	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş tuz, kireç (CaCO <sub>3</sub> ) ve organik madde içerikleri .....	163
EK 2	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş tuz, kireç (CaCO <sub>3</sub> ) ve organik madde içerikleri (devam) .....	164
EK 3	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı fosfor ve değişebilir katyon içerikleri.....	165
EK 3	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı fosfor ve değişebilir katyon içerikleri (devam) .....	166
EK 4	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı selenyum, kükürt, toplam azot, yarayışlı çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri.....	167
EK 4	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı selenyum, kükürt, toplam azot, yarayışlı çinko, demir, bakır, mangan ve bor kapsamaları (devam) .....	168
EK 5	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden toprak örnekleriyle birlikte eş zamanlı olarak alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum, kükürt, azot, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri .....	169
EK 5	Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden toprak örnekleriyle birlikte eş zamanlı olarak alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum, kükürt, azot, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri (devam).....	170
EK 6	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	171
EK 7	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	171
EK 8	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	172
EK 9	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	172
EK 10	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövde kuru ağırlığı ile gövde/baş oranı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	173
EK 11	Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin Se etkinliği .....	173

EK 12	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi, başların kül miktarı, baş çapı (dar ve geniş kenar çapı) ve yüksekliği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	174
EK 13	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin baş ağırlığı, büyük diş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, küçük diş sayısı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	174
EK 14	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se alımı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	175
EK 15	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi.....	175
EK 16	Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin başlarında Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi .....	176

## 1. GİRİŞ

İnsanların beslenmesi ve sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmesi, hayvansal ve bitkisel besinlerin dengeli ve düzenli bir şekilde alınmasını gerektirmektedir. Alınan bu besinlerle vücut direnci artırılarak pek çok hastalığa yakalanma riski azaltılmaktadır. Bu kapsamda selenyum içeren bitkisel ve hayvansal gıdalar ile beslenmenin önemi de son yıllarda tartışılan konuların başında gelmektedir.

Tarımsal ürünler içerisinde selenyum açısından en dikkat çekici bitki çeşidi sarımsaktır. Sarımsak ağırlıklı olarak Akdeniz ülkeleri, Hindistan, Çin ve Uzakdoğu ülkeleri, ABD ve AB ülkelerinde üretilmektedir. Dünya sarımsak üretiminde Asya ülkelerinin payı yaklaşık % 65'dir. Sarımsak üretiminde ülkemiz söz sahibi ülkeler arasında olup dünya sarımsak üretimi içerisinde yaklaşık % 4'lük pay ile yedinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde 2008 yılı tarım istatistik verilerine göre 9301 ha alanda 81070 ton yıl<sup>-1</sup> sarımsak üretilmekte olup ortalama verim 8720 kg ha<sup>-1</sup> düzeyindedir.

Kastamonu, Balıkesir, Muğla, Karaman gibi iller önemli sarımsak yetiştiricisi iller olarak ön plana çıkmaktadırlar. Ekim alanları ve üretim değerleri dikkate alınarak bu çalışmada seçilen iller, toplam sarımsak ekim alanlarının ve üretim değerlerinin Türkiye genelinin % 50'den fazlasını oluşturması nedeniyle çalışma kapsamına alınmıştır (Çizelge 1.1).

Ülkemizde yetiştiricilik açısından en önemli sayılabilecek il, yaklaşık % 25'lik pay ile Kastamonu'dur. Kastamonu'da üretilen sarımsağın tamamına yakını (% 85-90'ı) Taşköprü ilçesinde yetiştirilmektedir. Taşköprü yöresinde 2008 yılı verilerine göre 34018 hektarlık tarım arazisinin 2938 hektarında sebze tarımı yapılmakta olup bunun 2250 hektarında sarımsak yetiştirilmektedir. Toplam üretim 18000 ton olup ortalama verim 8000 kg ha<sup>-1</sup> dir (Anonim 2009). Sarımsak iyi drene olabilen ve organik madde içeriği yüksek olan kumlu tın veya tın tekstürlü (bünyeli) topraklarda iyi gelişmekte ve bu özellikteki topraklar sarımsak tarımı için ideal topraklar olarak tanımlanmaktadır (Rosen vd. 1999).

Çizelge 1.1 Çalışma kapsamına alınan illerdeki sarımsak ekim alanları ile üretim değerleri ve Türkiye geneline oranı (Anonim 2009)

İller	Yıl	Üretim, ton yıl <sup>-1</sup>	Oran, %	Alan, ha	Oran, %
<b>Kastamonu</b>	2004	22146	26.36	2547	23.26
	2005	19196	23.41	2334	21.22
	2006	22530	32.75	2535	30.48
	2007	20050	26.99	2537	28.30
	2008	20386	25.15	2537	27.28
<b>Balıkesir</b>	2004	11255	13.40	1272	11.62
	2005	9930	12.11	1156	10.51
	2006	9466	13.76	1018	12.24
	2007	9442	12.71	1018	11.36
	2008	8239	10.16	987	10.61
<b>Muğla</b>	2004	2369	2.82	849	7.75
	2005	2051	2.50	815	7.41
	2006	861	1.25	161	1.94
	2007	1060	1.43	171	1.91
	2008	1078	1.33	174	1.87
<b>Karaman</b>	2004	6033	7.18	730	6.67
	2005	5991	7.31	787	7.15
	2006	3866	5.62	512	6.16
	2007	3773	5.08	507	5.66
	2008	3792	4.68	517	5.56
<b>Kırklareli</b>	2004	3200	3.81	470	4.29
	2005	3268	3.99	484	4.40
	2006	3024	4.40	397	4.77
	2007	2403	3.23	340	3.79
	2008	1973	2.43	284	3.06
<b>K.Maraş</b>	2004	4996	5.95	350	3.20
	2005	6110	7.45	493	4.48
	2006	4765	6.93	265	3.19
	2007	6194	8.34	400	4.46
	2008	8840	10.90	582	6.25
<b>Antalya</b>	2004	2294	2.73	221	2.02
	2005	2233	2.72	214	1.95
	2006	1289	1.87	236	2.84
	2007	1361	1.83	178	1.99
	2008	1372	1.69	181	1.94
<b>Türkiye Geneli</b>	2004	84000	62.25	10950	58.81
	2005	82000	59.49	11000	57.12
	2006	68800	66.58	8317	61.62
	2007	74290	59.61	8963	57.47
	2008	81070	56.34	9301	56.57

Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların % 87.5'i orta bünyeli ve % 80'inde pH hafif alkali düzeydedir. Organik madde yönünden ise toprakların % 55'i az ve % 45'i ise orta düzeydedir. Toprakların % 80'inden fazlası % 5-25 arasında kireç içermektedir (Taban vd. 2004). Sarımsağın gerek iç piyasada gerekse dış piyasada pazar bulabilmesi, yetiştirilen sarımsağın beslenme düzeyine ve kalitesine bağlıdır.

Sarımsak uzun gün bitkisi olup ılıman iklim kuşağında yetişmektedir. Sıcaklığın 15-20°C, nemin % 60 civarında olması yeterlidir (Aoba 1966). Bitkinin yeşil aksamı 15 °C'nin üzerinde iyi gelişme göstermektedir. Sıcaklık 25 °C'yi geçtiğinde gelişme yavaşlamakta, yapraklarda külleme hastalığı belirtileri ve sararma görülmektedir. Kısa günde, düşük veya çok yüksek sıcaklıkta, bitki gelişmesi yavaşlamakta, verim oldukça azalmaktadır.

Genelde *Allium sativum* L. olarak bilinen sarımsağın anavatanının İran ve Afganistan olduğu söylenirse de (Dillinger 1956), anavatanının Orta Asya ve Akdeniz ülkelerini de içine alan çok daha geniş bir bölge olduğu varsayılmaktadır. Sarımsak ağızda hoş olmayan bir koku bırakmasına rağmen, çok eski zamanlardan beri tıpta ve mutfaklarda kullanılmaktadır. *Allil Propildisülfid* adı verilen ve eterik bir yağ olan madde sarımsağa istenmeyen kokuyu vermektedir (Günay 1983).

Sarımsak insan sağlığı açısından da oldukça önemli bir sebzedir. Mide salgısını çoğaltması, kalp adalelerini uyarması, kan dolaşımını düzeltmesi, kanı temizlemesi, antimikrobiyal etkisinin olması yanında kolesterolü düşürücü, toksik etkiyi ve oksidasyonu önleyici, yüksek tansiyonu, kalp dolaşımını ve sinir sistemini düzenleyici, kanser önleyici etkisi (Lawson vd. 1991) sarımsağın neden bu kadar önemli olduğunu ortaya koymaya yetmektedir. Ayrıca, sarımsağın tansiyonu dengelediği ve kuvvetli bir antiseptik olduğu çok eskiden beri bilinmekte olup, günümüzde de modern tıpta tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Sarımsağın antimikrobiyel etkisi çok etkili antibiyotikler gibi geniş spektrumludur.

1817 yılında İsveçli kimyacı Berzellius tarafından bakır piritlerden sülfürik asit üretimi esnasında kurşun odalarında tortulaşmasıyla keşfedilmiş olan selenyumun ismi yunanca

(σεληνη) “ay” kelimesinden türetilmiştir ve yine yunanca “dünya” anlamına gelen tellür ile yakın benzerliğini temsil etmektedir (Habashi 1997, Bingham vd. 2001). Doğada 66. nadir element olan selenyumun yerkabuğunda ortalama konsantrasyonu  $0.05 \text{ mg kg}^{-1}$  olup, periyodik cetvelde ametal kükürt ile metalloid tellür arasında yer almakta ve ametal özelliğini taşımaktadır (Güven vd. 2008). Kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı, başta fotoelektrik hücreler olmak üzere, elektronik, cam, metalurji, tarımsal ve biyolojik alanlarda endüstriyel uygulamaya sahiptir (Habashi 1997, Bingham vd. 2001, Anonymus 2003).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, bitkiler için mutlak gerekli olmayan kimi elementlerin, az sayıda bitki için gerekli olduğunu göstermiştir. Çizelge 1.2’de tartışmalı elementler parantez içerisinde gösterilmiştir. Bu elementlere tartışmalı denmesinin nedeni, konu ile uğraşanlar arasında tam bir fikir birliğinin olmaması ve pek çok kaynakta bu elementlerin, yeni bir tanımlama ile “Gerekli Elementler” olarak ayrı bir grupta değerlendirilmeleridir. Bilim ve teknolojiye bağlı olarak, bugün ölçüm sınırlarının dışında bulunan element konsantrasyonlarının ölçülebilir hale gelmesi, yapay gelişme ortamlarındaki aşamalar gelecekte başka elementlerin de bitki besinleri arasına katılabileceği savını gündemde tutmaktadır (Karaçal 2008).

Çizelge 1.2 Bitki besin elementleri (Mengel ve Kirkby 1978)

<b>Makro Elementler</b>		<b>Mikro Elementler</b>		<b>Gerekli Elementler</b>	
Karbon	C	Demir	Fe	Silisyum	Si
Hidrojen	H	Çinko	Zn	Alüminyum	Al
Oksijen	O	Bakır	Cu	Sodyum	Na
Azot	N	Mangan	Mn	Nikel	Ni
Fosfor	P	Bor	B	Vanadyum	V
Potasyum	K	Molibden	Mo	Kobalt	Co
Kalsiyum	Ca	Klor	Cl	Selenyum	Se
Mağnezyum	Mg				
Kükürt	S				

Son yıllarda insan ve hayvan beslenmesindeki önemleri anlaşılan selenyum, vanadyum, iyot gibi elementlerin bitkiler üzerindeki etkileri kesin olarak bilinmemekle birlikte, bunlar bitkisel gıda üretimi açısından önem kazanmışlardır ve tarımsal üretimde kullanılmaları yönündeki çalışmalar hızlanmış bulunmaktadır (Karaçal 2008).

Selenyum bitkiler için mutlak gerekli bir element değildir. Ancak kimi araştırmacılar (Perkins ve King 1938, Trelease ve Trelease 1938, Scharrer ve Schropp 1950) az miktarda selenyumun bitkilerde gelişmeyi teşvik ettiğini saptamışlardır. Yüksek bitkilerin genelde selenyuma ihtiyaç duymadığı dikkate alındığından, Se gübrelenmesinin avantajı ile gıdaların doğrudan selenyumla takviyesi ve selenyumla beslenme mukayese edilerek tartışılmaktadır. Bitkiler, selenyumun topraktan hayvanlara ve insanlara olan döngüsünde anahtar rol oynamaktadır (Terry ve Zayed 1998). Selenyum, hayvanlar ve insanlar için mutlak gerekli bir elementtir (Miller vd. 1991, Campen 1991). Hayvanlarda selenyum noksanlığının görülmemesi için yem rasyonları kuru madde ilkesine göre en az 0.1-0.3 Se mg kg<sup>-1</sup> içermelidir. Aksi halde tüm hayvanlarda ve özellikle gençlerinde beyaz kas hastalığı (white muscle disease), besinsel kas distrofisi (nutritional muscle dystrophy) ya da üreme bozukluğu (reproductive disorder) gibi selenyum noksanlığına bağlı sorunlar oluşmaktadır (Miller vd. 1991).

Selenyumun yüksek konsantrasyonları (6-20 mg kg<sup>-1</sup>) hayvanların ağır şekilde zehirlenmelerine neden olmaktadır. Bu ağır zehirlenmeden başka alkali hastalığı da görülebilmektedir. Alkali hastalığının semptomları; el-ayak uyuşması, sağırılık, kansızlık, derinin kalınlaşması, hayvanların tırnaklarının ve tüylerinin dökülmesidir. İnsanlarda selenyum toksikozunun birinci semptomu tırnakların şekillerinin bozulmasıdır (Halilova 2004). 2-10 yaş çocuklarda görülen Keshan (Kardiyomiyopati) hastalığı ve delikanlılık döneminde Kashin-Beck (Osteoartrit) hastalığı selenyumun yetersizliğine bağlıdır. Kalp ve damar hastalıkları, kanser, deri hastalıkları, bazı hormon metabolizmaları ve üreme ile ilgili rahatsızlıklara ilişkin selenyumla ilgili bir çok araştırmalar devam etmektedir. Beslenmeyle selenyum alımının sağlanması, bu

hastalığa karşı alınabilecek koruyucu önlem olarak önerilmektedir (Luo 1985, Bauer 1997). Selenyumun toksik etkisine bazen rastlanmış ancak son on yılda basit beslenme ihtiyacının yanı sıra sağlığa faydalı olduğu belirlenmiştir. Pek çok çalışmada, çeşitli organik Se formlarının bazı kanser türlerine karşı antikanserojen etkisinin olduğu saptanmıştır (Whanger 2002, Clark vd. 1996, Reid vd. 2002).

İnsanların ve hayvanların selenyumla beslenme düzeylerini artırmak amacıyla bitkilerde selenyumlu gübreleme yapılmaktadır. Selenyumun hareketliliği, alımı ve toksisitesinin anlaşılması için örneklerdeki selenyumun belirlenmesi gereklidir (Smrkolj vd. 2005). Selenyum antikanser özelliklere sahiptir ve Se içeren bitkilerin tüketimi besinsel selenyumunu artırmakta etkili bir yol olabilmektedir (Charron vd. 2001). Se noksanlığı olan toplumlarda selenyumca zengin buğday Se kaynağı olarak kabul görmektedir. Yeni Zelanda topraklarında Se oldukça düşüktür. Bu nedenle yüksek selenyumlu Avustralya buğdayının önemi artmıştır (Watkinson 1981). Finlandiya’da Se alımı oldukça düşüktür ve artırmak için hükümet tüm tarımsal gübrelere Se ilave edilmesi için ulusal bir program başlatmıştır (Finley 2005). Selenyum azlığı ya da noksanlığı bulunan toplumlarda yeterli düzeyde Se takviyesi kanser riskini azaltabilmektedir. Bu durum gıdaların Se ile desteklenmesinin artması hususunda bir tartışma yaratmaktadır ve sarımsak gibi selenyumca zengin bitkilerin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan 7 farklı ile ait toprakların ve sarımsağın selenyum içeriğinin belirlenmesi, toprak özellikleri ile selenyum yayayışlılığı arasındaki ilişkilerin ortaya konulması ve sarımsağın selenyum ile zenginleştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile sarımsak bitkisinin, insan ve hayvan beslenmesinde antioksidan özelliği ile önemli bir yeri olan selenyumca zenginleştirilmesi, selenyumunu doğal olarak içeren tarımsal bir ürün olarak tüketime sunulması ve böyle bir ürün pazarı oluşturulması yolu ile bölge üreticisine alternatif gelir kaynakları kazandırılması amaçlanmıştır.

Türkiye’de yetiştirilen sarımsak bitkisinin doğal antioksidan kaynağı olarak ülke piyasasında hak ettiği pazar payına sahip olması hususunda önünün açılması da hedeflenmiştir.

Bu araştırma, yörelerden alınacak toprak ve bitki (sarımsak) örneklerinde yapılacak olan bazı analizler ile sera ve tarla koşullarında yürütülecek olan selenyum ile zenginleştirme çalışmalarını kapsamaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Toprakta Selenyum

Elkin ve Margrave (1968) selenyumun en fazla volkanik kayalarda selenit mineralleri olarak, sülfidlerde sülfür ile izomorfik olarak, hidrometal kaynaklarda çoğunlukla epitermal antimon, gümüş, altın ve civa ile beraber, masif sülfid ve porfirli bakır kaynaklarda küçük konsantrasyonlarda ve geniş miktarlarda bulunduğunu, sülfid minerallerde selenyum içeriğinin 0-2100 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde değişebildiğini belirtmişlerdir.

Davis vd. (2006) selenyumun temel kaynağının Se içeren kayaların, özellikle de şeyllerin ayrışması olduğunu, aşırı sulamanın bu kayaların çözünmesi ve ayrışmanın hızlanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Selenifer kayaların hava ile temasına izin verdiğini ve böylece selenyumun çözünürlüğünü artırdığı için madenciliğin Se toksisite potansiyelini artırdığını, kömürün yanmasından kaynaklanan depozitlerle ve kentsel atıkların yakılması ile toprağa Se girişi olabildiğini belirtmişlerdir.

Selenyumun şeyl, kumtaşı, kireçtaşı ve fosforik kayalar gibi sedimenter kayalarda da yüksek miktarlarda bulunduğu, en yüksek selenyum düzeylerinin şeyllerde (0.24-277 mg kg<sup>-1</sup>) daha sonra kumtaşında (0-112 mg kg<sup>-1</sup>) bulunduğu, kireçtaşında ise daha düşük düzeyde Se tespit edildiği bildirilmiştir. Özellikle bazı fosfat kayalarında selenyumun oldukça yüksek olduğu, bu durumun özellikle tarımsal amaçlı fosforlu gübre kullanımının yaygın olduğu yerlerde önem kazandığı bildirilmiş ve ABD'de fosfatlı arazilerden alınan örneklerde 1.4-178 mg kg<sup>-1</sup>'a kadar değişen Se değerleri elde edilmiştir (Anonymous 1983). ABD'de kömür (1-5 mg Se kg<sup>-1</sup>) ve ham petrol (0.06-0.35 mg Se kg<sup>-1</sup>) gibi fosil yakıtlarda selenyum tespit edilmiş ve Çin'de selenifer bölgelerden alınan kömür örneklerinde 90.000 mg kg<sup>-1</sup> selenyum bulunmuştur (Anonymous 1983). Savelyev (1964)'e göre selenyum, asit kayalarda 0.14 mg kg<sup>-1</sup>, bazik ve ultrabazik kayalarda 0.13 mg kg<sup>-1</sup> ve alkali kayalarda 0.1 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde bulunmaktadır. Savelyev (1964), ana materyalin tortul kayalardan oluştuğu yerlerde

selenyumun disülfid formunda bulunduğunu ve bu tip kayalarda yüksek  $\text{Fe}(\text{SO}_3)_2$ 'in varlığının selenyumu bünyesine çekmekte olduğunu belirtmiştir.

Çoğunlukla toprakların toplam Se içeriklerinin  $0.1-2 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama miktarın  $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu, selenifer toprakların Se içeriklerinin ise çok daha yüksek olup  $2-10 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmiştir (Kacar ve Katkat 1998). Toksik düzeyde Se içeren selenifer topraklarda pH'nın alkali tepkimeli olduğu, bağımsız kalsiyum karbonat içeriklerinin yüksek olduğu ve bu toprakların yıllık 500 mm'den daha az yağış alan yörelerde bulunduğu, içerdikleri selenyumun da suda kolay çözünebilir özellikte olduğu belirtilmiştir. Selenyumun toprakta, selenid ( $\text{Na}_2\text{Se}$ ), selenyum sülfid ( $\text{Na}_2\text{SeSO}_3$ ), selenyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SeSO}_4$ ), selenyum siyanat ( $\text{KCNSe}$ ) tuzları şeklinde bulunduğu bildirilmiştir (Halilova 2004).

Çok yüksek düzeyde Se içeren (selenifer) topraklarda yapılan bitki yetiştirme çalışmaları sonucunda türler arasında önemli farklılıklar olduğu ortaya çıkarılmış olup, ilk tanımlanan türlerden olan *Astragalus racemosus*'un sıklıkla bu tür topraklarda yetiştiği fakat buraya komşu ve selenifer olmayan alanlarda bulunmadığı tespit edilmiştir (Miller ve Byers 1937, Trelease ve Trelease 1938). Yeryüzündeki bitkilerin bir kısmının birkaç  $100$  ve  $1000 \text{ mg kg}^{-1}$  düzeylerinde Se biriktiren türler olarak bilindiği ve selenifer toprakların göstergesi olduğu vurgulanmıştır (Beath vd. 1939).

Selenifer toprakların ağır tekstürlü veya killi olma eğiliminde olduğu, killerin selenyumunu bağladığı ve böylece aynı Se düzeyinde kumlu topraklara nazaran killi toprakların daha düşük Se ile bitkiyi destekleme yeteneği gösterdiği bildirilmiş olup, topraktaki Se düzeylerinin, akümülatör olmayan bitkilerin yetiştiği topraklardaki Se düzeylerine göre Çizelge 2.1'deki gibi sınıflandırılabilirdiği bildirilmiştir (Davis vd. 2006).

Çizelge 2.1 Selenyum düzeylerine göre toprakların sınıflandırılması (Davis vd. 2006)

	Toprakta Toplam Se	Suda Çözünebilir Se (toprakta)	Bitki Se Düzeyi
Normal	$\leq 2 \text{ mg kg}^{-1}$	$< 50 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$	$< 1.0 \text{ mg kg}^{-1}$
Selenifer	$> 2 \text{ mg kg}^{-1}$	$\geq 50 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$	$\geq 1.0 \text{ mg kg}^{-1}$

Özbek vd. (2001)'nin bildirmiş oldukları topraktaki selenyum sınır ve normal değerleri ile bitkideki normal değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Topraktaki selenyum sınır ve normal değerleri ile bitkideki normal değerleri (Özbek vd. 2001)

	Toprakta sınır değeri ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Topraktaki normal değeri ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Bitkideki normal değeri ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
Selenyum	5	0.1-1.0	0.02-0.2

Araştırmalara göre (Halilova 1974 ve 1976), toprak üst katında bulunan Se miktarının, *çernozem benzeri topraklar* > *boz-dağ orman toprakları* > *dağ-kahverengi orman toprakları* olarak azalan özellik gösterdiği, çöl topraklarının ise Se içerikleri bakımından *kestane çayır toprakları* < *sierozem çayır toprakları* < *solonçaklar* olarak sıralandığı bildirilmiştir.

Çin ve Finlandiya'da olduğu gibi dünyanın bazı yerlerinde toprağın Se kapsamı az olduğundan noksanlık görülmekte iken Kanada, Güney Amerika, Yeni Zelanda ve İsrail'de ise selenyumca toksik alanların bulunduğu bildirilmiştir (Halilova 2004).

### 2.1.1 Toprakta selenyumun yayışlılığını belirleyen etmenler

Topraklarda selenyumun, selenyum ( $\text{Se}^{-2}$ ), elementel selenyum ( $\text{Se}^0$ ), selenit ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ), selenat ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) ve organik selenyum bileşikleri olarak beş değişik şekilde bulunduğu bildirilmiştir. Selenyumun ( $\text{Se}^{-2}$ ) suda çözünmez şekilde olup dağılıp parçalanmanın çok az olduğu yarı kurak bölge topraklarında kükürt ile bileşik oluşturmuş şekilde

bulunduğu, kimi topraklarda elementel selenyumun ( $\text{Se}^0$ ) çok az miktarda olup nötr ve alkalın tepkimeli topraklarda mikroorganizmalar tarafından yükseltgendiği, selenitin ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) asit tepkimeli topraklarda fazlaca bulunduğu, sulu demir oksitlerle durağan bileşikleri oluşturduğu ve çözünürlükleri çok düşük olduğu için selenifer topraklarda bile demir-selenit bileşiklerinin bitkilerde toksik etkilerinin görülmediği bildirilmiştir. Bitkiler tarafından çok az miktarda selenit ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) şeklinde selenyumun absorbe edilmekte olduğu, selenatların ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) kurak yöre topraklarında çoğunlukla sülfatlarla birlikte bulunduğu, asit ve nötr tepkimeli topraklarda ise selenatlar ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) şeklindeki selenyum miktarının çok az olduğu, suda çözünürlükleri yüksek olan selenatların ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) bitkiler tarafından kolaylıkla alındığı ve topraklarda selenyumun organik bileşikleri üzerinde ise bilinenlerin az olduğu belirtilmiştir (Kacar ve Katkat 1998). Beath vd. (1934), çözünebilir organik selenyum bileşiklerinin doğrudan selenifer bitkilerin ayrışması ile serbest hale geldiğini belirtmişlerdir.

Bauer (1997), toprağın Se'ca zengin olmasının, volkanik püskürükler nedeniyle oluşan Se'ca zengin madenlerin ayrışması sonucu olduğunu, oluşan Se partiküllerinin killer, FeOH ve organik partiküller tarafından adsorbe edilene kadar toprak profilinde hareket ettiğini, bu partiküllerin, su ve rüzgâr erozyonu ile sedimentasyon sürecinde dağıldığını ve üst toprakta biriktiğini bildirmiştir.

Selenyumun, genellikle toprak üst katında biriktiği, karbonatlı topraklarda ise selenyumun alt horizonlarda biriktiği bildirilmiştir (Yermakov 1966).

Halilova (2004) tarafından karbonatlı topraklarda selenyumun hareketliliğinin Ca'a bağlı olduğu,  $\text{Ca} + \text{SeCO}_3^{-2}$ ,  $\text{CaSeO}_3$  şeklinde birleştiği ve kolayca yıkanabildiği, yüksek yağışlı, Se'u yüksek asit topraklarda  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  (selenit asidi) oluşmadığı, oluşsa da yıkanıp uzaklaştığı belirtilmiş, üst horizontda organik maddenin fazla olduğu topraklarla düşük pH'lı topraklarda selenyumun suda çözünen miktarının çok az olduğu, suda çözünen miktarın profilden aşağıya inildikçe, organik madde azaldıkça artış gösterdiği, bu durumunda alkali pH ile ilişkili olduğu, asit tepkimeli topraklara organik gübreleme ve kireçleme yapılmasının selenyumun toprakta hareket etmesine ve kalsiyum selenat oluşarak bitkiler tarafından kullanabilir hale gelmesine neden olduğu, selenyumlu

toprakların pH'sının alkali, CaCO<sub>3</sub> içeriğinin fazla olduğu, selenyumun organik maddelerle bağlı selenat formunda bulunduğu, az miktarda da selenit iyonu şeklinde olabildiği belirtilmiştir. Aynı araştırmacı toprak ve sedimentlerde selenyumun kimyasal formu ve bitkilere yararlılığının oksidasyon-redüksiyon potansiyeli, pH, çözünürlükleri ve toprak nemi ile yakından ilişkili olduğunu, selenyumun bitkilerce alınmasında pH ve organik madde miktarının yanısıra, sülfat ve demirin miktarının da önemli olduğunu vurgulamıştır.

Selenyum toksisitesinin en yaygın olduğu alanların; kurak ya da yarı kurak (yıllık yağış < yaklaşık 50.8 cm) iklime, pH>7 olan ve killi şistten (şeyl) oluşan topraklara sahip olduğu ve topraktaki selenyumun çoğu bitkiye yararlı olmadığından, bitkilerin Se alımı ile topraktaki toplam Se miktarı arasında yakın ilişki bulunmadığı belirtilmiştir (Davis vd. 2006).

Toprakta bulunan selenyumun bitkilere yararlılığı üzerine pH, kireçleme, diğer elementlerin cins ve miktarları ile iklim koşullarının etkili olduğu, selenyumun yararlılığının asidik koşullara göre alkali koşullarda daha fazla olduğu, alkali koşullarda selenyumun bitkiye yararlı selenata (SeO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) yükseltgendiği vurgulanmıştır (Kacar ve Katkat 1998). Davis vd. (2006), çözünürlüğü en yüksek, toprakta en hareketli ve bitkilerce en kolay alınabilen Se formu olan selenatın, yüksek pH'lı, iyi havalandırılan topraklarda baskın olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

XianYou vd. (1999), topraklarda Se formunun dağılımı ve yararlılığını belirlemek üzere Çin (Hebei Province)'de 0, 10, 50 ve 100 mg Se kg<sup>-1</sup> düzeyinde selenyum uygulanmış üç farklı toprakta mısır bitkisinin yetiştirildiği saksı denemesi kurmuşlar, Se formlarının dağılımının pH gibi toprak özelliklerinden etkilenmekte olduğunu ve böylece toprakta Se noksanlığı veya yararlılığının artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Hırvatistan'da 3 farklı toprak tipinde (semigley, pseudogley ve hipogley) ve bu topraklarda yetiştirilen buğdayın tanesinde hidrörlü atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak yapılan Se analizi sonucu, topraklarda 145-333 µg Se kg<sup>-1</sup> tespit edildiği ve buğday tanesinde (22-62 µg Se kg<sup>-1</sup> kuru ağırlık) nispeten düşük düzeyde Se bulunduğu

bildirilmiştir (Popijac ve Prpic 2002). Bununla birlikte araştışıcılar yapılan kovaryans analizlerine göre, buğday tanesindeki Se miktarını topraktaki Se miktarı, pH (KCl'de) ve K<sub>2</sub>O düzeyinin etkilediğini belirtmişlerdir.

Anderson (1961)'a göre topraklarda selenyumun toksisitesi birkaç faktöre bağlıdır. Birincisi selenyumun topraktaki hareketinin ve bitkiler tarafından alınmasının pH'ya bağlı olmasıdır. Selenyum toksisitesinin bulunduğu topraklara hafif alkali ve alkali özellikte olan Kanada, Güney Amerika ve İsrail'de bulunan bazı topraklar örnek olarak gösterilebilir. Bu topraklarda pH 7.8-8.2 arasındadır. Bu tip topraklarda selenyum selenit (SeO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) iyonu şeklinde bulunmaktadır. Bu form sadece alkali koşullarda yararlı durumdadır. Nötral veya asit tepkimeli topraklarda elementel (Se<sup>0</sup>) halde bulunmaktadır. Bu form bitkilere yararlı değildir. Selenyum ya atmosfere uğmakta ya da derinlere yıkanmaktadır. Selenyumun topraklardaki hareketi toprak nemiyile yakından ilişkilidir. Yalnız nemli ve alkali tepkimeli topraklarda selenyum selenata oksitlenmektedir. Asit tepkimeli topraklarda selenyumun selenat formunda bulunması mümkün değildir. Az yağmur alan bölgelerdeki alkali selenyumlu topraklarda selenyum CaSeO<sub>3</sub> (Ca-selenit) şeklinde bulunmaktadır. Ca-selenit suda çok iyi çözünmekte ve bitkiler bunu kolaylıkla kullanabilmektedir. Yağmuru bol olan, asit tepkimeli topraklara sahip bölgelerde selenyum asidi (H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) bulunmamakta, yıkanarak uzaklaşmaktadır. Bitkiler tarafından topraktan selenyumun alınması esas olarak iklim ve ana materyale bağlıdır. Anderson (1961), iyi kurutulmamış gl topraklarında organik madde miktarı ile birlikte selenyum miktarının da fazla olduğunu, fakat bunların yakınlarında iyi drene edilmiş topraklar varsa bunlarda selenyum miktarının az olduğunu belirtmiştir. Aynı araştışıcı, selenyumca toksik topraklarda organik maddelerle Se'un ilişkisinin bulunduğunu, organik maddece zengin olan hafif alkali topraklarda suda çözünebilen Se miktarının az olmasının Se'un organik maddelerle oluşturduğu şelatların çözünürlüğünün azlığına bağlı olduğunu belirtmiştir.

Kudryevsev ve Andreyev (1969), organik madde azalınca ve alkalilik artınca suda çözünebilen Se miktarının da artış göstermesi nedeni ile asit tepkimeli topraklara organik madde ve kireç verilince, Se'un hareketlendiğini ve bitkilere yararlı hale geçtiğini vurgulamıştır.

Toprak kolloidleri selenyumunu adsorbe etmekte ve bitkiler bundan yararlanamamaktadır. Watkinson (1962)'un yaptığı araştırmalara göre Yeni Zelanda topraklarında selenyum miktarı 0.1-2 mg kg<sup>-1</sup>'dir. Wels (1967), Yeni Zelanda topraklarının üst horizonlarında her zaman selenyum miktarının ana materyalden fazla olduğunu belirlemiştir. Aynı araştırıcı selenyumun üst katmanda fazla olmasının ana materyale bağlı olduğunu, killi ana materyale sahip, oldukça alkali tepkime gösteren topraklarda selenyumun, asit tepkimeli topraklara göre daha fazla olduğunu ve illiviyal horizontda selenyumun konsantre olduğunu belirtmiştir.

Ylranta (1983), Finlandiya'da tarım yapılan mineral topraklarda sürüm derinliğinde Se'un 0.04-0.7 mg kg<sup>-1</sup> düzeyleri arasında değiştiğini, killi toprakların Se içeriğinin genellikle kaba mineral topraklardan yüksek olduğunu, killi toprakların ortalama Se içeriğinin 0.29 mg kg<sup>-1</sup>, kaba mineral toprakların ise 0.17 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu ve en yüksek Se miktarının organik topraklarda ölçüldüğünü (0.46 mg kg<sup>-1</sup>) belirtmiştir.

Zayed ve Terry (1992), bitki köklerinde i yöreye aynı taşıyıcılar tarafından taşınmaları nedeniyle SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ile SeO<sub>4</sub><sup>-2</sup> anyonları arasında belirgin bir rekabet bulunduğunu, ortamda fazla miktarda bulunan SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>'in bitkilerde SeO<sub>4</sub><sup>-2</sup> alımının önemli düzeyde azalmasına neden olduğunu vurgulamışlardır. Marschner (1995), kükürt asimilasyonunda görev yapan enzimlerle birleşme yönünden de anyonlar arasındaki rekabetin dikkat çekici olduğunu, bitkilerde kükürdün ve selenyumun benzer metabolik işlevlere sahip olduğuna inanıldığını belirtmiştir.

Azotlu ve kükürtlü gübrelerin bitkilerde selenyum alımı üzerine olumsuz etki yaptığı, fosforun ise selenyum alımı üzerine etkisinin koşullara bağlı olarak değiştiği literatürlerde belirtilmiştir (Kacar ve Katkat 1998). *Astragalus* ile yapılan ilk çalışmalarda, selenat konsantrasyonunun artmasıyla gözlenen teşviğin fosfat toksisitesinin azalmasına bağlanabildiği belirtilmiştir (Broyer vd. 1972b). Dış ortamda artan fosfat düzeylerinin de Se'un buğday ve ayieğine olan toksik etkisini azalttığı bildirilmiştir (Singh ve Singh 1978). Luchli ve Bieleski (1983), bu elementin düşük

düzeyleri ile çalışılmakta olduğunu ve havadan gelen Se nedeniyle beslenme denemelerinin başarısının zorlaştığını belirtmiştir.

Yetiştirme ortamına sülfat ilavesinin, bitkideki Se düzeyini oldukça azalttığı belirtilmiştir (Hurd-Karrer 1938, Pratley ve Mcfarlane 1974). Kükürtün bitkideki selenyum birikimini etkilediği, elementel kükürt, sülfat veya jips ilavesinin bitkinin selenyum alımını azalttığı bildirilmiştir (Hurd-Karrer 1938, Mikkelsen vd. 1989). Bunun aksine bitki metabolizmasında Se'un, kükürtün yerine geçme yeteneğinde olduğu belirtilmiştir (Trelease vd. 1960). Selenyum türevlerinin sistein ve metionin aminoasitlerinde kükürtün yerine geçmesi ile birlikte normal biyokimyasal olayların bozulmasına yol açtığı (Mikkelsen vd. 1989), bu nedenle normal S metabolizmasının karışımı sonucunda bitkide Se toksisitesi oluştuğu bildirilmiştir (Shrift 1954, Adriano 1986, Mikkelsen vd. 1989). Buğdayda Se toksisitesinin bitkilerin S içeriğine bağlı olduğu (Hurd-Karrer 1938) ve artan  $SO_4^{-2}$  düzeyinin  $SeO_4^{-2}$  toksisitesini azalttığı bildirilmiştir (Trelease ve Beath 1949).

Hurd-Karrer (1938), yüksek miktarda kükürte ihtiyaç duyan bitkilerin yüksek miktarda Se alma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamıştır. Soğanların, bitki gelişiminde önemli sekonder koku verici bileşiklere destekleyen karakteristik bir S metabolizmasına sahip olduğu (Landcaster ve Boland 1990), bu metabolizmanın kükürtlü gübreleme düzeylerinden etkilendiği (Freeman ve Mossadeghi 1970, Randle 1992, Randle vd. 1994) ve soğanlarda Se birikimi olduğu ortaya çıkarılmıştır (Gutenman ve Lisk 1996, Ip ve Lisk 1994, Ip vd. 1992).

## **2.2 Bitkide Selenyum**

Bugünkü bilgilerimize göre selenyum bitkiler için mutlak gerekli bir element değildir. Ancak kimi araştırmacılar (Perkins ve King 1938, Trelease ve Trelease 1938, Scharrer ve Schropp 1950) az miktarda selenyumun bitkilerde gelişmeyi teşvik ettiğini saptamışlardır. Bitkilere mutlak gerekliliği günümüzde bilinmeyen selenyumun,

hayvanlar ve insanlar için mutlak gerekli bir element olduğu belirlenmiştir (Miller vd. 1991, Campen 1991).

Bitkilerin selenyum içeriklerine göre: 1. Selenyum biriktirenler ve 2. Selenyum biriktirmeyenler şeklinde gruplandırılabilir ve selenyum biriktiren bitkilerin Se içeriklerinin selenyum biriktirmeyenlere göre 100-200 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Davies 1986). *Astragalus*, *Xylorrhiza* ve *Stanleya* gibi selenyum biriktiren bitkilerin, Se içerikleri yüksek topraklarda (selenifer) zarar görmeden yetişebildikleri ve bu bitkilerin kuru madde ilkesine göre Se içeriklerinin 20-30 mg kg<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (Rosenfeld ve Beath 1964).

Normal tarım topraklarında yetişen pek çok tahıl bitkisinin yapraklarının Se kapsamının genelde 1 mg kg<sup>-1</sup>'den az ve çoğunlukla 0.1 mg kg<sup>-1</sup>'den düşük olduğu bildirilmiştir (Bisbjerg ve Gissel-Nielsen 1969, Gissel-Nielsen ve Bisbjerg 1970, Cary ve Allaway 1973, Gupta ve Winter 1975, Van Ryswyk vd. 1976). Olson vd. (1942) ve Singh vd. (1976)'e göre, lokal olarak bulunması veya toprağa selenat ilavesine bağlı olarak tahıllarda Se düzeyi 20-30 mg kg<sup>-1</sup> olabilmektedir. Uçucu küllerin ilave olduğu topraklarda yetişen bitkilerde selenyum düzeylerinin dikkate değer ölçüde arttığı bildirilmiştir (Furr vd. 1976, 1978). Ana bitkinin yetiştiği koşullara bağlı olarak tohumlardaki Se düzeyinin oldukça değiştiği belirtilmiştir (Peterson ve Butler 1962, Broyer vd. 1972a, White vd. 1981).

Kara hardal ve Brüksel lahanası gibi *Cruciferea* familyasına dahil bitkilerin selenyuma toleranslarının yüksek olduğu ve fazla miktarda selenyum biriktirdikleri, Se içeriklerinin yaklaşık 700-800 µg g<sup>-1</sup> olduğu, buna karşın çoğunlukla tarla ve bahçe bitkilerinin selenyum biriktirmeyen bitkiler oldukları, yonca bitkisine 100 µg Se g<sup>-1</sup> ve buğday bitkisine de 10 µg Se g<sup>-1</sup>'den daha az selenyum miktarlarının zehir etkisi yapabildiği bildirilmiştir (Kacar ve Katkat 1998).

Sarımsak (*Allium sativum*), soğan (*Allium cepa*) ve yabani pırasanın topraktan aldıkları Se'ü biriktirme yeteneğinde oldukları, selenyumca zengin bu bitkilerin kanserojenlere karşı koruyucu oldukları, sarımsağın (*Allium sativum* L) liliaceae familyasına ait olduğu

ve çok eski toplumlar tarafından (Yunanlı, Mısırlı, Çinli ve Hintliler) baharat olarak kullanıldığı, S ve Se bileşikleri nedeniyle sarımsak tüketiminin insan sağlığına olan faydasının pek çok çalışma ile ortaya konduğu, S ve Se biyokimyasının oldukça karmaşık olduğu ve henüz tam olarak açıklanamadığı belirtilmiştir (Arnault ve Auger 2006).

Anti-kanser mekanizmalarının pek çoğunda selenoproteinlere ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Ip vd. 1992, Block 1996). *Brassica* spp. ve *Allium* spp. (soğan, sarımsak gibi) bitkilerin selenyumunu topraktan kolayca alma ve amino asitlerle birleştirme yeteneğinde olduğu bildirilmiştir (Irion 1999). *Allium* cinsinde sarımsağın primer akümülatör bitki olarak sınıflandırıldığı ve Selenifer toprakta yetiştirildiğinde sarımsağın 1000 mg kg<sup>-1</sup>'in üstünde Se asimile edebildiği belirlenmiştir (Mayland vd. 1989, Haygarth 1994).

Sarımsak (*Allium sativum* L.), soğan (*Allium cepa* L.), brokoli (*Brassica oleracea* L.) ve yabancı pırasa (*Allium tricoccum* L.) gibi Se biriktiricisi bitkilerde baskın şekilde bulunan ve bir selenoamino asit olan Se-metilselenosisteinin (Whanger 2002), kansere karşı koruyucu etkide bulunduğu belirlenmiştir (Finley vd. 2003).

Soğanın Se biriktirme yeteneğinin sarımsağa göre düşük olduğu ve yüksek selenyumlu soğanın memelilerde kanserin engellenmesi konusunda yüksek selenyumlu sarımsak kadar etkili olmadığı bildirilmiştir (Ip vd. 1996). Selenyumca zengin sarımsağın diğer sarımsaklara göre daha fazla antikarsinojen etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Ip ve Lisk 1995). Bu durumun kısmen S ile selenyumun yer değiştirmesi ile başarıldığı, selenyumca zengin sarımsak ve soğanda bulunan S-metil selenosisteinin tümör oluşumunu engellediği saptanmıştır (Lu vd. 1996).

Çayır mera bitkilerinin Se içeriklerinin hayvanlar için önemli olduğu, selenifer topraklarda doğal olarak yetişen yem bitkilerini yiyen hayvanlarda ciddi toksik etkilerin 1930'lu yıllarda saptanmış olduğu, hayvan çeşidine göre değişmek üzere yem rasyonlarında kabul edilebilir en yüksek Se miktarının ise kuru madde ilkesine göre 1-5 µg g<sup>-1</sup> düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Miller vd. 1991).

Watkinson (1964) ve Byrne vd. (1976) yüksek mantarların çoğunun yaklaşık 1 mg kg<sup>-1</sup> Se içerebildiğini, *Amanita muscaria* ve bazı *Boleteus* türlerinin yaklaşık 20 mg kg<sup>-1</sup> Se kapsadıklarını bildirmişlerdir.

Yalnızca selenifer (çok yüksek düzeyde Se içeren) topraklarda yetişen indikatör *Astragalus* türleri Se'un gelişimleri için gerekli olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan ilk denemelerde, gelişme ortamında en az 27 mg kg<sup>-1</sup> Se bulunduğunda artan Se düzeyi ile birlikte *Astragalus racemosus* bitkisinin gelişiminin teşvik edildiği görülmüştür (Trelease ve Trelease 1938). Broyer vd. (1972a) akümülatör *Astragalus* bitkileriyle yapılan benzer bir denemede Se'un teşvik edici herhangi bir etkisinin bulunmadığını saptamışlardır.

Whanger (2001) bitkilerin selenyum içeriklerinin bitkinin Se biriktiren bitki olup olmadığına ve yetiştirildikleri toprağın selenyum içeriğine bağlı olduğunu belirterek protein oluşturmeyen selenamino asitler sentezleyen *geven*, *Astragalus L.*, çeşitlerinde 1000-10000 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde Se bulunabilmesine karşın selenifer topraklarda yetiştirilen lahana, domates, havuç, bezelye, fasulye, pancar ve patates gibi sebzelerin Se içeriklerinin en fazla 6 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, soğan ve kuşkonmaz gibi sebzelerin ise 17 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde Se içerdiğini belirtmiştir.

Läuchli ve Bieleski (1983) kültüre alınan bitkilerin tohumlarının yabani bitki tohumlarından çok daha az Se içerdiğini (sırasıyla 4 µg ve 18 mg Se/tohum), düşük Se'lu bu tohumlardan yetiştirilen bitkilerin 0.08 mg kg<sup>-1</sup>'dan daha az Se kapsadığını ve eğer Se gelişim için gerekli olsaydı bu düzeyde ya da daha düşük düzeyde olacağını belirtmişlerdir.

Bazı türlerin yetiştirme ortamındaki selenat ya da selenite hassas olduğu, tütün ve soya fasulyesinin 1 mg kg<sup>-1</sup>'dan az Se düzeylerinde olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Martin ve Trelease 1938). Hurd-Karrer (1938) tarafından buğdayın bunun birkaç katı Se içeren çözeltilerde yetiştiği, dokulardaki S düzeyi ve kültür çözeltilinde bulunan sülfata bağlı olarak olumsuz etkiler gözlemlendiği, S düzeyi yüksek olduğunda dokularda bulunan

700 mg kg<sup>-1</sup> Se'un, görünür bir etki yaratmazken, S düzeyi düşük olduğunda bitkilerde klorotik görünümünün olduğu bildirilmiştir.

Trelease ve Trelease (1938) dokulardaki Se düzeyi 2000 mg kg<sup>-1</sup>'i aştığında kültür çözeltilisinde yetişen *Astragalus racemosus* bitkisinin gelişiminin azaldığını, tahminen doğal alanlardaki bitkilerin dokularında bu düzey daha fazla aşıldığından gelişimin bir derece engellendiğini rapor etmişlerdir.

Selenatın yüksek bitkilere ve *Chlorella* (tek hücreli yeşil alg türü) türlerine toksik olduğu, izole edilebilen değişik türlerin selenat ile selenyumlu sistein ve metionine dirençli olduğu bildirilmiştir (Shrift 1954, Shrift vd. 1961a). Selenometioninin toksik etkisine dirençli hale gelen *C. vulgaris* hücrelerinin, bu bileşiğin alımını engelleyen bir mekanizmaya sahip olduğu belirtilmiştir (Shrift vd. 1961b, Shrift ve Sproul 1963).

Halilova (2004) selenyum miktarı fazla olan topraklarda yetişen bitkilerde selenyum miktarının fazla olduğunu, bitkinin yapraklarında kloroz ve nekroz görüldüğünü belirtmiştir.

Hurd-Karrer (1993) bazı bitkilerde, ortamdaki selenyum fazlalığının tohum çimlenmesi ve büyüme üzerine olumsuz etkide bulunduğunu belirtmiş olup, bazı tahıllarda selenat toksisitesinin karakteristiğinin özellikle buğdaylarda gözlenen kar-beyazı klorozu olarak ifade edildiğini bildirmiştir. Arpada selenyum fazlalığında kardeşlenme oranının azaldığı belirtilmiştir (Anonymous 1983).

Araştırmalara göre kırmızı renkli bitkilerde selenyum miktarının, kırmızı kısmında iç katına (renksiz) göre daha fazla olduğu ve sonuç olarak kırmızı bitkilerde (kırmızı elma, kırmızı turp, kırmızı havuç, kırmızı lahanalar) selenyumun kırmızı renk oluşumunda rol oynadığı bildirilmiştir (Halilova 1973 ve 1974).

Pirinççi vd. (2008) Elazığ ve yöresinden temin ettikleri insan ve hayvan gıdalarındaki (16 yem ve 30 yem hammadde ile 28 meyve ve sebze) selenyum düzeylerini

araştırdıkları çalışmada, numunelerdeki selenyum düzeylerinin sırasıyla karma yemlerde 0.111-2.596 mg kg<sup>-1</sup>, yem bitkilerinde 0.038-1.558 mg kg<sup>-1</sup>, sebze ve meyvelerde ise 0.000-0.815 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu belirlemişler, analizi yapılan besinlerde selenyum düzeylerinin düşük olduğunu ve uzun süre sadece bu besinlerle beslenme halinde selenyum yetmezliğine bağlı hastalıkların ortaya çıkabileceğini, bu sebeple bölgede devlet ve özel sektör tarafından üretilen sebze, meyve ve hayvan yemlerinin selenyum yönünden analizleri yapıldıktan sonra tüketime sunulmasının ve eksikliği halinde gerekli selenyum ilavelerinin yapılmasının daha uygun olacağını bildirmişlerdir.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, Hatay'da yaşayan değişik yaş ve cinsiyetteki sağlıklı kişilerden alınan kan örneklerindeki selenyum miktarları belirlenmiş, değişik ülkelerde yaşayan insanların kanlarındaki selenyum seviyeleri ile karşılaştırıldığında, Hatay bölgesinde yaşayan insanların kanlarındaki selenyum derişimlerinin birçok ülkede yaşayan insanlardakinden daha yüksek olduğunu görüldüğü, ancak kalp ve kanser ölümlerine karşı koyacak kadar da yüksek seviyede olmadığı vurgulanmıştır (Örnektekin vd. 2007).

Aras vd. (2001) Ankara'da sosyo-ekonomik ve kültürel yönden farklı insan grupları seçtikleri, temel besinlerden biri olan buğday unu ve ekmek örnekleri olarak enstrümental nötron aktivasyon analizi (INAA) ile Se belirledikleri bir çalışmada; günlük selenyum alımını 20-53 µg olarak bulmuşlar ve bunun günlük tavsiye edilen değerin (55-70 µg gün<sup>-1</sup>) altında kaldığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, yapılan çalışmalar ile Türkiye'de günlük Se alımının tavsiye edilen düzeyin altında kaldığını görüldüğünü, bu durumun çoğunlukla kırsal kesimde sağlık problemleri oluşturduğunu, son on yıldır pek çok ülkede gıdalarda ve temel besin maddelerinde iz elementlerin takibi yönünde programların başlatıldığını vurgulamışlardır.

### **2.2.1 Bitkide selenyumun metabolizması**

Bitkilerde selenat asimilasyonu, sülfat asimilasyonuna olan benzerliğinden yola çıkılarak araştırılmış, sülfat asimilasyonundaki ilk adıma benzer şekilde, ATP sülfürilaz enziminin

(mantardaki) dış ortamda selenatın adenozin şeklinde bağlanmasını katalizlediği bildirilmiştir (Dilworth ve Bandurski 1977). Shaw ve Anderson (1974) Astragalus türlerinden alınan aynı enzimin PPI (pirofosfat)-ATP değişimine bağlı olarak sülfat ve selenatı katalizleyebildiğini, ancak adenozin 5'- fosfoselenat sentez girişiminin başarısız olduğunu belirtmişlerdir. *Neptunia amplexicaulis* akümülatör türlerinden izole edilen enzimlerle günümüzde bu durum başarılmıştır (Burnell 1981). Sülfid ve selenitin sülfid ve selenide indirgenmesinin farklı yollarla gerçekleşebildiği, selenyum bileşiklerinin S esterleri ve sülfolipidlere nasıl birleştiğinin bilinmediği belirtilmiştir (Nissen ve Benson 1964). Selenat asimilasyonunun sülfat asimilasyonunu takip ettiğine ilişkin bilgiler günümüzde hala yetersizdir.

Bitkilerde selenyumun sistein ve metionin analoglarının oluşturulduğu, selenosistein ve selenometioninin proteinlerde peptid bağlarında bulunduğu bildirilmiştir (Butler ve Peterson 1967, Jenkins ve Hidiroglou 1967, Olson vd. 1970, Eustice vd. 1980). Akümülatör olan ve olmayan türlerde selenosistein sentezinin, sisteine benzer bir yolla yapıldığı, ancak selenometionin sentezi hakkında çok az şey bilindiği bildirilmiştir. Araştırılan türlerde ne selenosisteinin ne de selenometioninin serbest halde birikimi görülmemiş olup, sistein ve metioninin ise dokuların çoğunda yalnızca düşük düzeylerde bulunduğu, protein olmayan S amino asitlerinin selenyum türevlerinin oluşumu ve akümülatör olan ve olmayan türlerdeki rolünün ilgi çektiği bildirilmiştir (Ng ve Anderson 1978). Bu bileşikler bitki dokusunda radyoaktif selenat veya selenit beslenmesi yoluyla tanımlanmaktadır. Bu bileşikler;

- **Se-metil-selenosistein:** Se biriktiren bazı Astragalus türlerinde önemli olduğu (Shrift ve Virupaksha 1963, 1965), aynı cinsin akümülatör olmayan türlerinde bulunmadığı veya çok az düzeyde bulunduğu (Martin vd. 1971, Chow vd. 1971) bildirilmiştir.
- **Se-metil-selenometionin:** Akümülatör olmayan bazı Astragalus türlerinde tespit edilmiştir (Virupaksha ve Shrift 1965).

- **Se-sistationin:** Se biriktiren bazı bitki dokularında olduğu (örn: *Stanleya pinnata*, *Neptunia amplexicaulis*, *Morinda reticulata*) (Virupaksha ve Shrift 1963, Peterson ve Butler 1967, 1971), akümülatör *Astragalus* türünün çoğunda bulunmazken (*A. pectinatus* hariç) akümülatör olmayan türlerde az miktarda bulunduğu (Martin vd. 1971, Nigam ve McCornell 1972) belirtilmiştir.
- **Se-metil-selenosistein'in  $\gamma$  glutamil peptidi:** İki *Astragalus* türünde özellikle de tohumlarda önemlidir (Nigam vd. 1969, Nigam ve McConnell 1972).

Bu bileşiklerdeki Se'un dokulardaki toplam Se miktarı olarak verilebilmesi için yeterli bilgi olmamakla birlikte, bazı durumlarda % 90'a çıkabildikleri, doğal olarak oluşan S bileşiklerinin türevleri oldukları, sistationinin, metionin sentezinde bir ara bileşik olduğu, ancak bitkilerin çoğunda yalnız eser miktarda olduğu, metil-S-sisteinin protein olmayan bir amino asit olduğu ve yalnızca birkaç türde bulunduğu bildirilmiştir (McRorie vd. 1954, Challenger ve Hayward 1954, Dunnill ve Fowden 1967). Se türevlerinin S bileşiklerinde olduğu gibi aynı yol ile sentezlendiğinin sanıldığı, ancak bu durumun yalnızca Se-metil-selenosistein için kesinleştiği bildirilmiştir (Chen vd. 1970, Chow vd. 1971, 1972).

Se biriktiren bazı türlerin sarımsak benzeri karakteristik bir kokuya sahip olduğu saptanmıştır (Lewis vd. 1966). Bunun nedeni *Astragalus racemosus*'ta bir miktar uçucu Se bileşiklerinin bulunması şeklinde açıklanmış ve bunlardan birinin dimetil diselenid olduğu bulunmuştur (Evans vd. 1968). Kabayonca gibi akümülatör olmayan türlerin de uçucu Se bileşikleri ürettiği belirlenmiştir (Asher vd. 1967). Lahanada bu bileşiklerden dimetil selenidin bulunduğu saptanmıştır (Lewis vd. 1974). Bu bileşiklerin oluşumunun analitik ve deneme açısından önemli olduğu, özellikle kurutma işlemleri sırasında bitkiden önemli miktarda Se kaybı olabildiği ve bazı bitkilerden gelen uçucu Se bileşiklerinin diğer bitkiler tarafından atmosferden absorbe edilebildiği bildirilmiştir (Nigam ve McConnel 1976).

Hassas bitkilere Se'un toksisitesinin mekanizmaları ve yüksek Se düzeylerine akümülatör bitkilerin toleransı konularında, bu elementin metabolizması hakkında ne bilindiği ile

ilişkili olarak düşünmek gerektiği vurgulanmış olup, seleno-aminoasitlerin (selenosistein ve selenometionin) peptit zincirine bağlanmasının normal protein yapı ve fonksiyonunu bozduğunun sanılmakta olduğu ve Se'un bitkilere olan toksik etkisinin bu bağlanma nedeniyle olduğu bildirilmiştir (Brown ve Shrift 1980). Proteinin yapısına katılan sistein ve metioninin (seleno-aminoasitleri) bu şekilde mekanizmanın en azından bazı evrelerine katıldığına ilişkin kanıt bulunmuştur (Shrift vd. 1976, Brown ve Shrift 1980, Eustice vd. 1980, 1981).

Selenosistein ve selenometioninin proteinlerin dışında bırakılması nedeniyle akümülatör bitkilerin Se'a tolerans gösterdiği, akümülatör *Neptunia amplexicaulis*'de Se bağlı protein olmadığı belirlenmiştir (Peterson ve Butler 1967). Akümülatör *Astragalus* türlerinin protein fraksiyonuna akümülatör olmayan bazı türlere (diğer *Astragalus* türleri) göre daha az Se bağlandığı bulunmuştur (Nigam ve McConnell 1976, Brown ve Shrift 1981).

Akümlatör türlerin protein sentez mekanizmalarının sistein ve metionin arasında olmak üzere bir grup ve onların Se türevleri de diğer bir grup şeklinde ayrılabilirdiği, bazı akümülatör türlere ait olan sisteinil-tRNA ve metionil-tRNA sentetazlarının dış ortamda Se türevlerini substrat olarak kullanma yeteneğinde olduğu belirlenmiştir (Burnell ve Shrift 1979, Burnell 1981). Selenyum içeren bu iki aminoasitin, aminoasit aktivasyonu aşamasında proteinlerin dışında bırakıldığı, seleno aminoasitlerin proteinlere bağlanma miktarının intraselüler sistein/Se-sistein ve metionin/Se-metionin oranlarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Burnell 1981). Protein olmayan çeşitli aminoasitlerin Se türevlerinin oluşumunun, Se biriktiren türlerin dokulardaki yüksek Se düzeylerine gösterdikleri toleransın nedenini açıklayabildiği ve absorbe edilen Se'un önemli bir miktarının görünüşe göre zararsız bir forma çevrildiği bildirilmiştir (Shrift ve Virupaksha 1963, Peterson ve Butler 1967, Nigam ve McConnell 1969, Ziebur ve Shrift 1971).

Protein olmayan aminoasitlerin Se türevlerinin miktarının akümülatör bir bitki türünden diğerine değişiklik gösterdiği, tolerans mekanizmalarının anlaşılabilmesi için, enzim aktivite ve özelliklerinin her bir tür için araştırılmasının gerekli olduğu, mekanizması en çok anlaşılmış olan bitkinin *Neptunia amplexicaulis* olduğu ve bu bitkide metil

selenosisteinin, sisteinil-tRNA sentetaz tarafından aktive edilemediği ve böylece selenosisteinin metilasyonunun onun proteinin yapısına katılmasını engellediği belirtilmiştir. Selenosistationinin yüksek konsantrasyonda bulunmasının  $\beta$ -sistationaz (bu enzim sistationinin homosisteine dönüşmesinden sorumludur) tarafından hidrolize edilemediğini gösterdiği, normal metionin sentez mekanizması ile selenosisteinden selenometionin sentezinin engellendiği bildirilmiştir (Burnell 1981).

### 2.2.2 Bitkide selenyumun alımı, taşınımı ve dağılımı

Yüksek bitkilerin genelde selenyuma ihtiyaç duymadığı dikkate alındığından, Se gübrelenmesinin avantajı ile gıdaların doğrudan selenyumla takviye edilmesi ve selenyumla beslenme karşılaştırılarak tartışılmaktadır. Bitkilerin, selenyumun topraktan hayvanlara ve insanlara olan döngüsünde anahtar rol oynadıkları, bazı bitkilerin topraktan Se alabilmek için dikkate değer bir yetenek geliştirmiş oldukları, bu elementi işleme tabi tutmak ve biriktirmek için gerekli metabolik sistemlere sahip oldukları bildirilmiştir (Terry ve Zayed 1998).

Wang vd. (1999), bitkiler tarafından esas olarak selenat formunda alınan Se'un, kloroplastlara taşındığını ve S asimilasyonunu takip ettiğini, burada ATP sülfürilaz ile aktive edilerek adenzin-5'-fosfoselanata dönüştüğünü, Se'un enzimatik olarak ya da enzimatik olmayan yoldan selenite indirgenmediğini ve selenit ile serinin reaksiyona girerek SeCys (selenosistein) oluştuğunu, SeCys'nin, SeMet (selenometionin)'e metabolize edilebildiğini ve metillenerek Se-metil Met gibi ürünleri oluşturabildiğini, alternatif olarak SeCys-metil transferaz SeMSC (Se-metil selenosistein) oluşturabildiğini ve bitkilerin büyük miktarda Se biriktirebildiklerini bildirmişlerdir.

Bitkilerin kesin olarak selenoproteinleri içerdiği bildirilmiş ve Fu vd. (2002) hayvanlardakine benzer bir mekanizma ile Chlamydomonas reinhardtii (yeşil alg) glutathione peroksidazın yapısına SeCys'nin katıldığını onaylamıştır. C. reinhardtii (Novoselov vd. 2002) ve Arabidopsis thaliana'da (hardal familyasından) (Rodrigo vd. 2002), fosfolipid hidroperoksid glutathione peroksidaz, selenoprotein W ve polipeptid

benzeri selenoproteinleri içeren diğer selenoprotein homologlarının varlığı diğer araştırmacılar tarafından onaylanmıştır.

Bitkilerin topraktaki Se miktarı ile direk ilişkili olarak Se biriktirdikleri, Amerikada yetişen buğday normal olarak  $0.2-0.4 \mu\text{g g}^{-1}$  Se içerirken, selenyumca zengin topraklarda yetişen buğdayın  $5-15 \mu\text{g g Se g}^{-1}$  içerebildiği bildirilmiştir (Olson vd. 1970).

Selenatın köklerden alımının ve bitkide dağılımının selenite göre çok daha hızlı olduğu belirlenmiştir (Shrift ve Ulrich 1969, Cartes vd. 2005). De Souza vd. (1998) bitkide selenat birikiminin selenitten 10 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin kimyasal yönden sülfat iyonlarına benzeyen selenatın sülfat taşıyıcıları aracılığıyla aktif olarak köklere ve sonra da hızlıca sürgünlere taşınmasına dayandığı bulunmuştur (Terry vd. 2000). Selenitin alım mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte pasif olarak alındığı (White vd. 2004), ayrıca bitkilerin selenometiyonin gibi organik formdaki selenyumunu da aktif olarak alabildiği (Terry vd. 2000) ve selenyumun köklerden sürgünlere ksilem aracılığıyla taşındığı (Arvy 1993) şeklinde görüş bildirilmiştir.

Bitkilerin selenyumunu farklı biriktirme ve tolere etme yeteneği gösterdikleri ve akümülatör olmayanlar, indikatörler ve akümülatörler şeklinde sınıflandırıldıkları bildirilmiştir (Rosenberg ve Beath 1964, White vd. 2004). Bazı özel bitki türlerinin hiperakümülatör olarak tanımlanmakta olduğu ve bunların büyük kısmının *Astragalus* ve *Stanleya* cinsine ait olduğu, hiperakümülatör bitkilerin primer ve sekonder olmak üzere iki gruba ayrılmakta olup; primer akümülatörlerin binlerce  $\text{mg kg}^{-1}$  ( $> 4000 \text{ mg kg}^{-1}$ ) düzeyinde ve sekonder akümülatörlerin yüzlerce  $\text{mg kg}^{-1}$  düzeyinde Se biriktirebildikleri, Hint hardalı (*Brassica juncea* L.), brokoli (*Brassica oleracea* L.) ve kanolanın da (*Brassica napus spp. oleifera* L.) içinde bulunduğu brassica türlerinin primer akümülatörler olarak sınıflandırıldıkları bildirilmiştir (Terry vd. 2000).

Rani vd. (2005) tarımsal ürünlerin pek çoğunun yüksek Se düzeylerine toleransının düşük olduğunu, genelde  $25 \mu\text{g g}^{-1}$  (kuru madde) dan düşük düzeyde Se içerdiklerini ve akümülatör olmayan bitkiler şeklinde sınıflandırıldıklarını, akümülatör olmayan

bitkilerin yüksek Se düzeylerine hassas olmalarına rağmen, selenyumca zengin topraklarda yetiştirildiklerinde gelişmede gerileme olmaksızın biriktirebildiği kadar yüksek düzeyde selenyumu tolere edebildiklerini, bitki dokusunda verimi azaltan kritik Se düzeylerinin hint hardalında  $105 \mu\text{g g}^{-1}$ , mısırdaki (*Zea mays* L.)  $77 \mu\text{g g}^{-1}$ , pirinçte (*Oryza sativa* L.)  $42 \mu\text{g g}^{-1}$  ve buğdayda  $19 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğunu ve bu değerlerin selenyumun selenit formunda hint hardalı ve mısır için toprağa  $5 \mu\text{g g}^{-1}$ , buğday için  $4 \mu\text{g g}^{-1}$  ve pirinç için  $10 \mu\text{g g}^{-1}$  düzeylerinde uygulanması ile elde edilmiş olduğunu bildirmişlerdir.

Sarımsak ve brokolinin hiper akümülatör bitkiler oldukları, bazı şartlarda Se miktarının  $1 \text{ mg Se/g}$  kuru bitki dokusu düzeyini aşabildiği (Ip vd. 2000, Finley 1999), bu bitkilerde Se'un çoğunlukla SeMSC,  $\gamma$ -glutamil SeMSC, selenosistation, selenohomosistein,  $\gamma$ -glutamil selenosistation ve metil selenol gibi metillenmiş formlarda bulunduğu (Lauchli 1993), bu formların bitkinin membran yapılarında güvenle depo edildiği ve bitkinin protein fraksiyonlarındakinden ayrı olarak, Se hiper akümülatör bitkilerinde toplam Se yüzdesinin nispeten az olduğu bildirilmiştir (Finley 2005).

*Astragalus* türlerinin  $2 \text{ mg Se/g}$  bitki dokusu düzeyinden daha fazla Se biriktirdikleri (çoğunlukla SeMSC,  $\gamma$ -glutamil SeMSC, selenosistation, selenohomosistein,  $\gamma$ -glutamil selenosistation ve metil selenol formunda) (Pickering vd. 2003), SeCys Metil transferazın bu bileşiklerin üretimi için gerekli bir enzim olduğu ve Se hiperakümülatör bitki olması için *Astragalus* türüne bu enzim için bir gen eklenmiş olmasının gerektiği bildirilmiştir (Finley 2005).

Toksik düzeyde Se içeren su veya topraktan absorbe ettiklerinde, Se bitkilere zehir etkisi yapmaktadır. Bazı bitkiler yalnızca selenifer topraklarda yetişmekte ve dokularında toprakta bulunana göre daha fazla miktarda Se depolamaktadır. Bu bitkiler zorunlu biriktiriciler (obligate accumulators) olarak bilinmektedir. En yaygın olanları gevenler (milkvetch), zehirli gevenler (poison vetch) ve prens tüyü (prince's plume)'dür. Orman yıldız çiçekleri (woody aster) ve altın otları (goldenweed)'da zorunlu Se biriktiricileridir. Bu zorunlu Se biriktiricilerinin çoğu, yenilmesi zor olduğundan ve sarımsaktakine benzer kükürt (S) kokusunu yaymasından dolayı, otlayan hayvanlar

tarafından kolayca tüketilememektedir. Sığırlar ve atlar ancak açlıktan ölme veya aşırı otlama durumunda bu bitkileri zorla tüketmektedir. Koyunlar bu bitkileri daha kolay yemektir. Çiftlik hayvanlarının otlamasına uygun alanlarda selenifer toprakların göstergesi olmaları ve Se zehirlenmesi olabilecek toprakların ayrılması bakımından akümülatör bitkiler önemlidir. Yüksek Se içermeyen topraklarda yetişebilen ancak dokularında selenifer topraklarda yetiştikleri durumdaki miktarda Se biriktiren bitkiler bulunmakta ve fakültatif (seçimli) Se akümülatörleri olarak tanımlanmaktadır. Oldukça lezzetli olmalarından dolayı Se zehirlenmesine neden olmaktadır. Misvak ağacı (saltbush), yılan kökü (snakeweed), yıldız çiçeği (aster) bunlar arasındadır. Selenyum miktarı arttıkça bu bitkiler düşük selenyumlu topraklardakine göre daha az lezzetli hale gelmektedir (Läuchli ve Bielecki 1983).

Çoğu bitki Se biriktirmeyen (non-akümülatör) grupta olmasına rağmen neredeyse tüm bitkilerin gelişimleri engellenene kadar Se aldıkları veya anormal düzeyde yüksek Se düzeyinin sonucunda öldükleri, bu nedenle selenifer topraklarda non-akümülatör bitkilerin çoğunun toksik etki yapabildiği, çiftlik hayvanlarında kronik Se toksisitesinin selenifer topraklarda en fazla, akümülatör olmayan bitkiler nedeniyle gerçekleştiği saptanmıştır (Davis vd. 2006).

Çok az düzeylerde Se içeren alanlarda akümülatör bitkilerin ölmeleri ve çürümeleri sonucunda lokal olarak yüksek selenifer toprakların oluşumuna neden olabildikleri, burada akümülatör olmayan bitkiler yetişse bile, yeterli miktarda veya yeterli bir süreçte tüketilmeleri halinde çiftlik hayvanlarına toksik etkide buldukları bildirilmiştir (Davis vd. 2006).

Bitkilerin Se'u topraktaki konsantrasyonu, yarayırlılığı ve formu ile bitki gelişimi ve türlerine göre aldıkları bildirilmiştir (Trelease ve Beath 1949). Bitkilerin geliştikleri ortamdan selenyumunu temelde selenat ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) iyonları şeklinde aldığı, selenit ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) iyonu şeklinde alınan selenyum miktarının ise çok az olduğu belirtilmiştir (Banuelos ve Meek 1989).

Selenyum (Se) ve kükürtün (S) oldukça benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip oldukları bildirilmiştir (Combs ve Combs 1986). Bitkilerin selenatı ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) aktif sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) alımına benzer şekilde aldığı ve bu iki iyonun bitki köklerindeki aynı bağlanma noktaları için yarıştığı bildirilmiştir (Bryant ve Laishley 1988, Shrift ve Ulrich 1969). Selenatın selenite ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) göre daha kolay absorbe edildiği ve bitkide eşit olarak dağılım gösterdiği bildirilmiştir (Hurd-Karrer 1937, Van Dorst ve Peterson 1984).

Arnault ve Auger (2006) selenyumun, selenit [Se (IV)] veya selenat [Se (VI)] formunda alındığını ve bitki metabolizmasında kükürtün (S) yerine kolayca geçtiğini, mekanizmaları hakkında yetersiz bilgi olmasına rağmen, S ve Se alımı arasında bir korelasyonun mevcut olduğunu, sarımsakta S bileşiklerinden allil grubunun, metil grubu içeren Se türevlerine göre hakim durumda olduğunu bildirmişlerdir.

İki selenyum formu karşılaştırıldığında, selenatın ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) selenite ( $\text{SeO}_3^{-2}$ ) göre çok daha aşırı düzeyde bitkilerde biriktiği belirlenmiştir (Brown ve Shrift 1982). Selenyumca zengin uçucu kömür külleri üzerinde yetişen sebzelerin toprağa ilave olan uçucu kül düzeyleri ile orantılı olarak Se aldıkları belirlenmiştir (Furr vd. 1976, 1978). Çeltik (*Oryza sativa* L. 'MI01') (Mikkelsen vd. 1989), geven [*Astragalus bisulcatus* (Hook) Gray], buğday çayırı (Wheat grass), ayrık otu (*Pascopirum smithii* (Rydb.) Love) (Williams ve Mayland 1992) ve buğday (*Triticum aestivum* L.) (Singh 1994) için Se birikiminin de topraktaki toplam Se miktarı ile orantılı olduğu bildirilmiştir.

Arpa köklerinin sülfat ve selenat alımında, aynı mekanizmanın aracılık ettiği bildirilmiştir (Leggett ve Epstein 1956). Diğer bitkiler tarafından selenatın aktif alımına ilişkin kanıt bulunduğu belirtilmiştir (Ulrich ve Shrift 1968). Ferrari ve Renosto (1972), kesilip alınan arpa kökleri tarafından selenat ve sülfat alımı konusunda yürüttükleri çalışmada, bu iki element arasında farklılık olduğunu bildirmişlerdir. *Chlorella vulgaris* tarafından sülfat ve selenat alımında bu iki element arasında rekabete dayanan bir antagonizm olduğu saptanmıştır (Shrift 1954).

Shrift ve Ulrich (1969) bitkiler tarafından selenit alımının selenat alımına göre çok daha yavaş olduğunu ve bu durumun metabolik inhibitörler tarafından kısmen etkilenmesine

rağmen pasif bir işlem olduğunu bildirmişlerdir. Asher vd. (1977) selenat ile beslenen domates bitkisinin ksilem sıvısında Se düzeyinin dış ortama göre 6–13 kat fazla iken, selenitle beslenen bitkilerde bu düzeyin dış ortandan her zaman daha düşük olduğunu, selenyumun köklerden yukarıya taşınmasında da farklılıklar bulunduğunu ve kaba yonca bitkisinde selenat ile desteklenen bitki köklerinde Se'un, selenit ile beslenenlere göre 2 kat fazla taşındığını belirlemişlerdir (Asher vd. 1977). Selenyumun yapraklardan floeme doğru kolaylıkla yeniden dağıtıldığı saptanmıştır (Arvy ve Bonnemain 1973).

Bitkilerin bütünü veya kesilen köklerin selenat ve selenit alımının incelendiği denemelerde akümülatör olan ve olmayan bitkiler arasında davranış bakımından bir farklılık bulunamadığı belirlenmiştir (Peterson ve Butler 1962, Ulrich ve Shrift 1968). Selenifer topraklarda doğal olarak yetişen ancak düşük düzeyde Se içeren pek çok tür (örneğin *Astragalus* türleri) olmakla birlikte bunlara ilişkin çok az fizyolojik çalışma olduğu bildirilmiştir (Miller ve Byers 1937).

Selenyumun bitkide dağılımı konusunda çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Kontrollü şartlar altında artan düzeylerde Se uygulanmış (0, 1, 10, 100, 500 ve 1000  $\mu\text{g Se} / 3.5 \text{ L}$  saksı) vermikulitte 7 hafta süreyle marul bitkisinin yetiştirildiği ve köklerin morfolojik değişimlerinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmada Simojoki vd. (2003); en yüksek biyokütle üretiminin 100 ve 500  $\mu\text{g Se/saksı}$  düzeyinde gerçekleşmiş olduğunu ve uygulanan Se miktarı ile orantılı olarak köklerde ve yeşil aksamda Se kapsamının arttığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, düşük Se düzeylerinde birikimin öncelikle köklerde olduğu, yüksek Se düzeylerinde ise kök ve yaprakta Se içeriğinin eşit düzeyde bulunduğu, Se uygulamasının hipokotillerin morfolojisini değiştirmediği ancak uzunluk, bazal alan ve lateral köklerin orta düzeyde Se ilavesinde en düşük düzeyde bulunduğu saptanmıştır. Köklerdeki Se düzeyi arttığı için etilen üretimindeki artış hipotezine bağlı olarak kök kalınlığı ve lateral kök hacminin yükseldiği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

JaeMoon vd. (2001) tarafından 10, 20 ve 50 g sodyum selenat  $\text{ha}^{-1}$ , 60, 120 ve 240 g sodyum selenit  $\text{ha}^{-1}$  topraktan gübreleme ve 10, 20 ve 50 g Se  $\text{ha}^{-1}$  düzeylerinde yapraktan uygulama yaparak yürütülen ve sarımsak yetiştirilen tarla denemesi sonucunda; yüksek Se

dozlarının yaprak ve dişlerin Se kapsamını artırdığı, miktarı önemsiz olmakla birlikte Se uygulanmayan parsellerde bile Se tespit edildiği ve yapraktan gübreleme ile sodyum selenat uygulamasında sarımsağın Se kapsamının daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir.

Bitkilerde en yüksek Se düzeyinin çoğunlukla aktif gelişme noktalarında görüldüğu bildirilmiştir (Kabata-Pendias ve Pendias 1992). Selenat dağılımı *Phaseolus vulgaris* L.'de kükürt (S) protein sentezinin yüksek olduğu aktif gelişen organlarda daha yüksek bulunmuştur (Arvy 1993). Yonca (*Medicago sativa* L.), kıızıl yonca (*Trifolium pratense* L.), brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), bürüksel lahanası (*Brassica oleracea* var. *gemmifera* Zenker), karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) ve şalgam (*Brassica napobrassica* Mill) bitkilerinde Se, yapraklarda en yüksek iken gövdelerde en düşük bulunmuştur (Gupta 1991). Kükürt (S) biriktiren soğan ve lahana familyasına ait bitkilerin Finlandiya'daki diğer sebze gruplarına göre daha yüksek Se kapsadığı belirlenmiştir (Euroła vd. 1989).

Kopsell ve Randle (1997a) tarafından tek S dozu ( $9.6 \text{ mg L}^{-1}$ ) ile artan düzeylerde (0, 0.5, 1.0, 1.5 ve  $2.0 \text{ mg Se L}^{-1}$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) Se uygulanarak besin çözeltilisinde soğan (Granex 33) yetiştirilerek yapılan çalışmada; soğan dokularında Se ve S birikiminin düzgün bir dağılım göstermediği, her bir Se uygulama düzeyinde en yüksek selenyumun soğanın yapraklarında bulunurken, köklerde orta düzeyde ve başda en düşük düzeyde bulunduğu, Se uygulamalarının her birinde başa göre yaprakların 3 kat fazla düzeyde Se kapsadığı,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  konsantrasyonu arttıkça tüm soğan dokularında yetiştirme süresi boyunca toplam Se düzeyinin lineer artış gösterdiği ve kontrol düzeyinde Se miktarı belirleme (dedeksiyon) sınırının altında olduğu için belirlenemezken en fazla Se birikiminin  $2.0 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  uygulanan bitkilerin yaprak, baş ve kök kısmında sırasıyla  $208.4$ ,  $70.9$  ve  $148.5 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bildirilmiştir. Çeşitli hayvan yemlerinde en yüksek Se düzeyinin yaprak dokularında (Gupta 1991), buğdayda da en fazla  $\text{SeO}_4^{-2}$  dağılımının yapraklarda bulunduğu (Hurd-Karrer 1937) farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Soğanlarda Se birikimi bakımından farklılığı belirlemek için 16 kısa gün bitkisi Se uygulanmadan ve yüksek düzeyde Se uygulanarak ( $2.0 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_4 \text{ L}^{-1}$ ) yetiştirildiğinde,

başda Se birikiminin bitkiye bağlı olup 60 ile 113  $\mu\text{g Se g}^{-1}$  (kuru ağırlık) arasında bulunduğu rapor edilmiştir (Kopsell ve Randle 1997b).

Ip ve Lisk (1994), sodyum selenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ve sodyum selenat ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) ile gübrelenmiş bir toprakta yetiştirdikleri soğan bitkisinde başda en yüksek Se konsantrasyonunun 28  $\mu\text{g g}^{-1}$  olduğunu belirtmişlerdir. Gutenmann ve Lisk (1996), selenyum içeren uçucu kömür külleri ile desteklenen soğan başlarında yalnızca 0.138  $\mu\text{g Se g}^{-1}$  bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Selenyum alımının yapraklı sebzelerden ıspanak ve hardal bitkisinin tüketilebilirliğine etkisini belirlemek amacıyla artan düzeylerde Se (1, 5, 10, 20 ve 25  $\text{mg Se kg}^{-1}$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) ilavesiyle yürütülen saksı denemesinde; hardal bitkisinin toprak üstü aksamında selenyumun 2.0 ila 31.6  $\text{mg Se kg}^{-1}$  (1 ve 25  $\text{mg Se kg}^{-1}$  uygulamasında) arasında değişen miktarlarda birikim gösterdiği ve ıspanakta da benzer bir eğilim görüldüğü (5.1 ila 32.6  $\text{mg Se kg}^{-1}$ ) Saggoo vd. (2004) tarafından rapor edilmiştir. Hurd-Karrer (1935) ise toprağa 4  $\text{mg kg}^{-1}$  Se ilave edildiğinde kuru madde üzerinden yapraklarda 715  $\text{mg kg}^{-1}$  Se, gövde de 250  $\text{mg kg}^{-1}$  Se bulunduğunu rapor etmiştir. Hamilton ve Beath (1963) toprağa 20  $\text{mg kg}^{-1}$  Se ilave edildiğinde kolza bitkisinde 84.6  $\text{mg kg}^{-1}$  Se belirlemişlerdir. Araştırmacılar köklerdeki Se düzeyinin her iki bitkide de (ıspanak ve hardal) toprak üstü aksama göre daha yüksek bulunduğunu ve topraktaki Se miktarı ile de önemli derecede pozitif korelasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Bununla birlikte başka bir araştırmada, Pencap eyaletinin farklı yerlerinden alınan hardal örneklerinde selenyumun 0.11-1.40  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği bildirilmiştir (Dhillon vd. 1977). Terry vd. (1992), Lauchli (1993) ve Banuelos ve Flohe (2001), bitkilerden ve özellikle de hardal familyasından (crucifers) olan bitkilerden gerçekleşen Se buharlaşması ile atmosfere selenyumun iyi bir miktarda karıştığını rapor etmişlerdir.

Besin çözeltilisinde (0-9  $\text{mg L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) yetiştirilen lahana bitkisinde Se birikiminin sırasıyla yaprak>kök>gövde şeklinde olduğu kaydedilmiştir (Kopsell ve Randle 1999).

### 2.3 Bitkilerin Selenyum İle Beslenmesi ve Gübrenmesi

Dünyada enerji ve protein gereksinimi bakımından 800 milyon insanın yetersiz beslenmesine karşın, 2 milyara yakın insanın 'gizli açlık' olarak isimlendirilen ve yetersiz seviyede mikro element (bor, çinko, demir, selenyum, vb.) ve vitamin noksanlığına neden olan bu duruma maruz kaldığı bildirilmiştir (Çakmak 2002, Welch 2002). Bu durum özellikle beslenme amacıyla yetiştirilen ürünlerin besin maddesi kapsamı bakımından zenginleştirilmesi için yeterli düzeyde gübrenmenin yapılması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Günümüzde yaklaşık 1 milyar insanın Se eksikliğine sahip olduğu ve bu eksikliğin kanser ve kalp rahatsızlıklarını tetiklediği ve hücrelerde oksidatif tahribata yol açtığı belirtilmiştir (Combs ve Gray 1998, Combs 2001, Rayman vd. 2005).

Selenyum günümüzde en etkili antikanserojen madde olarak gösterilmektedir. Prostat, akciğer gibi değişik türlerdeki kanser vakalarının ortaya çıkışını Se eksikliğinin ilerlettiği birçok araştırmanın ortak bulgusu durumundadır. Avustralya, ABD ve bazı AB ülkelerinde yürütülen çalışmalara göre tahılların Se konsantrasyonunun insan sağlığı açısından yeterli düzeyde olmadığı ve mevcut düzeyin mutlaka artırılması gerektiği vurgulanmıştır (Adams vd. 2002, Lyons 2004). Türkiye'de de insanlarda Se eksikliğinin önemli bir beslenme problemi olduğu vurgulanmıştır. Türkiye'de gıdalar yoluyla günlük Se alımının ortalama 36 µg olduğu (Giray ve Hincal 2004); bu değer, olması gereken değerin (75-125 µg Se gün<sup>-1</sup>, Food and Nutrition Board (FNB) 1980, Thomson ve Paterson 2001) çok altında bulunduğu belirtilmiştir.

Yläranta (1985), insanların ve çiftlik hayvanlarının Se alımını artırmak amacıyla, Finlandiya'da 1984 yılından beri gübrelerin sodyum selenat ile desteklendiğini, bu gübrenin amacının tahılların Se içeriğini, hedeflenen 0.1 mg kg<sup>-1</sup> kuru madde düzeyine çıkarmak olduğunu belirtmiştir. Finlandiya'da gübrelerin 1998 yılından beri 10 mg kg<sup>-1</sup> Se ile desteklendiğini, selenyumlu gübrelemeden önce Finlilerin günlük Se alımının günde yalnızca 25-30 µg iken (Mutanen 1984), günümüzde bu düzeyin yaklaşık 80 µg'a ulaştığı belirlenmiştir (Euroala vd. 2003).

Selenyumun gerekli ve toksik düzey aralığının dar olduğu ve çiftlik hayvanlarının Se ihtiyacının yemlerde 0.1-0.3 mg kg<sup>-1</sup> olduğu bildirilmiştir (Mayland 1994). Tavsiye edilen günlük Se alımı yetişkinler için 50-70 µg, çocuklar için 20-30 µg olarak belirlenmiş olup, yetişkinler için günlük minimum Se ihtiyacının yaklaşık 20 µg (RDA, Recommended Dietary Allowances 1989) olduğu belirlenmiştir (Levander 1991). Gıda ve Beslenme Kurulu (The Food and Nutrition Board and Institute of Medicine) Se alımında günlük üst sınır olarak, yetişkinler için 400 µg'ı kabul etmiştir (Anonymous 2000). Tavsiye edilen düzeyden daha fazla miktarda Se alınmasının insanlara daha yararlı olabileceği düşünülmektedir. Clark vd. (1996), günlük 200 µg Se alımının insanlarda akciğer, prostat ve bağırsak kanserini önemli derecede azalttığını, kronik Se toksisitesinin günde 2-4 mg veya sürekli olarak günde 1 mg Se alınması durumunda ortaya çıktığını belirlemişlerdir.

US National Research Council tarafından 1989'da kabul edilen ve beslenme ile alımı önerilen seviye (RDA, Recommended Dietary Allowance) olarak yetişkin erkekler için 70 µg gün<sup>-1</sup>, kadınlar için de 50-55 µg gün<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Çocukların ise günde en az 10 µg selenyum ve en fazla 45 µg selenyum almaları gerektiği belirtilmiştir (Levander 1991, Bauer 1997).

Finley (2005) yetişkinlerde günlük Se ihtiyacının (55 µg) Kuzey Amerikalılar tarafından karşılanmakta olduğunu ancak Avrupa ve Asya'daki insanların büyük çoğunluğu ile Afrikalıların bir kısmının günlük tavsiye edilen düzeyden daha az Se aldığını ve Se noksanlığının bağışıklık sisteminin zayıflaması ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Clark vd. (1996) yaptıkları çalışmada, 1312 yaşlı Amerikalıda 200 µg gün<sup>-1</sup> Se (Se ile zenginleştirilmiş maya) uygulanan kişilerde kanserden ölüm oranının önemli düzeyde azaldığını ve prostat, akciğer ve kolon/rektum (kalın bağırsağın son kısmı) kanserinde azalmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Çakmak (2008) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'de buğdayların Zn ve Fe'de olduğu gibi Se bakımından da ciddi boyutlarda bir eksiklik gösterdiği bulunmuştur.

Türkiye'nin değişik bölgelerinden üretici tarlalarından toplanan 573 buğday tane örneğinde yapılan Se analizleri ile, bu örneklerin ortalama olarak  $40 \mu\text{g kg}^{-1}$  Se içerdiği bulunmuştur. Oysa, insanların sağlıklı bir Se beslenmesi için buğdayda olması gereken Se miktarının 100 ile  $1000 \mu\text{g kg}^{-1}$  düzeyleri arasında olduğu bildirilmiştir (Adams 2002, Broadley 2007). Aynı araştırmacı gübreleme çalışmalarında, Se bakımından zenginleştirilen gübrelerin (örneğin 1 kg NP gübresinde 20 mg veya 30 mg Se içeren NP-gübrelerinin) toprağa uygulanmasıyla tanede Se konsantrasyonunun insan sağlığı açısından yeterli sayılan düzeyin üzerine çıktığını belirtmiş olup çinkoda olduğu gibi, yapraktan Se'un Na-selenat olarak uygulanmasının da tane Se konsantrasyonunu artırmada çok etkin bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Çakmak (2008) tarafından, Türkiye'de kanser vakalarının çok yaygın olması, üretilen buğdaylarda Se konsantrasyonunun çok düşük olması ve ayrıca gıdalar yoluyla günlük Se alınımının optimum düzeyin çok altında olması gibi nedenlerden dolayı Türkiye'de ana tüketim gıdası olan buğdayın gübreleme yoluyla Se bakımından mutlaka zenginleştirilmesinin önemli ve acil bir gereksinim olduğu, oluşturulacak bir ülkesel programla Türkiye'de ekmeğin Fe, Zn ve Se bakımından zenginleştirilmesinin, toplum sağlığı (özellikle çocuk sağlığı) açısından çok büyük yararlar getireceği ve gübreleme stratejisiyle buğdayın Zn ve Se bakımından kolaylıkla zenginleştirilmesinin mümkün olduğu vurgulanmıştır.

Bir grup tahıl tanesinin batı diyetlerinde en önemli Se kaynağı olduğu belirtilmiştir (Holden vd. 1991). Selenyum noksanlığı olan toplumlarda Se'ca zengin buğdayın Se kaynağı olarak kabul gördüğü, Yeni Zelanda topraklarında Se'un oldukça düşük olmasından dolayı yüksek Se'lu Avusturalya buğdayının öneminin artmış olduğu vurgulanmıştır (Watkinson 1981). Finlandiya'da Se alımının oldukça düşük olduğu ve artırmak için hükümetin tüm tarımsal gübrelere Se ilave edilmesi için ulusal bir program başlattığı bildirilmiştir (Finley 2005).

Yaklaşık 25 yıl önce başta Finlandiya olmak üzere birçok İskandinav ülkesinde başlatılan ve halen yürüyen Se-katkılı gübre uygulaması programının benzer şeklinin Türkiye'de de aynı anda hem Se hem de Zn açısından başlatılmasının toplum sağlığı

açısından önemli bir gereksinim olarak karşımıza çıktığı vurgulanmıştır (Çakmak 2008).

Avustralya, Yeni Zelanda, İskoçya, Finlandiya, İsveç, Avusturya, Almanya, Fransa, Batı Rusya, Türkiye, Yunanistan, Kanada ve Amerika'nın bazı bölgelerinde yetişen çiftlik hayvanlarında düşük selenyumlu toprakların neden olduğu selenyum noksanlık hastalıkları belirlenmiştir (Oksanen 1967, Allaway 1968, Underwood 1968 ve 1977, Anonymous 1983).

Hansen vd. (1993) Yeni Zelanda ve Finlandiya'da selenyumca noksan otlakların, Se katılmış süperfosfat gibi gübreler ile gübrelendiğini, genellikle sodyum selenit veya selenattan  $10 \text{ g ha}^{-1}$  düzeyinde yapılan gübrelemenin çiftlik hayvanlarında Se noksanlığının önlenmesinde yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Turakainen vd. (2005) selenyumlu gübrelemenin yalnızca ürün miktarını olumlu etkilemekle kalmayıp, bitki ürün kalitesi üzerine de yararlı etkide bulunduğunu, besin zincirinde bitkilerin farklı toksisite belirtileri göstermek suretiyle çok yüksek konsantrasyonlara karşı etkili tamponlar olarak rol oynadıklarını bildirmişlerdir.

Selenyum uygulamasının çeşitli bitkilerde gelişme ve verimliliğe olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; tarla, tahıl çimlenme ve erken gelişim, sera denemeleri ve saf besin maddeleri kullanılarak hava filtreli cam kabinlerde hidroponik denemeler yapılmış ve yüksek bitkilerde selenyumun yararlı bir rolü olduğu sonucuna varılmıştır (Lyons vd. 2005).

Selenyumun bitki gelişimine pozitif etkisinin muhtemelen ilk kez Singh vd. (1980) tarafından rapor edildiği çalışmada, selenit formunda uygulanan  $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  selenyumun hint hardalında (*Brassica juncea* L.) gelişmeyi ve kuru madde verimini teşvik ettiği bildirilmiştir.

Yapılan son çalışmalarda düşük düzeylerde uygulanan selenyumun, mono ve dikotiledonlu bitkilerde gelişmeyi ve antioksidatif kapasiteyi artırdığı ortaya çıkmıştır. Kıvırcık ve karaçayır (*Lolium perene* L.) bitkilerinde (Hartikainen vd. 1997, Hartikainen ve Xue 1999) ve soya fasulyesinde (*Glycine max.* L.) (Djanaguiraman vd. 2005) gelişmeyi destekleyici etkisinin olduğu kanıtlanmıştır. Pennanen vd. (2002) selenyumun genç yaprakların kloroplastlarında nişasta birikimini teşvik ettiğini bildirmiştir. Düşük konsantrasyonlarda Se ilavesinin kıvırcık ve karaçayır bitkilerinde (Hartikainen ve Xue 1999; Hartikainen vd. 2000) ve çilekte (*Fragaria X ananassa Duch.*) (Valkama vd. 2003) UV ışınlarının oluşturduğu oksidatif stresi azalttığı bulunmuştur.

Bitkilerin selenyum ile beslenmesi ve gübrelenmesi üzerine yeterli olmamakla birlikte çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. ZhenYou vd. (2004) tarafından Çin’de solaryum altında patlıcan bitkisi ile kurulan saksı denemesinde; saksılara 0, 0.15, 0.60 ve 3.0 mg Se kg<sup>-1</sup> düzeyinde selenyum uygulandığı ve meyvede Se miktarının önemli derecede arttığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, inorganik selenyumun organik selenyuma dönüşümünün 0.60 ve 3.0 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde azaldığını, ham protein ve ham yağ oranı artarken şeker ve toplam gerekli amino asitlerin miktarının azaldığını ve Se uygulamasının meyvelerin metionin, sistein ve serin kapsamını artırırken, glutamik asit ve prolin içeriğini azalttığını saptamışlardır.

Kükürt içeriği 17 mg S kg<sup>-1</sup> ve Se içeriği 0.04 mg Se kg<sup>-1</sup> olan bir toprakta, beş kükürt düzeyi (0, 20, 40, 80 ve 160 mg S kg<sup>-1</sup>) ve iki selenyum düzeyinin (0 ve 20 mg Se kg<sup>-1</sup>) kombine uygulanarak sarımsak yetiştirilen bir sera denemesinde; kombine S ve Se uygulamasının mineral beslenmeyi artırarak sarımsağın beslenme kalitesini yükselttiği, ancak S düzeyinin artmasıyla birlikte koku kalitesi (allisin) üzerine pasif bir etkisinin olduğu belirtilmiştir (ChangQuan vd. 2004).

Çin’de kurulan bir tarla denemesinde, sarımsak bitkisinin selenyum (0, 20, 40 ve 80 mg L<sup>-1</sup> Se) ve kükürt (2500 mg L<sup>-1</sup>) ile yapraktan gübrelendiği, sarımsak dişlerinin N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu ve Se kapsamının kükürt ile 20 mg Se L<sup>-1</sup>’un kombine uygulandığı örneklerde en yüksek düzeye ulaştığı ve sarımsak dişlerinin Fe ve Zn kapsamının ise

kükürtün 80 mg Se L<sup>-1</sup> ile kombine uygulamasında en yüksek bulunduğu rapor edilmiştir (ChangQuan vd. 2004). Kükürtün 20 mg Se L<sup>-1</sup> ile kombine uygulamasında abiyotik Se ve allisin kapsamının ve sırasıyla 80 ve 20 mg L<sup>-1</sup> Se ile kombinasyonunda ise organik Se ve vitamin C kapsamının en yüksek bulunduğu aynı araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

Turakainen vd. (2005) tarafından selenyum kapsamı düşük toprakların bulunduğu Finlandiya'da düşük miktarlarda ilave edildiğinde çeşitli mekanizmalar yoluyla selenyumun bitki gelişimine yararlı etki yaptığı belirlenmiş olup insan ve hayvanlardakine benzer şekilde Se'un, içsel metabolik veya dış faktörlerle üretilen oksijen radikallerinin neden olduğu oksidatif strese karşı bitkilerin karşı koyma gücünü artırdığı, uygun düzeylerde Se'un yaşlanmayı geciktirdiği ve bitkilerin kısa dalga boylu ışığı kullanımlarını geliştirdiği, yüksek miktarlarının toksik etki yapmakta olup, pro-oksidatif reaksiyonları tetikleyebildiği ve lipid peroksidasyonunu artırabildiği, bitkilerin aşırı selenyuma karşı uçucu Se bileşikleri üreterek kendilerini korudukları rapor edilmiştir.

Selenyumun, metabolik işlevler veya radyasyon sonucu üretilen oksijen radikallerinin neden olduğu oksidatif strese karşı bitkileri koruma ve onların oksidatif kapasitesini artıma yeteneğinde olduğu, yüksek miktarda Se ilavesiyle toksik etki oluştuğu ve peroksidasyonun yükseldiği, aşırı selenyumun toksisite mekanizmalarından birinin pro-oksidatif reaksiyonlar olabileceği belirtilmiştir (Hartikainen vd. 2000, Xue vd. 2001, Seppänen vd. 2003, Turakainen vd. 2004). Marul bitkisinde Se'un, gelişmeyi ilerletebildiği, yaşlanmayı geciktirebildiği (Hartikainen vd. 2000) ve kloroplastlarda nişasta birikimini artırdığı bildirilmiştir (Pennanen vd. 2002).

Bitkiler için mikro besin maddesi olarak sınıflandırılmamakla birlikte selenyumun düşük konsantrasyonlarının bitki gelişimine ve bitkinin antioksidatif kapasitesini artırmak suretiyle strese olan dayanımını artırdığı sonucuna varılan bir çok çalışma bulunduğu bildirilmiştir (Xue ve Hartikainen 2000, Kong vd. 2005).

Lyons vd. (2005) selenyumun, insan ve hayvan hücrelerindeki benzer şekilde, serbest oksijen radikallerinin oluşturduğu oksidatif strese karşı bitkinin direncini artırdığını ve

tarımsal ürünlerin yüksek Se konsantrasyonlarına hassas olmakla birlikte bu hassasiyetin bitki türlerine göre değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Turakainen vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, 0.075 ve 0.3 mg kg<sup>-1</sup> Se uygulanarak kuvars kumunda patates bitkisi yetiştirilmiş olup selenyumun kök gövde ve stolonlarda gelişmeyi teşvik edici etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte 0.1 mg kg<sup>-1</sup> Se (selenattan) ile gübrelenen kıvırcık (Xue vd. 2001, Simojoki vd. 2003) ve karaçayır (Hartikainen vd. 2001) bitkilerinin kök ve gövde biyokütlesinde artış kaydedilmiştir. Djanaguiraman vd. (2005) 50 mg L<sup>-1</sup> Se ile spreylene soya fasulyesinde gövdenin kuru madde miktarının arttığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada 0.01 ve 0.075 mg kg<sup>-1</sup> Se uygulamasının olgunlaşmamış patates yumrularında verimi etkilemediği ancak en yüksek verimin olgunlaşmış yumrulara 0.075 ve 0.3 mg kg<sup>-1</sup> Se uygulamalarında elde edildiği ve yumru sayısının Se uygulanan bitkilerde azaldığı ancak yumru büyüklüğünün arttığı da bildirilmiştir (Turakainen vd. 2004).

Selenyumun, bitki ürün kalitesini geliştirdiği, marul bitkisinin yaşlanma sürecinde tokoferollerin (E vitamini) ve böylece de besleyici değerlerinin azalmasını engellediği, yapılan son çalışmaların yüksek düzeyde selenyumun genç patates yumrusunda glikoalkaloid kapsamını azalttığı bildirilmiştir (Turakainen vd. 2005). Aynı araştırmacılar, düşük düzeylerde (0.0035 ve 0.01 mg kg<sup>-1</sup> toprak) selenyumun, patates yaprak ve yumrularının nişasta kapsamını artırdığını, selenyumla desteklenen bitkilerde ürün miktarının kontrol bitkilerine göre daha yüksek olduğunu, oluşan ürünün nispeten az ama yumruların daha büyük olduğunu, depolama sırasında Se miktarının sabit kaldığını ve uygulanan Se'un tohumluk yumrudan yeni patates kuşağına transfer olduğunu, hasattan 1 ve 8 ay sonra yumrulara belirlenen enzimatik lekelenme (renk değiştirme) olayının düşük Se düzeylerinde geciktirildiğini belirlemişler ve antioksidatif etkisi vasıtasıyla selenyumun yumrunun kararmaya karşı dayanımını artırdığı sonucuna varmışlardır.

Turakainen vd. (2005) tarafından, yapılan çalışmaların çoğunda selenyumun patates yumrusunun kalitesi üzerine olumlu etkisinin olduğu, Se uygulanan patates bitkisinde ekimden 4 hafta sonra üst yaprakların nişasta miktarının kontrol bitkilerine göre Se uygulanan bitkilerde önemli derecede daha yüksek bulunduğu ve ekimden 8 hafta sonra bu yararlı etkinin artık kaybolduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar, orta derecede Se düzeyi ( $0.075 \text{ mg kg}^{-1}$  toprak) ile beslenen yumrulara nişasta miktarının kontrole göre % 10 oranında daha yüksek bulunduğunu ve Se uygulanan bitkilerin uç yapraklarında nişasta kapsamının artmasıyla nişasta sentezinin, kloroplastlardan karbonhidrat taşınımının arttığını veya fotosentez etkinliğinin yükseldiğini, karbonhidrat taşınımının muhtemelen etkilenmediğini, çünkü fotoasimilatların patates yumrusuna etkin şekilde taşındığını bildirmişlerdir.

Turakainen (2007) depolanan patates yumrularının besin kalitesinin yükseldiğini, besinsel değerin yükselme sebebinin yumruların Se uygulamasını takiben uygun depo koşullarında saklanmasından ileri geldiğini bildirmiştir. Aynı araştırmacı, selenyumlu gübrelemenin yumrulara organik Se miktarını artırarak insan sağlığı açısından yumruların besleyici değerini artırdığını bildirmiştir. Ayrıca yüksek düzeyde Se uygulamasında ( $0.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olgunlaşmamış yumrulara glikoalkaloid miktarının azaldığını ve bu düzeyde yumrulara kuru maddede Se miktarının yaklaşık  $20 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğunu, eğer taze patatesten 100 g tüketilirse (toplam  $500 \mu\text{g}$ ) insanlar için güvenli günlük alım düzeyi olan  $400 \mu\text{g}$  sınırının aşılabileceğini belirtmiştir.

Bitkilerin aşırı selenyuma karşı uçucu bileşikler sentezleme eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Pilon-Smith vd. 1998). Marul bitkisinin aşırı selenyumdan korunmak için uçucu Se bileşikleri oluşturduğu düşünülmekte olup, patates yumrularında depolama süresince Se düzeyinin değişmediği, bunun selenyum uygulanan tohumluk yumrulardan üretilen patates yumrularında önemli bir durum olduğu, ilk patates nesline artan düzeyde Se uygulamasıyla birlikte yeni nesilde Se düzeyinin de artış gösterdiği ve bu şekilde Se'un tohumluk yumrulardan yeni patates nesline (bir sonraki ürüne) aktarılabilirliği bildirilmiştir (Turakainen vd. 2005). Aynı araştırmacılar tarafından, depoda 1 ve 8 ay süresince bekletilen yumruların yarılmasından 30 ve 60 dakika sonra görsel olarak incelendiği, düşük düzeyde Se ( $0.0035$  ve  $0.01 \text{ mg kg}^{-1}$  toprak) uygulanmış

yumrularda enzimatik lekelenmenin geciktiği, denemeye alınan bitkilerden biri olan Satu çeşidinin enzimatik lekelenmeye oldukça dirençli olduğu halde, düşük dozda Se uygulamasının bu reaksiyonu daha fazla geciktirdiği ve selenyumun antioksidatif fonksiyonu ile yumruların kararmaya karşı direncini artırdığı sonucuna varıldığı belirtilmiştir.

Selenyum uygulamasının çeşitli bitkilerde gelişme ve verimliliğe olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; *Arabidopsis thaliana* L. ve bakla (*Astragalus sinicus* L.) bitkilerinin tohum zarfı sayısının sırasıyla % 72 ve % 65, *Astragalus sinicus* L.'un toprak üstü biyokütlesinin % 14, buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kök gelişiminin % 8 oranında arttığı ve selenyumlu gübrelemenin yapıldığı tarla denemesinde buğday bitkisinde ürün artışı gözlenmediği belirtilmiştir (Lyons vd. 2005).

İnsan ve hayvanların selenyumla beslenme düzeylerini artırmak amacıyla bitkilerde selenyumlu gübreleme yapılmaktadır. Selenyumun hareketliliği, alımı ve toksisitesinin anlaşılması için örneklerdeki selenyumun belirlenmesi gereklidir. Smrkolj vd. (2005) yaptıkları çalışmada, bezelyenin Se biriktirme yeteneğini HG-AFS (Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrometry) ile bezelye tohumlarında Se türlerinin belirlenmesini selenometionin, selenosistein, selenat, selenit ve Se-metilselenosistein standartları kullanılarak HPLC-UV-HG-AFS (High Performance Liquid Chromatography-UV Photochemical Digestion-Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrometry) ile belirlemişlerdir. Çalışmada, çiçeklenme döneminde bezelye bitkisine (*Pisum sativum* L.) sodyum selenattan hazırlanmış  $15 \text{ mg L}^{-1}$  Se içeren sulu çözelti ile 1 ve 2 kez yapraktan gübreleme yapıldığı, tohumların ortalama toplam Se içeriğinin gübrelenmeyen, bir kez gübrelenen ve iki kez gübrelenen bitkilerde sırasıyla  $21 \pm 2$ ,  $383 \pm 19$  ve  $743 \pm 37 \text{ ng g}^{-1}$  olduğu belirtilmiştir. HPLC-UV-HG-AFS'nin optimal koşulları altında ekstraktlarda Se türlerinin tespit edilemediği, sulu ekstraktlarda selenyumun  $32 \pm 3$ 'ünün suda çözülebilir formda olduğu, enzimatik hidroliz sonunda tohumda selenyumun % 92'sinin suda çözülebilir formda olduğu, toplam Se kapsamına göre ilave edilen Se (VI)'un büyük bir kısmı selenometionine dönüştürülmüş olup, bu oranın yapraktan bir kez uygulamada % 49 ve iki kez uygulamada ise % 67 olarak gerçekleştiği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Hurd-Karrer (1935) sodyum selenattan  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  selenyum uygulanan toprakta yetiştirilen buğday bitkisinde gelişmenin başlangıcında  $1120 \text{ mg kg}^{-1}$  Se ve olgunluk döneminde ise sadece  $220 \text{ mg kg}^{-1}$  selenyumun bulunduğunu belirtmiştir. Pyrzyńska (2002) doğal koşullarda yetiştirilen sarımsağın selenyum içeriğinin  $0.05 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan az olmasına karşın insanlarda kanser oluşumunu azaltmak amacıyla suda çözünür selenyum tuzlarıyla gübrelenen sarımsağın Se içeriğinin  $100-1355 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a çıkarılabildiğini belirtmiştir. Çiçeklenme döneminde  $1.2 \text{ mg L}^{-1}$  Se içeren çözelti püskürtülen helvacı kabağı tohumlarının selenyum içeriğinin  $0.19 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan  $1.1 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a yükseldiği bildirilmiştir (Smerkolov vd. 2005).

Charron vd. (2001), glikosinolatların (GSs) lahana türü bitkilerde bulunan ve kükürt (S) içeren bileşikler olup, ayrışması sonucu oluşan bileşiklerin kansere karşı koruma sağladığını, sülforafen 4-metil-süfinibütül GS'nin bir ayrışma ürünü olup, antikarsinojenik detoksifikasyon enzimlerinin etkili inhibitörü durumunda olduğunu, selenyumun antikanser özelliklere sahip olduğunu ve Se içeren bitkilerin tüketiminin besinsel selenyumu artırmakta etkili bir yol olabileceğini, bitkilerin Se ve kükürtü rekabete dayalı olarak aldıkları için GS sentezinin selenyumlu gübreleme ile etkilenebildiğini vurgulamışlardır. Aynı araştırmacılar, lahana bitkisinde (*Brassica oleracea*) selenyumlu gübrelemenin Se ve GS konsantrasyonuna etkisini araştırdıkları çalışmalarında; bitkileri  $0, 1.0, 2.0, 3.0, 6.0, 7.2$  ve  $9.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_4$  içeren hidroponik çözeltide yetiştirmişler, mineral ve GS miktarlarını çiçeklenmeden önce hasat edilen toprak üstü aksamında belirlemişler ve toplam GS miktarının  $5,84 \mu\text{mol g}^{-1}$  ( $0.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_4$ ) ile  $1.90 \mu\text{mol g}^{-1}$  ( $9.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_4$ ) düzeyinde azaldığını, kontrole göre  $1.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_4$  uygulaması ile 4-metil-süfinibütül GS düzeyinin % 90 azaldığını, daha yüksek  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  uygulamalarında ise daha fazla azaldığını, toprak üstü aksamın Se kapsamının kontrol düzeyinde belirleme sınırlarının altında bulunduğunu ve  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  gübrelemesi ile önemli derecede arttığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada,  $9.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_4$  uygulaması ile bitkinin Se kapsamının  $731.6 \mu\text{g g}^{-1}$  düzeyine yükselirken,  $1.0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_4$  uygulaması ile bitkinin S kapsamının kontrole göre % 43'lük artışla  $13.6 \text{ mg g}^{-1}$ 'den  $23.9 \text{ mg g}^{-1}$  düzeyine yükseldiği, kontrol uygulamasında S düzeyi diğer uygulamalardan farklı ( $13.6 \text{ mg g}^{-1} \text{ S}$ ) olmakla birlikte,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  uygulamaları ile önemli derecede artış göstermediği rapor edilmiştir.

Kopsell ve Randle (1997a) tarafından tek S dozu ( $9.6 \text{ mg L}^{-1}$ ) ile artan düzeylerde (0, 0.5, 1.0, 1.5 ve  $2.0 \text{ mg Se L}^{-1}$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) Se uygulanarak besin çözeltilisinde soğan (Granex 33) yetiştirilerek yapılan çalışmada; yüksek Se uygulanan besin çözeltilisinde yetişen soğanların gelişmesinde gözle görülür bir etki belirlendiği, kontrole göre  $2.0 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  uygulamasında soğanın yeşil kısımlarının fark edilir derecede kısa, başının daha küçük ve kök miktarının daha az olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada araştırmacılar, her bitki için günlük Se tüketiminin  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  artışıyla birlikte lineer artış ( $P=0.0001$ ) gösterdiğini,  $0.5, 1.0, 1.5$  ve  $2.0 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  uygulamasıyla soğanlarda Se tüketiminin sırasıyla  $2.26 \pm 1.90, 4.93 \pm 4.55, 6.83 \pm 5.24$  ve  $8.79 \pm 6.60 \text{ mg gün}^{-1}$  olduğunu ve kontrol düzeyinde besin çözeltilisindeki Se'un ise GFAA (Grafit Fırınlı Atomik Absorbsiyon)'nın ölçüm sınırının (dedeksiyon limiti) altında olduğundan tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

Günlük S tüketiminin sırasıyla  $180.0 \pm 130.7, 245.0 \pm 171.2, 234.6 \pm 187.3, 235.0 \pm 144.9, 187.9 \pm 126.4 \text{ mg gün}^{-1}$  olduğu, başlangıçta Se'un  $\text{SO}_4^{-2}$  alımı ve taşınımını azalttığı sanılmakla (Leggett ve Epstein 1956, Ferrari ve Renosto 1972) birlikte bitkinin gelişip olgunlaşmasına bağlı olarak  $\text{SeO}_4^{-2}$  düzeyi arttıkça  $\text{SO}_4^{-2}$  tüketiminin de lineer olarak arttığı araştırmacılar tarafından bahsi geçen çalışmada saptanmıştır Kopsell ve Randle (1997a).

Yonca (*Medicago subterraneum* L. var. African) ve üçgül (*Trifolium subterraneum* L. var. Mt Baker) bitkilerinde artan Se uygulamasıyla bitki gelişimi ve üründe azalma olduğu rapor edilmiştir (Broyer vd. 1966).

Bitki yaşındaki artışla birlikte Se alımının artması buğday (*Triticum aestivum* L.) (Singh 1994), çeltik (*Oryza sativa* 'M101') (Mikkelsen vd. 1989) ve diğer sebzeler (Furr vd. 1976, 1978) ile yapılan çalışmalarla da ortaya konmuştur.

Kükürtün bitkiler tarafından  $\text{SO}_4^{-2}$  olarak alındığı ve sisteine asimile edildiği, S alımını kontrol eden enzimlerin, katabolik enzimler (dokulardaki karmaşık bileşiklerin yıkıma uğratılmasında görev alan enzimler) (amil sülfataz, kolin sülfataz ve değişik S taşıyıcı proteinler) olduğu (Ketter vd. 1991), sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve selenatın ( $\text{SeO}_4^{-2}$ ) her iki iyona

da benzer afinite gösteren aynı taşıyıcılar yoluyla alındığı bildirilmiş olup (Leggett ve Epstein 1956), yapılan ilk çalışmalar ile  $SO_4^{-2}$  ve  $SeO_4^{-2}$  alımı bakımından antagonistik bir etkinin varlığı ifade edilmiştir (Leggett ve Epstein 1956, Ferrari ve Renosto 1972, Mikkelsen vd. 1989).

Broyer vd. (1966) yüksek derecede arındırılmış besin çözeltisinde selenit formunda 0, 0.025, 0.25, 2.5 ve 25.0  $\mu\text{g-atom L}^{-1}$  düzeylerinde selenyum ilave ederek alfalfa (*Medicago sativa* L., var. African) ve yonca (*Trifolium sunterranneum* L., var. Mt. Barker) bitkilerini yetiştirdikleri çalışmada; her iki bitkide de tepe ve kök veriminin, düşük Se düzeylerine göre 25  $\mu\text{g-atom L}^{-1}$  düzeyinde önemli derecede ( $P<0.01$ ) daha az bulunduğunu, olgun yapraklarda Se'un 0.2-0.8  $\mu\text{g-atom g}^{-1}$  (kuru ağırlık) düzeyinde zenginleşmesi durumunda gelişimin şiddetli derecede etkilendiğini ve her iki bitkinin de gelişmesine selenyumun yararlı etkisinin görülmediğini bildirmiş olup, bununla birlikte bu bitkiler için Se'un gerekli olması durumunda kritik düzeyin kuru bitki materyalinde  $< 0.001 \mu\text{g-atom g}^{-1}$  olacağı sonucuna varmışlardır.

Saggo vd. (2004) toprakta Se düzeyi 1, 5, 10, 20 ve 25  $\text{mg kg}^{-1}$  olacak şekilde sodyum selenit uyguladıkları saksı denemesinde, hardal ve ıspanak yapraklarında kontrol düzeyinde 9.52 ve 9.04  $\text{mg g}^{-1}$  (yaş ağırlık) toplam çözünebilir protein bulunurken ıspanak bitkisinde Se uygulamasıyla toplam çözünebilir protein miktarının 6.28  $\text{mg g}^{-1}$ 'dan 3.33  $\text{mg g}^{-1}$  (yaş ağırlık) düzeyine gerilediğini ve hardal bitkisinde de benzer eğilimin görülmüş olup, toprağa 25  $\text{mg kg}^{-1}$  Se uygulamasında en düşük değer (5.71  $\text{mg g}^{-1}$ ) elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada toprağa Se uygulamasının her iki bitkide yapraklarda karbonhidrat kapsamını artırdığı, en yüksek karbonhidrat kapsamının ıspanak ve hardal yapraklarında toprağa 10  $\text{mg kg}^{-1}$  Se uygulamasında sırasıyla 7.5 ve 13.8  $\text{mg g}^{-1}$  (yaş ağırlık) olarak bulunduğu rapor edilmiş olup, toprağa 10  $\text{mg kg}^{-1}$ 'in üzerinde Se uygulandığında ise karbonhidrat kapsamının azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca en yüksek ham lif miktarının kontrol düzeyindeki hardal bitkisinin yapraklarında görülürken (% 27.39), diğer tüm uygulamalarda azalma olduğu, ıspanakta ise 1 ve 5  $\text{mg kg}^{-1}$  Se uygulamalarında ham lif miktarı değişmezken (% 37.98 ve % 37.02) diğer uygulamalarda giderek azaldığı (25  $\text{mg kg}^{-1}$  Se uygulamasında % 33.89) rapor edilmiştir.

Yukarıda bahsi geçen çalışmada (Saggo vd. 2004) kontrol düzeyinde hardal bitkisinde  $0.28 \text{ mg g}^{-1}$  (yaş ağırlık) C vitamini bulunurken, topraktaki Se miktarının artmasıyla yaprakların C vitamini kapsamını da artırdığı belirlenmiş olup, en yüksek miktar ( $0.53 \text{ mg g}^{-1}$  yaş ağırlık C vitamini)  $25 \text{ mg kg}^{-1}$  Se uygulamasında elde edilmiştir. Ispanak yapraklarında ise toprağa uygulanan Se miktarı arttıkça kontrole göre ( $0.19 \text{ mg g}^{-1}$  yaş ağırlık) C vitamini miktarının  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  Se düzeyine kadar artış gösterdiği ( $0.39 \text{ mg g}^{-1}$  (yaş ağırlık) ancak  $25 \text{ mg kg}^{-1}$  Se uygulamasında azalma olduğu ( $0.20 \text{ mg g}^{-1}$  yaş ağırlık ) bildirilmiştir.

Lee vd. (1999) ve Shang vd. (1998) kereviz ve marulda Se miktarı arttıkça toplam C vitamini miktarının da arttığını bildirmişlerdir.

Kopsell ve Randle (1997b) tarafından selenyumlu gübrelemenin çözünebilir katıların miktarı üzerine önemli bir etkiye bulunmadığı bildirilirken, Randle (1992) S miktarındaki farklılığın çözünebilir katı madde ve soğanda suda çözünebilir karbonhidratları etkilediğini belirtmiştir.

Soğanlarda Se birikimi bakımından farklılığı belirlemek için 16 kısa gün bitkisinin Se uygulanmadan ve yüksek düzeyde Se uygulanarak ( $2.0 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_4 \text{ L}^{-1}$ ) yetiştirildiği çalışmada, başda Se birikiminin bitkiye bağlı olarak  $60\text{-}113 \text{ } \mu\text{g Se g}^{-1}$  (kuru ağırlık) düzeyinde bulunduğu ve ABD'nin günlük izin verilebilir sınır değeri olan  $100 \text{ } \mu\text{g}$  selenyuma ulaşmak için bu çalışmada kullanılan ve % 10 kuru madde içeren taze soğanlardan  $8.8$  ve  $16.6 \text{ g}$  yemek gerektiği Kopsell ve Randle (1997b) tarafından bildirilmiştir. Memelilerde sağlık bakımından Se'un gerekli bir besin maddesi olduğu ve vücut ağırlığına bağlı olarak izin verilen günlük alım miktarının  $20\text{-}60 \text{ } \mu\text{g}$  arasında değiştiği (Levander 1991), yüksek miktarda Se tüketiminin toksik etki yapabildiği bildirilmiştir (Combs ve Combs 1986).

Selenyum uygulaması (selenitten) olgun patates yumrusunun protein amino asit içeriğini artırırken (Munshi vd. 1990), glikoalkaloid ve nitrat konsantrasyonunu azalttığı (Munshi ve Mondy 1992), selenyumun çimlenme üzerine de etkili olduğu, toprağa  $29 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in üzerinde Se uygulandığında domates, kıvırcık ve turp (*Raphanus*

*sativus* L.) tohumlarının çimlenme ve gelişiminin engellediği (Carvalho vd. 2003), buna karşın selenit ile muamelesinin su kabağı (*Momordica charantia* L.) tohumlarının yarı optimal sıcaklıkta çimlenmesini desteklediği ve çimlenmeye olan bu pozitif etkinin askorbat-glutathion aktivitesi ve GSH-Px artışı ile ortaya çıkan antioksidatif aktiviteye bağlandığı bildirilmiştir (Chen ve Sung 2001).

Selenyumun glikoalkaloidlerin (Munshi ve Mondy 1992), klorofillerin (Padmaja vd. 1989) biyosentezini ve azot asimilasyonunu (Aslam vd. 1990) etkileyebildiği, bitkilerde selenometiyoninin etilen biyosentezini artırdığı (Konze vd. 1978), selenometiyoninin SAMDC için metiyoninden daha iyi bir substrat olduğu ve S-adenozilmetiyoninin poliamin biyosentezinde olduğu gibi selenometiyonin sentezinde gerekli olduğu bildirilmiştir (Terry vd. 2000).

Selenyum hiperakümülatör bitki türlerinde yüksek Se biriktirme kapasitesinin, böceklerin beslenmesine karşı koruyucu bir mekanizma olarak önerildiği, selenyumun hint hardalını yeşil şeftali bitlerine (*Myzus persicae* Sulzer) (Hanson vd. 2004) ve beyaz lahana tırtılına (*Pieris rapae* L.) karşı koruduğu, Se ile zenginleştirilen hint hardalının kontrol bitkilerine göre kök ve gövde fungal patojenlerine (*Fusarium* sp.) ve yaprak patojenlerine (*Alternaria brassicicola* [Schweinitz] Wiltshire) karşı daha dayanıklı olduğu (Hanson vd. 2003) bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Survey çalışmasının yürütüldüğü yerler

Survey çalışması ülkemizde en fazla sarımsak tarımı yapılan yedi ilde yürütülmüştür. Ekim alanları ve üretim değerleri dikkate alınarak seçilen Kastamonu, Balıkesir, Muğla, Karaman, Kırklareli, Kahramanmaraş ve Antalya illerinden o yörede sarımsak tarımı yapılan alanları temsil edebilecek nitelikte olan bölgeler belirlenmiştir (Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden eş zamanlı toprak ve sarımsak örneklerinin alındıkları yerler

Çizelge 3.1 Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden eş zamanlı toprak ve sarımsak örneklerinin alındıkları yerler ve koordinatları

Lab. No	Toprak örneklerinin alındıkları yerler	Koordinatlar		Yükseklik, m		
1	<b>BALIKESİR</b>	Merkez - Çinge Köyü	35 272750 E	4373950 N	245	
2		Merkez - Çinge Köyü	35 272900 E	4373550 N	230	
3		Merkez - Çinge Köyü	35 272900 E	4374450 N	238	
4		Merkez - Çinge Köyü	35 273500 E	4373850 N	254	
5		Merkez - Çinge Köyü	35 273589 E	4374450 N	251	
6	<b>KIRKLARELİ</b>	Babaeski - Mutlu köyü	35 499935 E	4594818 N	103	
7		Babaeski - Mutlu köyü	35 501162 E	4594028 N	122	
8		Babaeski - Sofuhalil köyü	35 515128 E	4588115 N	100	
9		Babaeski - Sofuhalil köyü	35 514551 E	4588454 N	80	
10		Babaeski - Sofuhalil köyü	35 514002 E	4587862 N	69	
11		Babaeski - Sofuhalil köyü	35 513908 E	4587453 N	87	
12		Babaeski - Osmaniye köyü	35 510127 E	4587597 N	82	
13		Babaeski - Osmaniye köyü	35 511160 E	4587999 N	68	
14		Babaeski - Osmaniye köyü	35 511671 E	4588880 N	83	
15		Babaeski - Osmaniye köyü	35 511894 E	4589514 N	98	
16		Babaeski - Minnetler köyü	35 502675 E	4584547 N	86	
17		Babaeski - Minnetler köyü	35 502356 E	4586538 N	85	
18		Babaeski - Minnetler köyü	35 500860 E	4586415 N	84	
19		Babaeski - Minnetler köyü	35 500818 E	4586410 N	87	
20		Babaeski - Ertuğrul Köyü	35 499779 E	4588123 N	85	
21		Babaeski - Ertuğrul Köyü	35 500059 E	4588062 N	85	
22		Babaeski - Ertuğrul Köyü	35 499909 E	4589912 N	89	
23		Babaeski - Ertuğrul Köyü	35 499479 E	4589032 N	91	
24		Babaeski - Taşköprü Köyü	35 501135 E	4590901 N	95	
25		Babaeski - Taşköprü Köyü	35 501155 E	4590971 N	94	
26		Babaeski - Taşköprü Köyü	35 501665 E	4590939 N	75	
27		Babaeski - Taşköprü Köyü	35 502323 E	4589625 N	85	
28		Babaeski - Taşköprü Köyü	35 502315 E	4589649 N	86	
29		<b>KAHRAMANMARAŞ</b>	Göksun-Taşoluk Köyü	37 277563 E	4206870 N	1358
30			Göksun-Taşoluk Köyü	37 277192 E	4206809 N	1375
31			Göksun-Taşoluk Köyü	37 276933 E	4206688 N	1381
32			Göksun-Taşoluk Köyü	37 276670 E	4204495 N	1359
33			Göksun-Fındıklı Koyak Köyü	37 275403 E	4202330 N	1399
34	Göksun-Fındıklı Koyak Köyü		37 275721 E	4200576 N	1438	
35	Göksun-Değirmendere Kas.		37 277293 E	4200045 N	1401	
36	Göksun-Değirmendere Kas		37 278078 E	4200595 N	1420	
37	<b>ANTALYA</b>	Korkuteli - Yelten Köyü	36 255340 E	4119651 N	971	
38		Korkuteli - Yelten Köyü	36 255379 E	4119733 N	967	
39		Korkuteli - Yelten Köyü	36 256076 E	4120750 N	955	
40		Korkuteli - Yelten Köyü	36 256178 E	4120660 N	953	
41		Korkuteli - Gümüşlü Köyü	36 249608 E	4119438 N	1272	
42		Korkuteli - Gümüşlü Köyü	36 249221 E	4119458 N	1322	
43		Korkuteli - Gümüşlü Köyü	36 248852 E	4120017 N	1373	
44		Korkuteli - Gümüşlü Köyü	36 248958 E	4119481 N	1339	
45		Elmalı - Özdemir Köyü	36 237375 E	4084819 N	1135	
46		Elmalı - Özdemir Köyü	36 237502 E	4084699 N	1129	
47		Elmalı - Özdemir Köyü	36 237900 E	4084557 N	1125	

Çizelge 3.1 Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden eş zamanlı toprak ve sarımsak örneklerinin alındıkları yerler ve koordinatları (devam)

Lab. No	Toprak örneklerinin alındıkları yerler	Koordinatlar		Yükseklik, m	
48	<b>KARAMAN</b>	Merkez -Tarlaören Köyü	36 421801 E	4014414 N	1205
49		Merkez -Tarlaören Köyü	36 521943 E	4101495 N	1207
50		Merkez -Tarlaören Köyü	36 521972 E	4101341 N	1217
51		Merkez -Tarlaören Köyü	36 521967 E	4101309 N	1218
52		Kazımkarabekir - Karalgazi Köyü	36 506437 E	4126661 N	1011
53		Merkez - Atatürk Mah.	36 514880 E	4116434 N	1029
54	<b>MUĞLA</b>	Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 719501 E	4045264 N	747
55		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 719542 E	4045124 N	753
56		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 720018 E	4045679 N	881
57		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 720725 E	4045137 N	992
58		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 720816 E	4044207 N	1053
59		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 720870 E	4044237 N	1067
60		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 720121 E	4045087 N	893
61		Fethiye - Bağlağaç Köyü	35 719934 E	4045041 N	850
62		Milas - Tuzabat Köyü	35 577793 E	4128237 N	519
63		<b>KASTAMONU</b>	Taşköprü - Alatarla Köyü	36 584802 E	4593694 N
64	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 584939 E	4593293 N	625
65	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 585094 E	4593667 N	627
66	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 586565 E	4593819 N	623
67	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 585926 E	4593492 N	615
68	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 585918 E	4593507 N	614
69	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 536537 E	4533646 N	624
70	Taşköprü - Alatarla Köyü		36 588025 E	4593532 N	625
71	Taşköprü - Çördük Köyü		36 602991 E	4601630 N	530
72	Taşköprü - Çördük Köyü		36 603214 E	4601065 N	519
73	Taşköprü - Çördük Köyü		36 603210 E	4601001 N	502
74	Taşköprü - Çördük Köyü		36 601635 E	4597083 N	559
75	Taşköprü - Çördük Köyü		36 602730 E	4599356 N	542
76	Taşköprü - Çördük Köyü		36 603263 E	4601803 N	531
77	Taşköprü - Tekev Mevkii		36 588256 E	4593396 N	616
78	Taşköprü - Uzunkavak Köyü		36 582908 E	4593679 N	715
79	Taşköprü - Yazıhamit Köyü		36 597662 E	4593946 N	426
80	Taşköprü - Yazıhamit Köyü		36 598443 E	4593721 N	569

### 3.1.2 Sera denemesinin yürütüldüğü yer

Sera denemesi A.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında gerçekleştirilmiştir.

### 3.1.3 Sera denemesinde kullanılan bitki materyali

Denemede tohumluk olarak kullanılan yerli cins sarımsak (*Allium sativum* L.) Kastamonu Tarım İl Müdürlüğünden temin edilmiştir.

### 3.1.4 Tarla denemesinin yürütüldüğü yer

Tarla denemesi, Kastamonu ili Taşköprü ilçesi merkeze bağlı Ağcıkışi mahallesinde sarımsak tarımı yapılan alanlar içerisinde, denemenin amacına uygun olarak seçilen bir çiftçi tarlasında yürütülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Deneme alanı yer bulduru haritası

### 3.1.5 Tarla denemesinde kullanılan bitki materyali

Denemede tohumluk olarak kullanılan yerli cins sarımsak (*Allium sativum* L.) başları Kastamonu Tarım İl Müdürlüğünden temin edilmiştir.

### 3.1.6 İklim özellikleri

Tarla denemesinin yürütüldüğü Kastamonu ili 2008 yılı ve uzun yıllara ait aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri Çizelge 3.2’de, bağıl nem ise Çizelge 3.3’de toplu olarak verilmiştir. Denemenin yapıldığı alanda yazlar sıcak, kışları ise soğuk geçmektedir. Yağış miktarı ise ilkbahar aylarında biraz daha fazla olmakla beraber yıl içinde nispeten homojen bir dağılım göstermektedir. Uzun yıllar ortalaması olarak yağış 482.8 mm olup, en fazla yağış Mayıs ayında, en az yağış ise Şubat ayında gerçekleşmiştir. Uzun yıllar ortalaması olarak sıcaklık 9.7°C olup, en sıcak ay Temmuz ayı, en soğuk ay ise Ocak ayı olarak belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalaması olarak bağıl nem % 68.0 olup, en yüksek bağıl nem Aralık ayında ve en düşük bağıl nem ise Temmuz ayında belirlenmiştir. Tarla denemesinin yürütüldüğü 2008 ürün döneminde (Mart 2008–Temmuz 2008) alınan toplam yağış 311.0 mm olarak gerçekleşmiştir. Uzun yıllar ürün dönemi (Mart–Temmuz) yağış ortalaması 253.8 mm olarak gerçekleşmiştir.

2008 yılı için yıllık ortalama sıcaklık 9.9°C bulunmuştur. En sıcak ay Ağustos, en soğuk ay ise Ocak ayı olmuştur. Yıl içindeki toplam yağış 549.4 mm olurken, ortalama nem ise % 71.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.2 ve 3.3).

Çizelge 3.2 Kastamonu ili Merkez istasyonu 2008 yılı ve uzun yıllar ortalamalarına ait toplam yağış (mm) ve ortalama sıcaklık (°C) değerleri (Anonim 2009)

Aylar	Toplam Yağış, mm		Ortalama Sıcaklık, °C	
	2008 yılı	35 yıllık ortalama	2008 yılı	34 yıllık ortalama
Ocak	18.5	30.2	-5.6	-0.9
Şubat	31.1	24.0	-1.8	0.5
Mart	58.4	32.3	7.5	4.4
Nisan	38.4	56.1	11.7	9.4
Mayıs	138	72.0	13.0	13.8
Haziran	41.4	58.6	18.2	17.5
Temmuz	34.8	34.8	20.9	20.3
Ağustos	1.3	34.0	22.3	20.0
Eylül	93.5	32.4	16.4	15.6
Ekim	29.2	38.7	10.9	10.5
Kasım	34.6	32.1	5.9	4.6
Aralık	30.2	37.6	-0.4	0.6
<b>Yıllık</b>	<b>549.4</b>	<b>482.8</b>	<b>9.9</b>	<b>9.7</b>

Çizelge 3.3 Kastamonu ili Merkez istasyonu 2008 yılı ve uzun yıllar ortalamalarına ait ortalama bağıl nem (%) (Anonim 2009)

Aylar	Ortalama Bağıl Nem, %	
	2008 yılı	20 yıllık ortalama
Ocak	79.3	75.8
Şubat	77.6	71.0
Mart	70.6	66.7
Nisan	67.7	65.5
Mayıs	65.5	64.9
Haziran	63.1	63.1
Temmuz	57.6	59.3
Ağustos	52.4	60.4
Eylül	68.4	64.8
Ekim	79.5	71.3
Kasım	79.7	75.8
Aralık	90.7	78.1
<b>Yıllık</b>	<b>71.0</b>	<b>68.0</b>

## **3.2 Yöntem**

### **3.2.1 Survey çalışması ve örnekleme**

Survey çalışması kapsamında ülkemizde en fazla sarımsak tarımı yapılan yedi ilde o yöreyi temsil edebilecek nitelikte olan temsili bölgeler belirlenmiş ve 12.06.2006-26.07.2006 tarihleri arasında bu yerlerden hasat döneminde eş zamanlı toprak ve sarımsak bitki örnekleri alınarak analize hazır hale getirilmiştir.

Verimlilik ilkelerine uygun olarak alınan toprak örnekleri, polietilen torbalara konularak laboratuara getirilmiştir. Toprak örnekleri güneş görmeyen gölge bir yerde havada kuru duruma gelinceye dek kurutularak, iri kesekler ezilmiş ve laboratuvar analizleri için 2 mm'lik elekten geçirilmiştir.

Sarımsak örnekleri güneş görmeyen gölge bir yerde serilerek kurutulmuş, yeşil aksam baş kısımlarından ayrılmış ve içlerinden baş örnekleme yapılmıştır. Örnek olarak alınan başlar, dış edilmiş ve hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 65 °C'de kurutulmuştur. Öğütülen sarımsak örnekleri polietilen torbalara aktarılmış ve etiketlenmiştir.

### **3.2.2 Sera denemesinin kurulması, yürütülmesi ve örnekleme**

Bitkide selenyum dağılımını belirlemek ve bitkiyi Se ile zenginleştirmek amacıyla topraktan selenyum uygulaması yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak düzenlenen denemede Kastamonu-Taşköprü'den alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. Saksılardaki toprak miktarı ve bitki sayısı ön denemeler sonucu belirlenmiştir.

Sera denemesinde Se dozları yapılan toprak analizleri sonuçlarından ve ön denemeler sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak belirlenmiştir.

Denemelerde selenyum sodyum selenattan ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) ve çözelti şeklinde aşağıda gösterilen deneme planına göre uygulanmıştır.

Selenyum uygulamaları

1.  $\text{Se}_0$  ( $0 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Kontrol)
2.  $\text{Se}_y$  (Yapraktan % 0.01 Se)
3.  $\text{Se}_1$  ( $0.25 \text{ mg kg}^{-1}$  Se)
4.  $\text{Se}_2$  ( $0.5 \text{ mg kg}^{-1}$  Se)
5.  $\text{Se}_3$  ( $1.0 \text{ mg kg}^{-1}$  Se)
6.  $\text{Se}_4$  ( $2.0 \text{ mg kg}^{-1}$  Se)
7.  $\text{Se}_5$  ( $5.0 \text{ mg kg}^{-1}$  Se)

Her bir saksıya temel gübreleme amacıyla verilecek olan N, P, K'lu gübre miktarları toprak analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir.

**Dikim ve Gübreleme:** Sera denemesi 28.12.2007 tarihinde kurulmuş ve seyreltme işlemleri 02.02.2008 tarihinde yapılmıştır. Dikimden önce temel gübreler (NPK) ve deneme konularına göre besin maddelerini içeren çözeltiler toprağa uygulanmış ve toprakla iyice karıştırılmıştır. Her saksıya azot ( $75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) üre gübresinden, fosfor ( $50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve potasyum ( $60 \text{ mg kg}^{-1}$ )  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 'tan ve selenyum selenat formunda  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ 'tan uygulanmıştır.

Saksılara 3000 g fırın kuru toprak konulmuş ve her bir saksıya deneme konularına göre Kastamonu yöresinden alınan sarımsak bitkileri (dişleri)'nden 5'er adet dikilmiştir. Çimlenmeden sonra saksılardaki bitki sayısı 3'e indirilmiştir. İkinci azotlu gübreleme üre gübresinden ( $75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) 06/03/2008 tarihinde yapılmıştır.

**Hasat:** Sarımsaklar yaklaşık 5 aylık bir gelişme periyodu sonunda 31.05.2008 tarihinde tüm bitki çıkarılmak suretiyle hasat edilmiştir.

### 3.2.3 Tarla denemesinin kurulması, yürütülmesi ve örnekleme

Tarla denemesi, Kastamonu ili Taşköprü ilçesi merkeze bağlı Ağcıkışı mahallesinde sarımsak tarımı yapılan alanlar içerisinde, denemenin amacına uygun olarak seçilen bir çiftçi tarlasında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tarla denemesinde sarımsak dişleri 16 cm sıra arası ve 12 cm sıra üstü sıklıkla 2.88 m<sup>2</sup>'lik parsellere (1.6x1.8 m) dikilmiştir. Araştırmada deneme öncesi her parselde verilecek olan N, P, K'lu gübre miktarları toprak analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Denemede selenyum kaynağı olarak sodyum selenat (Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>) kullanılmış ve deneme planına göre ekim öncesi toprağa uygulanmıştır. Tarla denemesinde yağmurlama sulama yöntemi kullanılmıştır.

Selenyum ile zenginleştirme

1. Se<sub>0</sub> (0 g Se da<sup>-1</sup>) (Kontrol)
2. Se<sub>y</sub> (Yapraktan % 0.01 Se)
3. Se<sub>1</sub> ( 12.5 g Se da<sup>-1</sup>)
4. Se<sub>2</sub> ( 25.0 g Se da<sup>-1</sup>)
5. Se<sub>3</sub> ( 50.0 g Se da<sup>-1</sup>)
6. Se<sub>4</sub> (100.0 g Se da<sup>-1</sup>)

**Dikim ve Gübreleme:** Kastamonu ili Taşköprü ilçesi merkezine bağlı Ağcıkışı mahallesinde yürütülen tarla denemesinde parselasyon 14/03/2008 tarihinde ve dikim işlemi 15/03/2008 tarihinde yapılmıştır.

Temel gübreleme (N,P,K) toprak analiz sonuçlarına göre belirlenmiş olup dikimden önce her parselde azot, fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve potasyum (K<sub>2</sub>O) 8 kg da<sup>-1</sup> düzeyinde olacak şekilde 15-15-15 gübresinden uygulanmış olup tırmık yardımıyla toprakla iyice karıştırılmıştır. Selenyumlu gübreleme sodyum selenattan (Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>) çözelti şeklinde toprak yüzeyine püskürtülmek suretiyle uygulanmıştır.

Bitki yaprakları 12/05/2008 tarihinde 10-12 cm boyuna ulaştığında deneme parsellerine üst gübre olarak 8 kg da<sup>-1</sup> düzeyinde azot üre gübresinden uygulanmıştır ve böylece toplam 16 kg da<sup>-1</sup> azot verilmiştir. Yapraktan % 0.01 düzeyinde selenyum sodyum selenattan uygulanmıştır.

**Hasat:** Sarımsaklar yaklaşık 4 aylık bir gelişme periyodu sonunda 18/07/2008 tarihinde küçük bellerle sökülerek hasat edilmiştir. Tüm parselin ve parsellerden örnek olarak alınan sarımsak bitkilerinin yaş ağırlıkları tartılarak her parselden elde edilen bitkiler 3-4 gün ait olduğu parsellerde havada kuru duruma gelinceye kadar kurumaya bırakılmıştır. Örnek olarak alınan sarımsak bitkileri toprak parçacıkları temizlendikten sonra kese kağıtlarına konarak A.Ü.Z.F. Toprak Bölümü'ne nakledilmiş, serin ve kuru bir alana serilerek kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan bitkiler tartılıp kuru ağırlıkları alınarak dekara verimleri hesaplanmıştır.

### 3.2.4 Toprak analizleri

Survay çalışması kapsamında ülkemizde en fazla sarımsak tarımı yapılan illerden alınan, tarla deneme alanına ait olan ve sera denemesinde kullanılan toprak örnekleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'ne nakledilmiş, güneş görmeyen gölge bir yerde hava kuru duruma gelinceye kadar kurutulmuştur. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla yeterli miktarda toprak örneği alınmış, 2 mm'lik elekten geçirilerek plastik kapaklı cam kavanozlarda saklanmıştır. Toprak örneğinin alınması ve analize hazırlanması aşamalarında değişik nedenlerden dolayı oluşabilecek bulaşmaları önlemek amacıyla gereken titizlik ve özen gösterilmiştir.

#### **3.2.4.1 Tekstür (Bünye)**

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları ise “Soil Survey Manual” (1951)’e göre saptanmıştır.

#### **3.2.4.2 Toprak reaksiyonu (pH)**

1:2.5 Toprak:su karışımında cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Jackson 1958).

#### **3.2.4.3 Elektriksel iletkenlik (EC)**

Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneğinde EC metre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

#### **3.2.4.4 Organik madde**

Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

#### **3.2.4.5 Kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>)**

Hızalan ve Ünal (1966) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir.

#### **3.2.4.6 Toplam azot (N)**

Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

#### **3.2.4.7 Bitkiye yararılışlı potasyum (K) ve sodyum (Na)**

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen potasyum (K) ve sodyum (Na) ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freedden 2004).

#### **3.2.4.8 Bitkiye yararılışlı kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)**

Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH: 7.0) amonyum asetat ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freedden 2004).

#### **3.2.4.9 Bitkiye yararılışlı fosfor (P)**

Toprak örneğinde fosfor Olsen vd. (1954) tarafından bildirildiği şekilde, 0.5 N  $\text{NaHCO}_3$  (pH: 8.5) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen fosfor (P), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freedden 2004).

#### **3.2.4.10 Bitkiye yararılışlı kükürt (S)**

Toprak örneğinin Bardsley ve Lancaster (1965) tarafından bildirildiği şekilde 0.5 N  $\text{NH}_4\text{OAc}$  + 0.25 N HOAc çözeltisi ile ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen süzükte kükürt ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freedden 2004).

#### 3.2.4.11 Bitkiye yarayışlı bor (B)

Wolf (1971) tarafından bildirildiği şekilde, pH'sı 4.8 olan sodyum asetat (100 g  $\text{CH}_3\text{COONa L}^{-1}$ ) çözeltilisiyle ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen bor, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

#### 3.2.4.12 Bitkiye yarayışlı demir (Fe), bakır (Cu), inko (Zn) ve mangan (Mn)

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından açıklandığı gibi, toprak-çözelti oranı 1:2 olacak şekilde 0.005 M DTPA (dietilen triamin penta asetik asit) + 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  + 0.1 M TEA (trietanolamin) karışım çözeltilisi (pH: 7.3) ile 2 saat çalkalanarak ekstrakte edilen süzükte Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

#### 3.2.4.13 Bitkiye yarayışlı selenyum (Se)

Toprakta bitkiye yarayışlı selenyum (Se) analizi Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemine göre (Soltanpour ve Schwab 1977), indüktif eşleşmiş plazma emisyon spektroskopisi (ICP-OES) (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

**Ekstraksiyon aşaması:** Soltanpour ve Schwab (1977) tarafından bildirildiği şekilde, 2 mm'lik elekten geçirilmiş 10 g toprak örneğine, pH'sı 7.6 olan 1 M  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  + 0.005 M DTPA çözeltilisinden 20 ml ilave edilerek 15 dakika çalkalanmış ve Whatman No. 42 filtre kağıdı yardımı ile süzölmek suretiyle ekstraksiyon tamamlanmıştır.

**Belirlenme aşaması:** Elde edilen çözeltilerden analiz tüplerine 1 ml alınmış, üzerine 1 ml HCl (hacim esasına göre 1:1'lik) ilave edilerek karıştırılmış ve 90 °C'lik su banyosunda 30 dakika bekletilerek +6 değerlikli selenyum +4 değerlikli selenyuma indirgenmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulmuş standart seri ve örneklerin hidrür

sisteminde NaBH<sub>4</sub> (% 0.2 NaBH<sub>4</sub>+% 1 NaOH) çözeltisi ile hidrürleşmesi sağlanarak topraktaki yarayışlı Se miktarı ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.5 Verim Ögeleri**

Hasat dömeminde en fazla sarımsak tarımı yapılan illerden ve tarla denemesinden alınan sarımsak örnekleri güneş görmeyen gölge bir yerde serilerek kurutulmuş, yeşil aksam baş kısımlarından ayrılmış ve içlerinden baş örnekleme yapılmıştır. Örnek olarak alınan başlar diş edilmiş ve hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 65 °C'de kurutulmuştur. Öğütülen sarımsak örnekleri polietilen torbalara aktarılmış ve etiketlenmiştir. Öğütülen sarımsak baş örnekleri mikrodalga örnek parçalayıcıda nitrik asit ile yaş yakılarak analize hazır hale getirilmiştir. Sera denemesinde hasat edilen bitkilerin yeşil aksam ve başlarının yaş ağırlıkları alınarak yıkanmış ve hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 65 °C'de kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örneklerin kuru ağırlıkları alınarak öğütülmüş ve mikrodalga örnek parçalayıcıda nitrik asit ile yaş yakılarak analize hazır hale getirilmiştir.

#### **3.2.5.1 Bitkilerde verimin belirlenmesi**

Her bir parselden hasat edilen sarımsak bitkileri (baş + toprak üstü aksamı) havada kuru hale geldikten sonra tartılarak kuru ağırlıkları tespit edilmiş, parsel verimleri kg da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.5.2 Bitkilerin baş (yumru) ağırlıklarının belirlenmesi**

Havada kuru hale gelen bitkilerin sapları ve kökleri kesilip temizlendikten sonra geride kalan sarımsak başlarının (yumrularının) her birinin hassas terazide tartılmasıyla baş ağırlıkları g olarak belirlenmiştir.

### **3.2.5.3 Baş çapının belirlenmesi**

Baş rneklerinin dar kenar çapı, geniş kenar çapı ve yükseklik değerleri dijital kumpas ile lmlmştr. Başların dip kısmındaki kökleri iyice temizlenmiş ve normal sap uzunluğunda sapları kesilmiş olan başlarda yükseklik ölümü yapılmış ve mm cinsinden ifade edilmiştir.

### **3.2.5.4 Başlarda büyük ve kk diş sayısı, ağırlığı ile bir başta bulunan toplam diş sayısının belirlenmesi**

Ağırlıkları alınan sarımsak başları elle parçalanarak büyük ve kk diş sayıları tespit edilmiş, her bir dişin ağırlığı hassas terazi ile tartılarak alınmış ve daha sonrada her bir başlarda bulunan toplam diş sayısı belirlenmiştir.

### **3.2.5.5 Baş örneklerinde toplam kül belirlenmesi**

Toplam kül, Kacar (1972) tarafından açıklandığı Şekilde kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

### **3.2.5.6 Bitkilerde gövde/baş oranı**

Kurutulduktan sonra toprak üstü aksam ve baş ağırlıkları alınan bitkilerde gövde/baş oranı belirlenmiştir.

### **3.2.5.7 Selenyum etkinliğinin (E) hesaplanması**

Sarımsağın Se etkinliği (E), Graham vd. 1993 tarafından verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Selenyum Etkinliği (SeE, \%)} = \frac{- \text{Se}}{+ \text{Se}} \times 100$$

- **Se:** Selenyum uygulanmadan saksılarda yetiştirilen bitkilerden elde edilen kuru madde miktarı (g).

+ **Se:** Selenyum uygulanarak saksılarda yetiştirilen bitkilerden elde edilen kuru madde miktarı (g).

### 3.2.6 Bitki analizleri

#### 3.2.6.1 Selenyum (Se)

**Yakma aşaması:** Kurutulup öğütölmüş baş ve gövde örneklerinden mikrodalga setinin teflon tüplerine yaklaşık 0.1'er g tartılmış ve üzerine 4 ml konsantre nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) ilave edilerek Berghof-MWS-2 Model 24 yakma üniteli mikrodalga örnek parçalayıcı ile kapalı sistemde yakılmıştır (Boss ve Fredeen 2004).

**Belirlenme aşaması:** Mikrodalga setinde örneklerin yaş yakılmasıyla elde edilen çözeltilerden analiz tüplerine 1 ml alınmış, üzerine 1 ml HCl (hacim esasına göre 1:1'lik) ilave edilerek karıştırılmış ve 90 °C'lik su banyosunda 30 dakika bekletilerek +6 değerlikli selenyum +4 değerlikli selenyuma indirgenmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulan standart seri ve örneklerin hidrür sisteminde NaBH<sub>4</sub> (% 0.2 NaBH<sub>4</sub>+% 1 NaOH) çözeltisi ile hidrürleşmesi sağlanarak bitkideki toplam selenyum (Se) miktarı ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.2 Azot (N)**

Baş ve gövde örneklerinde toplam azot, Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

### **3.2.6.3 Fosfor (P)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam fosfor (P), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.4 Potasyum (K)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam potasyum (K), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.5 Kalsiyum (Ca)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam kalsiyum (Ca), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.6 Magnezyum (Mg)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam magnezyum (Mg), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.7 Sodyum (Na)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam sodyum (Na), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.8 Kükürt (S)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam kükürt (S), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.9 Demir (Fe)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam demir (Fe), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.10 Bakır (Cu)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltilerdeki toplam bakır (Cu), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.11 Çinko (Zn)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltilerdeki toplam çinko (Zn), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.12 Mangan (Mn)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltilerdeki toplam mangan (Mn), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### **3.2.6.13 Bor (B)**

Baş ve gövde örneklerinin mikrodalga yaş yakma setinde yakılmasıyla elde edilen çözeltilerdeki toplam bor (B), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) ile belirlenmiştir (Boss ve Freeden 2004).

### 3.2.7 Değerlendirme ve istatistik analizleri

Çalışma kapsamında yer alan yedi ilde sarımsak tarımı yapılan alanlardan alınan toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre elde edilen bulgular Çizelge 3.4'den yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4 Toprakların makro ve mikro element miktarları için sınıflandırma değerleri (Alpaslan vd. 1998)

Besin maddesi	Yeterlilik sınıfı					Kaynak	
	Çok az	Az	Yeter	Fazla	Çok fazla		
N, g kg <sup>-1</sup>	<0.45	0.45-0.9	0.9-1.7	1.7-3.2	>3.2	FAO,1990	
P, mg kg <sup>-1</sup>	< 2.5	2.5-8.0	8.0-25	25-80	> 80	FAO,1990	
K, cmol kg <sup>-1</sup>	< 0.13	0.13-0.28	0.28-0.74	0.74-2.56	> 2.56	FAO,1990	
Ca, cmol kg <sup>-1</sup>	< 1.19	1.19-5.75	5.75-17.5	17.5-50.0	> 50.0	FAO,1990	
Mg, cmol kg <sup>-1</sup>	< 0.42	0.42-1.33	1.33-4.0	4.0-12.5	> 12.5	FAO,1990	
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	< 0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8.0	> 8	FAO,1990	
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	< 4	4-14	14-50	50-170	> 170	FAO,1990	
B, mg kg <sup>-1</sup>	< 0.4	0.5-0.9	1.0-2.4	2.5-4.9	> 5	Wolf,1971	
Fe, mg kg <sup>-1</sup> Cu, mg kg <sup>-1</sup> SO <sub>4</sub> -S, mg kg <sup>-1</sup>	Az: < 2.5 Orta: 2.5-4.5 Yüksek: > 4.5 Yetersiz: < 0.2 Yeterli: > 0.2 Kritik değer: 10				Lindsay ve Norvell,1969 Follet,1969 Scott vd. 1983		
Kireç, g kg <sup>-1</sup>	Az kireçli	Kireçli	Orta kireçli	Fazla kireçli	Çok fazla kireçli	Anonim, 1988	
	< 10	10-50	50-150	150-250	> 250		
Organik madde, g kg <sup>-1</sup>	Çok az	Az	Orta	İyi	Yüksek	Anonim, 1988	
	0-10	10-20	20-30	30-40	> 40		
Tuz, g kg <sup>-1</sup>	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Orta tuzlu	Çok tuzlu		Richards, 1954	
	0-1.5	1.5-3.5	3.5-6.5	> 6.5			
Toprak reaksiyonu, pH	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	Anonim, 1988
	< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	> 8.5	

Yürütülen tarla denemesindeki bitkilerde yapılan gözlem, ölçüm, sayım ve analizlerden sonra elde edilen veriler tesadüf blokları deneme desenine, sera denemesinde ise tesadüf parselleri deneme desenine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd. 1987). Varyans analizi sonuçlarında farklılık belirlendiğinde önem düzeyleri Duncan testine göre değerlendirilmiştir. Korelasyon ve regresyon analizleri MINITAB programı ile yapılmıştır.

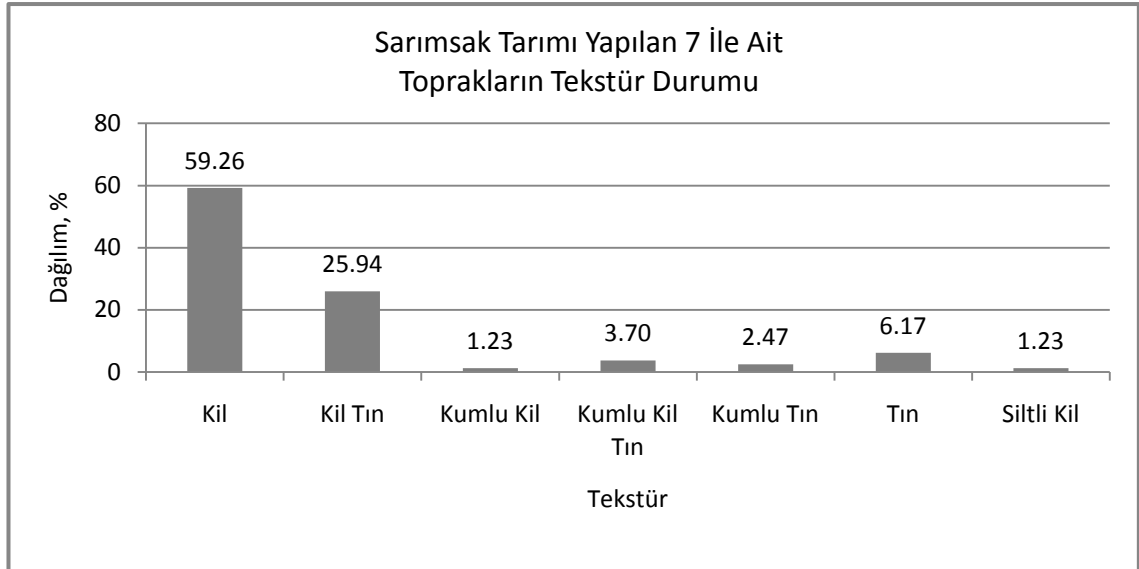
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Türkiye’de Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Besin Maddesi İçerikleri

#### 4.1.1 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları

Araştırmada kullanılan toprakların kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları Ek 1 ve Şekil 4.1’ de verilmiştir.

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan toprakların önemli bir bölümünü kil tekstürlü (toplamın % 59.26’sı) topraklar oluşturmakta olup bunu, % 25.94 ile killi tın ve % 6.17 ile tın tekstürlü topraklar takip etmektedir (Ek 1, Şekil 4.1). İllere göre dağılım incelendiğinde; Balıkesir (% 100), Kırklareli (% 86.95), Antalya (% 54.55) ve Kastamonu (% 61.10) illerinde hakim tekstür sınıfının kil olduğu, Kahramanmaraş’da tın (% 50.00), Karaman’da (% 83.33) ve Muğla’da (% 55.56) ise kil tın tekstüre sahip olduğu belirlenmiştir (Ek 1).

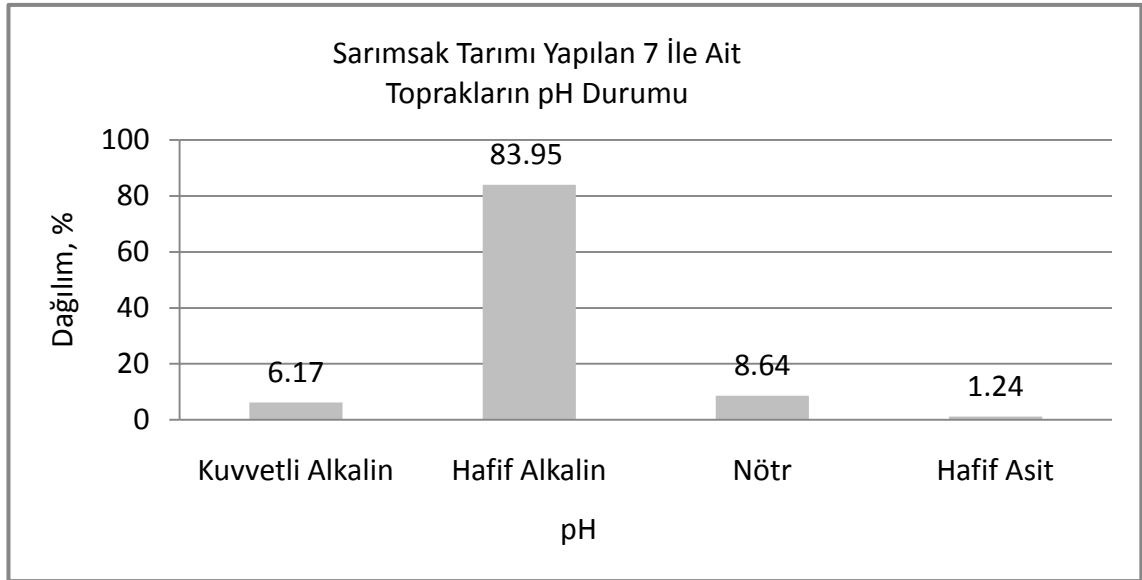


Şekil 4.1 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların tekstür sınıflarına göre dağılımı, %

#### 4.1.2 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözünmüş tuz, kireç (CaCO<sub>3</sub>) ve organik madde içerikleri

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının reaksiyonları (pH), elektriksel iletkenlik (EC), çözünmüş tuz, kireç (CaCO<sub>3</sub>) ve organik madde kapsamaları Ek 2’de toplu olarak verilmiştir.

Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların % 83.95’inde reaksiyonun hafif alkalin, % 8.64’ünde nötr, % 1.24’ünde hafif asit ve % 6.17’sinde ise kuvvetli alkalin olduğu belirlenmiştir (Ek 2 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların pH değerlerine göre dağılımı, %

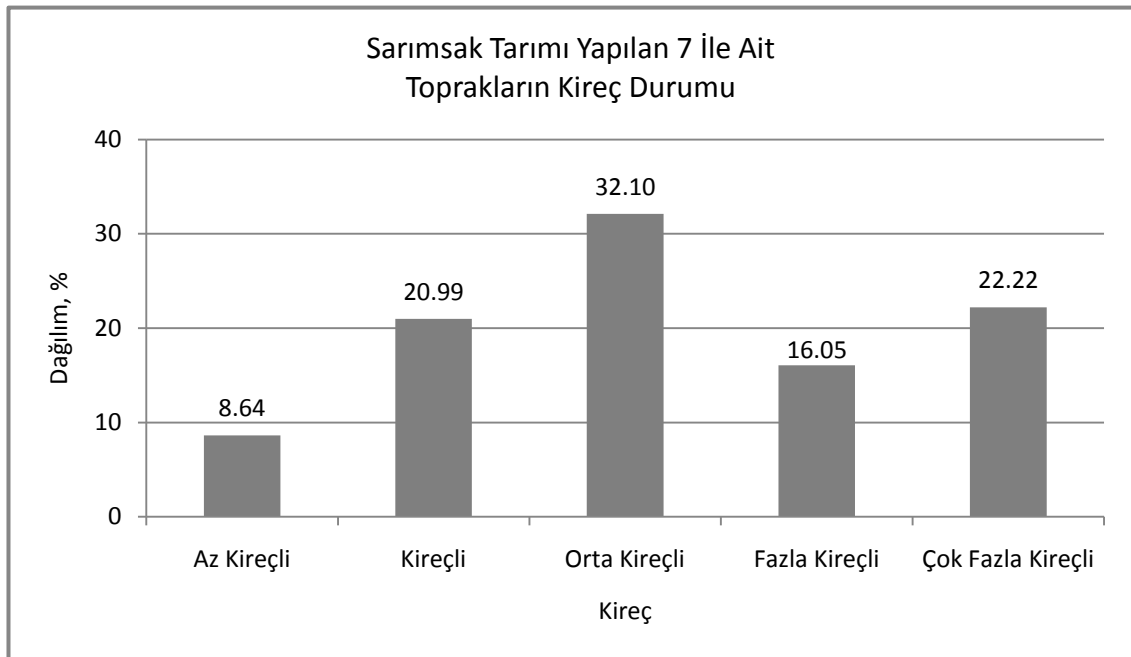
Toprak reaksiyonu illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 20’sinin nötr ve % 80’inini hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 21.75’inin nötr, % 73.90’ının hafif alkalin ve % 4.35’inin hafif asit reaksiyona sahip olduğu, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 12.5’sinin nötr ve % 87.80’inin hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu, Antalya yöresinden alınan

toprakların tamamının hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu, Karaman yöresinden alınan toprakların % 16.65'inin kuvvetli alkalin ve % 83.35'inin hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu, Muğla yöresinden alınan toprakların tamamının hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu ve Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 22.22'sinin kuvvetli alkalin ve % 78.78'inin hafif alkalin reaksiyona sahip olduğu belirlenmiştir (Ek 2).

Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların tamamında elektriksel iletkenlik ve çözülmüş tuz yönünden bir sorunun olmadığı belirlenmiştir (Ek 2).

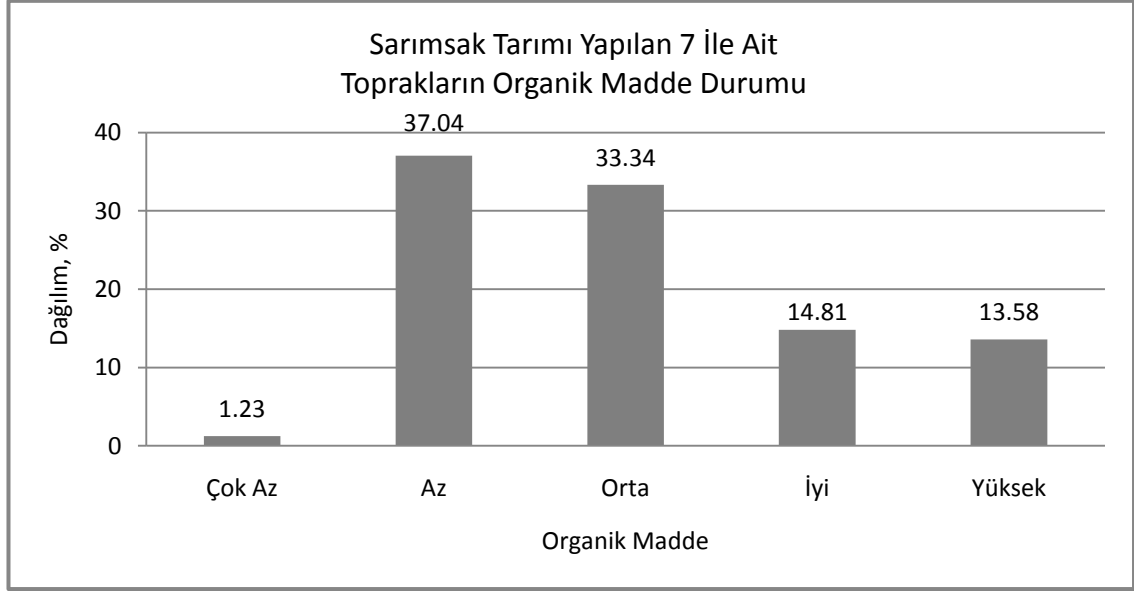
Toprakların kireç miktarları incelendiğinde; toprakların % 8.64'ünün az kireçli, % 20.99'unun kireçli, % 32.10'unun orta kireçli, % 16.05'inin fazla kireçli ve % 22.22'sinin çok fazla kireçli olduğu belirlenmiştir (Ek 2 ve Şekil 4.3).

Toprakların kireç miktarları illere göre incelendiğinde; tüm toprakların kireç bakımından zengin olduğu görülmüştür (Ek 2).



Şekil 4.3 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların kireç kapsamalarına göre dağılımı, %

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan toprakların % 13.58’inde organik madde miktarının yüksek düzeyde, % 14.81’inde iyi düzeyde, % 33.33’ünde orta düzeyde, % 37.04’ünde az ve % 1.23’ünde çok az düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 2 ve Şekil 4.4).



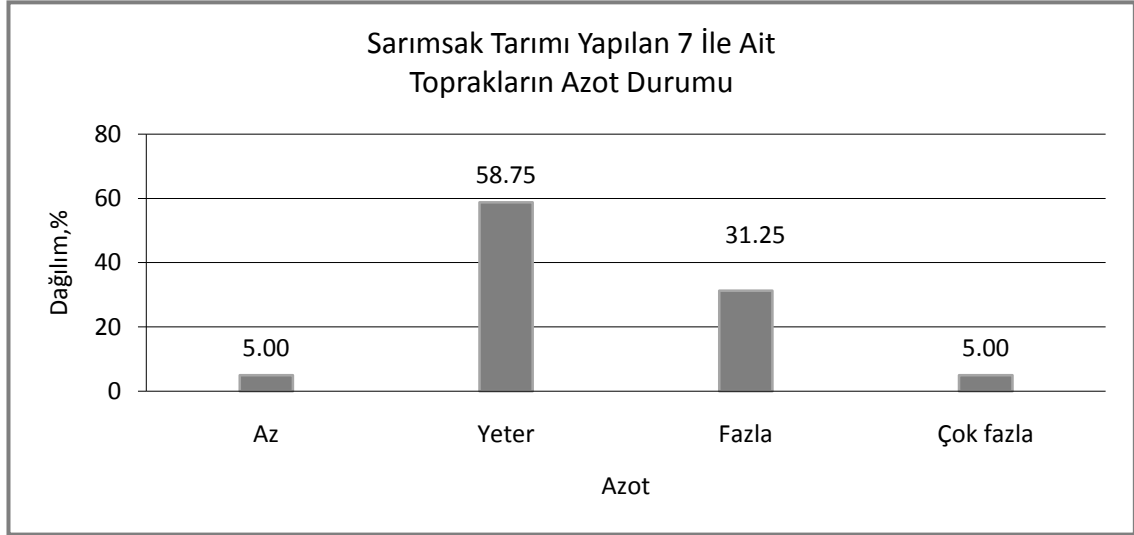
Şekil 4.4 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların organik madde kapsamalarına göre dağılımı, %

Organik madde miktarı illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 40.00’inde organik madde miktarının az ve % 60.00’inde orta düzeyde, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 21.70’inde az, % 69.60’ında orta ve % 8.70’inde iyi düzeyde, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 12.50’sinde az, % 62.50’sinde iyi ve % 25.00’inde yüksek düzeyde, Antalya yöresinden alınan toprakların % 36.36’sında az, % 9.09’unda orta, % 18.19’unda iyi ve % 36.36’sında yüksek düzeyde, Karaman yöresinden alınan toprakların % 33.34’ünde az, % 16.66’sında orta, % 16.66’sında iyi ve % 33.34’ünde yüksek düzeyde, Muğla yöresinden alınan toprakların % 11.11’inde az, % 33.33’ünde orta, % 22.22’sinde iyi ve % 33.33’ünde yüksek düzeyde, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 83.37’sinde çok az ve az, % 16.63’ünde orta düzeyde olduğu saptanmıştır (Ek 2).

#### 4.1.3 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının toplam azot (N), bitkiye yararlı fosfor (P) ve değişebilir katyon (Ca, Mg, Na, K) içerikleri

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının toplam azot, bitkiye yararlı fosfor ve değişebilir potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri Ek 3’de toplu olarak verilmiştir.

Sarımsak tarımı yapılan 7 ilden alınan toprakların toplam azot içerikleri incelendiğinde; toprakların % 5’inde toplam azot içeriklerinin çok az, % 58.75’inde yeter, ve % 31.25’inde fazla ve % 5’inde ise çok fazla düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 3 ve Şekil 4.5).

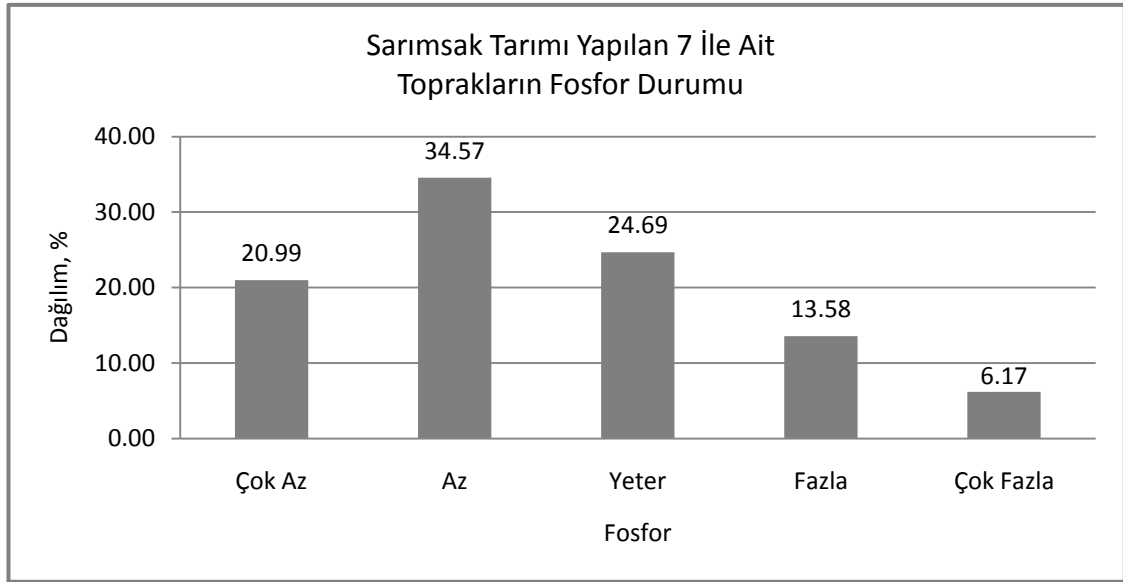


Şekil 4.5 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye toplam azot içeriklerine göre dağılımı, %

Toprakların toplam azot içerikleri illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 60.00’inde azot miktarının yeter % 40.00’inde fazla düzeyde, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 17.40’ında fazla ve % 82.60’ında yeter, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 12.50’sinde yeter ve % 87.50’sinde fazla, Antalya yöresinden alınan toprakların % 18.20’sinde az, % 36.30’unda yeter, % 45.50’sinde fazla ve çok fazla, Karaman yöresinden alınan toprakların % 16.70’inde az, % 33.30’unda yeter ve % 50.00’inde fazla, Muğla yöresinden alınan toprakların %

55.60'ında yeter, % 44.40'ında fazla ve çok fazla, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 5.60'ında az, % 72.20'sinde yeter ve % 22.20'sinde fazla düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 3).

Türkiye'de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararlı fosfor içerikleri incelendiğinde; toprakların % 20.99'unda bitkiye yararlı fosfor içeriğinin çok az, % 34.57'sinde bitkiye yararlı fosfor içeriğinin az, % 24.69'unda bitkiye yararlı fosfor içeriğinin yeterli olduğu ve % 13.58'inde bitkiye yararlı fosfor içeriğinin fazla ve % 6.17'sinde ise bitkiye yararlı fosfor içeriğinin çok fazla miktarda olduğu belirlenmiştir (Ek 3 ve Şekil 4.6).

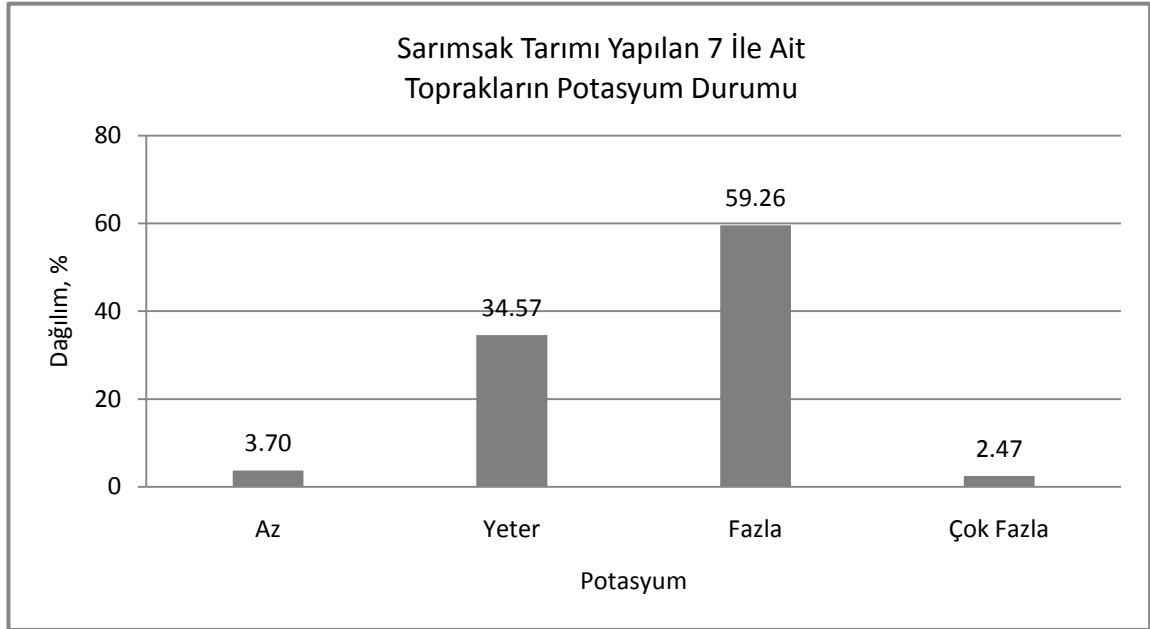


Şekil 4.6 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yararlı fosfor içeriklerine göre dağılımı, %

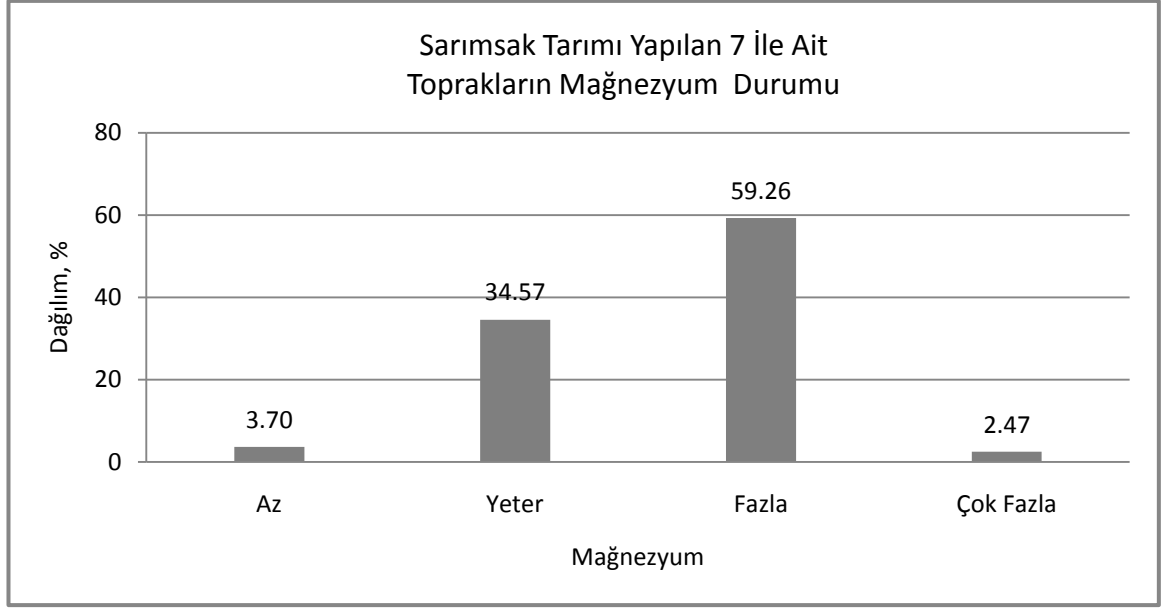
Bitkiye yararlı fosfor içerikleri illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 40.00'ında yararlı fosfor miktarının çok az, % 40.00'ında az ve % 20.00'ında ise yeter düzeyde, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 60.90'ında az ve çok az, % 30.40'ında yeter ve % 8.70'inde fazla düzeyde, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 12.50'sinde az, % 37.50'sinde yeter, % 50.00'ında ise fazla ve çok fazla düzeyde, Antalya yöresinden alınan toprakların % 37.60'ında çok az ve az, % 9.09'unda yeter, % 54.54'ünde fazla ve çok fazla düzeyde, Karaman

yöresinden alınan toprakların % 50.00'ında çok az ve az, % 16.67'sinde yeter ve % 33.33'ünde fazla düzeyde, Muğla yöresinden alınan toprakların % 33.33'ünde çok az ve az, % 44.44'ünde yeter, % 22.22'sinde fazla ve çok fazla düzeyde, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 83.34'ünde çok az ve az, % 16.66'sında yeter düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 3).

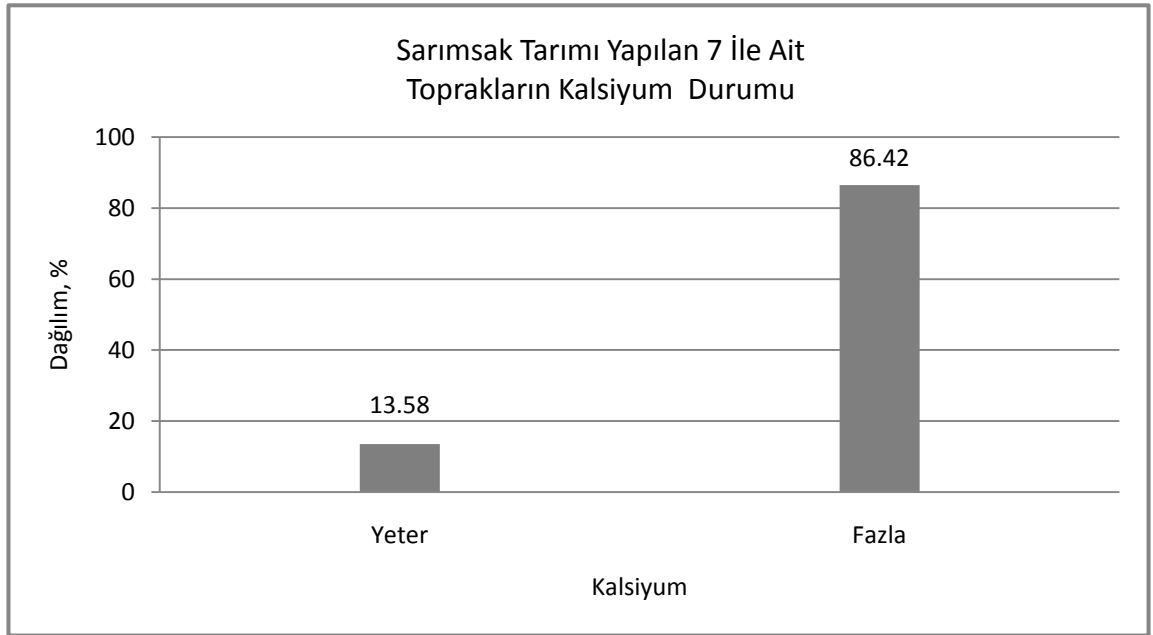
Türkiye'de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan toprakların değişebilir katyon içerikleri incelendiğinde; toprakların değişebilir K, Na, Ca ve Mg yönünden bir sorununun olmadığı saptanmıştır (Ek 3 ve Şekil 4.7-4.9).



Şekil 4.7 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların değişebilir K içeriklerine göre dağılımı, %



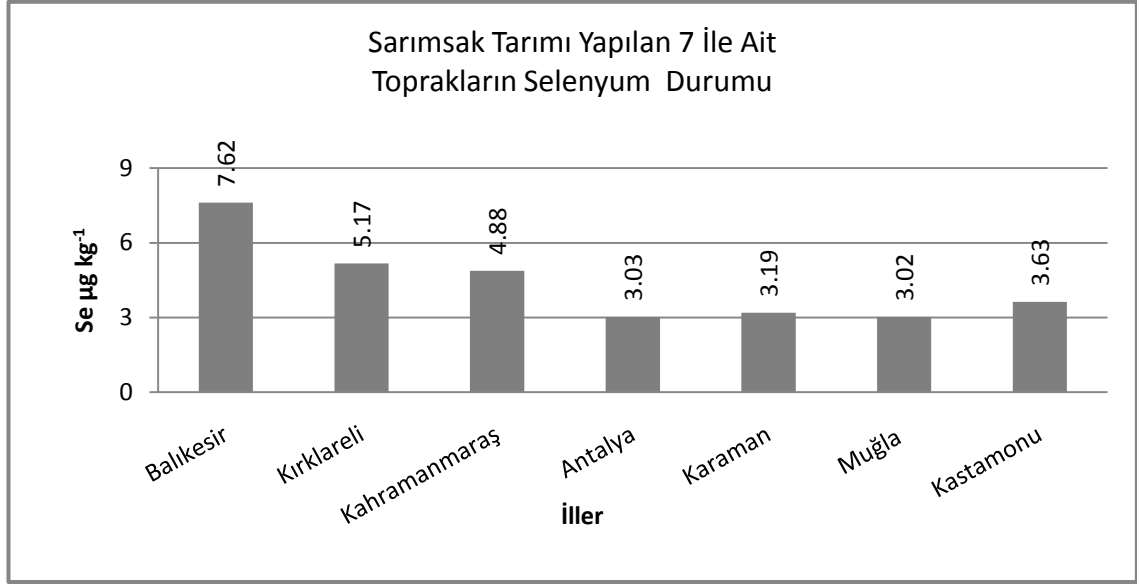
Şekil 4.8 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların değişebilir Mg içeriklerine göre dağılımı, %



Şekil 4.9 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların değişebilir Ca içeriklerine göre dağılımı, %

#### 4.1.4 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yararılı selenyum (Se) içerikleri

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yararılı selenyum içerikleri Ek 4’de ve illere ait ortalama değerler Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4. 10 Türkiye’de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yararılı selenyum ortalamaları,  $\mu\text{g kg}^{-1}$

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararılı selenyum içerikleri incelendiğinde; 1.32 ile 11.16  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında değiştiği ve ortalama olarak 4.354  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olduğu görülmektedir (Ek 4). Türkiye’de en fazla sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların selenyum içerikleri 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$  düzeyinin altında bulunduğundan normal topraklar olarak sınıflandırılabilir ve selenifer özellikle toprağa rastlanmadığı görülmüştür. Davis vd. (2006) selenyum düzeylerine göre toprakların sınıflandırılabilirliğini ve 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ’dan daha fazla düzeyde yararılı Se içeren toprakların selenifer topraklar sınıfına girdiğini, bu düzeyin altındakilerin ise normal topraklar grubuna girdiğini bildirmişlerdir.

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yarayışlı selenyum içerikleri incelendiğinde; Balıkesir’de 6.42-10.16, Kırklareli’de 3.02-9.18, Kahramanmaraş’da 2.86-6.78, Antalya’da 1.78-5.14, Karaman’da 2.10-4.66, Muğla’da 1.32-5.6  $\mu\text{g kg}^{-1}$  değerleri arasında bulunmuş ve en yüksek selenyum düzeyi Kastamonu ilinde 11.16  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Ek 4).

Aras vd. (2001) gıdalardaki selenyum düzeyinin, topraktaki Se miktarı ve yarayışlılık durumu ile yiyeceklerden pişirme sırasında oluşan kayıplara bağlı olduğunu, Türkiye topraklarının Se içeriğinin diğer ülkelerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Archer ve Hodgson (1987) toprakların selenyum içeriğinin ana materyalin ayrışmasının bir yansıması olduğunu, değişik topraklarda yaptıkları bir araştırmada ekstrakte edilebilir ile toplam Se miktarının 0.02  $\text{mg kg}^{-1}$ ’dan 2  $\text{mg kg}^{-1}$ ’a doğru sıralandığını ve ortalama 0.5  $\text{mg kg}^{-1}$  olduğunu bildirmişlerdir.

Yamada ve Hattori (1989) Japonya’dan aldıkları topraklarda toplam Se içeriğinin 0.3-1.1  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değiştiğini, ekstrakte edilebilir Se içeriğinin ise toplam selenyumun % 0.5-7.1’i arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

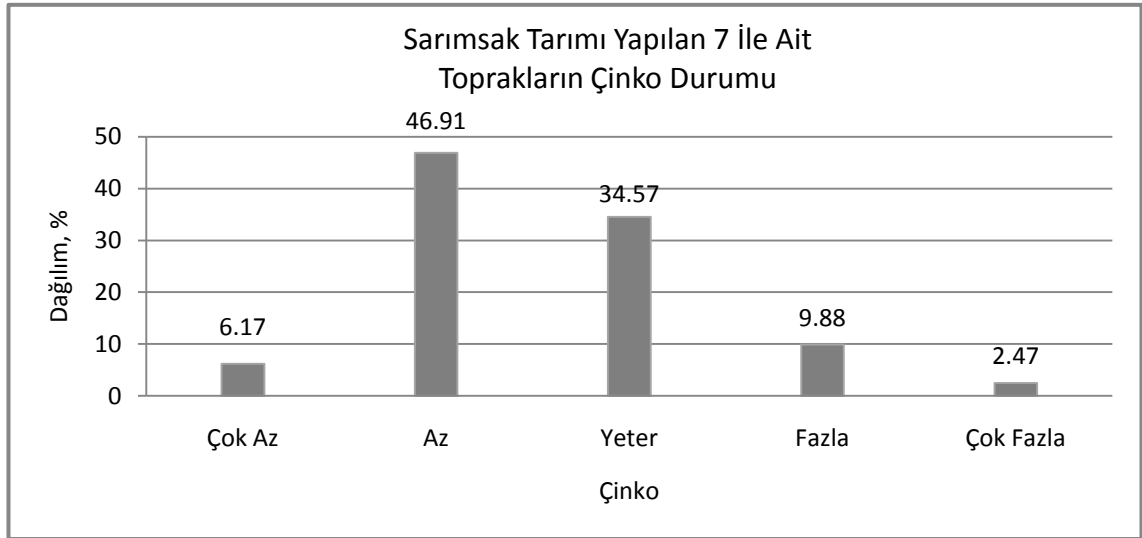
Toprak yasasında izin verilebilir ve tavsiye edilebilir Se düzeyinin toprakta 3  $\text{mg kg}^{-1}$  olduğu, bu düzeyin tarımsal alanlara uygulanan atık çamur ile ilişkili olduğu, insan ve hayvan sağlığını koruma amaçlı olduğu ve insan sağlığına doğrudan bir riski olmadığı bildirilmiştir (Anonymous1998).

#### **4.1.5 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı kükürt (S), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve bor (B) içerikleri**

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yarayışlı kükürt, yarayışlı çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri Ek 4’de toplu olarak verilmiştir.

Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararışlı kükürt içerikleri incelendiğinde; en düşük S içeriği  $3.01 \text{ mg kg}^{-1}$ , en yüksek S içeriği  $38.65 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunurken iller genelinde ortalama olarak  $13.67 \text{ mg kg}^{-1}$  S belirlenmiştir. Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararışlı kükürt içeriklerine göre; topraklarda önemli kükürt noksanlığına rastlanılmadığı belirlenmiştir (Ek 4).

Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararışlı çinko içerikleri incelendiğinde; toprakların % 6.17'sinde bitkiye yararışlı çinko içeriğinin çok az ve % 46.91'inde ise az düzeyde olduğu saptanmıştır. Bitkiye yararışlı çinko miktarının toprakların ancak % 34.57'sinde yeter ve % 12.35'inde fazla düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 4 ve Şekil 4.11). Türkiye genelinde yapılmış olan bir araştırmada ise ülkemiz tarım topraklarının % 50'sine yakın bir bölümünde (Eyüpoğlu vd. 1996) Zn noksanlığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.11 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yararışlı çinko içeriklerine göre dağılımı, %

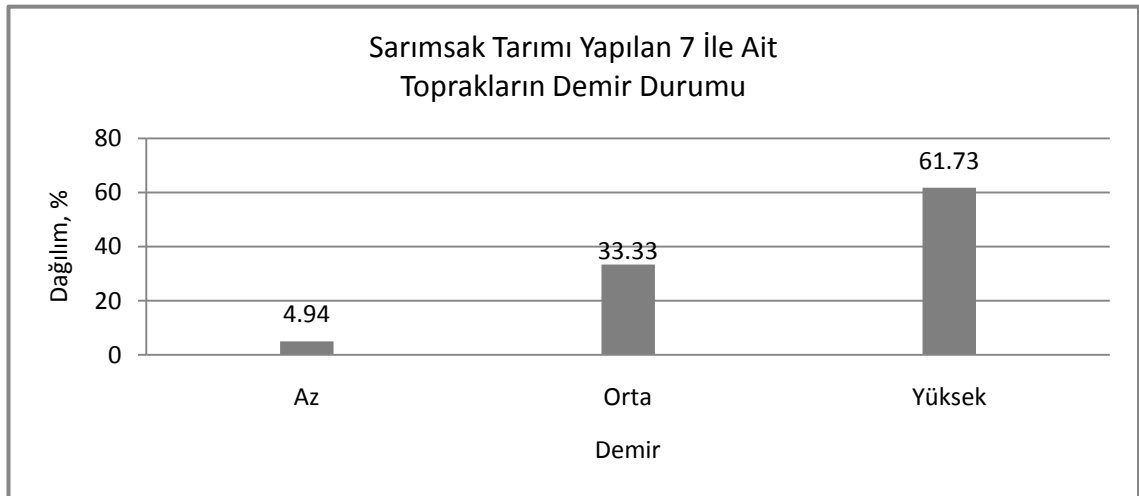
Bitkiye yararışlı çinko içerikleri illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 80.00'inde yararışlı çinko miktarının az ve % 20.00'sinde yeter düzeyde, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 82.60'ında çok az ve az, % 14.40'ında yeter, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 37.50'sinde yeter ve % 62.50'sinde

fazla, Antalya yöresinden alınan toprakların % 36.36'sında çok az ve az, % 45.45'inde yeter, % 18.18'inde fazla ve çok fazla, Karaman yöresinden alınan toprakların % 33.34'ünde az ve % 66.66'sında yeter, Muğla yöresinden alınan toprakların % 33.33'ünde az, % 44.44'ünde yeter, % 22.22'sinde fazla ve çok fazla, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 55.56'sında az, % 38.89'unda yeter ve % 5.56'sında fazla düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 4).

Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararışlı bakır ve demir içerikleri incelendiğinde; toprakların bakır ve demir içerikleri bakımından bir sorun taşımadıkları belirlenmiştir (Ek 4).

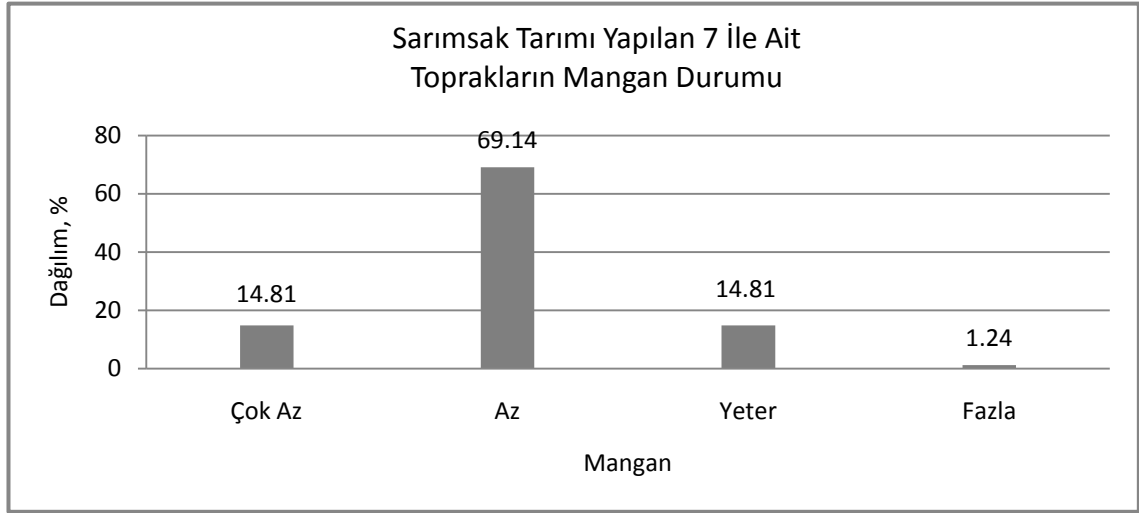
Sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararışlı demir içerikleri incelendiğinde; toprakların % 4.94'ünde bitkiye yararışlı demir içeriğinin az, % 33.33'ünde orta ve % 61.73'ünde yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 4 ve Şekil 4.12).

Toprakların bitkiye yararışlı demir içerikleri illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 20.00'ında yararışlı demir miktarının az ve % 80.00'inde orta, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 8.70'inde az, % 34.80'inde orta ve % 56.50'sinde yüksek, Kahramanmaraş ile Muğla yöresinden alınan toprakların tamamında yüksek, Antalya yöresinden alınan toprakların % 45.45'inde orta ve % 54.55'inde yüksek, Karaman yöresinden alınan toprakların % 16.65 az ve % 83.35'inde orta, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 27.72'sinde orta ve % 72.22'sinde yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 4).



Şekil 4.12 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yararışlı demir içeriklerine göre dağılımı, %

Toprakların bitkiye yararılı mangan içerikleri incelendiğinde; bitkiye yararılı mangan içeriği toprakların % 14.81'inde çok az, % 69.14'ünde az, % 14.81'inde yeterli ve % 1.23'ünde fazla düzeyde olduğu saptanmıştır (Ek 4 ve Şekil 4.13).

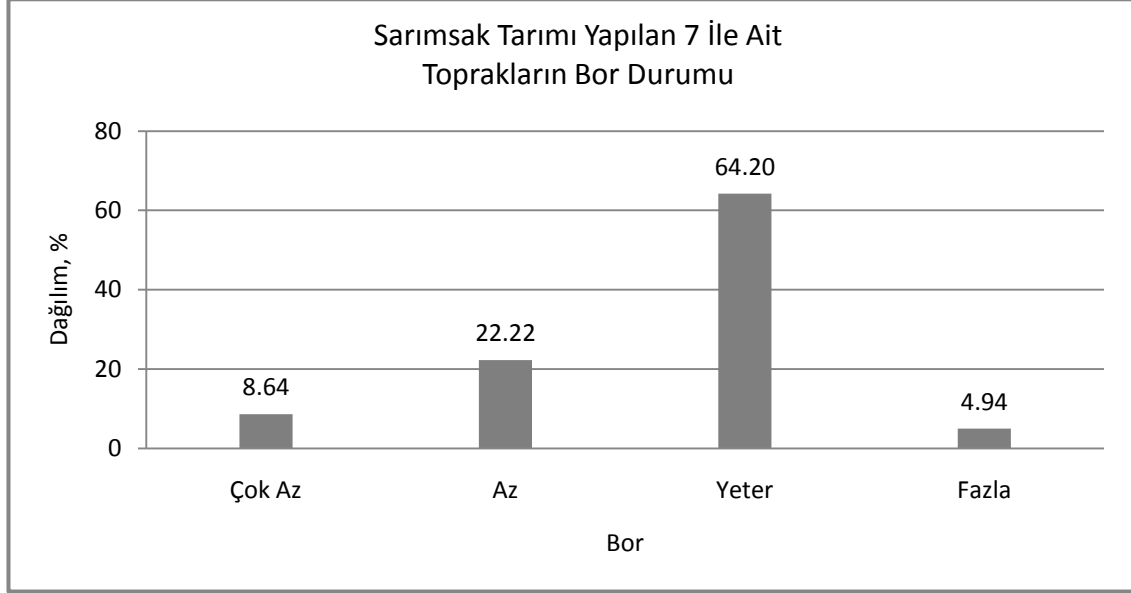


Şekil 4.13 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yararılı mangan içeriklerine göre dağılımı, %

Toprakların bitkiye yararılı mangan içerikleri illere göre incelendiğinde toprakların çoğunluğunda mangan noksanlığı olduğu saptanmıştır. Balıkesir yöresinde sarımsak tarımı yapılan alanlardan alınan toprakların % 80.00'ında yararılı mangan miktarının çok az ve az, % 20.00'ında yeter, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 87.00'ında çok az ve az, % 8.65'inde yeter ve % 4.35'inde fazla, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 25.00'ında az ve % 75.00'ında yeter, Antalya yöresinden alınan toprakların % 90.91'inde çok az ve az, % 9.09'unda yeter, Karaman yöresinden alınan toprakların % 100'ünde çok az ve az, Muğla yöresinden alınan toprakların % 77.78'inde çok az ve az, % 22.22'sinde yeter, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 100'ünde çok az ve az düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 4).

Türkiye'de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan toprakların bitkiye yararılı bor içerikleri incelendiğinde; toprakların % 8.64'ünde bitkiye yararılı bor içeriğinin çok az, % 22.22'sinde bitkiye yararılı bor içeriğinin az, % 64.20'sinde

bitkiye yararılı bor içeriğinin yeterli olduğu ve % 4.94'ünde bitkiye yararılı bor içeriğinin fazla miktarda olduğu belirlenmiştir (Ek 4 ve Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Türkiye'de 7 farklı yörede sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yararılı bor içeriklerine göre dağılımı, %

Bitkiye yararılı bor içerikleri illere göre incelendiğinde; Balıkesir yöresinden alınan toprakların % 80.00'ında bitkiye yararılı bor miktarının az ve % 20.00'ında yeter düzeyde, Kırklareli yöresinden alınan toprakların % 8.70'inde çok az, % 8.70'inde az ve % 82.60'ında yeter düzeyde, Kahramanmaraş yöresinden alınan toprakların % 12.50'sinde çok az, % 37.50'sinde az, % 37.50'sinde yeter ve % 12.50'sinde ise fazla düzeyde, Antalya yöresinden alınan toprakların % 45.45'inde az ve % 54.55'inde yeter düzeyde, Karaman yöresinden alınan toprakların % 66.67'sinde yeter ve % 33.33'ünde fazla düzeyde, Muğla yöresinden alınan toprakların % 33.33'ünde çok az, % 45.45'inde az, % 11.11'inde yeter ve % 11.11'inde fazla düzeyde, Kastamonu yöresinden alınan toprakların % 5.55'inde çok az ve % 94.45'inde yeter düzeyde olduğu belirlenmiştir (Ek 4). Taban vd. (1997), Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bitkiye yararılı B içeriğinin 1.36–6.25 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişerek ortalama 2.73 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu ve toprakların % 40'ında yeterli, % 55'inde fazla ve % 5'inde çok fazla B bulunduğunu bildirmişlerdir.

Taban vd. (2004) Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan alanlardan aldıkları toplam 40 toprak örneğinde yaptıkları fiziksel ve kimyasal analizler sonucu, toprakların genelde killi tın, tın ve kumlu killi tın tekstürlü, hafif alkali reaksiyonlu ve orta kireçli olduğunu, organik madde yönünden ise toprakların % 55'inin az ve % 45'inin ise orta düzeyde olduğunu; ayrıca toprakların % 67.5'inin azot, % 40'ının fosfor, % 82.5'inin kükürt, % 5'inin potasyum, % 97.5'inin çinko ve mangan, % 7.5'inin demir ve % 67.5'inin bor bakımından yetersiz olduğunu belirlemişlerdir.

Çimrin ve Boysan (2006) Van İli çevresi buğday tarımı yapılan alanlardan aldıkları toplam 52 toprak örneğinde yaptıkları fiziksel ve kimyasal analizler sonucu, hemen hepsinin hafif alkalın reaksiyonlu ve orta kireçli (ortalama % 7.73) olduğunu, örneklerin ortalama kil, silt ve kum içeriklerinin sırasıyla % 27.22, 18.32 ve 54.46 olduğunu, toprakların değişebilir Ca+Mg içeriklerinin ortalama olarak 21.38 me/100g ve organik madde içeriğinin ise ortalama olarak % 2.17 bulunduğunu; ayrıca toprakların % 11.5'inin azotça fakir, % 36.5' inin orta, % 46'sının iyi, % 6'sının zengin durumda, % 30.8'inin fosfor içeriğinin çok az, % 50'sinin az, % 19.2'sinin orta düzeyde, Heybeli köyü toprak örnekleri hariç tüm toprak örneklerinin değişebilir potasyum içerikleri bakımından yeter ve çok yüksek düzeyde olduğunu, toprakların büyük bir çoğunluğunda fosfor ve alınabilir çinko açısından noksanlık (% 88.5'inde) gözlenirken, alınabilir bakır (ortalama 1.54 mg kg<sup>-1</sup>), demir (ortalama 7.15 mg kg<sup>-1</sup>) ve mangan (ortalama 6.07 mg kg<sup>-1</sup>) açısından herhangi bir noksanlık bulunmadığını bildirmişlerdir.

#### **4.2 Toprak Özellikleri İle Selenyum Yarayırlılığı Arasındaki İlişkiler**

Toprak özellikleri ile selenyum yarayırlılığı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 toprak örneğinde belirlenen bazı özelliklerin kendileri arasında bulunan ilişkilere ait korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Sarımsak yetiştirilen 7 ilden alınan 80 toprak örneğinde belirlenen bazı özelliklerin kendileri arasında bulunan ilişkilere ait korelasyon analiz sonuçları

	Se	Kil	Silt	Kum	pH	EC	Çöz.Tuz	CaCO <sub>3</sub>	OM	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Cu	Zn	Mn	
Se																					
Kil	0.177																				
Silt	-0.162	-0.424***																			
Kum	-0.095	-0.835***	-0.144																		
pH	-0.288**	-0.098	0.005	0.104																	
EC	0.398***	0.008	0.172	-0.114	0.022																
Çöz.Tuz	0.398***	0.008	0.172	-0.114	0.022	1***															
CaCO <sub>3</sub>	-0.317**	-0.075	0.351**	-0.132	0.210	0.100	0.100														
OM	-0.223*	-0.322**	0.271*	0.187	-0.152	0.052	0.052	0.112													
N	-0.184	-0.266*	0.271*	0.126	-0.106	0.129	0.129	0.027	0.891***												
P	-0.232*	-0.359**	0.273*	0.226*	-0.168	0.088	0.088	0.222*	0.75***	0.758***											
K	-0.086	0.333**	-0.18	-0.254*	-0.076	-0.047	-0.047	0.234*	0.248*	0.179	0.356**										
Ca	0.062	0.518***	-0.282*	-0.395***	0.159	0.176	0.176	0.173	-0.048	-0.117	-0.283*	0.203									
Mg	0.081	0.636***	-0.374***	-0.467***	0.003	-0.006	-0.006	-0.089	-0.108	-0.106	-0.073	0.592***	0.216								
Na	0.229*	-0.011	0.111	-0.055	0.188	0.508***	0.508***	-0.141	-0.221*	-0.147	-0.12	-0.071	-0.131	0.227*							
S	-0.135	-0.114	0.172	0.020	0.126	0.658***	0.658***	-0.091	-0.055	0.003	0.028	-0.130	-0.205	0.068	0.828***						
Fe	-0.056	-0.333**	0.268*	0.201	-0.289**	-0.112	-0.112	-0.23*	0.631***	0.551***	0.351**	-0.176	-0.235*	-0.206	-0.156	-0.053					
Cu	-0.159	-0.138	0.476***	-0.138	0.132	0.012	0.012	-0.069	0.252*	0.302**	0.14	-0.212	-0.249*	-0.128	0.177	0.179	0.557***				
Zn	-0.191	-0.333**	0.285*	0.191	-0.047	0.068	0.068	0.179	0.573***	0.657***	0.721***	0.096	-0.228*	-0.19	-0.059	0.058	0.335**	0.215			
Mn	0.053	-0.199	0.035	0.196	-0.622***	-0.131	-0.131	-0.170	0.156	0.166	0.223*	-0.127	-0.38***	-0.196	-0.097	-0.044	0.53***	0.187	0.124		
B	-0.121	0.149	0.031	-0.182	0.284*	0.142	0.142	-0.086	0.299**	0.395***	0.356**	0.405***	-0.02	0.444***	0.321**	0.194	-0.12	0.104	0.240*	-0.274*	

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

Yapılan korelasyon analiz sonucunda toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile yarayışlı P içerikleri arasında  $P < 0.05$  düzeyinde önemli negatif ilişki, Na ile önemli pozitif ( $P < 0.05$ ) ilişki, kireç ve pH ile  $P < 0.01$  düzeyinde önemli negatif, organik madde ile  $P < 0.05$  düzeyinde önemli negatif, EC ve znebilir tuz ile arasında ise  $P < 0.001$  düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir (izelge 4.1). Bununla birlikte Barrow ve Whelan (1989), selenat ve selenitin adsorpsiyon yüzeyleri için fosfat, sülfat, okzalat ve molibdat gibi anyonlarla rekabet ettiğini, selenitin kil yüzeylerine selenata göre daha güçlü bağlandığını ancak bu bağlanmanın fosfat ya da flor kadar da güçlü olmadığını, pH arttıka bağlanmanın azaldığını, bağlanma bakımından selenitin fosfata, selenatin ise sülfata benzerlik gösterdiğini belirlerlerken, Neal vd. (1987a) aluviyal topraklarda fosfatın rekabete bağlı olarak selenit adsorpsiyonunu engellediğini, Goldberg ve Glaubig (1988) kaolinit ve montmorilonit sorpsiyonuna ilave olarak kireçli topraklarda selenitin kalsite bağlanmasının da önemli olduğunu, bu bağlanmanın pH 6-8 arasında yükseldiğini, pH 8-9 arasında en yüksek olduğunu ve pH 9'un üstüne çıktığında bağlanmanın azaldığını vurgulamışlardır.

Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan toprak örneklerinin tamamının kireç bakımından zengin olduğu ve toprakların kireç içeriği arttıka ekstrakte edilebilir Se içeriğinin de azaldığı (izelge 4.1) belirlenirken, Singh vd. (1981) yarı kurak bölge topraklarında yaptıkları çalışmada selenat ve selenitin bağlanma sırasının yüksek organik karbonlu>kireçli>normal>tuzlu>alkali topraklar şeklinde olduğunu, adsorpsiyonun organik karbon, kil içeriği, kireç ve katyon değişim kapasitesinden olumlu, yüksek tuz, alkalinite ve pH'dan ise olumsuz olarak etkilendiğini bildirmiştir.

Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan ve yaklaşık % 62'sinde organik madde yönünden noksanlık sorunu bulunmadığı belirlenen topraklarda yapılan korelasyon analizi sonucunda (izelge 4.1), toprakta organik madde miktarı arttıka ekstrakte edilebilir Se düzeyinin azaldığı belirlenirken, Ylranta (1983) da toprağa organik madde (peat) ilave edildiğinde selenatin indirgendiğini ve sonrasında da kil yüzeyinde adsorbe edildiğini bildirmiştir.

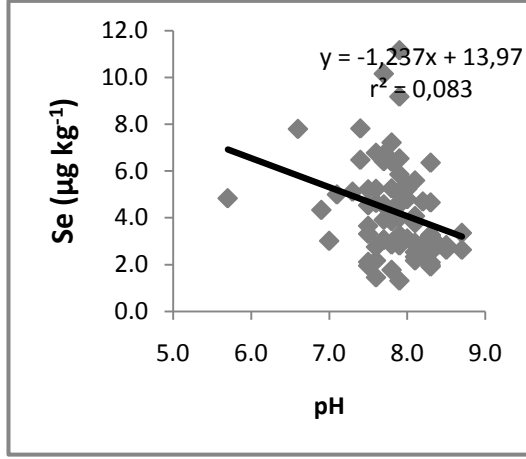
Selenyumun toprakta selenyum sülfat ve selenyum sülfat şeklinde bulunabildiği bilinmektedir. Sarımsak yetiştirilen toprakların yarayışlı S içeriği ile Se içeriği arasında

önemli olmamakla birlikte olumsuz bir ilişki gözlenirken, Mayland vd. (1991) de fosfat gibi bazı toprak anyonlarının, toprak çözeltisinde artan anyon konsantrasyonu ile adsorpsiyon yüzeyleri için oluşan rekabete bağlı olarak Se alımını artırdığını, klor veya sülfat gibi anyonların ise bitki metabolizmasını etkilemek suretiyle Se alımını artırdığını veya engellediğini bildirmişlerdir.

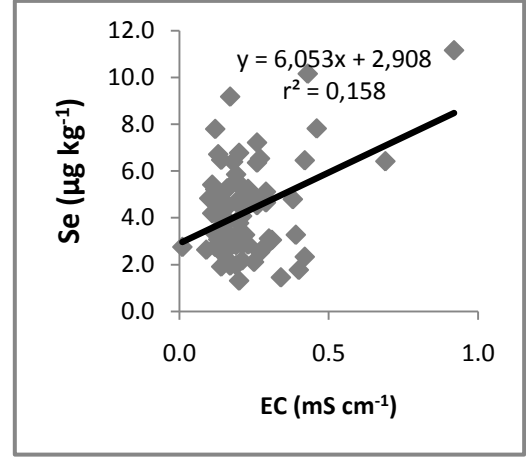
Sarımsak yetiştirilen toprakların Fe içeriği ile ekstrakte edilebilir Se içeriği arasında önemli bulunmamakla birlikte olumsuz bir ilişki olduğu gözlenmiş, Mayland vd. (1991) de toprakta bulunan Se formunun genelde redoks potansiyeli ve toprak pH'sına bağlı olarak değiştiğini, selenatın iyi havalandırılan alkali topraklarda bulunduğunu, asit ve nötr topraklarda baskın olan selenitin kil ve hidros Fe oksitlerce adsorbe edildiği için genelde bitkilere yararlı olmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan korelasyon analizleri sonucunda sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 toprak örneğinde belirlenen ekstrakte edilebilir Se değerleri ile önemli ilişki gösteren bazı özelliklere ait regresyon analiz sonuçları Şekil 4.15-4.20'de verilmiştir.

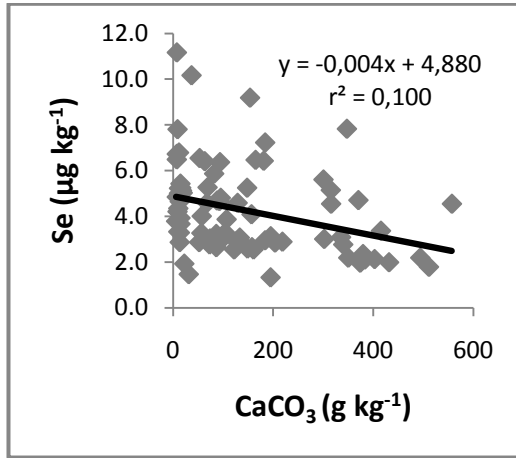
Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre; toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile pH, kireç, organik madde ve fosfor arasında olumsuz bir ilişki (sırasıyla  $r^2$ : 0.083,  $r^2$ :0.100,  $r^2$ :0.049,  $r^2$ :0.054) bulunmuş olup, EC ve Na ile arasında olumlu bir ilişki (sırasıyla  $r^2$ : 0.158,  $r^2$ :0.052) belirlenmiştir (Şekil 4.15-4.20).



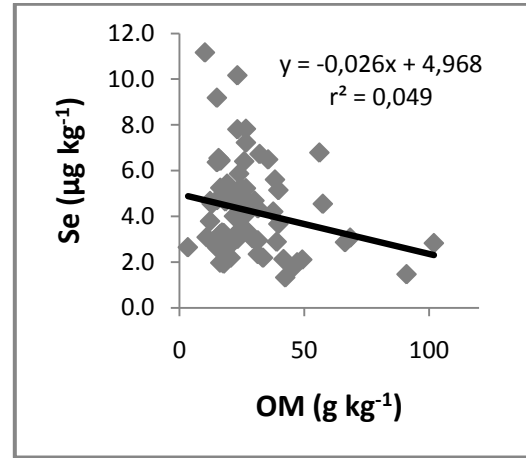
Şekil 4. 15 Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile pH arasındaki ilişki analizi sonucu



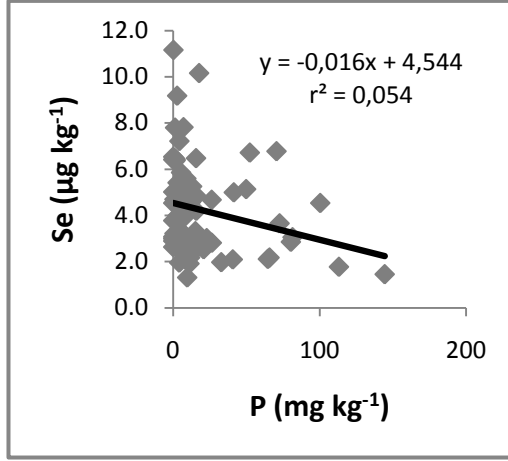
Şekil 4. 16 Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile EC arasındaki ilişki analizi sonucu



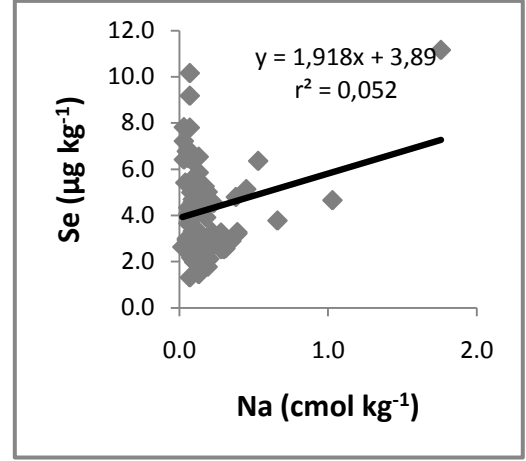
Şekil 4. 17 Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile  $\text{CaCO}_3$  arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 18 Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile organik madde arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 19 Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile yarıyırlı P arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 20 Toprakların ekstrakte edilebilir Se değerleri ile Na arasındaki ilişki analizi sonucu

### 4.3 Türkiye’de Sarımsak Tarımı Yapılan Farklı Yörelere Alınan Sarımsak Baş Örneklerinin Bazı Besin Maddesi İçerikleri

#### 4.3.1 Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum (Se) içerikleri

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden toprak örnekleriyle birlikte eş zamanlı olarak alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum, kükürt, azot, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri Ek 5’de toplu olarak verilmiştir.

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan sarımsak başlarının selenyum içerikleri incelendiğinde, 0.068 ile 0.433 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama olarak 0.160 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ile ait ortalamalar incelendiğinde, en fazla selenyum Kastamonu ilinde yetiştirilen sarımsaklarda bulunmuş olup, bunu Muğla, Kırklareli, Karaman, Antalya, Balıkesir ve Kahramanmaraş illeri takip etmiştir ve bu illere ait ortalama

selenyum değerleri sırasıyla 0.205, 0.200, 0.166, 0.145, 0.129, 0.125 ve 0.097 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Ek 5). Özbek vd. (2001) bitkideki normal selenyum miktarının 0.02-0.2 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Kastamonu-Taşköprü yöresinden alınan sarımsak ve soğanda elektrotermal atomik absorpsiyon spektrofotometresi (ET-AAS) ile yapılan analiz sonunda sarımsakta 0.015 mg kg<sup>-1</sup> ve soğanda 0.024 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde Se bulunmuştur (İzgi vd. 2006).

Amer ve Brisson (1973) sarımsak, kuşkonmaz ve mantar dışındaki sebzelerin insanların beslenmesinde Se bakımından zayıf olduklarını, Kanada-Quebec'te fluometrik yöntemle analiz ettikleri sebzelerde nispeten yüksek düzeyde Se belirlediklerini ve bu düzeylerin sarımsakta 0.300 µg g<sup>-1</sup>, kuşkonmazda 0.860 µg g<sup>-1</sup>, karnabaharda 0.262 µg g<sup>-1</sup> ve patlıcanda 0.133 µg g<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir.

Kloke vd. (1984) hassas bitki türleri için bitki gelişiminin engellendiği kritik sınır değerinin 10-20 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.3.2 Türkiye'de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden alınan sarımsak baş örneklerinin azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), bor (B) ve sodyum (Na) içerikleri**

Türkiye'de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan sarımsak başlarının bazı mineral madde kapsamları incelendiğinde, toplam azotun 15.64 ile 45.98 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiiği ve ortalama olarak 24.61 g kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam kalsiyumun 0.15 ile 1.32 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiiği ve ortalama olarak 0.37 g kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam potasyumun 7.80 ile 18.1 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiiği ve ortalama olarak 10.43 g kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam magnezyumun 1.52 ile 296.92 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği ve ortalama olarak 103.93 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam fosforun 2.52 ile 5.97 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiiği ve ortalama olarak 3.34 g kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam kükürtün 2.08 ile 18.94 g kg<sup>-1</sup> arasında değiştiiği ve ortalama olarak 10.30 g kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir (Ek 5). Rosen vd (1999)

sarımsağın normal gelişim gösterebilmesi için baş oluşturmada önce en son gelişimini tamamlamış sarımsak yaprağında bulunması gereken optimum besin maddesi düzeylerini N, Ca, K, Mg, P ve S için sırasıyla % 3.0-4.5, 1.0-1.8, 3.0-4.5, 0.25-0.4, 0.3-0.6 ve 0.3-0.7 olarak bildirmişlerdir.

Sarımsak başlarının bazı mikro besin maddesi kapsamaları incelendiğinde ise toplam manganın 3.15 ile 19.96 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama olarak 7.25 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam çinkonun 1.62 ile 79.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama olarak 23.83 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam demirin 47.78 ile 275.44 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama olarak 116.13 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam bakırın 2.45 ile 9.17 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama olarak 4.17 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, toplam borun ise 4.71 ile 48.44 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği ve ortalama olarak 10.36 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir (Ek 5). Rosen vd (1999) sarımsağın normal gelişim gösterebilmesi için baş oluşturmada önce en son gelişimini tamamlamış sarımsak yaprağında bulunması gereken optimum besin maddesi düzeylerini Mn, Zn, Fe, Cu ve B için sırasıyla 30-60, 13-20, 50-70, 3-5 ve 20-30 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir.

Evren vd (2006) sarımsağın kül içeriğinin % 2.30, mineral maddelerden K, P, Mg, Na, Ca, Fe ve Zn içeriklerinin sırasıyla 21378, 6009, 1056, 532, 363, 52 ve 27 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir.

Heinrich ve Larry (1996) ise; 100 g kuru sarımsakta, 24 mg Ca, 177 mg P, 440 mg K, 11 mg Na, 18 mg Mg, 2.0 mg Fe, 0.35 mg B, 0.15 mg Cu, 1.2 mg Zn, 0.33 mg Mn ve 0.020 mg Se bulunduğunu vurgulamıştır.

Farklı illerde yetiştirilen sarımsak bitkisi başlarının bir bölümünün özellikle fosfor ve çinko başta olmak üzere, mangan ve bor içerikleri bakımından yetersiz düzeyde oldukları ve bu durumun yetiştirildikleri toprakların anılan elementlere sahip olma düzeyleri ile yakından ilişkili oldukları ortaya konulmuştur (Ek 5).

#### 4.4 Toprak Özellikleri İle Sarımsak Bitkisinin Selenyum İçerikleri Arasındaki İlişkiler

Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 toprak örneğinde bulunan bazı özellikler ile bitkide bulunan Se düzeyine ilişkin korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Sarımsak yetiştirilen 7 ilden alınan 80 toprak örneğinde bulunan bazı özellikler ile bitkide bulunan Se düzeyine ilişkin korelasyon analiz sonuçları

Toprak özellikleri	Korelasyon katsayıları
	Bitkide Se
Kil	0.029
Silt	-0.085
Kum	0.020
pH	0.253*
EC	-0.063
CaCO <sub>3</sub>	-0.115
OM	-0.256*
N	-0.228*
P	-0.216
K	-0.240*
Ca	0.061
Mg	0.110
Na	0.128
S	0.064
Se	-0.116
Fe	-0.088
Cu	0.155
Zn	-0.166
Mn	-0.194
B	0.002

\*p<0.05

Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 adet bitki örneğinde yapılan korelasyon analizinde toprakta bulunan K, N, organik madde (O.M) ile bitkide bulunan Se düzeyi arasında p<0.05 düzeyinde önemli negatif, pH arasında p<0.05 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki bulunmuştur. Topraktaki K, N ve organik madde (O.M) miktarı arttıkça sarımsak bitkisinin Se içeriği azalmıştır. Topraktaki pH düzeyi yükseldikçe sarımsak bitkisinin Se içeriğinde ise artış olmuştur (Çizelge 4.2). Bu bulgularla uyumlu olarak

Chao ve Sanzolone (1989) yüksek pH'lı ve oksit mineralleri düşük olan topraklarda selenyumun, kolay ekstrakte edilen mobil selenat formunda bulunduğunu, Masscheleyn vd. (1990) de selenatın çözülmüş olarak oksidasyon koşullarında yüksek pH'da (8.9-9.0) toplam çözünebilir selenyumun % 95'ini, daha düşük pH'da (6.5-7.5) ise % 75'ini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada asit toprakların kireçlenmesi ile selenyumun yayırlılığının ve bitkilerin Se alımının arttığı (Gupta vd. 1982), gözlenen bu tepkinin de yükselen pH ve  $\text{SeO}_3^{-2}$  iyonlarıyla hidroksil iyonlarının yer değiştirmesi ile kil ve Fe oksitlerin adsorpsiyon kapasitesinin azalması nedeniyle olduğu (Neal vd. 1987b) bildirilmiştir.

Sarımsak yetiştirilen ve genelde hafif alkali reaksiyona sahip olduğu belirlenen bu topraklardan elde edilen bulgulara benzer şekilde, organik madde azalınca ve alkalilik artınca suda çözünebilir Se miktarının da artış gösterdiği ve selenyumun bitkiye yayırlı hale geçtiği (Kudryevsev ve Andreyev 1969), üst horizontda organik maddenin fazla olduğu topraklarla düşük pH'lı topraklarda selenyumun suda çözünen miktarının çok az olduğu, selenyumlu toprakların pH'sının alkali,  $\text{CaCO}_3$  içeriğinin fazla olduğu, selenyumun organik maddelerle bağlı selenat formunda bulunduğu, az miktarda da selenit iyonu şeklinde olabildiği (Halilova 2004) belirtilmiştir.

Anderson (1961), topraklarda organik maddelerle Se'un ilişkisinin bulunduğunu, organik maddece zengin olan hafif alkali topraklarda suda çözünebilir Se miktarının az olmasının Se'un organik maddelerle oluşturduğu şelatların çözünlülüğünün azlığına bağlı olduğunu bildirmiştir.

Popijac ve Prpic-Magic (2002) yaptıkları bir çalışmada, toprak ve bitkide selenyum miktarını belirlemişler ve yapılan kovaryans analizlerine göre, buğday tanesindeki Se miktarını topraktaki Se miktarı, pH (KCl'de) ve  $\text{K}_2\text{O}$  düzeyinin etkilediğini belirtmişlerdir. Azotlu gübrelerin bitkilerde selenyum alımı üzerine olumsuz etki yaptığı literatürlerde belirtilmiştir (Kacar ve Katkat 1998).

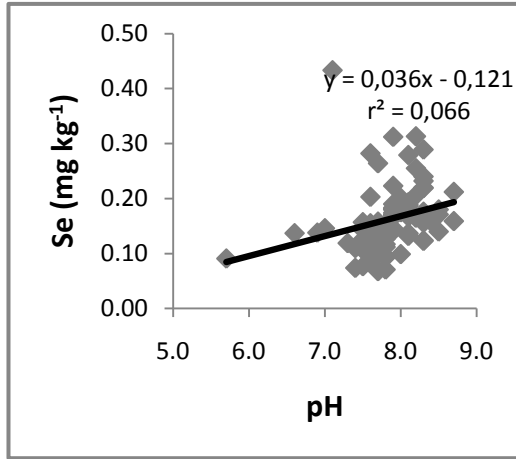
Topraktaki kum, silt, kil ve kireç miktarı ile bitkideki Se miktarı arasında önemli bir ilişki belirlenmemiş olmakla birlikte Arvy (1992) yaptığı bir çalışmada, bitkideki Se

miktarının toprak tekstüründen etkilendiğini ve kaolinitli topraklarda yetişen bitkilerde aşırı Se bulunduğunu, yıkanmanın da etkisiyle yarayışlı selenyumun düşük olduğu kalkerli ya da kumlu topraklarda yetişen bitkilerde selenyum miktarının arttığını bildirmiştir.

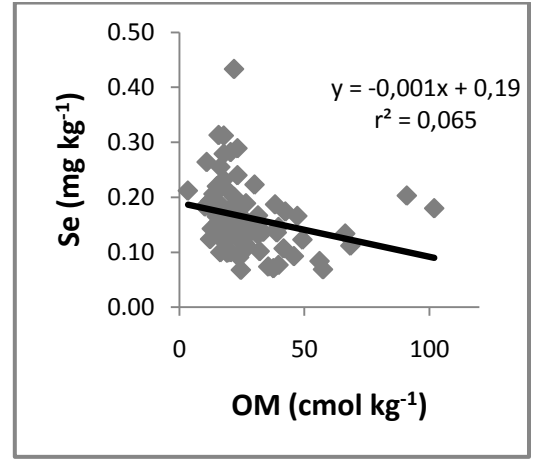
Bitki örneklerinin Se içeriği ile topraktaki ekstrakte edilebilir Se miktarı arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır (Çizelge 4.2). Benzer şekilde Olson vd. (1942) yüzey toprağının yarayışlı Se içeriği ile bitkinin Se içeriği arasında bir korelasyon bulamadıklarını bildirmişlerdir. Sarımsak yetiştirilen ve düşük düzeyde Se içerdiği belirlenen topraklar ile yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara (Çizelge 4.2) zıt olarak, Jianming vd. (2000) tarafından Çin’de Se kapsamı yüksek topraklara sahip olan ve Se zehirlenmesinin görüldüğü bir bölgesinde yapılan araştırmada, topraktaki Se ile mısır bitkisindeki Se düzeyi arasında önemli pozitif korelasyon bulunduğu bildirilmiştir. Kabata-Pendias ve Pendias (1992) tarafından bitkilerdeki Se miktarı ile topraktaki suda ekstrakte edilebilir Se miktarı arasında bir ilişki olduğu, bununla birlikte bu ilişkinin bitki türleri, yağış, sıcaklık, toprak reaksiyonu (pH) ve sülfat miktarı, bitki gelişim oranları, kök derinliği ve selenyumun toprak profilinde dağılımı gibi pek çok değişkenden etkilendiği belirtilmiştir.

Yapılan korelasyon analizleri sonucunda sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 bitki örneğinde belirlenen Se değerleri ile önemli ilişki gösteren bazı toprak özelliklerine ait regresyon analiz sonuçları Şekil 4.21-4.24’de verilmiştir.

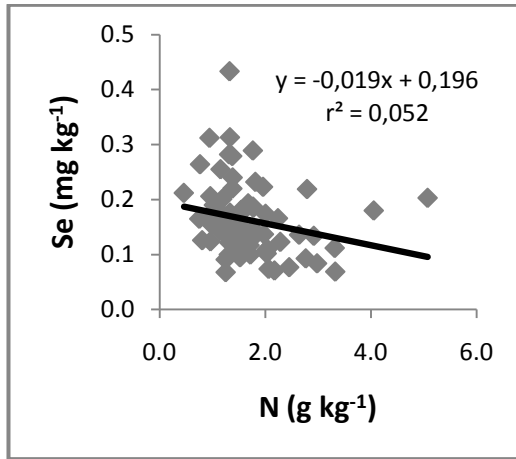
Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre; sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 bitki örneğinde belirlenen Se değerleri ile pH arasında olumlu bir ilişki ( $r^2:0.066$ ), toprak organik maddesi, N ve K’u arasında ise olumsuz bir ilişki (sırasıyla  $r^2:0.065$ ,  $r^2:0.052$ ,  $r^2:0.057$ ) bulunmuştur (Şekil 4.21-4.24).



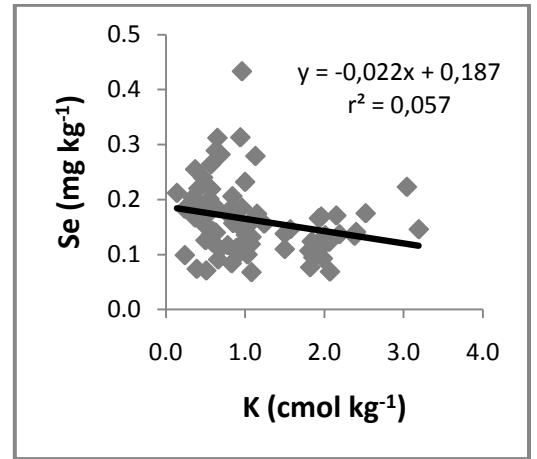
Şekil 4. 21 Bitkide bulunan Se değerleri ile toprak reaksiyonu arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 22 Bitkide bulunan Se değerleri ile toprak organik maddesi arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 23 Bitkide bulunan Se değerleri ile toprakta bulunan N arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 24 Bitkide bulunan Se değerleri ile toprakta bulunan K arasındaki ilişki analizi sonucu

Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 bitki örneğinde bulunan bitki besin maddeleri ile bitkide bulunan Se düzeyine ilişkin korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Sarımsak yetiştirilen 7 ilden alınan 80 bitki örneğinde bulunan Se düzeyi ile bitkide bulunan bazı besin maddelerine ilişkin korelasyon analiz sonuçları

	Se	N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Se												
N	-0.044											
P	-0.284*	0.584***										
K	-0.264*	0.417***	0.782***									
Ca	-0.120	-0.225*	0.066	0.023								
Mg	-0.173	0.687***	0.683***	0.529***	0.025							
Na	0.199	-0.065	-0.270*	-0.369***	0.041	-0.029						
S	0.258*	0.434***	0.107	0.102	-0.019	0.165	0.139					
Fe	-0.232*	-0.064	0.044	-0.132	0.270*	0.201	0.001	-0.290**				
Cu	0.153	0.175	0.063	-0.096	-0.047	0.193	.318**	-0.131	0.082			
Zn	-0.096	0.058	0.184	0.045	0.434***	0.161	-0.042	0.018	0.285*	0.182		
Mn	-0.264*	0.377***	0.304**	0.071	-0.053	0.475***	-0.022	-0.147	0.255*	0.120	0.069	
B	-0.060	0.189	0.216	0.251*	0.105	0.134	-0.118	-0.312**	-0.100	0.151	-0.012	0.237*

\*P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

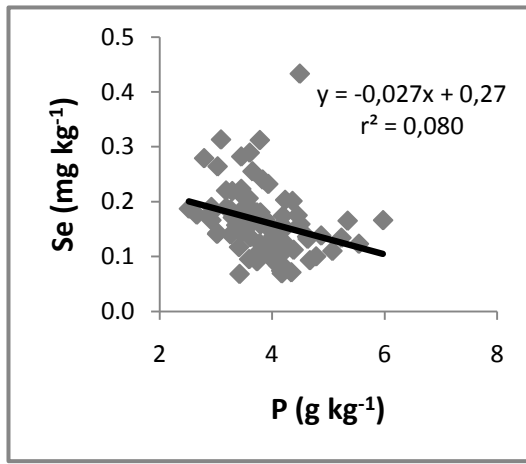
Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 adet bitki örneğinde yapılan korelasyon analizinde bitkide bulunan Se düzeyi ile bitkideki P, K, Fe ve Mn arasında  $p<0.05$  düzeyinde önemli, negatif bir ilişki bulunmuştur. Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan sarımsak baş örneklerinin Se içeriği arttıkça P, K, Fe ve Mn içeriğinin de azaldığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte bitkide bulunan Se düzeyi ile bitkideki S düzeyi arasında  $p<0.05$  düzeyinde önemli pozitif bir ilişki bulunmuş olup, sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan sarımsak baş örneklerinin Se içeriği arttıkça S içeriğinin de arttığı sonucuna varılmıştır. (Çizelge 4.3).

Yüksek miktarda kükürte ihtiyaç duyan sarımsak, soğan gibi bitkilerin yüksek miktarda Se alma potansiyeline sahip olduğu, buğdayda Se toksisitesinin bitkilerin S içeriğine bağlı olduğu (Hurd-Karrer 1938) ve artan  $SO_4^{-2}$  düzeyinin  $SeO_4^{-2}$  toksisitesini azalttığı bildirilmiştir (Trelease ve Beath 1949).

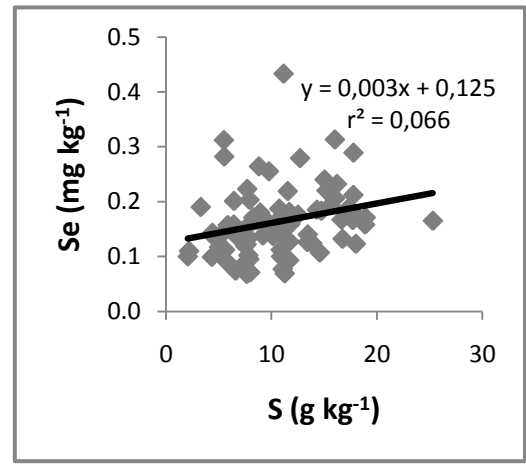
Broyer vd. (1972b) Astragalus ile yapılan ilk çalışmalarda, selenat içeriğinin artmasıyla gözlenen teşviğin fosfat toksisitesinin azalmasına bağlanabildiği belirtilmiştir.

Yapılan korelasyon analizleri sonucunda sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 bitki örneğinde belirlenen Se değerleri ile önemli ilişki gösteren bazı bitki besin maddelerine ait regresyon analiz sonuçları Şekil 4.25-4.29'da verilmiştir.

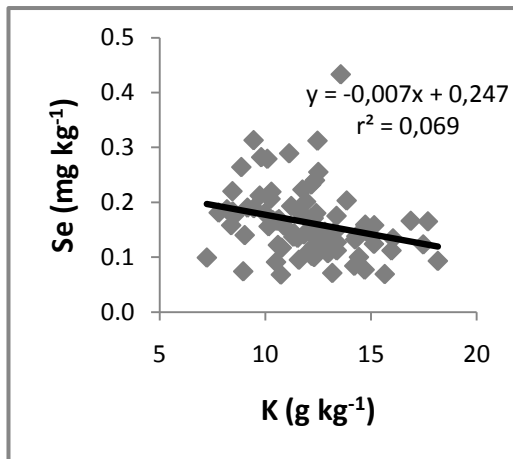
Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre; sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 bitki örneğinde belirlenen Se değerleri ile bitkide bulunan S arasında olumlu bir ilişki ( $r^2:0.066$ ), P, K, Fe ve Mn arasında ise olumsuz bir ilişki (sırasıyla  $r^2:0.080$ ,  $r^2:0.069$ ,  $r^2:0.053$ ,  $r:0.069$ ) bulunmuştur (Şekil 4.25-4.29).



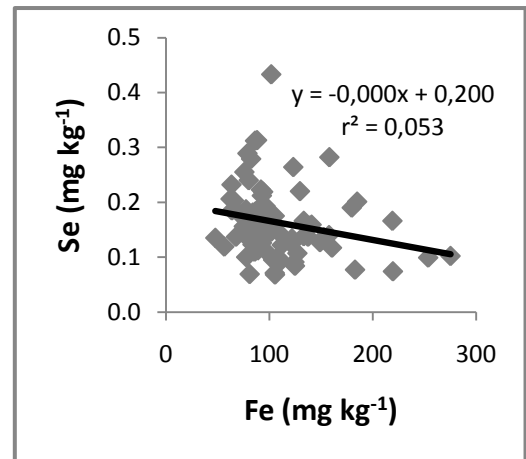
Şekil 4. 25 Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan P arasındaki ilişki analizi sonucu



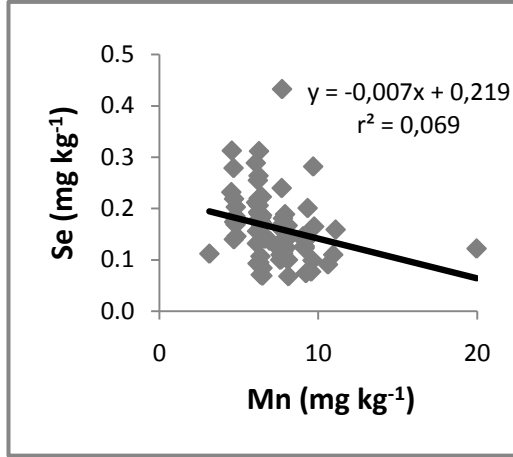
Şekil 4. 27 Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan S arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 26 Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan K arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 28 Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan Fe arasındaki ilişki analizi sonucu



Şekil 4. 29 Bitkide bulunan Se değerleri ile bitkide bulunan Mn arasındaki ilişki analizi sonucu

#### 4.5 Sera Koşullarında Yetiştirilen Sarımsak Bitkisinde Belirlenen Bazı Parametreler Üzerine Uygulanan Selenyumun Etkisi

##### 4.5.1 Sera Denemesinde Kullanılan Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprakların analiz sonuçları SI (Soil Science Society of American Journal July-August 1996)'ya göre, % ile verilen analiz sonuçları  $g\ kg^{-1}$ , meq  $100g^{-1}$  ile verilen sonuçlar  $cmol\ kg^{-1}$  ve ppm ile verilen sonuçlar  $mg\ kg^{-1}$  olarak ifade edilmiştir (Anonymous 1996) (Çizelge 4.4).

Sera denemesinde kullanılan toprak; kil tın bünyeli, toprak reaksiyonu (pH) hafif alkalın, orta kireçli, organik maddesi az düzeyde ve tuzsuzdur (Anonim 1988). Toplam N az düzeyde, alınabilir K fazla, bitkiye yararışlı S ve Cu yeterli, Fe ise fazla, alınabilir Ca fazla ve Mg çok fazla, bitkiye yararışlı P yeterli, bitkiye yararışlı Zn ve Mn (Anonymous 1990) ile bitkiye yararışlı B az düzeydedir (Wolf 1971).

Çizelge 4.4 Sera denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği		Birim	Miktarlar	
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )		g kg <sup>-1</sup>	89.00	
Elektriksel İletkenlik (EC)		mS cm <sup>-1</sup>	0.22	
pH		1:2.5 (toprak:su)	8.08	
Nem		g kg <sup>-1</sup>	55.00	
Tarla Kapasitesi		g kg <sup>-1</sup>	233.30	
Organik Madde		g kg <sup>-1</sup>	18.00	
Toplam Azot (N)		g kg <sup>-1</sup>	0.90	
Bitkiye yararlı	Potasyum (K)	cmol kg <sup>-1</sup>	0.92	
	Kalsiyum (Ca)	cmol kg <sup>-1</sup>	23.95	
	Magnezyum (Mg)	cmol kg <sup>-1</sup>	16.45	
	Sodyum (Na)	cmol kg <sup>-1</sup>	0.04	
	Fosfor (P)	mg kg <sup>-1</sup>	16.94	
	Kükürt (SO <sub>4</sub> -S)	mg kg <sup>-1</sup>	114.00	
	Bor (B)	mg kg <sup>-1</sup>	0.66	
	Demir (Fe)	mg kg <sup>-1</sup>	6.37	
	Çinko (Zn)	mg kg <sup>-1</sup>	0.32	
	Bakır (Cu)	mg kg <sup>-1</sup>	3.18	
	Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup>	5.54	
Selenyum (Se)	µg kg <sup>-1</sup>	3.54		
Tekstür Sınıfı	Kil tın	Kum	%	41.07
		Silt	%	23.10
		Kil	%	35.83

#### 4.5.2 Sarımsak baş ve gövdesinin besin maddesi içeriği

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de, N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriklerine ait ortalamalar ise Ek 6 ve Şekil 4.30-4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 ve Ek 6’nın birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi sarımsak başlarının N, P ve Ca içeriği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken, K ve Mg içeriğine % 1, Na içeriğine ise % 0.1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Sarımsak başlarının K ve Mg içeriği selenyum uygulamasına bağlı olarak artmış, Na içeriği ise azalma göstermiş ve bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

	SD	N		P		K	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	0.10878	2.36	0.010005	2.52	0.06156	4.98**
Hata	14	0.044615		0.003965		0.01236	
Toplam	20						
	SD	Ca		Mg		Na	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	0.02724	0.51	0.0008811	4.94**	2226.2	46.93***
Hata	14	0.053		0.0001785		47.4	
Toplam	20						

\*\* : p < 0.01

\*\*\* : p < 0.001

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da, N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriklerine ait ortalamalar ise Ek 7 ve Şekil 4.30-4.35'de verilmiştir.

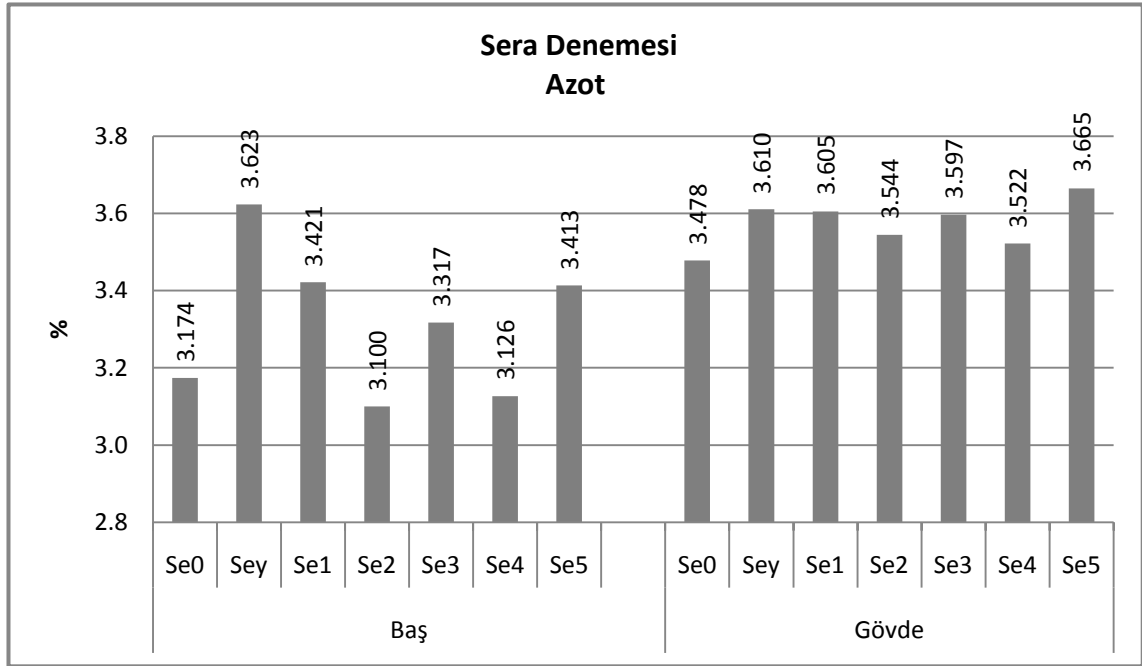
Çizelge 4.6 ve Ek 7'nin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi sarımsak gövdesinin N ve Ca içeriği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken, P içeriğine % 5, Mg içeriğine % 1, K ve Na içeriğine ise % 0.1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Sarımsak gövdesinin, K içeriği selenyum uygulamasına bağlı olarak artmış, P, Mg ve Na içeriği ise azalma göstermiş ve bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin N, P, K, Ca, Mg, Na ve S içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

		N		P		K	
	SD	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	1.194	0.86	0.0011734	3.83*	0.6603	19.05***
Hata	14	1.39		0.0003061		0.03466	
Toplam	20						
		Ca	Mg	Na			
	SD	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	0.013363	4.48	0.007371	5.96**	349.27	20.1***
Hata	14	0.002986		0.001236		17.38	
Toplam	20						

\*:p<0.05      \*\*:p<0.01      \*\*\*:p<0.001

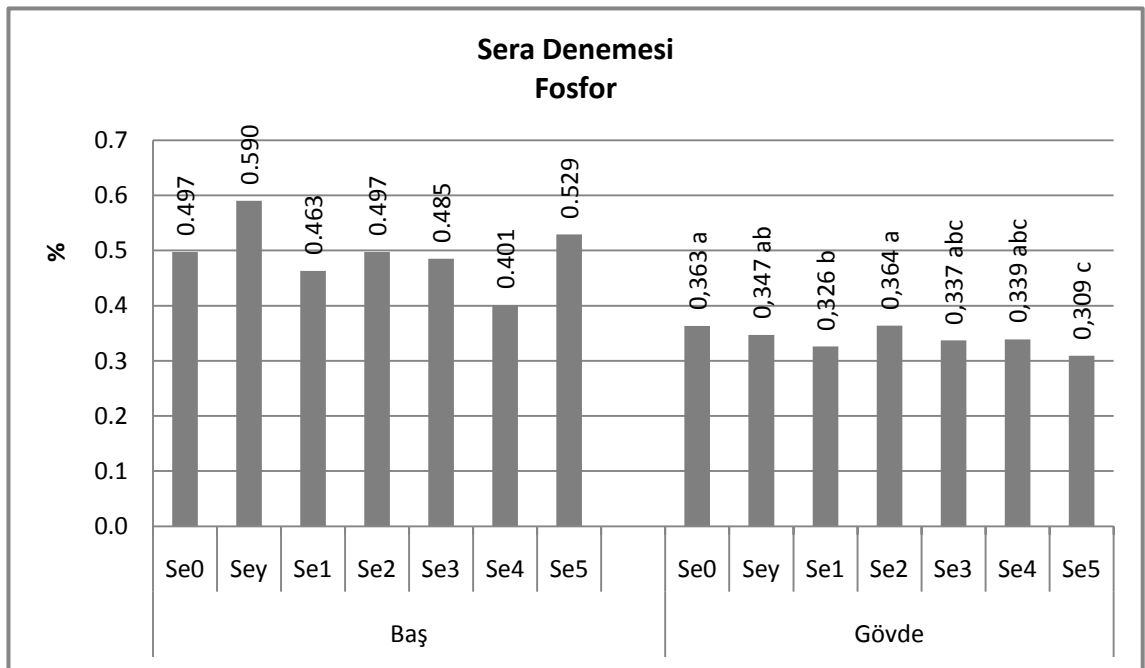


Şekil 4.30 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin N içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Sera denemesinde artan düzeylerde uygulanan selenyumun sarımsak bitkisi başlarının azot içeriğine önemli düzeyde etkisi olmamıştır. Sarımsak bitkisi başlarında en düşük N

düzeıı topraktan Se<sub>2</sub> uygulaması ile % 3.100, en yüksek N düzeıı de yapraktan (Se<sub>y</sub> % 0.01) uygulama ile % 3.623 olarak belirlenmiş ve istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Ek 6, Şekil 4.30).

Selenyum uygulamalarının sarımsak gövdesinin azot içeriğine etkisi istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte sarımsak gövdesinde % 3.478 ile % 3.665 arasında değişen düzeylerde azot bulunmuştur (Ek 7, Şekil 4.30).



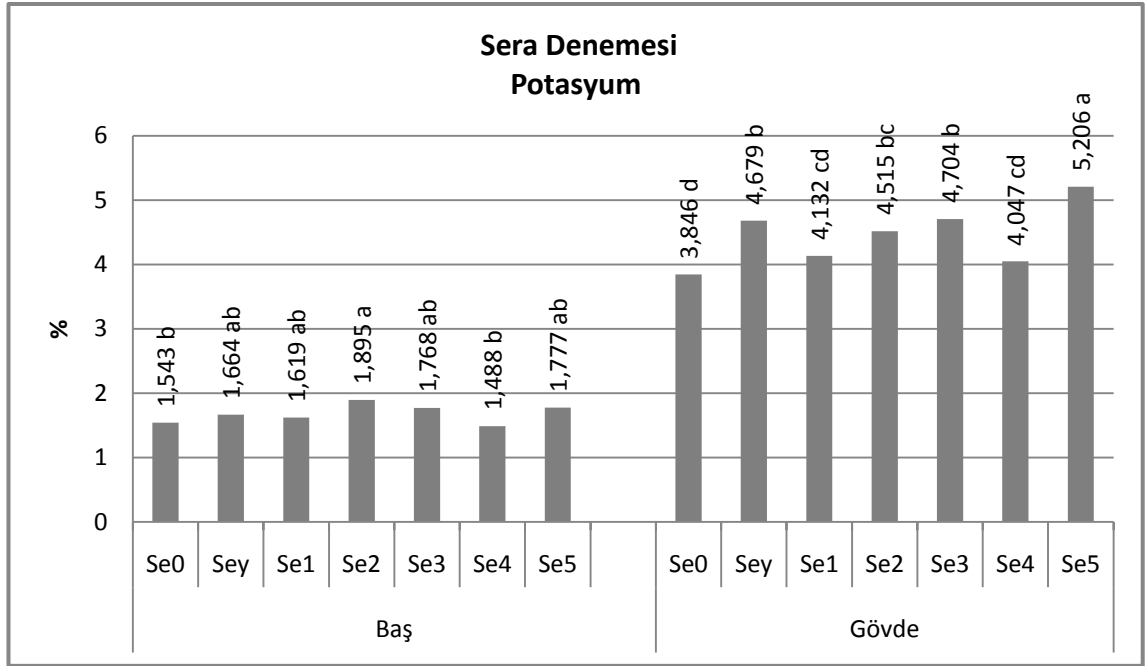
LSD gövde P: 0.031

Şekil 4.31 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin P içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyumun sarımsak bitkisi başlarının fosfor içeriğine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte sarımsak başında fosfor içeriğinin % 0.401 ile % 0.590 arasında değiştii belirlenmiştir (Ek 6, Şekil 4.31).

Selenyum uygulamaları ile sarımsak gövdesinin fosfor içeriğinde istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde azalışın Se<sub>1</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamalarında gözleendiği ve diğer

uygulamalara ait ortalamaların ise kontrol uygulamasına ait ortalamadan farklı olmadığı belirlenmiştir. Sarımsak gövdesinde kontrol uygulamasında ( $Se_0$ ) % 0.363 düzeyinde fosfor bulunurken,  $Se_1$  ve  $Se_5$  uygulamalarında sırasıyla % 0.326 ve % 0.309 düzeyinde fosfor olduğu saptanmıştır (Ek 7, Şekil 4.31).



LSD baş K: 0.282

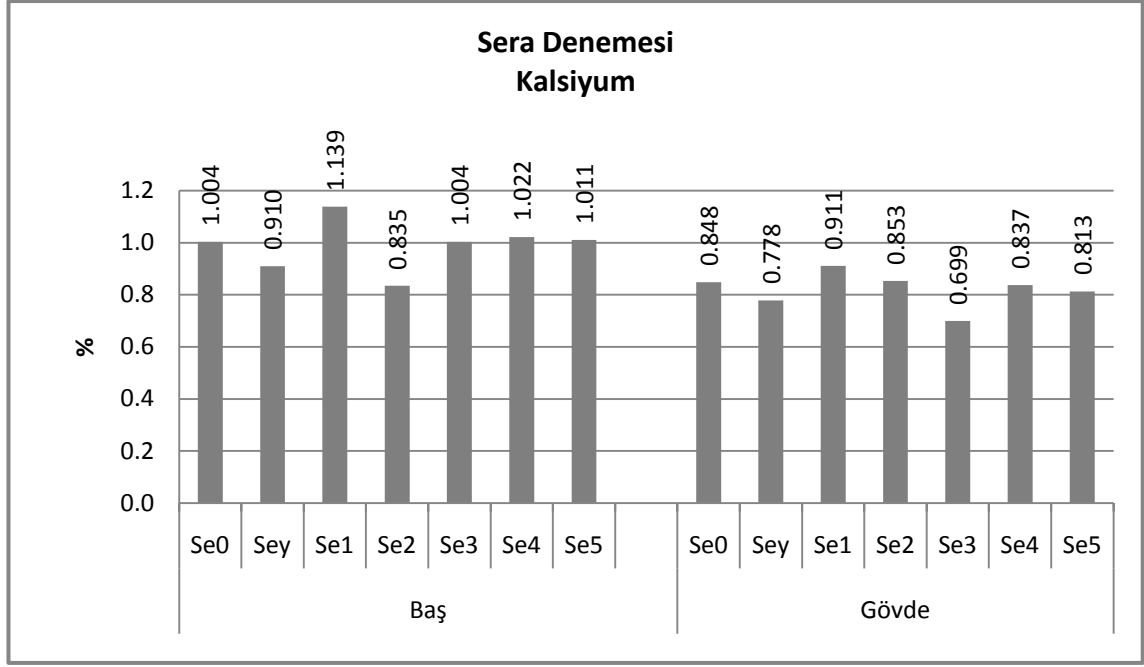
LSD gövde K: 0.453

Şekil 4.32 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin K içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Sarımsak başının potasyum içeriği bakımından selenyumun;  $Se_0$  uygulaması ile yalnızca  $Se_2$  ( $0.5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ Se}$ ) uygulamasına ait ortalamalar arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunurken,  $Se_0$  ile diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır. Sarımsak başının potasyum içeriği  $Se_2$  (% 1.895) uygulaması ile kontrole (% 1.543) göre önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde artış göstermiş olup diğer Se uygulamalarının sarımsak başının potasyum içeriğine etkisi önemsiz olmuştur (Ek 6, Şekil 4.32).

Selenyum uygulamaları ile sarımsak gövdesinin potasyum içeriğinde istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde artışın Sey,  $Se_2$ ,  $Se_3$  ve  $Se_5$  uygulamalarında gözlemlendiği ve

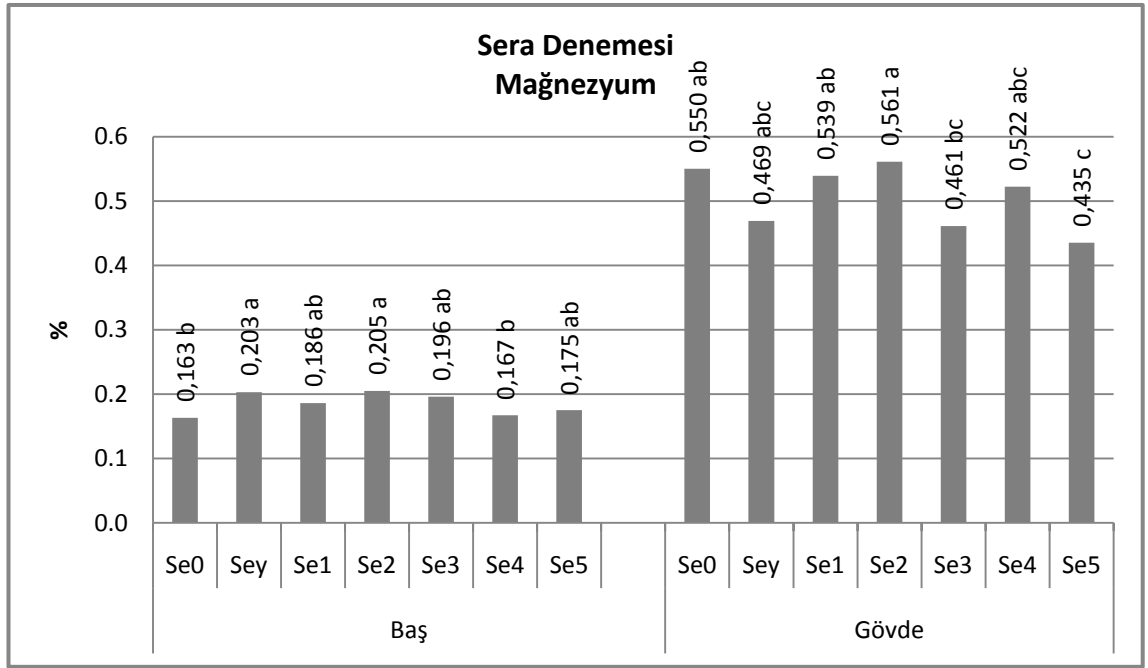
diğer uygulamalara ait ortalamaların ise kontrol uygulamasına ait ortalamadan farklı olmadığı belirlenmiştir. Sarımsak gövdesinde kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) % 3.846 düzeyinde potasyum bulunurken; Sey, Se<sub>2</sub>, Se<sub>3</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamalarında sırasıyla % 4.679, % 4.515, % 4.704 ve % 5.206 düzeyinde potasyum olduğu saptanmıştır (Ek 7, Şekil 4.32).



Şekil 4.33 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Ca içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyumun sarımsak bitkisi başlarının kalsiyum içeriğine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Bununla birlikte sarımsak başında kalsiyum içeriğinin % 0.835 (Se<sub>2</sub>) ile % 1.139 (Se<sub>1</sub>) arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 6, Şekil 4.33).

Selenyum uygulamalarının sarımsak gövdesinin kalsiyum içeriğine etkisi istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte sarımsak gövdesinde % 0.699 ile % 0.911 arasında değişen düzeylerde kalsiyum bulunmuştur (Ek 7, Şekil 4.33).



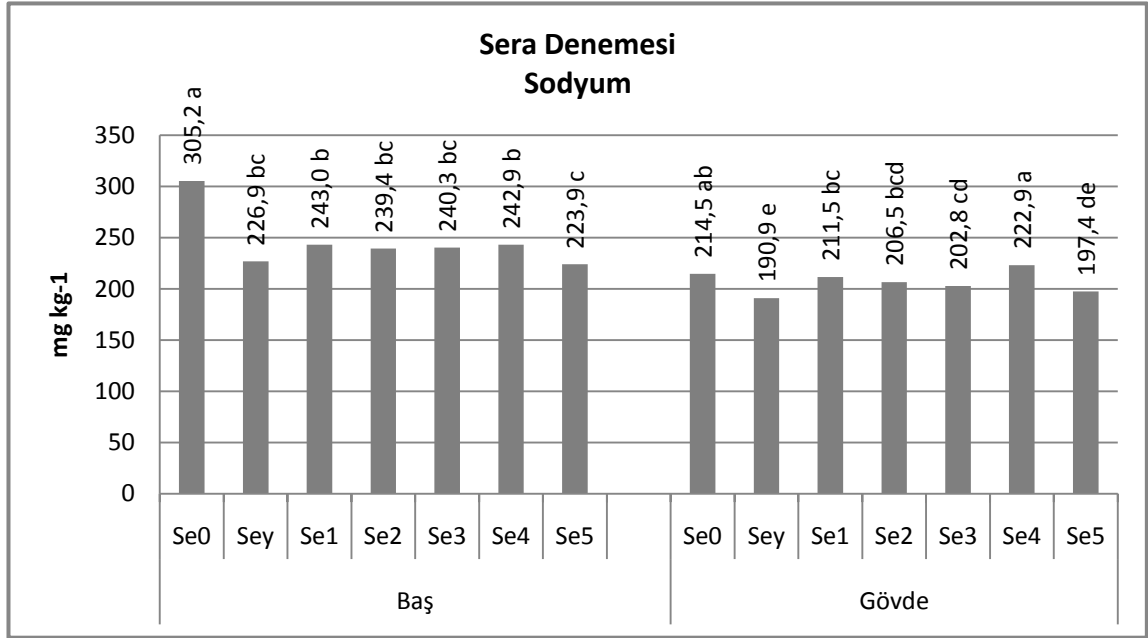
LSD baş Mg: 0.024      LSD gövde Mg: 0.086

Şekil 4.34 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Sarımsak başının mağnezyum içeriği bakımından selenyumun; Se<sub>0</sub> uygulaması ile yalnızca topraktan Se<sub>2</sub> (0.5 mg kg<sup>-1</sup> Se) ve yapraktan (Se<sub>y</sub> %0.01) uygulamasına ait ortalamalar arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunurken, Se<sub>0</sub> ile diğer uygulamalardan elde edilen ortalamalar arasındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır. Sarımsak başının mağnezyum içeriği, Se<sub>2</sub> (% 0.205) ve Se<sub>y</sub> uygulamaları (% 0.203) ile kontrole (% 0.163) göre önemli (p<0.01) düzeyde artış göstermiş olup diğer Se uygulamalarının sarımsak başının mağnezyum içeriğine etkisi önemsiz olmuştur (Ek 6, Şekil 4.34).

Selenyum uygulamaları ile sarımsak gövdesinin mağnezyum içeriğinde istatistiki olarak önemli (p<0.01) düzeyde azalmanın olduğu, kontrole göre oluşan bu azalmanın yalnızca en yüksek Se düzeyi olan 5.0 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasında gerçekleştiği ve diğer uygulamaların sarımsak gövdesinin mağnezyum içeriğini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Sarımsak gövdesinde kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) % 0.550 düzeyinde

mağnezyum bulunurken, Se<sub>5</sub> uygulaması ile bu değer % 0.435'e gerilemiştir (Ek 7, Şekil 4.34).



LSD baş Na: 16.7

LSD gövde Na: 10.1

Şekil 4. 35 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyumun artan düzeylerde uygulanması ile birlikte sarımsak başının sodyum içeriği, kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulamasına göre istatistiki olarak önemli sayılacak düzeyde ( $p < 0.001$ ) bir azalma göstermiştir. Selenyum uygulanmadığı durumda sarımsak başının sodyum içeriği 305.20 mg kg<sup>-1</sup> (Se<sub>0</sub>) olarak bulunurken, Se uygulandığı durumda 223.93 (Se<sub>5</sub>) ile 242.97 mg kg<sup>-1</sup> (Se<sub>1</sub>) arasında değişen düzeylerde bir gerileme olduğu saptanmıştır (Ek 6, Şekil 4.35).

Selenyum uygulamaları ile sarımsak gövdesinin sodyum içeriğinde istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde azalmanın olduğu, kontrole göre oluşan bu azalmanın yalnızca Se<sub>y</sub>, Se<sub>3</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamalarında gerçekleştiği ve diğer uygulamaların sarımsak gövdesinin sodyum içeriğini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Sarımsak gövdesinde

bulunan sodyumun 190.93 (Se<sub>v</sub>) ile 222.93 mg kg<sup>-1</sup> (Se<sub>4</sub>) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Ek 7, Şekil 4.35).

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de, Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriklerine ait ortalamalar ise Ek 8 ve Şekil 4.36-4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 ve Ek 8’in birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi sarımsak başlarının Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Sarımsak başlarının Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği selenyum uygulamasına bağlı olarak artmış ve bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

		Se		S		Fe		Cu	
	SD	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	81660	2651.38 ***	3.2967	10.52 ***	39542	27.58 ***	3.2474	16.24 ***
Hata	14	31		0.3132		1434		0.2	
Toplam	20								
		Zn	Mn		B				
	SD	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F		
Uygulama	6	190.9	33.87 ***	39.17	18.03 ***	46.872	31.86 ***		
Hata	14	5.64		2.173		1.471			
Toplam	20								

\*\*\*:p<0.001

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz

sonuçları Çizelge 4.8’da, Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriklerine ait ortalamalar ise Ek 9 ve Şekil 4.36-4.42’de verilmiştir.

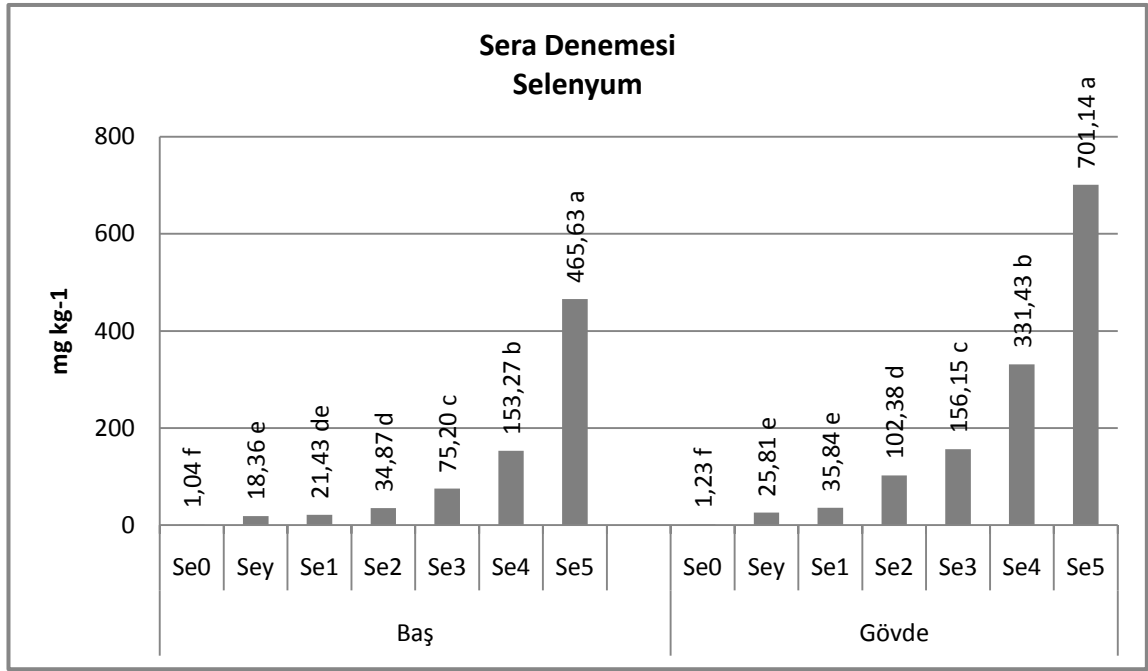
Çizelge 4.8 ve Ek 9’un birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi selenyum uygulamalarının sarımsak bitkisinde gövdenin Se, S, Cu ve Zn içeriğine etkisi istatistiki olarak % 0.1, Fe ve Mn içeriğine % 1 ve B içeriği üzerine de % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Sarımsak başlarının Se, S, Cu ve Zn içeriği bazı selenyum uygulamalarına bağlı olarak artarken Fe, Mn ve B içeriğinde azalma görülmüş olup bu durum istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

		Se		S		Fe		Cu	
	SD	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	188182	6943.83 ***	10.695	22.83 ***	222.54	5.37 **	3.8297	293.09 ***
Hata	14	27		0.468		41.47		0.0131	
Toplam	20								
		Zn		Mn	B				
	SD	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F		
Uygulama	6	462.23	46.3 ***	96.49	5.81 **	17.103	5.17 *		
Hata	14	9.98		16.6		3.309			
Toplam	20								

\*:p<0.05      \*\*:p<0.01      \*\*\*:p<0.001



LSD baş Se: 13.96      LSD gövde Se: 12.63

Şekil 4.36 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Se içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Sarımsak başının selenyum içeriği, artan düzeylerdeki selenyum uygulamalarıyla birlikte dikkate değer ölçüde artış göstermiştir ve bu artış istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Selenyum uygulanmadığında 1.04 mg kg<sup>-1</sup> olan ortalama selenyum içeriği; Se<sub>y</sub> uygulaması ile 18.36 mg kg<sup>-1</sup>'a, topraktan Se<sub>1</sub> uygulaması ile 21.43 mg kg<sup>-1</sup>'a, Se<sub>2</sub> uygulaması ile 34.87 mg kg<sup>-1</sup>'a, Se<sub>3</sub> uygulaması ile 75.20 mg kg<sup>-1</sup>'a, Se<sub>4</sub> uygulaması ile 153.27 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiş ve en yüksek değer Se<sub>5</sub> uygulaması ile 465.63 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulamasına göre tüm uygulamalar ile sarımsak başlarının Se içeriğinde elde edilen artışlar önemli bulunurken (p<0.001), Se<sub>1</sub> ile Se<sub>y</sub> ve Se<sub>2</sub> uygulamalarına ait ortalamalar arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur. Diğer Se uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunurken, sarımsak başlarının Se içeriğini artırmada Se<sub>y</sub> (% 0.01 Se) uygulamasının topraktan en düşük düzeyde yapılan Se<sub>1</sub> (0.25 mg kg<sup>-1</sup> Se) uygulaması ile aynı etkiyi gösterdiği belirlenmiştir (Ek 8, Şekil 4.36).

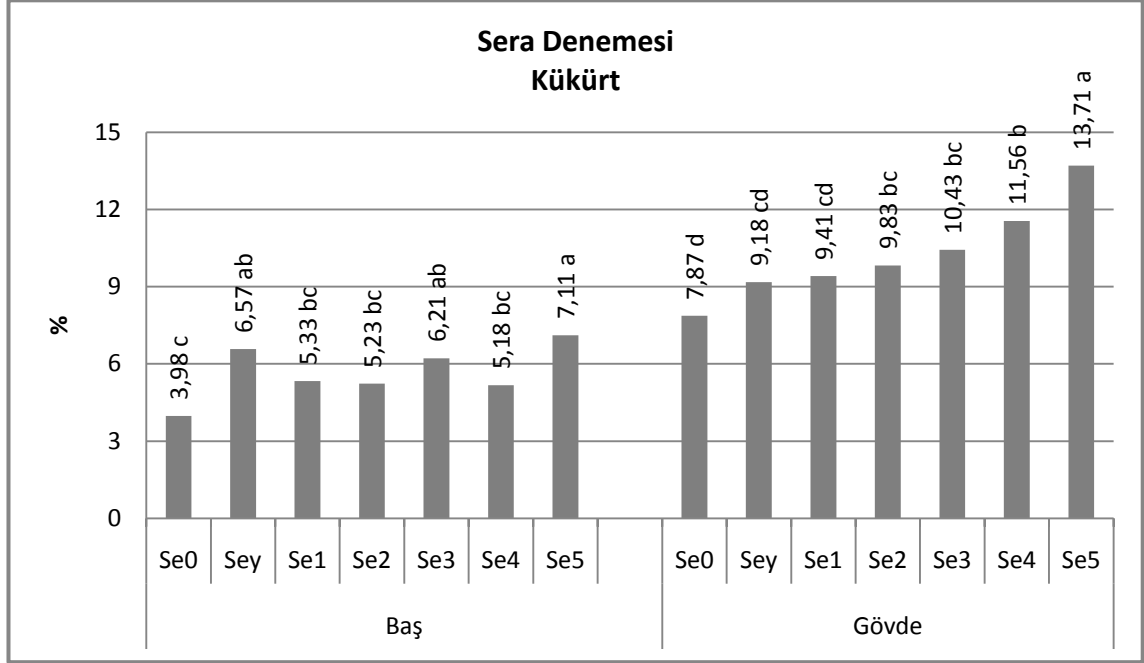
Yapılan bu çalışmada topraktan  $2.0 \text{ mg kg}^{-1}$  selenyum uygulaması ile sarımsak başında ortalama Se içeriği  $153.27 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunurken, Kopsell ve Randle (1997b) soğanlarda Se birikimini belirlemek amacıyla yüksek düzeyde Se ( $2.0 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ 'tan) uygulayarak yaptıkları çalışmada, soğan başında  $60$  ile  $113 \text{ } \mu\text{g Se g}^{-1}$  (kuru ağırlık) arasında değişen düzeylerde Se olduğunu belirlemişlerdir.

Sarımsakta gövdenin selenyum içeriği, artan düzeylerdeki selenyum uygulamalarıyla birlikte dikkate değer ölçüde artış göstermiştir ve bu artış istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Selenyum uygulanmadığında ( $\text{Se}_0$ )  $1.23 \text{ mg kg}^{-1}$  olan ortalama selenyum içeriği;  $\text{Se}_y$  uygulaması ile  $25.81 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a, topraktan  $\text{Se}_1$  uygulaması ile  $35.84 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a,  $\text{Se}_2$  uygulaması ile  $102.38 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a,  $\text{Se}_3$  uygulaması ile  $156.15 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a,  $\text{Se}_4$  uygulaması ile  $331.43 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a yükselmiş ve en yüksek değer  $\text{Se}_5$  uygulaması ile  $701.14 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak kontrol ( $\text{Se}_0$ ) uygulamasına göre önemli olmakla birlikte  $\text{Se}_y$  ve  $\text{Se}_1$  uygulamaları arasında, sarımsakta gövdenin Se içeriğini artırma bakımından fark olmadığı ve tüm Se uygulamalarına ait ortalamalar arasındaki farkların ise önemli olduğu belirlenmiştir. Yapılan tüm selenyum uygulamaları ile birlikte sarımsak bitkisinin gövdesinde selenyum içeriğinin istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde artırılabilirdiği gözlenmiştir (Ek 9, Şekil 4.36).

Deneme sonuçlarına göre bitkide en fazla Se birikimi en yüksek Se uygulamasında ( $5.0 \text{ mg kg}^{-1}$ ) görülmüş olup sarımsağın gövde kısmında ( $701.14 \text{ mg kg}^{-1}$ ) baş kısmına ( $465.63 \text{ mg kg}^{-1}$ ) göre daha fazla birikim olmuştur. Kopsell ve Randle (1999) besin çözeltilisinde yaptıkları bir çalışmada sodyum selenattan ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ )  $0-9 \text{ mg Se L}^{-1}$  düzeylerinde uygulama yapmışlar ve lahana bitkisinde Se birikiminin sırasıyla yaprak>kök>gövde şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

Kopsell ve Randle (1997a) tarafından tek S dozu ( $9.6 \text{ mg L}^{-1}$ ) ile artan düzeylerde ( $0, 0.5, 1.0, 1.5$  ve  $2.0 \text{ mg Se L}^{-1}$ ,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) Se uygulanarak besin çözeltilisinde soğan yetiştirilerek yapılan çalışmada; her bir Se uygulama düzeyinde en yüksek selenyumun soğanın yapraklarında bulunurken, köklerde orta düzeyde ve başda en düşük düzeyde bulunduğu, Se uygulamalarının her birinde başa göre yaprakların 3 kat fazla düzeyde Se kapsadığı,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  konsantrasyonu arttıkça tüm soğan dokularında yetiştirme süresi

boyunca toplam Se düzeyinin lineer artış gösterdiği belirlenmiş olup, bu sonuçların sera denemesinden elde edilen bulgular ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

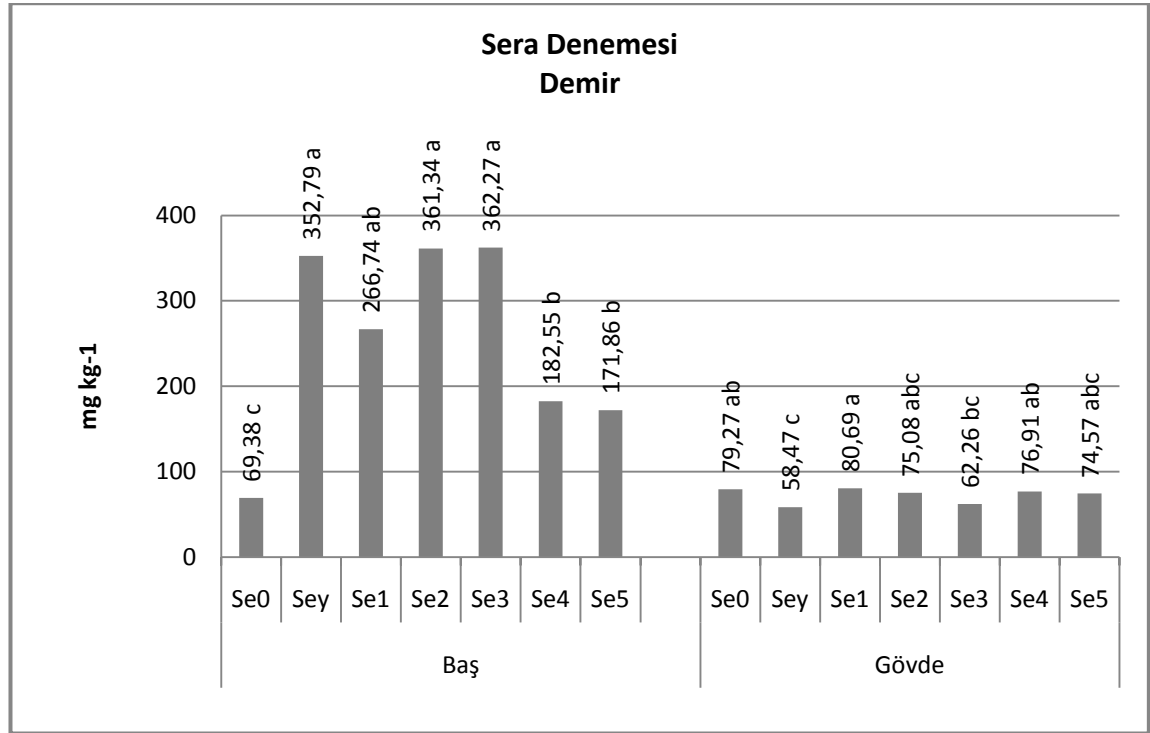


Şekil 4.37 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin S içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamaları ile sarımsak başının kükürt içeriği de kontrol uygulamasına göre artış göstermiş ancak bu artışlardan Se<sub>y</sub>, topraktan Se<sub>3</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamaları istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) bulunmuştur. Sarımsak başlarında en düşük kükürt içeriği kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulaması ile (% 3.980), en yüksek kükürt içeriği ise Se<sub>5</sub> uygulaması ile (% 7.110) elde edilmiştir. Selenyum uygulaması ile sarımsak başının kükürt içeriği kontrole göre artış göstermiştir. Kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulaması ile Se<sub>1</sub>, Se<sub>2</sub> ve Se<sub>4</sub> uygulamaları arasında istatistiki bakımdan önemli bir fark bulunmazken; bu uygulamalara ait ortalamaların birbirlerinden farkı da önemsiz bulunmuştur (Ek 8, Şekil 4.37).

Selenyum uygulamaları ile sarımsakta gövdenin kükürt içeriği de kontrol uygulamasına göre artış göstermiş ancak bu artışlardan Se<sub>2</sub>, Se<sub>3</sub>, Se<sub>4</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamaları istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) bulunmuş olup Se<sub>y</sub> ve Se<sub>1</sub> uygulamalarının etkisi kontrol

uygulamasından farklı olmamıştır. Sarımsak gövdesinde en düşük kükürt içeriği kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulaması ile (% 7.867), en yüksek kükürt içeriği ise Se<sub>5</sub> uygulaması ile (% 13.707) elde edilmiştir. Selenyum uygulama düzeyleri arttıkça S ve Se arasında olumlu bir etkileşim olmuş ve sarımsakta gövdenin kükürt içeriği de 0.5 mg kg<sup>-1</sup> (Se<sub>2</sub>) uygulama düzeyinden itibaren kontrole göre önemli (%0.1) artış göstermiştir (Ek 9, Şekil 4.37).



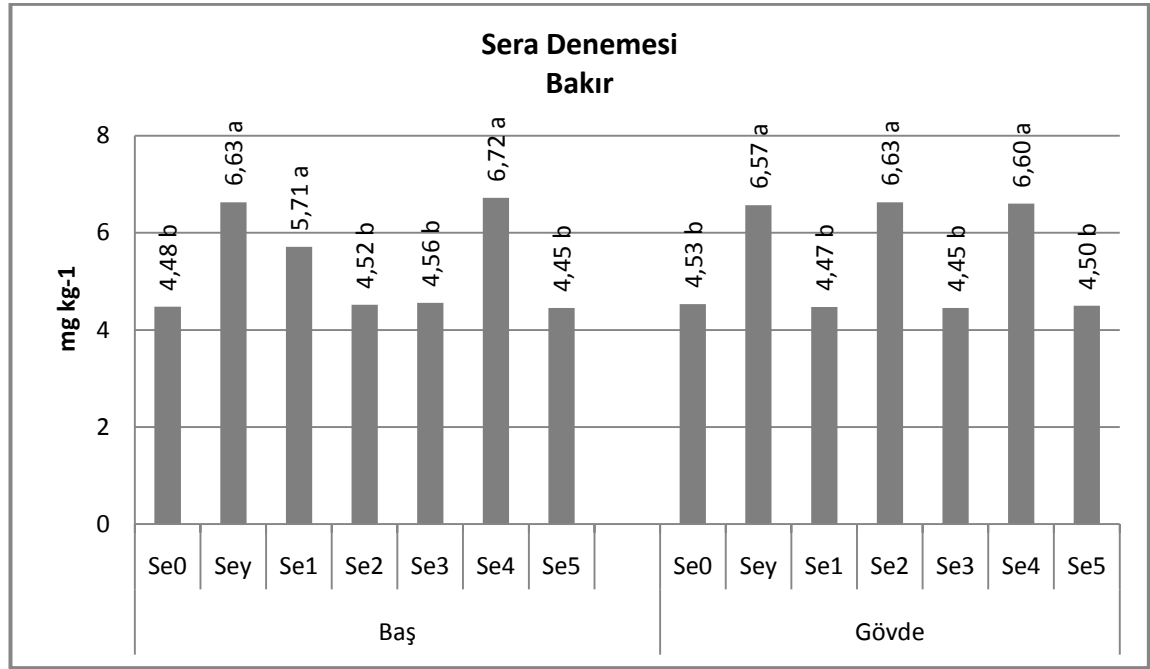
LSD baş Fe: 92.04      LSD gövde Fe: 15.65

Şekil 4.38 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Fe içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamalarının sarımsak başının demir içeriğine etkisi incelendiğinde; kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında tüm uygulamaların sarımsak başlarının demir içeriğini artırmada etkili ( $p < 0.001$ ) olduğu görülmüştür. Selenyum uygulamalarından 1.0 mg kg<sup>-1</sup> Se düzeyi aşıldığında sarımsak başının Fe içeriğinde azalma görülmekle birlikte kontrole göre yüksek değerler belirlenmiştir. Yapraktan Se uygulaması, topraktan Se<sub>1</sub>, Se<sub>2</sub> ve Se<sub>3</sub> uygulamaları ile aynı etkiyi gösterdiği ve sarımsak başının Fe

içeriğinin  $69.38 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $362.27 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği saptanmıştır (Ek 8, Şekil 4.38).

Selenyum uygulamalarının sarımsak gövdesinin demir içeriğine etkisi incelendiğinde; kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında topraktan yapılan selenyum uygulamalarının sarımsak gövdesinin demir içeriğine önemli etkisinin olmadığı, yalnızca yapraktan selenyum ( $\text{Se}_y$  %0.01) uygulamasının sarımsak gövdesinin demir içeriğini istatistiki olarak % 1 önem düzeyinde azalttığı görülmüştür. Kontrol uygulamasında sarımsak gövdesinin demir içeriği  $79.27 \text{ mg kg}^{-1}$  iken yapraktan Se uygulaması ile demir içeriği  $58.47 \text{ mg kg}^{-1}$  düzeyine gerilemiştir ( $p < 0.01$ , Ek 9, Şekil 4.38).



LSD baş Cu: 1.09

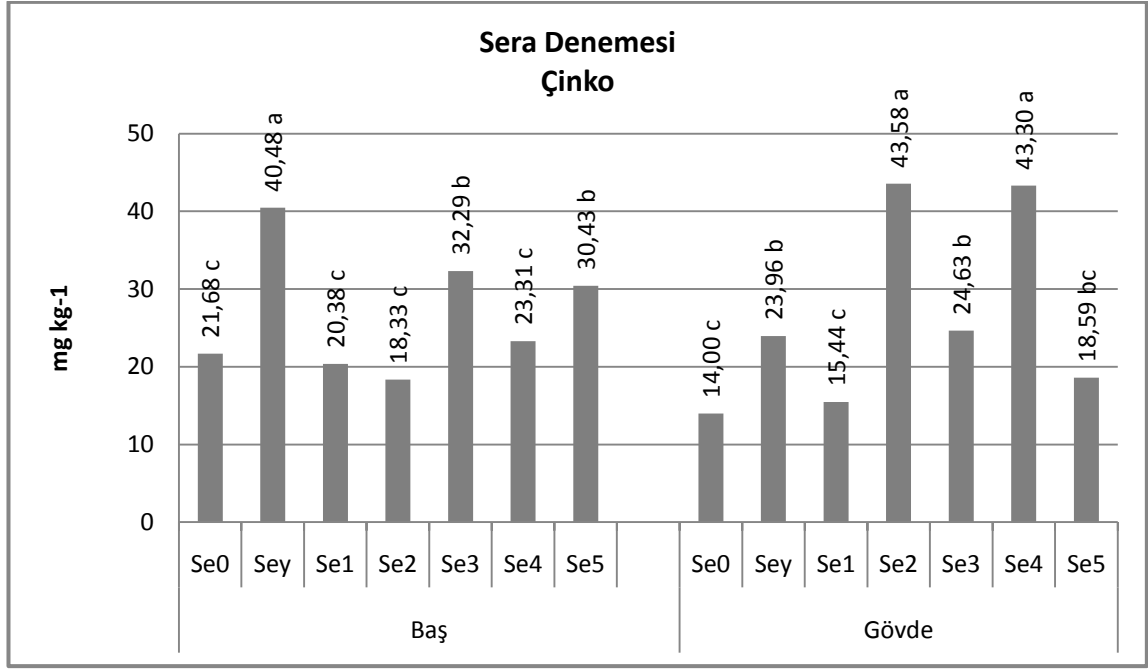
LSD gövde Cu: 0.28

Şekil 4.39 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Cu içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamalarının sarımsak başının bakır içeriğine etkisi incelendiğinde;  $\text{Se}_y$ ,  $\text{Se}_1$  ve  $\text{Se}_4$  uygulamalarının sarımsak başlarının bakır içeriğini istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde artırdığı ve diğer uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Sarımsak başlarında en düşük bakır içeriği kontrol ( $\text{Se}_0$ ) uygulamasından

farklı olmamakla birlikte Se<sub>5</sub> uygulaması ile (4.45 mg kg<sup>-1</sup>), en yüksek bakır içeriği ise Se<sub>4</sub> uygulaması ile (6.72 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Ek 8, Şekil 4.39).

Selenyum uygulamalarının sarımsak gövdesinin bakır içeriğine etkisi incelendiğinde; Se<sub>y</sub>, Se<sub>2</sub> ve Se<sub>4</sub> uygulamalarının kontrol uygulamasına göre sarımsak gövdesinin bakır içeriğini istatistiki olarak önemli (p<0.001) düzeyde artırdığı ve diğer uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Sarımsak gövdesinde en düşük bakır içeriği kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulamasından farklı olmamakla birlikte Se<sub>3</sub> uygulaması ile (4.45 mg kg<sup>-1</sup>), en yüksek bakır içeriği ise Se<sub>2</sub> uygulaması ile (6.63 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Ek 9, Şekil 4.39).



LSD baş Zn: 5.77

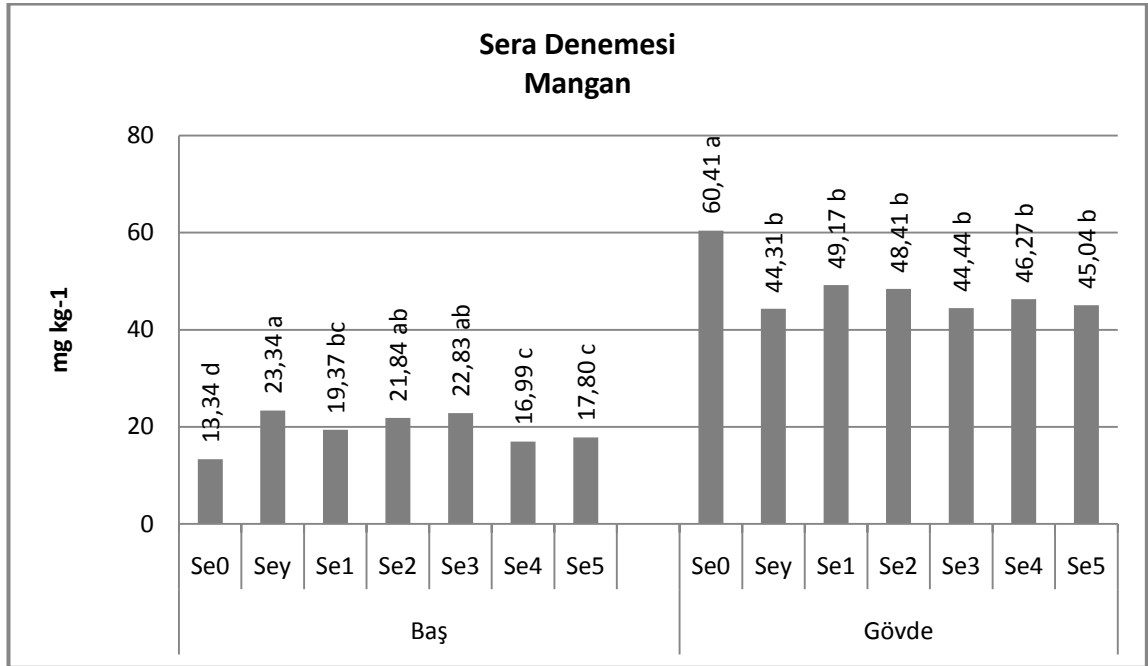
LSD gövde Zn: 7.68

Şekil 4.40 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Zn içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamalarının sarımsak başının çinko içeriğine etkisi incelendiğinde; Se<sub>y</sub>, Se<sub>3</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamalarının sarımsak başlarının çinko içeriğini istatistiki olarak önemli (p<0.001) düzeyde artırdığı ve diğer uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Selenyum uygulamaları bakımından topraktan Se<sub>3</sub> ve Se<sub>5</sub> uygulamalarının etkisi benzer olmakla birlikte, yapraktan Se uygulaması ile sarımsak

başının çinko içeriği en yüksek düzeye ulaşmıştır. Sarımsak başlarında en düşük çinko içeriği kontrol ( $Se_0$ ) uygulamasından farklı olmamakla birlikte  $Se_2$  uygulaması ile ( $18.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), en yüksek çinko içeriği ise  $Se_y$  uygulaması ile ( $40.48 \text{ mg kg}^{-1}$ ) elde edilmiştir (Ek 8, Şekil 4.40).

Selenyum uygulamalarının sarımsak gövdesinin çinko içeriğine etkisi incelendiğinde;  $Se_y$ ,  $Se_2$ ,  $Se_3$  ve  $Se_4$  uygulamalarının sarımsak gövdesinin çinko içeriğini istatistiki olarak önemli ( $p < 0.001$ ) düzeyde artırdığı ve kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte  $2.0 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $Se_4$ ) selenyum uygulamasından sonra sarımsak gövdesinin çinko içeriğinde bir azalmanın başladığı görülmüştür. Sarımsak gövdesinde en düşük çinko içeriği kontrol ( $Se_0$ ) uygulamasında ( $14.00 \text{ mg kg}^{-1}$ ), en yüksek çinko içeriği ise  $Se_2$  ( $43.58 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve  $Se_4$  ( $43.30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamaları ile elde edilmiştir (Ek 9, Şekil 4.40).



LSD baş Mn: 3.58

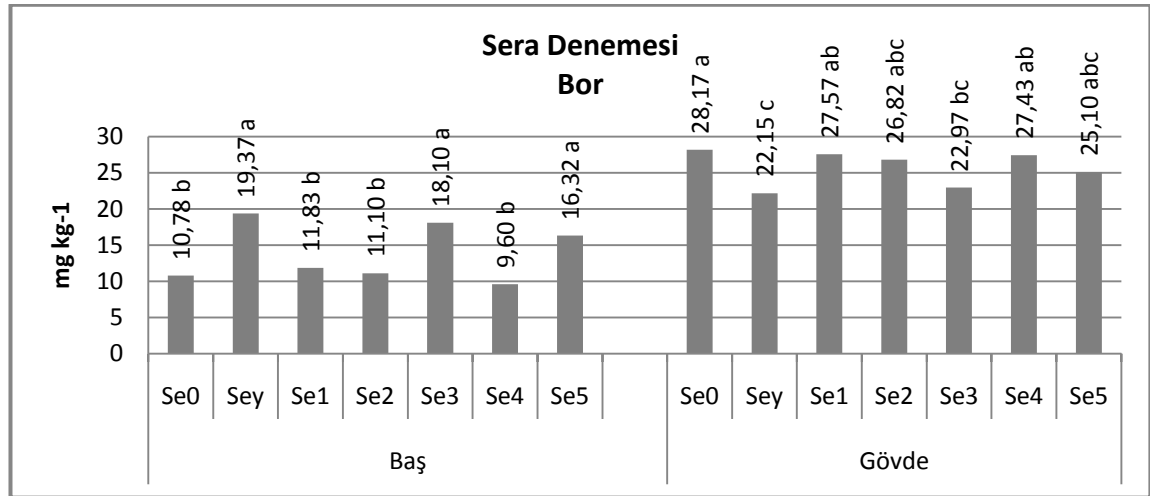
LSD gövde Mn: 9.90

Şekil 4.41 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Mn içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamalarının sarımsak başının mangan içeriğine etkisi incelendiğinde; tüm uygulamaların sarımsak başlarının mangan içeriğini istatistiki olarak önemli

( $p < 0.001$ ) düzeyde artırdığı,  $Se_y$ ,  $Se_2$  ve  $Se_3$  uygulamalarının birbirlerine benzer etki yaptığı ve  $1.0 \text{ mg kg}^{-1}$  Se düzeyi aşıldığında kontrol uygulamasına göre yüksek olmakla birlikte Mn içeriğinde azalma olduğu gözlenmiştir. Selenyum uygulamaları bakımından topraktan  $Se_2$  ve  $Se_3$  uygulamalarının etkisi benzer olmakla birlikte, yapraktan Se uygulaması ile sarımsak başının mangan içeriği en yüksek düzeye ulaşmıştır. Sarımsak başlarında en düşük Mn içeriği kontrol ( $Se_0$ ) uygulaması ile ( $13.34 \text{ mg kg}^{-1}$ ), en yüksek Mn içeriği ise  $Se_y$  uygulaması ile ( $23.34 \text{ mg kg}^{-1}$ ) elde edilmiştir (Ek 8, Şekil 4.41).

Yapraktan uygulama ve topraktan artan düzeylerde uygulanan selenyum ile birlikte sarımsak gövdesinin mangan içeriğinde tüm uygulamalarda kontrole göre önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde azalma olduğu saptanmıştır. Kontrol uygulamasına göre ( $60.41 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en fazla azalma diğer uygulamalardan farklı olmamakla birlikte  $Se_y$  uygulamasında görülmüş ve gövdenin Mn içeriği  $44.31 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur (Ek 9, Şekil 4.41).



LSD baş B: 2.95

LSD gövde B: 4.42

Şekil 4.42 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamaları ile sarımsak başının bor içeriğinde  $Se_y$ ,  $Se_3$  ve  $Se_5$  uygulamaları ile önemli ( $p < 0.001$ ) artış gözlemlendiği ve bu uygulamalara ait ortalamaların birbirlerinden farklarının önemli olmadığı kaydedilmiştir. Sarımsak başlarında en düşük bor içeriği kontrol ( $Se_0$ ) uygulamasından farklı olmamakla birlikte  $Se_4$  uygulaması ile ( $9.600 \text{ mg}$

kg<sup>-1</sup>), en yüksek bor içeriği ise Se<sub>y</sub> uygulaması ile (19.367 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Ek 8, Şekil 4.42).

Yapraktan selenyum (Se<sub>y</sub>) uygulaması ile topraktan Se<sub>3</sub> uygulamaları benzer etki göstererek sarımsak gövdesinin bor içeriğinde kontrole göre % 5 düzeyinde önemli bir azalma meydana getirmiş ancak diğer Se uygulamaları sarımsak gövdesinin bor içeriği üzerine etkili olmamıştır. Kontrol uygulamasında sarımsak gövdesinde 28.173 mg kg<sup>-1</sup> bor bulunurken, Se<sub>y</sub> ve Se<sub>3</sub> uygulamalarında sırasıyla 22.153 ve 22.973 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Ek 9, Şekil 4.42).

#### 4.5.3 Sarımsak bitkisinin gövde/baş oranı

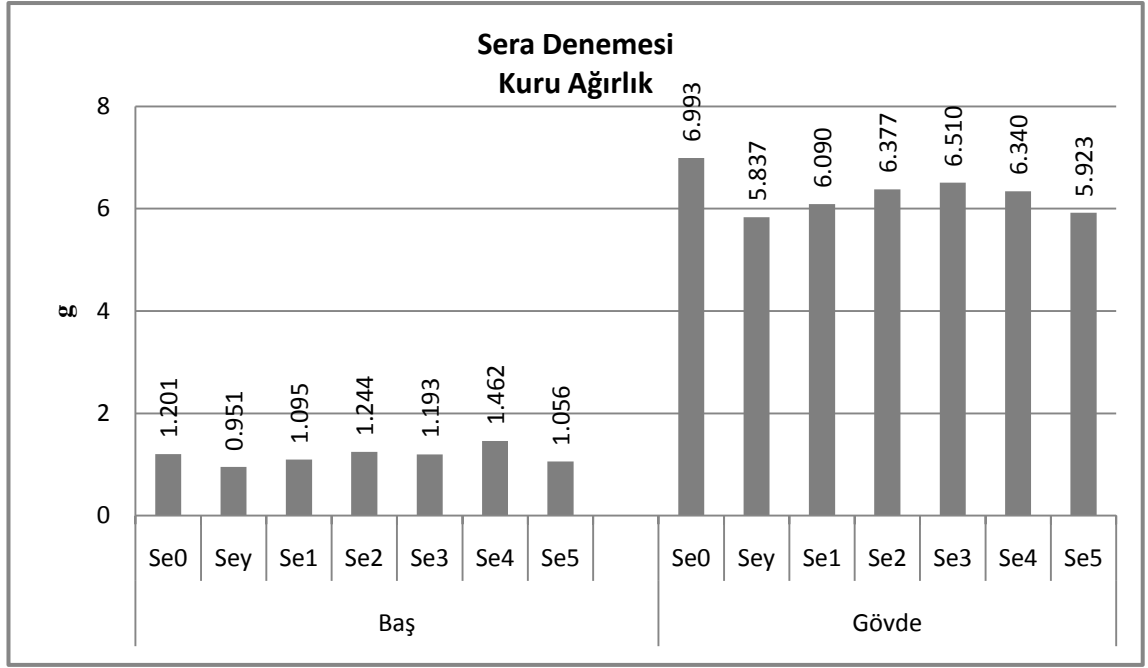
Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövde kuru ağırlığı ile gövde/baş oranı üzerine artan düzeylerde uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'de, baş ve gövde kuru ağırlığı ile gövde/baş oranına ait ortalamalar ise Ek 10 ve Şekil 4.43-45'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 ve Ek 10'un birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi sarımsak baş kuru ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken; gövde/baş oranı üzerine % 1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövde kuru ağırlığı ile gövde/baş oranı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

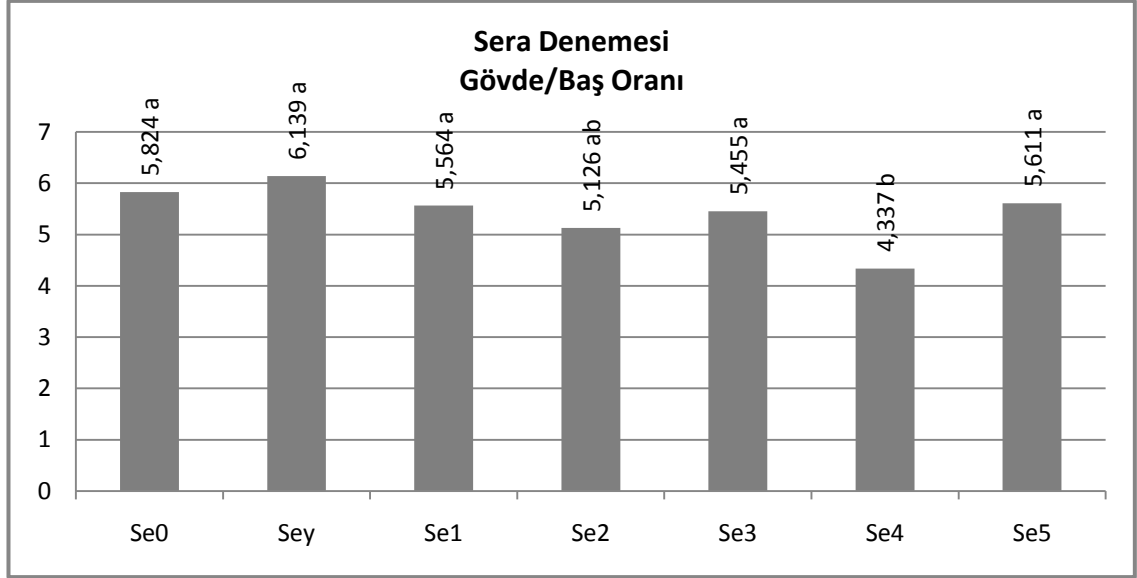
	SD	Gövde kuru ağırlığı		Baş kuru ağırlığı		Gövde/Baş Oranı	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
Uygulama	6	0.0787	2.82	0.4664	0.81	0.9976	5.97**
Hata	14	0.02795		0.5756		0.1672	
Toplam	20						

\*\* : p < 0.01



Şekil 4.43 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin kuru ağırlığı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Yapraktan uygulama ve topraktan artan düzeylerde selenyum uygulamasının sarımsak başının kuru ağırlığı ve gövdesinin kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli düzeyde bulunmamıştır. Önemli olmamakla birlikte en yüksek baş kuru ağırlıkları Se<sub>4</sub> (2.0 mg kg<sup>-1</sup> Se) uygulamasında, en yüksek gövde kuru ağırlığı ise kontrol (0 mg kg<sup>-1</sup> Se) uygulamasında görülmüştür (Ek 10, Şekil 4.43).

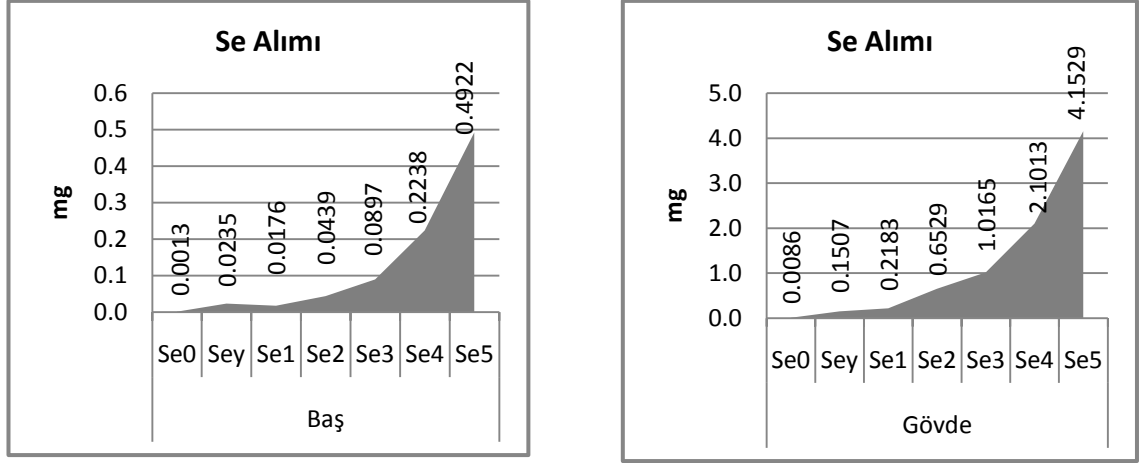


Şekil 4.44 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövde/baş oranı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Yapraktan uygulama ve topraktan artan düzeylerde uygulanan selenyum, sarımsakta gövde/baş oranını kontrole (Se<sub>0</sub>) göre yalnızca Se<sub>4</sub> (2.0 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamasında istatistiki olarak önemli (p<0.01) düzeyde azaltmış olup, diğer uygulamalara ait ortalamaların kendileri arasındaki ve kontrole göre farkı önemsiz bulunmuştur (Ek 10, Şekil 4.44).

Broyer vd. (1966) besin çözeltilisine selenit formunda 0, 0.025, 0.25, 2.5 ve 25.0 µg-atom L<sup>-1</sup> düzeylerinde selenyum ilave ederek alfalfa ve yonca bitkilerini yetiştirdikleri çalışmada; her iki bitkide de tepe ve kök veriminin, düşük Se düzeylerine göre 25 µg-atom L<sup>-1</sup> düzeyinde önemli derecede (P<0.01) daha az bulunduğunu belirlemişlerdir.

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde uygulanan Se ile birlikte baş ve gövdenin de Se alımı artış göstermiştir (Ek 10 ve Şekil 4.45).



Şekil 4.45 Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövdenin Se alımı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

#### 4.5.4 Sarımsak bitkisinin Se etkinliği (E)

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin baş, gövde ve baş+gövde kuru ağırlıklarına göre belirlenen Se etkinlikleri Ek 11’de verilmiştir.

Artan düzeylerde uygulanan Se sarımsak bitkisinin baş ve gövde kuru ağırlığında oluşturduğu değişimler istatistiki olarak önemsiz bulunmakla birlikte, baş kuru ağırlığında kontrole göre en fazla artış Se<sub>4</sub> (2.0 mg kg<sup>-1</sup> Se) uygulamasında % 21.67 ve en fazla azalma yapraktan Se uygulamasında (% 0.01, Se<sub>y</sub>) % 20.00, gövde kuru ağırlığında en fazla azalma % 16.45 ile yapraktan Se uygulamasında, toplam ağırlıkta (baş+gövde) en fazla azalma ise % 17.15 olarak yaprak uygulamasında kaydedilmiştir. Taşköprü sarımsağı Ankara koşullarında serada yetiştirildiğinde gelişme periyodunun uzamasıyla birlikte topraktaki mevcut selenyumu etkin kullanabilmesi sonucu uygulanan selenyuma olumsuz reaksiyon göstermiş, Se etkinliği yükselmiş ve kuru ağırlıkları önemsiz düzeyde azalmıştır. Kuru ağırlıklarında azalma görülen Taşköprü sarımsağında Se etkinliği 100’den büyük olmuş, topraktaki mevcut olan selenyumu etkin kullanmış ve Se uygulanmadığında diğer uygulandığı duruma oranla daha fazla gelişebilmiştir (Ek 11).

Özcan (2004) farklı çeltik genotiplerinde çinko uygulamalarının (0, 0.5, 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup>) salkım verimine etkisini araştırmış olup, Osmancık 97 genotipinde çinko uygulanmadığında 640.18 kg da<sup>-1</sup> olan salkım veriminin, 0.5 kg Zn da<sup>-1</sup> uygulaması ile % 7.57 oranında azalarak 591.69 kg da<sup>-1</sup>'a, 1.0 kg Zn da<sup>-1</sup> uygulaması ile % 11.72'lik azalma ile 565.13 kg da<sup>-1</sup>'a gerilediğini ve Osmancık 97 genotipindeki bu azalmaların toprakta bulunan mevcut çinkoyu etkin bir biçimde kullanması sonucu uygulanan çinkodan olumsuz etkilenme şeklinde açıklamanın mümkün olduğunu ve bu genotipin toprakta bulunan mevcut çinkodan en etkin yararlanan genotip olduğunu bildirmiştir.

#### **4.6 Tarla Koşullarında Yetiştirilen Sarımsak Bitkisinde Belirlenen Bazı Parametreler Üzerine Uygulanan Selenyumun Etkisi**

##### **4.6.1 Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

Tarla denemesinin kurulduğu alana ait toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.10'da toplu olarak verilmiştir.

Deneme alanı toprağı; killi tın bünyeli, toprak reaksiyonu (pH) hafif alkalın, orta kireçli, organik maddesi az ve toprak tuzsuzdur (Anonim 1988). Toplam N az, alınabilir K, S ve Cu yeterli, Ca, Mg ve Fe fazla, P ve Zn yeterli, Mn ise düşük düzeydedir (Anonymous 1990). Bitkiye yararlı B düzeyi çok azdır (Wolf 1971).

Çizelge 4.10 Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği		Birim	2008
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )		g kg <sup>-1</sup>	112.00
Elektriksel İletkenlik (EC)		mS cm <sup>-1</sup>	0.15
pH		1:2.5 (toprak:su)	7.98
Organik Madde		g kg <sup>-1</sup>	12.60
Toplam Azot (N)		g kg <sup>-1</sup>	0.60
Bitkiye yararlı	Potasyum (K)	cmol kg <sup>-1</sup>	0.42
	Kalsiyum (Ca)	cmol kg <sup>-1</sup>	27.15
	Magnezyum (Mg)	cmol kg <sup>-1</sup>	5.17
	Sodyum (Na)	cmol kg <sup>-1</sup>	0.12
	Fosfor (P)	mg kg <sup>-1</sup>	23.24
	Kükürt (SO <sub>4</sub> -S)	mg kg <sup>-1</sup>	39.9
	Bor (B)	mg kg <sup>-1</sup>	0.39
	Demir (Fe)	mg kg <sup>-1</sup>	7.06
	Çinko (Zn)	mg kg <sup>-1</sup>	1.23
	Bakır (Cu)	mg kg <sup>-1</sup>	1.52
	Mangan (Mn)	mg kg <sup>-1</sup>	6.19
	Selenyum (Se)	µg kg <sup>-1</sup>	3.36
Tekstür Sınıfı	Kil tın	Kum	% 45.27
		Silt	% 21.00
		Kil	% 33.73

#### 4.6.2 Sarımsak bitkisinde verim ve bazı kalite özellikleri

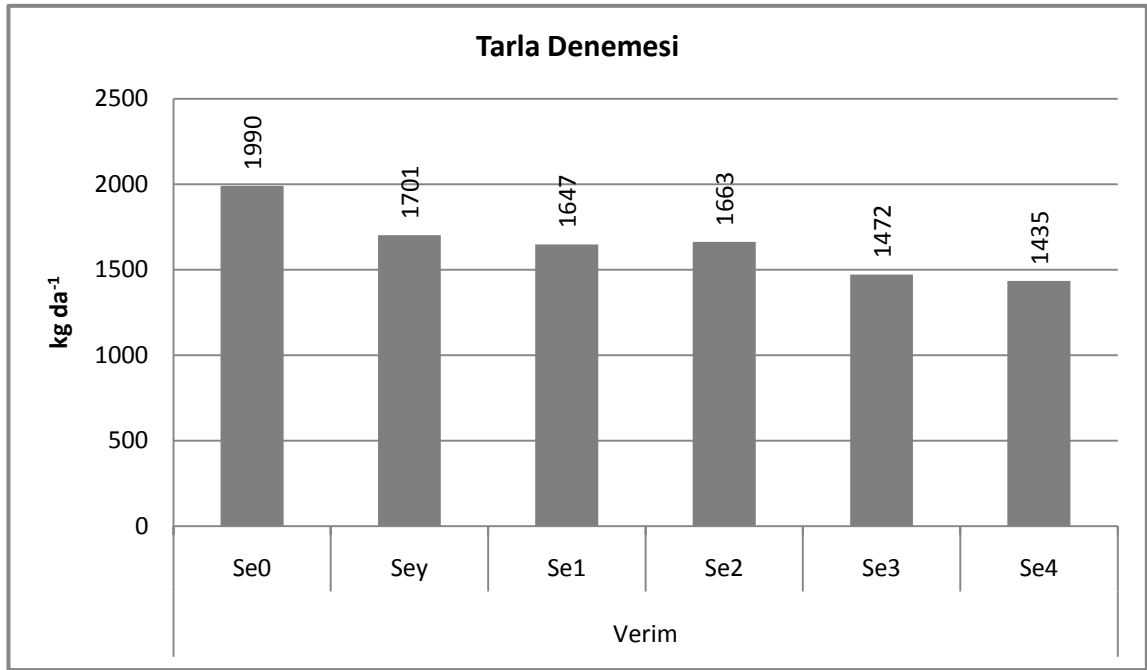
Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi, başların kül miktarı, baş çapı (dar ve geniş kenar çapı) ve yüksekliği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de, bunlara ait ortalamalar ise Ek 12 ve Şekil 4.46-48’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 ve Ek 12’nin birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi selenyum uygulamalarının, sarımsak başlarının kül miktarına etkisi istatistik olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunurken; sarımsak bitkisinin verimine, dar ve geniş kenar baş çaplarına ve baş yüksekliğine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi, başların kül miktarı, baş çapı (dar ve geniş kenar çapı) ve yüksekliği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

	SD	Verim		Kül		Dar kenar baş çapı		Geniş kenar baş çapı		Baş yüksekliği	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
UYG	5	117704	2.18	1.7318	66.4***	10.521	2.6	14.253	3.33	9.686	2.63
BLOK	2	170410	3.15	0.0139	0.53	4.601	1.14	2.271	0.53	3.621	0.98
HATA	10	54039		0.0261		4.045		4.279		3.685	
GENEL	17										

\*\*\*:p<0.001

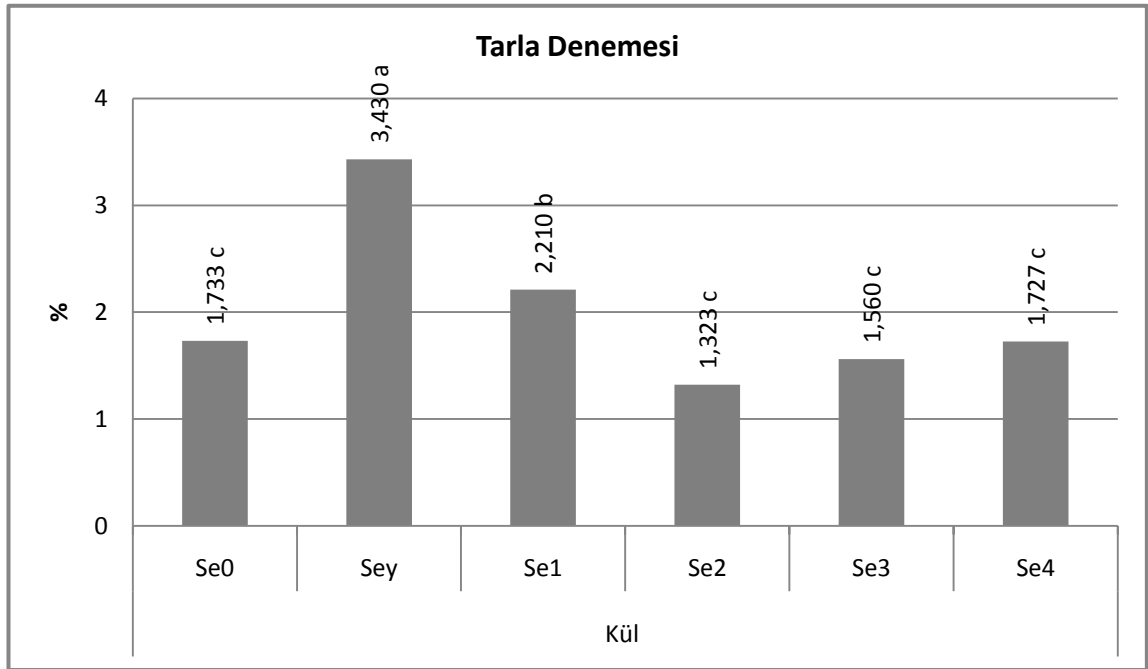


Şekil 4.46 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Selenyum uygulamaları tarla denemesinden elde edilen sarımsak bitkisinin verim düzeyini istatistiki olarak önemli derecede değiştirmemiştir. Tarla denemesinden elde edilen sarımsak bitkisinin verim düzeyi 1435.2 ile 1989.9 kg da<sup>-1</sup> değerleri arasında bulunmuştur (Ek 12, Şekil 4.46).

Kastamonu sarımsağının ortalama verim değeri 1140 kg da<sup>-1</sup> (Beşirli vd. 1994) ve 1658 kg da<sup>-1</sup> (Sabuncu 2005) olarak bulunmuştur.

Turakainen vd. (2005) Finlandiya’da patates ile yaptıkları çalışmada, uyguladıkları düşük düzeylerde (0.0035 ve 0.01 mg kg<sup>-1</sup> toprak) selenyumun, patates yaprak ve başlarının nişasta kapsamını artırdığını, selenyumla desteklenen bitkilerde oluşan ürünün nispeten az ama başların daha büyük olduğunu, selenyumun antioksidatif etkisinin başlarda kararmaya karşı direnci ve başların depo ömrünü artırdığını saptamışlardır.



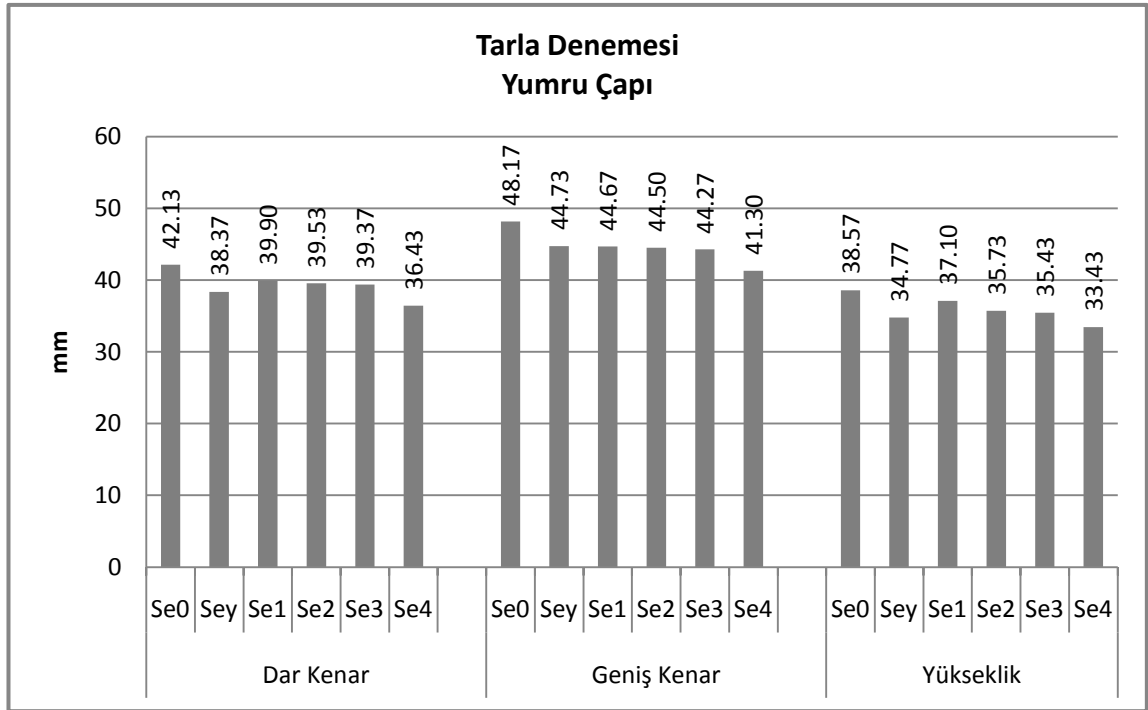
LSD<sub>Kül</sub>: 0.418

Şekil 4.47 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların kül miktarı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının kül miktarı üzerine selenyum uygulamalarından Se<sub>y</sub> (% 0.01 Se) ve Se<sub>1</sub> (12.5 g da<sup>-1</sup> Se)'in etkisi istatistiki olarak önemli (p<0.001) düzeyde bulunurken, Se<sub>2</sub> (25.0 g da<sup>-1</sup> Se) düzeyinden itibaren kül miktarında azalma olduğu ancak bu azalmanın önemsiz düzeyde olduğu gözlenmiştir. Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının kül miktarı kontrol uygulamasında

(Se<sub>0</sub>) % 1.733 olarak, Se<sub>y</sub> ve Se<sub>2</sub> uygulamalarında ise sırasıyla % 3.430 (en yüksek miktar) ve % 2.210 olarak bulunmuştur (Ek 12, Şekil 4.47).

Bayraktar (1970), havada kurutulmuş ve üst kabukları çıkarılmış sarımsağın kül içeriğinin % 1.46 olduğunu bildirmiştir. Keskin (1987)'ne göre kuru sarımsak % 1.18 kül içermektedir. Denemede elde edilen kül miktarı bahsi geçen araştırmacıların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. Sarımsak başının kül içeriğindeki artış beklenen bir durum olmakla beraber, mineral madde birikiminin arttığını göstermekte olup, yapılan gübrelemenin olumlu bir sonucu olarak nitelendirilebilmektedir.



Şekil 4.48 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların dar, geniş kenar çapları ve yükseklikleri üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak bitkisinin dar kenar baş çapları yapraktan selenyum uygulaması ve topraktan artan düzeylerde uygulanan selenyum ile birlikte kontrole göre (42.133 mm) giderek azalmış, en fazla azalış en yüksek düzey olan 100 g

da<sup>-1</sup> (36.433 mm) Se uygulamasında görülmüş ancak bu durum istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır (Ek 12, Şekil 4.48).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının geniş kenar baş çapı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi kontrol uygulamasına (Se<sub>0</sub>) göre istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte; Se düzeyi arttıkça başlarının geniş kenar baş çapı da giderek azalma göstermiştir. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) başların geniş kenar baş çapı 48.167 mm olurken, en düşük değer Se<sub>4</sub> (100.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasında 41.300 mm olarak belirlenmiştir (Ek 12, Şekil 4.48).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başların yüksekliği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi kontrol uygulamasına (Se<sub>0</sub>) göre istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte; Se düzeyi arttıkça dar ve geniş kenar baş çaplarında olduğu gibi başların yüksekliği de giderek azalma göstermiştir. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) başların yüksekliği 38.567 mm olurken, en düşük değer Se<sub>4</sub> (100.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasında 33.433 mm olarak belirlenmiştir (Ek 12, Şekil 4.48).

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin baş ağırlığı, büyük diş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, küçük diş sayısı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de, bunlara ait ortalamalar ise Ek 13 ve Şekil 6.49-51’de verilmiştir.

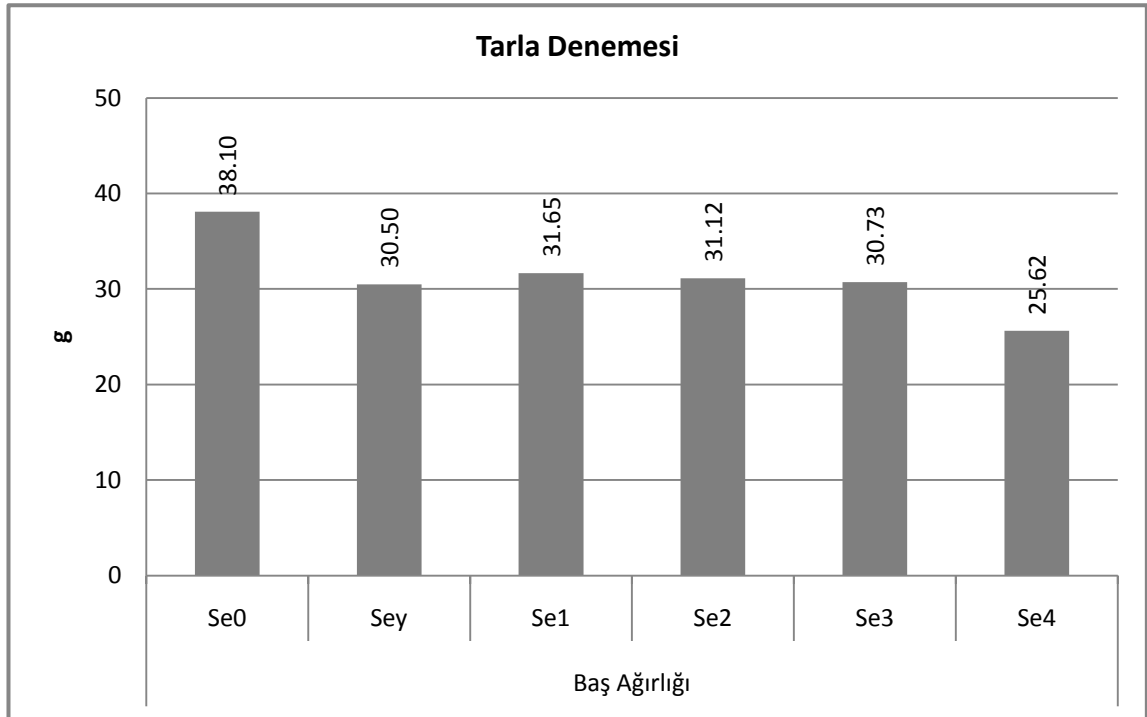
Çizelge 4.12 ve Ek 13’ün birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi selenyum uygulamalarının sarımsak bitkisinin büyük diş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak % 1 ve küçük diş sayısı üzerine % 5 düzeyinde önemli bulunurken; baş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin baş ağırlığı, büyük diş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, küçük diş sayısı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

	SD	Baş ağırlığı		Büyük diş ağırlığı		Küçük diş ağırlığı	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
UYG	5	47.8	2.63	0.43904	7.55 **	0.16226	2.02
BLOK	2	14.06	0.77	0.09721	1.67	0.05472	0.68
HATA	10	18.2		0.05817		0.08029	
GENEL	17						
	SD	Küçük diş sayısı		Büyük diş sayısı		Toplam diş sayısı	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
UYG	5	3.854	3.48 *	1.746	1.02	1.556	0.42
BLOK	2	2.109	1.9	1.069	0.62	3.727	1.01
HATA	10	1.109		1.714		3.679	
GENEL	17						

\*:p<0.05

\*\*:p<0.01

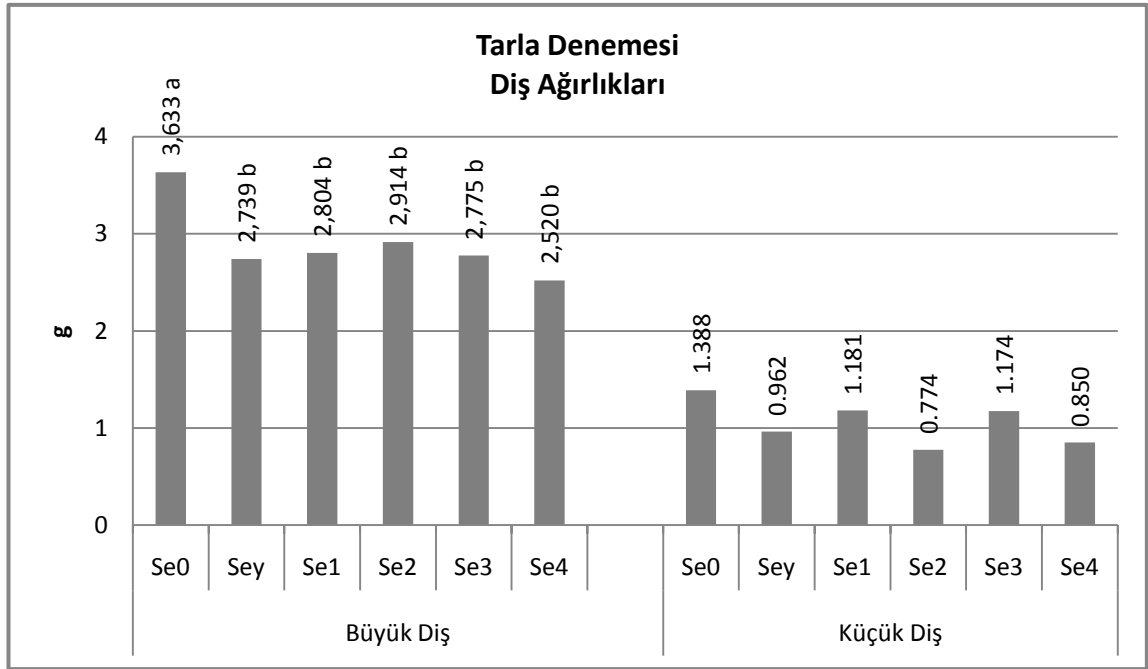


Şekil 4.49 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ağırlığı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başların ağırlığı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi kontrol uygulamasına (Se<sub>0</sub>) göre istatistiki olarak önemsiz

olmakla birlikte; Se düzeyi arttıkça dar ve geniş kenar baş çaplarında ve yüksekliklerinde olduğu gibi başların ağırlığı da giderek azalma göstermiştir. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) başların ağırlığı 38.103 g olurken, en düşük değer Se<sub>4</sub> (100.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasında 25.620 g olarak belirlenmiştir (Ek 13, Şekil 4.49).

Artık ve Poyrazoğlu (1994) yaptıkları çalışmada Taşköprü sarımsağının baş ağırlıklarının 12.56-50.18 g arasında değiştiğini ve ortalama olarak 30.85 g olduğunu belirlemişlerdir.



LSD Büyük diş ağırlığı: 0.624

Şekil 4.50 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde büyük ve küçük diş ağırlığı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

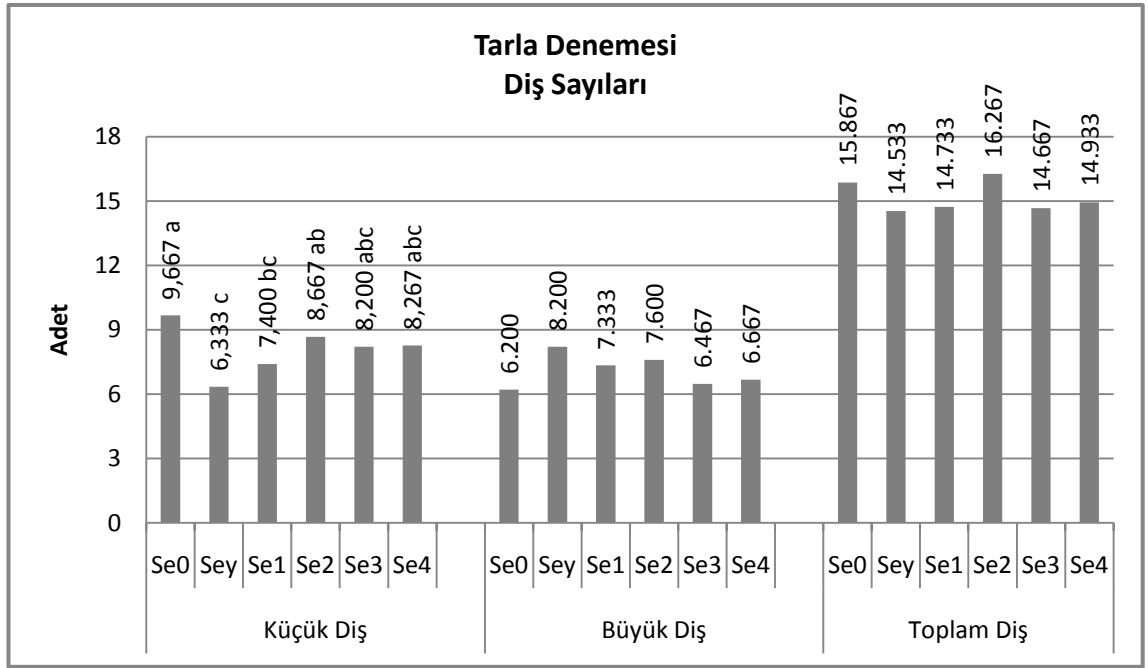
Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının büyük diş ağırlığı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi kontrol uygulamasına (Se<sub>0</sub>) göre istatistiki olarak önemli (p<0.01) bulunmuş ve Se düzeyi arttıkça sarımsak başlarının büyük diş ağırlığı da giderek azalma göstermiştir. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) büyük diş ağırlığı 3.633 g

olurken, en düşük değer Se<sub>4</sub> (100.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasında 2.520 g olarak belirlenmiştir (Ek 13, Şekil 4.50).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının küçük diş ağırlığı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi kontrol uygulamasına (Se<sub>0</sub>) göre istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte; Se düzeyi arttıkça küçük diş ağırlığı da giderek azalma göstermiştir. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) küçük diş ağırlığı ağırlığı 1.388 g olurken, en düşük değer Se<sub>2</sub> (25.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasında 0.774 g olarak belirlenmiştir (Ek 13, Şekil 4.50).

Sabuncu (2005) yaptığı araştırmada Taşköprü sarımsağının büyük ve küçük diş ağırlıkları üzerine çinko uygulamalarının (0, 0.5, 1, 2 kg da<sup>-1</sup>) etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığını, Büyük diş ağırlığının 0.5 kg da<sup>-1</sup> Zn uygulamasında % 3.2 oranında azaldığını, diğer uygulamalarda değişim görülmediğini ve ortalama büyük diş ağırlığının 3.1 g olduğunu bulmuştur. Aynı araştırıcı küçük diş ağırlığının 0.5 kg da<sup>-1</sup> Zn uygulamasında değişmezken, 0.5 kg da<sup>-1</sup> Zn uygulamasında % 9.1 oranında artış gösterdiğini, 2 kg da<sup>-1</sup> Zn düzeyinde ise % 9.1 oranında azaldığını saptamıştır.

Beşirli vd. (1994), Kastamonu sarımsağında ortalama baş ağırlığını 22.8 g, diş ağırlığını 1.7 g, diş sayısı 12.1 olarak belirlerken verim değerini 1140 kg/da olarak bulmuşlardır. Zepeda vd. (1997), Meksika'da klon seleksiyonu metodu ile yürüttükleri Sarımsak Islah Programı kapsamında 8 yeni sarımsak çeşidi geliştirmişler ve bu çalışmada ana seleksiyon kriteri olarak bir başta bulunan diş sayısı esas alınmış, verim ve diş iriliğinin çeşit kalitesini belirleyen iki önemli faktör olduğu vurgulanmıştır.



LSD Küçük diş sayısı: 1.916

Şekil 4.51 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde büyük, küçük ve toplam diş sayıları üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının küçük diş ağırlığı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunurken küçük diş sayısında görülen azalma kontrol uygulamasına (Se<sub>0</sub>) göre Se<sub>1</sub> ve Se<sub>y</sub> düzeylerinde önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde olmuştur. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) küçük diş sayısına ait ortalama 9.667 olurken, Se<sub>y</sub> uygulamasında 6.333 ve Se<sub>1</sub> uygulamasında 7.400 olarak belirlenmiştir (Ek 13, Şekil 4.51).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının büyük diş sayısı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte; büyük dişlerin ağırlığı önemli düzeyde ( $p < 0.01$ ) azalırken sayısı kontrole göre artış göstermiştir. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) büyük diş sayısına ait ortalama 6.200 olurken, en düşük değer Se<sub>3</sub> (50.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasında 6.467, en yüksek değer ise yapraktan Se uygulamasında (Se<sub>y</sub>, % 0.01) 8.200 olarak belirlenmiştir (Ek 13, Şekil 4.51).

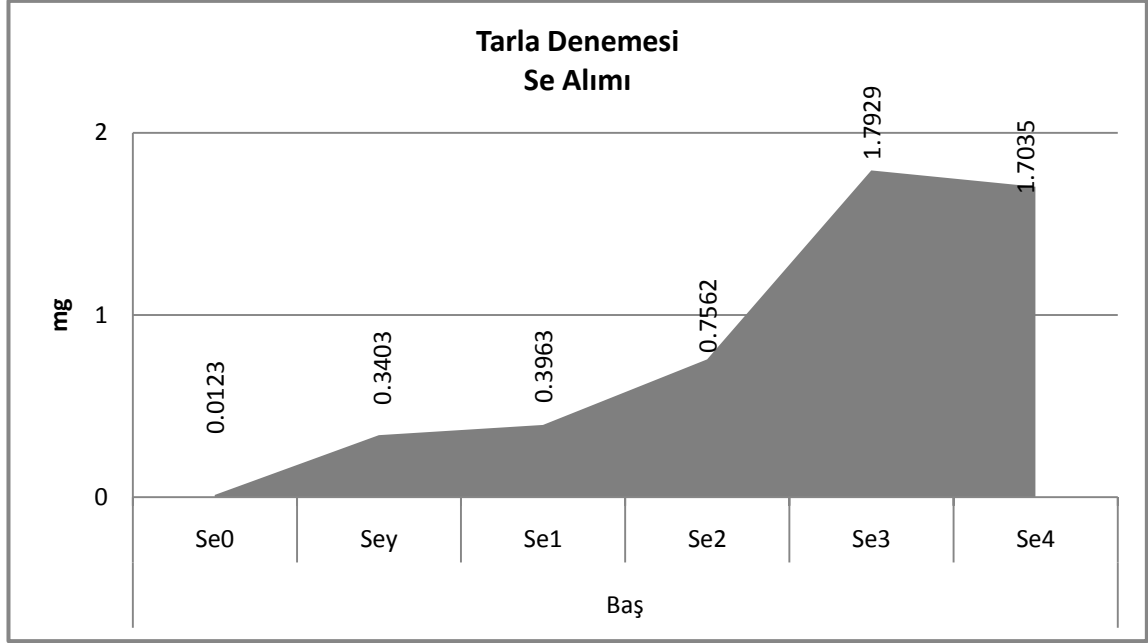
Artık ve Poyrazoğlu (1994) yaptıkları çalışmada, Kastamonu sarımsağının buyk diş sayısının 1-13 arasında değişip ortalamasının 5 olduğunu, küçük diş sayısının 2-16 arasında değişip ortalamasının 8 olduğunu ve toplam diş sayısının da 6-20 arasında değiştiğini, ortalamasının da 13 olduğunu belirlemişlerdir.

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının toplam diş sayısı üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte; Se<sub>2</sub> (25.0 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasının haricinde diğer Se uygulamalarında toplam diş sayısında azalma görülmüştür. Kontrol uygulamasında (Se<sub>0</sub>) toplam diş sayısına ait ortalama 15.867 olurken, Se<sub>2</sub> uygulamasında 16.267 olarak bulunmuş ve diğer uygulamalarda toplam diş sayısına ait ortalamaların 14.533 ile 14.933 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 13, Şekil 4.51).

Eriş (1994) sarımsaklarda baş ve diş oluşumu sırasında meydana gelen morfolojik değişimler ve ağırlık artışı seyrini araştırmış, Tekirdağ koşullarında, Babaeski, Balıkesir, Konya ve Taşköprü sarımsakları ile yürütülen çalışmada, diş oluşumunun başlamasıyla beraber bitkilerde de ağırlık artışının olduğu belirlemiş ve Kastamonu sarımsağının ortalama diş sayısı 13.5 adet olarak belirlemiştir.

Voss vd. (1997), çoğunluğu Sovyet Rusya, Polonya, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri, Yugoslavya, İşpanya, Almanya, Çin ve Güney Amerika'dan olmak üzere 25 ayrı ülkeden topladıkları 200'den fazla sarımsak materyalinin morfolojik özelliklerini belirledikleri çalışma sonucunda, incelenen sarımsak tiplerinde ortalama diş sayısının 7-13, baş ağırlığının 15-55 g, diş ağırlığının 1.1-4.6 g olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar yalnız Kaliforniya sarımsak çeşitlerinde diş ve baş özelliklerinin farklı olduğunu, ortalama diş ağırlığının 3.7-6.5, diş sayısının 10-18 ve baş ağırlığının ise 60-105 g olduğunu bildirmişlerdir.

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde uygulanan Se ile birlikte başların Se alımı da artış göstermiştir (Ek 14 ve Şekil 4.52).



Şekil 4.52 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se alımı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Shane vd. (1988) yaptıkları bir çalışmada, değerlendirilen sebzeler arasında brokoli (*Brassica oleracea* var. Early One), soğan (*Allium cepa*) ve marulun (*Lactuca sativa*) en yüksek düzeyde Se aldığını belirlemişlerdir.

#### 4.6.3 Sarımsak bitkisinde başların besin maddesi içeriği

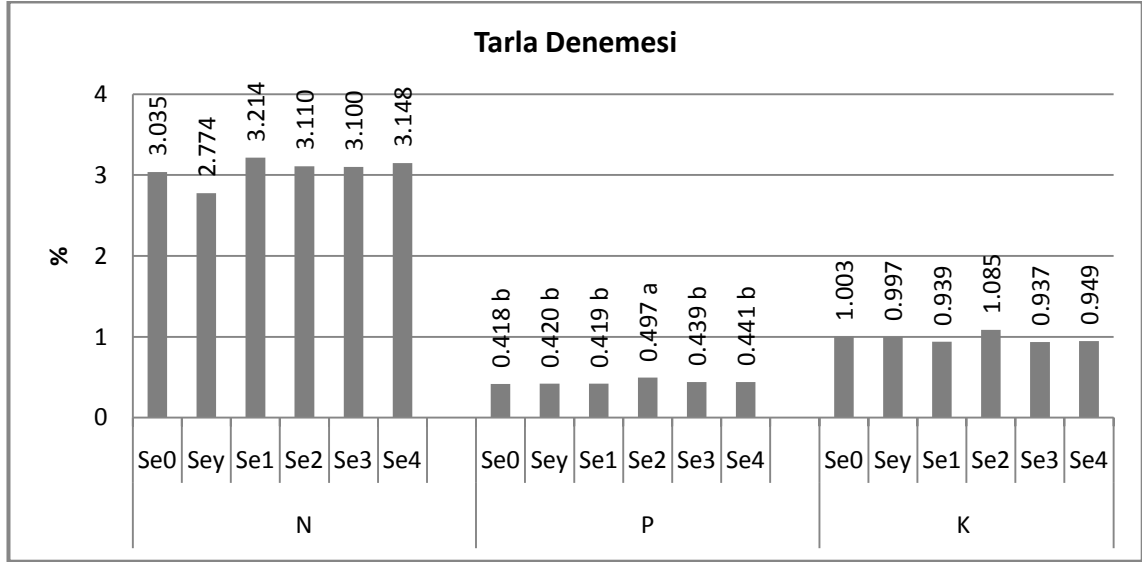
Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başın N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de, N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine ait ortalamalar ise Ek 15 ve Şekil 4.53-54'de verilmiştir.

Çizelge 13 ve Ek 15'in birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi sarımsak başının N, K ve Ca içeriği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken, P ve Mg içeriğine % 1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 13).

Çizelge 4.13 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

	SD	N		P		K		Ca		Mg	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
UYG	5	0.07066	1.77	0.0027576	6.24**	0.009681	2.12	0.00007837	2.79	0.00005760	7.2**
BLOK	2	0.01079	0.27	0.0003154	0.71	0.001871	0.41	0.000018	0.64	0.00002600	3.25
HATA	10	0.04001		0.0004417		0.004577		0.00002807		0.00000800	
GENEL	17										

\*\* : p < 0.01



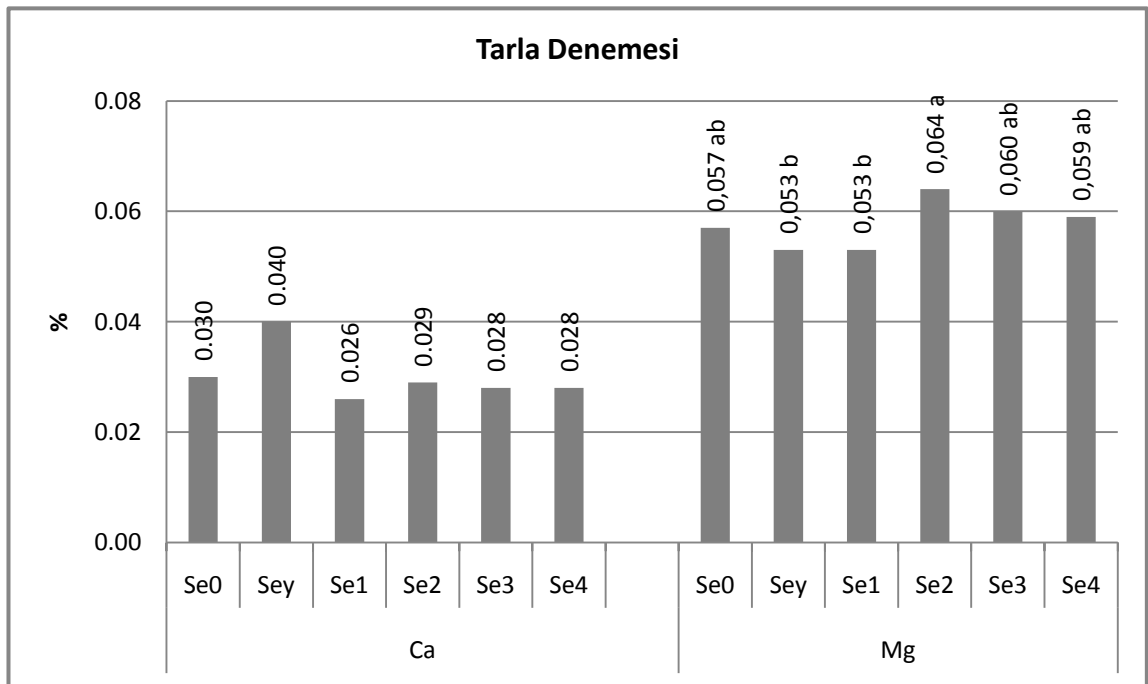
LSD<sub>p</sub> : 0.054

Şekil 4.53 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P ve K içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının azot içeriği kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulamasına göre topraktan Se uygulamalarında artış gösterirken yapraktan Se uygulamasında (Se<sub>y</sub>) azalma kaydedilmiş ancak bu değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte tarla denemesinde kontrol uygulamasında azot içeriği 30.353 g kg<sup>-1</sup> bulunurken; en düşük azot içeriği Se<sub>y</sub> uygulamasında 27.743 g kg<sup>-1</sup> olarak, en yüksek azot içeriği ise Se<sub>1</sub> uygulamasında 32.143 g kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Ek 15, Şekil 4.53).

Tarla denemesinde selenyum uygulamalarının sarımsak başlarının fosfor içeriği üzerine istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) etkisinin  $25 \text{ g da}^{-1}$  ( $\text{Se}_2$ ) düzeyinde ortaya çıktığı belirlenmiş olup, diğer Se uygulamalarının sarımsak başının fosfor içeriğinde oluşturduğu artışların önemsiz olduğu görülmüştür. Sarımsak başlarının fosfor içeriğinin % 0.418 ( $\text{Se}_0$ ) ile % 0.497 ( $\text{Se}_2$ ) düzeyleri arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Ek 15, Şekil 4.53).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının potasyum içeriği kontrol ( $\text{Se}_0$ ) uygulamasına göre  $25 \text{ g da}^{-1}$  ( $\text{Se}_2$ ) uygulamasında artış gösterirken diğer Se uygulamalarında azalma kaydedilmiş ancak bu değişimler istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. İstatistiki olarak önemli olmamakla birlikte tarla denemesinde kontrol uygulamasında potasyum içeriği % 1.003 bulunurken; en düşük potasyum içeriği  $\text{Se}_3$  uygulamasında % 0.937 olarak, en yüksek potasyum içeriği ise  $\text{Se}_2$  uygulamasında % 1.085 olarak belirlenmiştir (Ek 15, Şekil 4.53).



LSD<sub>Mg</sub>: 0.007

Şekil 4.54 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının kalsiyum içeriği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuş olup, sarımsak başlarının kalsiyum içeriğinin % 0.026 ile % 0.040 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır (Ek 15, Şekil 4.54).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının Mg içeriği incelendiğinde; Se uygulamalarının tümünün kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli olmadığı, Se<sub>2</sub> uygulaması ile Se<sub>y</sub> ve Se<sub>1</sub> uygulamaları arasındaki farkın ise % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Selenyum uygulamalarından Se<sub>y</sub> ve Se<sub>1</sub> düzeylerinde benzer etki ile kontrole göre bir azalma görülürken, Se<sub>2</sub> düzeyinden itibaren sarımsak başlarının Mg içeriğinde artış olmuş ancak bu değişimler istatistiki düzeyde önem göstermemiştir (Ek 15, Şekil 4.54).

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin başlarında Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de, Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Na içeriklerine ait ortalamalar ise Ek 16 ve Şekil 4.55-59’da verilmiştir.

Çizelge 4.14 ve Ek 16’nın birlikte incelenmesinden anlaşılacağı gibi selenyum uygulamalarının sarımsak başlarının S ve B içeriğine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunurken; Se, Fe ve Mn içeriğine etkisi istatistiki olarak % 0.1, Cu içeriğine % 1 ve Zn içeriği üzerine de % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

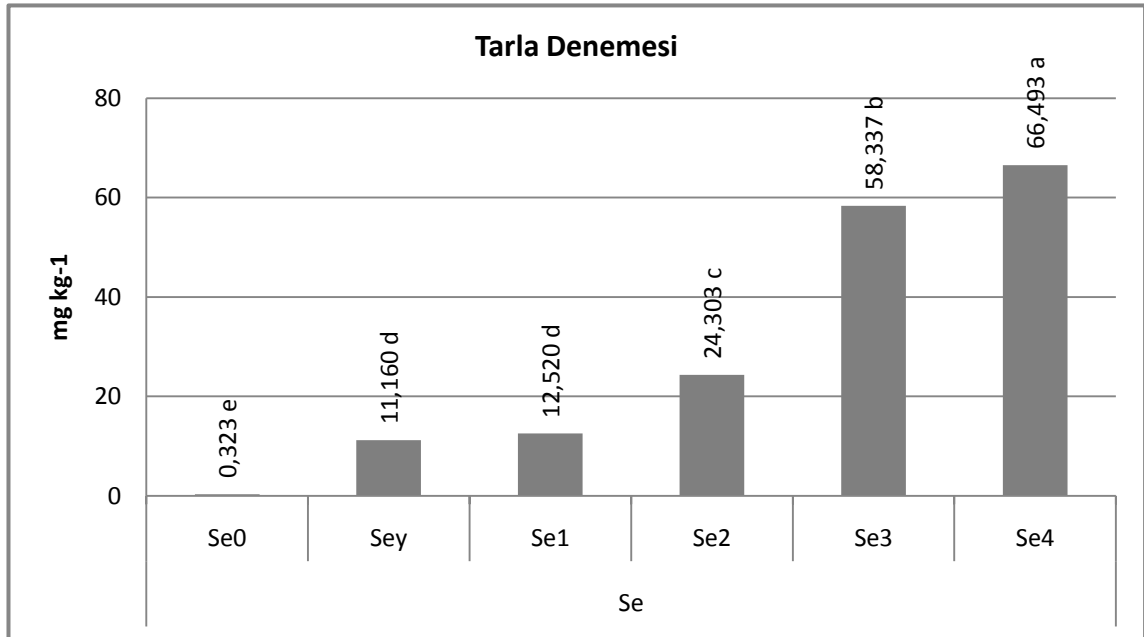
Çizelge 4.14 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin başlarında Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

	SD	Se		S		Fe		Cu	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
UYG	5	2220.3	870.12 ***	0.5748	1.14	1913.1	62.04 ***	1.917	12.02 **
BLOK	2	2.4	0.424	0.2097	0.42	67.7	2.19	0.1413	0.89
HATA	10	2.6		0.5045		30.8		0.1595	
GENEL	17								
	SD	Zn		Mn		B		Na	
		Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F	Kareler Ortalaması	F
UYG	5	5.12	4.71 *	2.0357	117.06 ***	0.009739	1.14	25.202	6.7 **
BLOK	2	0.957	0.88	0.0267	1.54	0.005339	0.62	16.676	4.44
HATA	10	1.086		0.0174		0.008559		3.759	
GENEL	17								

\*:p<0.05

\*\*:p<0.01

\*\*\*:p<0.001



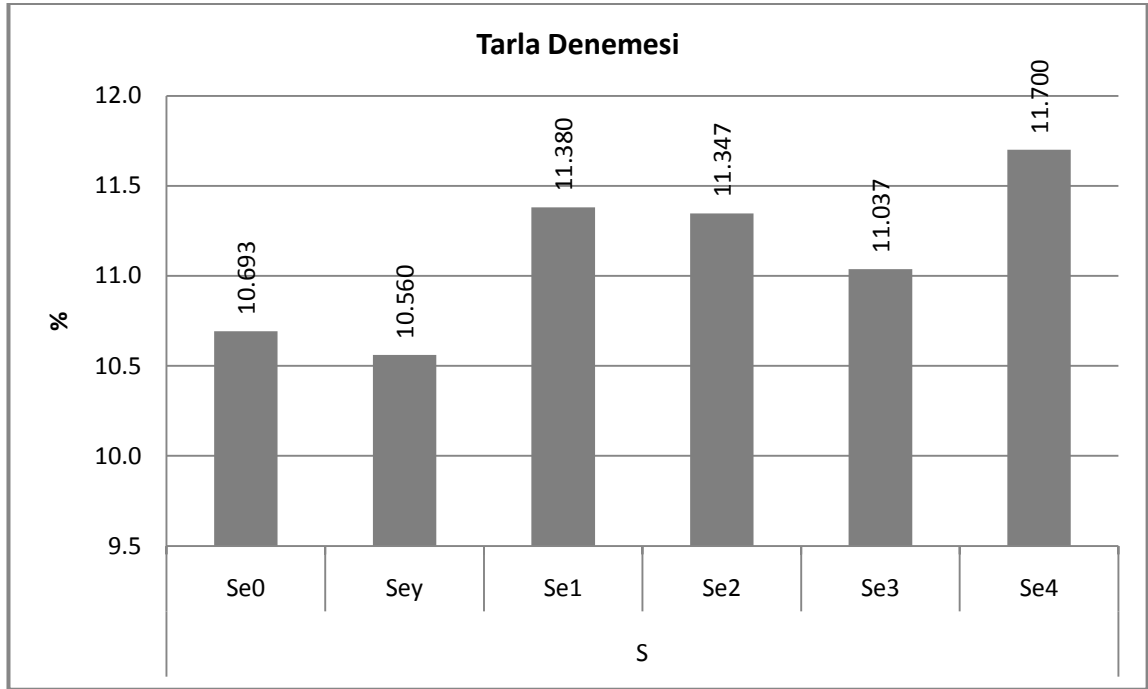
LSD<sub>Se</sub>: 4.173

Şekil 4.55 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının selenyum içeriği incelendiğinde; yapraktan selenyum uygulamasıyla ve topraktan yapılan tüm uygulamalarda Se düzeyi arttıkça sarımsak başlarında Se içeriğinde artış olduğu dikkati çekmiştir (Şekil 4.55). Yapraktan Se uygulamasıyla (Se<sub>y</sub>, % 0.01 Se) topraktan en düşük düzeyde selenyum

(Se<sub>1</sub>, 12.5 g da<sup>-1</sup> Se) uygulamasının etkisi aynı olurken, bu uygulamalar ile sarımsak başlarının Se içeriğinde meydana gelen artışlar kontrol (Se<sub>0</sub>) uygulamasına göre önemli bulunmuştur. Yapılan tüm Se uygulamaları sarımsak başlarının Se içeriğini kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli (p<0.001) düzeyde artırmıştır. Selenyum uygulanmadığında (Se<sub>0</sub>) 0.323 mg kg<sup>-1</sup> olan ortalama selenyum içeriği; Se<sub>y</sub> uygulaması ile 11.160 mg kg<sup>-1</sup>'a, topraktan Se<sub>1</sub> uygulaması ile 12.520 mg kg<sup>-1</sup>'a, Se<sub>2</sub> uygulaması ile 24.303 mg kg<sup>-1</sup>'a, Se<sub>3</sub> uygulaması ile 58.337 mg kg<sup>-1</sup>'a ve Se<sub>4</sub> uygulaması ile 66.493 mg kg<sup>-1</sup>'a yükselmiştir. Selenyum uygulamalarının tamamında sarımsak başlarının Se içeriğine ait ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Ek 16, Şekil 4.55).

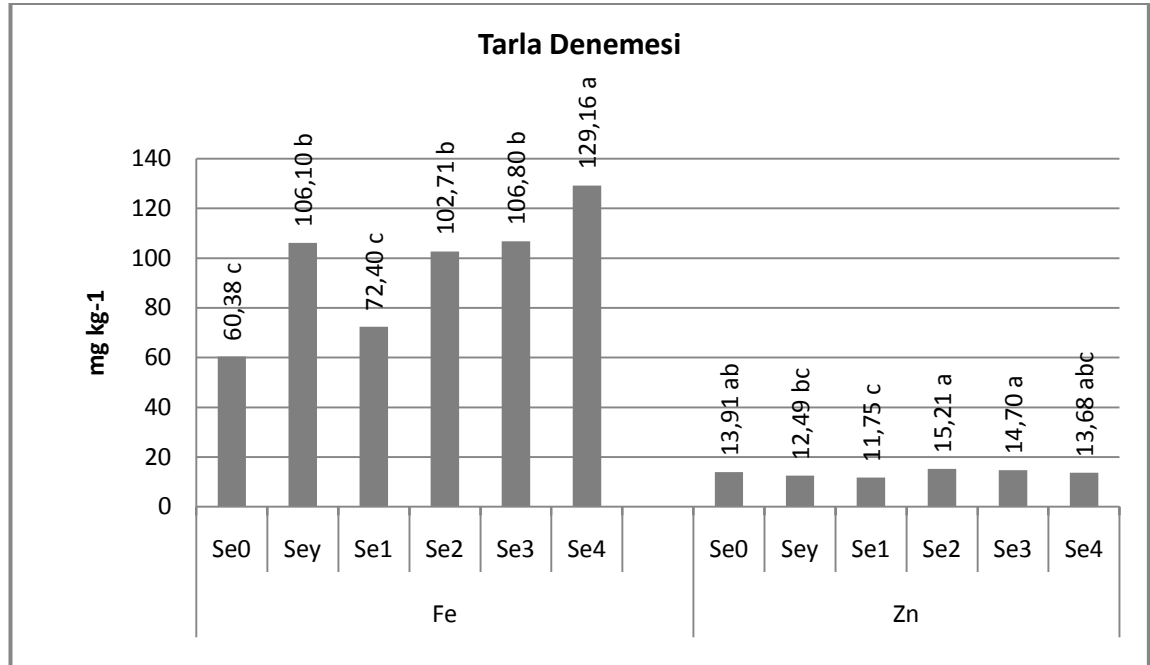
İslah edilmiş selenyumlu toprakta yetişen hardal ve ıspanak yapraklarının 2.00-32.60 mg kg<sup>-1</sup> Se biriktirdiği ve bu miktarın kesinlikle risk taşıdığı, Se'ca zengin topraklarda yetişen yapraklı sebzelerin tüketiminin güvenli olmadığı Saggoo vd. (2004) tarafından vurgulanmıştır.



Şekil 4.56 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların S içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının kükürt içeriği kontrol ( $Se_0$ ) uygulamasına göre yapraktan Se uygulamasında bir miktar azalma gösterirken, topraktan uygulamaların tamamında Se içeriğine benzer şekilde kontrole göre artışlar kaydedilmiş ancak bu değişimler istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. İstatistiki olarak önemli olmamakla birlikte tarla denemesinde kontrol uygulamasında kükürt içeriği % 10.693 bulunurken; Se uygulamalarında sarımsak başlarının kükürt içeriğinin % 10.560 ( $Se_y$ ) ile % 11.700 ( $Se_4$ ) değerleri arasında olduğu belirlenmiştir (Ek 16, Şekil 4.56).

Tarla denemesi sonucunda uygulanan Se düzeyi arttıkça sarımsak başlarının Se içeriği önemli düzeyde artarken, S içeriğinde de istatistiki olarak önemsiz olsada bir miktar artış gözlenmiştir. Kopsell ve Randle (1997a) başlangıçta  $Se$ 'un  $SO_4^{2-}$  alımı ve taşınımını azalttığı sanılmakla (Ferrari ve Renosto 1972) birlikte bitkinin gelişip olgunlaşmasına bağlı olarak  $SeO_4^{2-}$  düzeyi arttıkça  $SO_4^{2-}$  tüketiminin de lineer olarak arttığını bildirmişlerdir.



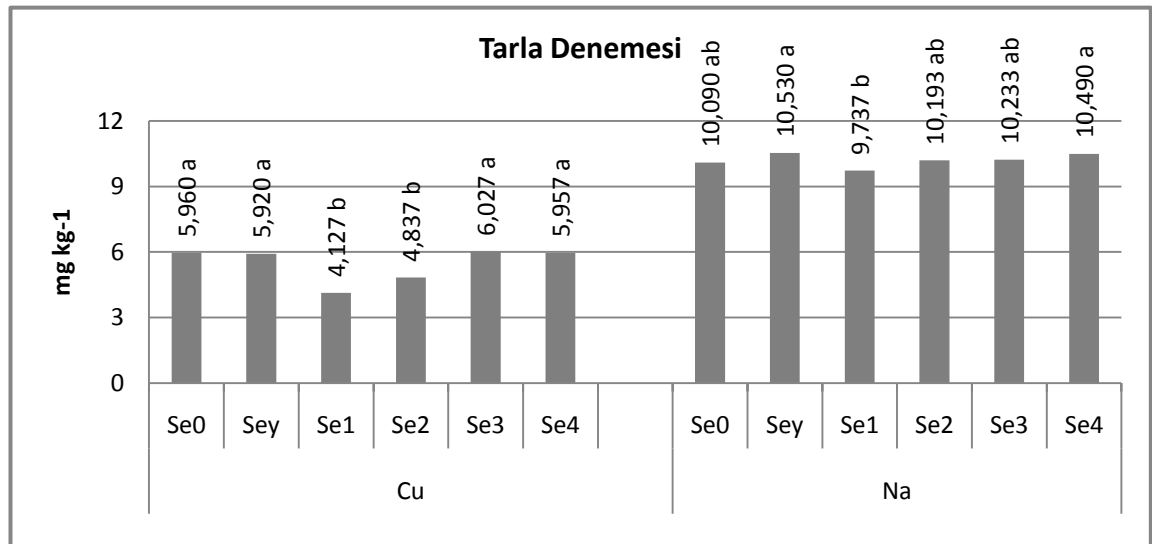
LSD<sub>Fe</sub>: 14.36

LSD<sub>Zn</sub>: 1.90

Şekil 4.57 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Fe ve Zn içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının demir içeriği kontrol ( $Se_0$ ) uygulamasına göre en düşük selenyum düzeyinde ( $Se_1$ ,  $12.5 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ) etkilenmezken; yapraktan Se uygulamasıyla ve topraktan uygulanan selenyum düzeyi yükseldikçe sarımsak başlarının demir içeriği de giderek artmış ve en yüksek Se düzeyinde ( $Se_4$ ,  $100.0 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ) en fazla miktarda bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Tarla denemesinde sarımsak başlarının demir içeriği kontrol ( $Se_0$ ),  $Se_y$  (% 0.01 Se),  $Se_1$  ( $12.5 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ),  $Se_2$  ( $25.0 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ),  $Se_3$  ( $50.0 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ) ve  $Se_4$  ( $100.0 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ) uygulamalarında sırasıyla 60.38, 106.1, 72.40, 102.71, 106.8 ve 129.16  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Yapraktan selenyum ( $Se_y$ , % 0.01 Se) uygulaması topraktan  $Se_2$  ( $25.0 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ) ve  $Se_3$  ( $50.0 \text{ g da}^{-1} \text{ Se}$ ) uygulamalarına benzer etki göstererek tarla denemesinde sarımsak başlarının Fe içeriğini önemli (% 0.1) düzeyde artırmıştır (Ek 16, Şekil 4.57).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının çinko içeriğinde yalnızca  $Se_1$  uygulaması ile kontrole göre önemli (% 5) derecede azalma göstermiş, diğer uygulamalarda görülen azalış ve artışlar önemli bulunmamıştır. Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının çinko içeriği kontrol uygulamasında ( $Se_0$ )  $13.91 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunurken, selenyum uygulandığı durumda  $11.75$  ( $Se_1$ ) ile  $15.21 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $Se_2$ ) arasında değiştiği kaydedilmiştir (Ek 16, Şekil 4.57).



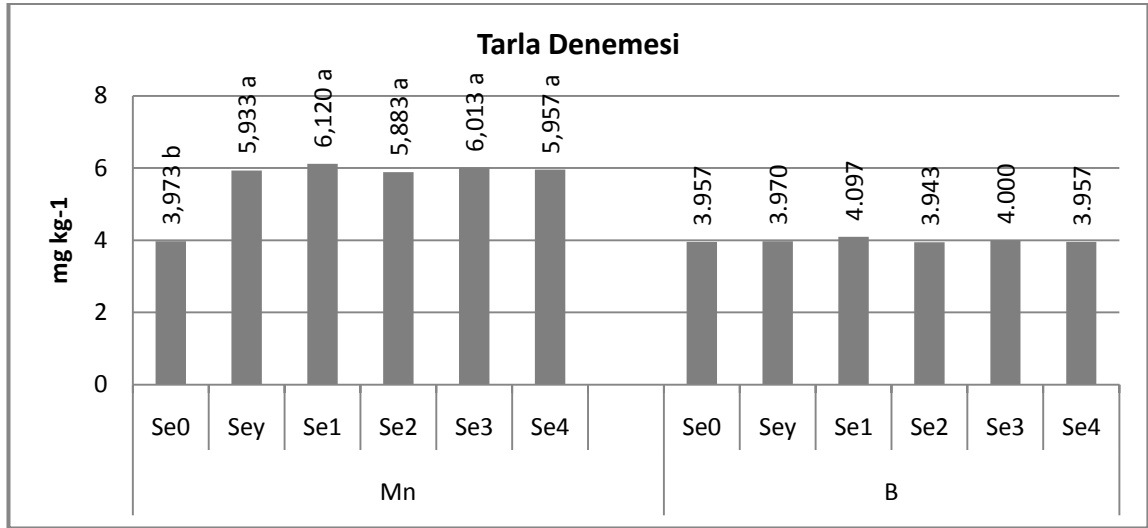
LSD<sub>Cu</sub>: 1.034

LSD<sub>Na</sub>: 5.017

Şekil 4.58 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Cu ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının bakır içeriği  $Se_1$  ve  $Se_2$  uygulamaları ile kontrol ( $Se_0$ ) uygulamasına göre önemli ( $p<0.01$ ) düzeyde azalırken diğer selenyum uygulamalarının sarımsak başlarının bakır içeriğini önemli derecede etkilemediği bulunmuştur. Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının bakır içeriğinin 4.127 ile 6.027  $mg\ kg^{-1}$  arasında değiştiği saptanmıştır (Ek 16, Şekil 4.58).

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının Na içeriği incelendiğinde; Se uygulamalarının tümünün kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli olmadığı,  $Se_1$  uygulaması ile  $Se_y$  ve  $Se_4$  uygulamaları arasındaki farkın ise % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Selenyum uygulamalarından  $Se_1$  düzeyi haricinde yapraktan Se uygulamasıyla ( $Se_y$ , % 0.01 Se) ve topraktan uygulanan Se düzeyi arttıkça Na içeriğinde de bir artış meydana gelmiş ancak bu değişimler kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında önemli bulunmamıştır. Başka bir deyişle tarla denemesinde selenyum uygulamalarının, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında sarımsak başlarının Na içeriğini önemli derecede etkilemediği görülmüştür (Ek 16, Şekil 4.58).



LSD<sub>Mn</sub>: 0.341

Şekil 4.59 Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının mangan içeriği üzerine selenyum uygulamalarının etkisi olumlu yönde ve istatistiki olarak önemli ( $p<0.001$ ) düzeyde

olmuştur. Tarla denemesinde selenyum uygulamalarının etkisiyle kontrole göre tüm uygulamalarda sarımsak başlarının Mn içeriği önemli düzeyde artmış, selenyum uygulama düzeylerinin kendi aralarında olan farkları ise önemsiz bulunmuştur. Tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının mangan içeriği kontrol uygulamasında ( $Se_0$ )  $3.973 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunurken, selenyum uygulandığı durumda ortalamalar arasında önemli fark olmamakla birlikte  $5.883$  ( $Se_2$ ) ile  $6.120 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $Se_1$ ) arasında değiştiği kaydedilmiştir (Ek 16, Şekil 4.59).

Selenyum uygulamaları tarla denemesinden elde edilen sarımsak başlarının bor içeriğini istatistiki olarak önemli derecede değiştirmemiştir. Selenyum uygulamaları ile tarla denemesinde sarımsak başlarının bor içeriğinde gerçekleşen artışlar önemli bulunmamakla birlikte bu değerler kontrol uygulamasında ( $Se_0$ )  $3.957 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunurken, selenyum uygulandığı durumda  $3.943$  ( $Se_2$ ) ile  $4.097 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $Se_1$ ) arasında değiştiği kaydedilmiştir (Ek 16, Şekil 4.59).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye’de en fazla sarımsak tarımı yapılan 7 farklı ilden eşzamanlı olarak toprak ve sarımsak örnekleri alınarak, selenyum içeriklerinin belirlenmesi, toprak özellikleri ile selenyum yayırlılığı arasındaki ilişkilerin ortaya konulması ve sarımsağın selenyum ile zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. İnsan ve hayvan beslenmesinde antioksidan özelliği nedeniyle önemli bir yere sahip olan selenyum ile sarımsak bitkisinin selenyumca zenginleştirilmesi ve böylece sentetik ürünler yerine selenyumun sarımsak ile doğal yoldan alınması olanağının araştırılması da çalışmanın amaçları içerisinde yer almaktadır.

Bu araştırma kapsamında, Türkiye’de en fazla sarımsak tarımı yapılan Kastamonu, Balıkesir, Kırklareli, Kahramanmaraş, Antalya, Karaman ve Muğla illerinden alınan toprak ve bitki (sarımsak) örneklerinde yapılan bazı analizleri içeren Survey çalışması ile selenyumca zenginleştirme çalışmalarını içeren ve bazı element analizleri ile kalite özelliklerinin belirlendiği sera ve tarla koşullarında yürütülmüş olan denemeler yer almıştır.

Araştırma sonuçlarına göre:

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilden alınan topraklarda önemli fosfor, çinko, mangan, bor noksanlığına rastlanmıştır. Noksanlığı görülen bu besin maddelerinin, yapılacak olan gübreleme programına alınması yararlı olacaktır.

Sarımsak tarımı yapılan toprakların bitkiye yayırlı selenyum içeriklerinin; 1.32 ile 11.16  $\mu\text{g kg}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiş ve ortalama olarak 4.354  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olduğu bulunmuştur. Sarımsak tarımı yapılan toprakların selenyum kapsamı açısından normal topraklar sınıfına girdiği belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye’de en fazla sarımsak tarımı yapılan yedi ilden alınan topraklar içerisinde selenifer özellikte toprağa rastlanmamıştır. Toprakların Se içeriklerinin normal topraklarda olması gereken düzeye göre (Davis vd. 2006) çok düşük olduğu dikkati çekmiştir. Bitki, insan ve hayvanların Se alımının artırılabilmesi için Se katkılı gübrelerin üretilmesi uygun olacaktır.

Topraklardaki Se miktarlarına bakıldığında en yüksek ortalama Balıkesir’de, en düşük ortalama Muğla ilinde belirlenmiştir. Kastamonu’dan alınan toprak örneklerinde belirlenen ortalama Se miktarı bazı illerden daha az olduğu halde, aynı yerlerden alınan sarımsak örneklerinde yapılan analizler sonucunda en yüksek ortalama selenyumun Kastamonu ilinden alınan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular Kastamonu sarımsağının toprakta Se az olmasına rağmen bitkinin daha fazla Se alabildiğini göstermektedir. Selenyumun sarımsağın depo ömrünü uzattığı bilinmektedir. Bu sonuç Kastamonu sarımsağının depo ömrünün diğer illerde yetiştirilen sarımsaklardan neden daha fazla olduğunu açıklamaktadır.

Türkiye’de en fazla sarımsak tarımının yapıldığı yedi ilde ait ortalamalar incelendiğinde, en fazla Se Kastamonu ilinde yetiştirilen sarımsaklarda bulunmuş ( $0.205 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olup, bunu Muğla ( $0.200 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Kırklareli ( $0.166 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Karaman ( $0.145 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Antalya ( $0.129 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Balıkesir ( $0.125 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Kahramanmaraş ( $0.097 \text{ mg kg}^{-1}$ ) illeri takip etmiştir. Bu illere ait ortalama selenyum miktarlarının bitkide bulunan normal değerler (Özbek vd. 2001) arasında olduğu belirlenmiştir. Sarımsakta belirlenen Se miktarlarının insanların Se ile sağlıklı düzeyde beslenmeleri için ise yeterli olmadığı (Levander 1991) görülmüştür.

Topraktaki K, N ve organik madde (O.M) miktarı arttıkça sarımsak bitkisinin Se içeriği azalmıştır. Nitekim sarımsak tarımı yapılan bu toprakların % 83.95’inin hafif alkalın reaksiyonlu, % 61.73’ünün organik madde ve % 95’inin azot bakımından zengin olması elde edilen korelasyon analiz sonuçlarını doğrular niteliktedir. Hafif alkalın reaksiyonlu ve organik maddece zengin topraklarda bitkiye yararlı haldeki Se miktarı da azalmakta ve bitkideki Se düzeyi de düşük olmaktadır.

Sarımsak yetiştirilen yedi ilden alınan 80 adet bitki örneğinde kükürt miktarının toprakların tamamında kritik sınır değerinin üzerinde ve bitkide de optimum düzeyin üstünde olması, sarımsağın insan sağlığı için yeterli Se içermemesi, S ile Se arasında bir antagonizm olduğunu akla getirmekle birlikte, yüksek miktarda kükürte ihtiyaç duyan ve Se alım potansiyeli yüksek olan sarımsak bitkisinin baş kısmında Se içeriği arttıkça S

içeriğinin de artış gösterdiği, Se ile S arasında olumlu bir ilişki ( $p<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir.

Sera denemesi sonucunda artan düzeyde uygulanan Se ile sarımsak bitkisinin baş kısmında K, Mg, Se, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriğinde bazı artışların olduğu belirlenirken, Na içeriği azalma göstermiştir. Gövde kısmında ise P, K, Se, S, Zn ve Cu içeriğinde artışların olduğu, Na, Mg ve Mn içeriğinde ise azalma olduğu belirlenmiştir. Yapraktan Se uygulaması ( $Se_y$ , % 0.01) gövde kısmında B ve Fe içeriğinin azalmasına neden olmuştur.

Sera denemesinde selenyum uygulamalarında baş ve gövde ağırlıklarında meydana gelen değişimler önemsiz bulunmakla birlikte baş ve gövdenin toplam ağırlığı dikkate alındığında uygulamalarda Se etkinliği 100'den büyük olmuştur. Bu sonuç Taşköprü yöresine ait sarımsağın toprakta mevcut olan selenyumdan etkin şekilde yararlanabildiğine işaret etmektedir.

Sera denemesinde tüm selenyum uygulamalarında Se birikiminin, sarımsak bitkisinin gövde kısmında (toprak üstü aksamında) baş kısmına göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Sera denemesinde uygulanan Se düzeyleri arttıkça sarımsak bitkisinin baş ve gövde kısmında biriken Se miktarı düzeylere bağlı olarak artmıştır.

Tarla denemesinde tüm selenyum uygulamaları ile sarımsak başlarının Se içeriği kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde artmıştır. Yapraktan uygulama ile topraktan en düşük doz uygulamaları arasında istatistiki düzeyde önemli fark görülmemiştir. Bu nedenle yapraktan Se uygulaması sarımsak başlarının Se ile zenginleştirilmesinde yeterli başarı sağlamamıştır. Bu durumda sarımsak bitkisinin yaprak ayasının dar olması sebebiyle yapraktan gübrelemeye uygun olmaması ve kütikulanın üzerinde oluşan mumsu tabakanın kalın olmasının da etkisinin olabileceği varsayılmaktadır. Yapraktan Se uygulamasının 1 yerine 2 defa yapılmasının daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, yapraktan uygulamanın kontrole göre sarımsak başının Se içeriğini bir miktar artırması, yapraktan gübreleme ile verilen selenyumun sarımsağın baş kısmına taşınabildiğini de göstermiştir.

Tarla denemesinden elde edilen sonuçlara göre; düşük düzeylerde uygulanan selenyum sarımsak başının S içeriğini etkilememiş ve meydana gelen artışlar önemsiz bulunmuştur. Se uygulamaları ile sarımsak başlarında P içeriğinde yalnız bir uygulamada artış gözlenmiş ve Na içeriği değişmemiştir. Se, Fe, Mn içeriğinde artış olurken, Zn ve Cu elementlerinde bazı azalmalar olmuştur.

Tarla denemesinde sarımsak başlarının kül miktarında  $Se_y$  (% 0.01 Se) ve  $Se_1$  (12.5 g  $da^{-1}$  Se) uygulamaları ile kontrole göre önemli (% 0.1) artış olurken, bu artış başların mineral maddece zenginleştiğinin de bir göstergesi olmuştur. Selenyum uygulamaları ile büyük diş ağırlığı (% 1),  $Se_y$  ve  $Se_1$  uygulamaları ile küçük diş sayısı önemli (% 5) düzeyde azalırken, selenyumun sarımsak bitkisinin verim, dar ve geniş kenar baş çapı, baş yüksekliği, baş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine etkisi önemsiz olmuştur.

Kastamonu ilinden alınan sarımsak örneklerinde ortalama Se miktarı çalışma kapsamında yer alan diğer illerden alınan sarımsaklardan daha yüksek ( $0.205 \text{ mg kg}^{-1}$ ) bulunmasına rağmen, bunun yetişkin bir insanın günlük ihtiyacı olan  $70 \text{ } \mu\text{g}$  (RDA, Recommended Dietary Allowances 1989, Levander 1991) selenyumunu karşılayabilmesi mümkün değildir. Tarla denemesinde  $25 \text{ g da}^{-1}$  düzeyinde Se uygulanmış olan sarımsaklarda Se miktarı yaklaşık  $25 \text{ mg kg}^{-1}$  bulunmuş ve günlük ihtiyaç olan  $70 \text{ } \mu\text{g}$  selenyumun karşılanabilmesi için bu sarımsakların büyük dişlerinden yaklaşık 4 adet tüketilmesinin yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Aynı düzeyde Se uygulanan sarımsaklardan günlük 1 baş tüketilmesi halinde ise yaklaşık  $200 \text{ } \mu\text{g}$  Se alınmıştır. Bu miktarda alınan günlük selenyumun birçok kanser türünü (özellikle akciğer, prostat ve bağırsak) azalttığı yapılan pek çok araştırmada belirtilmiştir (Clark vd. 1996). Bununla birlikte günlük 2 baş sarımsak tüketilmesi halinde bile günlük maksimum alım sınırı olan  $400 \text{ } \mu\text{g}$ 'a (The Food and Nutrition Board and Institute of Medicine, Anonymous 2000) yaklaşılmakta olup bu sınır aşılmamaktadır.

Tarla denemesinde  $50 \text{ g da}^{-1}$  düzeyinde Se uygulanmış olan sarımsakların büyük dişlerinden yaklaşık 2 adet tüketilmesi yetişkin bir insanın ihtiyacını karşılamak için yeterli olmaktadır. Aynı düzeyde Se uygulanan sarımsaklardan günlük 1 baş tüketilmesi

halinde ise 400 µg Se toksisite sınır değeri aşılmış olmaktadır. Bu nedenle selenyumun toksisite etkisi ve diğer besin maddelerinden de Se alınacağı düşünülürse, sarımsağın 50 g da<sup>-1</sup> düzeyinde Se ile gübrenmesi durumunda tüketimde daha dikkatli olunması gerekmektedir. Elde edilen bu bilgiler doğrultusunda Se ile sarımsağın zenginleştirilebildiği ve günlük tüketimin 1 baş sarımsak olabileceği düşünülerek insanların sağlıklı düzeyde Se ile beslenebilmesi için 25 g da<sup>-1</sup> düzeyinde gübrelemenin yapılması uygun görülmüştür.

Selenyum uygulaması yapılan arazilerde toksisiteye neden olunmaması için gübrelemenin bir sonraki yıla olan bakiye etkisi araştırılmalı, topraktaki birikim durumu belirlenmelidir. Selenyum uygulaması yapılarak yetiştirilen sarımsaklar piyasaya etiketlenerek sunulmalı ve bu etiketlerde Se içeriği ile günlük tüketilmesi gereken miktar belirtilmelidir.

Sarımsağın akümülatör bir bitki olduğu göz önünde bulundurularak yapılacak olan gübrelemede çok dikkatli olunması, düzeyin iyi ayarlanması ve yüksek düzeylerden kaçınılması gerekmektedir. Sarımsak bitkisi, sera denemesinin sonuçlarından da anlaşıldığı üzere gelişimi engellenmeksizin çok yüksek düzeyde Se biriktirebilmektedir. Bu düzeyler insanlar için izin verilen maksimum sınır değerini aşarak toksik etkiye neden olabileceğinden gübrelemede ve tüketimde dikkatli olunması gerekmektedir.

Günümüzde selenyum azlığı ya da noksanlığı bulunan toplumlarda insan sağlığı açısından yeterli düzeyde Se takviyesi yapılmasının, başta kanser riskinin azaltılması olmak üzere Se noksanlığına bağlı hastalıkların ortadan kaldırılmasına yönelik, dünyada da hızla yaygınlaşmakta olan bir görüş açığa çıkmakta ve bu noktada da sentetik maddeler yerine, doğal olarak selenyumca zengin veya zenginleştirilebilen bitkilerin önemi ortaya çıkmakta ve bu durum gıdaların antioksidan etkiye sahip olan Se ile desteklenmesinin artması hususunu açıkça gözler önüne sermektedir.

Ülkemizde Kastamonu-Taşköprü başta olmak üzere Balıkesir, Muğla gibi illerde sarımsak yetiştiriciliği ekonomik önemi yüksek olan bir ürün niteliğini taşımakta, buna rağmen son yıllarda sarımsak ithalatının artması ve ülkemiz piyasasında özellikle Çin

sarımsağının yaygınlaşması, üreticilerimizin emeklerine hak ettikleri karşılığı bulmalarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle sarımsağın yeterli ve dengeli gübrenmesinin yanı sıra kalitesinin artırılması ve insan sağlığı için gerekli seviyeye ulaşacak düzeyde selenyumca zenginleştirilmesi yönünde bilimsel çalışmaların yaygınlaştırılarak sarımsağın gerek ülke ve gerekse de dünya piyasasında yer edinmesinin sağlanması hedefler arasında olmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Adams, M. L. 2002. Evidence of low selenium concentrations in UK bread-making wheat grain. *J. Sci. Food Agric.* 82: 1160-1165.
- Adriano, D.C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. SpringerVerlag, New York.
- Allaway, W.N. 1968. Control of the environmental levelsof selenium. P181 in *Environmentalhelth, II:Proc. University of missouri “nd Annual Confrance ontreece substrances in Environmental Health, D. D. Hemphill ed. Columbia missuri.*
- Alpaslan, M., Güneş, A. ve İnal, A. 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1501, Ders Kitabı:455.
- Amer, M. A. and Brisson, G. J. 1973. Selenium in human food stuffs collected at the Ste-Foy (Quebec) food market. *I. Inst. Sci. Technol. Aliment*, 6(3): 184-187.
- Anderson, M. S. 1961. Seleniem in Agriculture Handbook. Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture in cooperation with the Geological Survey, U.S. Dept. of the Interior, Washington, D.C. No.200, p:65.
- Anonim. 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:151, Teknik Yayınlar No:T-59, Ankara.
- Anonim. 2009. Tarımsal yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Ankara.
- Anonymous. 1983. Selenium in Nutrition Revised Edition. Subcommittee on Animal Nutrition Board on Agriculture National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C., 174 p.
- Anonymous. 1990. Micronutrient, assessment at the country level: an international study. *FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome.*
- Anonymous. 1996. Conversion Factors for SI and non-SI Units. *Soil Science Society of American Journal*, July-August1996.
- Anonymous. 1998. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK. The Soil Code, Revised. Available from The Stationery Office, PO Box 29, Norwich, NR3 1GN.
- Anonymous. 2000. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. National Academy Press, Washington, DC.
- Anonymous. 2003. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Selenium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp92.html>. Erişim Tarihi: 05.05.2009.
- Aoba, T. 1966. On Bulb Formation and Dormancy in Onion, On Process of Bulb Formation and Development of Scales. *J. Bort. Ass. Japon* 23.
- Aras, N. K., Nazli, A., Zhang, W. and Chatt, A. 2001. Dietary Intake of Zinc and Selenium in Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 249:33-37.
- Archer, F. C. and Hodgson, I. H. 1987. Total and extractable trace element contents of soils in England and Wales. *Journal of Soil Science* 38:421-431.

- Arnault, I. and Auger, J. 2006. Seleno-compounds in garlic and onion. *Journal of Chromatography A*, 1112: 23-30.
- Artık, N. ve Poyrazoğlu, E. S. 1994. Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) kimyasal bileşiminin belirlenmesi üzerine araştırma. *Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı*. cilt 19, sayı 1: s.3-9.
- Arvy, M. P., Bonnemain, J. L. 1973. Transport et distribution du selenium chez *Phaseolus vulgaris* L. *C R 277 D*: 649-652.
- Arvy, M. P. 1992. Some aspects of selenium relationships in soils and plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 23(13):1397-1407.
- Arvy, M. P. 1993. Selenate and selenite uptake and translocation in bean plants (*Phaseolus vulgaris*). *J. Expt. Bot.* 44: 1083-1087.
- Asher, C. J., Evans, C. S. and Johnson, C. M. 1967. Collection and partial characterization of volatile selenium compounds from *Medicago sativa* L. *Aust. J. Biol. Sci.* 20:737-748.
- Asher, C. J., Butler, G. W. and Peterson, P. J. 1977. Selenium transport in root systems of tomato. *J. Exp. Bot.* 28:279-291.
- Aslam, M., Harbit, K.B. and Huffaker, R.C. 1990. Comparative effects of selenite and selenate on nitrate assimilation in barley seedlings. *Plant, Cell and Environment*, 13: 773-782.
- Auger, J., Thibout, E. 2005. in: C. Regnault-Roger, B. J. R. Philogene, C. Vincent (Eds.), *Biopesticides of Plant Origin*, Tec & Doc, Paris, p. 69.
- Banuelos, G. S. and Flohe, L. 2001. The green technology of selenium phytoremediation. *Biofactors* 14, 255-260.
- Banuelos, G. S. and Meek, D. W. 1989. Selenium accumulation in selected vegetables. 1. *Plant Nutr.* 12:1255-1272.
- Bardsley, C. E. and Lancaster, J. D. 1965. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. C. A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. p. 1102-1116.
- Barrow N.J. and Whelan B.R. 1989. Testing a mechanistic model. VII. The effects of pH and of electrolyte on the reaction of selenite and selenate with a soil. *J. Soil Sci.* 40:17-28.
- Bauer, R. 1997. Selenium and soil in the Western United States. *Electronic Green Journal*, Issue 7.
- Bayraktar, K. 1970. *Sebze yetiştirme Cilt II*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:169, Bornova, İzmir.
- Beath, O. A., Greize, I. H. and Eppson, H. F. 1934. Certain poisonous plants of Wyoming activated by selenium and their association with respect to soil types. *Amer. Pharm. As. Soc. J.* 231:94-97.
- Beath, O. A. Gilbert, C. S. and Eppson, H.F. 1939. The use of indicator plants in locating seleniferous areas in western United States. I. General. *Am. J. Bot.* 26:257-269.
- Beşirli, G., İnan, Y. ve Türkeş, T. 1994. Sarımsak çeşit tesbit denemesi. *Bilimsel araştırma ve incelemeler yayın No: 41*, 14 s., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Bingham, E., Cohns, B. and Powell, C. H. 2001. *Patty's Toxicology*. Volumes 1-9, 5th ed. John Wiley & Sons. New York, N.Y., p. 3:401
- Bisbjerg, B. and Gissel-Nielsen, G. 1969. The uptake of applied selenium by agricultural plants. The influence of soil type and plant species. *Plant Soil* 31:287-298.

- Block, E. 1996. Dietary Phytochemicals in Cancer Prevention and Treatment. Plenum Press, New York, p. 155.
- Boss, C. B. and Fredeen, K. J. 2004. Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. Perkin Elmer Life and Analytical Sciences, 710 Bridgeport Avenue Shelton, CT 06484-4794 USA.
- Bouyoucos, G. J., 1951 A Recalibration of the Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of soil . *Agron* , J., 43, 433-437.
- Bremner, J.M., 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A.Black. Amer. Soc.of Agron. Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Broadley, M. R. 2007. Biofortification of UK food crops with selenium. *Proc. Nutr. Soc.* 65: 169-181.
- Brown, T. A. and Shrift, A. 1980. Identification of selenocysteine in the proteins of selenate-grown *Vigna radiata*. *Plant Physiol* 66:758-761.
- Brown, T. A. and Shrift, A. 1981. Exclusion of selenium from proteins of selenium-tolerant *Astragalus* species. *Plant Physiol* 57:1051-1053.
- Brown, T. A. and Shrift, A. 1982. Selenium: toxicity and tolerance in higher plants. *Biol. Rev.* 57: 59-84.
- Broyer, T. C., Lee, D.C. and Asher, C.J. 1966. Selenium nutrition of green plants. Effect of selenite supply on growth and selenium content of alfalfa and subterranean clover. *Plant Physiol* 41:1425-1428.
- Broyer, T.C., Johnson, C.M. and Huston, R. P. 1972a. Selenium and nutrition of *Astragalus*. I. Effects of selenite or selenate supply on growth and selenium content. *Plant Soil* 36:635-649.
- Broyer, T.C., Johnson, C.M. and Huston, R. P. 1972b. Selenium and nutrition of *Astragalus*. II. Ionic sorption interactions among selenium, phosphate, and the macro- and micro-nutrient cations. *Plant Soil* 36:651-669.
- Bryant, R. D. and E. J. Laishley. 1988. Evidence for two transporters of sulfur and selenium oxyanions in *Clostridium pasteurianum*. *Can. J. Microbiol.* 34:700-703.
- Burnell, J. N. and Shrift, A. 1979. Cysteinyl-t RNA synthetase from *Astragalus* species. *Plant Physiol* 63:1095-1097.
- Burnell, J. N. 1981. Selenium metabolism in *Neptunia ample xicaulis*. *Plant Physiol* 67:316-324.
- Butler, G. W. and Peterson, P. J. 1967. Uptake and metabolism of inorganic forms of selenium-75 by *Spirodeta oligorrhiza*. *Aust. J. Biol. Sci.* 20:77-86.
- Byrne, A. L., Ravnik, V. and Kosta, L. 1976. Trace element concentrations in higher fungi. *Sci. Total Environ.* 6:65-78.
- Campen, D. R. 1991. Trace elements in human nutrition. p. 603-701. in: *Micronutrients in Agriculture*. 21K ed. (Morvedt, J. J. Cox, FR. Shuman L. M. and Welch, R. M. eds.). SSSA Book Series No. 4, Madison. WI. U.S.A.
- Cartes, P., Gianfera, L. and Mora, M.L. 2005. Uptake of selenium and its antioxidative activity in ryegrass when applied a selenate and selenite forms. *Plant and Soil*, 276:359-367.
- Carvalho, K. M., Gallardo-Williams, M. T., Benson, R.F. and Martin, D.F. 2003. Effects of selenium supplementation on four agricultural crops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:704-709.

- Cary, E. E and Allaway, W. H. 1973. Selenium content of field crops grown on selenite-treated soils. *Agron. J.* 65:922-925.
- Challenger, F. and Hayward, B. J. 1954. The occurrence of a methylsulphonium derivative of methionine (a amino-dimethyl- $\gamma$ -butyrosulfonine) in asparagus. *Biochem. J.* 58:iv.
- ChangQuan, W., Bing, L., Jin, Z. and XiZhou, Z. 2004. Effect of combined application of selenium and sulfur on nutrition function of garlic. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 10(2):206-211.
- Chao, T. T. and Sanzalone, R. F. 1989. Fractionation of Soil Selenium by Sequential Partial Dissolution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 385-392.
- Charron, C. S., Kopsell, D. A., Randle, W. M. and Sams, C. E. 2001. Sodium selenate fertilisation increases selenium accumulation and decreases glucosinolate concentration in rapid-cycling Brassica oleracea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:962-966.
- Chen, D. M., Nigam, S.N. and McConnell, W. B. 1970. Biosynthesis of S-methylselenocysteine and S-methylcysteine in *Astragalus bisulcatus*. *Can J Biochem.* 48:1278-1283.
- Chen, C. C. and Sung J. M. 2001. Priming bitter melon seeds with selenium solution enhanced germinability and antioxidative responses under sub-optimal temperature. *Physiologia Plantarum*, 111:9-16.
- Chow, C. M., Nigam, S. N. and McConnell, W.B. 1971. Biosynthesis of S-methylselenocysteine and S-methylcysteine in *Astragalus bisulcatus*: effect of selenium and sulphur concentrations in the growth medium. *Phytochemistry*, 10:2693-2698.
- Chow, C. M., Nigam, S.N. and McConnell, W. B. 1972. Biosynthesis of S-methylselenocysteine and S-methylcysteine in *Astragalus bisulcatus*. Origin of the selenomethyl and the thiomethyl groups. *Biochem. Biophys. Acta.* 273:91-96.
- Clark, L. C., Combs, G. F. Jr. Tumbull, B. W., Slate, E. H., Chalker, D. K., Chow, J. Davis, L. S., Glover, R. A., Graham, G.F. and Gross, E. G. 1996. Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin. *J. Am. Med. Assoc.* 276:1957-1963.
- Combs, G. F. Jr. and Combs, S. B. 1986. *The role of selenium in nutrition.* Academic Press, Orlando, Fla
- Combs, G.F. ve Gray, W.P. 1998. Chemopreventive Agents: Selenium. *Pharm. Therap.* 79: 179-192.
- Combs, Jr. G.F. 2001. An analysis of cancer prevention by selenium. *BioFactors*, 14: 153-159.
- Çakmak, İ. 2002. Plant nutrition Research: Priorities to Meet Human Needs for Food in Sustainable Ways. *Plant and Soil.* 247: 3-24.
- Çakmak, İ. 2008. Topraklarda ve Bitkisel Gıdalarda Mikro Element Eksiklikleri (Çağrılı Bildiri). Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, KONYA
- Çimrin, K. M. ve Boysan, S. 2006. Van Yöresi Tarım Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 16(2): 105-111.
- Davies, D. D. 1986. The fine control of cytosolic pH. *Physiol. Plant.* 67:702-706.

- Davis J. G., Steffens, T. J., Engle, T. E., Mallow, K. L. and Cotton, S. E. 2006. Diagnosing Selenium Toxicity. <http://www.ext.colostate.edu/PUBS/natres/06109.pdf> Erişim Tarihi:10.06.08.
- De Souza MP, Pilon-Smits EAH, Lytle CM, Hwang S, Tai J, Honma TSU, Yeh L, Terry. N. 1998. Rate-limiting steps in selenium assimilation and volatilization by indian mustard. *Plant Physiol*, 117:1487-1494.
- Dhillon, K. S., Randhawa, N. S. and Sinha, M. K. 1977. Selenium status of some common fodders and natural grasses of Punjab. *Ind. J. Dairy Sci.* 30, 218-224.
- Dillingen, J.B., 1956. *Handbuch des gesemten Gemusebacies* Paul Perey in Berlin und Hamburg. Germany.
- Dilworth, G. L. and Bandurski, R. S. 1977. Activation of seienate by adenosinc 5'-triphosphate sulphurylase from *Saccharomyces cerevmae*. *Biochem. J.* 163:521-529.
- Djanaguiraman, M., Devi, D.D., Shanker, A.K., Sheeba, A., and Bangarusamy, U. 2005. Selenium an antioxidative protectant in soybean during senescence. *Plant and Soil*, 272: 77-86.
- Dunnill, P. M. and Fowden, L. 1967. The amino acids of the genus *Astragalus*. *Phytochem.* 6:1659-1663.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. A.Ü.Z.F. Yayınları 1021, Ders kitabı, 295, 381 s.
- El-Bayoumy, K., Chae, Y.H. and Upadhyaya, P. 1996. *Anticancer Res.* 16-2911.
- Elkin, E. M. and Margrave, J. K., 1968. in *Kirkothimer Encyclopedia of Chemical technology* 2nd editon vol: 17 E. P. Dukes, ed. New York: Int. 7.
- Eriş, B. Ş. 1994. Sarımsaklarda (*Allium sativum* L.) baş ve diş oluşumu I. Morfolojik değişimler ve ağırlık artışları, (Yüksek lisans tezi, yayınlanmamış). Trakya Üniversitesi, 73 s., Edirne.
- Eurola, M., Ekholm, P., Ylinen, M., Kovistoinen, P. and Varo, P. 1989. Effects of selenium fertilization on the selenium content of selected Finnish fruits and vegetables. *Acta. Agr. Scandinavica*, 39: 345-350.
- Eurola, M., Alfthan, G., Aro, A., Ekholm, P., Hietaniemi, V., Rainio, H., Rankanen, R. and Venäläinen, R. 2003. Results of the Finnish selenium monitoring program 2000-2001. *Agrifood Research Reports* 36. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen, Finland. 42 p.
- Eustice, D. C., Foster, I., Kull, F.J. and Shrift, A. 1980. In vitro incorporation of selenomethionine into protein by *Vigna radiala* polysomes. *Plant Physiol.* 66:182-186.
- Eustice, D. C., Kull, F. J. and Shrift, A. 1981. Selenium toxicity: amino-acylation and peptide bond formation with selenomethionine. *Plant Physiol.* 67:1054-1058.
- Evans, C. S., Asher, C. J. and Johnson, C. M. 1968. Isolation of dimethyl diselenidc and other volatile selenium compounds from *Astragalus racemosus* (Pursh.). *Aust. J. Biol. Sci.* 21:13-20.
- Evren, M., Apan, M. ve Albayram, C. 2006. Sarımsağın Antimikrobiyel Özellikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikroelementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Genel Yayın No:217, Seri No: R-133, s.1-72, Ankara.
- FAO. 1990. *Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study*.FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa. Rome.

- Ferrari, G. and Renosto, F. 1972. Regulation of sulfate uptake by excised barley roots in the presence of selenate. *Plant Physiol.* 49:114-116.
- Finley J. W. 1999. The retention and distribution by healthy young men of stable isotopes of selenium consumed as selenite, selenate or hydroponically grown broccoli are dependent on the chemical form. *J. Nutr.*, 129:865-871.
- Finley, J. W. 2003. Reduction of cancer risk by consumption of selenium-enriched plants: enrichment of broccoli with selenium increases the anticarcinogenic properties of broccoli. *J. Med. Food.* 6:19-26.
- Finley, J. W. 2005. Selenium accumulation in plant foods. *Nutrition Reviews*, [http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3624/is\\_200506/ai\\_n13644371](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3624/is_200506/ai_n13644371)  
Erişim Tarihi: 09.06.2008.
- FNB. 1980. Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowances, 9<sup>th</sup> edition. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Follet, R. H. 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. Ph.D. Dissertation. Colo. State Univ.
- Freeman, G. G. and N. Mossadeghi. 1970. Effect of sulphate nutrition on flavour components of onion (*Allium cepa*). *J. Sci. Food Agr.* 21:610-615.
- Fu, L. H., Wang, X. F. and Eyal, Y. 2002. A selenoprotein in the plant kingdom: mass spectrometry confirms that an opal codon (UGA) encodes selenocysteine in *Chlamydomonas reinhardtii* glutathione peroxidase. *J. Biol. Chem.* 277:25983-25991.
- Furr, A. K., Kelly, W. C., Bache, C.A., Gutenmann, W. H. and Lisk, D. J. 1976. Multielemental uptake by vegetables and millet grown in pots on fly ash amended soil. *J. Agr. Food Chem.* 24:885-888.
- Furr, A. K., Parkinson, T. F., Gutenmann, W. H., Pakkala J. S. and Lisk, D. J. 1978. Elemental content of vegetables, grains, and forages field-grown on fly ash amended soil. *J. Agr. Food Chem.* 26:357-359.
- Giray, B. ve Hincal, F. 2004. Selenium status in Turkey. *J. Rad. Radioanal. Nuc. Chem.* 259:447-451.
- Gissel-Nielsen, G. and Bisbjerg, B. 1970. The uptake of applied selenium by agricultural plants. 2. The utilization of various selenium compounds. *Plant Soil.* 32:382-396.
- Goldberg, S. and Glaubig, R. A. 1988. Anion Sorption on a Calcareous, Montmorillonitic Soil-Selenium. *Soil Sci Soc Am J.* 52: 954-958.
- Graham, R. D., Ascher, J. S. and Hynes, S. C. 1993. Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils low zinc status. In: Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition. 349-358, Ed. Randall, P.J.
- Gupta, U.C. and Winter, K. A. 1975. Selenium content of soils and crops and the effects of lime and sulfur on plant selenium. *Can. J. Soil Sci.* 55:161-166.
- Gupta, U.C., McRae, K.B. and Winter, K.A. 1982. Effects of applied selenium on the selenium content of barley and forages and soil selenium depletion rates. *Can. Jour. Soil Sci.* 62:145-154.
- Gupta, U. C. 1991. Boron, molybdenum and selenium status in different plant parts in forage legumes and vegetable crop. *J. Plant Nutr.* 14:613-621.
- Gutenmann, W. H. and Lisk, D. J. 1996. Increasing selenium in grown onions by planting in peat moss pots containing coal fly ash. *Chemosphere* 32:185 1-1853.
- Günay, A. 1983. Sebzeçilik. Cilt II. Çağ Matbaası, 243 s., Ankara.

- Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G. ve Servet, T. 2008. Metallerin Çevresel Etkileri-III. [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138\\_6471.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138_6471.pdf) Erişim tarihi: 26.11.2008.
- Habashi, F. 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Volume II, Wiley-VCH,
- Halilova, H. A., 1973. Azerbaycan Bilimler Akademisi. Kitab. "Elm", Baku.
- Halilova, H. A., 1974. Soderjaniye selenav poçvah irastenyah letnih izimnih past liş severo-vostoçnoy çasti Bolşogo Kavkaza Kandidatskaya dissert. Baku.
- Halilova, H. A., 1976. Azerbaycan Bilimler Akademisi. Kitab. "Elm", Baku.
- Halilova, H. 2004. Mikroelementlerin (I, Zn, Co, Mn, Cu, Se) biyojeokimyası. İlke-Emek Yayınları, Ankara.
- Hamilton, J. W. and Beath, O. A. 1963. Selenium uptake and conversion by certain crop plants. *Agron. J.* 55:528-531.
- Hansen, D., Hathaway, R. and Oldfield, J. E. 1993. White muscle and other selenium-responsive diseases of livestock. A Pacific Northwest Extension Publication Oregon State University, Washington State University, University of Idaho. <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/pnw/pnw157-e.pdf> Erişim Tarihi: 22.05.2008.
- Hanson, B., Garifullina, G.F., Lindholm, S.D., Wangeline, A., Ackley, A., Kramer, K., Norton, A.P., Lawrence, C.B. and Pilon-Smits, E.A.H. 2003. Selenium accumulation protects *Brassica juncea* from invertebrate herbivore and fungal infection. *New Phytologist*, 159:416-469.
- Hanson, B., Lindholm, S.D., Loeffler, M.L. and Pilon-Smits, E.A.H. 2004. Selenium protects plants from phloem-feeding aphids due to both deterrence and toxicity. *New Phytologist*, 162:655-662.
- Hartikainen, H., Ekholm, P., Piironen, V., Xue, T., Koivu, T. and Yli-Halla, M. 1997. Quality of the ryegrass and lettuce yields as affected by selenium fertilization. *Agricultural and Food Science. Finland.* 6: 381-387.
- Hartikainen, H. and Xue, T. 1999. The promotive effect of selenium on plant growth as triggered by ultraviolet irradiation. *Journal of Environmental Quality*, 28: 1372-1375.
- Hartikainen, H., Xue, T. and Piironen, V. 2000. Selenium as anti-oxidant and pro-oxidant in ryegrass. *Plant and Soil* 225:193-200.
- Hartikainen, H., Pietola, L. and Simojoki, A. 2001. Quatification of fine roots responses to selenium toxicity. *Agricultural and Food Science in Finland*, 11: 53-58.
- Haygarth, P. M. 1994. in: W.T. Frankenberger, S. Benson (Eds.), *Selenium in the Environment*, Marcel Dekker, New York, p. 1-27.
- Heinrich, P. K. and Larry, D. L. 1996. *Garlic. The science and therapeutic application of Allium sativum L. and related species(second edition)*, 329 p. Williams and Willkins, 351 West Camden Street, Baltimore, Maryland 21201-2436 USA.
- Hızalan, E., ve Ünal, H., 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 278.
- Holden, J. Gebhardt, R., Davis, C. and Lurie, D. A. 1991. Nationwide study of the selenium content and variability in white bread. *J. Food Comp Analysis.* 4:183-195.
- Hurd-Karrer, A. M. 1935. Factors affecting the absorption of selenium from soils by plants. *Jour. Agr. Res.* 50:413-427.
- Hurd-Karrer, A. M. 1937. Comparative toxicity of selenates and selenites to wheat. *Am. J. Bot.* 24:720-728

- Hurd-Karrer, A. M. 1938. Relation of sulphate to selenium absorption by plants. *Amer. J. Bot.* 25:666-675.
- Hurd-Karrer, A. M. 1993. Factor affecting the absorption of selenium from soils by plant. *I. Ager. Wach.* 50. s. 413-427.
- Ip, C. and Lisk, D. J. 1994. Enrichment of selenium in allium vegetables for cancer prevention. *Carcinogenesis*, Oxford University Press, 15:1881-1885.
- Ip, C. and Lisk, D. J. 1995. Efficacy of cancer prevention by high-selenium garlic is primarily dependent on the action of selenium. *Carcinogenesis*, 16:2649-2652.
- Ip, C. and Lisk, D. J., Thompson, H. J. 1996. Selenium-enriched garlic inhibits the early stage but not the late stage of mammary carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 17(9):1979-82.
- Ip, C., Birringer, M., Block, E., Kotrebai, M., Tyson, J. F., Uden, P. C. and Lisk, D. J. 2000. Chemical speciation influences comparative activity of selenium-enriched garlic and yeast in mammary cancer prevention. *J. Agric. Food Chem.* 48:2062-2070.
- Ip, C., Lisk, D. J. and Stoewsand, G. S. 1992. Mammary cancer prevention by regular garlic and selenium-enriched garlic. *Nutr. Cancer.* 17:279-286.
- Irion, C. W. 1999. Growing alliums and brassicas in selenium-enriched soils increases their anticarcinogenic potential. *Medical Hypotheses.* 53:232-235.
- İzgi, B., Gucer, S. and Jaćimović, R. 2006. Determination of selenium in garlic (*Allium sativum*) and onion (*Allium cepa*) by electro thermal atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry.* 99:630-637.
- Jackson, M. L., 1962. Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs., USA.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- JaeMoon, H., MiGyung, L. and HyunTae, H. 2001. Effect of selenium application dosage and methods on selenium and mineral contents in garlic. *Korean Journal of Horticultural Science&Technology.* 19(4):465-470.
- Jenkins, K. J. and Hidiroglu, M. 1967. The incorporation of <sup>75</sup>Se-selenite into dystrophogenic pasture grass. The chemical nature of the seleno compounds formed and their availability to young ovine. *Can J Biochem* 45:1027-1040
- Jianming, Z., Baoshan, Z., Huayun, X., Dajun, M. and Hongcan, S. 2000. Distribution of selenium in corn and its relationship with soil selenium in Yutangba mini-landscape. *Chinese Journal of Geochemistry.* 19(2):161-166.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. 1992. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II. Bitki Analizleri, A.Ü.Z.F. Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kacar, B. ve Katkat, A. V. 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, VİPAŞ Yayınları: 3, Bursa.
- Karaçal, İ. 2008. Toprak Verimliliği. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No:35.
- Keskin, H. 1987. Besin kimyası. T. C. İstanbul Üniversitesi Sıra No: 3450, Mühendislik Fakültesi No: 72. Cilt I. 5. Baskı, Güleryüz Matbaacılık Tic. Ltd. Şt. 651 s., İstanbul.
- Ketter, J. S., Jari, G., Fu, Y. H. and Marzluf, G. A. 1991. Nucleotide sequence, messenger RNA stability, and DNA recognition elements of cys-14, the structural gene for sulfate permease II in *Neurospora crassa*. *Biochemistry*30:1780-1787.

- Kloke, A., Saurbeck, D. R. and Vetter, H. 1984. The contamination of plants and soils with heavy metals and the transport of metals in terrestrial food chains. In *Metal Cycles and Human Health*, ed. Nriagu JO, Springer-Verlag, New York.
- Kong L, Wang, M. and Bi, D. 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. *Plant Growth Regulation*, 45:155-163.
- Konze, J.R., Schilling, N. and Kende, H. 1978. Enhancement of ethylene formation by selenoamino acids. *Plant Physiology*, 62:397-401.
- Kopsell, D. A. and Randle, W. M. 1997a. Selenate Concentration Affects Selenium and Sulfur Uptake and Accumulation by 'Grameks 33' Onions. *J. Amer. Soc. Hort. SCI.* 122(5):721-726.
- Kopsell, D. A. and Randle, W. M. 1997b. Short-day onion cultivars differ in bulb selenium and sulfur accumulation which can affect bulb pungency. *Euphytica*, 96:385-390.
- Kospell, D. A. and Randle, W. M. 1999. Selenium accumulation in a rapid-cycling *Brassica oleracea* population responds to increasing sodium selenate concentrations. *J. Pl. Nutr.* 22:927-937.
- Kudryevsev, A. A. and Andreyev, M. N. 1969. Bolezni nedostatočnosti molodnyanca shjivotnih, ihprofilaktičai lečeniye. Materiali dokladov Vsesoyuznoy Konferensii terapevtovi diagnostov posvyaşennoy 100 letiyu prof. Ruhyadyeva T.I. Kazan.
- Kütevin, Z. ve Türkeş, T. 1987. Sebzeçilik, genel sebze tarımı prensipleri ve pratik sebzeçilik yöntemleri. 154-156, 309 s, İnkilap Yayınları, İstanbul.
- Landcaster, J. E. and Boland, M. J. 1990. Flavor biochemistry, p. 33-72. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster (eds.). *Onions and allied crops*. yol. 3. CRC Press. Boca Raton, Fla.
- Läuchli, A. 1993. Selenium in plants: Uptake, functions and environmental toxicity. *Bot Acta.* 106: 455-468.
- Läuchli, A. and Bielecki, R. L. 1983. *Encyclopedia of Plant Physiology New Series*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York Tokyo. Volume 15 B, p. 707-714.
- Lawson, L. D., Wang, Z. J. and Hughees, B. G. 1991.  $\gamma$ -Glutamyl-S-alkylcysteiner in garlic and other *Allium spp.* precursors of age-dependent trans-1-propenyl thiosulfinates. *J. Nat.Prod.* 54:436-444.
- Lee, G. P., Park, K. W., Lee, J. M., Gross, K. C., Watada, A. E. and Lee, S. K. 1999. Quality improvement of 'Seoul' celery by selenium in nutrient solution culture. *Acta Horticulturae* . 483, 185-192.
- Leggett, J. E. and Epstein, E. 1956. Kinetics of sulfate absorption by barley roots. *Plant Physiol.* 31:222-226.
- Levander, O. A. 1991. Scientific rationale for the 1989 recommended dietary allowance for selenium. *J. Am. Dietetic. Assoc.* 91:1572.
- Lewis, B. G., Johnson, C. M. and Delwiche, C. C. 1966. Release of volatile selenium compounds by plants. Collection procedures and preliminary observations. *J. Agric. Food Chem.* 14:638-640.
- Lewis, B. G., Johnson, C. M. and Broyer, T. C. 1974. Volatile selenium in higher plants. The production of dimethyl selenide in cabbage leaves by enzymatic cleavage of Se-methyl seleno-methionine selenonium salt. *Plant Soil* 40:107-118.

- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42: 421-428.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1969. Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. *Soil Sci. Am. Proc.* 35:600-602.
- Lu, J., Pei, H., Ip, C., Lisk, D. J., Ganther, H. and Thompson, H. J. 1996. Effect on an aqueous extract of selenium-enriched garlic on in vitro markers and in vivo efficacy in cancer prevention. *Carcinogenesis*. 17(9):1903-7.
- Luo, X. 1985. Selenium intake and metabolic balance of 10 men from a low selenium area of China. *The American Journal of Clinical Nutrition* 42, July. Pp. 31-37. USA.
- Lyons, G. 2004. High-selenium wheat: agronomic biofortification strategies to improve human nutrition. *J. Food Agric Environ.* 2:171-178.
- Lyons, G., Stangoulis, J., Genc, Y. and Graham, R. 2005. Selenium increased growth and fertility in higher plants. *Proceedings Twenty Years of Selenium Fertilization, September 8-9. Agrifood Research Reports* 69:106p, p.83, Helsinki, Finland. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met69.pdf> Erişim Tarihi:12.08.07.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. London. 889
- Martin, A. L. and Treicase, S. F. 1938. Absorption of selenium by tobacco and soy beans in sand cultures. *Am. J. Bot.* 25:380-385.
- Martin, J. L., Shrift, A. and Gerlach, M. L. 1971. Use of the Se-selenite for the study of selenium metabolism in *Astragalus*. *Phytochemistry* 10:945-952
- Masscheleyn, P. H., Delaune, R.D. and Patrick, W.H.J. 1990. Transformation of selenium as affected by sediment oxidation–reduction potential and pH. *Environ. Sci. Technol.* 24:91-96.
- Mayland, H. F., James, L. F., Planter, K. E. and Sonderreger, J. L. 1989. in: L.W. Jacobs (Ed.), *Selenium in Agriculture and the Environment*, vol. 23, Soil Sci. Soc. Am. Special publication.
- Mayland, H. F. and Gough, L. P. and Stewart, K. C. 1991. *Selenium mobility in soils and its absorption, translocation, and metabolism in plants*. USGS Circular No. 1064. pp. 55-64.
- Mayland H. F. 1994. Selenium in plant and animal nutrition. *In Selenium in the Environment*. W. T. Frankenberger Jr. and S. Benson (eds). Marcel Dekker, Inc., NY, USA. Pp. 29-45.
- McRorie, R. A., Sutherland, G. L., Lewis, M. S., Barton, A. D., Glazener, M. R. and Shive, W. 1954. Isolation and identification of a naturally occurring analog of methionine. *J. Am. Chem. Soc.* 76:115-118.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A. 1978. *Principles of plant nutrition* Ed. I P Institute, Berne, Switzerland.
- Mikkelsen, R. L., Page, A. L. and Bingham, F. T. 1989. Factors affecting selenium accumulation by agricultural crops, p. 65-94. In: L. W. Jacobs (ed.). *Selenium in agriculture and the environment*. Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wis.
- Miller, J. T. and Byers, H. G. 1937. Selenium in plants in relation to its occurrence in soils. *J. Agric Res.* 55:59-68.
- Miller, E., Lei, R. X. and Ullrey, D. E. 1991. *Trace elements in animal nutrition*. p. 593-662. in: *Micronutrients in Agriculture*. 2 Ed. (J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman and R. M. Welch. eds.). SSSA Book Series No. 4. Madison, WI. U.S.A.

- Munshi, C. B., Combs, G. F. Jr. and Mondy, N. I. 1990. Effect of selenium on the nitrogenous constituents of the potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38:2000-2002.
- Munshi, C. B. and Mondy, N. I. 1992. Glycoalkaloid and nitrate content of potatoes as affected by method of selenium application. *Biological Trace Elemental Research*. 33:121-127.
- Mutanen, M. 1984. Dietary intake and source of selenium in young Finnish women. *Human Nutrition and Applied Nutrition*, 38A: 265-269.
- Neal, R. H., Sposito, G., Holtzclaw, K.M. and Traina, S.J. 1987a. Selenite adsorption on alluvial soils: I. Soil composition and pH effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1161-1165.
- Neal, R. H., Sposito, G., Holtzclaw, K.M., Traina, S.J. 1987b. Selenite adsorption on alluvial soils: II. Solution composition effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1165-1169.
- Ng, B. H. and Anderson, J. W. 1978. Synthesis of selenocysteine by cysteine synthase from selenium accumulator and non-accumulator plants. *Phytochem.* 17:2069-2074.
- Nigam, S. N. and McConnell, W. B. 1969. Seleno-amino compounds from *Astragalus bisulcatus*. Isolation and identification of  $\gamma$ -glutamyl-Se-methylseleno-L-cysteine and Se-methyl-seleno-L-cysteine. *Biochim Biophys Acta* 192:185-190
- Nigam, S. N. and McConnell, W. B. 1976. Metabolism of  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  in *Astragalus bisulcatus*, lima bean, and wheat: a comparative study. *J. Exp. Bot.* 27:565-571.
- Nigam, S. N., McConnell, W. B. 1972. Isolation and identification of L-cystathionine and L-selenocystathionine from the foliage of *Astragalus pectinatus*. *Phytochemistry*. 11:377-380.
- Nigam, S. N., Tu, J. I. and McConnell, W. B. 1969. Distribution of selenomethylselenocysteine and some other amino acids in species of *Astragalus*, with special reference to their distribution during the growth of *A. bisulcatus*. *Phytochemistry*. 8:1161-1165.
- Nissen, P. and Benson, A. A. 1964. Absence of selenate esters and "selenolipid" in plants. *Biochim Biophys Acta*. 82:400-402.
- Novoselov, S. V., Rao, M. and Onoshko, N. Y. 2002. Seleno-proteins and selenocysteine insertion system in the model plant cell system. *Chlamydomonas reinhardtii*. *EMBO J.* 21:3681-3693.
- Oksanen, R. E. 1967. Selenium deficiency: clinical aspects and physiological responses in farm animals. Pp: 215-229 in *selenium in Biomedicine: A. Symposium*, O.R. Muth, ed Westport, Con:Avi.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. and Dean, N. C. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Dept. of Agr. Cir. 939, Washington, D. C.
- Olson, O. E., Jornlin, D. F. and Moxon, A. L. 1942. Field studies on methods for determining availability of selenium to plants. *Soil Sci.* 53:365-368
- Olson, O. E., Novacek, E., Whitehead, E. and Palmer, I. 1970. Investigations on selenium in wheat. *Phytochemistry*. 9:1181-1188.
- Olson, O. E., Whitehead, E. I. and Moxon, A. L. 1942. Occurrence of Soluble Selenium in Soils and Its Availability to Plants. *Soil Science*. 54: 47-54.
- Örnektekin, S., Sungur, Ş., Sangün, M. K. ve Bilgin, R. 2007. Hatay bölgesinde yaşayan insanların kanlarındaki selenyum seviyelerinin belirlenmesi. 21. Ulusal Kimya Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

- <http://kimya2007.inonu.edu.tr/kongre/analitik/analitikkimyaposter/ANL083P.pdf>  
Erişim Tarihi: 26.11.2008.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. 2001. Toprak Bilimi. Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Genel Yay. No:73, Adana, 508s.
- Özcan, H. 2004. Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ile tanede çinko, fosfor ve fitin asidi konsantrasyonuna etkisi. A.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.
- Padmaja, K., Prasad, D.K.K. and Prasad, A.R.K. 1989. Effect of selenium on chlorophyll biosynthesis in mung bean seedling. *Phytochemistry*. 28:3321-3324.
- Pennanen, A., Xue, T. and Hartikainen, H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. *J. Appl. Bot.* 76:66-76.
- Perkins, A. T. and King, H. H. 1938. Selenium and tenmarg wheat. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 30:664-667.
- Peterson, P. J. and Butler, G. W. 1962. The uptake and assimilation of selenite by higher plants. *Aus. J. Biol. Sci.* 15:126-146.
- Peterson, P. J. and Butler, G. W. 1967. Significance of selenocysathionine in an Australian selenium-accumulating plant, *Neptunia amplexicaulis*. *Nature* 213:599-600.
- Peterson, P.J. and Butler, G. W. 1971. The occurrence of selenocystathionine in *Morinda reticulata* Benth., a toxic seleniferous plant. *Aust. J. Biol. Sci.* 24:175-177.
- Pickering, I. J., Wright, C. and Bubner, B. 2003 . Chemical form and distribution of selenium and sulfur in the selenium hyperaccumulator *Astragalus bisulcatus*. *Plant Physiol.* 131:1460-1467.
- Pilon-Smith, E., de Souza, M., Lytle, C., Shang, C., Lugo, T. and Terry, N. 1998. Selenium volatilization and assimilation by hybrid poplar (*Populus tremulus* x *alba*). *J. Exp. Bot.* 328:1889-1892.
- Pirinçci, İ., Tanyıldızı, S., Ateşşahin, A. ve Özaydın, S. 2008. Elazığ Bölgesinde Yem ve Yem Hammaddeleri İle Bazı Meyve ve Sebzelerde Selenyum Düzeyleri. [http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua\\_1371/1371\\_1397.doc](http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_1371/1371_1397.doc). Erişim Tarihi:12.11.08
- Popijac, V. and Prpic, M. 2002. Soil and wheat grain selenium content in the vicinity of Koprivnica (croatia). *Arh Hig Rada Toksikol.* 53(2):125-33.
- Pratley, J. E. and McFarlane, J. D. 1974. The effect of sulphate on the selenium content of pasture plants. *Aust J Exp Agric. Anim. Husb.* 14:533-538.
- Pratt, P. F. 1965. Potassium pp: 1022-1030, sodium pp: 1031-1034. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties.* Ed. C. A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No:9
- Pyrzynska, K. 2002. Determination of selenium species in environmental samples. *Microchim. Acta* 140:55-62.
- Randle, W. M., 1992. Sulfur nutrition affects nonstructural watersoluble carbohydrates in onion germplasm. *Hort. Sci* 27(1):52.
- Randle, W. M., Block, E. B. Littlejohn, M.H. Putman D. and Bussard, M.L. 1994. Onion (*Allium cepa* L.) thiosulfinates respond to increasing sulfur fertility. *J Agric. Food Chem.* 42:2085-2088.
- Rani, N., Dhillon, K.S. and Dhillon, S.K. 2005. Critical levels of selenium in different crops grown in an alkaline silty loam soil treated with selenite-Se. *Plant and Soil.* 277:367-374.

- Rayman, M.P. 2005. Selenium in cancer prevention: a review of the evidence and mechanism of action. *Proc. Nutr. Soc.* 64:527-542.
- RDA. 1989. Recommended Dietary Allowances. Selenium. 10th Edition. Commission of Life Sciences. Washington, USA: National Academy Sciences. Pp. 217-223.
- Reid, M., Dutfield-Lillico, A. J., Garland, L., Tumbull, B. W., Clark, L. C. and Marshall J.R. 2002. Selenium supplementation and lung cancer incidences: an update of the nutritional prevention cancer trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 11:1285-1291.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA. Agriculture Handbook, No:60.
- Rodrigo, M. J., Moskovitz, J., Salamini, F. and Bartels, D. 2002. Reverse genetic approaches in plants and yeast suggest a role for novel, evolutionary conserved, selenoprotein-related genes in oxidative stress defense. *Mol Genet Genomics.* 267:613-621.
- Rosen, C., Becker, R., Fritz, V., Hutchison, B., Percich, J., Tong, C. and Wright, J. 1999. Growing garlic in minnesota (*Allium sativum* L). Regents of the University of Minnesota.
- Rosenberg, I. and Beath, O. A. 1964. Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicity, and Nutrition. Academic Press, New York.
- Sabuncu, A. B. 2005. Çinkonun sarımsak (*Allium Sativum* L.)'ta verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. A. Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Saggo, M. I. S., Dhillan, S. K. and Kour, J. 2004. Evaluation of Consumability Potentials of Leafy Vegetables Haruasted From Selenium Rich Soil. *Environmental Informatics Archives, Volume 2*, 479-489.
- Savelyev, B. F. 1964. Minerologo-geokimiçeskiye osobennosti selenovih proyavleniy vodnom iz mestorojdeniy sredney Azii: Avtoref. Dissert. Kand. Nauk geologo-minerolog. Taşkent.
- Scharrer, K. and Schropp, W. 1950. Sand und Wasserkulturversuche mit Selen und Tellur. *Z. Pflanzenernahrung Düng. Bodenk.* 50:187-202.
- Scott, N.M., Dyson, P.W., Ross, J., Sharp, G.S. 1983. Response of grassland to the application of sulphur at two sites in NE Scotland. *J. Sci. Food Agric.* 34:357-361.
- Seppänen, M., Turakainen M. and Hartikainen, H. 2003. Selenium effects on oxidative stress in potato. *Plant Science.* 165:311-319.
- Shane, B .S., Littman, C. B., Essick, L.A., Gutenmann, W.H., Doss, G. J. and Lisk, D. J. 1988. Uptake of selenium and mutagens by vegetables grown in fly ash containing greenhouse media. *J. Agr. Food Chem.* 36:328-333.
- Shang, Q. M., Guo, L. H. and Li, S. J. 1998. Effect of selenium on quality of hydroponics Lettuce. *J. China Agric. Univ.* 3:67-71.
- Shaw, W. H. and Anderson, J. W. 1974. Comparative enzymology of the adenosine triphosphate sulphurylases from leaf tissue of selenium-accumulator and non-accumulator plants. *Biochem.* 1139:37-42.
- Shrift, A. 1954. Sulfur-selenium antagonism. I. Antimetabolite action of selenate on the growth of *Chlorella vulgaris*. *Amer. J. Bot.* 41:223-230.
- Shrift, A., Nevyas, J. and Turndorf, S. 1961a. Mass adaptation to selenomethionine in populations of *Chlorella vulgaris*. *Plant Physiol.* 36:502-509.
- Shrift, A., Nevyas, J. and Turndorf, S. 1961b. Stability and reversibility of adaptation to selenomethionine in *Chlorella vulgaris*. *Plant Physiol.* 36:509-519.

- Shrift, A. and Sproul, M. 1963. Nature of the stable adaptation induced by selenomethionine in *Chlorella vulgaris*. *Biochem. Biophys. Acta.* 71:332-344.
- Shrift, A. and Virupaksha, T. K. 1963. Biosynthesis of Se-methylselenocysteine from selenite in selenium-accumulating plants. *Biochem. Biophys. Acta.* 71:483-485.
- Shrift, A., Virupsaksha, T. K. 1965. Seleno-amino acids in selenium-accumulating plants. *Biochem Biophys. Acta.* 100:65-75.
- Shrift, A. and Ulrich, J. M. 1969. Transport of selenite and selenate into *Astrogalus* roots. *Plant Physiol.* 44:893-896.
- Shrift, A., Bechard, D., Harcup, C. and Fowden, L. 1976. Utilization of selenocysteine by a cysteinyl-t RNA synthetase from *Phaseolus aureus*. *Plant Physiol.* 58:248-252.
- Simojoki, A., TaiLin, X., Lukkari, K., Pennanen, A. and Hartikainen, H. 2003. Allocation of added selenium in lettuce and its impact on roots. *Agricultural and Food Science in Finland*, 12(3/4):155-164.
- Singh, M., Bhandari, D. K. and Singh, N. 1976. Effect of selenium and sulphur on the growth of sorghum (*Sorghum vulgare*) and availability of selenium and sulphur. *Indian J. Plant Physiol.* 19:8-11.
- Singh, M. and Singh, N. 1978. Selenium toxicity in plants and its detoxication by phosphorus. *Soil Sci.* 126:255-262.
- Singh, M., Singh, H. and Bhandari, D.K. 1980. Interaction of selenium and sulphur on the growth and chemical composition of raya. *Soil Science*, 129: 238-244.
- Singh, M., Singh, N. And Relan, P.S. 1981. Adsorption and desorption of selenite and selenate selenium on different soils. *Soil Sci.* 132:134-141.
- Singh, B. R. 1994. Effects of selenium-enriched calcium nitrate, topdressed at different growth stages, on selenium concentration in wheat. *Fert. Res.* 38: 199-203.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. McGraw-Hill, New York.
- Smrkolf, P., Stibilj, V., Kreft, I. and Kapolna, E. 2005. Selenium species determination in selenium-enriched pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by HPLC-UV-HG-AFS. *Anal. Sci.* 21:1501-1504.
- Smrkolj, P., Kreft, I. and Stibilj, V. 2005. Selenium uptake and species distribution in peas after foliar treatment with selenate. *Proceedings Twenty Years of Selenium Fertilization*, September 8-9. *Agrifood Research Reports* 69:106p, p.84, Helsinki, Finland. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met69.pdf> Erişim Tarihi:12.04.2008
- Soltanpour, P. N. and Schwab, A. P. 1977. A new soil test for simultaneous extraction of macro- and micro-nutrients in alkaline soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 8: 195-207.
- Taban, S., Alpaslan, M., Hashemi, A. G. ve Eken, D. 1997. Orta Anadolu'da çeltik tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Pamukkale Üniv. Müh. Fak. Mühendislik Bilimleri Dergisi.* 3(3):457-466.
- Taban, S., Çıkkılı, Y., Kebeci, F., Taban, N. ve Sezer, S.M. 2004. Taşköprü Yöresinde Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Verimlilik Durumu ve Potansiyel Beslenme Problemlerinin Ortaya Konulması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi.* 10:(3)297-304.
- Terry, N., Carlson, C., Raab, T. K. and Zayed, A. M. 1992. Rates of selenium volatilization among crop species. *J. Environ. Quality* 21, 341-344.

- Terry, N. and Zayed, A. M. 1998. Phytoremediation of selenium. In: Frankenberger VVT Jr, and Engberg RA (Eds) Environmental chemistry of selenium. Marcel Dekker Inc, New York, pp. 633-655.
- Terry, N., Zayed, A.M., de Souza, M.P. and Tarun, A.S. 2000. Selenium in higher plants. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology. 51:401-432.
- Thomson, C.D. and Paterson, E. 2001. Australian and New Zealand Nutrient Reference Values for Selenium. *Wellington: Ministry of Health*.
- Trelease, S. F. and Trelease, H. M. 1938. Selenium as a stimulating and possibly essential element for indicator plants. Amer. Jour. Bot. 25:372-380.
- Trelease, S. F. and Beath, O. A. 1949. Selenium. Champlain Printers, Burlington, Vt.
- Trelease, S. F., DiSomma, A. A. and Jacobs, A. L. 1960. Seleno-amino acid found in *Astragalus bisulcatus*. Science. 132:6-18.
- Turakainen, M., Hartikainen, H. and Seppänen, M. M. 2004. Effects of selenium treatments on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and concentrations of soluble sugars and starch. Agr. Food Chem. 52:5378-5382.
- Turakainen, M., Hartikainen, H. and Seppänen, M. 2005. Selenium in plant nutrition. Proceedings Twenty Years of Selenium Fertilization, September 8-9. Agrifood Research Reports 69:106p, p.54-59, Helsinki, Finland. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met69.pdf> Erişim Tarihi: 25.08.2009.
- Turakainen, M. 2007. Selenium and Its Effects on Growth, Yield and Tuber Quality in Potato. University of Helsinki, Department of Applied Biology, Section of Crop Science, Publication no:30, Finland.
- Ulrich, J. M., Shrift, A. 1968. Selenium absorption by excised *Astragalus* roots. Plant Physiol. 43:14-20.
- Underwood, F. J., 1968. Trace element in Human and Animal Nutrition, 2nd ed. Newyork. Academic Press, 311.
- Underwood, F. J., 1977. Trace element in Human and Animal Nutrition, 4nd ed. New York and London Academic Pres Inc. P.XII-545.
- Valkama, E., Kivimäenpää, M., Hartikainen, H. and Wulff, A. 2003. The combined effects of enhanced UV-B radiation and selenium on the growth, chlorophyll fluorescence and ultrastructure in strawberry (*Fragaria x ananassa*) and barley (*Hordeum vulgare*) treated in the field. Agricultural and Forest Meteorology, 120:267-278.
- Van Dorst, S. H. and Peterson, P. J. 1984. Selenium speciation in the soil solution and its relevance to plant uptake. J. Sci. Food Agr. 35:601-605.
- Virupaksha, T. K. and Shrift, A. 1963. Biosynthesis of selenocystationine from selenate in *Stanleys, pinnata*, Biochim Biophys. Acta. 74:791-793.
- Virupaksha, T. K. and Shrift A. 1965. Biochemical differences between selenium accumulator and non-accumulator *Astragalus* species. *Biochim Biophys* 107:69-80.
- Voss, R., Cantwell, M., Nunez, R., Hannan, R., Marcun, D., Brittan, K. and Phillips, H. 1997. Garlic germplasm evaluation in California, II International symposium on edible *Alliaceae*, Australia.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman. İ., 2000. Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN:975-97190-0-2, 440 s., Bornova, İzmir.
- Wang, Y., Bock, A. and Neuhierl, B. 1999. Acquisition of selenium tolerance by a selenium non-accumulating *Astragalus* species via selection. Biofactors. 9:3-10.

- Watkinson, J. H. 1962. Soil selenium and animal health. Internat. Soil Conf. Washington. 1-7.
- Watkinson, J. H. 1964. A selenium-accumulating plant of the humid regions: *Amanii muscaria*. Nature. 202:1239-1240.
- Watkinson, J. 1981. Changes of blood selenium in New Zealand adults with time and importation of Australian wheat. Am. J. Clin. Nutr. 34:936-942.
- Welch, R.M. 2002, The Impact of Mineral Nutrients in Food Crops on Global Human Health Plant and Soil 247:83-90.
- Wels, M. 1967. Selenium in horizons of soils. Profils Sci. N1. 142-149.
- Whanger, P. D. 2001. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. J. Am. Coll. Nutr. 21:223-232.
- Whanger, P. D. 2002. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. J. Am. Coll. Nutr. 21:223-232.
- White, C. L., Robson, A. D. and Fisher, M. M. 1981. Variation in nitrogen, sulfur, selenium, cobalt, manganese, copper and zinc contents of grain from wheat and two lupin species grown in a range of Mediterranean environments. Aust. J. Agric. Res. 32:47-59.
- White, P.J., Bowen, H.C., Parmaguru, P., Fritz, M., Spracklen, W.P., Spidy, R.E., Meacham, M.C., Mead, A., Harriman, M., Trueman, L. J., Smith, B.M., Thomas, B. and Broadley, M.R. 2004. Interactions between selenium and sulphur nutrition in *Astragalus thaliana*. Journal of Experimental Botany, 55: 1927-1937.
- Williams, M. C. and Mayland, H. F. 1992. Selenium adsorption by two grooved milkvetch and western wheatgrass from selenomethionine, selenocystine, and selenite. J. Range Mgt. 45:374-378.
- Wolf, B. 1971. The Determination of Boron in Soil Extracts. Plant Materials, Composts, Manures, Water and Nutrient Solutions. Soil Science and Plant Analysis, 2: 363-374.
- XianYou, W., YunHui, L., XiuMin, W. and JianXin T. 1999. Study on the form distribution of selenium in soils and its available status. Journal of Hebei Agricultural University. 22(1):20-23.
- Xue, T. and Hartikainen, H. 2000. Association of antioxidative enzymes with synergistic effect of selenium and UV irradiation in enhancing plant growth. Agriculture and Food Science in Finland. 9:177-186.
- Xue, T., Hartikainen, H. and Piironen, V. 2001. Antioxidative and growthpromoting effect of selenium on senescing lettuce. Plant and Soil, 237: 55-61.
- Yamada H. and Hattori T. 1989. Forms of selenium in soils. Soil Sci. Plant Nutr. 35:553-563.
- Yermakov, V. V. 1966. Biogeokimičeskaya selenovaya provinsiya Tuvı. Dissert. Kaud. Biolog. Nauk. Moskova.
- Ylärinta, T. 1983. Selenium in Finnish agricultural soils. Annales Agrigulturae Fenniae 22:122-136.
- Ylärinta, T. 1985. Increasing the selenium content of cereals and grass crops in Finland. Academic dissertation, Agricultural Research Centre, Institute of Soil Science, Jokioinen. Yliopistopaino, Helsinki. 72 p.
- Zayed, A. M. and Terry, N. 1992. Selenium volatilization in broccoli as influenced by sulfate supply. J. Plant Physiol. 140:646-652.

- Zepeda, A., Garcia, E. J. and Laborde, A. 1997. Number of cloves per bulb; selection criteria for garlic improvement, II. results with “Taiwan” type. I International Edible *Alliaceae* (Eds. J. L. Burba and C.R. Galmarini), Acta Hort. 433, ISHS.
- ZhenYou, D., YanXi, S. and Quinglua, W. 2004. Effects of Se application on Se uptake and transformation in eggplant (*Solanum melongena*) and on its quality. Plant Nutrition and Fertilizer Science. 10(3):298-301.
- Ziebur, N. K. and Shrift, A. 1971. Response to selenium by callus cultures derived from *Astragalus* species. Plant Physiol. 47:545-550.

## EKLER

### EK 1

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları (104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	Kum, %	Silt, %	Kil, %	Tekstür sınıfı
BALIKESİR	1	20.28	37.66	42.06	kil
	2	34.31	18.86	46.83	kil
	3	25.18	21.55	53.27	kil
	4	25.42	24.70	49.88	kil
	5	36.44	20.19	43.36	kil
KIRKLARELİ	6	36.50	23.65	39.85	kil tın
	7	23.89	25.31	50.80	kil
	8	27.96	21.90	50.14	kil
	9	27.73	21.32	50.95	kil
	10	26.31	21.11	52.58	kil
	11	45.35	15.82	38.82	kumlu kil
	12	32.20	20.08	47.72	kil
	13	33.61	21.22	45.17	kil
	14	18.01	18.92	63.07	kil
	15	20.53	20.03	59.45	kil
	16	28.95	20.69	50.36	kil
	17	28.26	18.77	52.98	kil
	18	31.15	18.56	50.29	kil
	19	17.42	16.68	65.90	kil
	20	25.21	19.39	55.41	kil
	21	16.14	17.33	66.54	kil
	22	20.94	19.28	59.79	kil
	23	10.15	18.06	71.78	kil
	24	12.89	19.49	67.62	kil
	25	9.52	11.24	79.24	kil
	26	49.24	18.00	32.76	kumlu kil tın
	27	14.26	18.82	66.92	kil
	28	16.56	16.62	66.83	kil
KAHRAMANMARAŞ	29	34.16	37.92	27.91	kil tın
	30	39.42	34.70	25.87	tın
	31	48.28	31.90	19.82	tın
	32	40.28	33.85	25.87	tın
	33	42.23	34.91	22.86	tın
	34	52.28	26.84	20.88	kumlu kil tın
	35	41.81	31.06	27.12	kil tın
	36	35.97	24.78	39.25	kil tın

**EK 1 (devam)**

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının kum, silt ve kil fraksiyonları ile tekstür sınıfları (devam) (104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	Kum, %	Silt, %	Kil, %	Tekstür sınıfı
ANTALYA	37	26.49	28.96	44.55	kil
	38	22.21	26.69	51.10	kil
	39	12.64	31.30	56.05	kil
	40	16.46	37.52	46.02	kil
	41	20.75	37.46	41.79	kil
	42	14.89	43.51	41.60	siltli kil
	43	24.92	37.46	37.62	kil tın
	44	24.31	35.66	40.03	kil
	45	29.95	39.05	31.00	kil tın
	46	65.59	23.54	10.87	kumlu tın
	47	27.22	35.27	37.51	kil tın
KARAMAN	48	42.02	24.78	33.20	kil tın
	49	44.57	22.52	32.92	kil tın
	50	38.24	26.69	35.07	kil tın
	51	40.41	30.37	29.22	kil tın
	52	22.16	24.40	53.44	kil
	53	23.43	39.42	37.16	kil tın
MUĞLA	54	34.84	24.21	40.95	kil
	55	29.11	29.38	41.51	kil
	56	36.29	28.54	35.17	kil tın
	57	23.38	37.57	39.04	kil tın
	58	26.77	35.87	37.36	kil tın
	59	31.77	32.34	35.89	kil tın
	60	32.47	26.83	40.70	kil
	61	34.51	33.03	32.45	kil tın
	62	51.54	32.69	15.77	tın
KASTAMONU	63	9.66	31.00	59.35	kil
	64	23.46	22.93	53.61	kil
	65	33.23	32.65	34.12	kil tın
	66	30.77	24.40	44.83	kil
	67	16.39	30.33	53.28	kil
	68	20.30	28.82	50.88	kil
	69	19.81	31.07	49.13	kil
	70	40.53	20.71	38.76	kil tın
	71	28.66	40.73	30.62	kil tın
	72	39.72	32.28	28.00	kil tın
	73	79.04	7.37	13.60	kumlu tın
	74	22.13	30.97	46.91	kil
	75	19.80	34.84	45.36	kil
	76	34.46	22.36	43.19	kil
	77	52.03	20.01	27.96	kumlu kil tın
	78	36.37	20.71	42.92	kil
	79	43.38	19.82	36.80	kil tın
	80	29.80	28.18	42.02	kil

## EK 2

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş tuz, kireç (CaCO<sub>3</sub>) ve organik madde içerikleri (104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	pH (1:2.5 toprak-su ekstraktı)	EC, mS cm <sup>-1</sup> (1:2.5 toprak-su ekstraktı)	Çözülmüş tuz, mg kg <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> , g kg <sup>-1</sup>	Organik madde, g kg <sup>-1</sup>
BALIKESİR	1	7.40	0.46	294.59	347.21	26.66
	2	7.70	0.43	275.78	36.78	23.24
	3	7.80	0.42	266.94	164.78	16.41
	4	7.70	0.69	438.66	180.96	16.41
	5	7.80	0.26	166.21	183.90	26.66
KAHRAMANMARAŞ KIRKLARELİ	6	6.60	0.12	75.97	8.83	23.24
	7	7.80	0.18	118.21	63.26	25.98
	8	7.90	0.27	169.98	52.96	15.72
	9	7.90	0.24	156.03	19.13	17.78
	10	7.00	0.20	128.70	73.56	29.40
	11	7.50	0.12	77.89	10.30	27.35
	12	5.70	0.10	65.66	7.36	23.93
	13	6.90	0.15	96.06	10.30	31.45
	14	7.70	0.22	137.86	67.68	28.03
	15	7.30	0.29	184.26	17.65	24.61
	16	7.60	0.14	92.22	13.24	18.46
	17	7.50	0.12	77.63	11.77	26.66
	18	7.60	0.16	102.66	16.10	20.51
	19	7.70	0.16	100.86	14.64	24.61
	20	7.80	0.16	104.58	68.79	24.61
	21	7.90	0.14	91.58	57.08	21.88
	22	7.90	0.19	121.22	87.81	30.08
	23	7.90	0.16	105.02	128.79	25.30
	24	7.90	0.19	121.66	81.96	23.93
	25	8.00	0.23	144.32	147.82	16.41
	26	7.10	0.14	86.85	11.71	21.88
	27	7.80	0.16	101.89	106.84	23.93
	28	7.90	0.17	109.18	153.67	15.04
KAHRAMANMARAŞ	29	7.70	0.13	84.35	7.32	32.13
	30	7.80	0.23	144.90	13.17	66.32
	31	7.60	0.20	129.86	11.71	56.06
	32	7.40	0.14	90.50	7.32	35.55
	33	7.80	0.11	69.18	8.78	37.60
	34	8.00	0.11	73.09	14.64	19.14
	35	7.50	0.14	90.30	14.64	39.65
	36	8.10	0.18	116.10	218.37	38.97

**EK 2 (devam)**

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözülmüş tuz, kireç (CaCO<sub>3</sub>) ve organik madde içerikleri (devam) (104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	pH (1:2.5 toprak-su ekstraktı)	EC, mS cm <sup>-1</sup> (1:2.5 toprak-su ekstraktı)	Çözülmüş tuz, mg kg <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> , g kg <sup>-1</sup>	Org. madde, g kg <sup>-1</sup>
ANTALYA	37	8.10	0.21	136.90	493.75	33.50
	38	7.80	0.40	258.18	511.12	45.81
	39	7.50	0.15	97.66	315.65	12.99
	40	7.50	0.25	161.47	402.53	41.70
	41	7.60	0.16	102.66	349.92	20.51
	42	7.60	0.12	79.68	339.84	15.72
	43	7.70	0.13	84.10	335.52	10.94
	44	7.50	0.17	107.14	373.74	16.41
	45	7.70	0.31	200.06	133.17	68.37
	46	7.90	0.22	139.33	315.03	39.65
	47	7.70	0.26	164.16	557.02	57.43
	48	8.70	0.21	137.54	415.26	24.61
KARAMAN	49	8.10	0.42	267.84	379.46	31.45
	50	8.30	0.19	121.15	431.41	47.17
	51	8.30	0.17	109.25	383.00	49.22
	52	8.30	0.29	182.53	92.55	12.31
	53	8.20	0.27	170.11	370.19	15.04
	54	8.30	0.17	109.70	301.85	23.24
MUĞLA	55	7.90	0.29	185.47	89.70	101.87
	56	8.10	0.14	86.53	183.67	31.45
	57	8.10	0.19	123.26	300.42	38.29
	58	8.20	0.19	120.83	203.60	16.41
	59	8.00	0.30	194.82	195.06	21.88
	60	8.10	0.21	135.30	156.62	26.66
	61	7.90	0.20	125.50	194.71	42.39
	62	7.60	0.34	219.78	31.21	90.93
	63	8.00	0.38	245.50	95.13	22.56
KASTAMONU	64	8.30	0.14	91.26	22.30	17.78
	65	7.90	0.92	591.62	7.43	10.26
	66	8.10	0.14	89.34	160.53	17.78
	67	8.20	0.15	96.26	148.64	15.72
	68	8.30	0.19	124.61	86.21	16.41
	69	8.30	0.27	174.27	121.88	17.78
	70	8.30	0.17	106.43	56.48	17.78
	71	7.90	0.39	252.67	13.38	17.09
	72	8.10	0.20	128.13	5.95	12.31
	73	8.70	0.09	57.98	86.21	3.42
	74	8.30	0.26	166.72	93.64	15.04
	75	8.30	0.22	138.69	104.05	23.24
	76	8.20	0.17	107.39	126.34	13.67
	77	8.50	0.16	102.78	157.56	15.04
	78	8.40	0.21	134.53	52.02	17.78
	79	8.50	0.15	94.46	80.26	19.14
	80	8.50	0.01	8.58	72.83	20.51

**EK 3**

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yararlı fosfor ve değişebilir katyon içerikleri (P, K, Na, Ca, Mg içerikleri 104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	N, g kg <sup>-1</sup>	Bitkiye yararlı fosfor, mg kg <sup>-1</sup>	Değişebilir katyonlar, cmol kg <sup>-1</sup>			
				K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
BALIKESİR	1	2.044	7.14	0.68	0.03	32.06	1.40
	2	1.358	17.78	0.89	0.07	36.55	2.42
	3	1.156	1.40	0.99	0.10	35.74	1.74
	4	1.719	0.14	1.03	0.03	43.24	1.62
	5	1.543	4.34	0.89	0.03	36.55	1.26
KAHRAMANMARAŞ KIRKLARELİ	6	1.597	1.40	0.57	0.07	15.49	4.43
	7	1.705	1.82	0.78	0.08	31.22	2.55
	8	1.029	0.14	0.56	0.13	30.94	7.06
	9	0.946	0.14	0.65	0.19	28.02	7.95
	10	1.770	22.96	1.57	0.16	25.23	6.46
	11	1.580	15.26	1.50	0.09	24.03	4.51
	12	1.252	16.10	0.66	0.13	18.75	5.15
	13	1.841	8.82	1.50	0.06	23.28	5.48
	14	1.695	12.18	2.01	0.13	34.63	7.17
	15	1.649	7.42	1.07	0.14	28.13	5.19
	16	1.320	2.66	0.59	0.15	24.24	4.74
	17	1.106	6.02	0.85	0.12	25.14	6.73
	18	1.317	10.08	0.69	0.13	23.71	7.14
	19	1.252	7.56	1.08	0.18	26.64	6.23
	20	1.355	13.02	1.01	0.17	37.82	6.02
	21	1.337	3.22	2.15	0.09	34.22	7.78
	22	1.960	26.32	3.04	0.18	27.37	11.21
	23	1.577	5.32	2.40	0.09	29.29	11.53
	24	1.437	5.46	1.93	0.13	31.57	8.87
	25	1.531	5.04	2.52	0.13	31.83	22.61
	26	1.326	41.44	0.96	0.08	12.87	3.74
	27	1.524	5.04	1.86	0.09	27.00	10.35
	28	1.480	2.80	1.96	0.07	29.12	12.30
KAHRAMANMARAŞ	29	2.029	52.36	0.92	0.08	8.89	0.96
	30	2.920	80.36	2.38	0.10	14.54	7.22
	31	2.982	70.56	0.83	0.05	16.32	1.85
	32	2.065	15.68	0.39	0.06	10.25	1.66
	33	2.176	15.82	0.51	0.09	10.66	2.13
	34	1.499	3.08	0.24	0.04	10.83	0.88
	35	2.454	72.66	1.82	0.06	11.07	2.54
	36	2.642	12.88	1.01	0.11	26.01	2.19

**EK 3 (devam)**

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yararışlı fosfor ve değişebilir katyon içerikleri (devam) (P, K, Na, Ca, Mg içerikleri 104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	N, g kg <sup>-1</sup>	Bitkiye yararışlı fosfor, mg kg <sup>-1</sup>	Değişebilir katyonlar, cmol kg <sup>-1</sup>			
				K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
ANTALYA	37	1.977	65.80	2.19	0.18	21.32	5.94
	38	2.768	113.12	1.98	0.19	22.35	6.86
	39	1.193	0.14	0.59	0.23	25.29	4.21
	40	2.012	64.68	1.81	0.20	22.61	6.10
	41	1.311	11.62	1.87	0.08	23.87	5.88
	42	0.982	2.52	1.05	0.09	23.39	4.67
	43	0.767	0.14	0.57	0.09	27.06	4.57
	44	0.808	4.20	0.50	0.14	30.00	2.04
	45	3.316	81.48	1.95	0.13	23.36	4.38
	46	1.270	49.84	3.19	0.45	37.63	7.75
	47	3.326	100.38	2.07	0.16	24.48	4.15
KARAMAN	48	1.204	4.90	1.06	0.12	21.94	3.06
	49	1.768	12.46	1.08	0.12	20.29	3.81
	50	2.242	32.90	0.87	0.10	22.77	3.62
	51	2.286	40.74	2.06	0.09	22.68	4.25
	52	0.965	2.52	1.84	1.03	25.75	11.14
	53	0.753	0.98	0.88	0.09	23.55	2.85
MUĞLA	54	1.385	0.14	0.47	0.05	31.48	4.08
	55	4.055	26.46	0.85	0.16	40.64	5.42
	56	1.379	17.50	0.37	0.05	30.87	3.57
	57	1.771	9.10	0.43	0.09	26.74	2.61
	58	1.155	6.72	0.37	0.11	25.16	2.45
	59	1.188	14.28	0.55	0.09	27.08	1.61
	60	1.692	7.56	0.61	0.06	28.36	2.67
	61	2.007	9.66	1.15	0.07	28.35	3.59
	62	5.074	144.34	0.34	0.13	19.91	3.12
KASTAMONU	63	1.775	3.36	0.96	0.38	27.00	7.19
	64	1.489	11.20	1.24	0.16	29.66	6.73
	65	1.098	0.28	0.24	1.76	13.85	7.03
	66	1.376	6.86	1.13	0.28	23.02	4.50
	67	1.333	4.06	0.94	0.31	25.66	4.40
	68	1.335	0.98	0.77	0.39	24.04	5.48
	69	1.814	20.86	1.00	0.30	25.92	4.37
	70	2.792	6.02	0.57	0.28	27.38	3.55
	71	1.545	4.34	0.57	0.39	18.73	5.86
	72	1.678	0.14	0.32	0.66	17.85	4.08
	73	0.46	0.14	0.14	0.02	15.34	2.70
	74	1.379	1.40	0.41	0.53	21.22	7.16
	75	1.767	5.32	0.63	0.22	29.05	6.68
	76	0.962	0.14	0.84	0.35	28.58	5.44
	77	1.005	0.98	0.51	0.22	23.81	3.12
	78	1.419	4.34	0.46	0.24	27.85	3.38
	79	1.337	10.50	0.63	0.17	21.89	2.24
	80	1.573	6.58	0.80	0.29	28.19	4.04

## EK 4

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yararışlı selenyum, kükürt, toplam azot, yararışlı çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri (S, Zn, Fe, Mn, B içerikleri 104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	Se	S	Zn	Fe	Cu	Mn	B	
		$\mu\text{g kg}^{-1}$	$\text{mg kg}^{-1}$						
BALIKESİR	1	7.82	4.25	0.43	3.44	1.54	7.28	0.78	
	2	10.16	24.93	0.94	1.80	0.27	3.18	1.08	
	3	6.46	9.53	0.41	2.66	0.89	5.22	0.66	
	4	6.42	5.83	0.38	3.44	0.83	10.39	0.63	
	5	7.22	5.31	0.43	4.13	0.97	14.17	0.84	
	<b>En düşük</b>	<b>6.42</b>	<b>4.25</b>	<b>0.38</b>	<b>1.80</b>	<b>0.27</b>	<b>3.18</b>	<b>0.63</b>	
	<b>En yüksek</b>	<b>10.16</b>	<b>24.93</b>	<b>0.94</b>	<b>4.13</b>	<b>1.54</b>	<b>14.17</b>	<b>1.08</b>	
	<b>Ortalama</b>	<b>7.62</b>	<b>9.97</b>	<b>0.59</b>	<b>3.09</b>	<b>0.90</b>	<b>8.05</b>	<b>0.80</b>	
KIRKLARELİ	6	7.80	3.01	0.22	16.43	1.88	32.29	0.36	
	7	6.40	6.13	0.33	4.22	1.33	4.93	0.93	
	8	6.54	11.33	0.23	4.23	1.44	4.41	0.99	
	9	5.02	7.56	0.47	4.25	2.10	3.35	1.02	
	10	3.02	6.27	0.75	5.09	1.29	8.57	0.96	
	11	3.32	6.58	0.45	4.52	1.34	6.98	1.02	
	12	4.84	6.09	0.30	26.86	1.99	74.27	0.09	
	13	4.34	5.42	0.16	5.92	0.59	8.41	0.66	
	14	4.58	12.11	0.58	3.17	1.75	5.02	1.86	
	15	5.12	5.41	0.11	1.35	0.36	1.86	1.29	
	16	4.64	5.39	0.27	4.73	1.44	5.15	0.96	
	17	5.22	4.66	0.27	5.83	1.37	5.76	1.14	
	18	5.24	6.55	0.27	4.88	1.29	4.15	1.23	
	19	3.92	8.64	1.53	4.13	1.39	4.36	1.53	
	20	5.26	11.89	0.31	5.10	1.52	3.48	1.41	
	21	4.00	7.25	0.32	6.22	1.48	5.15	1.44	
	22	4.68	9.62	0.42	4.44	1.66	6.19	1.86	
	23	4.58	6.89	0.59	4.22	1.50	3.95	1.41	
	24	5.86	6.49	0.78	4.63	1.44	6.02	1.53	
	25	5.24	12.56	0.11	2.37	0.35	1.80	1.80	
	26	5.00	6.34	0.81	7.83	1.40	17.24	0.78	
	27	3.86	6.48	0.32	3.88	1.34	5.25	1.50	
	28	9.18	5.51	0.28	5.13	1.46	4.97	1.56	
	<b>En düşük</b>	<b>3.02</b>	<b>3.01</b>	<b>0.11</b>	<b>1.35</b>	<b>0.35</b>	<b>1.80</b>	<b>0.09</b>	
	<b>En yüksek</b>	<b>9.18</b>	<b>12.56</b>	<b>1.53</b>	<b>26.86</b>	<b>2.10</b>	<b>74.27</b>	<b>1.86</b>	
	<b>Ortalama</b>	<b>5.17</b>	<b>7.31</b>	<b>0.43</b>	<b>6.06</b>	<b>1.38</b>	<b>9.72</b>	<b>1.19</b>	
	KAHRAMANMARAŞ	29	6.72	19.61	2.64	15.16	2.06	17.73	0.87
		30	2.86	16.51	2.67	21.40	2.62	17.85	2.49
31		6.78	33.18	3.43	20.90	2.59	17.09	1.65	
32		6.48	8.09	1.27	17.75	3.28	15.65	0.87	
33		4.20	8.36	1.52	13.01	2.21	16.87	0.66	
34		5.42	4.49	1.16	10.08	1.17	12.04	0.27	
35		3.66	9.39	6.03	26.46	2.76	21.49	0.99	
36		2.88	11.13	7.96	10.05	2.38	11.03	1.05	
<b>En düşük</b>		<b>2.86</b>	<b>4.49</b>	<b>1.27</b>	<b>10.05</b>	<b>1.17</b>	<b>11.03</b>	<b>0.27</b>	
<b>En yüksek</b>		<b>6.78</b>	<b>33.18</b>	<b>7.96</b>	<b>26.46</b>	<b>3.28</b>	<b>21.49</b>	<b>2.49</b>	
<b>Ortalama</b>	<b>4.88</b>	<b>13.85</b>	<b>3.34</b>	<b>16.85</b>	<b>2.38</b>	<b>16.22</b>	<b>1.11</b>		
ANTALYA	37	2.18	12.52	1.16	3.69	1.92	12.91	1.26	
	38	1.78	21.00	1.89	3.92	2.17	16.25	1.38	
	39	4.54	9.05	0.19	5.17	2.12	10.96	0.57	
	40	2.12	17.95	4.93	6.83	2.48	11.71	1.20	
	41	2.18	8.72	0.27	4.90	1.51	4.79	0.84	
	42	2.76	7.66	1.08	4.33	1.56	5.28	0.78	
	43	3.08	6.68	0.13	4.40	1.53	5.26	0.57	
	44	1.96	6.28	0.25	6.22	0.81	5.37	0.57	
	45	3.06	25.10	2.05	4.00	1.12	8.01	2.31	
	46	5.14	14.90	1.47	4.84	0.83	3.03	0.93	
	47	4.54	23.73	12.03	5.73	1.63	8.79	1.56	
	<b>En düşük</b>	<b>1.78</b>	<b>6.28</b>	<b>0.13</b>	<b>3.69</b>	<b>0.81</b>	<b>3.03</b>	<b>0.57</b>	
	<b>En yüksek</b>	<b>5.14</b>	<b>25.1</b>	<b>12.03</b>	<b>6.83</b>	<b>2.48</b>	<b>16.25</b>	<b>2.31</b>	
<b>Ortalama</b>	<b>3.03</b>	<b>13.96</b>	<b>2.31</b>	<b>4.91</b>	<b>1.61</b>	<b>8.40</b>	<b>1.09</b>		

## EK 4 (devam)

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yöre topraklarının bitkiye yararlı selenyum, kükürt, toplam azot, yararlı çinko, demir, bakır, mangan ve bor kapsamları (devam) (S, Zn, Fe, Mn, B içerikleri 104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	Se	S	Zn	Fe	Cu	Mn	B
		$\mu\text{g kg}^{-1}$	$\text{mg kg}^{-1}$					
KARAMAN	48	3.36	16.36	0.47	3.08	1.6	3.98	1.32
	49	2.34	21.07	0.89	3.15	1.34	5.35	1.29
	50	1.98	17.57	1.82	4.46	1.29	4.19	1.77
	51	2.10	18.90	1.58	3.65	1.40	3.62	2.46
	52	4.66	29.53	0.82	2.22	1.49	3.95	2.79
	53	4.70	15.78	0.57	3.72	1.32	4.89	1.02
	<b>En düşük</b>	<b>2.10</b>	<b>15.78</b>	<b>0.47</b>	<b>2.22</b>	<b>1.32</b>	<b>3.62</b>	<b>1.02</b>
	<b>En yüksek</b>	<b>4.66</b>	<b>29.53</b>	<b>1.82</b>	<b>3.72</b>	<b>1.60</b>	<b>5.35</b>	<b>2.79</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>3.19</b>	<b>19.868</b>	<b>1.03</b>	<b>3.38</b>	<b>1.41</b>	<b>4.330</b>	<b>1.78</b>
MUĞLA	54	3.00	4.21	0.37	10.28	1.40	11.62	0.24
	55	2.82	14.60	1.16	42.90	3.18	9.26	1.08
	56	2.94	4.65	0.81	11.35	1.36	7.97	0.51
	57	5.6	9.15	0.91	21.60	3.99	3.61	0.48
	58	2.84	7.24	0.43	11.36	2.00	5.84	0.33
	59	3.12	12.45	4.21	9.87	2.76	7.33	0.21
	60	4.08	6.08	0.36	10.52	2.73	14.52	0.42
	61	1.32	7.60	0.72	11.05	2.92	11.01	0.63
	62	1.46	25.85	12.41	26.52	2.49	15.17	2.67
	<b>En düşük</b>	<b>1.32</b>	<b>4.21</b>	<b>0.36</b>	<b>9.87</b>	<b>1.36</b>	<b>3.61</b>	<b>0.21</b>
	<b>En yüksek</b>	<b>5.60</b>	<b>25.85</b>	<b>12.41</b>	<b>26.52</b>	<b>3.99</b>	<b>15.17</b>	<b>2.67</b>
<b>Ortalama</b>	<b>3.02</b>	<b>10.20</b>	<b>2.38</b>	<b>17.27</b>	<b>2.54</b>	<b>9.59</b>	<b>0.73</b>	
KASTAMONU	63	4.80	31.80	0.49	14.27	4.48	5.75	1.29
	64	1.92	11.69	0.66	6.79	2.52	5.24	1.53
	65	11.16	21.75	0.75	4.00	2.30	8.21	1.23
	66	2.54	22.40	0.73	4.58	2.81	9.90	1.38
	67	2.58	23.68	2.54	5.12	2.23	6.39	1.23
	68	3.22	35.48	0.57	6.02	2.42	7.51	1.68
	69	2.54	38.65	1.03	4.78	2.37	6.75	1.59
	70	3.26	14.61	0.51	5.32	1.63	8.90	1.41
	71	3.28	25.70	0.90	4.25	2.26	6.19	2.07
	72	3.78	15.28	0.63	4.25	1.90	7.41	1.68
	73	2.64	7.17	0.78	3.73	0.61	3.75	0.27
	74	6.36	24.93	0.68	7.83	3.13	7.28	2.37
	75	3.28	28.75	0.54	7.37	3.31	4.39	1.98
	76	2.90	18.72	0.78	5.34	1.86	7.83	1.38
	77	2.64	16.13	0.44	3.87	1.28	11.86	1.08
	78	2.86	36.60	0.44	4.51	1.84	7.73	1.14
	79	2.84	13.33	0.64	5.65	1.86	11.90	1.05
	80	2.76	13.43	0.77	5.17	2.29	7.25	1.32
<b>En düşük</b>	<b>1.92</b>	<b>7.17</b>	<b>0.44</b>	<b>3.73</b>	<b>0.61</b>	<b>3.75</b>	<b>0.27</b>	
<b>En yüksek</b>	<b>11.16</b>	<b>38.65</b>	<b>2.54</b>	<b>14.27</b>	<b>4.48</b>	<b>11.90</b>	<b>2.37</b>	
<b>Ortalama</b>	<b>3.63</b>	<b>22.23</b>	<b>0.77</b>	<b>5.71</b>	<b>2.28</b>	<b>7.46</b>	<b>1.43</b>	
<b>İller geneli</b>								
	<b>En düşük</b>	<b>1.32</b>	<b>3.01</b>	<b>0.11</b>	<b>1.35</b>	<b>0.27</b>	<b>1.80</b>	<b>0.09</b>
	<b>En yüksek</b>	<b>11.16</b>	<b>38.65</b>	<b>12.41</b>	<b>26.86</b>	<b>4.48</b>	<b>74.27</b>	<b>2.79</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>4.35</b>	<b>13.67</b>	<b>1.54</b>	<b>8.18</b>	<b>1.79</b>	<b>9.11</b>	<b>1.16</b>

## EK 5

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden toprak örnekleriyle birlikte eş zamanlı olarak alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum, kükürt, azot, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri (S, P, K, Ca, Na, Mg, Zn, Fe, Mn, B içerikleri 104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	Se,	S	N	P	K	Ca	Na	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn	B
		mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>							
BALIKESİR	1	0.110	2.20	32.329	5.07	13.04	0.73	110.9	187.50	26.56	85.94	5.81	10.94	48.44
	2	0.158	6.44	24.227	4.17	15.15	0.53	114.7	106.95	79.05	99.20	4.43	7.75	23.25
	3	0.143	4.41	23.486	3.45	12.17	0.36	125.9	1.59	19.13	74.91	3.42	7.97	19.13
	4	0.100	2.08	19.796	3.78	12.31	0.47	86.7	57.81	19.78	108.01	4.16	7.61	18.26
	5	0.112	5.62	20.868	4.38	13.38	0.35	88.8	14.02	24.92	88.78	4.32	7.79	15.58
	<b>En düşük</b>	<b>0.100</b>	<b>2.08</b>	<b>19.796</b>	<b>3.45</b>	<b>12.17</b>	<b>0.35</b>	<b>86.7</b>	<b>1.59</b>	<b>19.13</b>	<b>74.91</b>	<b>3.42</b>	<b>7.61</b>	<b>15.58</b>
	<b>En yüksek</b>	<b>0.158</b>	<b>6.44</b>	<b>32.329</b>	<b>5.07</b>	<b>15.15</b>	<b>0.73</b>	<b>125.9</b>	<b>187.50</b>	<b>79.05</b>	<b>108.01</b>	<b>5.81</b>	<b>10.94</b>	<b>48.44</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0.125</b>	<b>4.15</b>	<b>24.141</b>	<b>4.17</b>	<b>13.21</b>	<b>0.49</b>	<b>105.4</b>	<b>73.57</b>	<b>33.89</b>	<b>91.37</b>	<b>4.43</b>	<b>8.41</b>	<b>24.93</b>
	6	0.137	6.71	33.468	4.02	11.33	0.25	160.4	207.74	19.86	137.48	4.10	9.17	12.22
7	0.117	5.04	22.637	3.41	10.78	0.37	109.2	85.80	23.40	160.68	3.32	7.80	14.04	
8	0.190	3.31	21.863	2.92	9.16	0.34	539.5	112.59	20.33	179.83	3.53	6.26	12.51	
9	0.312	5.50	23.805	3.78	12.47	0.28	197.5	97.19	21.95	86.21	3.48	6.27	17.24	
10	0.146	6.83	27.834	3.99	13.28	0.38	312.3	208.21	16.60	108.63	5.88	9.05	13.58	
11	0.110	5.44	19.587	3.96	12.05	0.30	94.6	51.85	28.98	85.40	3.03	7.63	12.20	
12	0.091	5.74	25.314	3.73	10.51	0.23	151.6	137.98	21.23	124.33	4.16	10.61	9.10	
13	0.138	9.20	36.864	4.87	14.31	0.21	150.4	207.70	34.10	133.30	7.26	7.75	9.30	
14	0.135	7.31	26.215	3.61	11.53	0.18	115.6	32.37	10.79	47.78	3.08	7.71	9.25	
15	0.119	7.51	25.474	3.89	12.29	0.15	207.4	114.38	16.78	56.43	3.90	7.63	9.15	
16	0.122	7.65	26.470	4.22	10.60	0.24	287.0	205.69	26.10	112.06	4.09	19.96	7.68	
17	0.157	5.86	20.263	3.36	10.89	0.22	212.7	71.93	15.64	139.17	3.57	6.26	7.82	
18	0.282	5.53	24.423	3.45	9.81	0.33	542.2	146.85	20.98	158.15	9.17	9.68	17.75	
19	0.068	7.68	25.558	3.42	10.74	0.39	178.6	6.50	22.73	105.54	4.36	8.12	9.74	
20	0.127	11.72	29.037	4.15	13.38	0.30	208.4	173.42	33.47	149.08	5.71	9.13	9.13	
21	0.171	8.29	18.849	3.30	12.18	0.17	147.4	1.62	14.58	90.72	3.35	6.48	9.72	
22	0.223	7.71	22.160	3.45	11.76	0.26	203.2	49.99	9.68	91.91	4.48	6.45	8.06	
23	0.141	5.33	21.369	3.02	11.83	0.32	112.8	53.08	13.27	76.30	3.83	6.64	8.29	
24	0.166	8.59	20.608	2.92	10.54	0.73	136.0	65.60	17.60	219.20	2.93	6.40	9.60	
25	0.175	11.05	29.199	4.45	13.37	0.32	132.4	221.71	60.61	105.27	6.10	6.38	7.98	
26	0.433	11.16	26.438	4.49	13.57	0.37	148.2	78.73	15.44	101.89	4.66	7.72	16.98	
27	0.095	7.91	23.495	3.59	11.59	0.37	204.3	92.70	14.14	103.70	4.18	6.29	7.86	
28	0.169	9.33	23.197	3.59	10.65	0.26	166.4	38.40	8.00	81.60	3.25	4.80	9.60	
<b>En düşük</b>	<b>0.068</b>	<b>3.31</b>	<b>18.849</b>	<b>2.92</b>	<b>9.16</b>	<b>0.15</b>	<b>94.6</b>	<b>1.62</b>	<b>8.00</b>	<b>47.78</b>	<b>3.03</b>	<b>4.80</b>	<b>7.68</b>	
<b>En yüksek</b>	<b>0.433</b>	<b>11.72</b>	<b>36.864</b>	<b>4.87</b>	<b>14.31</b>	<b>0.73</b>	<b>542.2</b>	<b>221.71</b>	<b>60.61</b>	<b>219.20</b>	<b>9.17</b>	<b>19.96</b>	<b>17.75</b>	
<b>Ortalama</b>	<b>0.166</b>	<b>7.41</b>	<b>24.962</b>	<b>3.72</b>	<b>11.68</b>	<b>0.30</b>	<b>205.1</b>	<b>107.04</b>	<b>21.14</b>	<b>115.42</b>	<b>4.41</b>	<b>8.01</b>	<b>10.82</b>	
KIRKLARELİ	29	0.102	7.82	17.620	3.93	12.2	0.62	197.0	107.71	40.01	275.44	3.43	7.69	6.16
	30	0.134	7.85	28.147	5.23	16.04	0.50	117.3	216.13	32.42	121.96	4.33	7.72	6.18
	31	0.084	7.28	15.638	4.10	14.21	1.32	204.3	53.50	50.26	124.84	2.99	6.49	6.49
	32	0.074	6.60	22.921	4.16	8.96	0.42	361.0	170.52	41.48	219.68	4.25	9.22	6.15
	33	0.071	7.99	19.363	4.34	13.17	0.54	146.7	100.49	31.90	105.27	4.32	6.38	6.38
	34	0.099	4.36	21.731	3.67	7.24	0.64	138.1	73.89	48.19	253.79	4.45	9.64	6.43
	35	0.077	11.07	27.085	4.25	14.70	0.54	268.9	171.86	35.01	182.99	3.65	9.55	11.14
	36	0.136	4.55	24.960	4.62	12.80	0.45	149.7	107.19	20.49	152.90	5.92	6.31	6.31
	<b>En düşük</b>	<b>0.071</b>	<b>4.36</b>	<b>15.638</b>	<b>3.72</b>	<b>8.96</b>	<b>0.42</b>	<b>117.3</b>	<b>53.50</b>	<b>20.49</b>	<b>105.27</b>	<b>2.99</b>	<b>6.31</b>	<b>6.15</b>
	<b>En yüksek</b>	<b>0.136</b>	<b>11.72</b>	<b>27.085</b>	<b>5.23</b>	<b>16.04</b>	<b>1.32</b>	<b>361.0</b>	<b>216.13</b>	<b>50.26</b>	<b>275.44</b>	<b>5.92</b>	<b>9.64</b>	<b>11.14</b>
<b>Ortalama</b>	<b>0.097</b>	<b>7.19</b>	<b>22.183</b>	<b>4.29</b>	<b>12.42</b>	<b>0.63</b>	<b>197.9</b>	<b>125.16</b>	<b>37.47</b>	<b>179.61</b>	<b>4.17</b>	<b>7.88</b>	<b>6.91</b>	
ANTALYA	37	0.137	10.15	26.222	4.10	15.04	0.32	191.1	78.19	5.21	67.76	4.40	6.95	29.54
	38	0.093	11.69	28.316	4.67	18.16	0.43	163.8	253.38	15.45	111.24	5.94	6.18	17.00
	39	0.143	10.89	25.232	3.03	11.37	0.40	327.2	66.42	19.44	92.34	5.58	8.10	14.58
	40	0.107	14.59	28.316	4.19	12.96	0.28	152.6	92.22	27.03	127.20	2.77	6.36	11.13
	41	0.100	10.91	24.761	4.78	14.43	0.40	152.0	182.78	11.32	77.64	2.85	8.09	11.32
	42	0.155	7.76	18.763	3.53	12.35	0.32	164.2	64.73	17.37	88.41	2.88	6.32	11.05
	43	0.264	8.82	22.692	3.03	8.87	0.36	1372.8	40.56	17.16	123.24	4.93	6.24	9.36
	44	0.126	13.42	28.047	4.21	12.62	0.59	193.4	130.94	19.79	92.87	2.61	9.14	15.23
	45	0.112	10.88	24.259	4.20	15.97	0.37	151.2	110.25	28.35	96.08	2.90	3.15	9.45
	46	0.146	7.30	15.134	4.17	12.82	0.29	155.0	1.62	14.54	101.75	4.76	4.85	9.69
	47	0.069	11.26	25.483	4.17	15.65	0.27	221.9	106.92	1.62	81.00	2.62	6.48	8.10
	<b>En düşük</b>	<b>0.069</b>	<b>7.30</b>	<b>15.134</b>	<b>3.03</b>	<b>8.87</b>	<b>0.27</b>	<b>152.6</b>	<b>1.62</b>	<b>1.62</b>	<b>67.76</b>	<b>2.61</b>	<b>3.15</b>	<b>8.10</b>
	<b>En yüksek</b>	<b>0.264</b>	<b>14.59</b>	<b>28.316</b>	<b>4.78</b>	<b>18.16</b>	<b>0.59</b>	<b>1372.8</b>	<b>253.38</b>	<b>28.35</b>	<b>127.20</b>	<b>5.94</b>	<b>9.14</b>	<b>29.54</b>
	<b>Ortalama</b>	<b>0.129</b>	<b>10.70</b>	<b>24.117</b>	<b>4.01</b>	<b>13.66</b>	<b>0.37</b>	<b>250.2</b>	<b>102.55</b>	<b>16.12</b>	<b>138.94</b>	<b>3.87</b>	<b>6.53</b>	<b>13.31</b>

## EK 5 (devam)

Türkiye’de sarımsak tarımı yapılan farklı yörelerden toprak örnekleriyle birlikte eş zamanlı olarak alınan sarımsak baş örneklerinin selenyum, kükürt, azot, fosfor, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır, mangan ve bor içerikleri (devam) (S, P, K, Ca, Na, Mg, Zn, Fe, Mn, B içerikleri 104 O 506 nolu TÜBİTAK projesinden alınmıştır)

İL	Örnek no	Se	S	N	P	K	Ca	Na	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn	B	
		mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>						
KARAMAN	48	0.159	11.80	28.247	4.50	14.73	0.25	171.0	142.54	20.59	140.95	3.23	11.09	9.50	
	49	0.132	16.75	36.203	4.63	14.25	0.24	139.7	116.66	18.42	82.89	4.03	6.14	7.68	
	50	0.166	17.71	36.088	5.97	16.88	0.31	169.9	233.36	22.23	133.35	2.45	7.94	9.53	
	51	0.123	18.01	31.880	5.54	17.47	0.30	280.1	251.21	16.75	83.74	4.09	9.14	9.14	
	52	0.124	13.87	24.227	3.78	15.14	0.25	210.7	137.28	11.17	121.32	2.78	7.98	7.98	
	53	0.165	25.31	45.979	5.34	17.69	0.42	173.6	296.92	32.45	87.62	4.17	9.74	9.74	
	<b>En düşük</b>	<b>0.123</b>	<b>11.80</b>	<b>24.227</b>	<b>3.78</b>	<b>14.25</b>	<b>0.25</b>	<b>139.7</b>	<b>116.66</b>	<b>11.17</b>	<b>82.89</b>	<b>2.45</b>	<b>6.14</b>	<b>7.68</b>	
	<b>En yüksek</b>	<b>0.166</b>	<b>25.31</b>	<b>45.979</b>	<b>5.97</b>	<b>17.69</b>	<b>0.42</b>	<b>280.1</b>	<b>296.92</b>	<b>32.45</b>	<b>140.95</b>	<b>4.17</b>	<b>11.09</b>	<b>9.74</b>	
	<b>Ortalama</b>	<b>0.145</b>	<b>17.24</b>	<b>33.771</b>	<b>4.96</b>	<b>16.03</b>	<b>0.30</b>	<b>190.8</b>	<b>196.33</b>	<b>20.27</b>	<b>108.31</b>	<b>3.46</b>	<b>8.67</b>	<b>8.93</b>	
MUĞLA	54	0.240	15.04	22.228	3.83	12.35	0.64	369.6	135.52	32.34	80.08	2.98	7.70	6.16	
	55	0.180	8.94	21.417	3.73	9.98	0.39	200.0	107.20	24.00	70.40	3.16	4.80	4.80	
	56	0.167	16.65	29.912	3.88	10.36	0.59	311.5	187.20	25.82	93.60	4.29	8.07	8.07	
	57	0.187	10.75	20.390	2.52	8.19	0.24	203.3	6.46	9.68	77.46	4.11	6.46	4.84	
	58	0.255	9.77	23.491	3.65	12.51	0.34	165.7	182.75	6.20	75.89	4.11	6.20	6.20	
	59	0.201	6.46	26.708	4.36	11.93	0.46	63.8	259.69	23.33	185.05	5.33	9.33	7.78	
	60	0.189	17.36	26.204	3.18	9.46	0.36	68.0	20.57	14.24	90.20	4.52	7.91	4.75	
	61	0.174	8.80	19.043	4.19	11.88	0.39	86.4	29.85	20.43	83.28	4.65	4.71	4.71	
	62	0.203	7.93	18.364	4.23	13.85	0.56	174.8	70.57	27.26	65.75	3.86	4.81	8.02	
	<b>En düşük</b>	<b>0.167</b>	<b>6.46</b>	<b>18.364</b>	<b>2.52</b>	<b>8.19</b>	<b>0.24</b>	<b>63.8</b>	<b>6.46</b>	<b>6.20</b>	<b>65.75</b>	<b>2.98</b>	<b>4.71</b>	<b>4.71</b>	
	<b>En yüksek</b>	<b>0.255</b>	<b>17.36</b>	<b>29.912</b>	<b>4.36</b>	<b>13.85</b>	<b>0.59</b>	<b>369.6</b>	<b>259.69</b>	<b>32.34</b>	<b>185.05</b>	<b>5.33</b>	<b>9.33</b>	<b>8.07</b>	
	<b>Ortalama</b>	<b>0.200</b>	<b>11.30</b>	<b>23.084</b>	<b>3.73</b>	<b>11.17</b>	<b>0.44</b>	<b>182.6</b>	<b>111.09</b>	<b>20.37</b>	<b>91.30</b>	<b>4.11</b>	<b>6.67</b>	<b>6.15</b>	
	KASTAMONU	63	0.185	14.31	19.201	3.26	11.55	0.34	180.2	59.02	20.74	63.80	3.83	4.79	7.98
		64	0.156	10.24	19.061	3.59	10.16	0.55	1114.7	78.41	19.99	75.34	6.16	6.15	6.15
65		0.183	14.74	24.344	3.44	8.46	0.34	874.0	73.77	30.47	86.60	7.65	6.42	6.42	
66		0.279	12.72	18.300	2.79	10.10	0.42	129.1	1.56	34.21	82.42	3.68	4.67	6.22	
67		0.313	16.02	26.689	3.09	9.45	0.32	95.8	1.52	16.72	88.16	3.48	4.56	6.08	
68		0.176	12.52	18.695	2.66	8.54	0.42	296.3	4.73	17.34	85.12	3.58	6.31	7.88	
69		0.232	16.22	27.497	3.93	12.17	0.45	172.1	60.40	43.79	63.42	5.26	4.53	6.04	
70		0.219	11.55	17.406	3.29	10.29	0.43	236.7	1.57	17.24	94.05	3.70	4.70	6.27	
71		0.181	11.70	25.040	2.93	7.80	0.30	426.1	80.86	12.44	83.97	3.75	7.78	12.44	
72		0.193	15.60	25.343	3.57	11.23	0.49	243.9	97.89	73.03	96.33	4.98	6.22	9.32	
73		0.212	17.77	29.584	3.46	9.74	0.46	527.9	176.47	30.43	92.80	3.04	6.09	7.61	
74		0.220	15.22	21.980	3.18	8.45	0.49	489.1	48.44	25.00	129.69	5.56	6.25	7.81	
75		0.289	17.78	23.848	3.60	11.13	0.35	148.6	87.94	16.68	78.85	4.32	6.07	9.10	
76		0.206	16.05	25.487	3.58	10.25	0.34	425.0	89.06	15.63	62.50	4.07	6.25	7.81	
77		0.171	18.94	29.228	3.84	12.29	0.47	457.5	154.07	21.79	90.26	4.31	7.78	9.34	
78		0.158	18.89	27.935	3.79	8.39	0.33	366.7	24.86	26.41	93.23	3.27	7.77	6.22	
79		0.140	13.45	18.189	3.26	9.03	0.52	218.8	1.56	28.13	157.81	3.74	4.69	6.25	
80		0.180	17.72	21.380	3.79	12.41	0.59	213.5	135.02	18.84	94.20	2.48	6.28	15.70	
<b>En düşük</b>		<b>0.140</b>	<b>10.24</b>	<b>17.406</b>	<b>2.66</b>	<b>7.80</b>	<b>0.32</b>	<b>95.8</b>	<b>1.52</b>	<b>12.44</b>	<b>63.42</b>	<b>2.48</b>	<b>4.53</b>	<b>6.04</b>	
<b>En yüksek</b>		<b>0.313</b>	<b>18.94</b>	<b>29.228</b>	<b>3.93</b>	<b>12.41</b>	<b>0.59</b>	<b>1114.7</b>	<b>176.47</b>	<b>43.79</b>	<b>157.81</b>	<b>7.65</b>	<b>7.78</b>	<b>15.70</b>	
<b>Ortalama</b>	<b>0.205</b>	<b>15.08</b>	<b>23.289</b>	<b>3.39</b>	<b>10.08</b>	<b>0.42</b>	<b>367.6</b>	<b>65.4</b>	<b>26.05</b>	<b>89.92</b>	<b>4.27</b>	<b>5.96</b>	<b>8.04</b>		
İller Geneli	<b>En düşük</b>	<b>0.068</b>	<b>2.08</b>	<b>15.638</b>	<b>2.52</b>	<b>7.80</b>	<b>0.15</b>	<b>63.8</b>	<b>1.52</b>	<b>1.62</b>	<b>47.78</b>	<b>2.45</b>	<b>3.15</b>	<b>4.71</b>	
	<b>En yüksek</b>	<b>0.433</b>	<b>18.94</b>	<b>45.979</b>	<b>5.97</b>	<b>18.10</b>	<b>1.32</b>	<b>1372.8</b>	<b>296.92</b>	<b>79.05</b>	<b>275.44</b>	<b>9.17</b>	<b>19.96</b>	<b>48.44</b>	
	<b>Ortalama</b>	<b>0.160</b>	<b>10.30</b>	<b>24.614</b>	<b>3.34</b>	<b>10.43</b>	<b>0.37</b>	<b>214.6</b>	<b>107.68</b>	<b>23.76</b>	<b>116.13</b>	<b>4.17</b>	<b>7.00</b>	<b>9.23</b>	

## EK 6

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	Na, mg kg <sup>-1</sup>
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	3.174	0.497	1.543 b	1.004	0.163 b	305.20 a
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	3.623	0.590	1.664 ab	0.910	0.203 a	226.87 bc
Se <sub>1</sub> (0.25 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.421	0.463	1.619 ab	1.139	0.186 ab	242.97 b
Se <sub>2</sub> (0.5 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.100	0.497	1.895 a	0.835	0.205 a	239.40 bc
Se <sub>3</sub> (1.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.317	0.485	1.768 ab	1.004	0.196 ab	240.33 bc
Se <sub>4</sub> (2.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.126	0.401	1.488 b	1.022	0.167 b	242.87 b
Se <sub>5</sub> (5.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.413	0.529	1.777 ab	1.011	0.175 ab	223.93 c
LSD			0.282		0.024	16.74

## EK 7

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	Na, mg kg <sup>-1</sup>
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	3.478	0.363 a	3.846 d	0.848	0.550 ab	214.53 ab
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	3.610	0.347 ab	4.679 b	0.778	0.469 abc	190.93 e
Se <sub>1</sub> (0.25 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.605	0.326 b	4.132 cd	0.911	0.539 ab	211.47 bc
Se <sub>2</sub> (0.5 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.544	0.364 a	4.515 bc	0.853	0.561 a	206.50 bcd
Se <sub>3</sub> (1.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.597	0.337 abc	4.704 b	0.699	0.461 bc	202.80 cd
Se <sub>4</sub> (2.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.522	0.339 abc	4.047 cd	0.837	0.522 abc	222.93 a
Se <sub>5</sub> (5.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	3.665	0.309 c	5.206 a	0.813	0.435 c	197.37 de
LSD		0.031	0.453		0.086	10.13

## EK 8

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Se, mg kg <sup>-1</sup>	S, %	Fe, mg kg <sup>-1</sup>	Cu, mg kg <sup>-1</sup>	Zn, mg kg <sup>-1</sup>	Mn, mg kg <sup>-1</sup>	B, mg kg <sup>-1</sup>
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	1.04 f	3.980 c	69.38 c	4.48 b	21.677 c	13.34 d	10.777 b
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	18.36 e	6.573 ab	352.79 a	6.63 a	40.483 a	23.34 a	19.367 a
Se <sub>1</sub> (0.25 mg kg <sup>-1</sup> Se)	21.43 de	5.333 bc	266.74 ab	5.71 a	20.383 c	19.37 bc	11.830 b
Se <sub>2</sub> (0.5 mg kg <sup>-1</sup> Se)	34.87 d	5.227 bc	361.34 a	4.52 b	18.333 c	21.84 ab	11.100 b
Se <sub>3</sub> (1.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	75.20 c	6.213 ab	362.27 a	4.56 b	32.293 b	22.83 ab	18.100 a
Se <sub>4</sub> (2.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	153.27 b	5.177 bc	182.55 b	6.72 a	23.310 c	16.99 c	9.600 b
Se <sub>5</sub> (5.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	465.63 a	7.110 a	171.86 b	4.45 b	30.430 b	17.80 c	16.320 a
LSD	13.96	1.360	92.042	1.09	5.772	3.583	2.948

## EK 9

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde gövdenin Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn ve B içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Se, mg kg <sup>-1</sup>	S, %	Fe, mg kg <sup>-1</sup>	Cu, mg kg <sup>-1</sup>	Zn, mg kg <sup>-1</sup>	Mn, mg kg <sup>-1</sup>	B, mg kg <sup>-1</sup>
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	1.23 f	7.867 d	79.27 ab	4.53 b	14.000 c	60.41 a	28.173 a
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	25.81 e	9.180 cd	58.47 c	6.57 a	23.957 b	44.31 b	22.153 c
Se <sub>1</sub> (0.25 mg kg <sup>-1</sup> Se)	35.84 e	9.410 cd	80.69 a	4.47 b	15.443 c	49.17 b	27.567 ab
Se <sub>2</sub> (0.5 mg kg <sup>-1</sup> Se)	102.38 d	9.827 bc	75.08 abc	6.63 a	43.580 a	48.41 b	26.817 abc
Se <sub>3</sub> (1.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	156.15 c	10.427 bc	62.26 bc	4.45 b	24.633 b	44.44 b	22.973 bc
Se <sub>4</sub> (2.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	331.43 b	11.557 b	76.91 ab	6.60 a	43.300 a	46.27 b	27.430 ab
Se <sub>5</sub> (5.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	701.14 a	13.707 a	74.57 abc	4.50 b	18.587 bc	45.04 b	25.097 abc
LSD	12.63	1.663	15.65	0.28	7.679	9.90	4.421

## EK 10

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde baş ve gövde kuru ağırlığı ile gövde/baş oranı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Gövde kuru ağırlığı, g	Gövde Se, mg kg <sup>-1</sup>	Alınan Se, mg gövde <sup>-1</sup>	Baş kuru ağırlığı, g	Baş Se, mg kg <sup>-1</sup>	Alınan Se mg baş <sup>-1</sup>	Gövde/Baş Oranı
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	6.993	1.23	0.0086	1.203	1.04	0.0013	5.824 a
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	5.837	25.81	0.1507	0.957	18.36	0.0176	6.139 a
Se <sub>1</sub> (0.25 mg kg <sup>-1</sup> Se)	6.090	35.84	0.2183	1.097	21.43	0.0235	5.564 a
Se <sub>2</sub> (0.5 mg kg <sup>-1</sup> Se)	6.377	102.38	0.6529	1.260	34.87	0.0439	5.126 ab
Se <sub>3</sub> (1.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	6.510	156.15	1.0165	1.193	75.20	0.0897	5.455 a
Se <sub>4</sub> (2.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	6.340	331.43	2.1013	1.460	153.27	0.2238	4.337 b
Se <sub>5</sub> (5.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	5.923	789.31	4.1529	1.057	445.04	0.4922	5.611 a
LSD							0.994

## EK 11

Sera denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin Se etkinliği

Uygulama	Baş kuru ağırlığı, g	Kontrolle göre artış, %	Etkinlik, %	Gövde kuru ağırlığı, g	Kontrolle göre artış, %	Etkinlik, %	Baş+ gövde kuru ağırlığı, g	Kontrolle göre artış, %	Etkinlik, %
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	1.20	-	-	6.99	-	-	8.20	-	-
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	0.96	-20.00	125.39	5.84	-16.45	119.75	6.79	-17.15	120.69
Se <sub>1</sub> (0.25 mg kg <sup>-1</sup> Se)	1.10	-8.33	109.39	6.09	-12.88	114.78	7.19	-12.35	114.09
Se <sub>2</sub> (0.5 mg kg <sup>-1</sup> Se)	1.26	5.00	95.24	6.38	-8.73	109.61	7.64	-6.87	107.37
Se <sub>3</sub> (1.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	1.19	-0.83	100.59	6.51	-6.87	107.37	7.70	-6.06	106.45
Se <sub>4</sub> (2.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	1.46	21.67	82.19	6.34	-9.30	110.25	7.80	-4.88	105.13
Se <sub>5</sub> (5.0 mg kg <sup>-1</sup> Se)	1.06	-11.67	113.53	5.92	-15.31	118.01	6.98	-14.88	117.48

## EK 12

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin verimi, başların kül miktarı, baş çapı (dar ve geniş kenar çapı) ve yüksekliği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Verim, kg da <sup>-1</sup>	Kül, %	Dar kenar baş çapı, mm	Geniş kenar baş çapı, mm	Baş yüksekliği, mm
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	1989.9	1.733 c	42.133	48.167	38.567
Se <sub>y</sub> (% 0.01 Se)	1701.3	3.430 a	38.367	44.733	34.767
Se <sub>1</sub> (12.5 g da <sup>-1</sup> Se)	1646.9	2.210 b	39.900	44.667	37.100
Se <sub>2</sub> (25.0 g da <sup>-1</sup> Se)	1662.6	1.323 c	39.533	44.500	35.733
Se <sub>3</sub> (50.0 g da <sup>-1</sup> Se)	1471.9	1.560 c	39.367	44.267	35.433
Se <sub>4</sub> (100.0 g da <sup>-1</sup> Se)	1435.2	1.727 c	36.433	41.300	33.433
LSD		0.418			

## EK 13

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin baş ağırlığı, büyük diş ağırlığı, küçük diş ağırlığı, küçük diş sayısı, büyük diş sayısı ve toplam diş sayısı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Baş ağırlığı, g	Büyük diş ağırlığı, g	Küçük diş ağırlığı, g	Küçük diş sayısı, tane	Büyük diş sayısı, tane	Toplam diş sayısı, tane
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	38.103	3.633 a	1.388	9.667 a	6.200	15.867
Se <sub>y</sub> (% 0.01 Se)	30.497	2.739 b	0.962	6.333 c	8.200	14.533
Se <sub>1</sub> (12.5 g da <sup>-1</sup> Se)	31.650	2.804 b	1.181	7.400 bc	7.333	14.733
Se <sub>2</sub> (25.0 g da <sup>-1</sup> Se)	31.117	2.914 b	0.774	8.667 ab	7.600	16.267
Se <sub>3</sub> (50.0 g da <sup>-1</sup> Se)	30.733	2.775 b	1.174	8.200 abc	6.467	14.667
Se <sub>4</sub> (100.0 g da <sup>-1</sup> Se)	25.620	2.520 b	0.850	8.267 abc	6.667	14.933
LSD		0.624		1.916		

#### EK 14

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinde başların Se alımı üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Baş ağırlığı, g	Se, mg kg <sup>-1</sup>	Alınan Se mg baş <sup>-1</sup>
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	38.103	0.323	0.0123
Se <sub>y</sub> (% 0.01 Se)	30.497	11.160	0.3403
Se <sub>1</sub> (12.5 g da <sup>-1</sup> Se)	31.650	12.520	0.3963
Se <sub>2</sub> (25.0 g da <sup>-1</sup> Se)	31.117	24.303	0.7562
Se <sub>3</sub> (50.0 g da <sup>-1</sup> Se)	30.733	58.337	1.7929
Se <sub>4</sub> (100.0 g da <sup>-1</sup> Se)	25.620	66.490	1.7035

#### EK 15

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	3.035	0.418 b	1.003	0.030	0.057 ab
Se <sub>y</sub> (% 0.01 Se)	2.774	0.420 b	0.997	0.040	0.053 b
Se <sub>1</sub> (12.5 g da <sup>-1</sup> Se)	3.214	0.419 b	0.939	0.026	0.053 b
Se <sub>2</sub> (25.0 g da <sup>-1</sup> Se)	3.110	0.497 a	1.085	0.029	0.064 a
Se <sub>3</sub> (50.0 g da <sup>-1</sup> Se)	3.100	0.439 b	0.937	0.028	0.060 ab
Se <sub>4</sub> (100.0 g da <sup>-1</sup> Se)	3.148	0.441 b	0.949	0.028	0.059 ab
LSD		0.054			0.007

## EK 16

Tarla denemesinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin başlarında Se, S, Fe, Cu, Zn, Mn, B ve Na içeriği üzerine sodyum selenattan uygulanan selenyumun etkisi

Uygulama	Se, mg kg <sup>-1</sup>	S, %	Fe, mg kg <sup>-1</sup>	Cu, mg kg <sup>-1</sup>	Zn, mg kg <sup>-1</sup>	Mn, mg kg <sup>-1</sup>	B, mg kg <sup>-1</sup>	Na, mg kg <sup>-1</sup>
Se <sub>0</sub> (Kontrol)	0.323 e	10.693	60.38 c	5.960 a	13.910 ab	3.973 b	3.957	100.90 ab
Se <sub>v</sub> (% 0.01 Se)	11.160 d	10.560	106.10 b	5.92 a	12.493 bc	5.933 a	3.970	105.30 a
Se <sub>1</sub> (12.5 g da <sup>-1</sup> Se)	12.520 d	11.380	72.40 c	4.127 b	11.753 c	6.120 a	4.097	97.37 b
Se <sub>2</sub> (25.0 g da <sup>-1</sup> Se)	24.303 c	11.347	102.71 b	4.837 b	15.207 a	5.883 a	3.943	101.93 ab
Se <sub>3</sub> (50.0 g da <sup>-1</sup> Se)	58.337 b	11.037	106.80 b	6.027 a	14.703 a	6.013 a	4.000	102.33 ab
Se <sub>4</sub> (100.0 g da <sup>-1</sup> Se)	66.493 a	11.700	129.16 a	5.957 a	13.683 abc	5.957 a	3.957	104.90 a
LSD	4.173		14.361	1.034	1.896	0.341		5.017

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Nilüfer TÜRKMEN  
**Doğu Yeri** : Ankara  
**Doğum Tarihi** : 01.05.1977  
**Medeni Hali** : Evli  
**Yabancı Dili** : İngilizce

### Eğitim Durumu:

Lise :Ankara Kalaba Lisesi, 1991-1994  
Lisans :Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 1996-2000  
Yüksek Lisans :Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, 2000-2004

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar:

- Araştırma Görevlisi: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 2002-2010
- Ziraat Y. Mühendisi: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, 2010-Devam

### Yayınları:

- **Cevik, N.** and Karaca, A. **2004.** Effect of Cd, Zn, Cu and Fluoranthene on Soil Bacteria. International Soil Congress (ISC) on 'Natural Resource Management for Sustainable Development' Abstract Book, p.68, 7-10 June, Erzurum, Turkey.
- Şengüler, İ., Çıkkılı, Y., **Çevik, N.**, Taban, N. ve Taban, S. **2004.** Bitümlü Şeylin Tarımda Kullanılabilirliği ve Mısır Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkileri. Gübre Hammaddeleri Çalıştayı, 24-27 Kasım 2004, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Taban, S., Çıkkılı, Y., **Çevik, N.**, Taban, N. ve Şener, S. **2005.** Toprakta ve Yapraktan Uygulanan Borun Ekmeklik ve Makarnalık Buğday, Mısır ve Nohut Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. Anahtar Çalışma 1. I. Ulusal Bor Çalıştayı, 28-29 Nisan 2005, Ankara.
- Taban, S., Çıkkılı, Y., Kebeci, F., Sezer, S., Konoşkan, R., Taban, N., **Çevik, N.**, Topoğlu, E. **2005.** Taşköprü Yöresinde Sarımsak Tarımı Yapılan Toprakların Potasyum Durumu ve Potasyumlu Gübrelemenin Sarımsakta Verim Üzerine Etkisi. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, s.1-8, 3-4 Ekim 2005, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- **Cevik, N.** and Karaca, A. **2006.** Effect of Cadmium, Zinc, Copper and Fluoranthene on Soil Bacteria. Fresenius Environmental Bulletin. Vol.15, No:7, pp.619-625.
- Turan, M. A., **Türkmen, N.** and Taban, N. **2007.** Effect of NaCl on Stomatal Resistance and Proline, Chlorophyll, Na, Cl and K Concentrations of Lentil Plants. Journal of Agronomy. 6:378-381.
- Parlak, M., Karaca, S. and **Türkmen, N.** **2008.** The Cost of Soil Lost Caused by Sugar Beet Harvest: A case study for Turkey. Ankara University Faculty of Agriculture, Journal of Agricultural Sciences. 14(3):284-287.