T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTA ANADOLU BÖLGESİNDE TOPRAKLARIN VE BUĞDAYIN SELENYUM DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ VE SELENYUM GÜBRELEMESİNE FARKLI BUĞDAY GENOTİPLERİNİN TEPKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa HARMANKAYA

DOKTORA TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

KONYA, 2009

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ORTA ANADOLU BÖLGESİNDE TOPRAKLARIN VE BUĞDAYIN SELENYUM DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ VE SELENYUM GÜBRELEMESİNE FARKLI BUĞDAY GENOTİPLERİNİN TEPKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa HARMANKAYA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Sait GEZGİN

2009, 129 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK
Prof. Dr. Mehmet BABAOĞLU
Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ZENGİN

Selenyum bitki gelişimi için gerekli olmamakla birlikte insan ve hayvan sağlığı açısından bitkilerdeki ve bitkisel kökenli gıdalardaki miktarı önemlidir. İnsanlarda Se eksikliğinin ana nedeni olarak, tüketilen gıdaların (özellikle buğdayın) Se bakımından fakir olması gösterilmektedir.

Bu nedenle, bu tez kapsamında tarama çalışması ile Orta Anadolu Bölgesinden seçilmiş illerin (Konya, Niğde, Nevşehir) toprak ve buğdaylarının Se içerikleri ve Orta Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin selenyuma tepkileri bir sera denemesi ile belirlenmiştir. Ayrıca topraklarda bitkilerce alınabilen Se miktarını belirleyen ve yaygın olarak kullanılan bir yöntem bulunmaması nedeniyle, bu çalışmada topraklardaki bitkilerce alınabilir Se miktarını belirlemede kullanılabilecek değişik Se ekstraksiyon yöntemleri denenmiş ve incelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde, bitki veya tanedeki Se miktarıyla en kuvvetli ilişkiyi gösteren ekstraksiyon çözeltisi tespit edilmiştir.

Konya, Niğde ve Nevşehir illerinden toplanan 173 adet toprak örneğinin bitkiye elverişli Se konsantrasyonunun 0.56-9.76 μg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama 2.25 μg kg^{-1} olduğu bulunmuştur. Bu topraklar üzerinde yetişen buğday bitkilerinden toplanan tane örneklerinin Se konsantrasyonunun da ortalama 24.31 μg kg^{-1} olduğu ve 10.13-96.01 μg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler insan sağlığı açısından buğday tanesinde olması arzu edilen en düşük değerin (100 μg Se kg^{-1}) çok

altında bulunmuştur. Bunun yanında örneklerin %68'inde Se konsantrasyonunun ortalama 24.31 μg kg^{-1}'ın bile altında olduğu tespit edilmiştir.

Selenyuma gösterdikleri tepkiler bakımından hem ekmeklik, hemde makarnalık buğday genotipleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Ancak bu farklılıkların, buğday tanesindeki selenyum konsantrasyonunu artırmak amacıyla yapılacak ıslah programlarında söz konusu buğday genotiplerini kullanmak için yetersiz ve çok düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Sera koşullarında 1 ve 5 mg kg^{-1} Se uygulamasıyla ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin dokularında hem insan ve hayvan sağlığı açısından, hemde bitkiler için toksik seviyelerde Se birikimi olmuştur. Dokulardaki toksik düzeyde Se birikimi nedeniyle genellikle bütün genotiplerin yeşil aksam ve tane verimi azalmıştır. Bunun yanında 0.2 mg kg^{-1} Se uygulamasıyla buğday genotiplerinin verim değerleri genellikle olumsuz yönde etkilenmemiş olmakla birlikte tane Se konsantrasyonu bütün genotiplerde insan ve hayvan sağlığı açısından buğday tanesinde olması istenen (100-1000 μg Se kg^{-1}) seviyenin çok üzerinde olmuştur.

Topraklardaki bitkilerce alınabilir Se miktarını belirlemede kullanılabilecek değişik Se ekstraksiyon yöntemleri içinde, bitki veya tanedeki Se miktarıyla en iyi uyumu, 0.1 M KH_2PO_4 extraksiyon yöntemi göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik Buğday, Makarnalık Buğday, Toprak, Selenyum, Alınabilir Selenyum

ABSTRACT

PhD THESIS

DETERMINATION OF THE SELENIUM LEVELS IN SOILS AND WHEAT IN CENTRAL ANATOILA REGION AND THE INVESTIGATION OF THE RESPONSE OF DIFFERENT WHEAT GENOTYPES TO SELENIUM FERTILIZATION

Mustafa HARMANKAYA

Selcuk Universty

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil

Supervisor: Prof. Dr. Sait GEZGİN

2009, 129 Page

Jury: Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK
Prof. Dr. Mehmet BABAOĞLU
Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN
Assist. Prof. Dr. Mehmet ZENGİN

Although selenium (Se) is not essential for plant growth, its amount in plants and plants based foods is very important for human and animal nutrition. Consumption of foods (particularly wheat) poor in Se is shown as the main reason for the Se deficiency problem in humans.

Because of this reason, in the present study, Se contents in soils and different types of wheat were determined in representative samples from some selected provinces (Konya, Niğde, and Nevşehir) of the Central Anatolia Region with a survey study. In addition to this, a greenhouse experiment was conducted to observe the responses of bread and durum wheat genotypes grown in Central Anatolia to Se fertilization. Moreover, as there is not a commonly used method for determining the amount of available Se that can be taken up by plants in the soils, in the present study, different Se extraction methods that can be used for determining the amount of available Se in the soils were tested and among the examined extraction methods, the extraction solution which exhibited the strongest relationship with the Se content in the plant or the grain was determined.

Plant available Se concentrations of 173 soil samples collected from Konya, Niğde, and Nevşehir were found to vary between 0.56 and 9.76 μg kg^{-1} and the average plant available Se concentration was found to be 2.25 μg kg^{-1}. Selenium

concentrations in grains of wheat cultivars grown on these soils varied between 10.13 and 96.01 μg kg^{-1} and the average concentration was found to be 24.31 μg kg^{-1}. All of these values are much lower than the critical level (100 μg Se kg^{-1}) of Se in wheat grain for human nutrition. Besides, it was found that the Se concentration was even lower than an average of 24.31 μg kg^{-1} in 68% of the samples.

Statistically significant differences were found among both bread and drum wheat genotypes regarding their response to Se addition. However, it was observed that these differences were very low and not sufficient to use the wheat cultivars mentioned above in breeding studies aiming to increase the Se concentration in wheat grain. Under greenhouse conditions, Se accumulations which were very toxic for humans and animals in shoot tissues of bread and durum wheat cultivars occurred with 1 and 5 mg kg^{-1} Se additions. The toxic Se accumulation in shoot tissues decreased shoot growth and grain yield generally in all genotypes. However, 0.2 mg kg^{-1} Se addition did not cause any reduction in shoot growth and grain yield. Moreover grain Se concentrations in all cultivars were much higher (100-1000 μg Se kg^{-1}) than the critical Se level for humans and animals.

Among the Se extraction methods which can be used for determining the amount of Se in soils that can be taken up by plants, 0.1 M KH_2PO_4 extraction method showed the best correlation with the amount of Se in the plant and the grain.

Key Words: Bread Wheat, Durum Wheat, Soil, Selenium, Available Selenium

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında her zaman bilgileri ile yoluma ışık tutan, deneyimlerini aktararak çalışmalarımı yönlendirmeme yardımcı olan ve manevi desteğini esirgemeyen danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, çalışmamın başlangıcından itibaren her zaman yakın ilgisini gördüğüm, çalışmalarım süresince değerli katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen, tanımaktan ve birlikte çalışmaktan onur duyduğum Sayın Hocam Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Tarama çalışmaları sırasında toprak ve buğday tanesi örneklerinin toplanmasında destek ve yardımlarından dolayı Konya İl Tarım Müdürlüğü'ne ve personelinden Ziraat Müh. Esat ALTINTAŞ, Ziraat Müh. Ekrem HUĞLU ve Ziraat Müh. Levent BAL'a, sera denemesinin kurulması, yürütülmesi ve örneklerin analize hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Toprak Bölümü öğrencilerinden Hakkı KESKİN, Zübeyr BİÇER ve Ömer YILMAZ'a, selenyum analizlerinde yardımlarından dolayı Laborant Ali KAHRAMAN'a ve Sabancı Üniversitesi'nden Doç. Dr. Levent ÖZTÜRK, Dr. M. Atilla YAZICI, Laborant Veli BAYIR ve Ziraat Müh. Yusuf TUTUŞ'a teşekkür ederim.

Bu zor süreci benimle paylaşan ve çalışmalarım süresince bana sürekli destek olan sevgili Eşime gösterdiği sabır ve yardımlarından dolayı ve çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Konya, 2009 **Mustafa HARMANKAYA**

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
İÇİNDEKİLER vi
ÇİZELGE LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ xii
SİMGELER VE KISALTMALAR xiv
1.GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 8
3. MATERYAL VE YÖNTEM 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Topraktan bitkilerce alınabilir selenyum miktarının belirlenmesi üzerine yöntem çalışması 17
3.1.1.1. Toprak ve buğday tanesi örnekleri 17
3.1.1.2. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali 17
3.1.2. Tarama (sörvey) çalışması 17
3.1.3. Selenyum gübrelemesine farklı buğday genotiplerinin tepkilerinin belirlenmesi 19
3.1.3.1. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali toprak materyali 19
3.1.2.2. Tohum materyali 20
3.2. Yöntem 21
3.2.1. Topraktan bitkilerce alınabilir selenyum miktarının belirlenmesi üzerine yöntem çalışması 21
3.2.1.1. Toprak ve buğday tanesi örnekleri 21
3.2.1.2. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi 22
3.2.2. Selenyum gübrelemesine farklı buğday genotiplerinin tepkilerinin belirlenmesi 22
3.2.2.1. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi 22
3.2.3. Laboratuar analizleri 24
3.2.3.1. Bitki analizleri 24
3.2.3.2. Toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler 25

3.2.3.3. İstatistiksel analizler 26
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI 27
4.1. Topraktan Bitkilerce Alınabilir Selenyum Miktarının Belirlenmesi Üzerine Yöntem Çalışması 27
4.2. Tarama Çalışması 38
4.2.1. Konya ili toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri 38
4.2.2. Niğde ili toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri 40
4.2.3. Nevşehir ili toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri 42
4.2.4. Tarama amaçlı toplanan toprak ve buğday tanelerinin selenyum konsantrasyonları 45
4.3. Selenyum Gübrelemesine Farklı Buğday Genotiplerinin Tepkilerinin Belirlenmesi 45
4.3.1. Selenyum toksisite semptomları 45
4.3.2. Yeşil aksam kuru madde verimi 50
4.3.3. Yeşil aksam selenyum toksisite toleransı 52
4.3.4. Yeşil aksam selenyum konsantrasyonu ve selenyum içeriği 54
4.3.5. Tane verimi 61
4.3.6. Tane selenyum toksisite toleransı 62
4.3.7. Tane selenyum konsantrasyonu ve selenyum içeriği 65
4.3.8. Gövde kuru madde verimi 69
4.3.9. Gövde selenyum toksisite toleransı 73
4.3.10. Gövde selenyum konsantrasyonu ve selenyum içeriği 76
5. TARTIŞMALAR 81
5.1. Topraktan Bitkilerce Alınabilir Selenyum Miktarının Belirlenmesi Üzerine Yöntem Çalışması 81
5.2. Tarama Çalışması 82
5.3. Selenyum Gübrelemesine Farklı Buğday Genotiplerinin Tepkilerinin Belirlenmesi 90
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 96
7. KAYNAKLAR 98
8.EKLER 107
ÖZGEÇMİŞ 129

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1. İnsan yaşamı için gereksinim duyulan besin ögeleri (Welch ve Graham, 2005) 2

Çizelge 1.2. İnsanlar tarafından ihtiyaç duyulan temel mineral elementler (White ve Broadley, 2005)..... 2

Çizelge 3.1. Topraktan bitkiler tarafından alınabilir selenyum ekstraksiyon yönteminin saptanması amacıyla kurulan sera denemesinde kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri..... 18

Çizelge 3.2. Sera denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 19

Çizelge 3.3. Sera denemesinde kullanılan buğday genotipleri ve alındıkları yerler.... 20

Çizelge 3.4. Toprakların bitkiye alınabilir selenyum miktarını belirlemek için kullanılan ekstraksiyon çözeltileri ve bunların uygulanma biçimi 21

Çizelge 4.1. Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan 90 toprak örneğinin pH, elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ve bu toprakların alındığı yerlerde yetişen buğdayların tane Se konsantrasyonları ve anılan topraklarda değişik ekstraksiyon çözeltileriyle ekstrakte edilen Se konsantrasyonları 28

Çizelge 4.2. Topraktan bitkiler tarafından alınabilir selenyum ekstraksiyon yönteminin saptanması amacıyla kurulan sera denemesinde kullanılan topraklarının farklı ekstraksiyon çözeltileri ile elde edilen Se konsantrasyonları..... 31

Çizelge 4.4. Topraklara farklı dozlarda (0 ppm ve 0.5 ppm) uygulanan selenyumun Ceyhan 99 buğday çeşidinin tane verimi ile tane Se konsantrasyonu ve içeriği üzerine etkisi. 35

Çizelge 4.5. Tarama çalışmasında toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile buğday tanesi örneklerinin Se konsantrasyonu ve içeriği 46

Çizelge 4.6. Tane selenyumu ve alınabilir toprak selenyumu ile toprakların farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler..... 47

Çizelge 4.7. Ekmeklik buğday genotiplerinin Se_5 dozunda gösterdiği Se toksisitesi semptomlarının şiddeti..... 48

Çizelge 4.8. Makarnalık buğday genotiplerinin Se_5 dozunda gösterdiği Se toksisitesi semptomlarının şiddeti 48
Çizelge 4.9. Buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimi, Se konsantrasyonu ve Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları 51
Çizelge 4.10. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. 53
Çizelge 4.11. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. 53
Çizelge 4.12. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum konsantrasyonuna etkileri. 58
Çizelge 4.13. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum konsantrasyonuna etkileri. 58
Çizelge 4.14. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum içeriğine etkileri. 60
Çizelge 4.15. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum içeriğine etkileri. 60
Çizelge 4.16. Buğday genotiplerinin tane verimi, tane Se konsantrasyonu ve tane Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları 62
Çizelge 4.17. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimine etkileri. 63
Çizelge 4.18. Se uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane verimine etkileri. 63
Çizelge 4.19. Se uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane selenyum konsantrasyonuna etkileri. 66
Çizelge 4.20. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane selenyum konsantrasyonuna etkileri. 66
Çizelge 4.21. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane kükürt (S) konsantrasyonuna etkileri. 68
Çizelge 4.22. Se uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane kükürt (S) konsantrasyonuna etkileri. 68

Çizelge 4.23. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane selenyum içeriğine etkileri. 70
Çizelge 4.24. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane selenyum içeriğine etkileri. 70
Çizelge 4.25. Se uygulamasının buğday genotiplerinin gövde verimi, gövde Se konsantrasyonu ve gövde Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları 71
Çizelge 4.26. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. 72
Çizelge 4.27. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. 72
Çizelge 4.28. Selenyum uygulamalarına karşı ekmeklik buğday genotiplerinin gövde selenyum konsantrasyonu. 77
Çizelge 4.29. Se uygulamalarına karşı makarnalık buğday genotiplerinin gövde Se konsantrasyonu..... 77
Çizelge 4.30. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin gövde selenyum içeriğine etkileri. 80
Çizelge 4.31. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin gövde selenyum içeriğine etkileri. 80
Çizelge 4.32. Magmatik ve sedimenter kayalardaki toplam selenyum konsantrasyonları [Mayland ve ark. (1989)'dan alınmıştır] 84
Çizelge 4.33. Farklı ülkelere ait buğday selenyum konsantrasyonları 86
Çizelge 4.34. Farklı ülkelerde yetişkinlerin hesaplanmış günlük Se alımları..... 88
Ek Çizelge 1. Tarama amaçlı toplanan toprak ve buğday tanesi örneklerinin alındığı noktaların koordinatları..... 108
Ek Çizelge 2. Konya İli buğday ekili arazilerinden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 113
Ek Çizelge 3. Niğde İli buğday ekili arazilerinden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 117
Ek Çizelge 4. Nevşehir İli buğday ekili arazilerinden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 118

Ek Çizelge 5. Tarama amaçlı toplanan toprak örneklerinin alınabilir selenyum konsantrasyonları ile buğday tanesi örneklerinin selenyum konsantrasyonları ve içerikleri 119
Ek Çizelge 6. Farklı Se uygulamaları ile ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri (mg bitki^{-1}) arasındaki regresyon denklemi ve regresyon katsayıları 124
Ek Çizelge 7. Selenyum uygulamaları ile makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri arasındaki regresyon denklemi ve regresyon katsayıları 124

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile tane Se konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler 30
Şekil 4.2. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile yeşil aksam selenyum konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler 33
Şekil 4.3. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile tane Se konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler 36
Şekil 4.4. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile tarama tane Se konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler 37
Şekil 4.5. Selenyum toksisitesi sepmtomları 49
Şekil 4.6. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı 55
Şekil 4.7. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı 56
Şekil 4.8. Selenyum toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin Se toksisite toleransı ile kuru madde verimleri arasında ilişkiler 57
Şekil 4.9. Selenyum toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin selenyum toksisite toleransı ile tane verimleri arasında ilişkiler 64
Şekil 4.10. Se uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı 74
Şekil 4.11. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı 75
Şekil 4.12. Selenyum toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin gövde kuru madde verimi ile Se toksisite toleransı arasında ilişkiler..... 76
Ek Şekil 1. Se uygulama dozları ile makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimi arasındaki ilişki..... 125

Ek Şekil 2. Selenyum uygulama dozları ile ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimi arasındaki ilişki..... 127

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
<	: Daha küçük
>	: Daha büyük
ºC	: Derece santigrat
µg	: Mikro gram
DTPA	: Dietilentriaminpentaasetik asit
g	: Gram
kg	: Kilo gram
KM	: Kuru madde
L	: Litre
mg	: Mili gram
ml	: Mili litre
ng	: Nano gram
OM	: Organik madde
pH	: Asitlik-alkalilik faktörü
S	: Kükürt
Se	: Selenyum
$Na_2SeO_4^{-2}$	: Sodyum Selenat
SeO_4^{-2}	: Selenat
SeO_3^{-2}	: Selenit
Se^{-2}	: Selenid

1.GİRİŞ

Toplumu ve onu oluşturan bireylerin sağlıklı ve güçlü olarak yaşamasında, ekonomik ve sosyal yönden gelişmesinde, refah düzeyinin artmasında, huzurlu ve güvence altında varlığını sürdürebilmesinde yeterli ve dengeli beslenme temel koşullardan birisi belki de en önemlisidir (Anonymous, 2001). Beslenme, açlık duygusunu bastırmak, karın doyurmak ya da canının çektiği şeyleri yemek içmek değildir. Beslenme; sağlığı korumak, geliştirmek ve yaşam kalitesini yükseltmek için vücudun gereksinimi olan besin ögelerini yeterli miktarlarda ve uygun zamanlarda almak için bilinçli yapılması gereken bir eylemdir (Anonymous, 2004).

Bilimsel araştırmalarla, insanın yaşamı için 50'ye yakın besin ögesine gereksinimi olduğu (Çizelge 1.1) ve insanın, sağlıklı büyüme ve gelişmesi, sağlıklı ve üretken olarak uzun süre yaşaması için bu ögelerin (karbonhidrat, protein, yağ, vitaminler, mineraller, su) her birinden günlük ne kadar alınması gerektiği belirlenmiştir (Anonymous, 2004; Welch ve Graham, 2005). Bu ögelerin herhangi biri alınmadığında, gereğinden az ya da çok alındığında, büyüme ve gelişmenin engellendiği ve sağlığın bozulduğu bilimsel olarak ortaya konmuştur.

İnsan yaşamı için gereksinim duyulan 50'ye yakın besin ögesinin (Welch ve Graham, 2005) 20'den fazlasını mineral elementler oluşturmaktadır (Welch ve Graham, 2005; White ve Broadley 2005). Bunlardan bazılarına fazla miktarlarda ihtiyaç duyulurken Fe, Zn, Cu, I ve Se gibi diğer mineral elementlere ise eser miktarlarda ihtiyaç duyulmaktadır (Çizelge 1.2)

Dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerde insanlarda başta Fe, Zn ve Se olmak üzere mikroelement eksiklikleri ve buna bağlı ciddi sağlık sorunları çok yaygın biçimde ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar mikroelement eksiklikleri probleminin dünya nüfusunun yarısını etkilediğini göstermektedir. Sorunun başlıca nedeni olarak da mikroelementlerce çok fakir olan tahıl kökenli gıdaların yoğun biçimde tüketilmesi gösterilmektedir (Çakmak ve ark., 2002).

Dünya'da yaklaşık 1 milyar insanın Se alımının yetersiz olduğu ve bu oranın Batı Avrupa gibi gelişmiş ülkeleri de kapsadığı bildirilmektedir (Combs, 2001). Selenyum ilk olarak 1817 yılında İsveçli kimyacı Jons Jacob Berzelius tarafından bulunmuştur. Uzun yıllar çok toksik ve kanserojen olarak bilinen selenyumun canlı

Çizelge 1.1. İnsan yaşamı için gereksinim duyulan besin ögeleri (Welch ve Graham, 2005).

Su ve Enerji	Protein (Amino asitler)	Yağlar (Yağ asitleri)	Makro elementler	Mikro elementler	Vitaminler
Su	Histidin	Linoleik asit	Na	Fe	A
Karbonhidratlar	İzolesin	Liolenik asit	K	Zn	D
	Lösin		Ca	Cu	E
	Lizin		Mg	Mn	K
	Metionin		S	I	C
	Fenilalain		P	Fe	B_1 (thiamin)
	Treonin		Cl	B	B_2 (riboflavin)
	Triptofan			Se	B_3 (pantotenik asit)
	Valin			Mo	B_6
				Ni	Folik asit
				Cr	Biotin
				Si	Niasin
				As	B_{12} (kobalamin)
				Li	
				Sn	
				V	
				Co (B_{12} de)	

Çizelge 1.2. İnsanlar tarafından ihtiyaç duyulan temel mineral elementler (White ve Broadley, 2005).

Element	RDA*	RNI	UL	SUL
N	NS	NS	NS	NS
S	NS	NS	NS	NS
K (mg)	1600-3500	3500	NS	3700
Cl (mg)	750-3400	2500	NS	NS
Ca (mg)	1000-1200	700	2500	1500
P (mg)	700	550	4000	250
Na (mg)	500-2400	1600	<2400	NS
Mg (mg)	310-420	300	350	400
Fe (mg)	8-18	11.4	45	17
Zn (mg)	8-11	9.5	40	25
Mn (mg)	1.8-2.3	> 1.4	11	4
Cu (mg)	0.9	1.2	10	10
I (µg)	150	140	1100	500
Se (µg)	**55**	**75**	**400**	**450**
Mo (µg)	45	50-400	2000	NS
Cr (µg)	25-35	> 25	NS	NS
F(mg)	3-4	NS	10	NS
B (mg)	NS	NS	20	9.6
Ni (mg)	NS	NS	1000	260
V (mg)	NS	NS	1.8	NS
Si (mg)	NS	NS	NS	1500
As	NS	NS	NS	NS

*RDA: önerilen günlük alım miktarı; RNI: İngiltere günlük referans besin alımı; UL: ABD tolere edilebilir üst alım seviyesi; SUL: İngiltere, güvenilir üst seviye; NS: belirlenmemiş.

organizmalar için gerekli bir element olduğu 1957 yılında Schwarz ve Foltz tarafından bildirimiştir. 1973 yılında Rotruck ve arkadaşları tarafından Glutasyon peroksidaz enziminin önemli bir bileşeni olduğunun gösterilmesiyle organizmadaki etki mekanizması daha iyi anlaşılmıştır. Selenyum glutasyon peroksidaz enziminin yapı taşıdır ve her bir mol enzim 4 g Se atomu içerir (Rotruck ve ark., 1973). Bu enzim koruyucu özelliğe sahiptir. Biyolojik membranların en önemli oksidatif faktörü hidrojen peroksit ve bundan oluşan hidroksil radikalidir (Çakmak ve Marschner, 1988). Se içeren glutasyon peroksidaz enzimi, peroksitlerin toksik etkilerini önleyerek hücre membranlarını korumaktadır.

Selenyum eksikliği olan bitkisel kökenli gıdaların/yemlerin tüketilmesiyle selenyuma mutlak gereksinim duyan insan ve hayvanlarda önemli sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Selenyumun gıdalardaki noksan ve toksik seviyeleri arasındaki mesafe oldukça dardır (Navarro-Alarcon ve Cabrera-Vique, 2008). İnsan ve hayvanların yeterli beslenmesi için yiyecek ve/veya yemlerdeki Se konsantrasyonunun 100-1000 μg kg^{-1} arasında olması arzu edilmektedir (Allaway, 1968; Adams ve ark., 2002; Broadley ve ark., 2007). Söz konusu konsantrasyonun 5 mg kg^{-1} üzerinde olması durumunda ise Se toksisitesi sorunu ortaya çıkmaktadır (Mikkelsen ve ark., 1989; Arvy, 1992).

Yetişkinler için 50-200 μg $gün^{-1}$ düzeyinde selenyum alımı güvenli ve yeterli kabul edilmektedir. ABD'de önerilen günlük selenyum alım düzeyleri kadın ve erkekler için 55 μg $gün^{-1}$'dür. Gebelikte 60 μg $gün^{-1}$, laktasyon döneminde ise 70 μg $gün^{-1}$ önerilmektedir. Tolere edilebilir selenyum alım seviyesi ise 400 μg $gün^{-1}$ dür (NAS, 2000). İngiltere'de önerilen selenyum alım düzeyleri ise kadınlar için 60 μg $gün^{-1}$, erkekler için 75 μg $gün^{-1}$'dür.

Değişik ülkelerde yapılan çalışmalar, insanların günlük Se alımında diyetteki gıda kaynaklarının önemli olduğunu göstermektedir. Tüketilen gıdalar Se bakımından fakir ise zamanla insanlarda Se eksikliği baş göstermektedir (Ellis and Salt, 2003; Finley, 2005). Bitkisel kökenli gıdaların Se miktarı, yetiştiği toprağın Se miktarına bağlı olarak büyük değişkenlikler göstermektedir. Bu yüzden günlük Se alımı dünyanın değişik bölgelerinde büyük ölçüde farklılıklar sergilemektedir. Bununla birlikte, bitkilerin topraktan Se alımı toprakların tekstürü, redoks potansiyeli, pH'sı, organik madde ve demir oksit/hidroksit içeriği ve selenyumla

rekabet eden diğer iyonların konsantrasyonu gibi faktörler tarafından da etkilenir (Gissel-Nielsen ve ark., 1984; Mikkelsen ve ark., 1989). Selenyumun topraktan bitkiler tarafından alınabilmesi için mutlaka kimyasal olarak çözünür ve alınabilir bir formda olması gerekir. Bitkiler Se'u daha çok oksitlenmiş selenat (Se^{+6}) formunda alır. Selenyum topraklarda çoğunlukla selenat (SeO_4^{-2}), selenit (SeO_3^{-2}) ve selenid (Se^{-2}) formlarında bulunur. Oksidasyon düzeyi ve toprak pH'sı arttıkça Se bitkiler tarafından daha kolay alınabilir. Toprakların pH'sı düştükçe bitkilerin topraktan Se alımı zorlaşır (Mikkelsen ve ark., 1989; Marschner, 1995).

Diyet selenyumunun yetersizliği insan sağlığında geniş kapsamlı etkilere neden olmaktadır (Foster ve Sumar, 1997). Düşük selenyum seviyesi; hipertansiyon, kısırlık, kistik fibrosis, eklem iltihabı, kas bozuklukları, viral enfeksiyonlara karşı hassasiyet (Johnson ve ark., 2000), kardiyovasküler hastalıklar, troid fonksiyonu bozukluğu (guatr), depresyon ve kanser (özellikle kolon, prostat, akciğer ve diğer kanser türleri) (Brown ve Arthur, 2001; Combs ve Lu, 2001; Rayman, 2002) gibi hastalıklarla ilişkilendirilmektedir. Son yıllarda giderek kabul gören kanıya göre Se ayrıca savunma sisteminin kuvvetlenmesinde ve AIDS hastalığının önüne geçilmesinde de çok etkin olan bir mineral elementtir. Günde 200 µg Se kullanımının AIDS hastalarında çok olumlu sonuçlar verdiği bulunmuştur (Rayman, 2000). Hayvanlarda ise selenyum eksikliğinden dolayı beyaz kas hastalığı, iskelet bozuklukları, sığırlarda karaciğer nekrozu ve yavrularda da ölümler meydana gelmektedir (Kishchak, 1998)

Selenyum fazla alınması durumunda ise insanlarda deride, saçta ve tırnaklarda şekil bozuklukları ve kayıpları, diş çürümeleri, gastrointestinal ve nörolojik rahatsızlıklar, baş ağrısı ve mide bulantısı gibi rahatsızlıklara yol açabilmektedir (Dhillon ve Dhillon, 2003).

Ülkemizde tüm ölümlerin ilk sırasında %43 oranında kalp damar hastalıkları yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda hipertansiyon prevalansı %11-43 arasında saptanmıştır (Pekcan, 1998). Kanser Türkiye'de yetişkinlerde ikinci sırada ölüm nedenidir. Tüm ölümlerin %11'ini kanser türleri oluşturmaktadır. Beslenme alışkanlıklarına bağlı nedenlerle meme, kolon, prostat ve mide kanserleri sık görülmektedir (Pekcan ve Karaağaoğlu, 2000).

Biyolojik yapılarda, Se'un proteinle birleşmesinden dolayı protein miktarı yüksek olan gıdalar genellikle Se bakımından zengindirler. Genellikle kırmızı et, balık, deniz ürünleri, sakatatlar (karaciğer, böbrek) selenyum açısından beyaz et, süt ürünleri ve tahıllara göre daha zengin gıdalardır (Şimşek ve ark., 2004). Fakat selenyumun bitkisel gıdalardaki formları hayvansal gıdalardaki formlarından genellikle daha yüksek biyoelverişliliğe sahiptir (Lyons ve ark., 2003).

Bitkiler tarafından alınan selenyum bitki dokularında çeşitli bileşiklerle kompleksleşmeye girer. Aminoasitler ve proteinler selenyumu bağlayan önemli bileşiklerdir (Shrift, 1973). En yaygın kompleks oluşumu methionin amino asidi ile ortaya çıkmaktadır ve bu kompleks selenomethionin olarak anılmaktadır (Bourne, 1985). Selenomethioninler protein yapısına girdiğinden, protein içeriği düşük olan meyveler ve çoğu sebzeler selenyum konsantrasyonu yönünden düşüktür. Buna karşılık, tahıl ürünleri sebzelere ve meyvelere göre daha yüksek miktarda selenyum içermektedir.

Buğday ve buğday ürünleri insanların günlük Se alımının büyük bir bölümünü tek başına karşılamaktadır. Tarama çalışmaları, buğdayın yaygın tahıl ürünleri (buğday, çeltik, mısır arpa, yulaf) arasında en etkili Se akümülatörü olduğunu göstermiştir (Lyons ve ark., 2003). Türkiye geneline bakıldığında, tahıl ve tahıl ürünlerinin tüketimi ilk sırada yer almaktadır. Tahıl grubu tüketimini takiben ikinci sırada sebze tüketimi gelmektedir. Et ve et ürünlerinin protein açısından çok önemli gıda maddeleri olmasına rağmen Türkiye genelinde tüketim yüzdesi diğer gıda gruplarının tüketimleri içerisinde sadece %3'tür (Anonymous, 2001). Türk halkının beslenme durumuna bakıldığında Türkiye'de temel besin ekmek ve diğer tahıl ürünleridir. Günlük enerjinin ortalama %44'ü sadece ekmekten, %58'i ise ekmek ve diğer tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır (Pekcan, 2006) .

Selenyum bitki gelişimi için gerekli olmamakla birlikte insan ve hayvan sağlığı açısından taşıdığı kritik öneminden dolayı bitkilerdeki ve bitkisel kökenli gıdalardaki miktarının yüksek olması arzu edilmektedir. Buğdayın ve buğday ürünlerinin insanların günlük selenyum alımında önemli bir gıda kaynağı olması nedeniyle bu konu dünyada giderek önem kazanmaya başlamıştır. Günümüzde yetiştirilen buğdayların Se konsantrasyonunun çok düşük olması nedeniyle, buğdayların ya gübreleme (agronomic biofortification) yada ıslah yoluyla (genetic

biofortification) selenyum bakımından zenginleştirilmesi tane selenyum konsantrasyonunun artırılmasında en etkili stratejiler olarak değerlendirilmektedir (Lyons ve ark., 2003).

Avrupa'da bazı ülkelerde buğdayların genel olarak Se bakımından fakir olması nedeniyle gübrelere tıpkı Finladiya'da olduğu gibi Se ilave edilmesi fikri doğmuştur. Finlandiya'da gübrelere Se katılmasına ve uygulanmasına karar verilmeden önce (1984 yılından önce) buğdayların selenyum konsantrasyonu ortalama 10 $\mu g\ kg^{-1}$ dolayında bulunurken 1984'de ülke çapında Tarım Bakanlığı ve diğer kuruluşların öncülüğünde başlatılan Se katkılı gübre uygulamalarıyla bu değer 25 katlık bir artışla 250 $\mu g\ kg^{-1}$ düzeyine çıkmıştır (Eurola ve ark., 1990). Bu sayede Se gübreleme öncesi 25 μg Se $gün^{-1}$ olan ortalama Se alımı 110 μg Se $gün^{-1}$'e yükselmiştir (Eurola ve ark., 1991). Ülkede kanser vakalarının azalmasında bu uygulamanın çok önemli bir yeri olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır (Rayman, 2000).

Ülkemizde de bu konuda gerekli adımlar bir an önce atılmalıdır. Diyetteki en önemli kalori ve insanların en önemli Se kaynağı olması nedeniyle Türkiye'de buğdayın Se statüsünün bilinmesi ve iyileştirilmesi hem bir bilgi eksikliğinin giderilmesi açısından hem de toplumsal sağlık açısından öncelikli öneme sahip bir konu durumundadır. Birçok yabancı ülkede toprakların, bitkilerin, gıdaların, hayvan ve insanların selenyum seviyelerini belirlemek amacıyla araştırma çalışmaları giderek artarken ülkemizde bu konuda geniş alanları ve populasyonları içine alan yani tatmin edici bir çalışma halen yürütülmüş değildir. Dolayısı ile her şeyden önce ülkemizde de toprakların, bitkilerin, gıdaların, hayvanların ve insanların selenyum durumlarının araştırılması gerekli görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı;

I) Literatürde yaygın olarak yer alan ekstraksiyon çözeltileri kullanılarak ülkemiz topraklarına uygun topraklardan bitkilerce alınabilir selenyum miktarının ölçüm yönteminin belirlenmesi,

II) Orta Anadolu Bölgesinde (Konya, Niğde, Nevşehir) seçilmiş önemli buğday üretim alanlarından temsili toprak ve buğday tane örnekleri alarak bu bölgelerin toprak ve buğday örneklerinin Se düzeyini belirlemek ve buğday tanesi Se konsantrasyonu ile toprak Se konsantrasyonu arasındaki ilişkileri toprak özellikleri açısından irdelemek,

iii) Sera denemesiyle, toprağa artan oranlarda selenyum uygulayarak farklı buğday genotiplerinin selenyuma tepkilerinin belirlenmesi ve tanedeki selenyum birikiminin araştırılmasıdır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Arpa (*Hordeum vulgare* L.) tanesi ve yonca (*Medicago sativa* L.) ve çayır kelp kuyruğu (*Phleum pratense* L.) yaprağındaki Se konsantrasyonu üzerine yapraktan sodyum selenit uygulamalarının (5, 10, 20, 40 ve 80 g Se ha^{-1}) etkilerini belirlemek için 5 yıl boyunca iki lokasyonda tarla denemeleri kurulmuştur. 10-20 g Se ha^{-1} uygulamaları arpa tanesi ve yem bitkilerinin Se konsantrasyonlarını çiftlik hayvanlarında Se eksikliğini önlemek için gerekli olan seviyelere çıkarmıştır. En yüksek Se uygulama miktarı (80 g Se ha^{-1}) bitkilerin Se konsantrasyonunu çayır kelp kuyruğunda 706 µg kg^{-1}, yoncada 546 µg kg^{-1} ve arpa tanesinde 316 µg kg^{-1} düzeylerine yükseltmiştir. Benzer uygulamalarda ölçülen bitki Se konsantrasyonları yıldan yıla değişmiş fakat uygulanan Se seviyelerine bitkilerin tepkileri genellikle benzer oranlarda olmuştur. Benzer uygulama oranları için Se konsantrasyonları arpa tanesinde yemlerdekinden daha düşük olmuştur. Yonca ve kelp kuyruğunun ikinci biçimlerindeki doku Se seviyeleri ilk biçimdekinden daha düşük çıkmıştır. Yapraktan uygulanan yüksek Se seviyeleri takip eden ürün yılında kalıcı etki meydana getirmemiştir. Bu yüzden çiftlik hayvanlarında Se eksikliğini önlemek için yemlerde ihtiyaç duyulan oranlarda Se seviyelerini karşılamak için Se'un yıllık olarak yapraktan uygulanması gerekmektedir (Gupta ve ark., 1988)

Wan ve ark. (1988) tarafından farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip topraklar üzerinde yetiştirilen bitkilerin (arpa, yonca, pancar ve domates) Se alımı sera koşullarında incelenmiştir. Bu dört bitkinin yetiştirildiği toprağa 0, 0.5 ve 1.5 mg kg^{-1} dozlarında Se uygulanmıştır. Dört farklı toprak daha ilave edilerek sadece yoncanın yetiştirildiği ikinci bir denemede de topraklara 0, 0.5, 1.5 ve 3 mg kg^{-1} dozlarında Se uygulanmıştır. Bitkiler olgunlaşana kadar yetiştirilerek verim ve doku Se konsantrasyonları belirlenmiştir. Bitkilerin Se konsantrasyonları Se uygulama dozlarına bağlı olarak doğrusal bir şekilde artmıştır. Arpa, pancar ve domatesin insanlar tarafından yenilebilen kısımları genellikle yenilemeyen kısımlarından çok daha az Se içermiştir. Topraktaki SO_4^{-2} miktarı bitkiler tarafından Se alımını etkileyen başlıca toprak faktörü olarak tespit edilmiştir. Düşük sülfatlı toprakta yetiştirilen yonca (<100 mg Se kg^{-1}), yüksek sülfatlı toprakta yetiştirilen yoncadan (>1000 mg Se kg^{-1}) 10-20 kat daha fazla Se ihtiva etmiştir.

Stephen ve ark. (1989), sonbaharda ekilen buğdayın gelişimi, tane verimi ve selenyum konsantrasyonu üzerine Se'un (sodyum selenat formunda) uygulama metodu ve uygulama dozlarının etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla biri siltli tın diğeri killi tın tekstüre sahip iki farklı arazide buğdaya dört farklı selenyum dozunu (5, 10, 15 ve 20 g Se ha^{-1}), tohuma kaplama, prill şeklinde ekim esnasında, kardeşlenme ortasında ve başak çıkışında yapraktan olmak üzere dört faklı metotla uygulamışlardır. Her iki deneme alanında da sodyum selenat uygulaması vejetatif büyüme ve tane veriminde küçük düşüşlere neden olmuştur. Fakat olgun bitkilerde ve onların fraksiyonlarında (saman, tane, un ve kepek) Se konsantrasyonlarını artırmıştır. Olgun bitkilerdeki selenyum konsantrasyonu üzerine başak çıkışında yapraktan uygulanan selenyumun etkisi diğer uygulama metotlarından daha etkili olmuştur. Bitki Se konsantrasyonundaki artış siltli tınlı toprakta killi tınlı topraktakinden %32 daha fazla olmuştur. Araştırıcılar, insan ve hayvan sağlığı bakımından buğday tanesinde arzu edilen Se seviyesini (0.1 mg Se kg^{-1}) elde etmek için 10 g Se ha^{-1} uygulama dozunun yeterli olacağını bildirmişlerdir.

Sera şartlarında farklı oranlarda Se^{+6} ve SO_4^{-2} içeren solüsyon kültüründe arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştirilerek bitki SO_4^{-2} ve Se^{+6} alımı arasındaki sinerjistik etkileşim araştırılmıştır. Düşük konsantrasyonlarda SO_4^{-2} içeren solüsyon ortamına artan dozlarda Se^{+6} ilavesi bitkilerin gövde ve kök verimini önemli oranda düşürmüştür. Bununla birlikte, ortama artan konsantrasyonlarda SO_4^{-2} ilavesi, Se^{+6}'nın verim üzerine olumsuz etkisini engellemiştir. Se^{+6} ve SO_4^{-2} arasındaki sinerjistik ilişki, düşük konsantrasyonlarda SO_4^{-2} içeren solüsyon ortamına artan konsantrasyonlarda Se^{+6} ilavesi ile gövde S konsantrasyonlarında artışa neden olmuştur. Solüsyon ortamına artan dozlarda SO_4^{-2} ilavesi bitkilerin gövde ve kök Se konsantrasyonlarını önemli ölçüde düşürmüştür (Mikkelsen ve Wan, 1990).

Singh (1991) tarafından düşük selenyumlu toprağa uygulanan Cl ya da SO_4^{-2} içeren NPK gübrelerine ilave edilen selenat ve selenitin buğday Se konsantrasyonu üzerine etkisi iki yıl süre ile bir sera denemesinde incelenmiştir. Denemede kullanılan kumlu toprağa $CaCO_3$ uygulanarak pH'sı 5.5 ve 6.5'a ayarlanmıştır. Selenyum, Cl içeren NPK gübresi ile 0.03 ve 0.06 mg Se kg^{-1} miktarlarında SO_4^{-2} içeren NPK gübresinden ise sadece 0.06 mg Se kg^{-1} miktarlarında uygulanmıştır.

Üçüncü yılda ise önceki yıllarda uygulanan selenyumun bakiye etkisi incelenmiştir. Uygulamalar arasında tane verimi önemli olarak farklı çıkmıştır. Tane verimi pH 6.5'da 5.5'dan önemli düzeyde daha yüksek olmuştur. Buğday tanesindeki Se konsantrasyonu ve alımı selenat uygulaması ile artmıştır. Selenit uygulaması ise Se konsantrasyonu ve alımında sadece kontrol seviyesinin üzerinde bir artış sağlamıştır. Se konsantrasyonu ve alımına selenatın etkisi selenitinkinden daha yüksek olmuştur. Buğday tanesindeki Se birikimi selenat kullanıldığı zaman Cl içerikli NPK gübrelerinde, selenit kullanıldığı zaman ise SO_4^{-2} içerikli NPK gübrelerinde daha yüksek olmuştur. Selenatın etkisi özellikle pH 6.5'de genellikle daha yüksek olmuştur. Selenyumca zenginleştirilmiş NPK gübrelerinden Se alımı genellikle tek başına uygulanan selenyumun ki kadar yüksek olmuştur. İlk iki yılda uygulanan her iki Se kaynağının bakiye etkisi üçüncü yılda etkili olmamıştır. Araştırıcı buğday tanesindeki Se konsantrasyonunun NPK gübrelerine Se tuzları katarak artırılabileceğini, ancak selenatın selenitten daha etkili olduğunu, bununla birlikte selenatın, SO_4^{-2} içerikli NPK gübrelerindeki SO_4^{-2} iyonları ile iyonik rekabetinden kaçınmak için Cl içerikli NPK gübrelerine ilave edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Arpa tanesinin selenyum konsantrasyonu üzerine selenit ve selenatın etkisi karşılaştırılmıştır. Bu amaçla ekim esnasında toprağa üç farklı Se kaynağı (sodyum selenat, sodyum selenit ve kalsiyum selenit) üç farklı dozda (10, 20 ve 40 g Se ha^{-1}) uygulanmıştır. Sodyum selenat formunda 10 g Se ha^{-1} uygulama dozu arpa tanesinin Se konsantrasyonunu 234 µg Se kg^{-1}'a, 40 g Se ha^{-1} uygulama dozu ise 959 µg Se kg^{-1}'a yükseltmiştir. Hem kalsiyum selenit hem de sodyum selenit en yüksek 40 g Se ha^{-1} uygulama dozunda bile tane Se konsantrasyonunu artırmada etkisiz olmuştur. Birinci yılın bakiye etkisini ölçmek için ikinci yıl selenyum uygulanmayan parsellerdeki 20 µg kg^{-1} tane Se konsantrasyonu, kullanılan Se kaynağı ya da oranına bakmaksızın kontrol uygulamalarındakilere benzer düzeyde olmuştur. Bu yüzden yıllık selenat formunda 10 g Se ha^{-1} uygulaması çiftlik hayvanlarını Se eksikliğinden korumak için arpa tanesi Se konsantrasyonunu ihtiyaç duyulan seviyelere çıkarmak için önerilmiştir (Gupta ve ark., 1993).

Tarla denemeleri ile yazlık buğdayın Se konsantrasyonu üzerine selenyumca zenginleştirilmiş gübrelerden temel olarak uygulanan NPK ve üst gübre olarak uygulanan $Ca(NO_3)_2$'ın etkisi karşılaştırılmıştır. Selenyum, $Ca(NO_3)_2$ ile 6.45, 12.91

g Se ha^{-1}, NPK ile 5.83 g Se ha^{-1} miktarlarında uygulanmıştır. Buğday tanesindeki Se konsantrasyonu sürekli olarak Se-zenginleştirilmiş $Ca(NO_3)_2$ ya da NPK uygulamaları ile artmıştır. Bununla birlikte buğday tanesi Se konsantrasyonunu artırmada Se-zenginleştilişmiş $Ca(NO_3)_2$'ın NPK ya üstünlüğü büyüme koşulları ve lokasyona bağlı olarak değişmiştir. Se uygulama metodunun her ikisi de tane Se konsantrasyonunu artırmada etkili olmuştur. Tane Se konsantrasyonu genellikle kaba tekstürlü topraklarda orta ile ağır tekstürlü topraklardakinden daha yüksek bulunmuştur. Se uygulanmayan alanlardaki 16 μg Se kg^{-1} olarak belirlenen buğday tanesinin Se konsantrasyonu insan ve hayvanlarda Se ihtiyacını karşılamak için gerekli olan seviyelerin oldukça altında çıkmıştır. 25 mg Se kg^{-1} (6.45 g Se ha^{-1}) ile zenginleştirilen kalsiyum nitrat buğday tanesindeki Se konsantrasyonunu arzu edilen seviyeye çıkarmıştır (Tveitnes ve ark., 1996).

Lyons ve ark. (2004a), buğday tane Se konsantrasyonu ve verimi üzerine farklı miktarlarda topraktan ya da yapraktan (0, 10, 30, 100, 300 g Se ha^{-1}) Se uygulamalarının ve tane Se konsantrasyonu, verimi ve protein konsantrasyonu üzerine çeşitlerin, S ve N'un etkilerini araştırmışlardır. İki farklı toprak tipi üzerinde yapılan tarla denemelerinde tane Se konsantrasyonunun artan dozlarda topraktan ya da yapraktan uygulanan Se ile devamlı olarak arttığını tespit etmişlerdir. Toprağa uygulanan Se, tane Se konsantrasyonunu 20-133 kat, yapraktan uygulanan Se ise 6-20 kat artırmıştır. Her iki alanda da uygulama oranı ve metodu tane verimini etkilememiştir. Toprağa nispeten düşük oranda uygulanan S (30 kg S ha^{-1}) tane Se konsantrasyonunu %16 azaltmıştır. Bu denemeler tane Se konsantrasyonu üzerine çeşitlerin etkilerinin önemli olmadığını ortaya koymuştur. Tane Se konsantrasyonlarıdaki farklılıklar muhtemelen deneme alanları arasında elverişli Se konsantrasyonundaki aşırı değişkenlikten dolayı (yaklaşık 100 kat) kaynaklanmıştır. Tane verimi, çeşitler ya da Se, S, N uygulaması ile etkilenmemiştir. Tane proteini ve kükürt konsantrasyonları geç dönemlerde yapraktan üre uygulaması ile artırılmıştır. Araştırıcılar, sodyum selenat ile gübrelemenin insan sağlığı için yeterli Se konsantrasyonlarını içeren buğdayı üretmenin masrafsız ve pratik bir yol olduğunu bildirmişlerdir.

Lyons ve ark. (2005a) yüksek selenyum seviyelerine buğdayın toleransını belirlemek ve buğdayda Se fitotoksisitesini saptamak için tarla, sera ve laboratuar

şartlarında çalışmışlardır. Selenat formunda 120 g ha^{-1}'a kadar Se miktarlarının kullanıldığı tarla denemeleri ve 500 g ha^{-1}'a kadar topraktan ve 330 g ha^{-1}'a kadar yapraktan selenyumun uygulandığı pilot denemelerde Se fitotoksisite simptomlarının gözlemlenmediği bildirilmiştir. Dört haftalık saksı denemelerinde, Se toksisitesi için kritik doku seviyesinin 325 mg kg^{-1} civarında olduğu ve bu seviyeye de büyüme ortamına 2.6 mg kg^{-1} selenyum (sodyum selenat formunda) ilavesi ile ulaşılacabileceği belirtilmiştir. Laboratuar çalışmalarında 10 mg Se L^{-1}'nin üstündeki solüsyon konsantrasyonları buğdayın ilk gelişimini engellemiştir. Bitki büyümesini selenit, selenattan daha fazla etkilemiştir. Örneğin 38 mg Se L^{-1} konsantrasyonunda selenit büyümeyi %50 oranında engellerken, selanat %15 oranında engellemiştir. Çimlenme %'si selenat formundaki 150 mg Se L^{-1} solüsyon konsantrasyonu tarafından etkilenmezken selenit formundaki 70 mg L^{-1} civarındaki Se konsantrasyonunun çimlenmeyi engellediği görülmüştür. Araştırıcılar buğdaydaki Se fitotoksisitesinin insan tüketimi için tane Se seviyesini artırmak amacıyla kullandıkları Se uygulama oranları aralığında gözlemlenmeyeceğini ve Se ile buğdayın gübrelenmesinin insanlar ve hayvanlarda Se alımını artırmak için tanedeki organik Se konsantrasyonunu yükseltmenin en uygun ve etkili metodu olduğunu ifade etmişlerdir.

Rani ve ark. (2005) tarafından yapılan bir sera denemesinde farklı bitkilerin (hardal, mısır, buğday ve çeltik yeşil aksam kritik selenyum seviyelerini belirlemek için alkalin siltli tınlı bir toprağa farklı seviyelerde sodyum selenit (0, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.50, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 10, 15, 20 ve 25 mg Se kg^{-1}) uygulamışlardır. Hardal ve mısırda 5 mg Se kg^{-1}, buğdayda 4 mg Se kg^{-1} ve çeltikte 10 mg Se kg^{-1} toprak seviyesinin üstünde yeşil aksam kuru madde verimlerinde önemli azalmalar gözlemlenmiştir. Verimde önemli azalmanın görüldüğü kritik Se seviyesi hardalda 104.8 mg kg^{-1}, mısır'da 76.9 mg kg^{-1}, çeltikte 41.5 mg kg^{-1} ve buğdayda 18.9 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir. Kritik seviyenin üzerindeki Se içeriği ve kuru madde verimi arasında hardal ($r = -0.99$, $p \leq 0.01$), mısır ($r = -0.96$, $p \leq 0.01$) buğday ($r = -0.97$, $p \leq 0.01$) ve çeltikte ($r = -0.99$, $p \leq 0.01$) önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir. Toprağa 1.5 mg kg^{-1}'ın üzerinde Se uygulandığı zaman hardal, mısır ve çeltik hayvan tüketimi için toksik seviyelerde Se absorbe ederken,

buğday'da toprağa 3 mg kg^{-1}'ın üzerinde Se uygulanması durumunda toksik bitkilerin üretimine neden olduğu bildirilmiştir.

Curtin ve ark. (2006) düşük Se'lu topraklar üzerinde yetiştirilen buğdayın selenyum seviyesini 100 µg kg^{-1}'a yükseltebilmek için en iyi uygulama metodu, miktarı ve zamanını tespit etmek amacıyla tarla koşullarında çalışmışlardır. Bu amaçla Se (sodyum selenat formunda) uygulama metodu (toprağa uygulama, tohuma uygulama, yapraktan uygulama) ve farklı uygulama miktarları (5, 10, 20 g Se ha^{-1}) sulanan ve sulanmayan iki farklı lokasyonda sonbahar ve ilkbaharda iki farklı çeşit yetiştirilerek değerlendirilmiştir. Tane Se konsantrasyonu kontrol parsellerinde (Se ilave edilmeyen) ortalama 30 µg kg^{-1} iken 20 g Se ha^{-1} dozunda en etkili uygulama metodu olarak belirlenen yapraktan ve Zadoks Cetveline göre büyüme evresi 31'de topraktan uygulamalarda 400-500 µg kg^{-1}'a artmıştır. Ekim esnasında gübreleme (toprağa uygulama) , büyüme evresi 31'de gübrelemeye (toprağa uygulamaya) göre tane Se artışında özellikle sonbaharda ekilen ürünlerde daha az etkili olmuştur. Araştırıcılar uygulanan Se'un bitkiye elverişliliğinin toprakta çabucak azalabileceğini, bitkiler ilkbaharda hızlı bir şekilde büyümeye başladığı zaman Se uygulanmasının çok daha etkili olacağını bildirmişlerdir. Tane Se seviyesi sulanan alanda verim daha yüksek olmasına rağmen kuru alandaki uygulamalara yakın olmuştur. Tane Se'u üzerine genotiplerin etkileri ya çok az ya da önemsiz bulunmuştur. En etkili uygulama metotları (Zadoks cetveline göre büyüme aşaması 31'de topraktan uygulama ve çiçeklenme döneminde yapraktan uygulama) tane Se'unu 1 g ha^{-1} Se uygulama oranındaki artış için 20 µg kg^{-1} artırmıştır.

Sager ve Hoesch (2006) tarafından tahılların (buğday, arpa ve çavdar) mineral kompozisyonu üzerine 20 mg kg^{-1} selenat içeren mineral gübre (NPK: 20:8:8) uygulamasının etkilerini izlemek için 3 yıl süreyle Avusturya'da en yaygın toprak tipleri (cambisol, , kireçli phaeozem çernozem ve killi toprak) üzerinde tarla ve sera denemeleri kurulmuştur. Selenat ilavesi tahılların Se konsantrasyonlarında önemli artışlara neden olmuştur. Buna karşın takip eden yıllarda kalıcı etkisi önemli olmamıştır. İlave edilen selenyumun taneye transferi tarla koşullarında %0.4 - 4.7 ve saksılarda %1.6-5.4 aralığında değişmiştir. Taneye selenyum transferi killi toprakta diğerlerinden önemli olarak daha az olmuştur. Selenyum ilavesi diğer iz elementlerin konsantrasyonlarını etkilememiştir.

Zhao ve ark. (2007) tarafından buğday tanesinin Se konsantrasyonu üzerine sulama ve toprak sıkışmasının etkilerini incelemek üzere tarla koşullarında 2 yıllık bir deneme yürütülmüştür. Sulama tane Se konsantrasyonunu % 30 - % 75 oranında azaltmıştır. Muhtemelen bu etkinin; (ı) tane veriminin bir sonucu olarak seyrelmeden dolayı, (ıı) sulama suyuna ilave edilen sülfatın rekabeti ve (ııı) artan yıkanma kayıplarından dolayı olabileceği şeklinde ifade edilmiştir. Toprak sıkışması da tane Se konsantrasyonunu önemli olarak azaltmıştır.

Ducsay ve ark. (2007), kışlık buğday tanesinde Se birikimi ve tane Se alımı üzerine farklı Se seviyelerinin (0, 0.5, 1.0, 10 ve 20 g Se ha^{-1}) yapraktan uygulanmasının etkisini tarla şartlarında incelenmişlerdir. Selenyum altıncı yaprağın büyüme aşamasında (Zadoks Cetveli 29) Sodyum Selenit formunda uygulanmıştır. Artan seviyelerde Se uygulamaları tane verimini etkilememiştir. 10 g Se ha^{-1} ve 20 g Se ha^{-1} uygulamalarının her ikisi de bütün deneme yıllarında tanedeki Se birikimini çok önemli oranda artırmıştır. Tane kuru maddesindeki ortalama Se konsantrasyonu, Se uygulanmamış muamelelerde 0.039 ± 0.015 mg kg^{-1} iken 10 ve 20 g Se ha^{-1} uygulamalarında sırasıyla 0.094 ± 0.015 ve 0.192 ± 0.088 mg kg^{-1} değerlerine ulaşmıştır. Araştırıcılar 10 g Se ha^{-1} uygulama dozunun kışlık buğday tanesinde arzu edilen Se seviyesini elde etmek için yeterli olacağını ifade etmişlerdir.

Kanada ovalarının yüksek selenyumlu toprakları üzerinde tarla koşulları altında 3 yıl süreyle iki ayrı lokasyonda yetiştirilen makarnalık buğdayın Se akümülasyonu ve Cd seviyeleri üzerine Se'un (sodyum selenat formunda) farklı uygulama metotları ve oranlarının (tohuma kaplama 10, 20, 30 ve 40 g Se ha^{-1}; Selcote granül gübre 10 g Se ha^{-1}; yapraktan uygulama 20 g Se ha^{-1}) etkisi incelenmiştir. Kontrol parsellerinde (Se uygulanmayan) yetiştirilen makarnalık buğdayın Se konsantrasyonu 195 mg kg^{-1} ile 532 mg kg^{-1} aralığında değişim göstermiştir. Selenyum uygulama metotları ve oranlarının tümü bütün lokasyonlarda bitki standı, biomas verimi ve tane verimi üzerine olumsuz etki göstermeksizin makarnalık buğday tanesindeki Se konsantrasyonunu artırmıştır. Se uygulamaları göz önüne alınmadan tanedeki Cd konsantrasyonu genellikle sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Se uygulaması kaynağı ne olursa olsun tanedeki Cd konsantrasyonunu azaltmamıştır (Grant ve ark., 2007). Araştırıcılar Se uygulamasının buğdayın Se

konsantrasyonunu artırmada etkili olduğunu fakat tane Cd'unu azaltmak için etkin bir yol olmadığı bildirmişlerdir.

Curtin ve ark. (2008) tarafından tane Se seviyesini artırmada iki farklı selenyum gübresinin etkinliğini karşılaştırmak amacıyla Yeni Zelenda'nın Canterbury Bölgesinde biri sulanan diğeri sulanmayan iki arazide iki farklı buğday çeşidi yetiştirilmiştir. Her ikisi de sodyum selenat formunda Se içeren gübrelerden "AgSel" kolay çözünen (%100 suda çözünebilir), "Selprill Double" yavaş çözünen (%76'sı suda çözünebilir) özelliktedir. Gübreler 5, 10, 15 ve 20 g Se ha^{-1} dozlarında baharda (Zadoks büyüme aşaması 32) uygulanmıştır. Tane Se'u, Se uygulama miktarları ile doğrusal olarak artmış, fakat suda tam olarak çözünebilir (AgSel) gübre ile elde edilen tane Se konsantrasyonu daha yüksek olmuştur. Tanede ortalama Se konsantrasyonu sulu koşullarda yetiştirilen buğdayda (tane verimi 9.1 t ha^{-1}, Se = 0.17 mg kg^{-1}) kuru koşullarda yetiştirilene (tane verimi 7.4 t ha^{-1}, Se= 0.25 mg kg^{-1}) göre önemli düzeyde (%32) daha düşük olmuştur. Bu durumun verim artışından dolayı tanede Se'un seyrelmesinden kaynaklanabileceği şeklinde ifade edilmiştir. Tam olarak çözünebilir Se gübresi, tane Se'unu uygulanan Se'un her bir g ha^{-1} için sulanan ve sulanmayan alanda sırasıyla 0.018 mg kg^{-1} ve 0.023 mg kg^{-1} düzeyinde artırmıştır. Araştırıcılar Canterbury'da doğal olarak yetiştirilen buğdayın Se seviyesinin 0.02 mg kg^{-1} civarında olduğunu ve 5 g Se ha^{-1} uygulama dozunun kışlık buğday tanesinde arzu edilen Se seviyesini elde etmek için yeterli olacağını bildirmişlerdir. Araştırıcılar ayrıca gübreler baharda uygulandığı zaman yavaş çözünen gübrenin (Selprill Double) suda çözünmeyen bileşeninin Se alımına katkısı çok az miktarda olduğunu ve bu yüzden uygulama miktarının tam olarak çözünebilir gübreninkinden %30 daha yüksek olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Govasmark ve ark. (2008), N (amonyun nitrat) ve Se (sodyum selenat)'un uygulama zamanı ile yazlık buğday ve yıkama suyundaki Se konsantrasyonu arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Amonyum nitratın tamamı ekimde (105 mg N kg^{-1}) yada %75'i ekimde (70 mg N kg^{-1}) ve %25'i sapa kalkma döneminde (35 mg N kg^{-1}) olmak üzere 2 şekilde ve sodyum selenat'ıda Zadoks Cetveline göre ekimde, kardeşlenme, sapa kalkma, başak çıkışı ve süt olum dönemlerinde (0.01 mg Se kg^{-1}) uygulamışlarıdır. Bölünmüş N uygulaması tamamı tek seferde N uygulamasına göre tane protein içeriğini 12.1 mg g^{-1} dan 13.7 mg g^{-1}'a ve tane Se'unu, Se sapa kalkma

döneminde uygulandığı zaman 0.8 mg $kg^{-1'}$dan 1.1 mg $kg^{-1'}$a, başak çıkışında uygulandığı zaman 0.6 mg $kg^{-1'}$ dan 0.9 mg $kg^{-1'}$a artırmıştır. Bitkideki en yüksek Se konsantrasyonu bölünmüş N uygulaması ve başaklanma yada sapa kalkmada Se uygulaması ile elde edilmiştir. Selenyumun yıkanma kayıpları buğday tanesindeki Se konsantrasyonu artışı ile artmıştır. Fakat bölünmüş N uygulaması ile meydana gelen Se yıkanma kayıpları, tamamı tek seferde uygulanan N'un kine kıyasla daha düşük olmuştur. Araştırıcılar kardeşlenme sonrası sodyum selenat ve amonyum nitratın birlikte uygulanmasının tane Se konsantrasyonunu artırırken potansiyel yıkanma kaybını da etkilemediğinden bu elementlerin uygulanması için en uygun zaman olduğunu bildirmişlerdir.

Yazlık buğdayda NPK gübrelemesi ile artan dozlarda (0.05, 0.10 ve 0.20 mg kg^{-1}) selenyum uygulamasının buğdayda tane, sap ve kök verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. İki yıllık araştırma sonuçlarına göre artan Se dozları buğdayda tane, sap ve kök verimi üzerine etkili olmazken, toprağa uygulanan farklı dozlardaki Se buğdayın tane, sap ve kök kuru maddesindeki Se konsantrasyonunu önemli oranda artırmıştır (Ducsay ve ark., 2009).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Topraktan bitkilerce alınabilir selenyum miktarının belirlenmesi üzerine yöntem çalışması

3.1.1.1. Toprak ve buğday tanesi örnekleri

Topraklardaki yararlı/bitkilerce alınabilir Se miktarını belirlemeye yönelik olarak, Türkiye toprakları ve bu topraklarda yetiştirilen buğdayların Se statüsünü tespit etmek amacıyla TÜBİTAK tarafından desteklenen 105O637 nolu proje kapsamında Orta Anadolu, Çukurova, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgelerinden toplanan toprak ve tane örnekleri kullanılmıştır.

3.1.1.2. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali

Topraktan bitkiler tarafından alınabilir selenyum ekstraksiyon yönteminin saptanması amacıyla kurulan denemede farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olan ve özellikleri Çizelge 3.1'de verilen 14 farklı toprak örneği kullanılmıştır

3.1.2. Tarama (sörvey) çalışması

Orta Anadolu Bölgesinde yer alan Konya, Niğde ve Nevşehir illerinden 2005–2006 yetişme sezonu hasat döneminde toprak ve bu topraklar üzerinde yetişen buğday bitkisinden tane örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin 123 tanesi Konya ilinden, 31 tanesi Niğde ilinden, 19 tanesi de Nevşehir ilinden toplanmıştır. Toprak örneklerinin bölge topraklarını iyi bir şekilde temsil edebilmesi için farklı büyük toprak gruplarından, bunların bölgelerdeki dağılım oranlarına uygun bir şekilde alınmıştır. Toprak ve buğday tanesi örneklerinin alındığı noktaların koordinatları Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Topraktan bitkiler tarafından alınabilir selenyum ekstraksiyon yönteminin saptanması amacıyla kurulan sera denemesinde kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Örnek no	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Fe	Zn	Cu	Mn	P	Ca	Mg	Na	K
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					$mg\ kg^{-1}$					$me\ 100g^{-1}$ toprak			
28	Kulu-Konya	8.6	165	17.8	1.5	21	13	67	1.9	1.5	0.6	7.6	10.9	15.4	3.3	1.5	0.8
41	Sarayönü-Konya	7.6	143	19.4	4.5	31	34	35	15.5	0.9	2.3	8.7	40.4	32.9	7.5	0.2	0.9
46	Kadınhanı-Konya	7.9	149	27.4	2.2	21	18	61	5.2	0.3	0.9	9.8	14.0	18.2	4.4	0.2	0.5
48	Kadınhanı-Konya	7.9	116	31.0	2.0	27	24	49	2.1	0.4	1.0	12.4	20.4	22.5	3.2	0.2	1.2
59	Ereğli-Konya	8.1	686	38.7	6.1	36	30	34	4.2	4.7	2.4	2.3	65.5	17.7	15.8	0.5	2.2
62	Ereğli-Konya	7.6	212	43.1	1.7	34	16	50	2.1	1.6	0.5	7.5	18.2	20.3	1.7	0.3	0.4
71	Çumra-Konya	8.1	234	38.1	2.1	34	30	36	1.0	0.3	0.4	3.8	40.7	20.4	4.2	0.7	0.6
131	Melendiz-Niğde	6.2	65	1.1	1.6	25	17	57	20.0	0.4	0.9	14.0	3.2	6.0	1.7	0.1	0.3
133	Melendiz-Niğde	5.2	91	1.8	2.3	1	54	45	41.2	0.4	1.1	40.7	40.0	5.1	1.3	0.1	0.3
134	Melendiz-Niğde	4.4	172	1.8	1.6	20	13	67	64.7	0.3	0.8	41.5	85.9	3.2	1.2	0.1	0.3
139	Melendiz-Niğde	6.5	75	4.8	1.6	43	22	35	15.2	0.8	1.3	19.2	42.2	10.7	4.4	0.6	1.6
158	Kaymaklı-Nevşehir	5.5	23	0.7	1.2	11	7	81	35.9	0.2	0.4	9.4	46.7	2.3	1.0	0.1	0.3
163	Derinkuyu-Nevşehir	6.6	100	0.5	1.5	19	17	64	18.6	0.4	0.7	8.3	56.3	9.3	2.8	0.4	1.2
171	Derinkuyu-Nevşehir	7.7	155	0.3	1.0	19	5	76	2.7	0.3	0.4	1.9	20.8	14.3	1.0	0.1	0.9

3.1.3. Selenyum gübrelemesine farklı buğday genotiplerinin tepkilerinin belirlenmesi

3.1.3.1. Sera denemesinde kullanılan toprak materyali toprak materyali

Sera koşullarında yürütülen denemede Konya İli, Sağlık Kasabasından temin edilen ve özellikleri Çizelge 3.2'de verilen toprak örneği kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprak, alkalin pH'ya sahip olup tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Deneme toprağının organik madde miktarı yüksek seviyede olmakla birlikte çok fazla kireçli toprak sınıfında yer almaktadır. Toprak örneğinin mikro besin elementi içerikleri yetersiz seviyede olup özellikle demir, çinko, mangan, bor ve selenyum yönünden oldukça fakir durumdadır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Sera denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Parametreler	**Sonuçlar**
pH (1:2.5 toprak:su)	8.1
EC (1:5 toprak:su) (µS cm^{-1})	125
%	
$CaCO_3$	31.3
Organik madde	4.9
Kil	18.36
Silt	14.28
Kum	67.36
Tekstür sınıfı	Kumlu-Tın
mg kg^{-1}	
Alınabilir P	17.7
Alınabilir Ca	2169
Alınabilir Mg	80
Alınabilir K	84
Alınabilir Na	19
Alınabilir Fe	0.92
Alınabilir Zn	0.09
Alınabilir Cu	0.20
Alınabilir Mn	2.38
Alınabilir B	0.20
µg kg^{-1}	
Alınabilir Se	1.24

3.1.2.2. Tohum materyali

Materyal olarak Orta Anadolu Bölgesi iklim koşullarında yetiştirilen 15 makarnalık ve 20 ekmeklik buğday genotipi kullanılmıştır. Sera denemesinde kullanılan genotiplerin isimleri ve alındıkları yerler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sera denemesinde kullanılan buğday genotipleri ve alındıkları yerler.

	Genotip	Alındığı Yer
Makarnalık Buğday Genotipleri	Altıntaş 95	Anadolu Tar. Araş. Enst
	Kunduru 1149	Anadolu Tar. Araş. Enst
	Kümbet	Anadolu Tar. Araş. Enst
	Yelken 2000	Anadolu Tar. Araş. Enst
	BDMM 05/015	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Meram 2002	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Selçuklu 97	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Altın 40/98	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Ankara 98	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Berkmen	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Çeşit 1252	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Çakmak 79	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Kızıltan 91	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Mirzabey	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Yılmaz 98	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
Ekmeklik Buğday Genotipleri	Bezostaya 1	Anadolu Tar. Araş. Enst
	Gerek 79	Anadolu Tar. Araş. Enst
	Sultan 95	Anadolu Tar. Araş. Enst
	Ahmetağa	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Bağcı 2002	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Dağdaş 94	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Ekiz	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Göksu 99	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Karahan 99	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Kınacı 97	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Konya 2002	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enst
	Gün 91	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Tosunbey	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Zencirci 2002	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Uzunyayla	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Yakar 99	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Atlı 2002	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Mızrak	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Türkmen	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst
	Eser	Tarla Bit. Merkez Araş. Enst

3.2. Yöntem

3.2.1. Topraktan bitkilerce alınabilir selenyum miktarının belirlenmesi üzerine yöntem çalışması

3.2.1.1. Toprak ve buğday tanesi örnekleri

Türkiye toprakları ve bu topraklarda yetiştirilen buğdayların Se statüsünü tespit etmek amacıyla TÜBİTAK tarafından desteklenen 105O637 nolu proje kapsamında (Orta Anadolu, Çukurova, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgelerinden) toplanan toprak ve buğday tanesi örneklerinden öncelikli olarak buğday tanesi örneklerinin Se konsantrasyonları belirlenmiştir. Tanelerin Se konsantrasyonu ve yetiştirildikleri toprakların pH ve diğer bazı özellikleri göz önünde bulundurularak geniş bir varyasyon gösterecek şekilde 90 değişik toprak örneği seçilmiş ve bu örneklerde literatürlerde yaygın olarak kullanılan ekstraksiyon çözeltileri dikkate alınarak (Çizelge 3.4) bitkilerce alınabilir Se miktarı belirlenmiştir. Saptanan toprak ve tane Se konsantrasyonları arasında ilişki araştırılmış ve en kuvvetli ilişkiyi veren ekstraksiyon yöntemi belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Toprakların bitkiye alınabilir selenyum miktarını belirlemek için kullanılan ekstraksiyon çözeltileri ve bunların uygulanma biçimi.

Ekstraktant	Toprak:Ekstraktant	Çalkalama hızı ve süresi
0.1 M KH_2PO_4	1:4	175 dev/dak. 30 dak.
Mehlich3	1:4	200 dev/dak. 5 dak.
Sıcak su (Hot Water)	1:4	100 ^{0}C'de 30 dak. bekletildi
0.25 M KCl	1:4	175 dev/dak. 30 dak.
0.5 M Na_2CO_3	1:4	175 dev/dak. 30 dak.
AB-DTPA (1M Amonyum Bikarbonat-0.005 M DTPA)	1:4	175 dev/dak. 30 dak.

3.2.1.2. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi

Deneme Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Bilgisayar Kontrollü Araştırma Serasında yürütülmüştür. Deneme süresince sera içi sıcaklığının 25±3 ºC, Solar radyasyonun 1750±50 kcal/m^2 ve nispi nemin %60±10 olması sağlanmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre beş yinelemeli olarak planlanan sera denemesinde saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre 3000 g toprak konulmuştur. Denemede saksılara selenyum dozları sırasıyla; 0 (Kontrol) ve 0.5 mg Se kg^{-1} olacak şekilde Na_2SeO_4'dan uygulanmıştır. Tüm saksılara temel gübreleme olarak çözelti halinde, 200 mg N kg^{-1} (Ca $(NO_3)_2.4H_2O$ formunda), 100 mg P kg^{-1} (KH_2PO_4 formunda), 1 mg Fe kg^{-1} (Fe EDTA formunda), 1 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$ formunda), 1 mg Mn kg^{-1} ($MnSO_4.H_2O$ formunda), 25 mg S kg^{-1} (K_2SO_4 formunda) uygulanmıştır.

Denemede her saksıya 12 adet tohum ekilmiş (06.03.2008) ve çimlenme sonrası her saksıda 10 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkiler deneme süresince toprağın su miktarı tarla kapasitesi düzeyinde olacak şekilde damla sulama sistemiyle deiyonize su ile sulanmış ve her 4-5 günde bir saksıların sera içindeki yerleri değiştirilmiştir. Genotiplerin yeşil aksam kuru madde verimi ve Se konsantrasyonunu belirlemek için sapa kalkma döneminde (24.04.2008) 6 bitki kesilmiş ve kalan 4 bitki tane oluşumuna bırakılmıştır. Tane oluşumuna bırakılan bitkiler olgunluğa ulaştıkları zaman (24.06.2008) hasat edilmişlerdir. Hasat sonrası genotiplerin tane verimleri ve Se konsantrasyonları belirlenmiştir.

3.2.2. Selenyum gübrelemesine farklı buğday genotiplerinin tepkilerinin belirlenmesi

3.2.2.1. Sera denemesinin kurulması ve yürütülmesi

Deneme Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Bilgisayar Kontrollü Araştırma Serasında yürütülmüştür. Deneme süresince sera içi sıcaklığının 25±3 ºC, solar radyasyonun 1750±50 kcal/m^2 ve nispi nemin %60±10 olması sağlanmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört yinelemeli olarak

planlanan sera denemesinde saksılara fırın kuru ağırlık esasına göre 3000 g toprak konulmuştur. Denemede saksılara selenyum;

Se_0 : (Kontrol)

$Se_{0.2}$: (0.2 mg Se kg^{-1})

Se_1 : (1 mg Se kg^{-1})

Se_5 : (5 mg Se kg^{-1}) dozları şeklinde $Na_2SeO_4^{-2}$ formunda uygulanmıştır.

Tüm saksılara temel gübreleme olarak çözelti halinde 250 mg N kg^{-1} (Mg $(NO_3)_2.6H_2O$ formunda), 125 mg P kg^{-1} (KH_2PO_4 formunda), 200 mg K kg^{-1} (KH_2PO_4 ve K_2SO_4 formunda), 100 mg Mg kg^{-1} (Mg $(NO_3)_2.6H_2O$ formunda), 10 mg Fe kg^{-1} (Sequestrene (%6 Fe) formunda), 4 mg Zn kg^{-1} ($ZnSO_4.7H_2O$ formunda), 0.4 mg Cu kg^{-1} ($CuSO_4.5H_2O$ formunda), 10 mg Mn kg^{-1} ($MnSO_4.H_2O$ formunda), 1 mg B kg^{-1} (H_3BO_3 formunda) ve 50 mg S kg^{-1} (K_2SO_4 formunda) uygulanmıştır.

Denemede her saksıya 12 adet tohum ekilmiş (22.12.2006) ve çimlenme sonrası her saksıda 10 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkiler deneme süresince toprağın su miktarı tarla kapasitesi düzeyinde olacak şekilde damla sulama sistemiyle de iyonize su ile sulanmış ve her 4-5 günde bir saksıların sera içindeki yerleri değiştirilmiştir. Genotiplerin yeşil aksam kuru madde verimi, Se toksisite toleransı ve Se konsantrasyonunu belirlemek için sapa kalkma döneminde (15.03.2007) 6 bitki kesilmiş ve kalan 4 bitki tane oluşumuna bırakılmıştır. Tane oluşumuna bırakılan bitkiler olgunluğa ulaştıkları zaman (01.07.2007) hasat edilmişlerdir. Hasat sonrası genotiplerin tane ve gövde verimleri ile Se toksisite toleransları ve Se konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Çalışmamızda, genotiplerin Se toksisitesine dayanıklılık ve duyarlılıklarını belirlemede Se toksisitesinden ileri gelen % Se toksisite toleransı kullanılmıştır. Bu amaçla genotiplerin Se toksisitesine dayanıklılığı ve duyarlılığı saptanırken aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

% Se toksisite toleransı = (Se_5 Verim / Se_0 Verim) x 100

Bu değer sıfıra ne kadar yaklaşırsa o genotip Se toksisitesine o kadar duyarlı, 100'e ne kadar yaklaşırsa Se toksisitesine o kadar dayanıklı olarak ifade edilmektedir.

3.2.3. Laboratuar analizleri

3.2.3.1. Bitki analizleri

Laboratuara getirilen bitki örnekleri çeşme suyu ile yıkandıktan sonra sırasıyla, saf su, 0.2 N HCl çözeltisi, saf su ve deiyonize su ile yıkanarak kaba filtre kağıtları ile kurulandıktan sonra kese kağıtlarına konulmuştur. Hem bitki hem de tane örnekleri hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 ºC'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Bitki örnekleri kuru madde verimleri belirlendikten sonra agat değirmeninde öğütülmüştür. Bitki ve tane örnekleri 5 ml konsantre HNO_3 ve 2 ml H_2O_2 (% 30 w/v) ile mikro dalga cihazında (Cem MARSX) yüksek ısı (210 ºC) ve basınç altında (200 PSI) çözündürülmüştür. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine 1 blank ve 1 sertifikalı referans materyal (1547a Wheat Flour, 8346 Durum Wheat Flour, 1547 Peach Leaves, NIST) ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri deiyonize su ile 20 ml'ye tamamlanmıştır. Numunelerdeki selenyum konsantrasyonu, ETC-60 (Elektro Termal Temperature Controller) ve VGA 77 (Vapor Generator Aparatus) aparatlarının bağlandığı Atomic Absorpsiyon Spectrofotometre cihazı ile (ASS) ölçülmüştür. Öncelikle numunelerdeki Se (+VI), hidroklorik asit ile muamele edilerek Se (+IV) formuna indirgenmiştir. Daha sonra Se (+IV) AAS cihazının numune giriş sistemi önüne monte edilen bir hidrür oluşturucu modülün (VGA-77 Hydride Generator, Varian Inc.-Australia) hidrür oluşturma ünitesinde asidik ortamda sodyum tetraborat ($NaBH_4$) redüktantı ile reaksiyona sokularak uçucu hidrojen selenüre (SeH_2) indirgenmiş ve SeH_2'nin ETC-60 cihazı ile yüksek ısıda (850 ºC) atomize edilerek absorpsiyon şiddeti ölçülmüştür. Analizlerde her 10 örnekte bir NIST (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg-ABD) standart referans materyalleri kullanılarak analiz değerlerinin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği kontrol altında tutulmuştur.

3.2.3.2. Toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

Mekanik analiz: Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH) : 1: 2.5 oranındaki toprak:su karışımında cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Jackson, 1962).

Kireç ($CaC0_3$ %): Kaçar (1997) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler Kalsimetresiyle volümetrik olarak belirlenmiştir.

Elektriksel iletkenlik (EC x 10^6 µmhos cm^{-1}): 1:5 oranındaki toprak:su karışımında elektriki geçirgenlik aleti kullanılarak ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Organik madde (%) : Kaçar'a (1997) göre Smith ve Weldon metoduyla tespit edilmiştir.

Alınabilir Ca, Mg, Na, K: Kaçar (1997) tarafından bildirildiği şekilde 1N amonyum asetat (pH=7.0) ile ekstrakte edilerek süzekteki Ca, Mg, Na ve K miktarı ICP-AES ile belirlenmiştir.

Alınabilir fosfor: Olsen'in $NaHCO_3$ metoduyla belirlenmiştir (Bayraklı, 1987).

Alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu: Lindsay ve Norvel (1978)'e göre 0.005 M DTPA + 0.01 M $CaCl_2$ + 0.1 TEA (pH: 7.3) ile ekstraksiyondan sonra ICP-AES (Varian-Vista) ile belirlenmiştir.

Alınabilir B: Cartwright ve ark. (1983) tarafından bildirildiği şekilde 0.01 M $CaCl_2$ + 0.01 M mannitol çözeltisi ile ekstrakte edilerek ICP-AES (Varian-Vista) ile belirlenmiştir.

Alınabilir S: Kacar (1997) tarafından bildirildiği şekilde KH_2PO_4 ile ekstrakte edilerek ICP-AES (Varian-Vista) ile belirlenmiştir.

Alınabilir Selenyum: Dhillon ve ark. (2005) tarafından bildirildiği şekilde 0.1M KH_2PO_4 ile ekstrakte edilerek Hidrür oluşturmalı Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (Varian, Model Spectra AA. 220 FS) ile belirlenmiştir.

3.2.3.3. İstatistiksel analizler

Sonuçlar Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. F testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen uygulamaların ortalama değerleri LSD önem testine (%5 ve %1) göre gruplandırılmıştır. SAS programında uygulamalar arasındaki standart sapmalar ve korelasyonlar tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Topraktan Bitkilerce Alınabilir Selenyum Miktarının Belirlenmesi Üzerine Yöntem Çalışması

Hem bu çalışmanın toprak örneklerinin analizinde kullanmak hem de literatüre bu konuda yeni bilgiler kazandırmak amacıyla topraklardaki yararlı/bitkilerce alınabilir Se miktarını belirlemeye yönelik olarak bu yöntem çalışma yapılmıştır.

Topraklarda bitkilerce alınabilir Se tayin yönteminin belirlenmesi amacıyla seçilen toprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri ve değişik yöntemlerle ekstrakte edilebilir Se miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Test edilen toprakların pH değerleri 5.1 ile 8.4, EC değerleri 27 ile 1007 $\mu S\ cm^{-1}$ arasında ve bu topraklar üzerinde yetişen buğdayların tane örneklerinin Se konsantrasyonları ise <10 ile 966 $\mu g\ kg^{-1}$ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1).

Toprakların ekstrakte edilebilir Se miktarları 0.1M KH_2PO_4 ile 0.8-93.4 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ aralığında değişim göstererek ortalama11.0 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ olurken, Mehlich3 ile 0-17.5 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ aralığında değişim göstererek ortalama 3.9 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$, Sıcak Su (HW) ile 0.6-22.1 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ aralığında değişim göstererek ortalama 5.1 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ ve KCl ile 0.1-3.7 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ aralığında değişim göstererek ortalama 1.4 $\mu g\ Se\ kg^{-1}$ bulunmuştur. Toprakların ortalama Se konsantrasyonlarına göre kullanılan Se ekstraksiyon çözeltileri ekstrakte ettikleri Se açısından çoktan aza doğru 0.1M KH_2PO_4> HW> Mehlich3> KCl şeklinde sıralanmıştır. Çizelgeden de görüldüğü gibi en geniş değişim aralığı ve en yüksek ortalama Se değeri 0.1M KH_2PO_4, en dar değişim aralığı ve en küçük ortalama değer ise KCl ile elde edilmiştir. Bu yöntemler dışında ayrıca Na_2CO_3 ve AB-DTPA ekstraktantları ile de çalışıldı; ancak bu çözeltilerle elde edilen ekstraktlarda Se okuma işleminde hidrür oluşumu esnasında aşırı köpürme meydana gelmesinden dolayı sağlıklı bir okuma elde edilememiş ve bu yüzden bu iki ekstraktant değerlendirme dışı bırakılmıştır.

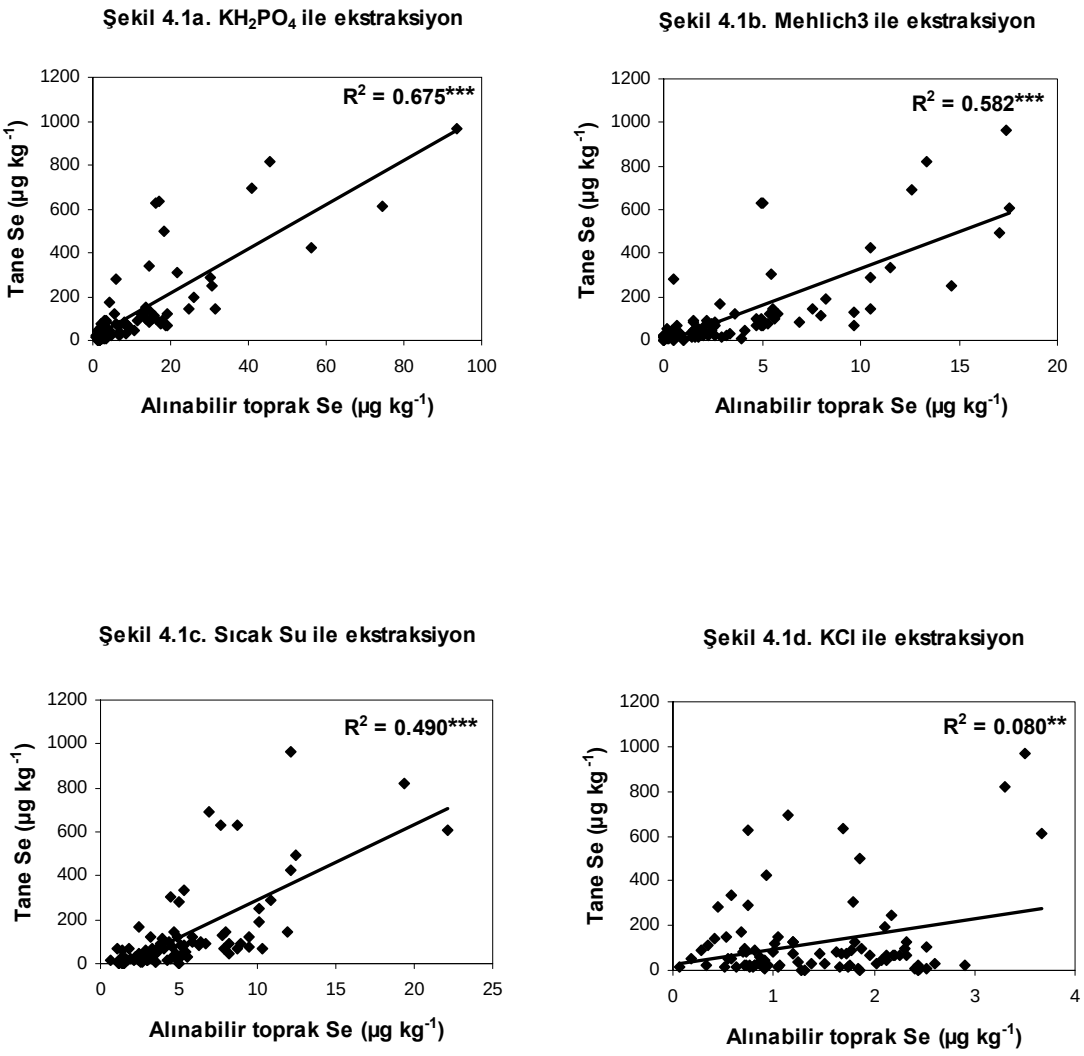
Kullanılan ekstraksiyon çözeltileriyle bulunan Se konsantrasyonları ile tane Se konsantrasyonu arasındaki istatistiksel ilişkiler tüm çözeltiler için önemli bulunmuştur (Şekil 4.1). Ancak incelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde tanedeki Se

Çizelge 4.1. Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan 90 toprak örneğinin pH, elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ve bu toprakların alındığı yerlerde yetişen buğdayların tane Se konsantrasyonları ve anılan topraklarda değişik ekstraksiyon çözeltileriyle ekstrakte edilen Se konsantrasyonları.

Lokasyon	pH	EC	Tane Se kons.	Toprak Alınabilir Se Konsantrasyonu			
				KH_2PO_4	M3	HW	KCl
		$\mu S\ cm^{-1}$	($\mu g\ kg^{-1}$)	($\mu g\ kg^{-1}$)			
Mesudiye-Ordu	6.6	73	<10	1.1	0.0	1.2	1.3
Mesudiye-Ordu	6.6	125	<10	1.7	0.0	1.5	1.9
Alanos-Samsun	8.1	75	<10	1.8	0.5	5.0	1.3
Kadınhanı-Konya	7.9	134	<10	1.7	1.0	1.4	2.4
Çamlıyazı-Samsun	7.9	110	<10	2.2	0.2	3.5	0.9
Alanos-Samsun	8.0	193	<10	1.8	1.0	2.6	2.5
Şebinkarahisar-Giresun	6.9	129	<10	3.5	0.2	2.6	2.4
Karatay-Konya	8.0	187	<10	2.6	1.0	3.5	1.8
Yıldızören-Eskişehir	8.1	153	10	2.8	4.0	1.1	2.5
Altınhisar-Niğde	6.6	27	14	2.0	0.0	2.4	0.9
Melendiz-Niğde	5.8	53	15	2.0	0.0	2.1	0.5
Derinkuyu-Nevşehir	5.8	166	15	0.9	0.0	1.7	1.0
Saruhanlı-Manisa	8.1	1007	15	3.2	1.8	4.3	0.6
Kaymaklı-Nevşehir	5.3	50	16	1.0	0.0	1.6	0.8
Melendiz-Niğde	7.9	158	17	2.1	1.5	3.0	0.8
Misli-Niğde	8.0	106	17	2.1	0.5	3.0	1.7
Yazılıdere-Eskişehir	8.0	205	17	2.2	2.9	1.4	1.7
Kaymaklı-Nevşehir	5.4	39	18	1.2	0.0	0.6	0.1
Cihanbeyli- Konya	8.2	173	18	1.6	1.6	1.3	0.9
Seydişehir-Konya	8.0	170	19	1.8	0.8	2.3	2.4
Aliağa-İzmir	7.6	184	21	2.9	1.8	4.7	0.8
Kulu-Konya	8.1	103	21	2.1	0.7	2.3	0.9
Derinkuyu-Nevşehir	5.1	105	21	0.8	0.0	1.2	0.8
Gökhöyük-Amasya	8.1	148	22	2.6	2.1	3.0	0.7
Kızıltepe-Mardin	8.2	90	22	2.0	0.8	1.6	2.9
Misli-Niğde	7.9	462	22	2.3	2.6	3.3	1.8
Melendiz-Niğde	6.2	56	23	1.5	0.0	1.9	0.8
Kızıltepe-Mardin	7.9	121	23	1.4	0.2	2.6	1.1
Beydere-Manisa	7.7	275	24	6.9	3.2	3.3	0.3
Çarşamba-Samsun	8.0	120	25	4.5	2.3	4.4	0.7
Sarıçam-Adana	8.0	124	29	2.8	0.8	5.1	0.8
Seydişehir-Konya	7.8	144	31	3.1	1.5	2.8	2.6
Cumhuriyet-Eskişehir	8.3	183	32	4.3	3.4	5.6	1.5
Çukurova T.A.E.	8.0	180	33	8.5	2.2	2.2	1.4
Kızıltepe-Mardin	8.1	124	33	2.0	0.8	2.2	2.0
Yeniceoba-Konya	8.2	574	38	3.2	1.8	2.6	1.2
Söke-Aydın	8.2	227	41	6.9	1.4	5.1	0.9
Hüyük-Konya	8.1	126	44	4.1	2.4	2.4	2.1
Çukurova T.A.E.	7.9	166	45	10.6	4.1	8.2	0.9
İçeriçumra-Konya	8.0	163	46	1.2	1.5	3.0	2.1
Çınar-Diyarbakır	7.8	158	47	2.7	0.5	3.5	0.9
Bafra-Samsun	7.5	62	49	2.5	0.4	4.8	0.6
Menemen-İzmir	8.3	240	55	3.4	1.7	5.4	0.5
Çarşamba-Samsun	7.4	73	56	3.0	0.2	3.6	0.2
Çukurova T.A.E.	7.9	160	60	9.3	2.5	2.8	0.9

Çizelge 4.1'in devamı

Lokasyon	pH	EC	Tane Se kons.	Toprak Alınabilir Se Konsantrasyonu			
				KH_2PO_4	M3	HW	KCl
		$\mu S\ cm^{-1}$	($\mu g\ kg^{-1}$)	($\mu g\ kg^{-1}$)			
Tuzlukçu-Konya	8.2	144	64	2.1	2.0	1.3	2.3
Şebinkarahisar-Giresun	7.8	130	67	6.7	0.7	1.8	2.0
Osmaniye-Eskişehir	8.4	177	70	6.2	9.6	4.1	2.3
Karatay-Konya	8.1	200	70	8.3	2.6	1.1	2.2
Çukurova T.A.E.	7.3	169	70	18.8	5.0	10.4	2.1
Çukurova T.A.E.	7.3	157	70	19.3	4.7	8.7	2.2
Beyşehir-Konya	7.9	153	72	2.3	2.5	3.3	1.7
Çukurova T.A.E.	7.4	169	72	17.4	4.9	7.9	1.7
Beydere-Manisa	7.4	177	76	8.3	5.3	9.5	1.5
Kızıltepe-Mardin	8.0	132	76	6.0	2.4	4.5	1.2
Beydere-Manisa	7.4	192	80	8.1	6.9	6.3	1.6
Bafra-Samsun	8.1	116	83	3.5	2.6	5.4	1.0
Çukurova T.A.E.	8.0	132	84	14.5	4.8	5.1	0.7
Tuzla-Samsun	8.0	118	85	3.2	1.5	3.8	0.7
Turhal-Tokat	8.1	130	89	3.0	1.5	3.8	0.8
Tire-İzmir	7.4	275	90	3.5	2.2	6.7	0.3
Doğankent-Adana	7.5	168	91	17.9	4.8	8.2	1.8
Torbalı-İzmir	7.1	164	94	11.7	4.9	8.9	1.9
Çukurova T.A.E.	7.7	124	95	16.3	4.7	6.4	2.3
Doğankent-Adana	7.8	143	97	13.8	5.0	4.3	0.7
Çukurova T.A.E.	8.2	154	101	15.1	5.6	5.9	2.5
Doğankent-Adana	7.9	149	113	15.7	8.0	3.9	0.3
Söke-Aydın	8.0	333	122	5.6	3.7	3.2	1.0
Çukurova T.A.E.	7.4	165	123	19.0	5.4	9.5	2.3
Çukurova T.A.E.	8.2	155	123	12.3	5.8	5.8	1.8
Çukurova T.A.E.	7.9	214	125	15.0	5.7	4.9	1.2
Selimiye-Osmaniye	7.8	182	128	13.4	9.7	7.7	1.2
Körkuyu-Adana	7.9	211	144	24.6	10.5	11.9	0.4
Reşadiye Köyü-Mersin	7.9	222	147	31.4	7.6	8.0	0.5
Çukurova T.A.E.	7.8	168	148	13.6	5.6	4.7	1.0
Urla-İzmir	7.9	159	171	4.3	2.8	2.5	0.7
Tigem-Adana	7.4	169	193	25.8	8.2	10.1	2.1
Körkuyu -Adana	7.4	209	249	30.6	14.6	10.1	2.2
Gelemen-Samsun	7.8	118	282	5.9	0.5	5.0	0.5
Tarsus Köy Hiz.-Mersin	7.9	181	289	30.2	10.5	10.8	0.7
Karsavuran-Mersin	7.5	189	307	21.9	5.5	4.4	1.8
Ballıca-Mersin	8.0	131	337	14.7	11.5	5.3	0.6
Tigem-Adana	8.0	133	425	56.2	10.5	12.2	0.9
İmamoğlu-Adana	8.0	149	497	18.5	17.0	12.5	1.9
Tigem-Adana	8.1	178	609	74.5	17.5	22.1	3.7
Çukurova T.A.E.	7.6	154	627	16.3	4.9	8.7	0.7
Tigem-Adana	7.6	172	632	17.1	5.0	7.7	1.7
Tarsus Köy Hiz-Mersin	7.9	171	694	41.0	12.6	6.9	1.1
Tigem-Adana	7.1	150	817	45.5	13.4	19.3	3.3
İmamoğlu-Adana	7.6	173	966	93.4	17.4	12.1	3.5
Minimum	**5.1**	**27**	**<10**	**0.8**	**0.0**	**0.6**	**0.1**
Maksimum	**8.4**	**1007**	**966**	**93.4**	**17.5**	**22.1**	**3.7**
Ortalama	**7.6**	**170**	**123**	**11.0**	**3.9**	**5.1**	**1.4**



Şekil 4.1. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile tane Se konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler.

miktarıyla en kuvvetli ilişkiyi KH_2PO_4 ekstraksiyon çözeltisi göstermiştir (R^2= 0.675, p<0.001).

Topraktan bitkilerce alınabilir Se miktarının belirlenmesine yönelik yöntem çalışması bir sera denemesi ile devam ettirilerek yeşil aksam ve tane Se konsantrasyonu ile en iyi ilişkiyi gösteren toprak Se ekstraksiyon yöntemi belirlenmiştir. Bu amaçla seçilen farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip 14 toprak örneğinin değişik yöntemlerle ekstrakte edilebilir Se miktarları (Çizelge 4.2) ile yeşil aksam ve tane Se miktarı karşılaştırılmıştır.

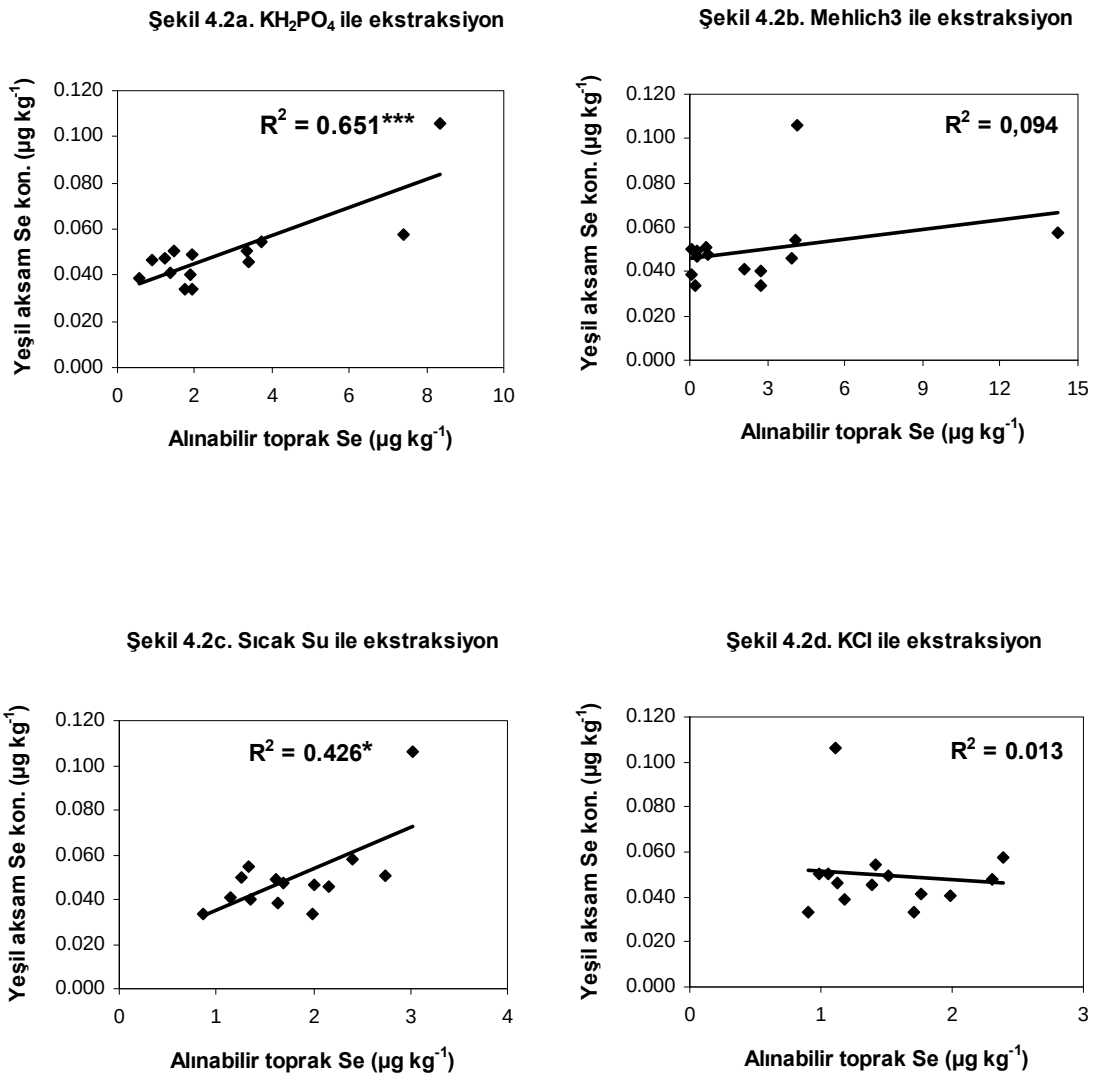
Bitkilerin yeşil aksam kuru madde verimleri ve yeşil aksam Se konsantrasyonları ve içerikleri sırasıyla Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Beklendiği gibi uygulanan Se bitki büyümesi üzerinde herhangi bir etki yapmamıştır. Kullanılan toprak özelliklerine bağlı olarak bitkilerin kuru ağırlıklarında iki kata çıkmayan bazı farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.3). Kullanılan ekstraksiyon çözeltileriyle bulunan toprak Se konsantrasyonları ile Se uygulanmamış toprakta yetiştirilen buğdayın yeşil aksam Se konsantrasyonu arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 4.2'de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi incelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde yeşil aksamdaki

Çizelge 4.2. Topraktan bitkiler tarafından alınabilir selenyum ekstraksiyon yönteminin saptanması amacıyla kurulan sera denemesinde kullanılan topraklarının farklı ekstraksiyon çözeltileri ile elde edilen Se konsantrasyonları. Sonuçlar 3 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	pH	KH_2PO_4	M3	HW	KCl
Lokasyon		µg Se kg^{-1}			
Kulu-Konya	8.6	3.40 ± 0.21	3.92 ± 0.07	2.16 ± 0.11	1.39 ± 0.18
Sarayönü-Konya	7.6	8.35 ± 0.50	4.19 ± 0.11	3.02 ± 0.04	1.11 ± 0.13
Kadınhanı-Konya	7.9	1.75 ± 0.02	2.75 ± 0.04	0.87 ± 0.08	1.71 ± 0.07
Kadınhanı-Konya	7.9	1.37 ± 0.05	2.14 ± 0.08	1.15 ± 0.11	1.77 ± 0.16
Ereğli-Konya	8.1	7.40 ± 0.37	14.20 ± 0.18	2.40 ± 0.32	2.39 ± 0.08
Ereğli-Konya	7.6	1.87 ± 0.46	2.78 ± 0.10	1.35 ± 0.06	1.98 ± 0.19
Çumra-Konya	8.1	3.71 ± 0.14	4.07 ± 0.11	1.34 ± 0.20	1.41 ± 0.22
Melendiz-Niğde	6.2	3.36 ± 0.05	0.65 ± 0.05	2.75 ± 0.49	1.05 ± 0.09
Melendiz-Niğde	5.2	1.93 ± 0.04	0.28 ± 0.02	1.61 ± 0.06	1.51 ± 0.23
Melendiz-Niğde	4.4	1.48 ± 0.07	0.06 ± 0.02	1.26 ± 0.07	0.98 ± 0.06
Melendiz-Niğde	6.5	1.94 ± 0.09	0.19 ± 0.03	1.99 ± 0.21	0.90 ± 0.06
Kaymaklı-Nevşehir	5.5	0.56 ± 0.15	0.05 ± 0.01	1.64 ± 0.08	1.18 ± 0.11
Derinkuyu-Nevşehir	6.6	0.88 ± 0.02	0.31 ± 0.04	2.00 ± 0.26	1.13 ± 0.12
Derinkuyu-Nevşehir	7.7	1.21 ± 0.15	0.71 ± 0.10	1.69 ± 0.07	2.30 ± 0.08
Ortalama	**7.0**	**2.80**	**2.59**	**1.80**	**1.49**

Çizelge 4.3. Topraklara farklı dozlarda (0 ppm ve 0.5 ppm) uygulanan selenyumun Ceyhan 99 buğday çeşidinin yeşil aksam kuru madde verimi ile yeşil aksam Se konsantrasyonu ve içeriği üzerine etkisi. Sonuçlar 5 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

		Yeşil aksam					
		Kuru madde verimi (mg bitki^{-1})		Se konsantrasyonu (mg kg^{-1})		Se içeriği (µg bitki^{-1})	
Toprak no	Lokasyon	Se 0	Se 0.5	Se 0	Se 0.5	Se 0	Se 0.5
28	Kulu-Konya	543 ± 56	623 ± 51	0.046 ± 0.009	57 ± 4	0.017 ± 0.003	21 ± 3
41	Sarayönü-Konya	752 ± 104	586 ± 79	0.106 ± 0.011	56 ± 5	0.038 ± 0.005	20 ± 2
46	Kadınhanı-Konya	657 ± 28	719 ± 46	0.034 ± 0.007	39 ± 3	0.012 ± 0.002	14 ± 1
48	Kadınhanı-Konya	764 ± 42	786 ± 80	0.041 ± 0.009	94 ± 10	0.015 ± 0.003	32 ± 3
59	Ereğli-Konya	717 ± 64	752 ± 50	0.058 ± 0.007	5 ± 0	0.020 ± 0.002	2 ± 0
62	Ereğli-Konya	747 ± 23	689 ± 54	0.040 ± 0.001	25 ± 2	0.014 ± 0.002	8 ± 1
71	Çumra-Konya	853 ± 62	820 ± 70	0.054 ± 0.004	26 ± 4	0.019 ± 0.001	9 ± 1
131	Melendiz-Niğde	678 ± 88	570 ± 66	0.051 ± 0.008	78 ± 8	0.018 ± 0.002	28 ± 5
133	Melendiz-Niğde	868 ± 120	938 ± 125	0.049 ± 0.003	80 ± 6	0.016 ± 0.001	30 ± 2
134	Melendiz-Niğde	533 ± 44	528 ± 81	0.050 ± 0.004	28 ± 2	0.017 ± 0.002	10 ± 1
139	Melendiz-Niğde	568 ± 40	551 ± 38	0.034 ± 0.003	84 ± 10	0.011 ± 0.001	28 ± 3
158	Kaymaklı-Nevşehir	600 ± 88	465 ± 24	0.039 ± 0.002	95 ± 8	0.013 ± 0.001	35 ± 5
163	Derinkuyu-Nevşehir	614 ± 30	570 ± 64	0.047 ± 0.005	56 ± 8	0.015 ± 0.002	20 ± 3
171	Derinkuyu-Nevşehir	706 ± 86	608 ± 60	0.048 ± 0.007	41 ± 2	0.017 ± 0.003	15 ± 2
	Ortalama	**686**	**658**	**0.050**	**55**	**0.017**	**19**



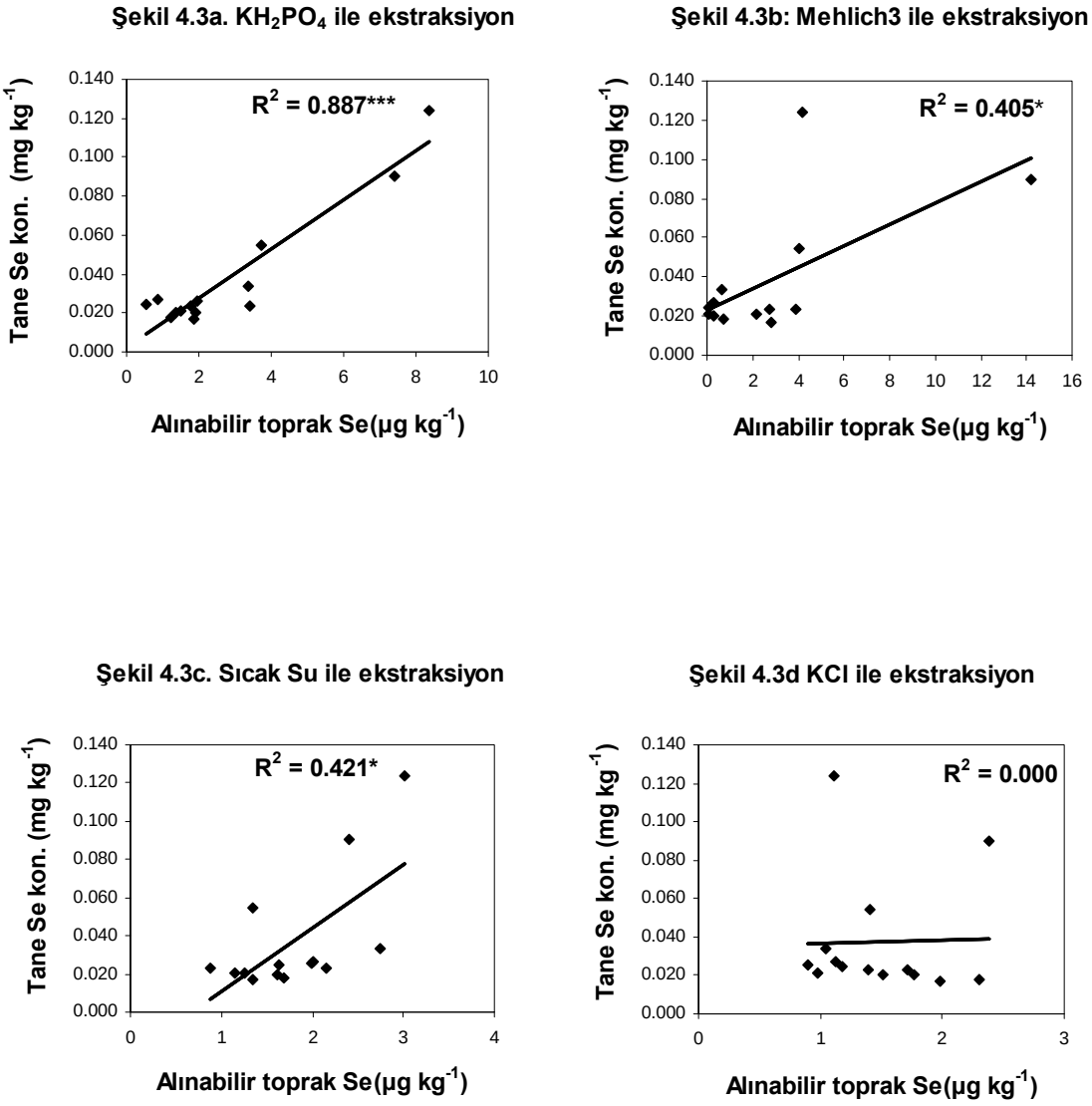
Şekil 4.2. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile yeşil aksam selenyum konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler.

Se konsantrasyonuyla en kuvvetli ilişkiyi yine KH_2PO_4 ekstraksiyon çözeltisi göstermiştir (R^2=0.651, $p<0.001$). Sıcak su ekstraksiyonu ile yeşil aksamdaki Se konsantrasyonu arasında da önemli ilişki bulunmuştur (R^2= 0.426, $p<0.05$). Ancak bu ilişki KH_2PO_4 ekstraksiyonuyla bulunan ilişki kadar kuvvetli olmamıştır. Mehlich3 ve KCl ekstraksiyonu ile yeşil aksam Se konsantrasyonu arasındaki ilişkiler ise önemsiz bulunmuştur. Denemede kullanılan toprakların toplandığı lokasyonların özelliğine bağlı olarak bitkilerin tane verimleri farklılık göstermiştir (Çizelge 4.4). Çizelge 4.4'de gösterildiği gibi farklı düzeylerde Se içeren 14 toprakta sera koşullarında yetiştirilen Ceyhan 99 buğday çeşidinin tanesinde Se konsantrasyonları 17 µg kg^{-1} ile 123 µg kg^{-1} arasında bir değişim göstermiştir.

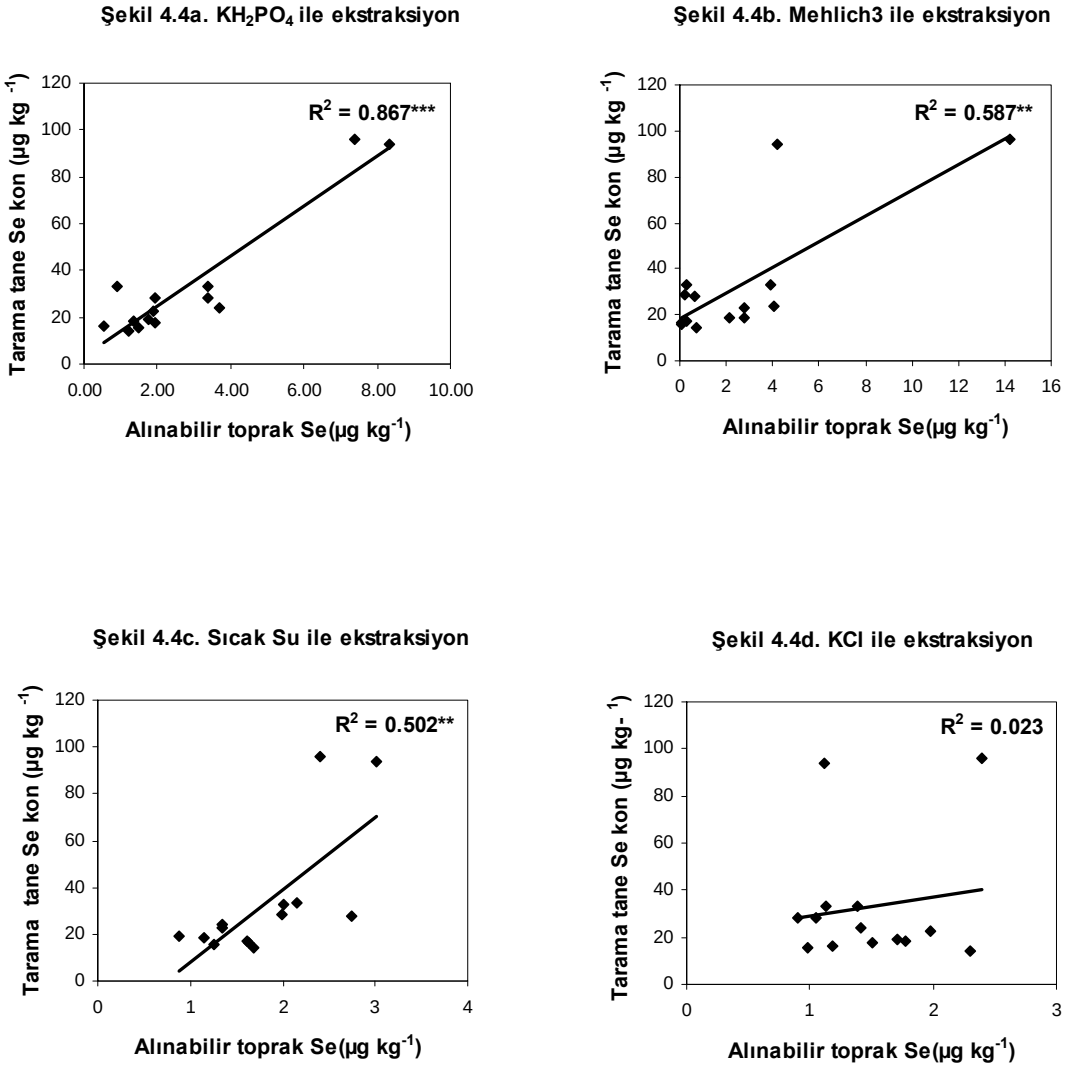
Tane Se konsantrasyonları ile bu bitkilerin yetiştiği toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileriyle ekstrakte edilebilen Se konsantrasyonları arasındaki istatistiksel ilişkiler Şekil 4.3'de incelenmiştir. Şekilden görüleceği gibi incelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde tane Se konsantrasyonuyla en kuvvetli ilişkiyi yine KH_2PO_4 ekstraksiyon çözeltisi göstermiştir (R^2= 0.887, $p<0.001$). Sıcak su ekstraksiyonu (R^2= 0.421, $p<0.05$) ve Mehlich3 (R^2= 0.405, $p<0.05$) ile tane Se konsantrasyonu arasında da önemli ilişkiler bulunmuştur. Ancak bu ilişkiler KH_2PO_4 ekstraksiyonuyla bulunan ilişki kadar kuvvetli olmamıştır. KCl ekstraksiyonu ile tane Se konsantrasyonu arasındaki ilişkiler ise önemsiz bulunmuştur. Sera denemesinde kullanılan toprakların alındığı buğday tarlalarından toplanan tane örneklerinin Se konsantrasyonu ile topraklardan farklı yöntemlerle ekstrakte edilebilir Se miktarları arasındaki ilişkiler de incelenmiş ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Bu çalışmada da ekstraksiyon yöntemleri ile tane Se konsantrasyonu arasında en iyi ilişkiyi KH_2PO_4 ekstraksiyonu vermiştir (R^2= 0.867).

Çizelge 4.4. Topraklara farklı dozlarda (0 ppm ve 0.5 ppm) uygulanan selenyumun Ceyhan 99 buğday çeşidinin tane verimi ile tane Se konsantrasyonu ve içeriği üzerine etkisi. Sonuçlar 5 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir

		Tane verimi (g bitki^{-1})		Tane Se konsantrasyonu (mg kg^{-1})		Tane Se içeriği (ng tane^{-1})	
Toprak no	Lokasyon	Se 0	Se 0.5	Se 0	Se 0.5	Se 0	Se 0.5
28	Kulu-Konya	2.2 ± 0.2	1.9 ± 0.2	0.023 ± 0.003	25.7 ± 1.9	0.80 ± 0.06	941 ± 82
41	Sarayönü-Konya	3.0 ± 0.2	2.6 ± 0.2	0.124 ± 0.026	25.4 ± 2.2	5.25 ± 0.99	868 ± 155
46	Kadınhanı-Konya	2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.1	0.023 ± 0.004	16.4 ± 1.3	0.82 ± 0.11	585 ± 28
48	Kadınhanı-Konya	2.3 ± 0.1	1.9 ± 0.1	0.021 ± 0.003	21.1 ± 3.1	0.72 ± 0.08	792 ± 72
59	Ereğli-Konya	2.3 ± 0.4	1.8 ± 0.1	0.090 ± 0.009	2.7 ± 0.3	3.07 ± 0.46	85 ± 8
62	Ereğli-Konya	2.4 ± 0.1	2.3 ± 0.2	0.017 ± 0.003	14.0 ± 1.3	0.64 ± 0.12	500 ± 50
71	Çumra-Konya	2.7 ± 0.1	2.6 ± 0.3	0.055 ± 0.003	7.5 ± 4.3	1.93 ± 0.10	286 ± 164
131	Melendiz-Niğde	2.8 ± 0.2	2.6 ± 0.2	0.036 ± 0.005	27.4 ± 2.1	1.23 ± 0.17	994 ± 99
133	Melendiz-Niğde	2.0 ± 0.1	2.1 ± 0.2	0.020 ± 0.002	28.5 ± 2.7	0.71 ± 0.02	1023 ± 85
134	Melendiz-Niğde	3.2 ± 0.3	2.7 ± 0.3	0.021 ± 0.004	13.9 ± 1.4	0.70 ± 0.11	482 ± 73
139	Melendiz-Niğde	2.2 ± 0.1	2.3 ± 0.2	0.026 ± 0.003	33.3 ± 3.7	0.90 ± 0.15	1213 ± 152
158	Kaymaklı-Nevşehir	2.3 ± 0.3	2.7 ± 0.3	0.025 ± 0.003	39.0 ± 4.4	0.88 ± 0.09	1508 ± 231
163	Derinkuyu-Nevşehir	2.0 ± 0.1	2.3 ± 0.1	0.027 ± 0.004	32.1 ± 3.2	0.92 ± 0.13	1234 ± 129
171	Derinkuyu-Nevşehir	2.5 ± 0.1	2.4 ± 0.2	0.018 ± 0.003	29.0 ± 5.0	0.63 ± 0.10	1014 ± 192
	Ortalama	**2.4**	**2.3**	**0.040**	**22.6**	**1.37**	**823**



Şekil 4.3. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile tane Se konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler.



Şekil 4.4. Toprakların farklı ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenen bitkilerce alınabilir Se konsantrasyonları ile tarama tane Se konsantrasyonu arasındaki regresyona ait grafikler

4.2. Tarama Çalışması

4.2.1. Konya ili toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Buğday ekili arazilerden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Ek Çizelge 2 ve en düşük ve en yüksek ortalama değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu çizelgelerden de görülebileceği gibi toprakların pH'ları ortalama 7.9 olup 6.7-8.6 arasında değişmektedir. Toprakların % 9'u nötr (pH 6.5-7.5), % 90'ı hafif alkalin (pH 7.5-8.5), % 1'i kuvvetli alkalin (pH > 8.5) ve reaksiyona sahiptir.

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 69-1551 µmhos cm^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 187 µmhos cm^{-1}'dir. Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri Steole (1967) tarafından bildirilen sınır değerleri ile mukayese edildiğinde, toprakların %16'sı düşük (<100 µmhos cm^{-1}), %63'ü orta düşük (100-200 µmhos cm^{-1}), %11'i orta (200-300 µmhos cm^{-1}), %4'ü orta yüksek (300-400 µmhos cm^{-1}), %4'ü yüksek (400-600 µmhos cm^{-1}) ve %2'si ise çok yüksek (600 µmhos cm^{-1}'den büyük) derecede tuzluluğa sahiptirler.

Toprakların kireç ($CaCO_3$) kapsamları %1.6 ile %82.3 arasında değişmekte olup ortalama %26.6'dır. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların % 47'si çok fazla kireçli (> % 25), %20'si fazla kireçli (% 5-25), %18'i orta kireçli (%5-15) ve % 15'i kireçli (%1-5) sınıfına girmektedir.

Toprakların organik madde kapsamları %0.23 ile %5.88 arasında değişmekte olup ortalama % 1.86'dır. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %8'i çok az (%0-1), %59'u az (%1-2), %25'i orta (%2-3), %5'i iyi (%3-4) ve %2'si yüksek (> % 4) düzeyde organik madde içermektedir.

Topraklarının bitkilere alınabilir fosfor (P) miktarları 0.2 mg kg^{-1} ile 78.1 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama 12.9 mg kg^{-1}'dir. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir fosfor miktarları % 14'ünde çok az (< 2.5 mg kg^{-1}), % 36'sında az (2.5-8 mg kg^{-1}), % 41'inde yeterli (8-25 mg kg^{-1}) ve % 14'ünde ise yüksek (25-80 mg kg^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir potasyum (K) miktarları 0.09 me $100g^{-1}$ ile 2.59 me $100g^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 0.99 me $100g^{-1}$'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir potasyum miktarları

%1'inde çok az (< 0.13 me $100g^{-1}$), %5'inde az (0.13-0.28 me $100g^{-1}$), %28'inde yeterli (0.28-0.74 me $100g^{-1}$), %65'inde yüksek (0.74-2.56 me $100g^{-1}$) ve %1'inde çok yüksek (> 2.56 me $100g^{-1}$) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir kalsiyum (Ca) miktarları 4.7 me $100g^{-1}$ ile 28.1 me $100g^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 16.4 me $100g^{-1}$'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir kalsiyum miktarları %1'inde az (1.19-5.75 me $100g^{-1}$), %65'inde yeterli (5.75-17.5 me $100g^{-1}$) ve %34'ünde yüksek (17.5-50 me $100g^{-1}$) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mağnezyum (Mg) miktarları 0.15 me $100g^{-1}$ ile 2.76 me $100g^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 1.16 me $100g^{-1}$'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir mağnezyum miktarları %5'inde çok az (< 0.42 me $100g^{-1}$), %58'inde az (0.42-1.33 me $100g^{-1}$) ve %37'sinde yeterli (1.33-4.0 me $100g^{-1}$) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir kükürt (S) miktarları 2.9 mg kg^{-1} ile 163.0 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama 17.7 mg kg^{-1}'dir. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların elverişli kükürt miktarları %57'sinde yetersiz (< 10 mg kg^{-1}) ve %43'ünde yeterli (> 10 mg kg^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir demir (Fe) miktarları 0.3 mg kg^{-1} ile 13.6 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 3.1 mg kg^{-1}'dır. Lindsay ve Norvell (1978)'ın bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %52'si az (< 2.5 mg kg^{-1}), %27'si orta (2.5-4.5 mg kg^{-1}) ve %21'i yüksek (> 4.5 mg kg^{-1}) düzeyde demir ihtiva etmektedirler.

Toprakların bitkilerce alınabilir çinko (Zn) miktarları ortalama 0.54 mg kg^{-1} olup, 0.11 mg kg^{-1} ile 3.5 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %15'i çok az (< 0.2 mg kg^{-1}), % 61'i az (0.2-0.7 mg kg^{-1}), %22'si yeterli (0.7-2.4 mg kg^{-1}) ve %2'si fazla (2.4-8 mg kg^{-1}) düzeyde çinko kapsamaktadır.

Toprakların alınabilir bakır (Cu) miktarları ortalama 1.03 mg kg^{-1} olup, 0.39 mg kg^{-1} ile 2.78 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından verilen sınır (> 0.2 mg kg^{-1}) değerine göre toprakların elverişli bakır miktarları yeterli veya genellikle yüksek düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mangan (Mn) miktarları ortalama 9.23 mg kg^{-1} olup, 1.2 mg kg^{-1} ile 24 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Toprakların elverişli mangan miktarları Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen sınır (1 mg kg^{-1}) değerine göre tamamında yeterli veya fazla düzeydedir. Ancak FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %10'u çok az (<4 mg kg^{-1}), %76'sı az (4-14 mg kg^{-1}) ve %14'ü yeterli (14-50 mg kg^{-1}) düzeyde mangan kapsamaktadır.

Toprakların mekanik analiz yani kum, kil, silt oranlarına göre %19.5'i kil, %40.7'si killi tın, %28.5'i kumlu killi tın, %5.7'si kumlu tın, %0.8'i siltli killi tın ve %4.9'u tın tekstür sınıfına girmektedir. Bouyoucos, 1951'e göre toprakların %19.5'i ince tekstürlü, % 80.5'i orta tekstürlü (tınlı) topraklardır.

4.2.2. Niğde ili toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Buğday ekili arazilerden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Ek Çizelge 3, en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelgelerden de görülebileceği gibi toprakların pH'ları ortalama 7.4 olup 4.0-8.4 arasında değişmektedir. Toprakların %3'ü kuvvetli asit (pH < 4.5), %3'ü orta asit (pH 4.5-5.5), %13'ü hafif asit (pH 5.5-6.5), %17'sı nötr (pH 6.5-7.5) ve %65'i hafif alkalin (pH 7.5-8.5) reaksiyona sahiptir.

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 1-462 µmhos cm^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 108 µmhos cm^{-1} dir. Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri Steole (1967) tarafından bildirilen sınır değerleri ile mukayese edildiğinde, toprakların %52'si düşük (< 100 µmhos cm^{-1}), %42'si orta düşük (100-200 µmhos cm^{-1}), %3'ü orta (200-300 µmhos cm^{-1}) ve %3'ü yüksek (400-600 µmhos cm^{-1}) derecede tuzluluğa sahiptirler.

Toprakların kireç ($CaCO_3$) kapsamları % 1.0 ile % 11.3 arasında değişmekte olup ortalama %3.6'dir. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %3'ü az kireçli (0-1), %78'si kireçli (% 1-5) ve %19'u orta kireçli (% 5-15) sınıfına girmektedir.

Toprakların organik madde kapsamları %0.93 ile %3.49 arasında değişmekte olup ortalama %1.73'dür. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine

göre toprakların %6'sı çok az (%0-1), %68'i az (%1-2), %23'ü orta (%2-3) ve %3'ü iyi (%3-4) düzeyde organik madde içermektedir.

Topraklarının bitkilere elverişli fosfor (P) miktarları 0.2 mg kg^{-1} ile 78.7 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama 13.0 mg kg^{-1}'dir. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların elverişli fosfor miktarları %19'unda çok az (< 2.5 mg kg^{-1}), %32'sinde az (2.5-8 mg kg^{-1}), %32'sinde yeterli (8-25 mg kg^{-1}) ve %16'sında yüksek (25-80 mg kg^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir potasyum (K) miktarları 0.27 me $100g^{-1}$ ile 2.90 me $100g^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 0.93 me $100g^{-1}$'dır. FAO (1990)'ın bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir potasyum miktarları % 3'ünde az (0.13-0.28 me $100g^{-1}$), % 45'inde yeterli (0.28-0.74 me $100g^{-1}$), % 49'unda yüksek (0.74-2.56 me $100g^{-1}$) ve %3'ünde çok yüksek (> 2.56 me $100g^{-1}$) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir kalsiyum (Ca) miktarları 2.1 mg kg^{-1} ile 28.4 me $100g^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 12.2 me $100g^{-1}$'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir kalsiyum miktarları %16'sında az (1.19-5.75 me $100g^{-1}$), %74'ünde yeterli (5.75-17.5 me $100g^{-1}$) ve %10'unda yüksek (17.5-50 me $100g^{-1}$) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mağnezyum (Mg) miktarları 0.43 me $100g^{-1}$ ile 2.07 me $100g^{-1}$ arasında değişmekte olup ortalama 1.08 me $100g^{-1}$'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir mağnezyum %74'ünde az (0.42-1.33 me $100g^{-1}$) ve %26'sında yeterli (1.33-4.0 me $100g^{-1}$) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alımabilir kükürt (S) miktarları 2.0 mg kg^{-1} ile 39.9 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama 7.7 mg kg^{-1}'dir. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların elverişli kükürt miktarları %77'sinde yetersiz (<10 mg kg^{-1}), ve %23'ünde yeterli (>10 mg kg^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir demir (Fe) miktarları 0.4 mg kg^{-1} ile 78.3 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 9.3 mg kg^{-1}'dir. Lindsay ve Norwell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %48'i az (<2.5 mg kg^{-1}), %23'ü

orta (2.5-4.5 mg kg^{-1}) ve %29'u yüksek (> 4.5 mg kg^{-1}) düzeyde demir ihtiva etmektedirler.

Toprakların bitkilerce alınabilir çinko (Zn) miktarları ortalama 0.53 mg kg^{-1} olup, 0.09 mg kg^{-1} ile 5.43 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %32'si çok az (< 0.2 mg kg^{-1}), %62'si az (0.2-0.7 mg kg^{-1}), %3'ü yeterli (0.7-2.4 mg kg^{-1}) ve %3'ü fazla (2.4-8 mg kg^{-1}) düzeyde çinko kapsamaktadır.

Toprakların alınabilir bakır (Cu) miktarları ortalama 0.93 mg kg^{-1} olup, 0.30 mg kg^{-1} ile 1.93 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından verilen sınır (> 0.2 mg kg^{-1}) değerine göre toprakların elverişli bakır miktarları yeterli veya genellikle yüksek düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mangan (Mn) miktarları ortalama 13.6 mg kg^{-1} olup, 0.4 mg kg^{-1} ile 74.8 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Toprakların elverişli mangan miktarları Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği sınır (1 mg kg^{-1}) değerine göre tamamında yeterli veya fazla düzeydedir. Ancak FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %20'si çok az (< 4 mg kg^{-1}), %61'i az (4-14 mg kg^{-1}), %13'ü yeterli (14-50 mg kg^{-1}) ve %6'sı fazla (50-170 mg kg^{-1}) düzeyde mangan kapsamaktadır.

Toprakların mekanik analiz yani kum, kil, silt oranlarına göre %6.5'kil, %12.9'u killi tın, %38.7'si kumlu killi tın, %32.3'ü kumlu tın, %3.2'si siltli tın, %6.5'i tınlı kum tekstür sınıfına girmektedir. Bouyoucos, 1951'e göre toprakların % 6.5'i ince tekstürlü, % 6.5'i kaba tekstürlü ve % 87'si orta tekstürlü (tınlı) topraklardır.

4.2.3. Nevşehir ili toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Buğday ekili arazilerden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Ek Çizelge 4 ve en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelgelerden de görülebileceği gibi toprakların pH'ları ortalama 6.6 olup 5.1-6.6 oranında değişmektedir. Toprakların %22'i orta asit (pH 4.5-5.5), %26'sı hafif asit (pH 5.5-6.5), % 26'sı nötr (pH 6.5-7.5) ve % 26'sı hafif alkalin (pH 7.3-8.5) reaksiyona sahiptir.

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 37-865 μmhos cm^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 142 μmhos cm^{-1}'dir. Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri Steole (1967) tarafından bildirilen sınır değerleri ile mukayese edildiğinde, toprakların %69'u düşük (<100 μmhos cm^{-1}), %21'i orta düşük (100-200 μmhos cm^{-1}), %5'i yüksek (400-600 μmhos cm^{-1}) ve %5'i çok yüksek (> 600) derecede tuzluluğa sahiptirler.

Toprakların kireç ($CaCO_3$) kapsamları %0.1 ile %3.0 arasında değişmekte olup ortalama %0.6'dır. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %84'ü az kireçli (%0-1), %16'sı kireçli (%1-5) sınıfına girmektedir.

Toprakların organik madde kapsamları %0.36 ile %2.25 arasında değişmekte olup ortalama %1.18'dir. Ülgen ve Yurtsever (1984)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %42'si çok az (%0-1), % 53'ü az (%1-2) ve %5'i orta (%2-3) düzeyde organik madde içermektedir.

Toprakların bitkilere elverişli fosfor (P) miktarları 0.2 mg kg^{-1} ile 57.2 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama 10.8 mg kg^{-1}'dir. FAO (1990)'ın bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların elverişli fosfor miktarları %32'sinde çok az (< 2.5 mg kg^{-1}), %21'inde az (2.5-8 mg kg^{-1}), %42'sinde yeterli (8-25 mg kg^{-1}), ve %5'inde yüksek (25-80 mg kg^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir potasyum (K) miktarları 0.35 me 100 g^{-1} ile 2.34 me 100 g^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 0.83 me 100g^{-1}'dir. FAO (1990)'ın bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir potasyum miktarları %53'ünde yeterli (0.28-0.74 me 100 g^{-1}) ve %47'sinde yüksek (0.74-2.56 me 100 g^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir kalsiyum (Ca) miktarları 1.8 me 100 g^{-1} ile 20.9 me 100 g^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 6.8 me 100g^{-1}'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir kalsiyum miktarları %58'inde az (1.19-5.75 me 100g^{-1}), %37'sinde yeterli (5.75-17.5 me 100g^{-1}) ve %5'inde yüksek (17.5-50 me 100g^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mağnezyum (Mg) miktarları 0.54 me 100 g^{-1} ile 1.84 me 100 g^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 1.04 me 100 g^{-1}'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların alınabilir magnezyum

%74'ünde az (0.42-1.33 me 100 g^{-1}) ve %26'sında yeterli (1.33-4.0 me 100 g^{-1}) düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir kükürt (S) miktarları 2.8 mg kg^{-1} ile 63.2 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup, ortalama 14.5 mg kg^{-1}'dır. FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların elverişli kükürt miktarları %53'ünde yetersiz (< 10 mg kg^{-1}) ve %47'sinde yeterli (> 10 mg kg^{-1}) düzeydedir

Toprakların bitkilerce alınabilir demir (Fe) miktarları 1.4 mg kg^{-1} ile 40.0 mg kg^{-1} arasında değişmekte olup ortalama 14 mg kg^{-1}'dir. Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %1'i az (< 2.5 mg kg^{-1}), %21'i orta (2.5 - 4.5 mg kg^{-1}) ve %68'i yüksek (> 4.5 mg kg^{-1}) düzeyde demir ihtiva etmektedirler.

Toprakların bitkilerce alınabilir çinko (Zn) miktarları ortalama 0.25 mg kg^{-1} olup, 0.12 mg kg^{-1} ile 0.69 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %42'si çok az (< 0.2 mg kg^{-1}) ve %58'i az (0.2-0.7 mg kg^{-1}) düzeyde çinko kapsamaktadır.

Toprakların alınabilir bakır (Cu) miktarları ortalama 0.67 mg kg^{-1} olup, 0.34 mg kg^{-1} ile 1.68 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından verilen sınır (> 0.2 mg kg^{-1}) değerine göre toprakların elverişli bakır miktarları yeterli veya genellikle yüksek düzeydedir.

Toprakların bitkilerce alınabilir mangan (Mn) miktarları ortalama 12.8 mg kg^{-1} olup, 2.7 mg kg^{-1} ile 60.7 mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Toprakların elverişli mangan miktarları Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği sınır (1 mg kg^{-1}) değerine göre tamamında yeterli veya fazla düzeydedir. Ancak FAO (1990)'nun bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların %16'sı çok az (< 4 mg kg^{-1}), %53'ü az (4-14 mg kg^{-1}), %26'sı yeterli (14-50 mg kg^{-1}) ve %5'i fazla (50-170 mg kg^{-1}) düzeyde mangan kapsamaktadır.

Toprakların mekanik analiz yani kum, kil, silt oranlarına göre %5.3'ü kil, %5.3'ü kumlu killi tın, %78.9'u kumlu tın, %5.3'ü tın, %5.3'ü tınlı kum tekstür sınıfına girmektedir. Bouyoucos, 1951'e göre toprakların % 5.3'ü ince tekstürlü, %5.3'ü kaba tekstürlü, ve % 89.4'ü orta tekstürlü (tınlı) topraklardır.

4.2.4. Tarama amaçlı toplanan toprak ve buğday tanelerinin selenyum konsantrasyonları

Toprakların elverişli Se konsantrasyonları Konya ilinde 0.84-9.76 µg kg^{-1}, Niğde ilinde 1.12-5.84 µg kg^{-1} ve Nevşehir ilinde 0.56-3.44 µg kg^{-1} arasında değişim göstermiş ve sırasıyla ortalama 2.38, 2.36 ve 1.29 µg kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve Ek Çizelge 5). Bu topraklar üzerinde yetişen buğday tanelerinin selenyum konsantrasyonları da Konya ilinde 10.13-96.01 µg kg^{-1}, Niğde ilinde 12.66-38.77 µg kg^{-1}, Nevşehir ilinde 13.14-33.36 µg kg^{-1} olarak değişim göstermiş ve sırasıyla ortalama 25.50, 21.26 ve 21.62 µg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. (Ek Çizelge 5 ve Çizelge 4.5).

Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak tane selenyumu ve elverişli toprak selenyumu ile ilişki gösteren toprak parametreleri incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Tane Se konsantrasyonu ile toprakların alınabilir Se konsantrasyonu (r = 0.257**), pH (r = 0.181*), organik madde (r = 0.181*), silt (r = 0.244**), kum (r = -0.230**), K (r = 0.172*), Mg (r = 0.349**) miktarları arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Alınabilir toprak selenyumu ile pH (r = 0.333**), organik madde (r = 0.273**), kil (r = 0.203**), silt (r = 0.179*), K (r = 0.163*) miktarları arasında pozitif, kum (r = -0.234**), Fe (r = -0.220**) ve Mn (r = -0.171*) miktarları arasında ise önemli negatif ilişkiler saptanmıştır.

4.3. Selenyum Gübrelemesine Farklı Buğday Genotiplerinin Tepkilerinin Belirlenmesi

4.3.1. Selenyum toksisite semptomları

Özellikle Orta Anadolu Bölgesi iklim koşullarında yetiştirilen toplam 20 ekmeklik ve 15 makarnalık buğday çeşidinin Se'a tepkilerinin belirlenmesi amacıyla bir sera denemesi kurulmuştur. Denemede söz konusu ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerine 0 (Se_0), 0.2 ($Se_{0.2}$), 1 (Se_1) ve 5 (Se_5) mg kg^{-1} seviyelerinde Se uygulanmıştır. Buğday genotiplerinde Se toksisitesi semptomları sadece Se_5 uygulamasında ortaya çıkmıştır. Se_5 uygulaması altında buğday genotiplerinin Se toksisitesi semptomlarının şiddeti farklı olmuştur (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8).

Çizelge 4.5. Tarama çalışmasında toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile buğday tanesi örneklerinin Se konsantrasyonu ve içeriği.

		Toprak	Tane Se		Toprak																	
		Alınabilir Se konsantrasyonu	konsantrasyonu	içeriği	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	Mg	K	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
Lokasyon		µg kg^{-1}	µg kg^{-1}	ng tane^{-1}		µS cm^{-1}	%					me 100g^{-1}				mg kg^{-1}					
Konya	En düşük	0.84	10.13	0.28	6.7	69	1.6	0.23	16	5	18	4.7	0.2	0.1	0.0	0.2	2.9	0.3	0.1	0.4	1.2
	En yüksek	9.76	96.01	4.99	8.6	1551	82.3	5.88	66	44	78	28.1	2.8	2.6	1.5	78.1	163.0	14	3.5	2.8	24
	Ortalama	2.38	25.50	1.11	7.9	187	26.6	1.86	34	24	42	16.4	1.2	1.0	0.2	12.9	17.7	3.1	0.5	1.0	9.2
	n	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
Niğde	En düşük	1.12	12.66	0.52	4.0	1	1.0	0.93	1	1	35	2.1	0.4	0.3	0.0	0.2	2.0	0.4	0.1	0.3	0.4
	En yüksek	5.84	38.77	1.59	8.4	462	11.3	3.49	45	54	85	28.4	2.1	2.9	1.4	78.7	39.9	78	5.4	1.9	75
	Ortalama	2.36	21.26	0.82	7.4	108	3.6	1.73	23	17	60	12.2	1.1	0.9	0.3	13.0	7.7	9.3	0.5	0.9	14
	n	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Nevşehir	En düşük	0.56	13.14	0.47	5.1	37	0.1	0.36	9	1	22	1.8	0.5	0.4	0.0	0.2	2.8	1.4	0.1	0.3	2.7
	En yüksek	3.44	33.36	1.51	8.1	865	3.0	2.25	43	35	85	20.9	1.8	2.3	0.4	57.2	63.2	40	0.7	1.7	61
	Ortalama	1.29	21.62	0.84	6.6	142	0.6	1.18	19	10	71	6.8	1.0	0.8	0.2	10.8	14.5	14	0.3	0.7	13
	n	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
GENEL	**En düşük**	**0.56**	**10.13**	**0.28**	**4.0**	**1**	**0.1**	**0.23**	**1**	**1**	**18**	**1.8**	**0.2**	**0.1**	**0.0**	**0.2**	**2.0**	**0.3**	**0.1**	**0.3**	**0.4**
	En yüksek	**9.76**	**96.01**	**4.99**	**8.6**	**1551**	**82.3**	**5.88**	**66**	**54**	**85**	**28.4**	**2.8**	**2.9**	**1.5**	**78.7**	**163.0**	**78**	**5.4**	**2.8**	**75**
	Ortalama	**2.25**	**24.31**	**1.03**	**7.7**	**168**	**19.7**	**1.76**	**30**	**21**	**49**	**14.6**	**1.1**	**1.0**	**0.2**	**12.7**	**15.2**	**5.4**	**0.5**	**1.0**	**10**
	n	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**	**173**

Çizelge 4.6. Tane selenyumu ve alınabilir toprak selenyumu ile toprakların farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler.

	Tane Se	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca
Toprak Se	0.257**	0.333**	0.033	0.092	0.273**	0.203**	0.179*	-0.234**	0.141

	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
Toprak Se	0.163*	0.017	0.037	0.001	0.017	-0.220**	0.067	0.106	-0.171*

	Toprak Se	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca
Tane Se	0.257**	0.181*	0.031	-0.05	0.181*	0.144	0.244**	-0.230**	0.124

	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
Tane Se	0.172*	0.349**	0.090	-0.054	-0.029	-0.099	-0.005	0.087	-0.129

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Selenyum toksisitesi olarak buğday fidelerinin sap ve yapraklarında kar beyazı klorozlar oluşmuştur. Semptomlar sap ve genç yaprakların alt kısmından başlayarak yaprağın ucuna doğru ilerleyen ve zamanla yaprağın tamamını kaplayan kar beyazı klorozlar şeklinde görülürken (Şekil 4.5a ve Şekil 4.5c), bazı genotiplerde sap ve yapraklarda önce açık pembe renkli klorozlar oluşmuş (Şekil 4.5b) ve daha sonra yaprak üzerindeki kloroz tamamen kar beyazı renk almıştır.

Se toksisitesinden kaynaklanan semptomlar hasat öncesinde yapılan gözlemle 1-5 skalasına göre fenolojik olarak gözlemlenmiştir. Toksisite semptomlarının genotipler arasında ortaya çıkış zamanlarında farklılıklar olmuş ve ilk semptomlar makarnalık buğday genotiplerinde gözlenmiştir. Makarnalık buğdaylardan sonra bazı ekmeklik buğday genotiplerinde de Se toksisitesi semptomlarının hızlı bir şekilde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Se toksisitesi semptomları makarnalık buğday genotiplerinde ekmeklik buğday genotiplerine göre daha şiddetli olmuştur (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8).

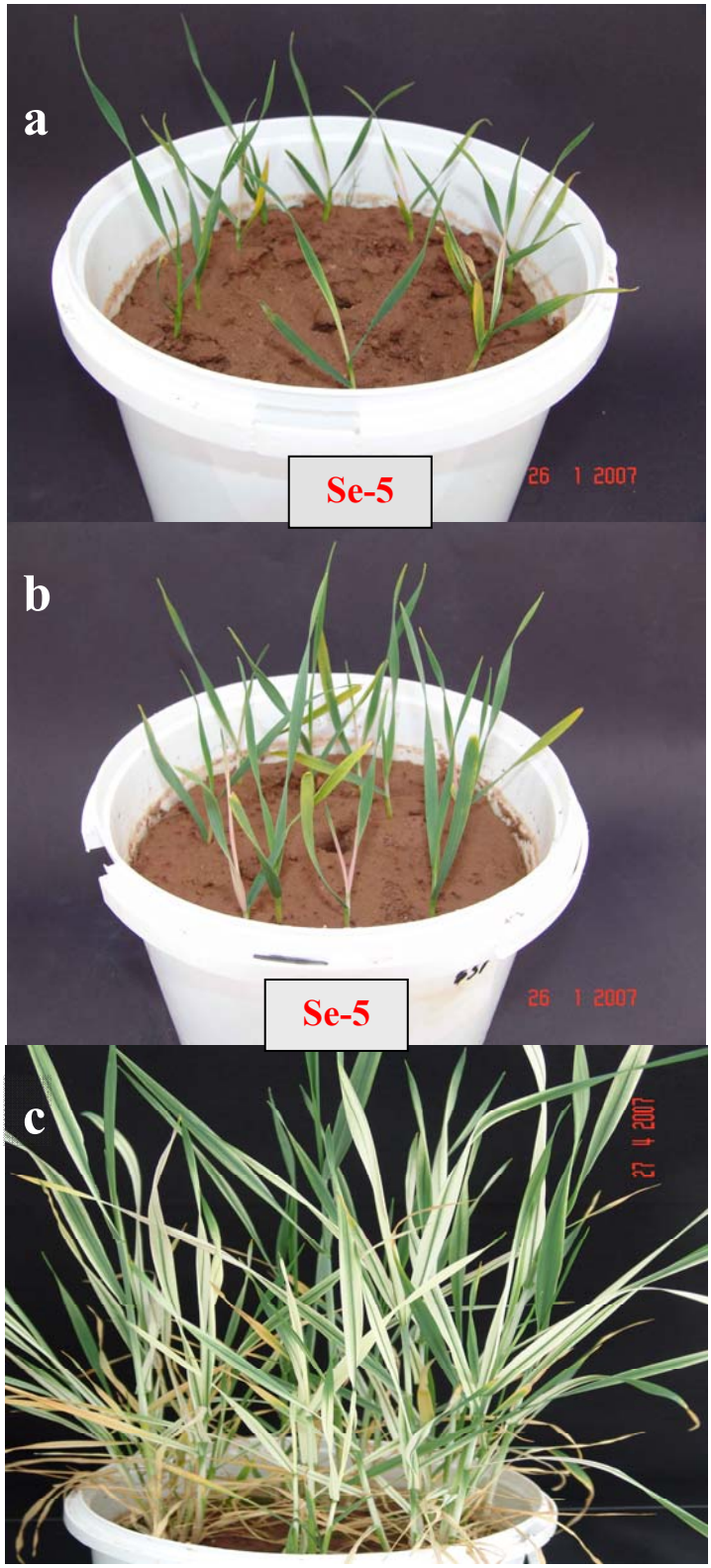
Çizelge 4.7. Ekmeklik buğday genotiplerinin Se_5 dozunda gösterdiği Se toksisitesi semptomlarının şiddeti.

Genotip	Semptom şiddeti*
Ahmetağa	2
Atlı 2002	2
Bağcı 2002	3
Bezostaya 1	2
Dağdaş 94	2
Ekiz	2.5
Eser	2
Gerek 79	1.5
Göksu 99	2
Gün 91	2.5
Karahan 99	3
Kınacı 97	1.5
Konya 2002	1.5
Mızrak	1.5
Sultan 95	1.5
Tosunbey	2.5
Türkmen	2
Uzunyayla	2
Yakar 99	2
Zencirci 2002	2
Ortalama	**2.1**

Çizelge 4.8. Makarnalık buğday genotiplerinin Se_5 dozunda gösterdiği Se toksisitesi semptomlarının şiddeti.

Genotip	Semptom şiddeti*
Altın 40/98	4
Altıntaş 95	3
Ankara 98	3
BDMM 05/015	4
Berkmen	1
Çeşit 1252	3.5
Çakmak	5
Kızıltan 91	3
Kunduru 1149	2
Kümbet	3.5
Meram 2002	3.5
Mirzabey	3
Selçuklu 97	3
Yelken 2000	3.5
Yılmaz 98	5
Ortalama	**3.3**

*1: yok, 2: az, 3: orta, 4: fazla, 5: çok fazla



Şekil 4.5. Selenyum toksisitesi semptomları.

4.3.2. Yeşil aksam kuru madde verimi

Araştırmada kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde tespit edilen kuru madde verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.10'da, makarnalık buğday genotiplerinin ortalama değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre yeşil aksam kuru madde verimi bakımından hem makarnalık hem de ekmeklik genotiplerde; genotipler arasındaki farklılıklar, uygulama dozları arasındaki farklılıklar ve "genotip x doz" interaksiyonu 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Ekmeklik buğday genotiplerinde Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ortalama kuru madde verimleri sırasıyla 811, 850, 740 ve 250 mg bitki^{-1} (Çizelge 4.10) ve makarnalık buğday genotiplerinde ise 775, 816, 769 ve 223 mg bitki^{-1} (Çizelge 4.11) olarak gerçekleşmiştir. Artan miktarlarda Se uygulamaları sonucunda hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde ortalama olarak en yüksek kuru madde verimi yukarıda görüldüğü gibi $Se_{0.2}$ uygulamasında elde edilmiştir. Bunu azalan sırayla Se_0, Se_1 ve Se_5 uygulamaları takip etmiştir. Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde miktarlarında Se_0 dozuna göre $Se_{0.2}$ dozunda artışlar gözlenirken, Se_5 dozunda ise kontrole göre çarpıcı düşüşler görülmüştür. Örneğin ekmeklik buğday genotiplerinde Se toksisitesi (Se_5) kontrole (Se_0) göre yeşil aksam kuru madde miktarında Tosunbey çeşidinde 5.6 katlık bir azalmaya neden olurken, Gerek 79 (2.42), Konya 2002 (2.48) ve Ekiz (2.50) genotiplerinde ilgili azalma en fazla yaklaşık 2.5 kat olmuştur (Çizelge 4.10). Makarnalık genotiplerde ise Se toksisitesi, Selçuklu 97 (6.30) ve Çakmak 79 (6.20) genotiplerinde yaklaşık 6.2 katlık, Ankara 98 (2.36), Berkmen (2.53) ve Meram 2002 (2.61) genotiplerinde ise yaklaşık 2.5 katlık yeşil aksam kuru madde miktarında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.11).

Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik buğday genotiplerinden en yüksek ve en düşük kuru madde verimi oluşturan genotipler Tosunbey (776 mg bitki^{-1}) ve Türkmen (498 mg bitki^{-1}) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.10). Makarnalık genotiplerden BDMM 05/015 (766 mg bitki^{-1}) ve Yılmaz 98 (531 mg bitki^{-1}) farklı

Çizelge 4.9. Buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimi, Se konsantrasyonu ve Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları		Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması		
			Verim	Se konsantrasyonu	Se içeriği
Ekmeklik Buğdaylar	Genotip	19	64123.84211**	137463.32**	9520.79**
	Doz	3	6224861.667**	86130187.67**	4745548.67**
	Genotipxdoz	57	22961.84211**	136119.37**	7003.25**
	Hata	240	5851.145833	16552.32	2105.44
	Genel	319			
Makarnalık Buğdaylar	Genotip	14	110647.57**	121262.36**	30834.56**
	Doz	3	4622651.33**	45624801.67**	2308849.67**
	Genotipxdoz	42	16376.55**	114718.29**	26229.68**
	Hata	180	4562	9760.32	1393.16
	Genel	239			

Se uygulamalarında ortalama olarak sırasıyla en yüksek ve en düşük kuru madde verimi oluşturan genotipler olmuştur (Çizelge 4.12). Diğer genotiplerin kuru madde verimleri ise bu değerler arasında yer almıştır.

Ekmeklik buğday genotiplerinde kuru madde verimi 1060 mg bitki^{-1} (Karahan) ile en yüksek $Se_{0.2}$ uygulamasında elde edilirken, 170 mg bitki^{-1} (Tosunbey) ile en düşük Se_5 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.10). Makarnalık buğdaylarda ise 1052 mg bitki^{-1} (Berkmen) ile $Se_{0.2}$ ve 104 mg bitki^{-1} (Çakmak 79) ile Se_5 uygulamalarında sırasıyla en yüksek ve en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Se uygulama dozları (0, 0.2, 1 ve 5 mg Se kg^{-1}) ile ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri arasındaki regresyon grafikleri sırasıyla Ek Şekil 1 ve Ek Şekil 2'de verilmiştir. Yapılan regresyon analizleri neticesinde Ek Çizelge 6 ve Ek Çizelge 7'deki regresyon denklemleri elde edilmiştir.

Regresyon analiz sonuçlarına göre artan dozlarda Se uygulaması ile ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama yeşil aksam kuru madde verimi arasında $Y = -7.3425x^2 - 80.378x + 834.98$, $R^2 = 0.993$, makarnalık buğday genotiplerinin ortalama yeşil aksam kuru madde verimi arasında ise $Y = -21.959x^2 + 4.8671x + 743.08$, $R^2 = 0.996$ (Y= yeşil aksam kuru madde verimi, x = uygulanan Se dozları) eşitliği ile ifade edilebilen bir ilişki tespit edilmiştir. Bu regresyon denklemleri, ekmeklik buğday

genotiplerinin ortalama yeşil aksam kuru madde veriminin en yüksek kontrolde (Se_0) olduğunu ve çokaz da olsa Se uygulamasıyla azalacağını göstermektedir. Makarnalık genotiplerin ortalama yeşil aksam kuru madde verimleri ise 0.22 mg kg^{-1} Se uygulamasına kadar artarken, bunun üzerinde Se uygulamasıyla azaldığını işaret etmektedir. Bunun yanında Se uygulamasına tepki bakımından hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotipleri arasında farklar vardır (Ek Çizelge 6 ve 7). Denklemlerden ekmeklik buğday genotiplerinden Bağcı 2002, Eser, Sultan 95 ve Yakar 99'da sırasıyla 0.27, 1.77, 1.14 ve 0.65 mg kg^{-1} Se, makarnalık buğday genotiplerinden de Altın 40/98, Altıntaş 95, Kızıltan 91, Kunduru 1149, Kümbet, Meram 2002 ve Yılmaz 98'de sırasıyla 2.02, 1.58, 2.78, 0.83, 3.11, 1.90 ve 1.29 mg kg^{-1} Se uygulamasına kadar yeşil aksam kuru madde veriminde artış sağlanacağı ve bu uygulama dozlarından sonra ise Se uygulamasının yeşil aksam kuru madde verimini azaltacağı hesaplanabilmektedir. Diğer genotiplerin regresyon denklemleri ise Se uygulamalarının yeşil aksam kuru madde verimini doğrudan azalttığını göstermektedir.

Sonuçlardan da görüldüğü gibi Se uygulamasından kaynaklanan verim azalması genotip bazında önemli varyasyon göstermektedir. Bu da genotiplerin topraktaki alınabilir Se'a karşı reaksiyonlarının farklı olduğuna işaret etmektedir

4.3.3. Yeşil aksam selenyum toksisite toleransı

Kontrol (Se_0) ve yüksek Se (Se_5) uygulamalarındaki kuru madde verimleri ile hesaplanan Se toksisite toleransı, yeşil aksam büyümesi bakımından genotipler arasında görülen geniş farklılıkların bir sonucu olarak hem makarnalık hem de ekmeklik genotipler arasında belirgin farklılıklar göstermiştir. Ekmeklik genotiplerde Se toksisite toleransı ortalama %31.1 olup bu oran genotipler içinde %17.9 (Tosunbey) ile %41.3 (Gerek 79) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.10). Makarnalık genotiplerdeki varyasyonda %15.9 (Selçuklu 97) ile %42.3 (Ankara 98) arasında olurken ortalama %30.0 bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Ekmeklik buğday genotiplerinden Gerek 79 (%41.3), Konya 2002 (%40.2) ve Ekiz (% 40.0) Se toksisite toleransı yüksek, Tosunbey (%17.9) ve Uzunyayla (%21.6) Se toksisite toleransı düşük genotipler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.6). Makarnalık buğday genotiplerinden Se toksisite toleransı yüksek olan

Çizelge 4.10. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Yeşil aksam kuru madde verimi (mg bitki^{-1})					Se toksisite
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama	toleransı (%)
Ahmetağa	785 ± 72	768 ± 43	712 ± 50	258 ± 69	631	32.8
Atlı 2002	856 ± 54	818 ± 88	693 ± 21	293 ± 33	665	34.3
Bağcı 2002	910 ± 60	798 ± 83	857 ± 118	228 ± 39	698	25.1
Bezostaya 1	752 ± 41	720 ± 67	625 ± 42	275 ± 53	593	36.6
Dağdaş 94	753 ± 89	797 ± 79	738 ± 60	283 ± 102	643	37.7
Ekiz	788 ± 90	938 ± 118	713 ± 115	315 ± 60	689	40.0
Eser	778 ± 14	869 ± 109	831 ± 23	208 ± 72	672	26.8
Gerek 79	820 ± 62	817 ± 100	745 ± 41	339 ± 103	681	41.3
Göksu 99	949 ± 63	885 ± 106	764 ± 135	226 ± 39	706	23.8
Gün 91	662 ± 89	994 ± 33	693 ± 118	222 ± 39	643	33.5
Karahan 99	839 ± 74	1060 ± 35	825 ± 140	247 ± 17	743	29.4
Kınacı 97	835 ± 95	924 ± 44	771 ± 120	231 ± 26	690	27.7
Konya 2002	769 ± 40	910 ± 85	780 ± 92	310 ± 15	692	40.2
Mızrak	785 ± 22	615 ± 36	566 ± 46	211 ± 56	544	26.9
Sultan 95	776 ± 85	931 ± 63	825 ± 142	239 ± 13	693	30.8
Tosunbey	950 ± 118	1093 ± 53	893 ± 32	170 ± 45	776	17.9
Türkmen	684 ± 80	572 ± 69	539 ± 123	199 ± 37	498	29.1
Uzunyayla	837 ± 106	841 ± 79	660 ± 107	181 ± 45	630	21.6
Yakar 99	855 ± 40	828 ± 122	837 ± 68	262 ± 38	696	30.6
Zencirci 2002	840 ± 77	814 ± 79	729 ± 78	300 ± 80	671	35.7
Ortalama	**811**	**850**	**740**	**250**	**663**	**31.1**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (53.3, 23.8, 106.5)						

Çizelge 4.11. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Yeşil aksam kuru madde verimi (mg bitki^{-1})					Se toksisite
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama	toleransı (%)
Altın 40/98	767 ± 46	690 ± 58	784 ± 84	210 ± 53	613	27.4
Altıntaş 95	712 ± 115	755 ± 74	782 ± 49	210 ± 43	615	29.5
Ankara 98	586 ± 40	746 ± 52	603 ± 90	248 ± 51	546	42.3
BDMM 05/015	959 ± 26	928 ± 107	866 ± 88	309 ± 36	766	32.2
Berkmen	802 ± 93	1052 ± 48	823 ± 160	317 ± 11	749	39.5
Çeşit 1252	937 ± 29	879 ± 83	829 ± 37	261 ± 47	727	27.9
Çakmak 79	648 ± 56	808 ± 31	630 ± 13	104 ± 48	548	16.0
Kızıltan 91	821 ± 48	710 ± 30	859 ± 53	280 ± 49	668	34.1
Kunduru 1149	908 ± 69	908 ± 58	902 ± 84	277 ± 58	749	30.5
Kümbet	739 ± 49	715 ± 47	830 ± 70	237 ± 41	630	32.1
Meram 2002	782 ± 25	942 ± 70	858 ± 50	300 ± 116	721	38.4
Mirzabey	884 ± 71	863 ± 112	828 ± 158	259 ± 57	709	29.3
Selçuklu 97	774 ± 119	731 ± 10	650 ± 42	123 ± 18	570	15.9
Yelken 2000	704 ± 60	769 ± 2	639 ± 62	226 ± 46	585	32.1
Yılmaz 98	598 ± 77	744 ± 51	648 ± 52	132 ± 50	531	22.1
Ortalama	**775**	**816**	**769**	**233**	**648**	**30.0**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (47.1, 24.3, 94.2)						

Ankara 98 (%42.3), Berkmen (%39.5) ve Meram 2002 (%38.4), Se toksisite toleransı düşük olan genotipler ise Selçuklu 97 (%15.9) ve Çakmak 79 (%16.0) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11; Şekil 4.7).

Genel olarak Se toksisite toleransı düşük olan genotiplerin kuru madde verimi düşük çıkarken, Se toksisite toleransı yüksek olan genotiplerin kuru madde verimi yüksek bulunmuştur. Yani genotiplerin Se toksisite toleransları arttıkça buna paralel olarak da yeşil aksam kuru madde verimleri artmıştır. Bu durum Şekil 4.8'de daha açık olarak görülmektedir. Se toksisitesi koşullarında (Se_5 uygulamasında) genotiplerin kuru madde verimleri ile Se toksisite toleransı arasında ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.8).

4.3.4. Yeşil aksam selenyum konsantrasyonu ve selenyum içeriği

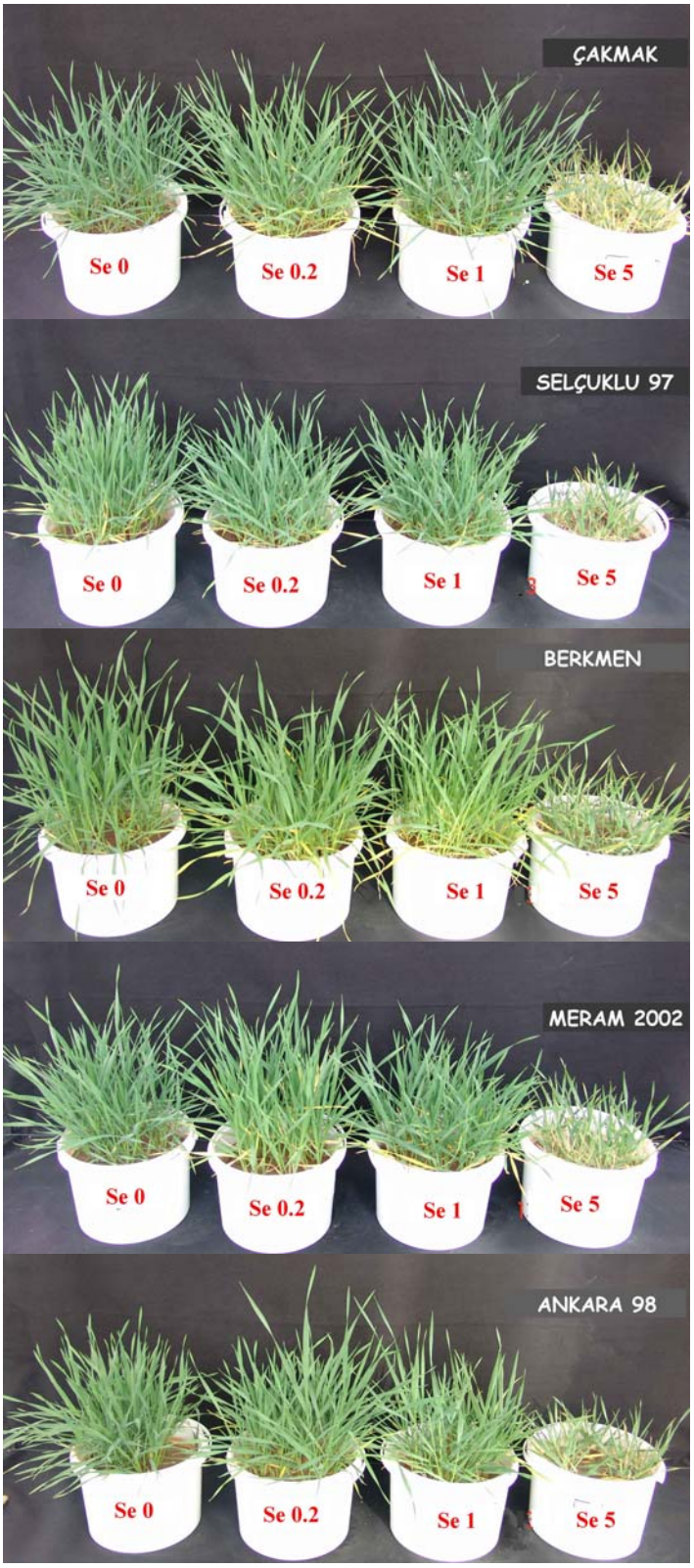
Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde tespit edilen yeşil aksam Se konsantrasyonu ve Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10, ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama Se konsantrasyonu değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.12, ortalama Se içeriği değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.14'de ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama Se değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.13, ortalama Se içeriği değerleri ve LSD grupları ise Çizelge 15'de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre yeşil aksam Se konsantrasyonu ve Se içeriği bakımından hem ekmeklik hem de makarnalık genotiplerde, genotipler arasındaki farklılıklar, uygulama dozları arasındaki farklılıklar ve "genotip x doz" interaksiyonu 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

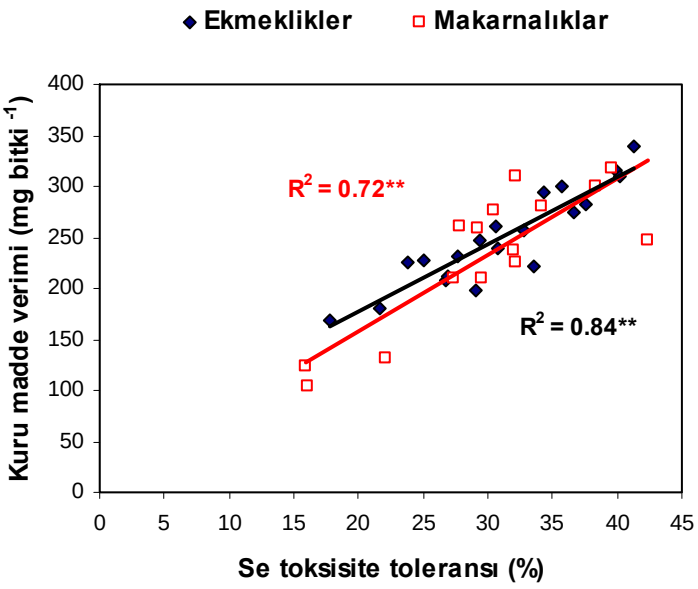
Beklenildiği gibi hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde yeşil aksam Se konsantrasyonu uygulanan Se miktarına bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13). Ortalama yeşil aksam Se konsantrasyonları Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ekmeklik genotiplerde sırasıyla 0.0315, 3.3, 179 ve 2129 mg kg^{-1} ve makarnalık genotiplerde ise 0.0308, 2.9, 174 ve 1795 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur. Ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama yeşil aksam Se konsantrasyonu (578 mg kg^{-1}), makarnalık buğday genotiplerinin ortalama Se konsantrasyonundan (493 mg kg^{-1}) daha yüksek olmuştur. Ancak Se_0, $Se_{0.2}$ ve Se_1 uygulamalarında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama yeşil



Şekil 4.6. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı.



Şekil 4.7. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı.



Şekil 4.8. Selenyum toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin Se toksisite toleransı ile kuru madde verimleri arasında ilişkiler.

aksam Se konsantrasyonları hemen hemen aynı seviyelerde olurken Se_5 uygulamasında ekmeklik buğday genotiplerinin (2129 mg kg^{-1}) ortalama yeşil aksam Se konsantrasyonu makarnalık buğday genotiplerinkinden (1795 mg kg^{-1}) daha yüksek bulunmuştur.

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam Se konsantrasyonları Se_5 uygulamasında diğer Se uygulamalarına göre aşırı derecede artış göstermiştir. Bu artış hem Se_5 uygulaması ile toprağa ilave edilen Se miktarının diğer uygulamalarınkinden daha yüksek olmasından hem de Se'un toksik etkisinden dolayı Se_5 uygulamasında elde edilen yeşil aksam kuru madde miktarının diğer uygulamalarınkine göre önemli derecede daha düşük olması sebebiyle bitki yeşil aksamında Se'un konsantre olmasından kaynaklanmaktadır.

Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik buğday genotiplerinden ortalama olarak en yüksek ve en düşük yeşil aksam Se konsantrasyonu oluşturan genotipler Karahan 99 (741 mg kg^{-1}) ve Yakar 99 (362 mg kg^{-1}) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.12). Makarnalık buğday genotiplerinden Berkmen (672 mg kg^{-1}) ve Yelken-2000 (341 mg kg^{-1}) farklı Se uygulamalarında ortalama olarak sırasıyla en yüksek ve en düşük yeşil aksam Se konsantrasyonunu oluşturan genotipler olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13). Diğer genotiplerin kuru madde verimleri ise bu değerler

Çizelge 4.12. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum konsantrasyonuna etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Yeşil aksam Se konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	0.0295 ± 0.0021	2.6 ± 0.1	187 ± 19	2202 ± 392	598
Atlı 2002	0.0341 ± 0.0024	3.6 ± 0.3	163 ± 12	1870 ± 135	509
Bağcı 2002	0.0405 ± 0.0024	3.0 ± 0.3	144 ± 7	2411 ± 208	639
Bezostaya 1	0.0259 ± 0.0016	2.8 ± 0.3	256 ± 11	2032 ± 328	573
Dağdaş 94	0.0236 ± 0.0022	3.7 ± 0.2	176 ± 4	1941 ± 330	530
Ekiz	0.0280 ± 0.0052	2.8 ± 0.3	221 ± 31	2023 ± 424	562
Eser	0.0284 ± 0.0027	2.7 ± 0.2	156 ± 10	2343 ± 108	625
Gerek 79	0.0350 ± 0.0036	2.7 ± 0.3	177 ± 7	1808 ± 303	497
Göksu 99	0.0369 ± 0.0036	3.2 ± 0.2	204 ± 21	2497 ± 162	676
Gün 91	0.0392 ± 0.0031	4.0 ± 0.3	184 ± 18	2369 ± 156	639
Karahan 99	0.0380 ± 0.0034	3.5 ± 0.3	213 ± 21	2747 ± 247	741
Kınacı 97	0.0374 ± 0.0053	3.1 ± 0.2	165 ± 22	2349 ± 189	629
Konya 2002	0.0272 ± 0.0016	3.5 ± 0.2	151 ± 15	1729 ± 123	471
Mızrak	0.0253 ± 0.0028	3.5 ± 0.3	215 ± 6	2128 ± 356	587
Sultan 95	0.0264 ± 0.0024	3.8 ± 0.5	143 ± 8	1682 ± 213	457
Tosunbey	0.0292 ± 0.0027	4.0 ± 0.2	127 ± 10	2682 ± 162	703
Türkmen	0.0278 ± 0.0027	3.0 ± 0.2	174 ± 21	1962 ± 315	535
Uzunyayla	0.0305 ± 0.0022	3.7 ± 0.2	168 ± 23	2521 ± 340	673
Yakar 99	0.0374 ± 0.0017	2.9 ± 0.3	172 ± 11	1272 ± 102	362
Zencirci 2002	0.0291 ± 0.0028	4.0 ± 0.5	175 ± 20	2015 ± 131	549
Ortalama	**0.0315**	**3.3**	**179**	**2129**	**578**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (89.6, 40.07, 179.21)					

Çizelge 4.13. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum konsantrasyonuna etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Yeşil aksam Se konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	0.0256 ± 0.0017	3.3 ± 0.1	137 ± 14	1656 ± 210	449
Altıntaş 95	0.0306 ± 0.0018	2.7 ± 0.0	184 ± 14	1615 ± 125	450
Ankara 98	0.0347 ± 0.0013	4.1 ± 0.3	147 ± 2	1367 ± 32	380
BDMM 05/015	0.0239 ± 0.0007	2.8 ± 0.2	174 ± 9	1763 ± 116	485
Berkmen	0.0262 ± 0.0032	3.8 ± 0.1	165 ± 17	2518 ± 261	672
Çeşit 1252	0.0282 ± 0.0014	2.2 ± 0.1	200 ± 14	1759 ± 252	490
Çakmak 79	0.0369 ± 0.0022	4.1 ± 0.3	188 ± 4	1454 ± 149	412
Kızıltan 91	0.0368 ± 0.0033	3.4 ± 0.3	179 ± 8	1753 ± 250	484
Kunduru 1149	0.0328 ± 0.0037	1.7 ± 0.2	190 ± 16	2154 ± 269	586
Kümbet	0.0240 ± 0.0007	1.8 ± 0.3	151 ± 3	1928 ± 144	520
Meram 2002	0.0239 ± 0.0029	3.3 ± 0.2	159 ± 4	1917 ± 288	520
Mirzabey	0.0281 ± 0.0034	2.8 ± 0.3	156 ± 11	1638 ± 152	449
Selçuklu 97	0.0385 ± 0.0038	3.3 ± 0.1	254 ± 15	2130 ± 111	597
Yelken 2000	0.0441 ± 0.0028	2.5 ± 0.2	165 ± 6	1197 ± 129	341
Yılmaz 98	0.0277 ± 0.0018	2.3 ± 0.1	163 ± 13	2086 ± 255	563
Ortalama	**0.0308**	**2.9**	**174**	**1795**	**493**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (68.9, 39.6, 137.8)					

arasında yer almıştır. Ekmeklik buğday genotiplerinde yeşil aksam Se konsantrasyonu 2747 mg kg^{-1} (Karahan-99) ile en yüksek Se_5 uygulamasında elde edilirken, 0.0236 mg kg^{-1} (Dağdaş-94) ile en düşük Se_0 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.12). Makarnalık buğday genotiplerinde ise 2518 mg kg^{-1} (Berkmen) ile Se_5 ve 0.0239 mg kg^{-1} (Meram 2002) ile Se_0 uygulamalarında sırasıyla en yüksek ve en düşük yeşil aksam Se konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam Se konsantrasyonunda olduğu gibi yeşil aksam Se içerikleri de uygulanan Se miktarına bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15). Ortalama yeşil aksam Se içerikleri Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ekmeklik genotiplerde sırasıyla 0.0257, 2.8, 130 ve 516 µg $bitki^{-1}$ ve makarnalık genotiplerde ise 0.0236, 2.4, 133 ve 417 µg $bitki^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ancak yine Se konsantrasyonunda olduğu gibi Se_0, $Se_{0.2}$ ve Se_1 uygulamalarında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama yeşil aksam Se içerikleri hemen hemen aynı seviyede olurken Se_5 uygulamasında ekmeklik buğday genotiplerinin (516 µg $bitki^{-1}$) ortalama yeşil aksam Se içeriği makarnalık buğday genotiplerin Se içeriğinden (417 µg $bitki^{-1}$) daha yüksek olmuştur.

Değişik Se uygulamaları ile ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama Se konsantrasyonlarının birbirinden farklı olması yanında topraktan Se alım karakteristiklerini belirleyen Se içeriklerinin de farklı olduğu belirlenmiştir Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik genotiplerde yeşil aksam Se içeriği ortalama 162 µg $bitki^{-1}$ olup bu oran genotipler içinde 119 µg $bitki^{-1}$ (Türkmen) ile 214 µg $bitki^{-1}$ (Karahan 99) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.14). Makarnalık genotiplerdeki varyasyon da 67 µg $bitki^{-1}$ (Çakmak 79) ile 234 µg $bitki^{-1}$ (Berkmen) arasında olurken ortalama 138 µg $bitki^{-1}$ bulunmuştur (Çizelge 4.15). Ekmeklik buğday genotiplerinden en yüksek Se içeriğine sahip genotip (Karahan 99) en düşük Se içeriğine sahip olan genotipten (Türkmen) 1.8 kat daha fazla Se almıştır. Makarnalık buğday genotiplerinde ise en yüksek Se içeriğine sahip olan genotip (Berkmen) en düşük Se içeriğine sahip olan genotipten (Çakmak 79) 3.5 kat daha fazla Se almıştır.

Çizelge 4.14. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum içeriğine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Yeşil aksam Se içeriği (µg bitki $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	0.0231 ± 0.0029	2.0 ± 0.1	133 ± 9	552 ± 119	172
Atlı 2002	0.0291 ± 0.0020	2.9 ± 0.3	113 ± 10	550 ± 89	167
Bağcı 2002	0.0369 ± 0.0036	2.4 ± 0.1	123 ± 12	554 ± 124	170
Bezostaya 1	0.0194 ± 0.0006	2.0 ± 0.2	160 ± 11	548 ± 48	177
Dağdaş 94	0.0177 ± 0.0024	3.0 ± 0.4	130 ± 13	525 ± 89	164
Ekiz	0.0217 ± 0.0017	2.6 ± 0.1	155 ± 11	619 ± 46	194
Eser	0.0221 ± 0.0025	2.3 ± 0.2	130 ± 6	483 ± 149	154
Gerek 79	0.0288 ± 0.0049	2.2 ± 0.4	132 ± 10	592 ± 86	181
Göksu 99	0.0351 ± 0.0053	2.8 ± 0.4	154 ± 14	564 ± 113	180
Gün 91	0.0258 ± 0.0024	3.9 ± 0.2	127 ± 20	526 ± 101	164
Karahan 99	0.0321 ± 0.0054	3.7 ± 0.4	175 ± 26	677 ± 69	214
Kınacı 97	0.0313 ± 0.0061	2.9 ± 0.2	126 ± 9	544 ± 79	168
Konya 2002	0.0209 ± 0.0006	3.2 ± 0.4	117 ± 6	534 ± 31	164
Mızrak	0.0199 ± 0.0027	2.2 ± 0.2	122 ± 9	434 ± 46	139
Sultan 95	0.0206 ± 0.0036	3.5 ± 0.5	117 ± 15	401 ± 52	131
Tosunbey	0.0276 ± 0.0023	4.4 ± 0.1	113 ± 10	458 ± 140	144
Türkmen	0.0192 ± 0.0041	1.7 ± 0.2	92 ± 13	384 ± 52	119
Uzunyayla	0.0254 ± 0.0032	3.1 ± 0.3	109 ± 11	445 ± 57	139
Yakar 99	0.0320 ± 0.0026	2.4 ± 0.2	144 ± 9	333 ± 57	120
Zencirci 2002	0.0244 ± 0.0024	3.2 ± 0.1	127 ± 8	597 ± 133	182
Ortalama	**0.0257**	**2.8**	**130**	**516**	**162**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (29.4, 12.3, 63.9)					

Çizelge 4.15. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam selenyum içeriğine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Yeşil aksam Se içeriği (µg bitki $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	0.0197 ± 0.0021	2.3 ± 0.2	107 ± 15	343 ± 67	113
Altıntaş 95	0.0216 ± 0.0022	2.0 ± 0.2	144 ± 8	336 ± 54	120
Ankara 98	0.0203 ± 0.0011	3.0 ± 0.4	89 ± 12	339 ± 71	108
BDMM 05/015	0.0229 ± 0.0002	2.6 ± 0.5	150 ± 11	547 ± 94	175
Berkmen	0.0209 ± 0.0030	4.0 ± 0.2	135 ± 23	797 ± 63	234
Çeşit 1252	0.0264 ± 0.0007	1.9 ± 0.2	166 ± 7	450 ± 26	154
Çakmak 79	0.0238 ± 0.0013	3.3 ± 0.2	118 ± 4	147 ± 54	67
Kızıltan 91	0.0302 ± 0.0036	2.4 ± 0.3	153 ± 4	483 ± 58	160
Kunduru 1149	0.0298 ± 0.0041	1.5 ± 0.1	172 ± 29	587 ± 61	190
Kümbet	0.0178 ± 0.0015	1.3 ± 0.1	125 ± 12	454 ± 67	145
Meram 2002	0.0187 ± 0.0028	3.1 ± 0.4	137 ± 8	552 ± 142	173
Mirzabey	0.0250 ± 0.0051	2.4 ± 0.5	129 ± 25	426 ± 107	139
Selçuklu 97	0.0296 ± 0.0030	2.4 ± 0.1	165 ± 17	262 ± 34	107
Yelken 2000	0.0310 ± 0.0032	1.9 ± 0.1	105 ± 8	271 ± 60	95
Yılmaz 98	0.0165 ± 0.0018	1.7 ± 0.2	106 ± 14	266 ± 61	93
Ortalama	**0.0236**	**2.4**	**133**	**417**	**138**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (26.04, 13.45, 52.08)					

4.3.5. Tane verimi

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde tespit edilen tane verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da, ekmeklik genotiplerin ortalama değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.17'de, makarnalık genotiplerin ortalama değerleri ve LSD grupları ise Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tane verimi bakımından hem ekmeklik hem de makarnalık genotiplerde; genotipler arasındaki farklılıklar, uygulama dozları arasındaki farklılıklar ve "genotip x doz" interaksiyonu 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Ekmeklik buğday genotiplerinde Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ortalama tane verimleri sırasıyla 3.5, 3.8, 3.2 ve 1.7 g bitki^{-1} (Çizelge 4.17) ve makarnalık buğday genotiplerinde ise 3.1, 3.7, 3.1 ve 1.0 g bitki^{-1} (Çizelge 4.18) olarak gerçekleşmiştir. Yeşil aksam kuru madde veriminde olduğu gibi artan Se uygulamaları sonucunda hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde ortalama olarak en yüksek tane verimi $Se_{0.2}$ uygulamasında elde edilmiştir. Bunu azalan sırayla Se_0, Se_1 ve Se_5 uygulamaları takip etmiştir. Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin tane verimlerinde Se_0 (kontrol) dozuna göre $Se_{0.2}$ dozunda artışlar gözlenirken Se_5 dozunda ise kontrole göre çarpıcı düşüşler görülmüştür. Örneğin ekmeklik genotiplerde Se toksisitesi (Se_5) kontrole (Se_0) göre tane veriminde Türkmen çeşidinde 4.8 katlık bir azalmaya neden olurken Atlı 2002 ve Uzunyayla genotiplerinde ilgili azalma en fazla 1.3 kat olmuştur (Çizelge 4.17). Makarnalık genotiplerde ise Se toksisitesi, Ankara 98 çeşidinde 6.6 katlık ve BDMM 05/015 çeşidinde ise 1.8 katlık tane veriminde azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.18). Se toksisitesinden kaynaklanan tane verimleri arasındaki varyasyon makarnalık buğday genotipleri arasında ekmeklik buğday genotipleri arasındakinden daha yüksek bulunmuştur.

Ekmeklik buğday genotiplerinden ortalama olarak en yüksek ve en düşük tane verimi oluşturan genotipler Karahan 99 (3.56 g bitki^{-1}) ve Bezostaya 1 (2.3 g bitki^{-1}) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17). Makarnalık genotiplerden Kızıltan 91 (3.4 g bitki^{-1}) ve Ankara 98 (2.2 g bitki^{-1}) farklı Se uygulamalarında ortalama olarak sırasıyla en yüksek ve en düşük tane verimine sahip olan genotipler olmuştur (Çizelge 4.18). Diğer genotiplerin tane verimleri ise bu değerler arasında yer almıştır.

Çizelge 4.16. Buğday genotiplerinin tane verimi, tane Se konsantrasyonu ve tane Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları		Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
			Tane verimi	Se konsantrasyonu	Se içeriği
Ekmeklik Buğdaylar	Genotip	19	1.49**	2155.07**	3295525.50**
	Doz	3	65.70**	1541553.10**	2.357E+09**
	Genotipxdoz	57	0.64**	1937.74**	2862582.80**
	Hata	240	0.21	195.60	398896.66**
	Genel	319			
Makarnalık Buğdaylar	Genotip	14	1.50**	4220.03**	12168761**
	Doz	3	81.57**	1543879.00**	2.46E+09**
	Genotipxdoz	42	0.73**	4257.88**	11245193**
	Hata	180	0.22	270.24	1024210.5**
	Genel	239			

**: $p<0.01$

Ekmeklik buğday genotiplerinde tane verimi 4.9 g bitki^{-1} (Bağcı 2002) ile en yüksek $Se_{0.2}$ uygulamasında elde edilirken, 0.7 g bitki^{-1} (Türkmen) ile en düşük Se_5 uygulamasında elde edilmiştir. Makarnalık buğdaylarda ise 4.6 g bitki^{-1} (Kızıltan 91 ve Meram 2002) ile $Se_{0.2}$ ve 0.4 g bitki^{-1} (Ankara 98) ile Se_5 uygulamalarında sırasıyla en yüksek ve en düşük tane verimi elde edilmiştir.

Sonuçlardan da görüldüğü gibi yeşil aksam kuru madde veriminde olduğu gibi Se uygulamasından kaynaklanan tane verimi azalması genotip bazında önemli varyasyon göstermiştir. Se'un toksik etkisinden dolayı meydana gelen tane verimi azalması ekmeklik buğday genotiplerine göre makarnalık buğdaylarda daha fazla olmuştur (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18).

4.3.6. Tane selenyum toksisite toleransı

Kontrol (Se_0) ve yüksek Se (Se_5) uygulamalarındaki tane verimleri ile hesaplanan Se toksisite toleransı, tane verimi bakımından genotipler arasında görülen geniş farklılıkların bir sonucu olarak hem ekmeklik hem de makarnalık genotipler arasında belirgin farklılıklar göstermiştir. Ekmeklik genotiplerde Se toksisite toleransı ortalama %49.8 olup bu oran genotipler içinde %20.9 (Türkmen) ile %76.6 (Atlı 2002) arasında bir değişim göstermiştir (Çizlge 4.13). Makarnalık genotiplerdeki varyasyonda %15.1 (Ankara 98) ile %54.2 (BDMM 05/015) arasında olurken ortalama %33.3 bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.17. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

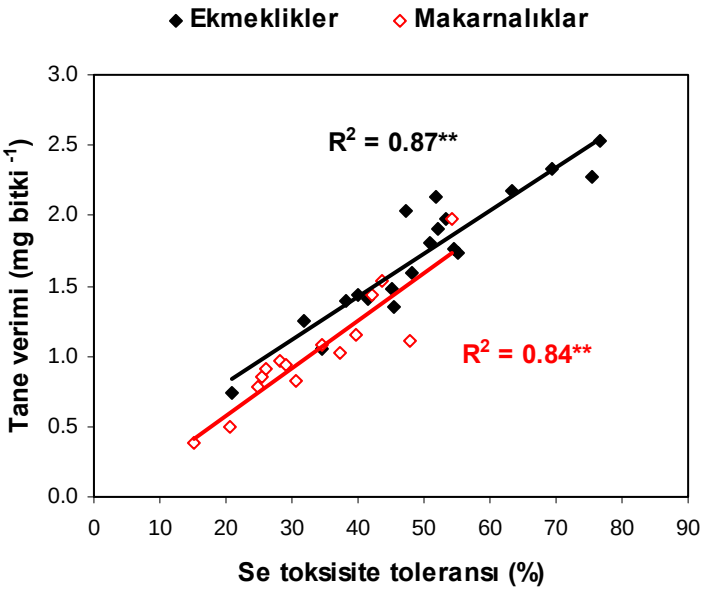
	Tane verimi (g bitki^{-1})					Se toksisite
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama	toleransı (%)
Ahmetağa	3.7 ± 0.2	4.5 ± 0.5	2.8 ± 0.5	2.0 ± 0.4	3.3	53.4
Atlı 2002	3.3 ± 0.6	3.7 ± 0.8	3.7 ± 0.2	2.5 ± 0.3	3.3	76.6
Bağcı 2002	3.6 ± 0.2	4.9 ± 0.4	2.8 ± 0.7	1.4 ± 0.6	3.2	40.1
Bezostaya 1	3.0 ± 0.4	2.9 ± 0.9	1.8 ± 0.2	1.3 ± 0.6	2.3	45.4
Dağdaş 94	3.4 ± 0.3	4.1 ± 0.3	3.5 ± 0.2	2.2 ± 0.1	3.3	63.4
Ekiz	3.9 ± 0.2	4.1 ± 0.8	3.4 ± 0.3	1.3 ± 0.2	3.2	31.9
Eser	4.1 ± 0.6	3.7 ± 0.3	3.5 ± 0.3	2.1 ± 0.7	3.4	51.9
Gerek 79	3.4 ± 0.5	3.8 ± 0.7	3.6 ± 0.4	2.3 ± 0.7	3.3	69.3
Göksu 99	3.3 ± 0.1	3.9 ± 0.2	3.3 ± 0.2	1.5 ± 0.3	3.0	45.2
Gün 91	3.4 ± 0.4	3.7 ± 0.8	3.0 ± 0.1	1.4 ± 0.2	2.9	41.6
Karahan 99	4.3 ± 0.2	4.4 ± 0.2	3.5 ± 0.2	2.0 ± 0.9	3.6	47.3
Kınacı 97	3.3 ± 0.9	3.9 ± 0.3	3.2 ± 0.2	1.6 ± 0.1	3.0	48.0
Konya 2002	3.6 ± 0.5	3.7 ± 0.3	3.6 ± 0.3	1.4 ± 0.4	3.1	38.2
Mızrak	3.1 ± 0.6	2.9 ± 0.7	3.5 ± 0.3	1.1 ± 0.2	2.6	34.4
Sultan 95	3.7 ± 0.5	3.9 ± 0.5	3.2 ± 0.2	1.9 ± 0.3	3.2	52.1
Tosunbey	3.5 ± 0.4	3.5 ± 0.3	2.8 ± 0.4	1.8 ± 0.7	2.9	51.1
Türkmen	3.6 ± 0.5	3.7 ± 0.2	3.8 ± 0.4	0.7 ± 0.4	2.9	20.9
Uzunyayla	3.0 ± 0.3	3.1 ± 0.7	3.0 ± 0.5	2.3 ± 0.2	2.9	75.5
Yakar 99	3.2 ± 0.3	3.6 ± 0.5	3.4 ± 0.6	1.8 ± 0.4	3.0	54.7
Zencirci 2002	3.2 ± 0.4	3.1 ± 0.4	2.3 ± 0.4	1.7 ± 0.3	2.6	55.1
Ortalama	**3.5**	**3.8**	**3.2**	**1.7**	**3.0**	**49.8**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (0.32, 0.14, 0.64)						

Çizelge 4.18. Se uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane verimine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane verimi (g bitki^{-1})					Se toksisite
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama	toleransı (%)
Altın 40/98	3.4 ± 0.3	3.3 ± 0.5	3.7 ± 0.3	1.0 ± 0.3	2.9	28.3
Altıntaş 95	3.4 ± 0.5	3.5 ± 0.4	3.0 ± 0.2	0.9 ± 0.6	2.7	25.4
Ankara 98	2.5 ± 0.7	3.5 ± 0.5	2.3 ± 0.4	0.4 ± 0.2	2.2	15.1
BDMM 05/015	3.6 ± 0.2	2.7 ± 0.5	3.5 ± 0.1	2.0 ± 0.5	3.0	54.2
Berkmen	3.2 ± 0.6	3.4 ± 0.4	2.3 ± 0.5	0.9 ± 0.5	2.5	29.2
Çeşit 1252	3.4 ± 0.3	3.7 ± 0.2	3.5 ± 0.4	1.4 ± 0.7	3.0	42.1
Çakmak	2.9 ± 0.8	3.6 ± 0.4	3.4 ± 0.4	1.1 ± 0.4	2.8	39.6
Kızıltan 91	3.5 ± 0.2	4.6 ± 0.4	3.9 ± 0.3	1.5 ± 0.7	3.4	43.7
Kunduru 1149	3.5 ± 0.4	2.8 ± 0.4	3.0 ± 0.3	0.9 ± 0.3	2.5	26.2
Kümbet	2.3 ± 0.3	4.1 ± 0.6	3.3 ± 0.3	1.1 ± 0.6	2.7	48.0
Meram 2002	2.7 ± 0.4	4.6 ± 1.2	3.7 ± 0.6	0.8 ± 0.5	3.0	30.5
Mirzabey	3.1 ± 0.3	4.1 ± 0.2	3.3 ± 0.4	1.1 ± 0.5	2.9	34.4
Selçuklu 97	2.4 ± 0.1	3.5 ± 0.7	2.9 ± 0.3	0.5 ± 0.1	2.3	20.6
Yelken 2000	2.8 ± 0.6	4.1 ± 0.4	2.3 ± 0.6	1.0 ± 0.3	2.5	37.4
Yılmaz 98	3.1 ± 0.4	3.5 ± 0.7	3.2 ± 0.5	0.8 ± 0.5	2.6	25.0
Ortalama	**3.1**	**3.7**	**3.1**	**1.0**	**2.7**	**33.3**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (0.33, 0.17, 0.66)						

Ekmeklik genotiplerden Atlı 2002 (%76.6) ve Uzunyayla (%75.5) Se toksisite toleransı yüksek, Türkmen (%20.9) Se toksisite toleransı düşük genotipler olarak belirlenmiştir. Makarnalık genotiplerden Se toksisite toleransı yüksek olan genotipler BDMM 05/015 (%54.2) ve Kümbet (%48.0), Se toksisite toleransı düşük olan genotipler ise Ankara 98 (%15.1) ve Selçuklu 97 (%20.6) olarak bulunmuştur. Sonuçlardan da görüldüğü gibi ekmeklik buğday genotipleri makarnalık buğday genotiplerine göre Se'un toksik etkisinden daha az etkilenmiştir (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18).

Genel olarak Se toksisite toleransı düşük olan genotiplerin tane verimi düşük çıkarken, Se toksisite toleransı yüksek olan genotiplerin tane verimi yüksek bulunmuştur. Yani genotiplerin Se toksisite toleransları arttıkça buna paralel olarak da tane verimleri artmıştır. Bu durum Şekil 4.9'da daha açık olarak görülmektedir. Se toksisitesi koşullarında (Se_5 uygulamasında) genotiplerin tane verimleri ile Se toksisite toleransı arasında ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Selenyum toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin selenyum toksisite toleransı ile tane verimleri arasında ilişkiler.

4.3.7. Tane selenyum konsantrasyonu ve selenyum içeriği

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde tespit edilen tane Se konsantrasyonu ve Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16, ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama Se konsantrasyonu değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.19, ortalama Se içeriği değerleri ve LSD grupları ise Çizelge 4.23'de ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama Se konsantrasyonu değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.20, ortalama Se içeriği değerleri ve LSD grupları ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre tane Se konsantrasyonu ve Se içeriği bakımından hem ekmeklik hem de makarnalık genotiplerde, genotipler arasındaki farklılıklar, uygulama dozları arasındaki farklılıklar ve "genotip x doz" interaksiyonu 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Tane Se konsantrasyonunu hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde uygulanan Se miktarına bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20). Ortalama tane Se konsantrasyonları Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ekmeklik genotiplerde sırasıyla 0.0229, 3.2, 29 ve 287 mg kg^{-1} ve makarnalık genotiplerde ise 0.0201, 3.1, 26 ve 330 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur. Ancak Se_0, $Se_{0.2}$ ve Se_1 uygulamalarında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama tane Se konsatrasyonları hemen hemen aynı seviyede olurken Se_5 uygulamasında makarnalık buğday genotiplerinin (330 mg kg^{-1}) ortalama tane Se konsantrasyonu ekmeklik genotiplerinkinden (287 mg kg^{-1}) daha yüksek olmuştur. Makarnalık buğday genotiplerinin (90 mg kg^{-1}) ekmeklik buğday genotiplerinden (80 mg kg^{-1}) ortalama olarak daha yüksek Se konsantrasyonuna sahip olduğu görülmüştür.

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotipleri arasındaki tane Se konsantrasyonu bakımından görülen bu farklılıkların nedeni tane kükürt (S) konsantrasyonundan kaynaklanabilir. Çünkü selenyum ve kükürt arasındaki antagonistik etkileşim nedeniyle, tane kükürt (S) konsantrasyonundaki artış tane Se konsantrasyonunun düşük olmasına neden olmaktadır. Çizelge 21 ve Çizelge 4.22'den ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama tane S konsantrasyonunun makarnalık buğday genotiplerinin ortalama tane S konsantrasyonundan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum makarnalık buğday genotiplerinin ekmeklik buğday genotiplerinden daha yüksek Se konsantrasyonuna sahip olmasının nedeni olabilir.

Çizelge 4.19. Se uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane selenyum konsantrasyonuna etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane Se konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	0.0159 ± 0.0022	2.8 ± 0.4	23.4 ± 3.3	209 ± 24.8	59
Atlı 2002	0.0232 ± 0.0023	3.7 ± 0.4	30.5 ± 3.3	278 ± 24.3	78
Bağcı 2002	0.0163 ± 0.0013	2.9 ± 0.3	25.7 ± 2.8	279 ± 34.4	77
Bezostaya 1	0.0178 ± 0.0015	2.6 ± 0.1	28.7 ± 2.5	319 ± 29.7	87
Dağdaş 94	0.0194 ± 0.0018	3.2 ± 0.1	21.9 ± 0.9	281 ± 8.8	77
Ekiz	0.0203 ± 0.0026	3.3 ± 0.2	25.7 ± 2.2	260 ± 6.5	72
Eser	0.0266 ± 0.0015	3.0 ± 0.3	26.7 ± 1.6	271 ± 21.3	75
Gerek 79	0.0224 ± 0.0014	3.8 ± 0.3	25.7 ± 1.3	266 ± 20.2	74
Göksu 99	0.0242 ± 0.0030	4.1 ± 0.6	31.7 ± 4.2	287 ± 38.7	81
Gün 91	0.0202 ± 0.0013	3.1 ± 0.2	29.4 ± 3.3	274 ± 19.9	77
Karahan 99	0.0200 ± 0.0027	2.8 ± 0.2	32.0 ± 3.1	238 ± 35.5	68
Kınacı 97	0.0186 ± 0.0007	2.4 ± 0.4	28.3 ± 4.6	241 ± 7.9	68
Konya 2002	0.0258 ± 0.0018	2.4 ± 0.2	31.6 ± 3.7	331 ± 7.6	91
Mızrak	0.0315 ± 0.0058	3.9 ± 0.4	34.8 ± 4.2	298 ± 29.7	84
Sultan 95	0.0245 ± 0.0011	3.2 ± 0.4	32.6 ± 2.9	324 ± 23.2	90
Tosunbey	0.0278 ± 0.0031	3.3 ± 0.5	34.2 ± 4.1	389 ± 27.2	107
Türkmen	0.0268 ± 0.0033	2.9 ± 0.5	29.9 ± 1.3	355 ± 62.8	97
Uzunyayla	0.0278 ± 0.0024	3.9 ± 0.4	24.7 ± 2.0	230 ± 20.2	65
Yakar 99	0.0212 ± 0.0013	3.2 ± 0.3	26.9 ± 3.1	336 ± 29.7	91
Zencirci 2002	0.0277 ± 0.0029	3.6 ± 0.5	33.9 ± 4.9	277 ± 22.6	79
Ortalama	**0.0229**	**3.2**	**28.9**	**287**	**80**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (9.7, 4.16, 19.48)					

Çizelge 4.20. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane selenyum konsantrasyonuna etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane Se konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	0.0176 ± 0.0015	3.4 ± 0.4	26.4 ± 2.9	353 ± 35	96
Altıntaş 95	0.0207 ± 0.0024	3.2 ± 0.3	23.9 ± 2.3	367 ± 16	98
Ankara 98	0.0203 ± 0.0025	3.2 ± 0.3	31.2 ± 1.6	420 ± 60	114
BDMM 05/015	0.0177 ± 0.0005	4.1 ± 0.5	25.2 ± 2.6	236 ± 16	66
Berkmen	0.0174 ± 0.0020	3.8 ± 0.5	33.1 ± 4.1	261 ± 39	75
Çeşit 1252	0.0179 ± 0.0018	3.7 ± 0.2	29.3 ± 1.7	318 ± 24	88
Çakmak 79	0.0208 ± 0.0016	3.5 ± 0.5	25.1 ± 0.9	433 ± 60	115
Kızıltan 91	0.0176 ± 0.0026	2.5 ± 0.2	18.6 ± 0.8	313 ± 34	84
Kunduru 1149	0.0167 ± 0.0017	3.3 ± 0.3	29.2 ± 1.6	259 ± 30	73
Kümbet	0.0226 ± 0.0021	2.6 ± 0.5	22.7 ± 2.0	325 ± 21	88
Meram 2002	0.0223 ± 0.0045	2.0 ± 0.3	23.9 ± 1.0	260 ± 33	72
Mirzabey	0.0220 ± 0.0009	2.4 ± 0.4	23.7 ± 1.9	255 ± 12	70
Selçuklu 97	0.0238 ± 0.0042	2.9 ± 0.2	22.4 ± 2.9	396 ± 17	105
Yelken 2000	0.0203 ± 0.0030	3.4 ± 0.3	23.9 ± 3.8	394 ± 24	105
Yılmaz 98	0.0238 ± 0.0028	2.8 ± 0.3	27.8 ± 3.0	354 ± 21	96
Ortalama	0.0201	**3.1**	**25.8**	**330**	**90**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (11.47, 5.92, 22.94)					

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin tane Se konsantrasyonları yeşil aksam Se konsantrasyonunda olduğu gibi Se_5 uygulamasında diğer Se uygulamalarına göre aşırı derecede bir artış göstermiştir. Bu artış önceden de ifade edildiği gibi hem Se_5 uygulaması ile toprağa ilave edilen Se miktarının diğer uygulamalarınkinden daha yüksek olmasından, hem de Se_5 uygulamasında Se'un toksik etkisinden dolayı tane veriminin önemli derecede düşük olması sebebiyle tanede Se'un konsantre olmasından kaynaklanmaktadır.

Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik buğday genotiplerinden ortalama olarak en yüksek ve en düşük tane Se konsantrasyonuna sahip olan genotipler Tosunbey (107 mg kg^{-1}) ve Ahmetağa (59 mg kg^{-1}) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19). Makarnalık buğday genotiplerinden Çakmak 79 (115 mg kg^{-1}) ve BDMM 05/15 (66 mg kg^{-1}) Se uygulamalarında ortalama olarak sırasıyla en yüksek ve en düşük tane Se konsantrasyonuna sahip olan genotipler olarak bulunmuştur (Çizelge 4.20). Diğer genotiplerin tane Se konsantrasyonları ise bu değerler arasında yer almıştır. Görüldüğü gibi makarnalık buğday genotiplerinin tane Se konsantrasyonları arasındaki varyasyon ekmeklik buğday genotipleri arasındaki varyasyondan daha fazla olmuştur.

Ekmeklik buğday genotiplerinde tane Se konsantrasyonu 389 mg kg^{-1} (Tosunbey) ile en yüksek Se_5 uygulamasında elde edilirken, 0.0159 mg kg^{-1} (Ahmetağa) ile en düşük Se_0 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.19). Makarnalık buğday genotiplerinde ise 433 mg kg^{-1} (Çakmak) ile Se_5 ve 0.0167 mg kg^{-1} (Kunduru) ile Se_0 uygulamalarında sırasıyla en yüksek ve en düşük tane Se konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin tane Se konsantrasyonunda olduğu gibi tane Se içerikleri de uygulanan Se miktarına bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24). Ortalama tane Se içerikleri Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında makarnalık genotiplerde sırasıyla 0.93, 154, 1236 ve 13211 ng $tane^{-1}$ ve ekmeklik genotiplerde ise 1.0, 138, 1229 ve 11256 ng $tane^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ancak Se_0, $Se_{0.2}$ ve Se_1 uygulamalarında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama tane Se içerikleri hemen hemen aynı seviyede olurken Se_5 uygulamasında makarnalık buğday genotiplerinin (13211 ng $tane^{-1}$) ortalama tane Se içeriği ekmeklik genotiplerin ortalama tane Se

Çizelge 4.21. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane kükürt (S) konsantrasyonuna etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane S konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	1121 ± 65	1228 ± 86	1094 ± 37	1287 ± 126	1182
Atlı 2002	1064 ± 62	1145 ± 152	1309 ± 100	1579 ± 194	1274
Bağcı 2002	1212 ± 111	1559 ± 159	1275 ± 125	1791 ± 78	1459
Bezostaya 1	1069 ± 51	1247 ± 14	1110 ± 57	1733 ± 64	1290
Dağdaş 94	1205 ± 105	1257 ± 108	1106 ± 85	1602 ± 104	1293
Ekiz	1454 ± 89	1419 ± 157	1134 ± 64	1446 ± 137	1363
Eser	1453 ± 52	1427 ± 45	1257 ± 109	1385 ± 132	1380
Gerek 79	1424 ± 129	1307 ± 96	1120 ± 63	1517 ± 208	1342
Göksu 99	1297 ± 92	1312 ± 111	1134 ± 104	1311 ± 160	1264
Gün 91	1336 ± 105	1234 ± 83	1080 ± 103	1396 ± 168	1262
Karahan 99	1524 ± 120	1336 ± 97	1094 ± 85	1692 ± 100	1412
Kınacı 97	1468 ± 145	1281 ± 100	1124 ± 27	1720 ± 141	1398
Konya 2002	1298 ± 66	1353 ± 32	1269 ± 112	1739 ± 67	1415
Mızrak	1486 ± 64	1466 ± 18	1350 ± 106	1619 ± 179	1480
Sultan 95	1320 ± 146	1460 ± 167	1139 ± 91	1392 ± 149	1328
Tosunbey	1586 ± 164	1503 ± 85	1119 ± 125	1916 ± 57	1531
Türkmen	1443 ± 76	1587 ± 97	1062 ± 110	1623 ± 34	1429
Uzunyayla	1355 ± 51	1521 ± 139	956 ± 42	1746 ± 209	1394
Yakar 99	1539 ± 85	1291 ± 52	1003 ± 79	1967 ± 295	1450
Zencirci 2002	1272 ± 59	1370 ± 147	983 ± 46	1733 ± 135	1339
Ortalama	**1346**	**1365**	**1136**	**1610**	**1364**

Çizelge 4.22. Se uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane kükürt (S) konsantrasyonuna etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane S konsantrasyonu mg kg $^{-1}$				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	1180 ± 17	1413 ± 129	1031 ± 61	1428 ± 92	1263
Altıntaş 95	1192 ± 108	1455 ± 71	1015 ± 112	1469 ± 152	1283
Ankara 98	1106 ± 104	1229 ± 75	1132 ± 99	1365 ± 69	1208
BDMM 05/015	1205 ± 91	1521 ± 182	1143 ± 61	1492 ± 95	1340
Berkmen	1066 ± 74	1074 ± 52	963 ± 89	1426 ± 100	1132
Çeşit 1252	1352 ± 82	1301 ± 110	1089 ± 128	1204 ± 21	1236
Çakmak 79	1109 ± 122	1103 ± 102	951 ± 104	1141 ± 21	1076
Kızıltan 91	1199 ± 99	1219 ± 134	1081 ± 94	1114 ± 70	1153
Kunduru 1149	1190 ± 49	1192 ± 116	1031 ± 89	1494 ± 66	1226
Kümbet	1109 ± 87	1271 ± 106	1137 ± 61	1414 ± 102	1233
Meram 2002	1035 ± 87	1125 ± 41	1137 ± 98	1404 ± 93	1175
Mirzabey	1128 ± 91	1356 ± 129	1123 ± 71	1490 ± 25	1274
Selçuklu 97	1061 ± 54	1693 ± 14	1288 ± 59	1802 ± 165	1461
Yelken 2000	1262 ± 66	1565 ± 73	1290 ± 113	1718 ± 175	1459
Yılmaz 98	1047 ± 86	1173 ± 134	1136 ± 59	1553 ± 128	1227
Ortalama	**1149**	**1313**	**1103**	**1434**	**1250**

içeriğinden (11256 ng tane^{-1}) daha yüksek olmuştur.

Se uygulamaları altında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama tane Se konsantrasyonlarının birbirinden farklı olması yanında topraktan Se alım karakteristiklerini belirleyen Se içeriklerinin de farklı olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik genotiplerde tane Se içeriği ortalama 3156 ng tane^{-1} olup bu oran genotipler içinde 4301 ng tane^{-1} (Konya 2002) ile 2287 ng tane^{-1} (Uzunyayla) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.23). Makarnalık genotiplerdeki varyasyonda 2634 ng tane^{-1} (Mirzabey) ile 6095 ng tane^{-1} (Ankara 98) arasında olurken ortalama 3650 ng tane^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.24). Ekmeklik buğday genotiplerinden en yüksek Se içeriğine sahip genotip (Konya 2002) en düşük Se içeriğine sahip olan genotipten (Uzunyayla) 1.9 kat daha fazla Se almıştır. Makarnalık buğday genotiplerinden ise en yüksek Se içeriğine sahip genotip (Ankara 98), en düşük Se içeriğine sahip olan genotipten (Mirzabey) 2.3 kat daha fazla Se almıştır. Görüldüğü gibi yeşil aksam Se konsantrasyonundaki gibi makarnalık buğday genotiplerinin tane Se içerikleri arasındaki varyasyon da ekmeklik buğday genotipleri arasındaki varyasyondan daha yüksek olmuştur.

4.3.8. Gövde kuru madde verimi

Araştırmada kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde tespit edilen gövde kuru madde verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25, ekmeklik genotiplerin ortalama değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.26, makarnalık genotiplerin ortalama değerleri ve LSD grupları ise Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre gövde kuru madde verimi bakımından hem ekmeklik hem de makarnalık genotiplerde, genotipler arasındaki farklılıklar, uygulama dozları arasındaki farklılıklar ve "genotip x doz" interaksiyonu 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Ekmeklik buğday genotiplerinde Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ortalama gövde kuru madde verimleri sırasıyla 3.59, 3.52, 3.14 ve 2.37 mg bitki^{-1} (Çizelge 4.26), makarnalık genotiplerin ise 3.54, 3.49, 3.26 ve 2.28 g bitki^{-1} (Çizelge 4.27) olarak gerçekleşmiştir. Artan Se uygulamaları sonucunda hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde ortalama olarak en yüksek gövde kuru madde

Çizelge 4.23. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin tane selenyum içeriğine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane Se içeriği (ng tane $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	0.66 ± 0.08	120 ± 21	836 ± 170	8770 ± 1033	2432
Atlı 2002	1.08 ± 0.15	160 ± 30	1466 ± 129	12223 ± 969	3463
Bağcı 2002	0.66 ± 0.03	128 ± 13	1051 ± 208	11795 ± 1671	3244
Bezostaya 1	0.79 ± 0.06	119 ± 19	1165 ± 144	12646 ± 1601	3483
Dağdaş 94	0.85 ± 0.11	150 ± 30	995 ± 71	11594 ± 415	3185
Ekiz	0.95 ± 0.09	140 ± 24	1119 ± 118	10915 ± 349	3044
Eser	1.06 ± 0.11	116 ± 11	1101 ± 147	11200 ± 1709	3105
Gerek 79	1.01 ± 0.07	167 ± 17	1046 ± 151	9660 ± 733	2719
Göksu 99	1.00 ± 0.19	179 ± 19	1384 ± 224	11586 ± 1868	3287
Gün 91	0.82 ± 0.07	129 ± 19	1346 ± 152	10364 ± 931	2960
Karahan 99	0.90 ± 0.15	123 ± 15	1462 ± 283	9670 ± 1102	2814
Kınacı 97	0.78 ± 0.08	98 ± 19	1132 ± 174	9445 ± 293	2669
Konya 2002	1.35 ± 0.09	122 ± 17	1525 ± 215	15558 ± 1267	4301
Mızrak	1.23 ± 0.22	148 ± 28	1306 ± 186	10646 ± 2145	3026
Sultan 95	1.11 ± 0.13	134 ± 18	1321 ± 241	11986 ± 1621	3361
Tosunbey	1.13 ± 0.13	138 ± 25	1457 ± 202	13218 ± 1189	3704
Türkmen	1.27 ± 0.18	124 ± 17	1218 ± 50	12369 ± 1272	3428
Uzunyayla	1.01 ± 0.27	174 ± 27	983 ± 134	7988 ± 814	2287
Yakar 99	0.91 ± 0.08	122 ± 15	1007 ± 127	12467 ± 444	3399
Zencirci 2002	1.37 ± 0.03	166 ± 26	1659 ± 237	11012 ± 1333	3210
Ortalama	**1.00**	**138**	**1229**	**11256**	**3156**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (439.87,196.72, 879.75)					

Çizelge 4.24. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin tane selenyum içeriğine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Tane Se içeriği (ng tane $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	0.87 ± 0.11	161 ± 18	1217 ± 140	13208 ± 1481	3647
Altıntaş 95	0.83 ± 0.09	152 ± 25	1068 ± 192	13749 ± 3284	3742
Ankara 98	1.11 ± 0.22	198 ± 28	1675 ± 121	22506 ± 3041	6095
BDMM 05/015	0.76 ± 0.07	197 ± 24	1152 ± 105	9992 ± 939	2835
Berkmen	0.73 ± 0.16	178 ± 32	1511 ± 198	10083 ± 1804	2943
Çeşit 1252	0.99 ± 0.15	193 ± 10	1612 ± 115	13859 ± 761	3916
Çakmak	1.01 ± 0.09	180 ± 22	1251 ± 72	15917 ± 2642	4337
Kızıltan 91	0.82 ± 0.06	126 ± 7	913 ± 161	12484 ± 1366	3381
Kunduru 1149	0.68 ± 0.06	131 ± 23	1233 ± 45	9696 ± 1004	2765
Kümbet	1.07 ± 0.17	133 ± 22	1090 ± 144	12623 ± 2031	3462
Meram 2002	1.02 ± 0.19	93 ± 9	1165 ± 87	10335 ± 2001	2899
Mirzabey	1.15 ± 0.06	123 ± 27	1109 ± 143	9305 ± 1447	2634
Selçuklu 97	0.94 ± 0.26	116 ± 23	998 ± 143	15440 ± 963	4139
Yelken 2000	0.87 ± 0.05	172 ± 26	1110 ± 146	14928 ± 2973	4053
Yılmaz 98	1.03 ± 0.13	154 ± 26	1439 ± 242	14041 ± 2083	3909
Ortalama	**0.93**	**154**	**1236**	**13211**	**3650**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (706.04, 364.60, 1412.07)					

Çizelge 4.25. Se uygulamasının buğday genotiplerinin gövde verimi, gövde Se konsantrasyonu ve gövde Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon kaynakları		Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması		
			Gövde verimi	Se konsantrasyonu	Se içeriği
Ekmeklik Buğdaylar	Genotip	19	1.35**	2913.04**	5199.32**
	Doz	3	24.71**	1745166.00**	9131584.00**
	Genotipxdoz	57	0.29**	2717.10**	5350.05**
	Hata	240	0.10	643.50	1927.00
	Genel	319			
Makarnalık Buğdaylar	Genotip	14	2.51**	18614.43**	32013.29**
	Doz	3	20.77**	2448135.00**	10554169.00**
	Genotipxdoz	42	0.43**	16599.76**	26418.17**
	Hata	180	0.19	1908.00	3939.00
	Genel	239			

**: $p < 0.01$

verimi yukarıda görüldüğü gibi Se_0 uygulamasında elde edilmiştir. Bunu azalan sırayla $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamaları takip etmiştir. Hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayların gövde kuru madde miktarlarında Se_0 dozuna göre Se_1 dozundan itibaren düşüşler gözlenirken Se_5 dozunda Se'un toksik etkisinden dolayı meydana gelen düşüşler ise çok çarpıcı boyutlarda olmuştur. Örneğin ekmeklik genotiplerde Se toksisitesi (Se_5) kontrole (Se_0) göre gövde ağırlığında Tosunbey çeşidinde 2.1 katlık bir azalmaya neden olurken Konya 2002 çeşidinde ilgili azalma en fazla 1.2 kat olmuştur (Çizelge 4.26). Makarnalık genotiplerden Yılmaz 98 çeşidinde 2.3 katlık ve BDMM 05/015, Kümbet ve Meram 2002 genotiplerinde ise 1.3 katlık gövde kuru madde veriminde Se toksisitesi azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.27).

Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik buğday genotiplerinden en yüksek ve en düşük gövde kuru madde verimi oluşturan genotipler Dağdaş 94 (3.77 g bitki^{-1}) ve Tosunbey (2.60 g bitki^{-1}) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.26). Makarnalık genotiplerden Berkmen (4.01g bitki^{-1}) ve Selçuklu 97 (2.44 g bitki^{-1}) farklı Se uygulamalarında ortalama olarak sırasıyla en yüksek ve en düşük kuru madde verimi oluşturan genotipler olmuştur (Çizelge 4.27). Diğer genotiplerin kuru madde verimleri ise bu değerler arasında yer almıştır.

Çizelge 4.26. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

Genotipler	Gövde kuru madde verimi (mg bitki^{-1})					Se toksisite
	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama	toleransı (%)
Ahmetağa	3.43 ± 0.16	3.32 ± 0.25	3.12 ± 0.29	2.66 ± 0.13	3.13	77.5
Atlı 2002	4.19 ± 0.56	3.58 ± 0.32	3.45 ± 0.23	2.86 ± 0.19	3.52	68.3
Bağcı 2002	3.31 ± 0.44	3.98 ± 0.61	3.53 ± 0.50	2.59 ± 0.29	3.35	78.0
Bezostaya 1	3.34 ± 0.28	4.06 ± 0.47	2.51 ± 0.22	2.26 ± 0.17	3.04	67.6
Dağdaş 94	3.80 ± 0.20	4.51 ± 0.28	4.24 ± 0.43	2.54 ± 0.11	3.77	67.0
Ekiz	3.46 ± 0.30	3.44 ± 0.25	3.00 ± 0.32	2.40 ± 0.46	3.08	69.2
Eser	3.85 ± 0.39	3.47 ± 0.18	3.15 ± 0.21	2.38 ± 0.51	3.21	61.8
Gerek 79	3.61 ± 0.31	3.38 ± 0.48	3.19 ± 0.43	2.37 ± 0.14	3.14	65.5
Göksu 99	3.73 ± 0.20	3.46 ± 0.42	3.24 ± 0.24	2.38 ± 0.35	3.20	63.7
Gün 91	3.89 ± 0.18	4.27 ± 0.52	3.08 ± 0.14	2.18 ± 0.22	3.35	56.2
Karahan 99	4.01 ± 0.11	3.64 ± 0.28	3.07 ± 0.26	2.35 ± 0.40	3.27	58.5
Kınacı 97	3.00 ± 0.27	3.11 ± 0.18	2.76 ± 0.28	1.73 ± 0.24	2.65	57.8
Konya 2002	3.26 ± 0.14	3.15 ± 0.20	3.18 ± 0.14	2.62 ± 0.09	3.05	80.3
Mızrak	3.57 ± 0.33	3.26 ± 0.27	3.26 ± 0.08	2.36 ± 0.18	3.12	66.1
Sultan 95	4.08 ± 0.30	3.57 ± 0.37	3.16 ± 0.40	2.42 ± 0.34	3.31	59.3
Tosunbey	3.11 ± 0.42	2.96 ± 0.20	2.81 ± 0.19	1.51 ± 0.36	2.60	48.5
Türkmen	3.90 ± 0.31	3.52 ± 0.17	3.58 ± 0.12	2.69 ± 0.53	3.42	68.8
Uzunyayla	3.74 ± 0.19	3.73 ± 0.37	3.05 ± 0.30	2.62 ± 0.07	3.29	70.0
Yakar 99	3.29 ± 0.27	2.97 ± 0.26	2.98 ± 0.31	2.56 ± 0.48	2.95	77.9
Zencirci 2002	3.14 ± 0.35	2.97 ± 0.06	2.51 ± 0.33	2.04 ± 0.37	2.66	64.8
Ortalama	**3.59**	**3.52**	**3.14**	**2.37**	**3.16**	**66.3**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (0.2175, 0.0972, 0.4350)						

Çizelge 4.27. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

Genotipler	Gövde kuru madde verimi (mg bitki^{-1})					Se toksisite
	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama	toleransı (%)
Altın 40/98	3.69 ± 0.68	2.91 ± 0.47	3.09 ± 0.33	2.19 ± 0.44	2.97	59.3
Altıntaş 95	4.04 ± 0.55	3.62 ± 0.38	3.46 ± 0.32	2.27 ± 0.44	3.35	56.2
Ankara 98	3.81 ± 0.46	3.21 ± 0.20	3.07 ± 0.36	2.62 ± 0.52	3.18	68.8
BDMM 05/015	3.53 ± 0.51	2.89 ± 0.12	3.05 ± 0.15	2.68 ± 0.55	3.04	75.9
Berkmen	4.60 ± 0.29	4.14 ± 0.39	3.99 ± 0.67	3.32 ± 0.75	4.01	72.1
Çeşit 1252	3.63 ± 0.42	3.30 ± 0.28	2.78 ± 0.27	2.34 ± 0.77	3.01	64.5
Çakmak 79	2.90 ± 0.36	3.21 ± 0.20	3.33 ± 0.10	1.82 ± 0.51	2.81	62.6
Kızıltan 91	3.00 ± 0.23	3.47 ± 0.35	3.14 ± 0.43	2.16 ± 0.44	2.94	72.2
Kunduru 1149	4.01 ± 0.53	4.43 ± 0.75	3.62 ± 0.44	2.87 ± 0.49	3.73	71.5
Kümbet	3.00 ± 0.11	3.87 ± 0.64	3.01 ± 0.13	2.26 ± 0.55	3.04	75.3
Meram 2002	3.01 ± 0.29	3.48 ± 0.37	2.84 ± 0.37	2.28 ± 0.52	2.90	75.9
Mirzabey	3.74 ± 0.52	4.61 ± 0.17	4.00 ± 0.46	2.25 ± 0.50	3.65	60.3
Selçuklu 97	2.72 ± 0.26	2.95 ± 0.07	2.68 ± 0.48	1.42 ± 0.24	2.44	52.1
Yelken 2000	3.69 ± 0.49	3.14 ± 0.29	3.28 ± 0.30	2.07 ± 0.41	3.04	56.1
Yılmaz 98	3.72 ± 0.50	3.14 ± 0.58	3.60 ± 0.35	1.62 ± 0.55	3.02	43.6
Ortalama	**3.54**	**3.49**	**3.26**	**2.28**	**3.14**	**64.5**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (0.3056, 0.1578, 0.6112)						

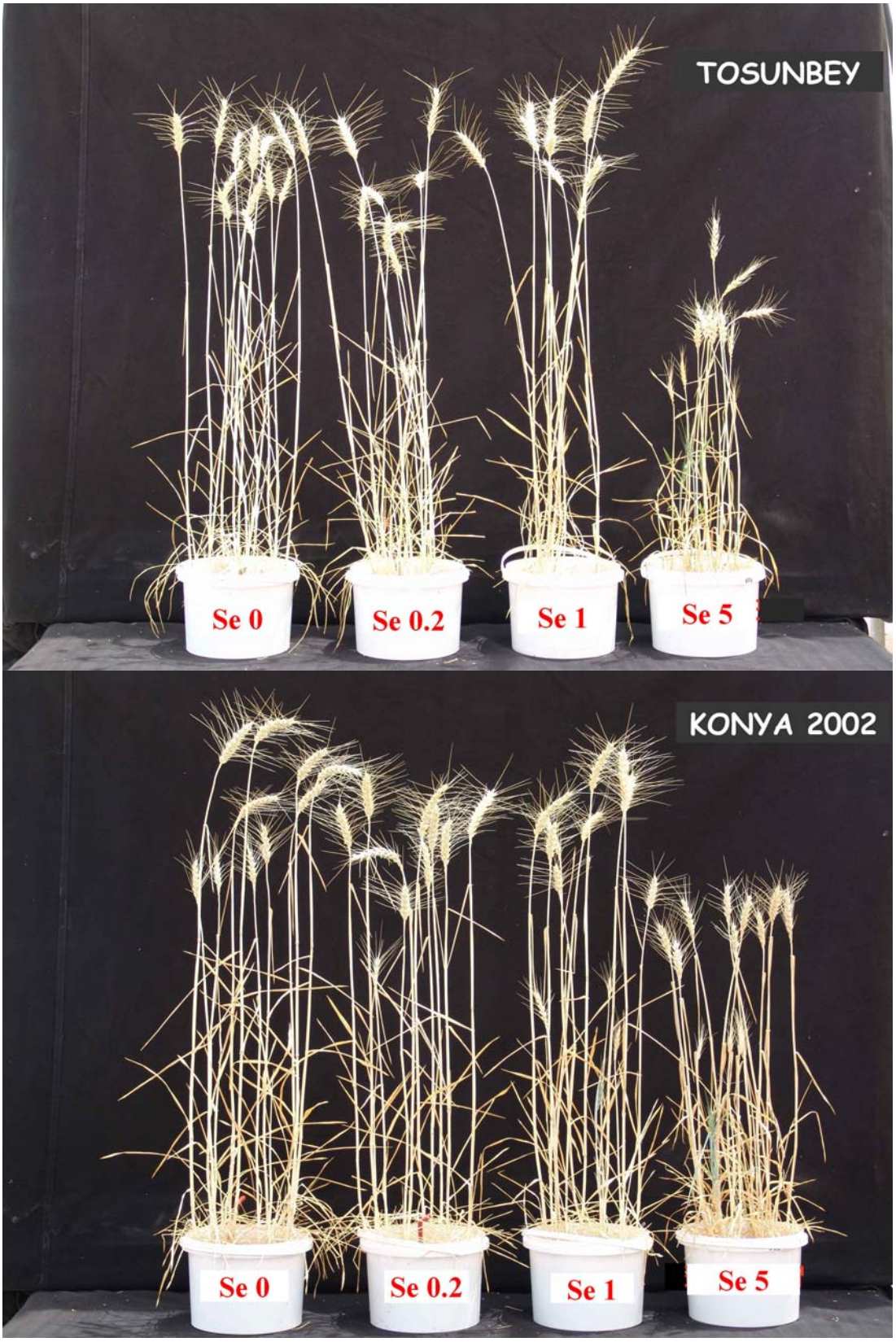
Ekmeklik buğday genotiplerinde kuru madde verimi 4.51 g bitki^{-1} (Dağdaş 94) ile en yüksek $Se_{0.2}$ uygulamasından elde edilirken, 1.51 g bitki^{-1} (Tosunbey) ile en düşük Se_5 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.26). Makarnalık buğdaylarda ise 4.61 g bitki^{-1} (Mirzabey) ve 4.60 g bitki^{-1} (Berkmen) ile sırasıyla $Se_{0.2}$ ve Se_0 ve 1.42 g bitki^{-1} (Selçuklu) ile Se_5 uygulamalarında sırasıyla en yüksek ve en düşük kuru madde verimi elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

4.3.9. Gövde selenyum toksisite toleransı

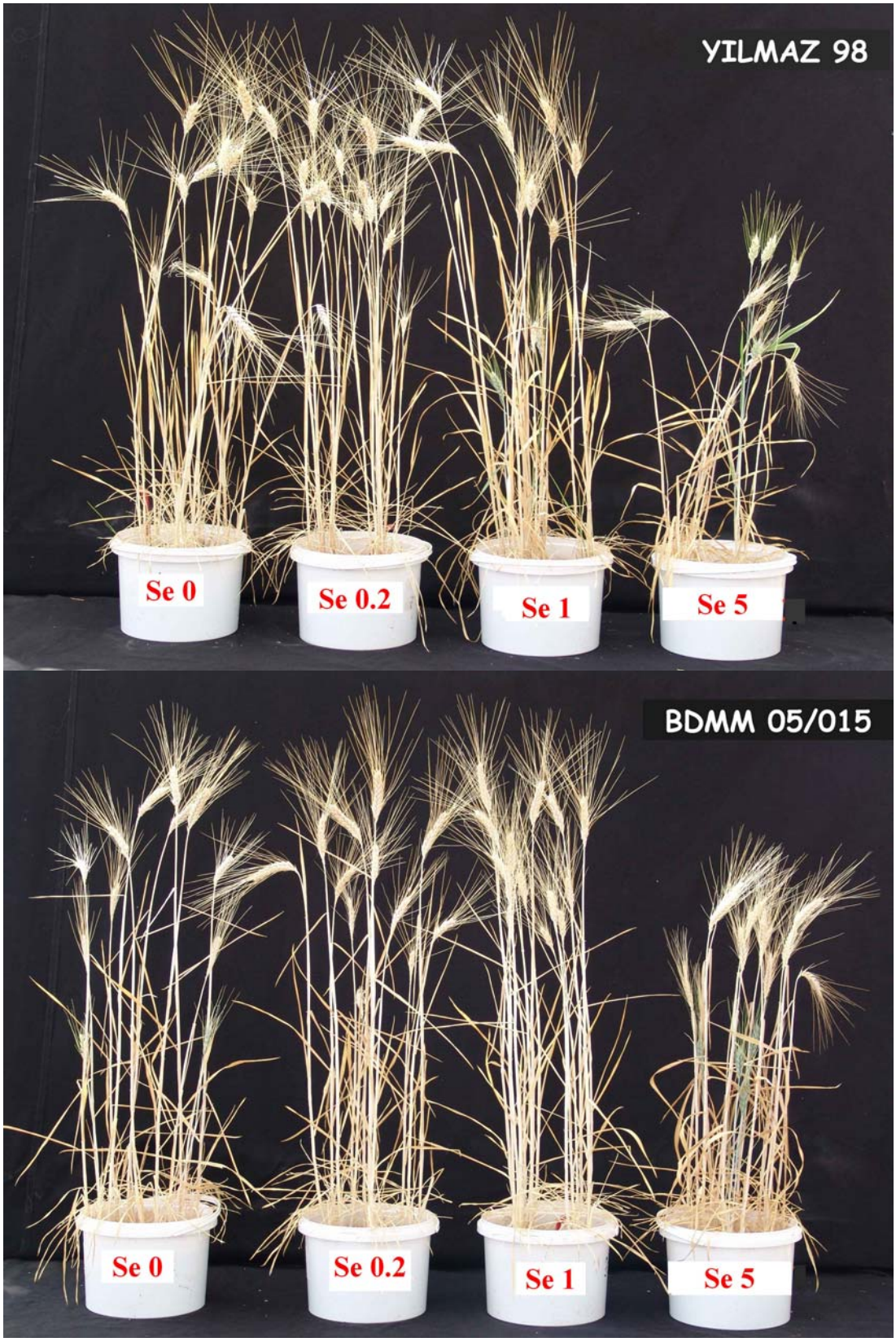
Kontrol (Se_0) ve yüksek Se (Se_5) uygulamalarındaki gövde kuru madde verimleri ile hesaplanan Se toksisite toleransı, gövde kuru madde verimi bakımından genotipler arasında görülen geniş farklılıkların bir sonucu olarak hem makarnalık hem de ekmeklik genotipler arasında belirgin farklılıklar göstermiştir. Ekmeklik genotiplerde Se toksisite toleransı ortalama %66.3 olup, bu oran genotipler içinde %80.3 (Konya 2002) ile %48.5 (Tosunbey) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.26 ve Şekil 4.6). Makarnalık genotiplerdeki varyasyonda %75.9 (BDMM 05/015 ve Meram 2002) ile %43.6 (Yılmaz 98) arasında olurken ortalama %64.5 bulunmuştur (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.11).

Ekmeklik genotiplerden Konya 2002 (%80.3), Bağcı 2002 (78.0), Yakar 99 (%77.9) ve Ahmat Ağa (%77.5) Se toksisite toleransı yüksek, Tosunbey (%48.5) Se toksisite toleransı düşük genotipler olarak belirlenmiştir. Makarnalık genotiplerden Se toksisite toleransı yüksek olan genotipler BDMM 05/015 (%75.9), Meram 2002 (%75.9) ve Kümbet (%75.3), Se toksisite toleransı düşük olan genotipler Yılmaz 98 (43.6) ve Selçuklu 97 (%52.1) olarak bulunmuştur.

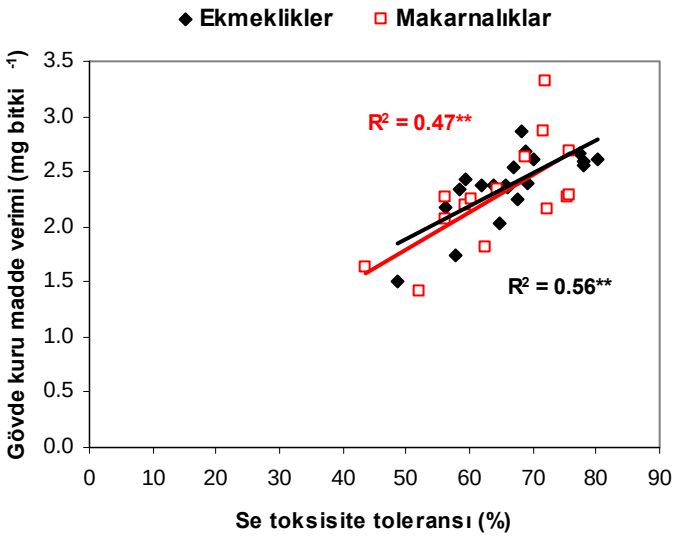
Genel olarak Se toksisite toleransı düşük olan genotiplerin gövde kuru madde verimi düşük çıkarken, Se toksisite toleransı yüksek olan genotiplerin gövde kuru madde verimi yüksek bulunmuştur. Yani genotiplerin Se toksisite toleransları arttıkça buna paralel olarak da gövde kuru madde verimleri artmıştır. Bu durum Şekil 4.12'de daha açık olarak görülmektedir. Se toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin kuru madde verimleri ile Se toksisite toleransı arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.12).



Şekil 4.10. Se uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı.



Şekil 4.11. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin gövde kuru madde verimine etkileri ve Se_5 uygulamasına karşı genotiplerin toleransı.



Şekil 4.12. Selenyum toksisitesi koşullarında (Se_5) genotiplerin gövde kuru madde verimi ile Se toksisite toleransı arasında ilişkiler.

4.3.10. Gövde selenyum konsantrasyonu ve selenyum içeriği

Araştırmada kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde tespit edilen gövde Se konsantrasyonu ve Se içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 25, ekmeklik genotiplerin ortalama Se konsantrasyonu değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.28, ortalama Se içeriği değerleri ve LSD grupları Çizelge ise 4.30'da ve makarnalık genotiplerin ortalama Se konsantrasyonu değerleri ve LSD grupları Çizelge 4.29, ortalama Se içeriği değerleri ve LSD grupları ise Çizelge 4.31'de verilmiştir

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre gövde Se konsantrasyonu ve Se içeriği bakımından hem ekmeklik hem de makarnalık genotiplerde, genotipler arasındaki farklılıklar, uygulama dozları arasındaki farklılıklar ve "genotip x doz" interaksiyonu 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde gövde Se konsantrasyonu uygulanan Se miktarına bağlı olarak önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29). Ortalama gövde Se konsantrasyonları Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ekmeklik genotiplerde sırasıyla 0.0351, 1.02, 33 ve 305 mg kg^{-1} ve makarnalık genotiplerde ise 0.0308, 0.78, 32 ve 414 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Selenyum uygulamalarına karşı ekmeklik buğday genotiplerinin gövde selenyum konsantrasyonu. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Gövde Se konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	0.0386 ± 0.0046	0.89 ± 0.0881	37 ± 4	242 ± 13	70
Atlı 2002	0.0394 ± 0.0070	1.28 ± 0.0955	30 ± 3	239 ± 7	68
Bağcı 2002	0.0299 ± 0.0013	1.02 ± 0.1239	41 ± 6	275 ± 64	79
Bezostaya 1	0.0413 ± 0.0085	0.93 ± 0.1219	45 ± 9	316 ± 60	90
Dağdaş 94	0.0336 ± 0.0053	0.88 ± 0.0736	28 ± 2	301 ± 60	82
Ekiz	0.0342 ± 0.0035	0.95 ± 0.1042	35 ± 3	260 ± 14	74
Eser	0.0357 ± 0.0039	0.91 ± 0.1008	25 ± 2	292 ± 71	79
Gerek 79	0.0386 ± 0.0041	1.08 ± 0.1833	29 ± 5	335 ± 19	91
Göksu 99	0.0385 ± 0.0051	1.07 ± 0.0786	29 ± 5	271 ± 43	75
Gün 91	0.0330 ± 0.0016	1.03 ± 0.0761	34 ± 5	334 ± 34	92
Karahan 99	0.0337 ± 0.0023	0.99 ± 0.0535	31 ± 2	345 ± 43	94
Kınacı 97	0.0312 ± 0.0031	0.88 ± 0.1168	34 ± 3	375 ± 32	102
Konya 2002	0.0325 ± 0.0030	0.81 ± 0.0557	31 ± 3	281 ± 26	78
Mızrak	0.0387 ± 0.0023	1.29 ± 0.0921	29 ± 3	265 ± 30	74
Sultan 95	0.0324 ± 0.0047	1.02 ± 0.0946	32 ± 5	302 ± 35	84
Tosunbey	0.0312 ± 0.0046	1.15 ± 0.1252	42 ± 6	461 ± 120	126
Türkmen	0.0394 ± 0.0046	0.98 ± 0.1342	32 ± 2	278 ± 60	78
Uzunyayla	0.0385 ± 0.0026	1.20 ± 0.1815	30 ± 5	274 ± 27	76
Yakar 99	0.0273 ± 0.0045	0.85 ± 0.1604	29 ± 6	358 ± 78	97
Zencirci 2002	0.0334 ± 0.0030	1.22 ± 0.0802	33 ± 2	299 ± 25	83
Ortalama	**0.0351**	**1.02**	**33**	**305**	**85**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (19.39, 8.67, 38.78)					

Çizelge 4.29. Se uygulamalarına karşı makarnalık buğday genotiplerinin gövde Se konsantrasyonu. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Gövde Se konsantrasyonu (mg kg $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	0.0323 ± 0.0061	0.72 ± 0.0419	29 ± 2	377 ± 42	102
Altıntaş 95	0.0317 ± 0.0024	0.69 ± 0.0939	34 ± 3	464 ± 44	125
Ankara 98	0.0350 ± 0.0059	0.82 ± 0.1264	51 ± 5	455 ± 70	127
BDMM 05/015	0.0322 ± 0.0049	0.76 ± 0.0516	22 ± 2	301 ± 35	81
Berkmen	0.0400 ± 0.0011	0.73 ± 0.1169	36 ± 7	180 ± 52	54
Çeşit 1252	0.0222 ± 0.0058	0.79 ± 0.0852	20 ± 3	478 ± 109	125
Çakmak 79	0.0358 ± 0.0059	0.74 ± 0.1166	41 ± 5	575 ± 151	154
Kızıltan 91	0.0287 ± 0.0030	0.74 ± 0.0655	25 ± 1	322 ± 83	87
Kunduru 1149	0.0217 ± 0.0044	0.83 ± 0.0333	18 ± 1	251 ± 51	67
Kümbet	0.0297 ± 0.0008	0.83 ± 0.1000	27 ± 4	333 ± 23	90
Meram 2002	0.0288 ± 0.0040	0.70 ± 0.0762	26 ± 3	363 ± 49	98
Mirzabey	0.0282 ± 0.0017	0.71 ± 0.0212	25 ± 3	399 ± 76	106
Selçuklu 97	0.0343 ± 0.0049	0.90 ± 0.0977	37 ± 5	595 ± 115	158
Yelken 2000	0.0297 ± 0.0041	0.83 ± 0.0708	32 ± 4	465 ± 104	125
Yılmaz 98	0.0318 ± 0.0059	0.91 ± 0.0552	49 ± 5	648 ± 158	175
Ortalama	**0.0308**	**0.78**	**32**	**414**	**112**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (30.47, 15.74, 60.94)					

Makarnalık buğday genotiplerinin ortalama gövde Se konsantrasyonları (112 mg kg^{-1}) ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama gövde Se konsantrasyonlarından (85 mg kg^{-1}) daha yüksek olmuştur. Ancak Se_0, $Se_{0.2}$ ve Se_1 uygulamalarında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama yeşil aksam Se konsatrasyonları hemen hemen aynı seviyede olurken Se_5 uygulamasında makarnalık buğday genotiplerinin (414 mg kg^{-1}) ortalama gövde Se konsantrasyonu ekmeklik genotiplerinkinden (305 mg kg^{-1}) daha yüksek olmuştur.

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin gövde Se konsantrasyonları Se_5 uygulamasında diğer Se uygulamalarına göre aşırı derecede bir artış göstermiştir. Bu artış hem Se_5 uygulaması ile toprağa ilave edilen Se miktarının diğer uygulamalardan daha yüksek olmasından hem de Se_5 uygulamasının toksik etkisinden dolayı gövde kuru madde miktarının diğer uygulamalarınkinden önemli derecede daha düşük olması sebebiyle bitki gövdesinde Se'un konsantre olmasından kaynaklanmaktadır.

Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik buğday genotiplerinden ortalama olarak en yüksek ve en düşük gövde Se konsantrasyonu oluşturan genotipler Tosunbey (126 mg kg^{-1}) ve Atlı 2002 (68 mg kg^{-1}) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.28). Makarnalık buğday genotiplerinden Yılmaz 98 (175 mg kg^{-1}) ve Berkmen (54 mg kg^{-1}) farklı Se uygulamalarında ortalama olarak sırasıyla en yüksek ve en düşük gövde Se konsantrasyonunu oluşturan genotipler olmuştur (Çizelge 4.29). Diğer genotiplerin gövde Se konsantrasyonları ise bu değerler arasında yer almıştır. Gövde Se konsantrasyonları arasındaki varyasyon makarnalık buğday genotiplerinde ekmeklik buğday genotiplerine göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4.28 ve 4.29).

Ekmeklik buğday genotiplerinde gövde Se konsantrasyonu 461 mg kg^{-1} (Tosunbey) ile en yüksek Se_5 uygulamasında elde edilirken, 0.0273 mg kg^{-1} (Yakar 99) ile en düşük Se_0 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.28). Makarnalık buğday genotiplerinde ise 648 mg kg^{-1} (Ankara 98) ile Se_5 ve 0.0217 mg kg^{-1} (Kunduru 1149) ile Se_0 uygulamalarında sırasıyla en yüksek ve en düşük gövde Se konsantrasyonu elde edilmiştir (Çizelge 4.29).

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam Se ve tane Se içeriklerinde olduğu gibi gövde Se içerikleri de uygulanan Se miktarına bağlı olarak

önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31). Ortalama gövde Se içerikleri Se_0, $Se_{0.2}$, Se_1 ve Se_5 uygulamalarında ekmeklik genotiplerde sırasıyla 0.1265, 3.6, 102 ve 704 µg bitki^{-1} ve makarnalık genotiplerde ise 0.1090, 2.7, 103 ve 869 µg bitki^{-1} olarak bulunmuştur. Ancak Se_0, $Se_{0.2}$ ve Se_1 uygulamalarında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama gövde Se içerikleri hemen hemen aynı seviyede olurken Se_5 uygulamasında makarnalık buğday genotiplerinin (869 µg bitki^{-1}) ortalama gövde Se konsantrasyonu ekmeklik genotiplerinkinden (704 µg bitki^{-1}) daha yüksek olmuştur.

Se uygulamaları altında ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin ortalama gövde Se konsantrasyonlarının birbirinden farklı olması yanında topraktan Se alım karakteristiklerini belirleyen Se içeriklerinin de farklı olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozlarının ortalamasına göre ekmeklik genotiplerde gövde Se içeriği ortalama 202 µg bitki^{-1} olup bu oran genotipler içinde 245 µg bitki^{-1} (Yakar 99) ile 172 µg bitki^{-1} (Zencirci 2002) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.30).

Makarnalık genotiplerdeki varyasyon da 178 µg bitki^{-1} (Ankara 98) ile 332 µg bitki^{-1} (Berkmen) arasında olurken ortalama 244 µg bitki^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 4.31). Ekmeklik buğday genotiplerinden en yüksek Se içeriğine sahip genotip (Yakar 99) en düşük Se içeriğine sahip olan genotipten (Zencirci 2002) 1.4 kat daha fazla Se almıştır. Makarnalık buğday genotiplerinden ise en yüksek Se içeriğine sahip genotip (Ankara 98) en düşük Se içeriğine sahip olan genotipten (Berkmen) 1.9 kat daha fazla Se almıştır. Görüldüğü gibi gövde Se konsantrasyonunda olduğu gibi gövde Se içerikleri arasındaki varyasyonda ekmeklik buğday genotiplerinde makarnalık buğday genotiplerine göre daha düşük olmuştur.

Çizelge 4.30. Selenyum uygulamalarının ekmeklik buğday genotiplerinin gövde selenyum içeriğine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Gövde Se içeriği (µg bitki $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Ahmetağa	0.1326 ± 0.0192	2.9 ± 0.4	116 ± 15	642 ± 37	190
Atlı 2002	0.1670 ± 0.0446	4.6 ± 0.2	103 ± 9	683 ± 28	198
Bağcı 2002	0.0995 ± 0.0172	4.0 ± 0.4	141 ± 7	704 ± 137	212
Bezostaya 1	0.1384 ± 0.0332	3.7 ± 0.2	113 ± 23	709 ± 122	206
Dağdaş 94	0.1275 ± 0.0194	4.0 ± 0.2	118 ± 20	769 ± 174	223
Ekiz	0.1185 ± 0.0173	3.3 ± 0.4	105 ± 19	625 ± 142	184
Eser	0.1380 ± 0.0262	3.2 ± 0.3	79 ± 12	666 ± 20	187
Gerek 79	0.1399 ± 0.0236	3.6 ± 0.4	91 ± 3	793 ± 74	222
Göksu 99	0.1432 ± 0.0168	3.7 ± 0.4	93 ± 15	637 ± 96	183
Gün 91	0.1282 ± 0.0071	4.4 ± 0.3	103 ± 12	724 ± 40	208
Karahan 99	0.1353 ± 0.0127	3.6 ± 0.1	96 ± 7	798 ± 78	225
Kınacı 97	0.0933 ± 0.0095	2.7 ± 0.4	94 ± 7	644 ± 43	185
Konya 2002	0.1056 ± 0.0073	2.5 ± 0.2	100 ± 10	737 ± 79	210
Mızrak	0.1383 ± 0.0156	4.2 ± 0.5	95 ± 9	627 ± 96	181
Sultan 95	0.1325 ± 0.0242	3.7 ± 0.6	103 ± 21	726 ± 90	208
Tosunbey	0.0984 ± 0.0254	3.4 ± 0.5	118 ± 24	664 ± 30	197
Türkmen	0.1532 ± 0.0128	3.4 ± 0.3	113 ± 9	725 ± 48	210
Uzunyayla	0.1440 ± 0.0130	4.5 ± 0.8	92 ± 14	717 ± 57	203
Yakar 99	0.0906 ± 0.0212	2.5 ± 0.4	84 ± 11	893 ± 65	245
Zencirci 2002	0.1054 ± 0.0192	3.6 ± 0.3	82 ± 5	604 ± 70	172
Ortalama	**0.1265**	**3.6**	**102**	**704**	**202**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (30.57, 13.67, 61.14)					

Çizelge 4.31. Selenyum uygulamalarının makarnalık buğday genotiplerinin gövde selenyum içeriğine etkileri. Sonuçlar 4 paralelin ortalamasını, ± standart sapma değerlerini göstermektedir.

	Gövde Se içeriği (µg bitki $^{-1}$)				
Genotipler	Se_0	$Se_{0.2}$	Se_1	Se_5	Ortalama
Altın 40/98	0.1181 ± 0.0264	2.1 ± 0.4	89 ± 9	824 ± 175	229
Altıntaş 95	0.1288 ± 0.0234	2.5 ± 0.2	119 ± 12	1043 ± 156	291
Ankara 98	0.1324 ± 0.0195	2.6 ± 0.4	154 ± 14	1170 ± 96	332
BDMM 05/015	0.1138 ± 0.0243	2.2 ± 0.1	68 ± 3	793 ± 76	216
Berkmen	0.1839 ± 0.0097	3.0 ± 0.7	143 ± 26	567 ± 40	178
Çeşit 1252	0.0800 ± 0.0187	2.6 ± 0.2	54 ± 9	1057 ± 167	279
Çakmak 79	0.1031 ± 0.0168	2.4 ± 0.5	138 ± 18	988 ± 124	282
Kızıltan 91	0.0864 ± 0.0146	2.6 ± 0.3	78 ± 14	682 ± 140	191
Kunduru 1149	0.0865 ± 0.0167	3.7 ± 0.7	64 ± 10	705 ± 83	193
Kümbet	0.0891 ± 0.0027	3.2 ± 0.5	81 ± 12	751 ± 175	209
Meram 2002	0.0870 ± 0.0189	2.5 ± 0.5	75 ± 8	810 ± 81	222
Mirzabey	0.1057 ± 0.0199	3.3 ± 0.2	102 ± 19	879 ± 136	246
Selçuklu 97	0.0926 ± 0.0067	2.7 ± 0.3	96 ± 8	830 ± 106	232
Yelken 2000	0.1084 ± 0.0123	2.6 ± 0.3	106 ± 12	931 ± 57	260
Yılmaz 98	0.1198 ± 0.0327	2.9 ± 0.7	178 ± 19	998 ± 148	295
Ortalama	**0.1090**	**2.7**	**103**	**869**	**244**
LSD $_{0.05}$ (Ç, D, ÇxD) : (43.78, 22.61, 85.57)					

5. TARTIŞMALAR

5.1. Topraktan Bitkilerce Alınabilir Selenyum Miktarının Belirlenmesi Üzerine Yöntem Çalışması

Toprakların toplam Se konsantrasyonu bitkilerce kullanılabilen Se fraksiyonu hakkında yeterli bilgi vermemektedir. Bu nedenle topraklarda bitkilerce alınabilir Se miktarının bilinmesinde ve bu miktarı belirleyen yöntemin geliştirilmesinde önemli yararlar bulunmaktadır. Topraklarda yarayışlı Se miktarını belirlemede kullanılabilecek değişik Se ekstraksiyon yöntemleri geliştirilmiş ve literatürde tartışılmış, ancak bu yöntemlerin hiçbiri halen üniversal olarak kullanılmamaktadır.

Literatürde genellikle 10-15 gibi farklı topraklarda çalışılmış ve daha çok sayıda ve çok farklı özellikteki toprak örnekleriyle geniş çaplı sistematik bir yöntem çalışması gerçekleştirilmemiştir. Yapılan çalışmalar daha çok bölgesel boyutta sınırlı sayıdaki toprak örnekleriyle yürütülmüş (Geering ve ark., 1968; Soltanpour ve Workman, 1980; Jump ve Sabey,1989; Dhillon ve Dhillon, 2005) ve kendi topraklarına en uygun olan bitkiye elverişli Se ekstraksiyon yönteminin tespiti ana hedef olmuştur.

Toprakların ortalama Se konsantrasyonlarına göre kullanılan Se ekstraksiyon çözeltileri ekstrakte ettikleri Se açısından çoktan aza doğru 0.1M KH_2PO_4> HW> Mehlich3> KCl şeklinde sıralandığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Selenyum ekstraksiyonunda çeşitli ekstraktantların etkinliklerinin kıyaslandığı çalışmalarda, kullanılan Se ekstraksiyon çözeltilerinin ekstrakte ettikleri Se açısından çoktan aza doğru; KH_2PO_4≥ NaOH≥ AB-DTPA≥ Sıcak Su> Deiyonize Su (Sharmasarkar ve Vance, 1997), KH_2PO_4> DTPA> Sıcak Su> Saturasyon çamuru (Sharmasarkar ve Vance, 2002), İsotopically Exchangeable> 0.1M KH_2PO_4> KCl> Sıcak Su≥ AB-DTPA> Na_2CO_3 (Dhillon ve ark., 2005) şeklinde sıralandığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan ekstraksiyon çözeltileriyle bulunan Se konsantrasyonları ile tane Se konsantrasyonu arasındaki istatistiksel ilişkiler tüm çözeltiler için önemli bulunmuştur (Şekil 4.1). Ancak incelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde tanedeki Se miktarıyla en kuvvetli ilişkiyi KH_2PO_4 ekstraksiyon çözeltisi göstermiştir (R^2= 0.675, $p<0.001$).

Farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip 14 toprak örneği ile yürütülen sera denemesinde, toprakların değişik yöntemlerle ekstrakte edilebilir Se miktarları

(Çizelge 4.2) ile Se uygulanmamış toprakta yetiştirilen buğdayın yeşil aksam ve tane Se konsantrasyonu arasındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır. İncelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde yeşil aksam ve tane Se konsantrasyonuyla en kuvvetli ilişkiyi yine KH_2PO_4 ekstraksiyon çözeltisinin gösterdiği belirlenmiştir (sırasıyla R^2= 0.651, $p<0.001$; R^2= 0.887, $p<0.001$) (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3).

Sera denemesinde kullanılan toprak örneklerinin alındığı buğday tarlalarından toplanan tane örneklerinin Se konsantrasyonu ile topraklardan farklı yöntemlerle ekstrakte edilebilir Se miktarları arasındaki ilişkiler de incelendiğinde (Şekil 4.4), sonuçların sera denemesi bulguları ile benzer olduğu ve ekstraksiyon yöntemleri ile tane Se konsantrasyonu arasında en iyi ilişkiyi yine KH_2PO_4 ekstraksiyonunun verdiği görülmüştür (R^2= 0.867, $p<0.001$). Dolayısı ile elde edilen sonuçların bir anlamda tekrarlanabilirliği gösterilmiştir. Farklı araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalarda da kendi ülkelerine ait toprakların bitkilerce alınabilir Se miktarını belirlemede en uygun yöntemin AB-DTPA (Sultanpour ve Workman 1980), Saturasyon ekstraktı (Jump ve Sabey ,1989), Sıcak Su ekstraksiyonu (Dhillon ve ark., 2005) olduğu bildirilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar KH_2PO_4 ekstraksiyon yönteminin ülkemiz topraklarının bitkilerce alınabilir Se miktarını belirlemede en uygun yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

5.2. Tarama Çalışması

Dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki insanlarda başta demir (Fe), çinko (Zn) ve selenyum (Se) olmak üzere mikro element eksiklikleri ve buna bağlı ciddi sağlık sorunları çok yaygın biçimde ortaya çıkmaktadır (Welch ve Graham, 2004; Çakmak, 2008). Yapılan çalışmalar mikro element eksiklikleri probleminin dünya nüfusunun yarısını etkilediğini göstermektedir. Sorunun başlıca nedeni olarak da mikro elementlerce çok fakir olan tahıl kökenli gıdaların yoğun biçimde tüketilmesi gösterilmektedir (Çakmak ve ark., 2002; Çakmak, 2008). Selenyum, Dünya'da demir ve çinko ile birlikte üzerinde en çok araştırma yapılan ve insan sağlığı açısından önemli olan mikro besin elementlerinden biridir.

Türkiye'de toprak ve buğdayların Se konsantrasyonu hakkında elimizde yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu bilgi eksikliğinin giderilmesi amacıyla Orta

Anadolu Bölgesinde yer alan Konya, Niğde ve Nevşehir illerinden hasat döneminde toprak ve bu topraklar üzerinde yetiştirien buğday bitkisinden tane örnekleri alınarak Se konsantrasyonları belirlenip, sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Bu çizelgeden de görülebileceği gibi Konya, Niğde ve Nevşehir illerinden toplanan toprak örneklerinin elverişli Se konsantrasyonu 0.56-9.76 μg kg^{-1} arasında değişim göstermiş ve ortalama 2.25 μg kg^{-1} olarak bulunmuştur. Kuru maddesinde 100 μg kg^{-1} düzeyinin altında Se içeren bitkilerin yetiştiği toprakların Se bakımından fakir olarak değerlendirildiği (Adriano, 1986) düşünüldüğünde, söz konusu illerin topraklarının Se içeriğinin çok düşük olduğu yargısına varılabilir. Toprakların Se içeriklerinin düşük olması ana materyalden kaynaklanabilir. Nitekim Dünyanın büyük bir bölümünde örneğin Çin, Avustralya, Yeni Zelanda, İskandinavya, Finlandiya, Japonya, ABD, Kanada'nın doğusu ve Avrupa'nın büyük bir kısmında topraklarda Se eksikliği rapor edilmiştir (Gupta ve Winter 1975; Gissel-Nielsen ve ark., 1984; Gupta ve Watkinson, 1985). Seleniferious (selenyumca zengin) topraklar ise Kuzey Amerika, Kanada, Meksika, İrlanda, İsrail, Güney Afrika, Kolombiya ve Çin'in belirli alanlarında alkalin topraklarda bulunmaktadır (Rosenfeld ve Beath, 1964; Adriano, 1986; Bauer, 1997).

Toprakların Se içeriği oluştuğu ana materyalin Se içeriğine bağlıdır. Selenyum özellikle sedimenter kayalardan oluşan topraklarda daha fazla bulunur (Çizelge 4.32). Volkanik aktiviteler boyunca Se'un büyük bir kısmı yüksek sıcaklıkta uçucu gazlar şeklinde sızar. Bu yüzden volkanik kayalar genellikle düşük Se konsantrasyonuna sahiptir (Mayland ve ark., 1989). Sedimenter kayalar içerisinde de en yüksek selenyum konsantrasyonuna fosfat kayalarının sahip olduğu bildirilmiştir.

Mayland ve ark. (1989) Güney Dakota, Montana, Wyoming, Nebraska, Utah, Colorado ve Meksika'nın kraterik kayalardan oluşmuş topraklarının 1-10 mg kg^{-1} aralığında değişen yüksek selenyum değerlerine sahip olduğunu ve bu alanlarda geçmişte doğal selenyum toksisitesinin görüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca Montana ve Idaho'nın bazı kesimlerinde görülen düşük selenyum içerikli toprakların ana materyallerinin çoğunlukla granit ve yaşlı metamorfik kayalardan oluştuğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.32. Magmatik ve sedimenter kayalardaki toplam selenyum konsantrasyonları [Mayland ve ark. (1989)'dan alınmıştır].

Kaya tipleri	Se konsantrasyonu (mg kg^{-1})
Magmatik kayalar	
Ultramafik kayalar (Dunitler, Peridotitler, Piroksenler)	0.02-0.05
Mafik kayalar (Bazaltlar, Gabrolar)	0.01-0.05
Ara kayalar (Diyoritler, Siyenitler)	0.02-0.05
Asit kayalar (Granitler)	0.01-0.05
Asit kayalar- Volkanik (Riyolitler, Trakitler)	0.02-0.05
Sedimenter kayalar	
Agrilik sedimentler	0.04-0.6
Şeyller	0.6
Kumtaşları	0.05-0.08
Fosforitler	1-100
Kireç taşları, Dolomitler	0.03-0.10

Örnek aldığımız topraklar üzerinde yetişen buğday tanelerinin Se konsantrasyonu da ortalama 24.31 µg kg^{-1} olup, 10.13-96.01 µg kg^{-1} arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Buğday tanesi örneklerinde belirlediğimiz Se değerleri de hem insan hem de hayvanların yeterli beslenmesi için tüketilen gıdalarda Se konsantrasyonunun 100-1000 µg kg^{-1} arasında olması gerektiğini ifade eden bazı araştırıcılara (Allaway, 1968; Adams ve ark., 2002; Broadley ve ark., 2007) göre oldukça düşüktür. Bunun yanında örneklerimizin %68'inde Se konsantrasyonunun 24.31 µg kg^{-1} altında, bunun da kritik (100 µg kg^{-1}) düzeyin ¼'inden az olduğunu dikkate alırsak araştırmanın yürütüldüğü bölge topraklarının ve yetişen buğdayların Se bakımından fakir ve çok fakir olduğunu ifade edebiliriz.

İnsanların günlük Se gereksinmesinin en büyük bölümünü buğday tek başına karşılamaktadır. Bu durum, Türkiye gibi tahıl ağırlıklı beslenmenin fazla olduğu ülkelerde buğdayın Se içeriğinin önemini ortaya koymaktadır. Türkiye'de günlük enerji gereksinmesinin yaklaşık %40'dan fazlası sadece buğday tarafından karşılanmaktadır. Bu oranın kırsal kesimlerde %70'e ulaştığı tahmin edilmektedir (Çakmak, 2008).

Değişik ülkelerde yapılan çalışmalar, insanların günlük Se alımında buğdayın en önemli gıda kaynağı olduğunu göstermiştir. Rusya'da yapılan bir tarama çalışmasında serum Se konsantrasyonu ile tüketilen buğday ununun Se konsatrasyonu arasında çok yakın pozitif bir ilişki (r = 0.79) bulunmuştur (Golubkina

ve Alfthan, 1999). Diyet Se alımının yaklaşık olarak Çin'de düşük selenyumlu bölgelerde yaşayan insanlarda %70'inin, Hindistan'da gelir seviyesi düşük olan insanlarda %47-50'sinin, İngiltere'de %23'ünün (FAO/WHO, 2001), Avustralya'da %50'sinin (Lyons ve ark., 2005a,c), Amerika'da buğday Se konsantrasyonunun 200 µg kg^{-1}'dan yüksek olduğu bölgelerde %29.3-41.6'sının, 200 µg kg^{-1}'dan düşük olduğu bölgelerde %15.2-21.9'unun (Snook ve ark., 1983) tahıllar ve tahıl ürünleri tarafından karşılandığı bildirilmiştir. Bazı Avrupa ülkelerinde diyet Se alımı son yıllarda önemli olarak azalmıştır (Hawkesford ve Zhao, 2007). Örneğin İngiliz halkının diyetsel Se alımı 1970'lerde yaklaşık 60 µg $gün^{-1}$'den, 1994'de 43 µg $gün^{-1}$e ve 1995'de 29-39 µg $gün^{-1}$'e düşmüştür (MAFF, 1997). Anılan bu çalışmada, Se alımında gözlemlenen azalma eğiliminin temel sebebi olarak İngiltere'de yetiştirilen düşük selenyumlu buğdayın besin maddesi tüketiminde kullanımının artması ve Kuzey Amerika'dan yüksek selenyumlu buğday ithalatının azalması gösterilmiştir.

Farklı ülkelere ait buğday tanesi Se konsatrasyonlarının verildiği Çizelge 4.33'de görüldüğü gibi buğday tanesinin Se konsantrasyonu hem ülkeler arasında hem de ülke içinde geniş varyasyon göstermektedir. Buğday Se konsantrasyonuyla ilgili olarak yayınlanan değerler Güney Batı Avustralya'da 0.001 mg kg^{-1} ile Güney Dakota'nın son derece yüksek selenyumlu alanlarında 30 mg kg^{-1} arasındadır. Ancak, genel anlamda dünya buğdaylarının Se konsantrasyonu 20-600 µg kg^{-1} arasında dağılım göstermektedir (Lyons ve ark., 2003). Fan ve ark., (2008) İngiltere'de Broadbalk Buğday Araştırmaları Merkezinde 160 yılı aşkın süredir farklı mineral ve çiftlik gübre uygulamalarının yapıldığı parsellerden elde edilen buğday tanesi arşivinden seçilen örneklerde Se konsantrasyonunun 11-236 µg kg^{-1} aralığında değişim gösterdiğini ve ortalama 32 µg kg^{-1} olduğunu belirlemişlerdir. Araştırıcılar ayrıca gübrelenmemiş kontrol parsellerinin mineral ya da çiftlik gübresi uygulanmış parsellere göre daha fazla tane Se konsantrasyonuna sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Buğdaylarının Se içeriğinin yüksek olduğu bilinen Kanada'da 1996, 1997 ve 1998 yıllarında toplanan sırasıyla 605, 591 ve 408 adet yazlık buğday örneklerinin ortalama Se konsantrasyonları 401, 393 ve 408 µg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir (Gawalko ve ark., 2002). İngiltere'de buğdaylardan yapılan ekmeklerdeki Se konsantrasyonunun Kanada'da yetiştirilen buğdaylardan yapılan ekmeğe göre 10 ile 50 kez daha az Se içerdiği bulunmuştur. Adams ve ark., (2002) tarafından

Çizelge 4.33. Farklı ülkelere ait buğday selenyum konsantrasyonları.

Ülke	Örnek sayısı	Değişim aralığı µg Se kg^{-1}	Ort. Se kon. µg Se kg^{-1}	Referans
Avusturya	127	11 - 281	56	Edelbauer ve Grausgruber, 2003
Avusturya	210	2-160	-	Edelbauer ve Spanischberger, 2000
Güney Avustralya	107	47-316	170	Babidge, 1990
Güney Avustralya	-	70-280	-	Lyons ve ark. 2005b
Hırvatistan	-	22-62	-	Popijac ve Prpıc-Majıc, 2002
İngiltere	452	6-858	32	Adams ve ark., 2002
İngiltere	41	11-236	44	Fan ve ark., 2008
İspanya	-	-	35.5	Diaz-Alarcon ve ark.,1996
İsviçre	138	2-525	23	Haldimann ve ark., 1996
İsviçre	309	22-39	-	Quinche, 1994
Kanada	-	60-3060	760	Boila ve ark., 1993
Kanada	1604	-	400	Gawalko ve ark., 2002
Letonya	-	-	40	Duma ve Karklina, 2006
Macaristan	29	5 - 235	34	Alfthan ve ark., 1992,
Meksika	-	30-200	-	Lyons ve ark., 2005b
Polonya (yazlık buğday)	-	-	66	Korol ve ark., 1992
Polonya (kışlık buğday)	-	-	74	Korol ve ark., 1992
Rusya (Transbaikalian)	12	1-36	16	Aro ve ark., 1994
Sırbistan	28	-	50.94	Jovanovic ve ark., 1998
Slovakya	-	8-122	29	Ducsay ve ark., 2007
Slovenya	2		11	Smrkolj ve ark, 2005
Suudi Arabistan	52	8-293	78.37	Al-Saleh ve Al-Doush, 1997
U.S.A.	190	-	457	Hahn ve ark.,1981
U.S.A.	290	10-5300	370	Wolnik ve ark., 1983
U.S.A. (Hutchinson, Kansas)	14	280-480	360	Garvin ve ark., 2006
U.S.A (Manhattan, Kansas)	14	39-55	45	Garvin ve ark., 2006
Venezuella	-	25-250	-	Bratter ve ark., 1991
Yugoslavya	58	3.6 – 65.5	20.5	Maksimoviç ve ark., 1992
Yunanistan (ekmeklik buğday)	156	19-528	210	Bratakos ve Ioannou, 1989
Yunanistan (makarnalık buğday)	74	37-801	290	Bratakos ve Ioannou, 1989

bildirildiğine göre 1982, 1992 ve 1998 yıllarında İngiltere'de toplanan sırasıyla 180, 187 ve 85 buğday örneklerinde ortalama Se konsantrasyonları 25, 33 ve 25 μg kg^{-1} bulunarak bu değerlerin insan sağlığı açısından çok düşük olduğu ve gübreleme ya da ıslah yoluyla artırılması gerektiği savunulmuştur. Buna karşılık Se bakımından zengin olduğu sıklıkla ileri sürülen ve hatta bu özelliğinden dolayı da ithal edildiği bildirilen Kuzey Amerika buğdaylarının Se konsantrasyonunun ortalama 457 μg kg^{-1} (USA) ve 760 μg kg^{-1} (Kanada) olduğu bildirilmiştir.

Güney Avustralya'da yapılan en son tarama ve tarla denemelerinde diğer tahıllarla birlikte değişik buğday genetik materyallerinin selenyum konsantrasyonunun 5-720 μg kg^{-1} arasında değiştiği ve ortalama 155 μg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Meksika'da yetiştirilen buğdayların selenyum konsantrasyonunun çoğunlukla 30-200 μg kg^{-1}, Güney Avustralya'da yetiştirilen buğdayların selenyum konsantrasyonunun ise 70-280 μg kg^{-1} arasında değiştiği belirtilmiştir (Lyons ve ark., 2005a).

Global olarak yaklaşık 0.5-1 milyar insanın Se alımının yetersiz olduğu ve bu oranın Batı Avrupa gibi gelişmiş ülkeleri de kapsadığı bildirilmektedir (Combs, 2001). Selenyum insan yaşamı için çok az miktarlarda gerekli olan iz elementlerden biridir. Yetişkinler için 50-200 μg $gün^{-1}$ düzeyinde Se alımı güvenli ve yeterli kabul edilmektedir. Tolere edilebilir Se alım seviyesi ise 400 μg $gün^{-1}$ (NAS, 2000)'dür. Selenyumun ana kaynağı diyettir (Tinggi, 2003) ve diyetsel Se alımı tüketilen gıdaların miktarına ve gıdadaki konsantrasyonuna bağlıdır (Pappa ve ark., 2006). Bitkilerin Se içeriği yetiştirildiği toprağın Se içeriği tarafından etkilenir. Bu yüzden gıdalardaki Se seviyesi topraklardaki Se seviyesini yansıtma eğilimindedir (Tinggi, 2003). Bu durum gıdaların Se içeriğinin coğrafik olarak hem ülkeler arasında hem de ülke içinde değişiklik göstermesine (Navarro-Alarcon ve Cabrera-Vique, 2008) ve dolayısıyla günlük Se alımının dünyanın çeşitli yörelerinde büyük ölçüde farklı olmasına neden olmaktadır (Çizelge 4.34).

Çin selenyum elementinin doğada ve insanda dağılımı açısından en fazla değişiklik gösterdiği ülkedir. Selenyum eksikliğine bağlı hastalıklar (Keshan ve Keshan-Beck hastalığı) dünyada ilk kez Çin'de görülmüştür (Rayman, 2000). Selenyumca çok fakir olan, Keshan hastalığının görüldüğü yerlerde ortalama Se

Çizelge 4.34. Farklı ülkelerde yetişkinlerin hesaplanmış günlük Se alımları.

Ülke	Se alımı (µg gün^{-1})
Almanya	35*
Avusturya	48*
Belçika	45*
Çin	
Keshan hastalık bölgesi	7-11*
Orta deceli Se bölgesi	40-120*
Selenosis bölgesi	750-4990*
Danimarka	40*
Finlandiya	
1984 öncesi	25*
1984 sonrası	67-110*
Fransa	29-43*
Hırvatistan	27*
Hollanda	67*
İngiltere	12-43*
İskoçya	30-60*
İspanya	72.6^{+}
İsveç	38*
İsviçre	70*
Japonya	104-127*
Kanada	98-224*
Libya	13-44^{+}
Litvanya	100^{+}
Macaristan	41-92*
Meksika	61-73^{+}
Mısır	49*
Norveç	80^{+}
Özbekistan	60-93*
Polanya	11-94*
Rusya	54-80*
Sırbistan	30*
Slovakya	27-43*
USA	60-220*
Venezuella	200-350*
Yeni Gine	20^{+}
Yeni Zelanda	19-80*
Yunanistan	110*

*: Combs, 2001, $^{+}$: Navarro-Alarcon ve Cabrera-Vique, 2008' den alınmıştır

alımı 11 µg gün^{-1} gibi çok düşük düzeyde iken, Se içeriğinin yeterli olduğu bölgelerde ortalama Se alımı 116 µg gün^{-1} ve Se toksisitesinin görüldüğü yüksek Se'lu alanlarda ise ortalama Se alımının 4990 µg gün^{-1} olduğu bildirilmiştir (Yang ve ark., 1983).

Değişik bölgelerimizde insanlar üzerinde yapılan çalışmalara göre Türkiye'de de insanlarda yaygın Se eksikliği bulunmaktadır. Giray ve Hincal (2004) diyet yoluyla günlük Se alınımını araştırmış ve bulunan düzeyin (36 µg gün^{-1}) önerilen düzeyden (55 µg gün^{-1}) çok az olduğunu saptamışlardır. Bu değer ayrıca Çizelge 4.34'de gösterilen birçok ülkenin ortalama günlük Se alım değerlerinden de düşüktür.

Türkiye'de yapılan bir araştırmada çocuklarda serum Se oranlarının ~50-70 µg/L arasında ve günlük Se alımının 30-40 µg gün^{-1} arasında değiştiği saptanmıştır. Bulunan bu değer, günlük alınması gereken değer bakımından 9-13 yaşlarındaki çocuklar için sınırda ve 14-18 yaşlarındaki çocuklar için ise daha aşağıdadır. Günlük alınması gereken Se miktarının 9-13 yaşları arasındaki çocuklar için 40 µg, 14-18 yaşlarındaki çocuklar için ise 55 µg olması gerektiği bildirilmiştir (Hıncal, 2007). Aynı araştırmada guatr ve demir eksikliği anemisi görülen çocuklarda serum Se değerlerinin de düşük olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucu olarak daha yüksek oranlarda selenyum alınmasının kanserin de içerisinde bulunduğu birkaç hastalık için korucuyu olabileceği vurgulanmıştır. Tıbbi amaçlı yapılan bu araştırmada bazı sonuçların yorumlanması için gerekli olan Türkiye topraklarının ve Türkiye'de yetiştirilen gıdaların Se konsantrasyonları hakkında yeterli bilginin bulunmadığı da vurgulanmıştır (Hıncal, 2007).

Çizelge 4.6'de Konya, Niğde ve Nevşehir illerinden toplanan buğday örneklerinin tane Se konsantrasyonu ile yetiştikleri toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Tane Se konsantrasyonu ile toprakların elverişli Se konsantrasyonu (r = 0.257**), pH (r = 0.181**), organik madde (r = 0.181**), silt (r = 0.244**), K (r = 0.172*) ve Mg (r = 0.349**) değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif, kum (r = -0.230**) miktarı arasında ise istatistiksel olarak negatif önemli ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4.6). Bu korelasyon ilişkilerine göre buğday tane örneklerinde ve topraklarda Se konsantrasyonunun düşük olmasında topraklarımızın organik madde bakımından fakir olmasının da çok

önemli bir payı olduğunu ifade edebiliriz. Nitekim bitkilerin topraktan Se alımı elverişli toprak Se'unun yanısıra, toprakların tekstürü, redoks potansiyeli, pH'sı, organik madde ve demir oksit/hidroksit içeriği ve selenyumla rekabet eden diğer iyonların varlığı gibi faktörler tarafından da etkilendiği belirtilmiştir (Gissel-Nielsen ve ark., 1984; Mikkelsen ve ark., 1989; McNeal ve Balistrieri, 1989). Selenyumun topraktan bitkiler tarafından alınabilmesi için mutlaka kimyasal olarak çözünür ve alınabilir bir formda olması gerekir. Tarım topaklarında hakim inorganik Se formları selenat ve selenit'dir. Bitkiler Se'u daha çok oksitlenmiş selenat (Se^{+6}) formunda alır. Selenit demir oksit yüzeyleri ve toprak killeri tarafından çok güçlü olarak adsorbe edildiğinden bitkilere selenat'tan daha az elverişlidir. Oksidasyon düzeyi ve toprak pH'sı arttıkça Se bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilir. Toprakların pH'sı düştükçe bitkilerin topraktan Se alımı zorlaşır (Mikkelsen ve ark., 1989; Marschner, 1995).

Kil mineralleri, organik madde, Fe, Al ve Mn hidroksitler topraklarda selenyumun mobilitesini kontrol eden kimyasal işlemlerde önemli rol oynarlar (Dhillon ve Dhillon, 2003). Çalışmamızda elverişli toprak Se'u ile toprak pH(r = 0.333**), organik madde (r = 0.273**), kil (r = 0.203**), silt (r = 0.179*), K (r = 0.163*) değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif, kum (r = -0.234**), Fe (r = -0.220**) ve Mn (r = -0.171*) miktarları arasında ise istatistiksel olarak negatif önemli ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4.6).

5.3. Selenyum Gübrelemesine Farklı Buğday Genotiplerinin Tepkilerinin Belirlenmesi

İnsanlarda Se eksikliğinin ana nedeni olarak tüketilen gıdaların (özellikle buğdayın) Se bakımından fakir olması gösterilmektedir (Gupta ve Gupta, 2000; Adams ve ark., 2002; Lyons ve ark., 2003; Arthur, 2003). Selenyum bitkiler için gerekli olmamakla birlikte insan sağlığı açısından kritik düzeylerdeki işlevlerinden dolayı bitkilerde ve dolayısıyla bitkisel kökenli gıdalarda miktarının yüksek olması hedeflenmektedir (Whanger, 2004; Thomson, 2004). Günümüzde yetiştirilen buğdayların Se konsantrasyonunun çok düşük olması nedeniyle, buğdayların ya gübreleme (agronomic biofortification) yada ıslah yoluyla (genetic biofortification) Se bakımından zenginleştirilmesi tane Se konsantrasyonunun artırılmasında en etkili stratejiler olarak değerlendirilmektedir (Lyons ve ark., 2003; Lyons ve ark., 2004b).

Bu çalışmada, Orta Anadolu Bölgesi iklim koşullarında yetiştirilen 20 ekmeklik ve 15 makarnalık buğday çeşidinin selenyuma tepkileri bir sera denemesi ile belirlenmiştir.

Artan dozlarda Se (sodyum selenat) uygulaması, hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinde uygulama dozlarına paralel olarak yeşil aksam, tane ve gövde Se konsantrasyonu ve miktarını önemli derecede artırmıştır. Önceki çalışmalarda da rapor edildiği gibi, sodyum selenat toplam bitki Se konsantrasyonunu artırmada iyi bir kaynak olduğunu göstermiştir (Gupta ve ark., 1988; Stephen ve ark., 1989; Wan ve ark., 1988; Mikkelsen ve Wan, 1990; Singh, 1991; Gupta ve ark., 1993; Tveitnes ve ark., 1996; Lyons ve ark., 2004a; Lyons ve ark., 2005a; Rani ve ark., 2005; Curtin ve ark., 2006; Sager ve Hosch, 2006; Ducsay ve ark., 2007; Grant ve ark., 2007; Govasmark ve ark., 2008; Curtin ve ark., 2008, Ducsay ve ark., 2009).

Yeşil aksam, gövde ve tane Se konsantrasyonları bakımından genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.12, 4.13, 4.19, 4.20, 4.28, 4.29). Ekmeklik buğday genotipleri arasında Tosunbey, makarnalık buğday genotipleri arasında da Selçuklu 97 nispeten yeşil aksam, gövde ve tanede daha yüksek Se konsantrasyonlarına sahip olan genotipler olarak öne çıkmıştır. Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin farklı organlarındaki Se konsantrasyonları arasındaki farklılıklar genotiplere göre istatistiki olarak önemli olmasına rağmen 2-3 katlar düzeyinde olmadığı için tane Se içeriğini artırma amacıyla yapılacak ıslah programlarında kullanılmaya uygun olmadığını belirtebiliriz. Brokoli (Farnham ve ark., 2007), soya fasulyesi (Yang ve ark., 2003; Zhang ve ark., 2003) domates (Pezzarossa ve ark., 1999) ve Brassica (Combs, 2001) gibi sebzelerin yenilebilir kısımlarında ve benzer şekilde yulaf'ta (Eurola ve ark., 2004) çeşitlerin Se alımı üzerine genetik varyasyonun önemli olduğu ve bu yüzden de Se içeriklerinde farklılıkların olabileceği bildirilmiştir. Fakat buğday çalışmalarından elde edilen bulgular farklı olmuştur. Bazı araştırıcılar tarafından tane Se konsantrasyonu için buğday çeşitleri arasında genetik değişkenlik bulunamazken (çok küçük veya önemsiz bulunurken) (Grela, 1996; Noble ve Bary, 1982; Tveitnes ve ark., 1996; Curtin ve ark., 2006), Rusya da yapılan bir çalışmada Seregina ve ark. (2001), tarafından ticari buğday çeşitlerinin Se biriktirme yeteneklerinde

değişkenliklerin olabileceği ifade edilmiştir. Lyons ve ark. (2005b) tarafından farklı buğday germplasmları ile arpa, tritikale ve çavdar kullanılarak Avustralya koşullarında yürütülen tarama çalışmaları ve tarla testlerine göre modern buğday, arpa ve tritikale çeşitleri arasında tane Se konsantrasyonu bakımından genetik varvasyon çok düşük düzeydedir. Ancak diploid buğday, *Aegilops tauschil* ve çavdarda yapılan Se taramalarında tane Se konsantrasyonu bakımından ıslah açısından önemli bir genetik varyasyonun var olduğu saptanmıştır. Araştırıcılar tarafından denemenin kurulduğu topraklarda Se konsantrasyonunda önemli bir varyasyonun var olduğu, bu nedenle genotiplerin sağlıklı biçimde taranabilmesi için Se bakımından homojen olan topraklarda çalışılmasına özen gösterilmesine işaret edilmiştir.

Çalışmamızda Çizelge 4.6, 4.7, 4.13, 4.14, 4.20 ve 4.21'den görülebileceği gibi hem ekmeklik hemde makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam ve tane Se konsantrasyonları 0.2 mg kg^{-1} Se uygulamasıyla bazı araştırıcılar (Allaway, 1968; Adams ve ark., 2002; Broadley ve ark., 2007) tarafından insan ve hayvanların sağlığı açısından yiyecek ve/veya yemlerde bulunması istenen (100-1000 µg kg^{-1}) Se konsantrasyonunun çok üstünde, 1 ve 5 mg kg^{-1} Se uygulamasıyla da 5 mg kg^{-1}'ın üstünde Se içeren gıdaların devamlı tüketilmesiyle insan ve hayvanlarda Se toksisitesinin meydana gelebileceğini belirten bazı araştırıcılara göre (Arvy, 1992; Mikkelsen ve ark., 1989)'de toksik düzeyde Se birikimine neden olmuştur. Bu durum uygulanan Se miktarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Çünkü farklı araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalarda arpa ve buğday tanesinde insan ve hayvan sağlığı için ihtiyaç duyulan 100 µg Se kg^{-1} seviyesini elde etmek için sodyum selenat formunda; 5 g Se ha^{-1} (Curtin ve ark., 2008) ve 10 g Se ha^{-1} (Stephen ve ark., 1989; Gupta ve ark., 1988; Gupta ve ark., 1993; Ducsay ve ark., 2007) uygulama oranlarının yeterli olduğu ifade edilmiştir.

Se konsantrasyonu bitki organları arasında farklı olmuştur. Se uygulaması sonucunda en yüksek doku Se konsantrasyonu yeşil aksam > gövde > tane şeklinde sıralanmıştır. Bulgularımızla uyumlu olarak, Se denemelerinde arpada (Gissel-Nielsen 1973; Ylaranta 1983; Wan ve ark., 1988) ve buğdayda (Stephen ve ark., 1989; Govasmark, 2008) Se'un taneye kıyasla gövdede eşit yada daha yüksek konsantrasyonlarda biriktiği bildirilmiştir. Selenyum bitkiler tarafından selenat

(SeO_4^{-2}), selenit (SeO_3^{-2}) ve organik Se bileşikleri (Selenocysteine ve Selenomethionine) formlarında absorbe edilir (Mikkelsen ve ark., 1989). Selenat sülfat taşınması yoluyla kök içine aktif olarak taşınır ve hızlı bir şekilde gövdeye iletilir (Terry ve ark., 2000). Selenitin alım mekanizması tam olarak iyi anlaşılmış değildir fakat pasif olduğu varsayılmaktadır (Terry ve ark., 2000; White ve ark., 2004) Selenomethionin gibi selenyumun organik formları da bitki kökleri tarafından aktif olarak alınır (Zayed ve ark., 1998). Köklerden gövdeye selenyum taşınması sağlanan selenyumun formuna bağlıdır (Terry ve ark., 2000). Selenat köklerden çok kolay taşınır ve yapraklarda hem selenit hem de organik selenyumdan çok daha fazla akümüle edilir. Selenitin çoğu süratle özellikle selenemethionine gibi organik formlara dönüştürüldüğü köklerde tutulur (Zayed ve ark., 1998). De Souza ve ark. (1998), bitkide akümüle edilen toplam selenyum içerisinde selenatın selenitten yaklaşık 10 kat daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Selenat bitkide, yapraklara ulaşana kadar ksilem içinde değişmeden taşınır. Selenat yaprakta selenite indirgenir ve arkasından organik selenyum bileşiklerine dönüştürülür. Selenite indirgendiği ve organik bileşiklere dönüştürüldüğü yerin yapraklarda olması, bitkilerin vejetatif aksamlarının niçin bitkinin diğer kısımlarındakinden daha yüksek Se konsantrasyonuna sahip olduğunu açıklayabilir (Wan ve ark., 1988). Sonrasında floem yoluyla organik selenyum bileşiklerinin yer değiştirmesi daha düşük olabilir ve muhtemelen bu durum da tanede bulunan daha düşük Se konsantrasyonlarının sebebini göstermektedir (Wan ve ark., 1988).

Yaygın kanıya göre Se bitki büyümesi için mutlak gerekli bir besin elementi değildir. Bu nedenle, bitkisel verim üzerinde bir atışa yol açması beklenmemektedir. Fakat fazla miktarlarda alınması bitkiler için toksik etki meydana getirmektedir. Çalışmamızda artan dozlarda Se uygulaması hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin ortalama yeşil aksam kuru madde ve tane verimini Se_0 (kontrol) dozuna göre $Se_{0.2}$ dozunda istatistiksel olarak önemli derecede artırırken Se_1 ve Se_5 dozlarında ise istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır (Çizelge 4.10, 4.11, 4.17, 4.18). Gövde verimininde Se_0 (kontrol) dozuna göre $Se_{0.2}$ dozunda istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmazken, Se_1 ve Se_5 dozlarında ise istatistiksel önemli derecede azalma meydana getirdiği bulunmuştur (Çizelge 4.26, 4.27). Genotiplerin yüksek selenyumdan dolayı meydana gelen verim azalmasının en

önemli nedeni dokularında sahip oldukları toksik düzeylere varan Se konsantrasyonundan kaynaklanmaktadır. Sonuçlardan da görüldüğü gibi Se uygulamasından kaynaklanan verim azalması genotip bazında önemli varyasyon göstermektedir. Bu da genotiplerin topraktaki alınabilir Se'a karşı reaksiyonlarının farklı olduğuna işaret etmektedir. Örneğin yeşil aksam kuru madde verimi bakımından incelendiğinde, selenyum uygulamaları (0, 0.2, 1 ve 5 mg Se kg^{-1}) ile ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri arasındaki regresyon denklemlerinden (Ek Çizelge 6 ve Ek Çizelge 7) ekmeklik buğday genotiplerinden Bağcı 2002, Eser, Sultan 95 ve Yakar 99'da sırasıyla 0.27, 1.77, 1.14 ve 0.65 mg kg^{-1} Se, makarnalık buğday genotiplerinden de Altın 40/98, Altıntaş 95, Kızıltan 91, Kunduru, Kümbet, Meram 2002 ve Yılmaz 98'de sırasıyla 2.02, 1.58, 2.78, 0.83, 3.11, 1.9 ve 1.29 mg kg^{-1} Se uygulamasına kadar yeşil aksam kuru madde veriminde artış sağlanacağı ve bu uygulama dozlarından sonra ise Se uygulamasının yeşil aksam kuru madde verimini azaltacağı hesaplanabilmektedir. Diğer genotiplerin regresyon denklemlerinden ise Se uygulamalarının yeşil aksam kuru madde verimini doğrudan azalttığını göstermektedir.

Yapılan birçok çalışmada selenyum uygulamasının bitkisel verim artışına yol açmadığı bildirilirken, Lyons ve ark., (2009) *Brassica rapa* (kanola) bitkisinde tohum üretimindeki %43'lük artışın Se uygulaması ile ilişkili olduğunu bildirmişler ve bunun kültürü yapılan bitkilerde selenyumun faydalı olduğuna ilave bir delil olabileceğini vurgulamışlardır.

Sonuçlarımıza benzer bir şekilde aşırı Se'dan dolayı bitki büyümesindeki azalma birçok araştırıcı tarafından da rapor edilmiştir (Mikkelsen ve ark., 1988, Wan ve ark., 1988, Rani ve ark., 2005, Lyons ve ark., 2005a). Doku Se konsantrasyonu 25-30 mg Se kg^{-1}'i aştığı zaman Se toksisitesinden dolayı yoncada %10'luk bir verim kaybına neden olmaktadır (Soltanpour ve Workman, 1980). Banuelos ve ark. (2000), Se uygulanan toprakta kuru madde veriminin kanolada %25, hardalda %16 ve arpada %20 azaldığını rapor etmişlerdir. Rani ve ark. (2005) tarafından yapılan bir sera denemesinde farklı bitkilerin (hardal, mısır, buğday ve çeltik) yeşil aksam kritik Se seviyelerini belirlemek için alkalin siltli tınlı bir toprağa farklı seviyelerde sodyum selenit uygulamışlardır. Hardal ve mısırda 5 mg Se kg^{-1}, buğdayda 4 mg Se kg^{-1} ve çeltikte 10 mg Se kg^{-1} toprak seviyesinin üstünde yeşil aksam kuru madde

verimlerinde önemli azalmalar gözlemlenmiştir. Verimde önemli azalmanın görüldüğü kritik Se seviyesi hardalda 104.8 mg kg^{-1}, mısırda 76.9 mg kg^{-1}, çeltikte 41.5 mg kg^{-1} ve buğday yeşil aksamında 18.9 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir. Kritik seviyenin üzerindeki Se içeriği ve kuru madde verimi arasında hardal ($r = -0.99$, $p \leq 0.01$), mısır ($r = -0.96$, $p \leq 0.01$) buğday ($r = -0.97$, $p \leq 0.01$) ve çeltik'te ($r = -0.99$, $p \leq 0.01$) önemli korelasyonlar belirlenmiştir. Bitkilerin kritik doku Se seviyelerinde kuru madde verimlerindeki ilgili azalma hardalda %21, mısırda %24, çeltikte %11 ve buğdayda %27 olarak bulunmuştur. Lyons ve ark. (2005a) yüksek selenyum seviyelerine buğdayın toleransını ve buğdayda Se fitotoksisitesini belirlemek için yürüttükleri dört haftalık saksı denemelerinde, Se toksisitesi için kritik doku seviyesinin 325 mg kg^{-1} civarında olduğunu ve bu seviyeye de büyüme ortamına 2.6 mg kg^{-1} Se (selenat formunda) ilavesi ile ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

5 mg kg^{-1} selenyum uygulaması, selenyumun toksik etkisinden dolayı hem ekmeklik hem de makarnalık buğday genotiplerinin tane verimlerinde önemli miktarlarda azalmaya neden olmuştur. Bu azalma makarnalık buğday genotiplerinde ekmeklik buğday genotiplerine göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18). Buna bağlı olarak ekmeklik buğday genotiplerinin yüksek dozlardaki selenyum uygulamalarına karşı makarnalık buğday genotiplerinden daha dayanıklı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Yani genotiplerin Se toksisite toleransları artıkça buna paralel olarak da tane verimleri artmıştır (Şekil 4.5). Bu sonuç ekmeklik buğday genotiplerinin tanesinde kükürt (S) konsantrasyonun makarnalık buğday genotiplerine kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanabilir (Nevo, 2001). Çünkü bitkilerin yüksek S statüsü, Se toksitesinin hafifletilmesinde önemli rol oynamaktadır (Brown ve Shrift, 1981). Çalışmamızda da bu durum görülmüştür. Sonuçlara göre ekmeklik buğday genotiplerinin tane kükürt konsantrasyonunun, makarnalık buğday genotiplerinin tane kükürt konsatrasyonundan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Topraklarda bitkilerce alınabilen Se miktarını belirleyen ve yaygın olarak kullanılan bir yöntem bulunmamaktadır. Bu çalışmada topraklardaki yarayışlı Se miktarını belirlemede kullanılabilecek değişik Se ekstraksiyon yöntemleri denenmiş ve incelenen ekstraksiyon yöntemleri içinde, bitki veya tanedeki Se miktarıyla en kuvvetli ilişkiyi 0.1 M KH_2PO_4 ekstraksiyon çözeltisi göstermiştir. Bu yöntem, topraklarda ekstrakte edilebilir Se miktarını tayin etmede kullanılabilecek uygun bir yöntem olarak önerilmektedir. Selenyum konsantrasyonları farklı topraklar kullanarak, tane Se konsantrasyonu açısından toprakta Se'un az, orta, yeterli ve çok yüksek olduğunu ortaya koyan sınır değerlerinin belirlenmesinde büyük yarar bulunmaktadır

Tarama çalışması ile Konya, Niğde ve Nevşehir illerinden toplanan toprak ve buğday tanesi örneklerinin Se konsantrasyonlarının sırasıyla 0.56-9.76 μg kg^{-1} ve 10.13-96.01 μg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Buğday tanelerinin Se konsantrasyonu insanların günlük selenyum ihtiyacını karşılamak için gıdalarda bulunması istenen seviyenin (100-1000 μg Se kg^{-1}) çok altında olduğu bulunmuştur. Bu durum, Orta Anadolu Bölgesi toprakları ve bitkilerinin ve hatta söz konusu bölgenin ülkenin beslenmesinde tahıl ambarı konumunda olduğunu dikkate alırsak ülkemiz insan ve hayvanlarının diyetlerinde Se konsantrasyonunun çok düşük olduğuna işaret etmektedir.

Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin selenyuma tepkilerinin belirlenmesi amacıyla sera koşullarında yürütülen çalışmada; selenyum gübrelemesi uygulama dozlarına paralel olarak buğday genotiplerinin selenyum konsantrasyonlarını önemli derecede artırmıştır. Selenyuma gösterdikleri tepkiler bakımından hem ekmeklik hemde makarnalık buğday genotipleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak Se konsantrasyonu bakımından genotipler arasındaki bu farklılıkların, buğday tanesindeki selenyum konsantrasyonunu artırmak amacıyla yapılacak ıslah programlarında bu genotipleri kullanmak için çok düşük ve yetersiz olduğunu ifade edebiliriz.

Çalışmamızda kullandığımız Se uygulama dozları (0, 0.2, 1 ve 5 mg Se kg^{-1}) buğday genotiplerinin selenyum konsantrasyonlarını önemli şekilde artırırken, 1 ve 5 mg kg^{-1} Se uygulamaları dokularda aşırı Se birikiminden dolayı verimde kayıplara neden olmuştur. 0.2 mg Se kg^{-1} uygulaması bile insan ve hayvan sağlığı açısından buğday tanesinde olması arzu edilen 100-1000 µg kg^{-1} Se seviyesinin çok üzerinde, 1 ve 5 mg kg^{-1} Se uygulamalarında ise toksik seviyelerde selenyum birikimine neden olmuştur. Bu yüzden Türkiye'de de buğdayın selenyum konsantrasyonunun insan ve hayvan sağlığı açısından tanede olması arzu edilen seviyelere (100-1000 µg Se kg^{-1}) çıkarabilmesi için Se uygulama dozlarının tarla koşullarında belirlenmesi ve oluşturulacak bir ülkesel programla bir an önce uygulamaya geçilmesi toplum sağlığı açısından çok büyük yararlar getirecektir.

7. KAYNAKLAR

Adams, M.L., Lonbi, E., Zhao, F.J. and McGrath S.P., 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 Springer-Verlag, New York.

Alfthan G., Bogye, G., Aro, A. and Feher, J., 1992. The Human Selenium Status In Hungary. J. Trace Elem. Eloctrolytes Health Dis. 6(4): 233-238.

Allaway, W.H., 1968. Controls on The Environmental Levels Of Selenium. Trace Subst. Environ. Health. 2, 181–206

Al-Saleh, I.A., Al-Doush, I., 1997. Selenium Levels In Wheat Grains Grown In Saudi Arabia, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 59, 590-594.

Anonymous, 2001.Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Grubu Raporu. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, ANKARA.

Anonymous, 2004. Türkiye'ye özgü beslenme rehberi. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ANKARA.

Aro, A., Kumpulainen, J., Alfthan,G., Voshchenko, A.V., Ivanov, V.N., 1994. Factor Affecting The Selenium Intake Of People In Transbaikalian Russia. Biological Trace Element Research, 40: 277-285.

Arthur, J. R., 2003. Selenium Supplementation Does Soil Supplementation Help And Why? Proc. Nutr. Soc. 62: 393-397.

Arvy, M.P., 1992. Some aspects of selenium relationship in soils and plants. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 23: 1397-1407

Babidge, P.J., 1990. Selenium Concentrations In South Australian Wheat And Barley. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 18: 452.

Banuelos, G. S., Zambrzuski, S. and Mackey, B., 2000. Phytoextraction of selenium from soils irrigated with selenium-laden effluent. Plant Soil, 224: 251–258.

Bauer, F., 1997. Selenium and Soils in the Western United States. Electronic Green Journal, 1(7).

Bayraklı, F. 1987. Toprak ve Bitki Analizleri.19 Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 17, Samsun.

Boila, R.J., Stothers, S.C. and Campbell, L.D., 1993. The Concentration Of Selenium In The Grain From Wheat, Barley And Oats Grown At Selected Locations Throughout Manitoba. Canadian Journal of Animal Science 73: 217–221.

Bourne, G.H. 1985. Minerals In Food And Nutritional Topics. Karger, Basel, pp.27-33.

Bouyoucus, G.J., 1951. A Recalibration Of The Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis Of Soils. Agron. J. 43: 434-438.

Bratakos, M.S. and Ioannou, P.V., 1989. The Regional Distribution Of Selenium In Greek Cereals. The Science of The Total Enviroment, 84: 237-247.

Bratter, P., Negretti de Bratter, V.E., Jaffe, W.G., Mendez Castellano, H., 1991. Selenium Status Of Children Living In Seleniferous Areas Of Venezuela. J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis. 5: 269-270.

Broadley, M.R. White, P.J., Bryson, R.J., Meacham, M.C., Bowen, H.C., Johnson, S.E., Hawkesford, M.J, McGrath, S.P., Zhao, F.J., Breward, N., Harriman, M. and Tucker, M., 2007. Biofortification Of UK Food Crops With Selenium. Proc. Nutr. Soc. 65: 169-181.

Brown, T.A. and Shrift, A., 1981. Exclusion Of Selenium From Proteins Of Selenium-Tolerant Astragalus Species. Plant Physiology, 67(5), 1051.

Brown, K. and Arthur, J., 2001. Selenium, Selenoproteins And Human Health: A Review. Public Health Nutrition 4: 593-599.

Cartwright, B., Tıller, K.G., Zarcinas, B.A. and Spouncer, L.A., 1983. The Chemical Assessment Of The Boron Status Of Soils. Aust. J. Soil Res. 21: 321-332.

Combs, G. ve Lu, J., 2001. Selenium As A Cancer Preventive Agent. In: Selenium: Its Molecular Biology And Role In Human Health. (Hatfield, D., ed.), Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. pp. 205-218.

Combs, G.F., 2001. Selenium in global food systems. Brit. J. Nutr. 85: 517-547.

Curtin, D., Hanson, R., Lindley, T.N., Butler, R.C., 2006. Selenium Concentration In Wheat (Triticum Aestivum) Grain As Influenced By Method, Rate, And Timing Of Sodium Selenate Application. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34(4): 329-339.

Curtin, D., Hanson, R., Van Der Weerden, T.J., 2008. Effect Of Selenium Fertiliser Formulation And Rate Of Application On Selenium Concentrations In Irrigated And Dryland Wheat. New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science, 36: 1-7.

Çakmak, I. and Marschner, H., 1988. Enhanced Superoxide Radical Production In Roots Of. Zn-Deficient Plants. J. Exp. Bot. 39:1449-1460.

Çakmak, I., Graham, R. and Welch, R.M., 2002. Agricultural And Molecular Genetic Approaches To Improving Nutrition And Preventing Micronutrient Malnutrition Globally. In: Encyclopedia of Life Support Systems. Section Eds: I. Cakmak and R. M. Welch. UNESCO-EOLSS Publishers Co Ltd. UK, ISBN: 0 9542989-0-X, 3490 pp: 1075-1099.

Çakmak, İ., 2008. Topraklarda ve Bitkisel Gıdalarda Mikro Element Eksiklikleri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. Sf: 33-39, 8-10 Ekim 2008, Konya.

De Souza, M.P., Pilon-Smits, E.A.H., Lytle, C.M., Hwang, S., Tai, J., Honma, T.S.U., Yeh, L. and Terry, N. 1998. Rate-Limiting Steps In Selenium Assimilation And Volatilization By Indian Mustard. Plant Physiology, 117: 1487-1494.

Dhillon, K.S. and Dhillon, S.K., 2003. Distribution And Management Of Seleniferious Soils. Advance in Agronomy, 79:119-184.

Dhillon , K.S., Rani, N. and Dhillon, S. K., 2005. Evaluation Of Different Extractants For The Estimation Of Bioavailable Selenium In Seleniferous Soils Of Northwest India. Australian Journal of Soil Research, 43: 639–645.

Diaz-Alarcon, J.P., Navarro-Alarcon, M., Lopez-Garcia De La Serrana, H. and Lopez-Martinez, M.C., 1996. Determination Of Selenium In Cereals, Legumes And Dry Fruits From Southeastern Spain For Calculation Of Daily Dietary Intake. The Science of the Total Environment, 184: 183–189.

Ducsay, L., Lozek, O., Varga, L., Losak, T., 2007. Effects Of Winter Wheat Supplementation With Selenium. Ecological Chemistry and Engineering, 14: 289-293.

Ducsay, L., Lozek, O., Varga, L., 2009. The Influence Of Selenium Soil Application On Its Content In Spring Wheat. Plant Soil Environ. 55(2), 80-84.

Duma, M. And Karklina, D., 2006. Fortified Wheat Grains With Microelement Selenium. Research For Rural Development: International Scientific Conference Proceedings, Jelgava, Latvia, 19-22 May, 210-213.

Edelbauer, A. and Grausgruber, H., 2003. Selenium Content In Austrian-Grown Spring Durum Wheats. Ernahrung, 27(6): 253-257.

Edelbauer, A.and Spanischberger, H., 2000, Selenium Content In Austrian Winter-Cereal Crops. Ernahrung, 24(9): 369-376.

Ellis, D.R., Salt, D.E., 2003. Plants, Selenium And Human Health. Curr. Opin. Plant Biol. 6: 273-279.

Eurola, M., Efholm, P., Ylinen, M., Koivistoinen, P., Varo, P., 1990. Effects Of Selenium Fertilization On The Selenium Content Of Cereal Grains, Flour, And Bread Produced In Finland. Cereal Chem. 67(4): 334-337.

Eurola, M.H., Ekholm, P.I., Ylinen, M.E., Koivistoinen, P.E., Varo, P.T., 1991. Selenium In Finnish Foods After Beginning The Use Of Selenate Supplemented Fertilizers. Journal of the Science of Food and Agriculture 56: 57-70.

Eurola, M., Hietaniemi, V., Kontturi, M., Tuuri, H., Kangas, A., Niskanen, M., Saastamoinen, M., 2004. Selenium Content Of Finnish Oats In 1997–1999: Effect Of Cultivars And Cultivation Techniques. Agricultural and Food Science, 13: 46-53.

Fan, M-S., Zhao F.J., Poulton, P.R., McGrath, S.P., 2008. Historical Changes In The Concentrations Of Selenium In Soil And Wheat Grain From The Broadbalk Experiment Over The Last 160 Years. Sci. Total Environ. 389: 532-538.

FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa. Rome.

FAO, WHO, 2001. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, Food and Nutrition Division, FAO, Rome.

Farnham, M.W., Hale, A.L., Grusak, M.A., Finley, J.W., 2007. Genotypic And Environmental Effects On Selenium Concentration Of Broccoli Heads Grown Without Supplemental Selenium Fertilizer. Plant Breeding, 126:195-200.

Finley, J.W., 2005. Selenium Accumulation In Plant Foods. Nutr. Rev. 63 (6):196-202.

Foster, L.H ve Sumar, S., 1997. Selenium In Health And Disease: A Review, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 37: 211–228.

Garvin, D.F., Welch, R.M. and Finley, J.F., 2006. Historical Shifts In The Seed Mineral Micronutrient Concentration Of US Hard Red Winter Wheat Germplasm. J. Sci. Food Agric. 86: 2213-2220.

Gawalko, E.J., Garrett, R.G. and Nowicki, T.W., 2002. Cadmium**,** Copper**,** Iron**,** Manganese**,** Selenium, And Zinc In Canadian Spring Wheat. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 33(15-18): 3121-3133.

Giray, B., and Hincal, F., 2004. Selenium Status In Turkey. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 259 (3): 447 – 451.

Gissel-Nielsen, G., 1973. Uptake And Distribution Of Added Selenite And Selenate By Barley And Red Clover As Influenced By Sulphur. J Sci Food Agric. 246:649-55.

Gissel-Nielsen, G., Gupta, U.C., Lamand, M. ve Westermarck, T., 1984. Selenium In Soils And Plants And Its Importance In Livestock And Human Nutrition. Advances in Agronomy 37: 397-460.

Golubkina, N.A. and Alfthan, G.V., 1999. The Human Selenium Status In 27 Regions Of Russia. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 13: 15–20.

Govasmark, E., Singh, B.R., MacLeod, J.A. and Grimmett, M.G., 2008. Selenium Concentration In Spring Wheat and Leaching Water As Influenced By Application Times of Selenium And Nitrogen. Journal of Plant Nutrition, 31: 193–203.

Grant, C.A, Buckley, W.T. and Wu, R.G., 2007. Effect Of Selenium Fertilizer Source And Rate On Grain Yield And Selenium And Cadmium Concentration Of Durum Wheat. Canadian Journal of Plant Science, 87(4): 703-708.

Grela, E.R., 1996. Nutrient Composition And Content Of Antinutrional Factors In Spelt (*T. Spelta* L) Cultivars. J. Sci. Food Agr. 71: 399-404.

Gupta, U.C., 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., Watkinson, J.H., 1985. Agricultural Significance Of Selenium. Outlook Agric. 14:183-189.

Gupta, U.C., MacRae, K.B. and Winter, K.A., 1988. Selenium Enrichment Of Crops Through Foliar Applications. Can. J. Soil Sci. 68: 519-526.

Gupta, U.C., Winter, K.A. and Sanderson, J.B., 1993. Selenium Content Of Barley As Influenced By Selenite And Selenate Enriched Fertilizers. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 1165-1170.

Gupta, U.C. and Gupta, S.C., 2000. Selenium In Soils And Crops, İts Deficiencies In Livestock And Humans: Implications For Management. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 31:1791-1807.

Hahn, M.H., Kuennen, R.W., Caruso, J.A. and Fricke, F.L., 1981. Determination Of Trace Amounts Of Selenium IIn Corn, Lettuce, Potatoes, Soybeans, And Wheat By Hydride Generation/Condensation And Flame Atomic Absorption Spectrometry. J Agric Food Chem 29: 792-796.

Haldimann, M., Dufosse, K., Zimmerli, B., 1996. Occurrence Of Selenium In Swiss Cereals. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, 87(3): 267-295.

Hawkesford, M.J. and Zhao, F.J., 2007. Strategies For Increasing The Selenium Content Of Wheat. Journal of Cereal Science, 46: 282-292.

Hıncal, F., 2007. Trace Elements In Growth: Iodine And Selenium Status Of Turkish Children. J. Trace Elem. Med. Biol. 21: 40-43.

Jackson, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. 183. New York.

Johnson T.M., Bullen T.D., and Zawislanki P.T., 2000. Selenium Stable Isotope Ratios As Indicators Of Sources And Cycling Of Selenium Results From The Northern Beach Of San Francisco Bay. Environmental Science and Technology. 34(11) : 2075-2079.

Jovanovic, I.B., Pesut, O., Mihailovic, M., Kosanovic, M., 1998. Selenium Content In Feedstuffs In Vojvodina, Serbia. Acta Veterinaria, 48(5-6); 339-343.

Kacar, 1997. Bitki Ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma Ve Geliştirme Vakfı Yay. No:3, Ankara.

Kishchak I.T., 1998. Supplementation Of Selenium In The Diets Of Domestic Animals. In: Environmental Chemistry Of Selenium. Frankenberger W.T. and Engberg R.A. (eds.) Marcel Dekker, Inc. New York, NY, pp. 143-144.

Korol, W., Mojek, E. and Grabowski, C., 1992. Selenium Content In Cereal Grain. Biuletyn Informacyjny Przemyslu Paszowego, 31(2); 37-44

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganez and Copper. Soil Sci. Soc. Amer. Jour. 43: 421-428

Lyons, G., Stangoulis, J.and Graham, R., 2003. High-Selenium Wheat: Biofortification For Better Health. Nutr. Res. Reviews (2003), 16, 45–60.

Lyons, G., Lewis, J., Lorimer, M.F., Holloway, R.E., Brace, D.M., Stangoulis, J.C.R., Graham, R., 2004a. High-Selenium Wheat: Agronomic Biofortification Strategies To İmprove Human Nutrition. J. Food Agric. Environ. 2(1): 171-178.

Lyons, G., Judson, G., Stangoulis, J., Graham, R., 2004b. Selenium Status Of Humans and Wheat In South Australia. J. Aust. Coll. Nutr. and Env. Med. 23:19 – 21.

Lyons G., Stangoulis J., Graham R., 2005a. Tolerance Of Wheat (*Triticum aestivum* L.) To High Soil And Solution Selenium Levels. Plant and Soil**,** 270: 179–188.

Lyons, G., Ortiz-Monasterio, I., Stangoulis, J. and Graham, R., 2005b. Selenium Concentration In Wheat Grain: Is There Sufficient Genotypic Variation To Use In Breeding? Plant and Soil, 269(1): 369-380.

Lyons, G.H., Judson, G.J., Ortiz-Monasterio, I, Genc, Y., Stangoulis, J.C., Graham, R.D., 2005c. Selenium In Australia: Selenium Status And Biofortification Of Wheat For Better Health. J. Trace Elem. Med. Biol. 19: 75-82.

Lyons, G. H., Genc, Y., Soole, K., Stangoulis, J. C. R., Liu, F., Graham, R. D., 2009. Selenium Increases Seed Production In Brassica, Plant Soil, 318,73-80.

MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK), 1997. Dietary Intake Of Selenium. Food Surveillance Info Sheet No 126.

Maksimovic, Z.J., Djujic, I., Jovic, V., Rsumovic, M., 1992. Selenium Deficiency In Yugoslavia. Biol. Trace Elem. Res., 33: 187-196.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition Of Higher Plants, Second Edition. Academic Press, London.

Mayland, H.F., James, L.F., Panter, K.E. and Sonderegger, J.L., 1989. Selenium In Seleniferious Environments. pp. 15-50. In L.W. Jacobs (ed.) Selenium Agriculture and the Environment, Spec. Publ. 23. Soil Science of America, Madison, Wl.

McNeal, J.M. and Balistrieri, L.S.,1989. Geochemistry And Occurence Of Selenium. pp. 1-13. In L.W. Jacobs (ed.) Selenium Agriculture and the Environment, Spec. Publ. 23. Soil Science of America, Madison, Wl.

Mikkelsen, R.L., Page, A.L. and Haghnia, G.H., 1988. Effect Of Salinity And Its Composition On The Accumulation Of Selenium By Alfalfa. Plant Soil, 107: 63-67

Mikkelsen, R.L., Page, A.L. and Bingham, F.T. 1989. Factors Affecting Selenium Accumulation By Agricultural Crops. pp. 65-94. In L.W. Jacobs (ed.) Selenium Agriculture and the Environment, Spec. Publ. 23. Soil Science of America, Madison, Wl

Mikkelsen, R.L. and. Wan, H.F., 1990. The effect of selenium on sulfur uptake by barley and rice. Plant and Soil, 121: 151-153.

NAS, 2000. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. "Dietary Reference Intakes, Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids", National Academy Press, Washington D.C.

Navarro-Alarcon, M ve Cabrera-Vique, C., 2008. Selenium In Food And The Human Body: A review. Science of The Total Environmet, 400(1-3): 115-141.

Nevo E (2001). Genetic Resources Of Wild Emmer, Triticum Dicoccoides, For Wheat Improvement In The Third Millennium. Israel Journal of Plant Science, 49, 77-91

Noble, R.M. and Barry, G.A., 1982. Surveys Of Selenium Concentrations In Wheat, Sorghum And Soybean Grains, Prepared Poultry Feeds And Feed Ingredients From Quesland. Old. J. Agr. Anim. Sci. 39: 1-8.

Pappa, E.C., Pappas, A.C., Surai, P.F., 2006. Selenium Content In Selected Foods from The Greek Market And Estimation Of The Daily İntake. Science of the Total Environment, 372(1): 100-108.

Pekcan, G., 1998. Türkiye'de Beslenme Durumu. 5. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Bildiri Özetleri. Sf: 51-53, 5-7 Kasım 1998, Ankara.

Pekcan, G. and Karaağaoğlu N., 2000. State of Nutrition in Turkey. Nutrition and Health, 14: 41-52.

Pekcan, G., 2006. Food And Nutrition Policies**:** What's Being Done In Turkey. Public Health Nutr. 9: 158-162.

Pezzarossa, B., Piccotino, D., Shennan, C. and Malorgio, F., 1999. Uptake And Distribution Of Selenium In Tomato Plants As Affected By Genotype And Sulphate Supply. J. Plant Nutr. 22: 1613-1635.

Popijac, V. and Prpıc-Majıc, D., 2002. Soil and wheat grain selenium content in the Vicinity of Koprivnica (Croatia). Arh High Rada Toksikol, 53(2): 125-133.

Quinche, J. P. 1994, Selenium Content Of Wheat Grown In Western Switzerland And Ticino. Revue Suisse d'Agriculture, 26(2): 109-113.

Rani, N., Dhillon, K.S., 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., 2000. The Importance Of Selenium To Human Health. Lancet, 356: 233-241.

Rayman, M., 2002. The Argument For Increasing Selenium İntake. Proceedings of the Nutrition Society, 61: 203-215.

Rosenfeld, I. and Beath, O.A., 1964. Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicity And Nutrition. Academic Press, New York.

Rotruck, J.T., Ganther, H.E., Swanson, A.B., Hafeman, D.G. and Hoekstra, W.G., 1973. Selenium: Biochemical Role As A Component Of Glutathione Peroxidase. Science 179 (73): 588-590.

Sager, M. and Hoesch, J., 2006. Selenium Uptake In Cereals Grown In Lower Austria. Journal of Central European Agriculture, 7: 71-78.

Schwarz, K. and Foltz, C.M., 1957. Selenium As An Intregral Part Of Factor 3 Against Dietary Necrotic Degeneration. J. Amer. Chem. Soc. 79: 3292-3295.

Seregina I.I., Nilovskaya, N.T. and Ostapenko, N.O., 2001. The Role Of Selenium In The Formation Of The Grain Yield In Spring Wheat. Agrokhimiya, 1: 44-50.

Shrift, A., 1973. Metobolism Of Selenium By Plants And Microorganisms. pp. 763-814. In D.L. Klayman and W.H.H. Gunther (ed.) Organic selenium compounds: Their Chemistry and biology. John Wiley and Sons, New York.

Singh, B.R., 1991. Selenium Content Of Wheat As Affected By Selenate And Selenite Contained In A Cl- Or SO_4- Based NPK Fertilizer. Fertilizer Research, 30: 1-7.

Smrkolj, P., Pograjc, L., Hlastan-Ribic, C., Stibilj, V., 2005. Selenium Content In Selected Slovenian Foodstuffs And Estimated Daily Intakes Of Selenium. Food Chemistry, 90: 691–697.

Snook, J.T., Palmquist, D.L., Moxon, A.L., Cantor, A.N. and Vivian, V.M. 1983. Selenium Status Of A Rural (Predominantly Amish) Community Living In A Low-Selenium Area. The American Journal of Clinical Nutrition, 38: 620-630.

Soltanpour, P.N. and Workman, S.M., 1980. Use of NH_4HCO_3-DTPA Soil Test To Assess The Availability And Toxicity Of Selenium To Alfalfa Plants. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 11: 1147–1156.

Stephen, R.C., Savile, D.J. and Watkinson, J.H., 1989. The Effects Of Sodium Selenate Applications On Growth And Selenium Concentration In Wheat. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 17(3): 229-237.

Steole, J.G., 1967. Soil Survey Inter Pretation and Its Use FAO. Soils Bulletin No:8.

Şimşek, A., Sarı, F. ve Artık, N., 2004. Selenyumun İnsan Beslenmesi Ve Sağlığı Açısından Önemi . Anadolu Üniv. Bilim ve Tek. Der. 5(2): 245-251.

Terry, N., Zayed, A.M., De Souza, M.P., Tarun, A.S., 2000. Selenium In Higher Plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51: 401-432.

Thomson, C.D., 2004. Assessment Of Requirements For Selenium And Adequacy Of Selenium Status: A Review. Eur. J. Clin. Nutr. 58 (3) : 391-402.

Tinggi, U., 2003. Essentiality and Toxicity of Selenium and Its Status in Australia: A Review. Toxicology Letters, 137: 103-110.

Tveitnes, S., Singh, B.R., Ruud, L., 1996. Selenium Concentration In Spring Wheat As Influenced By Basal Application And Top Dressing Of Selenium-Enriched Fertilizers**.** Fertilizer Research, 45: 163–167.

U.S. Salinity Lab. Staff., 1954. Diagnosis And Improvement Of Salina And Alkali

Ülgen, N. ve Yurtsever, N., 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak Su Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı, Yayın No:47, Ankara.

Wan, H.F., Mikkelsen, R.L and Page, L., 1988. Selenium Uptake By Some Agricultural Crops From Central California Soils. J. Environ. Qua. 17(2): 269-272.

Welch, R.M. and Graham, R.D., 2004. Breeding For Micronutrients In Staple Food Crops From A Human Nutrition Perspective. J. Exp. Bot. 55:353–364

Welch, R.M. and Graham R.D., 2005. Agriculture: The Real Nexus For Enhancing Bioavailable Micronutrients In Food Crops. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 18: 299-307.

Whanger, P.D., 2004. Selenium And Its Relationship To Cancer: An Update. Brit. J. Nutr. 91(1): 11-28.

White, P.J., Bowen, H.C., Parmaguru, P., Fritz, M., Spracklen, W.P., Spidy, R.E., Meachamn, 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.

White P.J. and Broadley, M.R., 2005. Biofortifying Crops With Essential Mineral Elements. Trends in Plant Science, 10: 586-593.

Wolnik, K.A., Fricke, F.L., Capar, G.L., Braude, M.W., Meyer, M.W., Satzger, R.D. and Kuennen. R.W., 1983. Elements In Major Raw Agricultural Crops In The United States. 2. Other Elements In Lettuce, Peanuts, Potatoes, Soybeans, Sweet Corn, And Wheat. J Agric Food Chem 31: 1244-1249.

Yang, G., Wang, S., Zhou, R., Sun, S., 1983. Endemic Selenium Intoxication Of Humans In China. Am. J. Clin. Nutr. 37: 872-881.

Yang, F., Chen, L., Hu, Q. and Pan, G., 2003. Effect Of The Application Of Selenium On Selenium Content Of Soybean And Its Products. Biological Trace Element Research, 93: 249-256.

Ylaranta, T., 1983. Effect Of Applied Selenite And Selenate On The Selenium Content Of Barley (*Hordeum Vulgare*). Ann. Agric. Fenn. 22: 161-174.

Zayed, A., Lytle, C.M. and Terry, N., 1998. Accumulation And Volatilization Of Different Chemical Species Of Selenium By Plants. Planta, 206: 284-292.

Zhang, Y, Pan, G., Chen, J. and Hu, Q., 2003. Uptake Transport Of Selenite And Selenate By Soybean Seedling Of Two Genotypes. Plant and Soil, 253: 473-443.

Zhao, F.J., Lopez-Bellido, F.J., Gray, C.W., Whalley, W.R., Clark, L.J. and McGrath, S.P., 2007. Effects Of Soil Compaction And Irrigation On The Concentrations Of Selenium And Arsenic In Wheat Grains. Sci. Total Environ. 372: 433-439.

8.EKLER

Ek Çizelge 1. Tarama amaçlı toplanan toprak ve buğday tanesi örneklerinin alındığı noktaların koordinatları

Örnek no	Lokasyon	Büyük Toprak Grupları	Koordinatlar
1	Ortakonak-Konya	Alüvyal Toprak	037° 58′ 693″ N - 032° 42′ 620″ E
2	Acıdort-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 00′ 189″ N - 032° 46′ 885″ E
3	Karadona-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 01′ 644″ N - 033° 04′ 848″ E
4	Beşağıl-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 51′ 887″ N - 033° 13′ 175″ E
5	İsmil-Konya	Alüvyal Toprak	037° 44′ 236″ N - 033° 04′ 282″ E
6	İsmil-Konya	Alüvyal Toprak	037° 45′ 287″ N - 033° 00′ 162″ E
7	Göçü- Konya	Kahverengi Orman Toprakları	037° 52′ 457″ N - 032° 55′ 973″ E
8	Sakyatan-Konya	Alüvyal Toprak	037° 51′ 206″ N - 032° 41′ 657″ E
9	Kaşınhanı-Konya	Alüvyal Toprak	037° 41′ 421″ N - 032° 36′ 358″ E
10	Boruktolu-Konya	Alüvyal Toprak	037° 42′ 541″ N - 032° 32′ 326″ E
11	Çomaklı-Konya	Alüvyal Toprak	037° 42′ 738″ N - 032° 30′ 707″ E
12	Yenibahçe-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 44′ 140″ N - 032° 27′ 902″ E
13	Eğribayat-Konya	Alüvyal Toprak	038° 07′ 196″ N - 032° 44′ 033″ E
14	Yazıbelen-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 10′ 544″ N - 032° 44′ 375″ E
15	Altınekin-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 18′ 884″ N - 032° 46′ 538″ E
16	Altınekin-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 18′ 043″ N - 032° 51′ 671″ E
17	Altınekin-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 19′ 319″ N - 032° 52′ 520″ E
18	Altınekin-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 18′ 713″ N - 032° 50′ 533″ E
19	Yeniyayla-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 20′ 426″ N - 032° 45′ 881″ E
20	Yeniyayla-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 20′ 394″ N - 032° 46′ 074″ E
21	Akıncılar-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 25′ 764″ N - 032° 49′ 846″ E
22	Cihanbeyli-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 37′ 393″ N - 032° 55′ 260″ E
23	Cihanbeyli-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 41′ 483″ N - 032° 55′ 291″ E
24	Cihanbeyli-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 44′ 712″ N - 032° 55′ 194″ E
25	Yeniceoba-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 51′ 078″ N - 032° 49′ 893″ E
26	Kulu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 59′ 018″ N - 033° 01′ 023″ E
27	Kulu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	039° 02′ 425″ N - 033° 07′ 298″ E
28	Kulu-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 57′ 625″ N - 033° 11′ 848″ E
29	Kulu-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 57′ 030″ N - 033° 04′ 762″ E
30	Kulu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 58′ 668″ N - 033° 01′ 295″ E
31	Kulu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 55′ 924″ N - 032° 59′ 237″ E
32	Kulu-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 48′ 727″ N - 032° 56′ 430″ E
33	Selçuklu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 05′ 932″ N - 032° 29′ 991″ E
34	Selçuklu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 08′ 778″ N - 032° 30′ 481″ E
35	Selçuklu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 10′ 602″ N - 032° 29′ 328″ E
36	Sarayönü-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 11′ 858″ N - 032° 26′ 041″ E
37	Sarayönü-Konya	Alüvyal Toprak	038° 12′ 872″ N - 032° 23′ 307″ E
38	Sarayönü-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 14′ 726″ N - 032° 24′ 515″ E

Ek Çizelge 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Büyük Toprak Grupları	Koordinatlar
39	Sarayönü-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 18′ 246″ N - 032° 22′ 382″ E
40	Sarayönü-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 23′ 232″ N - 032° 20′ 574″ E
41	Sarayönü-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 29′ 052″ N - 032° 19′ 754″ E
42	Kadınhanı-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 30′ 166″ N - 032° 18′ 761″ E
43	Kadınhanı-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 30′ 596″ N - 032° 15′ 619″ E
44	Kadınhanı-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 23′ 694″ N - 032° 14′ 290″ E
45	Kadınhanı-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 19′ 827″ N - 032° 12′ 261″ E
46	Kadınhanı-Konya	Alüvyal Toprak	038° 25′ 415″ N - 032° 09′ 126″ E
47	Kadınhanı-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 29′ 240″ N - 032° 07′ 831″ E
48	Kadınhanı-Konya	Alüvyal Toprak	038° 26′ 254″ N - 032° 09′ 522″ E
49	Kadınhanı-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 15′ 532″ N - 032° 12′ 101″ E
50	Kadınhanı-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 11′ 515″ N - 032° 10′ 699″ E
51	Kadınhanı-Konya	Alüvyal Toprak	037° 43′ 569″ N - 033° 12′ 644″ E
52	Karapınar-Konya	Sierozemler	037° 42′ 734″ N - 033° 17′ 650″ E
53	Karapınar-Konya	Alüvyal Toprak	037° 40′ 807″ N - 033° 23′ 162″ E
54	Karapınar-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 34′ 343″ N - 033° 17′ 787″ E
55	Karapınar-Konya	Sierozemler	037° 42′ 962″ N - 033° 27′ 211″ E
56	Karapınar-Konya	Alüvyal Toprak	037° 42′ 143″ N - 033° 40′ 313″ E
57	Ereğli-Konya	Alüvyal Toprak	037° 38′ 329″ N - 033° 47′ 390″ E
58	Ereğli-Konya	Alüvyal Toprak	037° 35′ 685″ N - 033° 55′ 012″ E
59	Ereğli-Konya	Alüvyal Toprak	037° 33′ 546″ N - 033° 58′ 644″ E
60	Ereğli-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 27′ 856″ N - 034° 04′ 900″ E
61	Ereğli-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 28′ 470″ N - 034° 06′ 034″ E
62	Ereğli-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 34′ 547″ N - 034° 08′ 365″ E
63	Ereğli-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 36′ 106″ N - 034° 11′ 883″ E
64	Ereğli-Konya	Alüvyal Toprak	037° 36′ 019″ N - 034° 11′ 107″ E
65	Ereğli-Konya	Alüvyal Toprak	037° 32′ 299″ N - 034° 05′ 204″ E
66	Çumra-Konya	Alüvyal Toprak	037° 39′ 472″ N - 032° 39′ 181″ E
67	Çumra-Konya	Alüvyal Toprak	037° 39′ 252″ N - 032° 40′ 426″ E
68	Çumra-Konya	Alüvyal Toprak	037° 38′ 804″ N - 032° 41′ 085″ E
69	Çumra-Konya	Regosoller	037° 36′ 167″ N - 032° 44′ 698″ E
70	Çumra-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 32′ 388″ N - 032° 49′ 717″ E
71	Çumra-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 27′ 391″ N - 032° 55′ 386″E
72	Çumra-Konya	Kahverengi Topraklar	037° 25′ 819″ N - 032° 53′ 668″ E
73	Çumra-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	037° 21′ 790″ N - 032° 49′ 118″ E
74	Güneysınır-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 17′ 425″ N - 032° 43′ 072″ E
75	Güneysınır-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 16′ 609″ N - 032° 42′ 496″ E
76	Çumra-Konya	Alüvyal Toprak	037° 29′ 627″ N - 032° 43′ 534″ E

Ek Çizelge 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Büyük Toprak Grupları	Koordinatlar
77	Çumra-Konya	Alüvyal Toprak	037° 33′ 787″ N - 032° 39′ 279″ E
78	Süleymaniye-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	037° 28′ 764″ N - 032° 31′ 645″ E
79	Akören-Konya	Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar	037° 27′ 415″ N - 032° 23′ 197″ E
80	Akören-Konya	Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar	037° 27′ 742″ N - 032° 22′ 461″ E
81	Hatunsaray-Konya	Alüvyal Toprak	037° 35′ 702″ N - 032° 20′ 952″ E
82	Ilgın-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	037° 16′ 738″ N - 032° 04′ 303″ E
83	Ilgın-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 13′ 807″ N - 032° 03′ 806″ E
84	Ilgın-Konya	Alüvyal Toprak	038° 17′ 480″ N - 031° 59′ 709″ E
85	Ilgın-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 17′ 899″ N - 031° 59′ 338″ E
86	Ilgın-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 19′ 110″ N - 031° 51′ 775″ E
87	Ilgın-Konya	Alüvyal Toprak	038° 22′ 906″ N - 031° 50′ 831″ E
88	Ilgın-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 27′ 981″ N - 031° 50′ 714″ E
89	Ilgın-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 27′ 224″ N - 031° 51′ 330″ E
90	Ilgın-Konya	Kolüvyal Topraklar	038° 26′ 396″ N - 031° 50′ 800″ E
91	Ilgın-Konya	Alüvyal Toprak	038° 24′ 329″ N - 031° 50′ 329″ E
92	Tuzlukçu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 24′ 595″ N - 031° 47′ 051″ E
93	Tuzlukçu-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 26′ 445″ N - 031° 43′ 557″ E
94	Tuzlukçu-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 27′ 047″ N - 031° 39′ 448″ E
95	Tuzlukçu-Konya	Regosoller	038° 30′ 331″ N - 031° 35′ 656″ E
96	Akşehir-Konya	Alüvyal Toprak	038° 23′ 280″ N - 031° 26′ 748″ E
97	Akşehir-Konya	Alüvyal Toprak	038° 26′ 053″ N - 031° 29′ 805″ E
98	Akşehir-Konya	Alüvyal Toprak	038° 33′ 104″ N - 031° 35′ 762″ E
99	Yunak-Konya	Regosoller	038° 44′ 456″ N - 031° 42′ 290″ E
100	Yunak-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 51′ 606″ N - 031° 23′ 190″ E
101	Yunak-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 53′ 060″ N - 031° 57′ 718″ E
102	Yunak-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 53′ 815″ N - 031° 58′ 295″ E
103	Yunak-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 54′ 876″ N - 031° 57′ 743″ E
104	Yunak-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 54′ 920″ N - 032° 03′ 612″ E
105	Yunak-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	038° 53′ 430″ N - 032° 05′ 357″ E
106	Kadınhanı-Konya	Kahverengi Topraklar	038° 49′ 751″ N - 032° 06′ 837″ E
107	Beyşehir-Konya	Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar	037° 52′ 841″ N - 032° 06′ 267″ E
108	Beyşehir-Konya	Alüvyal Toprak	037° 54′ 211″ N - 031° 54′ 836″ E
109	Beyşehir-Konya	Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar	037° 52′ 884″ N - 031° 52′ 483″ E
110	Beyşehir-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	037° 53′ 867″ N - 031° 46′ 940″ E
111	Hüyük-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	037° 55′ 285″ N - 031° 37′ 497″ E
112	Hüyük-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 56′ 630″ N - 031° 37′ 075″ E
113	Hüyük-Konya	Alüvyal Toprak	037° 53′ 845″ N - 031° 35′ 959″ E
114	Beyşehir-Konya	Alüvyal Toprak	037° 50′ 788″ N - 031° 36′ 959″ E

Ek Çizelge 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Büyük Toprak Grupları	Koordinatlar
115	Beyşehir-Konya	Alüvyal Toprak	037° 42′ 218″ N - 031° 42′ 850″ E
116	Beyşehir-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 39′ 133″ N - 031° 40′ 919″ E
117	Beyşehir-Konya	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	037° 40′ 404″ N - 031° 44′ 882″ E
118	Beyşehir-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 35′ 102″ N - 031° 48′ 293″ E
119	Seydişehir-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 30′ 504″ N - 031° 48′ 918″ E
120	Seydişehir-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 27′ 840″ N - 031° 49′ 883″ E
121	Seydişehir-Konya	Alüvyal Toprak	037° 28′ 284″ N - 031° 92′ 164″ E
122	Seydişehir-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 33′ 368″ N - 031° 52′ 912″ E
123	Seydişehir-Konya	Kolüvyal Topraklar	037° 37′ 025″ N - 031° 55′ 530″ E
124	Altınhisar-Niğde	Kolüvyal Topraklar	037° 55′ 686″ N - 034° 26′ 996″ E
125	Altınhisar-Niğde	Alüvyal Toprak	037° 57′ 040″ N - 034° 23′ 384″ E
126	Altınhisar-Niğde	Alüvyal Toprak	037° 56′ 442″ N - 034° 23′ 022″ E
127	Altınhisar-Niğde	Kolüvyal Topraklar	037° 56′ 719″ N - 034° 20′ 996″ E
128	Altınhisar-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 00′ 870″ N - 034° 18′ 872″ E
129	Altınhisar-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 01′ 003″ N - 034° 18′ 331″ E
130	Altınhisar-Niğde	Regosoller	038° 04′ 790″ N - 034° 24′ 958″ E
131	Melendiz-Niğde	Kireçsiz Kahverengi Topraklar	038° 08′ 661″ N - 034° 27′ 643″ E
132	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 09′ 031″ N - 034° 27′965 ″E
133	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 09′ 733″ N - 034° 28′ 559″ E
134	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 11′ 060″ N - 034° 26′ 394″ E
135	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 11′ 421″ N - 034° 25′ 806″ E
136	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 12′ 315″ N - 034° 24′ 783″ E
137	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 12′ 450″ N - 034° 23′ 782″ E
138	Melendiz-Niğde	Regosoller	038° 11′ 709″ N - 034° 22′ 330″ E
139	Melendiz-Niğde	Alüvyal Toprak	038° 12′ 317″ N - 034° 25′ 822″ E
140	Melendiz-Niğde	Alüvyal Toprak	038° 12′ 553″ N - 034° 27′ 569″ E
141	Melendiz-Niğde	Alüvyal Toprak	038° 11′ 285″ N - 034° 30′ 504″ E
142	Melendiz-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 12′ 488″ N - 034° 31′ 293″ E
143	Misli-Niğde	Regosoller	038° 15′ 543″ N - 034° 36′ 770″ E
144	Misli-Niğde	Regosoller	038° 14′ 576″ N - 034° 40′ 083″ E
145	Misli-Niğde	Regosoller	038° 14′ 457″ N - 034° 42′ 003″ E
146	Misli-Niğde	Regosoller	038° 13′ 941″ N - 034° 42′ 442″ E
147	Misli-Niğde	Regosoller	038° 12′ 272″ N - 034° 48′ 719″ E
148	Misli-Niğde	Regosoller	038° 10′ 925″ N - 034° 50′ 105″ E
149	Misli-Niğde	Kahverengi Topraklar	038° 10′ 242″ N - 034° 56′ 205″ E
150	Misli-Niğde	Regosoller	038° 10′ 811″ N - 034° 57′ 238″ E
151	Misli-Niğde	Kahverengi Topraklar	038° 11′ 466″ N - 034° 58′ 748″ E
152	Misli-Niğde	Kahverengi Topraklar	038° 07′ 985″ N - 034° 52′ 975″ E

Ek Çizelge 1'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Büyük Toprak Grupları	Koordinatlar
153	Misli-Niğde	Kolüvyal Topraklar	038° 05′ 524″ N - 034° 49′ 530″ E
154	Misli-Niğde	Kahverengi Topraklar	038° 02′ 244″ N - 034° 44′ 559″ E
155	Kaymaklı-Nevşehir	Regosoller	038° 29′ 986″ N - 034° 45′ 271″ E
156	Kaymaklı-Nevşehir	Regosoller	038° 28′ 970″ N - 034° 45′ 393″ E
157	Kaymaklı-Nevşehir	Regosoller	038° 27′ 109″ N - 034° 43′ 967″ E
158	Kaymaklı-Nevşehir	Regosoller	038° 26′ 778″ N - 034° 45′ 346″ E
159	Kaymaklı-Nevşehir	Regosoller	038° 28′ 363″ N - 034° 46′ 178″ E
160	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 24′ 534″ N - 034° 44′ 291″ E
161	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 23′ 919″ N - 034° 40′ 707″ E
162	Derinkuyu-Nevşehir	Regosoller	038° 24′ 311″ N - 034° 39′ 802″ E
163	Derinkuyu-Nevşehir	Regosoller	038° 24′ 783″ N - 034° 37′ 894″ E
164	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 23′ 826″ N - 034° 39′ 659″ E
165	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 22′ 964″ N - 034° 39′ 223″ E
166	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 21′ 390″ N - 034° 36′ 962″ E
167	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 21′ 845″ N - 034° 34′ 469″ E
168	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 21′ 324″ N - 034° 37′ 902″ E
169	Derinkuyu-Nevşehir	Alüvyal Toprak	038° 22′ 198″ N - 034° 41′ 762″ E
170	Derinkuyu-Nevşehir	Regosoller	038° 24′ 597″ N - 034° 48′ 006″ E
171	Derinkuyu-Nevşehir	Regosoller	038° 24′ 910″ N - 034° 49′ 825″ E
172	Kaymaklı-Nevşehir	Regosoller	038° 26′ 361″ N - 034° 44′ 604″ E
173	Acıgöl-Nevşehir	Regosoller	038° 33′ 120″ N - 034° 32′ 038″ E

Ek Çizelge 2. Konya İli buğday ekili arazilerinden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					me $100g^{-1}$				mg kg^{-1}					
1	Ortakonak-Konya	8.1	150	69.3	1.52	58	19	22	12.5	1.04	1.09	0.06	6.9	13.1	5.1	0.68	1.45	8.8
2	Acıdort-Konya	8.2	554	74.2	1.69	28	19	52	11.6	0.87	1.25	0.97	7.9	125.1	4.2	0.62	1.04	5.9
3	Karadona-Konya	7.7	132	16.3	1.82	42	31	26	20.8	1.22	1.18	0.08	6.6	7.2	3.2	0.40	1.61	16.2
4	Beşağıl-Konya	8.0	93	36.4	1.17	26	23	50	14.4	0.45	0.61	0.04	22.3	5.9	1.7	0.53	0.81	10.4
5	İsmil-Konya	8.2	340	33.6	1.15	48	23	28	15.9	1.34	1.33	0.71	10.6	56.7	4.0	0.81	1.30	12.4
6	İsmil-Konya	8.6	275	43.9	1.71	52	27	20	14.1	1.10	1.42	1.24	4.8	45.5	2.5	0.38	1.16	8.2
7	Göçü- Konya	7.9	107	51.1	0.70	30	17	52	13.0	0.79	0.66	0.03	3.4	40.3	4.2	0.63	0.84	9.7
8	Sakyatan-Konya	8.3	649	82.3	2.33	52	13	34	12.1	0.92	1.29	1.35	71.1	27.3	5.1	3.50	1.63	5.0
9	Kaşınhanı-Konya	8.3	292	61.2	3.51	54	17	28	11.7	0.71	1.45	0.44	22.8	22.7	3.8	0.38	0.43	5.0
10	Boruktolu-Konya	7.8	167	19.2	1.86	42	19	38	16.9	2.21	1.41	0.20	7.9	13.7	1.6	0.54	1.58	12.3
11	Çomaklı-Konya	7.8	277	11.5	1.28	40	17	42	16.6	1.13	1.54	0.42	9.1	5.6	1.7	0.90	1.53	11.5
12	Yenibahçe-Konya	8.1	95	43.5	1.59	36	19	44	15.5	0.29	0.94	0.04	1.4	15.1	1.9	0.18	0.55	8.6
13	Eğribayat-Konya	7.9	99	66.5	1.52	32	21	46	15.5	0.54	0.58	0.02	5.0	20.2	3.3	0.16	1.03	13.2
14	Yazıbelen-Konya	8.0	174	51.2	2.30	36	23	40	15.9	1.32	1.11	0.18	13.7	16.8	1.2	0.27	0.90	8.4
15	Altınekin-Konya	8.2	178	78.8	1.64	19	13	67	12.1	0.48	1.07	0.13	16.9	12.3	1.4	1.25	0.42	5.1
16	Altınekin-Konya	8.0	124	31.2	1.21	20	13	66	9.9	0.46	0.41	0.03	10.9	8.6	1.2	0.35	0.61	7.5
17	Altınekin-Konya	8.0	235	30.6	2.65	50	27	22	17.1	0.88	1.46	0.62	19.6	6.3	1.5	1.89	1.29	7.9
18	Altınekin-Konya	8.3	146	29.6	1.28	28	21	50	13.1	1.32	1.31	0.13	15.2	2.9	1.2	1.07	0.77	9.9
19	Yeniyayla-Konya	8.2	173	52.3	1.76	25	15	61	16.8	1.74	2.76	0.44	11.5	16.7	0.7	0.65	0.58	1.9
20	Yeniyayla-Konya	8.1	169	41.7	1.54	39	19	43	14.4	1.33	1.46	0.21	4.2	11.3	1.2	0.38	1.52	7.2
21	Akıncılar-Konya	7.9	161	67.1	1.81	29	19	53	13.0	0.94	1.08	0.09	18.8	7.0	2.2	0.31	0.47	11.7
22	Cihanbeyli-Konya	8.0	283	36.3	2.07	31	17	53	14.3	1.28	1.44	0.28	7.2	11.6	1.1	0.45	0.44	4.9
23	Cihanbeyli-Konya	7.8	124	10.3	1.18	33	19	49	18.0	1.25	1.45	0.07	9.7	15.3	0.6	0.15	0.50	3.0
24	Cihanbeyli-Konya	8.4	586	15.0	1.49	33	17	49	14.6	1.05	1.33	0.02	5.8	3.8	1.5	0.46	0.81	11.1
25	Yeniceoba-Konya	8.2	574	11.2	1.31	51	21	29	16.6	1.32	1.60	0.02	0.2	59.1	0.3	0.25	0.87	1.2
26	Kulu-Konya	8.0	93	4.4	0.83	17	9	75	21.6	0.31	0.53	0.06	3.5	7.1	2.6	0.22	0.43	4.1
27	Kulu-Konya	8.2	148	17.9	1.27	33	27	41	15.1	1.06	1.22	0.45	16.0	18.1	2.2	0.61	0.98	9.7
28	Kulu-Konya	8.5	136	17.8	0.63	21	13	67	12.3	0.54	1.07	0.44	2.8	15.6	2.2	0.24	0.68	7.9
29	Kulu-Konya	8.0	83	17.0	0.83	19	17	65	17.6	0.26	0.83	0.04	6.7	3.3	2.6	0.11	0.70	5.4
30	Kulu-Konya	8.1	103	4.8	0.65	19	17	65	24.7	0.58	1.41	0.22	0.2	3.8	1.1	0.18	0.43	1.4
31	Kulu-Konya	8.0	90	14.3	1.10	25	15	61	12.8	0.45	0.74	0.07	4.5	4.1	2.2	0.14	0.85	10.2

Ek Çizelge 2'nin devamı

örnek	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					$me\ 100g^{-1}$				$mg\ kg^{-1}$					
32	Kulu-Konya	7.4	125	3.1	1.44	31	29	41	17.3	1.50	1.27	0.15	13.4	4.5	2.3	0.41	1.27	14.5
33	Selçuklu-Konya	8.0	111	59.1	1.87	29	19	53	15.1	0.28	0.65	0.03	10.6	6.4	4.6	0.42	0.77	11.1
34	Selçuklu-Konya	7.8	69	3.3	0.98	25	29	47	7.0	0.24	0.27	0.03	12.2	3.0	6.5	0.16	0.54	13.3
35	Selçuklu-Konya	8.0	108	53.5	1.79	29	25	47	16.4	0.27	0.33	0.03	3.0	6.8	4.4	0.73	2.12	19.3
36	Sarayönü-Konya	7.5	142	13.1	2.46	31	34	35	15.0	1.29	0.46	0.03	22.8	5.7	4.5	0.73	2.16	19.7
37	Sarayönü-Konya	7.6	122	4.7	1.72	23	42	35	14.1	0.25	0.51	0.04	1.0	4.3	9.8	0.32	1.72	22.9
38	Sarayönü-Konya	7.7	143	26.2	1.43	35	34	31	17.9	0.70	1.21	0.05	3.8	5.2	2.7	0.21	1.49	7.7
39	Sarayönü-Konya	7.7	121	6.6	2.68	31	42	27	17.5	0.68	1.32	0.05	4.5	7.1	7.1	0.49	1.86	17.2
40	Sarayönü-Konya	8.0	112	6.0	1.57	25	14	61	23.2	0.92	0.96	0.03	2.8	6.4	0.7	0.14	1.00	5.6
41	Sarayönü-Konya	7.8	114	19.4	3.72	31	34	35	22.3	0.91	1.56	0.09	40.7	7.6	13.6	0.93	2.78	7.4
42	Kadınhanı-Konya	8.0	84	15.8	1.07	19	30	51	14.7	0.65	0.78	0.03	10.3	3.8	1.5	0.14	0.76	8.0
43	Kadınhanı-Konya	8.0	131	12.1	1.47	27	32	41	21.9	0.88	1.36	0.21	2.7	15.3	3.1	0.15	0.79	6.9
44	Kadınhanı-Konya	7.6	165	19.1	3.45	25	30	45	23.1	0.92	0.82	0.04	14.4	6.1	1.1	0.79	0.95	6.4
45	Kadınhanı-Konya	7.8	125	15.1	2.30	35	28	37	22.3	1.00	1.19	0.26	15.7	5.7	2.1	0.23	0.83	9.41
46	Kadınhanı-Konya	8.1	153	27.4	1.86	21	18	61	12.8	0.38	1.39	0.12	7.5	14.8	7.6	0.25	1.08	12.6
47	Kadınhanı-Konya	7.7	129	45.2	2.34	31	22	47	17.8	0.75	0.62	0.04	32.9	8.2	0.8	0.22	0.70	6.5
48	Kadınhanı-Konya	7.7	142	31.0	2.06	27	24	49	16.2	0.91	1.29	0.08	9.1	6.6	4.0	0.35	1.18	14.4
49	Kadınhanı-Konya	7.4	181	30.8	3.20	27	30	43	19.6	1.19	1.05	0.08	78.1	22.5	4.2	1.89	1.39	16.8
50	Kadınhanı-Konya	7.7	114	4.2	2.16	35	44	21	18.6	0.86	0.98	0.07	16.2	5.8	5.7	0.47	1.52	15.2
51	Kadınhanı-Konya	7.5	193	13.0	1.28	31	28	41	13.1	1.25	1.62	0.18	8.4	41.7	1.5	0.18	1.06	8.2
52	Karapınar-Konya	8.3	265	42.3	1.61	37	30	33	14.4	1.73	1.57	0.55	12.9	88.4	1.3	0.44	1.06	7.6
53	Karapınar-Konya	7.9	157	51.1	1.81	35	32	33	15.2	1.41	1.50	0.16	2.2	20.9	2.2	0.25	1.08	6.7
54	Karapınar-Konya	7.8	178	26.4	2.40	52	20	28	17.6	1.85	1.52	0.13	10.4	21.0	1.7	1.33	1.40	10.2
55	Karapınar-Konya	7.7	157	54.8	1.45	30	18	52	10.8	0.40	0.87	0.05	8.8	13.5	3.3	1.61	1.13	12.9
56	Karapınar-Konya	8.2	106	7.6	0.73	18	10	72	10.1	0.89	0.39	0.06	5.8	7.6	4.1	0.22	0.90	2.8
57	Ereğli-Konya	8.4	177	42.3	1.02	32	16	52	13.2	0.95	1.30	0.51	5.0	27.3	2.3	0.32	0.79	5.3
58	Ereğli-Konya	8.1	688	40.6	5.88	46	24	30	16.6	1.33	1.69	0.02	8.5	118.9	5.0	0.30	0.78	6.1
59	Ereğli-Konya	8.2	226	38.7	5.13	36	30	34	12.8	0.90	1.79	0.16	17.7	24.7	3.5	2.83	1.77	2.7
60	Ereğli-Konya	8.0	150	33.8	1.32	38	34	28	17.1	0.75	1.30	0.06	2.2	7.5	1.7	0.14	0.99	3.5
61	Ereğli-Konya	7.7	209	43.5	2.21	32	14	54	13.4	0.44	1.15	0.05	34.7	16.4	1.8	1.13	0.72	4.1
62	Ereğli-Konya	7.3	422	43.1	1.95	34	16	50	15.0	0.63	0.97	0.22	47.2	163.0	3.5	0.96	0.76	13.1
63	Ereğli-Konya	7.8	230	23.3	1.78	38	20	42	15.5	0.89	1.25	0.45	6.5	58.3	3.0	0.72	0.96	11.7

Ek Çizelge 2'nin devamı

örnek	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					$me\ 100g^{-1}$				$mg\ kg^{-1}$					
64	Ereğli-Konya	7.7	322	24.9	1.24	50	22	28	18.7	0.86	1.49	0.20	3.5	22.3	3.9	0.27	1.33	9.5
65	Ereğli-Konya	8.0	100	38.9	2.02	34	12	54	14.4	0.51	1.12	0.04	9.5	8.5	6.7	0.81	0.97	11.0
66	Çumra-Konya	8.5	190	59.5	2.01	66	16	18	12.5	1.82	1.60	0.24	27.7	28.5	2.2	1.09	0.59	6.2
67	Çumra-Konya	8.3	94	42.4	1.34	20	6	74	12.5	0.65	1.15	0.09	7.9	6.4	2.8	0.74	0.60	8.2
68	Çumra-Konya	8.1	147	17.8	1.18	52	14	34	17.5	2.01	1.70	0.39	2.2	12.4	0.9	0.77	1.30	5.2
69	Çumra-Konya	8.3	136	10.5	1.19	40	22	38	15.3	2.59	1.54	0.24	15.3	10.1	1.1	0.58	1.20	6.7
70	Çumra-Konya	8.0	136	17.0	1.95	38	26	36	16.9	1.13	1.41	0.12	4.0	8.9	0.8	0.18	0.76	7.3
71	Çumra-Konya	7.6	475	38.1	2.37	34	30	36	16.3	1.08	1.37	0.51	33.2	76.9	1.6	0.48	0.84	14.1
72	Çumra-Konya	7.8	148	25.0	1.50	31	25	43	11.4	0.39	0.87	0.04	4.0	9.0	2.6	0.28	1.05	12.2
73	Çumra-Konya	7.8	153	2.4	1.70	35	27	37	20.7	0.89	1.53	0.06	1.4	7.9	1.0	0.21	0.90	6.3
74	Güneysınır-Konya	7.6	104	3.8	1.81	33	27	39	18.5	1.28	0.71	0.04	17.8	7.6	4.8	0.37	1.91	24.0
75	Güneysınır-Konya	7.7	91	6.1	1.28	33	19	47	21.1	0.87	0.85	0.04	11.4	2.9	4.9	0.25	1.61	15.0
76	Çumra-Konya	8.2	100	35.1	1.45	29	19	51	14.8	0.56	1.17	0.08	13.8	7.3	1.1	0.53	0.63	6.2
77	Çumra-Konya	8.0	163	7.4	1.40	27	26	47	19.2	1.94	2.65	0.91	2.4	8.2	0.8	0.56	0.58	2.0
78	Süleymaniye-Konya	8.0	118	14.2	1.70	31	38	31	22.9	2.09	1.44	0.12	8.8	4.7	3.0	0.69	1.51	10.8
79	Akören-Konya	7.6	118	2.3	1.86	47	20	33	24.2	1.69	0.90	0.05	14.4	4.2	2.9	0.42	1.10	8.8
80	Akören-Konya	7.9	115	8.3	1.47	33	22	45	22.0	1.36	0.66	0.03	8.1	3.5	0.8	0.21	0.74	3.2
81	Hatunsaray-Konya	8.2	150	19.2	2.09	25	24	51	11.3	1.19	1.04	0.09	45.7	9.7	1.3	0.97	1.00	5.6
82	Ilgın-Konya	7.8	125	27.6	2.38	37	24	39	19.9	1.17	0.72	0.03	5.5	6.9	1.2	0.18	0.85	4.7
83	Ilgın-Konya	8.0	98	34.4	1.69	41	26	33	21.0	0.72	0.68	0.04	6.3	4.4	2.3	0.18	1.11	4.8
84	Ilgın-Konya	8.0	145	29.1	2.61	49	30	21	14.5	0.99	1.46	0.10	27.1	12.5	3.5	0.30	1.05	5.1
85	Ilgın-Konya	8.1	118	12.6	1.39	37	34	29	16.1	1.04	1.15	0.43	1.9	9.4	1.6	0.17	1.13	6.1
86	Ilgın-Konya	7.7	89	6.0	1.75	17	26	57	4.7	0.10	0.15	0.03	13.1	3.7	4.1	1.31	0.46	10.9
87	Ilgın-Konya	8.0	139	45.9	2.75	31	26	43	15.3	1.16	1.11	0.09	6.1	10.3	2.2	0.63	0.65	7.5
88	Ilgın-Konya	7.8	128	27.1	1.64	45	24	31	18.4	0.52	1.44	0.12	5.6	6.7	2.0	0.23	0.59	6.5
89	Ilgın-Konya	8.0	281	30.5	2.36	39	28	33	14.4	0.64	1.64	0.65	7.5	70.3	2.4	0.30	1.01	8.6
90	Ilgın-Konya	7.9	1551	10.7	2.50	27	32	41	14.0	0.78	0.93	0.16	5.2	25.4	4.8	1.01	0.52	13.5
91	Ilgın-Konya	8.1	105	10.6	2.08	38	41	20	15.4	0.63	1.38	0.11	6.7	15.0	3.2	0.52	0.99	10.0
92	Tuzlukçu-Konya	7.8	122	39.5	1.79	22	25	52	17.3	0.58	0.80	0.04	11.2	4.5	1.0	0.53	0.83	4.6
93	Tuzlukçu-Konya	7.9	322	32.5	1.18	38	27	34	20.8	0.87	0.96	0.08	15.2	5.6	0.6	0.13	0.74	3.4
94	Tuzlukçu-Konya	8.2	144	14.2	1.22	24	18	57	18.4	1.66	2.75	0.69	0.2	7.6	0.9	0.25	0.76	1.9
95	Tuzlukçu-Konya	8.2	91	23.5	0.23	16	5	78	11.3	0.61	0.28	0.04	6.9	5.1	4.3	0.34	0.39	10.5

Ek Çizelge 2'nin devamı

örnek	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					me $100g^{-1}$				mg kg^{-1}					
96	Akşehir-Konya	8.2	103	17.9	1.47	38	33	28	10.2	0.09	0.83	0.05	23.9	9.8	5.5	0.37	1.78	6.6
97	Akşehir-Konya	8.4	153	28.2	2.37	30	21	48	11.0	0.94	1.10	0.05	35.4	10.2	2.9	0.31	0.45	9.0
98	Akşehir-Konya	8.0	109	16.9	1.60	30	35	34	16.0	1.15	0.93	0.04	10.8	5.3	6.1	0.27	1.96	19.0
99	Yunak-Konya	7.9	123	26.6	1.78	32	32	35	23.6	1.72	1.16	0.04	9.5	10.8	2.6	0.67	1.21	9.8
100	Yunak-Konya	8.0	105	65.2	1.69	30	27	42	18.7	0.49	0.73	0.06	8.8	9.3	1.4	0.29	0.88	8.9
101	Yunak-Konya	7.8	207	33.4	2.75	36	25	38	15.6	1.91	1.38	0.17	23.9	25.0	1.1	0.36	0.85	11.2
102	Yunak-Konya	8.2	169	34.3	1.65	30	21	49	13.2	1.68	1.36	0.10	7.5	21.0	1.5	0.22	0.73	9.6
103	Yunak-Konya	7.5	265	19.7	3.05	40	26	33	16.4	2.27	1.58	0.26	11.2	47.6	1.6	0.46	1.16	9.6
104	Yunak-Konya	8.1	198	22.9	1.87	28	23	48	17.6	1.10	1.35	0.54	13.0	22.5	1.4	0.42	0.81	10.5
105	Yunak-Konya	7.6	363	15.3	2.73	28	27	44	18.8	1.85	1.20	0.28	17.5	32.0	1.5	0.33	0.89	13.9
106	Kadınhanı-Konya	7.6	201	4.0	2.74	32	19	48	16.2	1.62	1.44	0.21	28.9	28.7	1.5	0.38	0.89	13.1
107	Beyşehir-Konya	7.8	114	26.4	1.34	36	27	36	17.8	0.66	0.97	0.05	1.9	5.1	5.0	0.48	1.03	11.3
108	Beyşehir-Konya	7.8	84	5.0	0.82	34	31	34	21.8	1.17	0.63	0.04	6.9	3.3	2.4	0.42	1.21	7.2
109	Beyşehir-Konya	8.0	86	6.3	0.90	41	19	39	24.6	1.22	0.88	0.07	3.8	4.6	1.7	0.12	1.10	5.7
110	Beyşehir-Konya	7.7	122	15.5	1.74	31	31	37	15.0	0.55	0.67	0.04	9.1	6.7	5.5	0.53	1.09	18.7
111	Hüyük-Konya	7.7	87	2.9	1.26	47	31	21	23.7	0.92	0.83	0.03	4.3	4.3	4.1	0.28	1.33	13.0
112	Hüyük-Konya	6.7	106	2.0	2.20	33	23	43	10.3	0.75	1.10	0.05	1.4	7.8	12.3	1.45	1.60	16.5
113	Hüyük-Konya	7.2	97	2.5	1.73	40	27	32	12.3	0.67	1.02	0.04	6.7	5.1	4.95	0.25	1.11	9.34
114	Beyşehir-Konya	8.1	113	43.1	1.19	56	15	29	15.5	0.57	1.59	0.04	4.3	7.2	5.2	0.22	0.83	8.4
115	Beyşehir-Konya	7.9	153	15.8	2.15	29	27	43	19.9	1.27	1.74	0.54	1.7	6.7	2.5	0.28	0.95	6.1
116	Beyşehir-Konya	7.6	167	22.0	2.64	43	25	31	21.4	0.85	1.64	0.19	57.4	8.6	10.0	0.93	1.62	10.6
117	Beyşehir-Konya	7.5	131	3.8	1.95	51	23	25	26.3	1.26	0.93	0.05	3.5	6.3	7.3	0.39	1.18	19.7
118	Beyşehir-Konya	8.0	170	40.1	2.70	33	31	35	28.1	1.88	1.63	1.51	22.1	9.3	2.2	0.23	1.04	5.0
119	Seydişehir-Konya	7.2	360	4.2	3.48	23	31	45	13.8	0.74	0.70	0.13	7.2	28.1	9.5	1.09	1.36	14.7
120	Seydişehir-Konya	7.4	86	1.6	2.76	17	35	47	9.3	0.25	0.51	0.05	6.3	6.5	5.5	0.74	0.73	8.9
121	Seydişehir-Konya	7.7	136	2.5	1.60	37	27	35	16.9	0.53	1.32	0.10	11.0	29.8	3.3	0.47	1.16	7.9
122	Seydişehir-Konya	8.0	117	14.6	1.29	44	23	33	26.4	1.02	1.41	0.08	13.4	5.0	1.4	0.13	1.00	3.3
123	Seydişehir-Konya	7.7	170	70.1	4.73	29	29	41	18.0	1.10	1.47	0.16	60.8	8.0	2.2	0.94	1.00	11.8

Ek Çizelge 3. Niğde İli buğday ekili arazilerinden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

örnek	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					$me\ 100g^{-1}$				$mg\ kg^{-1}$					
124	Altınhisar-Niğde	8.0	116	4.3	2.71	27	30	43	16.0	1.53	0.86	0.06	4.5	11.7	2.2	0.48	1.74	4.7
125	Altınhisar-Niğde	7.9	109	3.6	1.12	15	7	77	12.4	0.64	0.54	0.05	2.2	2.0	2.7	0.17	0.46	5.1
126	Altınhisar-Niğde	7.5	104	1.1	1.61	15	17	67	8.3	0.71	1.03	0.06	8.3	4.1	2.3	0.22	0.62	5.3
127	Altınhisar-Niğde	8.4	221	11.3	3.49	25	19	55	14.1	2.90	1.59	0.41	20.0	15.2	1.0	0.17	0.30	5.2
128	Altınhisar-Niğde	7.2	31	1.0	1.09	22	21	57	15.3	1.24	1.05	0.11	15.2	3.4	8.1	0.16	0.41	10.1
129	Altınhisar-Niğde	7.3	68	1.0	1.98	28	25	47	8.4	0.83	1.18	0.10	10.2	6.9	3.2	0.23	0.96	9.5
130	Altınhisar-Niğde	6.6	27	2.6	1.95	15	18	67	4.7	0.68	0.99	0.69	0.2	4.0	13.9	0.22	0.83	7.7
131	Melendiz-Niğde	6.2	54	1.1	1.92	25	17	57	4.8	0.27	0.92	0.05	1.1	5.9	21.1	0.30	0.86	25.3
132	Melendiz-Niğde	6.7	135	1.9	1.75	45	18	37	12.1	0.46	1.51	0.09	4.5	5.4	14.4	0.22	1.18	32.6
133	Melendiz-Niğde	5.5	26	1.8	2.43	1	54	45	3.9	0.41	0.75	0.05	31.9	4.2	52.0	0.60	1.52	48.9
134	Melendiz-Niğde	4.0	182	1.8	1.80	20	13	67	2.1	0.44	0.65	0.07	78.7	39.9	78.3	0.47	1.01	73.2
135	Melendiz-Niğde	5.8	53	1.3	1.71	26	11	63	6.3	0.98	2.07	0.61	48.0	6.5	26.4	0.19	0.80	10.3
136	Melendiz-Niğde	7.7	115	4.2	2.31	33	24	43	23.7	1.02	1.01	0.10	2.0	4.3	2.9	0.19	1.15	7.3
137	Melendiz-Niğde	7.9	158	8.0	2.44	34	19	47	28.4	1.28	1.46	1.35	0.2	5.9	0.4	0.10	0.62	0.4
138	Melendiz-Niğde	7.9	72	2.5	1.65	13	4	83	12.2	0.45	0.65	0.05	6.6	2.0	4.2	0.12	0.57	2.9
139	Melendiz-Niğde	6.0	95	4.8	1.89	43	22	35	9.6	1.16	1.54	0.27	9.7	12.2	13.6	0.27	1.93	74.8
140	Melendiz-Niğde	8.1	87	2.0	1.08	20	1	79	9.7	0.77	0.79	0.19	12.5	4.4	2.7	0.34	0.65	6.6
141	Melendiz-Niğde	7.8	77	2.2	1.77	28	23	49	3.7	0.44	1.30	0.12	8.1	4.5	1.8	0.23	1.12	9.1
142	Melendiz-Niğde	6.2	1	2.0	2.00	30	27	43	16.4	1.52	1.66	0.95	44.9	11.5	17.2	0.68	1.86	28.7
143	Misli-Niğde	8.3	78	5.3	1.00	13	12	75	13.1	0.76	0.43	0.04	3.8	3.9	1.5	0.19	0.32	5.3
144	Misli-Niğde	7.9	462	3.9	2.05	36	27	37	18.2	2.05	1.06	0.25	9.4	28.3	0.5	0.42	1.03	2.5
145	Misli-Niğde	7.9	147	1.8	1.95	35	13	51	14.2	1.29	1.27	0.39	10.8	11.0	1.4	0.22	1.17	5.1
146	Misli-Niğde	8.1	80	1.5	1.31	29	13	57	13.7	0.98	1.43	0.32	5.6	5.6	1.0	0.11	1.09	2.7
147	Misli-Niğde	8.0	103	5.9	1.07	13	11	75	15.0	0.67	0.88	0.10	2.5	3.2	1.2	0.09	0.62	2.2
148	Misli-Niğde	8.4	68	4.9	0.93	7	7	85	9.6	0.65	0.65	0.10	6.9	3.9	2.8	0.46	0.49	4.3
149	Misli-Niğde	8.2	89	3.0	1.32	29	15	55	13.0	0.54	1.14	0.38	9.9	4.9	2.0	0.52	0.89	5.8
150	Misli-Niğde	8.0	106	2.4	1.25	19	7	73	9.0	0.74	1.50	0.40	0.2	4.1	1.9	0.66	0.76	2.4
151	Misli-Niğde	7.8	165	2.5	2.15	7	9	83	14.0	1.73	1.14	0.23	32.8	8.5	1.5	1.77	0.99	6.0
152	Misli-Niğde	7.8	110	4.7	1.20	17	11	71	15.4	0.76	0.96	0.12	3.3	4.1	1.4	0.61	0.98	6.3
153	Misli-Niğde	8.0	91	7.8	1.11	17	21	61	16.7	0.38	0.59	0.08	7.2	3.3	1.3	0.52	0.94	4.8
154	Misli-Niğde	7.8	114	9.4	1.58	11	11	77	12.8	0.47	0.79	0.11	3.3	3.9	2.7	5.43	0.85	6.7

Ek Çizelge 4. Nevşehir İli buğday ekili arazilerinden toplanan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

örnek	Lokasyon	pH	EC	$CaCO_3$	O.M.	Kil	Silt	Kum	Ca	K	Mg	Na	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn
			$\mu S\ cm^{-1}$	%					$me\ 100g^{-1}$				$mg\ kg^{-1}$					
155	Kaymaklı-Nevşehir	6.4	49	1.1	1.65	17	12	71	4.6	1.00	0.80	0.10	7.2	4.1	10.5	0.25	0.66	21.7
156	Kaymaklı-Nevşehir	5.5	87	0.5	1.82	25	32	43	5.3	0.92	1.04	0.13	57.2	22.8	40.0	0.23	1.34	60.7
157	Kaymaklı-Nevşehir	5.6	72	1.0	1.34	13	5	81	3.1	0.52	0.72	0.09	0.6	10.9	35.0	0.22	0.46	9.7
158	Kaymaklı-Nevşehir	5.3	50	0.7	1.30	11	7	81	2.8	0.61	1.35	0.31	3.0	5.0	36.5	0.18	0.49	7.3
159	Kaymaklı-Nevşehir	5.4	39	0.1	1.00	9	5	85	1.8	0.48	0.96	0.24	16.9	12.1	29.7	0.16	0.58	17.3
160	Derinkuyu-Nevşehir	5.7	37	0.6	1.27	15	3	81	3.5	0.35	0.75	0.11	11.1	3.1	26.0	0.49	0.51	13.4
161	Derinkuyu-Nevşehir	5.8	166	0.3	1.22	13	7	79	4.4	0.69	1.84	0.42	0.2	63.2	12.9	0.13	0.61	14.3
162	Derinkuyu-Nevşehir	7.3	491	0.2	1.36	19	1	80	3.9	0.52	1.06	0.12	13.3	2.8	6.5	0.22	0.34	5.7
163	Derinkuyu-Nevşehir	6.9	55	0.5	1.21	19	17	64	4.6	0.81	0.84	0.12	19.4	3.5	13.2	0.33	0.66	10.2
164	Derinkuyu-Nevşehir	7.5	58	0.4	0.99	15	1	83	6.2	0.82	0.82	0.13	2.2	3.2	4.9	0.33	0.42	5.9
165	Derinkuyu-Nevşehir	7.8	88	1.5	0.98	19	1	80	0.0	0.00	0.00	0.00	6.6	10.2	4.3	0.32	0.46	5.0
166	Derinkuyu-Nevşehir	7.7	89	1.0	1.36	31	21	48	12.2	1.74	1.42	0.33	1.9	4.2	1.7	0.13	1.04	8.9
167	Derinkuyu-Nevşehir	7.2	865	0.2	2.25	43	35	22	20.9	2.34	1.43	0.28	20.7	30.9	1.4	0.26	1.68	3.5
168	Derinkuyu-Nevşehir	7.6	70	0.2	0.83	19	15	66	8.1	1.09	1.06	0.13	10.6	2.8	3.2	0.69	0.74	5.3
165	Derinkuyu-Nevşehir	7.8	88	1.5	0.98	19	1	80	0.0	0.00	0.00	0.00	6.6	10.2	4.3	0.32	0.46	5.0
169	Derinkuyu-Nevşehir	8.1	101	3.0	0.55	16	8	76	15.6	0.68	0.60	0.15	2.5	20.9	2.6	0.15	0.35	2.8
170	Derinkuyu-Nevşehir	5.1	105	0.1	0.95	17	7	76	3.6	0.70	1.60	0.36	0.2	42.8	22.8	0.12	0.72	25.5
171	Derinkuyu-Nevşehir	6.5	59	0.3	0.94	19	5	76	9.7	0.84	1.04	0.11	16.4	8.5	4.7	0.17	0.83	15.1
172	Kaymaklı-Nevşehir	7.2	163	0.1	1.10	17	7	76	7.9	0.37	0.69	0.09	1.4	19.9	3.9	0.14	0.36	2.7
173	Acıgöl-Nevşehir	6.9	62	0.1	0.36	19	3	78	3.7	0.37	0.54	0.04	14.1	5.1	5.7	0.30	0.39	8.0

Ek Çizelge 5. Tarama amaçlı toplanan toprak örneklerinin alınabilir selenyum konsantrasyonları ile buğday tanesi örneklerinin selenyum konsantrasyonları ve içerikleri

Örnek no	Lokasyon	Alınabilir toprak Se ($\mu g\ kg^{-1}$)	Tane Se konsantrasyonu ($\mu g\ kg^{-1}$)	Tane Se içeriği ($ng\ tane^{-1}$)
1	Ortakonak-Konya	1.56	19.49 ± 1.91	0.47 ± 0.03
2	Acıdort-Konya	4.00	10.42 ± 0.40	0.32 ± 0.00
3	Karadona-Konya	1.12	17.04 ± 0.88	0.54 ± 0.05
4	Beşağıl-Konya	3.16	19.39 ± 1.36	0.52 ± 0.02
5	İsmil-Konya	0.96	13.05 ± 3.38	0.62 ± 0.16
6	İsmil-Konya	5.16	25.23 ± 1.28	1.39 ± 0.05
7	Göçü- Konya	0.84	14.84 ± 1.73	0.43 ± 0.04
8	Sakyatan-Konya	1.32	10.93 ± 0.60	0.43 ± 0.04
9	Kaşınhanı-Konya	4.28	15.91 ± 1.34	0.71 ± 0.06
10	Boruktolu-Konya	1.88	12.20 ± 1.33	0.51 ± 0.07
11	Çomaklı-Konya	0.84	12.74 ± 2.49	0.64 ± 0.12
12	Yenibahçe-Konya	2.92	12.02 ± 0.30	0.38 ± 0.01
13	Eğribayat-Konya	0.96	14.95 ± 1.66	0.39 ± 0.04
14	Yazıbelen-Konya	2.00	10.79 ± 0.11	0.31 ± 0.02
15	Altınekin-Konya	2.40	12.31 ± 0.53	0.44 ± 0.01
16	Altınekin-Konya	2.96	18.58 ± 0.08	0.88 ± 0.03
17	Altınekin-Konya	1.88	10.96 ± 2.99	0.32 ± 0.08
18	Altınekin-Konya	2.56	16.99 ± 2.17	0.61 ± 0.06
19	Yeniyayla-Konya	1.00	18.34 ± 0.38	0.78 ± 0.03
20	Yeniyayla-Konya	0.96	12.84 ± 2.62	0.62 ± 0.15
21	Akıncılar-Konya	2.32	24.87 ± 4.15	0.63 ± 0.07
22	Cihanbeyli-Konya	1.64	25.20 ± 4.40	0.94 ± 0.11
23	Cihanbeyli-Konya	1.60	12.19 ± 0.23	0.36 ± 0.02
24	Cihanbeyli-Konya	0.84	20.74 ± 0.73	0.96 ± 0.07
25	Yeniceoba-Konya	2.36	37.86 ± 2.68	1.06 ± 0.02
26	Kulu-Konya	1.32	17.40 ± 1.85	0.51 ± 0.04
27	Kulu-Konya	3.24	38.31 ± 8.70	0.99 ± 0.16
28	Kulu-Konya	4.40	33.14 ± 0.83	1.10 ± 0.02
29	Kulu-Konya	2.08	23.89 ± 4.77	0.51 ± 0.09
30	Kulu-Konya	2.20	20.71 ± 3.97	0.52 ± 0.11
31	Kulu-Konya	1.08	46.36 ± 0.23	1.19 ± 0.02
32	Kulu-Konya	2.00	25.50 ± 0.99	0.78 ± 0.05
33	Selçuklu-Konya	1.36	21.89 ± 2.88	0.48 ± 0.05
34	Selçuklu-Konya	1.68	10.83 ± 2.67	0.40 ± 0.12
35	Selçuklu-Konya	5.36	20.42 ± 2.27	0.67 ± 0.04
36	Sarayönü-Konya	2.28	18.58 ± 0.91	0.72 ± 0.02
37	Sarayönü-Konya	2.80	48.20 ± 7.87	2.50 ± 0.31
38	Sarayönü-Konya	1.08	22.46 ± 5.27	0.80 ± 0.19
39	Sarayönü-Konya	1.40	22.01 ± 0.25	1.21 ± 0.05
40	Sarayönü-Konya	3.12	20.03 ± 2.60	0.45 ± 0.07

Ek Çizelge 5'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Alınabilir toprak Se (µg kg $^{-1}$)	Tane Se konsantrasyonu (µg kg^{-1})	Tane Se içeriği (ng tane^{-1})
41	Sarayönü-Konya	4.88	73.96 ± 3.77	2.86 ± 0.04
42	Kadınhanı-Konya	2.56	21.67 ± 1.78	0.68 ± 0.04
43	Kadınhanı-Konya	1.44	25.58 ± 3.52	1.08 ± 0.09
44	Kadınhanı-Konya	2.68	16.81 ± 0.79	0.72 ± 0.06
45	Kadınhanı-Konya	1.40	23.69 ± 2.73	0.85 ± 0.07
46	Kadınhanı-Konya	2.24	18.98 ± 0.62	0.89 ± 0.05
47	Kadınhanı-Konya	1.36	20.18 ± 3.30	0.74 ± 0.09
48	Kadınhanı-Konya	1.04	18.69 ± 3.10	0.86 ± 0.22
49	Kadınhanı-Konya	1.84	18.13 ± 3.44	0.78 ± 0.11
50	Kadınhanı-Konya	1.48	15.23 ± 2.37	0.76 ± 0.10
51	Kadınhanı-Konya	1.78	15.67 ± 2.33	0.57 ± 0.05
52	Karapınar-Konya	1.36	45.67 ± 3.55	2.46 ± 0.27
53	Karapınar-Konya	2.08	33.99 ± 3.37	1.58 ± 0.18
54	Karapınar-Konya	1.52	33.51 ± 2.24	1.56 ± 0.18
55	Karapınar-Konya	1.92	19.36 ± 5.15	0.75 ± 0.22
56	Karapınar-Konya	1.96	52.41 ± 6.55	0.65 ± 0.11
57	Ereğli-Konya	2.40	28.77 ± 1.06	1.35 ± 0.04
58	Ereğli-Konya	2.76	46.01 ± 1.22	1.25 ± 0.09
59	Ereğli-Konya	6.40	96.01 ± 2.16	2.85 ± 0.08
60	Ereğli-Konya	2.00	22.32 ± 0.07	0.75 ± 0.05
61	Ereğli-Konya	2.00	15.64 ± 3.71	0.73 ± 0.14
62	Ereğli-Konya	1.12	22.79 ± 5.21	0.28 ± 0.08
63	Ereğli-Konya	1.20	18.62 ± 1.17	0.83 ± 0.03
64	Ereğli-Konya	3.16	24.74 ± 1.72	0.78 ± 0.02
65	Ereğli-Konya	2.16	18.46 ± 4.86	0.76 ± 0.24
66	Çumra-Konya	3.52	21.03 ± 2.79	0.90 ± 0.12
67	Çumra-Konya	3.20	18.07 ± 1.19	0.98 ± 0.16
68	Çumra-Konya	2.64	10.13 ± 2.56	0.53 ± 0.13
69	Çumra-Konya	5.44	43.54 ± 2.23	1.64 ± 0.06
70	Çumra-Konya	1.32	16.02 ± 1.63	0.78 ± 0.06
71	Çumra-Konya	2.40	23.87 ± 5.08	0.96 ± 0.20
72	Çumra-Konya	1.40	31.00 ± 2.13	1.16 ± 0.17
73	Çumra-Konya	2.16	28.36 ± 1.10	1.10 ± 0.12
74	Güneysınır-Konya	2.08	24.91 ± 4.91	0.83 ± 0.16
75	Güneysınır-Konya	2.12	16.91 ± 2.99	0.57 ± 0.10
76	Çumra-Konya	2.68	21.12 ± 4.80	1.18 ± 0.31
77	Çumra-Konya	1.56	45.73 ± 3.21	4.99 ± 0.11
78	Süleymaniye-Konya	1.12	17.23 ± 1.56	1.53 ± 0.06
79	Akören-Konya	1.48	21.34 ± 0.91	1.17 ± 0.10
80	Akören-Konya	2.44	18.84 ± 1.76	1.21 ± 0.07
81	Hatunsaray-Konya	1.88	17.81 ± 1.51	1.94 ± 0.23
82	Ilgın-Konya	3.64	16.35 ± 1.05	1.22 ± 0.14

Ek Çizelge 5'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Alınabilir toprak Se ($\mu g\ kg^{-1}$)	Tane Se konsantrasyonu ($\mu g\ kg^{-1}$)	Tane Se içeriği ($ng\ tane^{-1}$)
83	Ilgın-Konya	3.48	20.71 ± 2.76	2.11 ± 0.22
84	Ilgın-Konya	3.88	22.70 ± 2.32	2.10 ± 0.11
85	Ilgın-Konya	5.04	21.77 ± 1.42	2.01 ± 0.11
86	Ilgın-Konya	3.12	20.57 ± 0.66	0.97 ± 0.05
87	Ilgın-Konya	2.84	12.72 ± 1.36	1.13 ± 0.17
88	Ilgın-Konya	3.44	16.01 ± 2.02	1.20 ± 0.09
89	Ilgın-Konya	2.44	19.36 ± 2.89	1.47 ± 0.20
90	Ilgın-Konya	1.36	20.81 ± 3.73	1.48 ± 0.18
91	Ilgın-Konya	4.56	34.76 ± 3.61	3.20 ± 0.13
92	Tuzlukçu-Konya	1.88	16.51 ± 2.15	1.20 ± 0.45
93	Tuzlukçu-Konya	2.00	22.81 ± 3.51	1.86 ± 0.13
94	Tuzlukçu-Konya	1.04	64.08 ± 2.03	2.89 ± 0.09
95	Tuzlukçu-Konya	2.24	26.98 ± 4.30	1.22 ± 0.20
96	Akşehir-Konya	2.00	28.03 ± 2.54	1.18 ± 0.14
97	Akşehir-Konya	9.76	56.28 ± 5.09	2.15 ± 0.13
98	Akşehir-Konya	1.88	22.69 ± 2.36	0.59 ± 0.06
99	Yunak-Konya	1.40	26.85 ± 1.96	0.68 ± 0.04
100	Yunak-Konya	1.24	31.66 ± 2.70	1.11 ± 0.09
101	Yunak-Konya	3.36	27.44 ± 0.12	1.50 ± 0.01
102	Yunak-Konya	2.76	43.58 ± 3.63	1.51 ± 0.13
103	Yunak-Konya	3.24	38.49 ± 3.22	1.78 ± 0.10
104	Yunak-Konya	1.84	22.29 ± 5.13	1.00 ± 0.22
105	Yunak-Konya	3.04	27.60 ± 3.39	1.28 ± 0.15
106	Kadınhanı-Konya	2.08	18.59 ± 3.22	0.84 ± 0.13
107	Beyşehir-Konya	1.20	31.41 ± 6.47	1.46 ± 0.33
108	Beyşehir-Konya	3.36	19.38 ± 3.80	0.72 ± 0.13
109	Beyşehir-Konya	2.32	16.67 ± 1.82	0.70 ± 0.08
110	Beyşehir-Konya	1.28	19.10 ± 1.65	0.74 ± 0.05
111	Hüyük-Konya	5.04	15.60 ± 0.49	0.68 ± 0.02
112	Hüyük-Konya	3.76	30.71 ± 7.06	1.50 ± 0.35
113	Hüyük-Konya	4.40	33.76 ± 5.60	1.60 ± 0.32
114	Beyşehir-Konya	1.52	94.06 ± 3.04	3.74 ± 0.25
115	Beyşehir-Konya	2.08	72.05 ± 1.18	2.54 ± 0.13
116	Beyşehir-Konya	1.92	15.44 ± 0.66	0.60 ± 0.03
117	Beyşehir-Konya	1.84	22.41 ± 2.11	0.78 ± 0.10
118	Beyşehir-Konya	1.68	18.76 ± 0.92	1.01 ± 0.01
119	Seydişehir-Konya	2.12	17.38 ± 0.60	0.70 ± 0.04
120	Seydişehir-Konya	1.80	20.28 ± 2.32	0.84 ± 0.05
121	Seydişehir-Konya	2.04	30.42 ± 1.00	1.01 ± 0.06
122	Seydişehir-Konya	1.92	35.14 ± 0.28	1.57 ± 0.00
123	Seydişehir-Konya	1.32	31.45 ± 4.26	1.42 ± 0.19
124	Altınhisar-Niğde	4.84	36.40 ± 2.03	1.59 ± 0.01

Ek Çizelge 5'in devamı

Örnek no	Lokasyon	Alınabilir toprak Se (µg kg $^{-1}$)	Tane Se konsantrasyonu (µg kg^{-1})	Tane Se içeriği (ng tane^{-1})
125	Altınhisar-Niğde	2.88	20.90 ± 0.14	0.56 ± 0.00
126	Altınhisar-Niğde	2.92	38.77 ± 2.17	1.36 ± 0.13
127	Altınhisar-Niğde	5.84	18.13 ± 4.23	0.66 ± 0.10
128	Altınhisar-Niğde	1.52	18.85 ± 5.02	0.74 ± 0.20
129	Altınhisar-Niğde	1.84	16.48 ± 2.13	0.58 ± 0.04
130	Altınhisar-Niğde	1.92	14.04 ± 0.88	0.67 ± 0.04
131	Melendiz-Niğde	3.16	28.04 ± 5.45	1.17 ± 0.13
132	Melendiz-Niğde	1.44	14.33 ± 3.69	0.58 ± 0.17
133	Melendiz-Niğde	1.24	17.38 ± 1.06	0.64 ± 0.02
134	Melendiz-Niğde	1.36	15.77 ± 1.48	0.68 ± 0.07
135	Melendiz-Niğde	1.92	15.19 ± 0.77	0.63 ± 0.05
136	Melendiz-Niğde	1.76	23.40 ± 1.46	0.74 ± 0.02
137	Melendiz-Niğde	3.36	16.51 ± 0.71	0.54 ± 0.05
138	Melendiz-Niğde	1.24	32.66 ± 6.31	1.55 ± 0.39
139	Melendiz-Niğde	2.12	28.45 ± 4.65	0.91 ± 0.16
140	Melendiz-Niğde	2.44	12.66 ± 0.82	0.64 ± 0.05
141	Melendiz-Niğde	1.36	14.68 ± 2.01	0.67 ± 0.12
142	Melendiz-Niğde	1.12	22.92 ± 2.42	1.08 ± 0.06
143	Misli-Niğde	2.44	15.05 ± 2.18	0.52 ± 0.10
144	Misli-Niğde	3.60	22.41 ± 2.32	0.67 ± 0.04
145	Misli-Niğde	1.72	30.46 ± 4.30	1.18 ± 0.18
146	Misli-Niğde	1.92	28.40 ± 0.13	1.19 ± 0.04
147	Misli-Niğde	1.24	27.36 ± 7.19	1.14 ± 0.29
148	Misli-Niğde	1.36	24.09 ± 3.56	1.03 ± 0.05
149	Misli-Niğde	3.36	12.77 ± 0.05	0.52 ± 0.03
150	Misli-Niğde	2.56	16.84 ± 0.83	0.63 ± 0.03
151	Misli-Niğde	3.16	21.45 ± 4.08	0.78 ± 0.12
152	Misli-Niğde	3.28	18.60 ± 0.09	0.55 ± 0.02
153	Misli-Niğde	2.40	18.03 ± 2.02	0.54 ± 0.07
154	Misli-Niğde	1.92	18.21 ± 1.74	0.76 ± 0.09
155	Kaymaklı-Nevşehir	1.16	13.14 ± 1.91	0.47 ± 0.06
156	Kaymaklı-Nevşehir	0.60	19.45 ± 4.14	0.77 ± 0.23
157	Kaymaklı-Nevşehir	0.56	19.85 ± 0.80	0.77 ± 0.05
158	Kaymaklı-Nevşehir	0.56	16.44 ± 1.25	0.61 ± 0.05
159	Kaymaklı-Nevşehir	0.92	17.67 ± 1.00	0.68 ± 0.02
160	Derinkuyu-Nevşehir	0.76	16.98 ± 2.13	0.67 ± 0.07
161	Derinkuyu-Nevşehir	0.92	15.49 ± 0.37	0.55 ± 0.02
162	Derinkuyu-Nevşehir	0.60	32.45 ± 1.05	1.29 ± 0.08
163	Derinkuyu-Nevşehir	1.52	32.91 ± 4.59	1.51 ± 0.19
164	Derinkuyu-Nevşehir	1.52	32.95 ± 0.09	1.43 ± 0.03
165	Derinkuyu-Nevşehir	1.96	24.27 ± 0.30	1.01 ± 0.03
166	Derinkuyu-Nevşehir	2.20	30.64 ± 1.22	1.18 ± 0.11

Ek Çizelge 5'in devamı

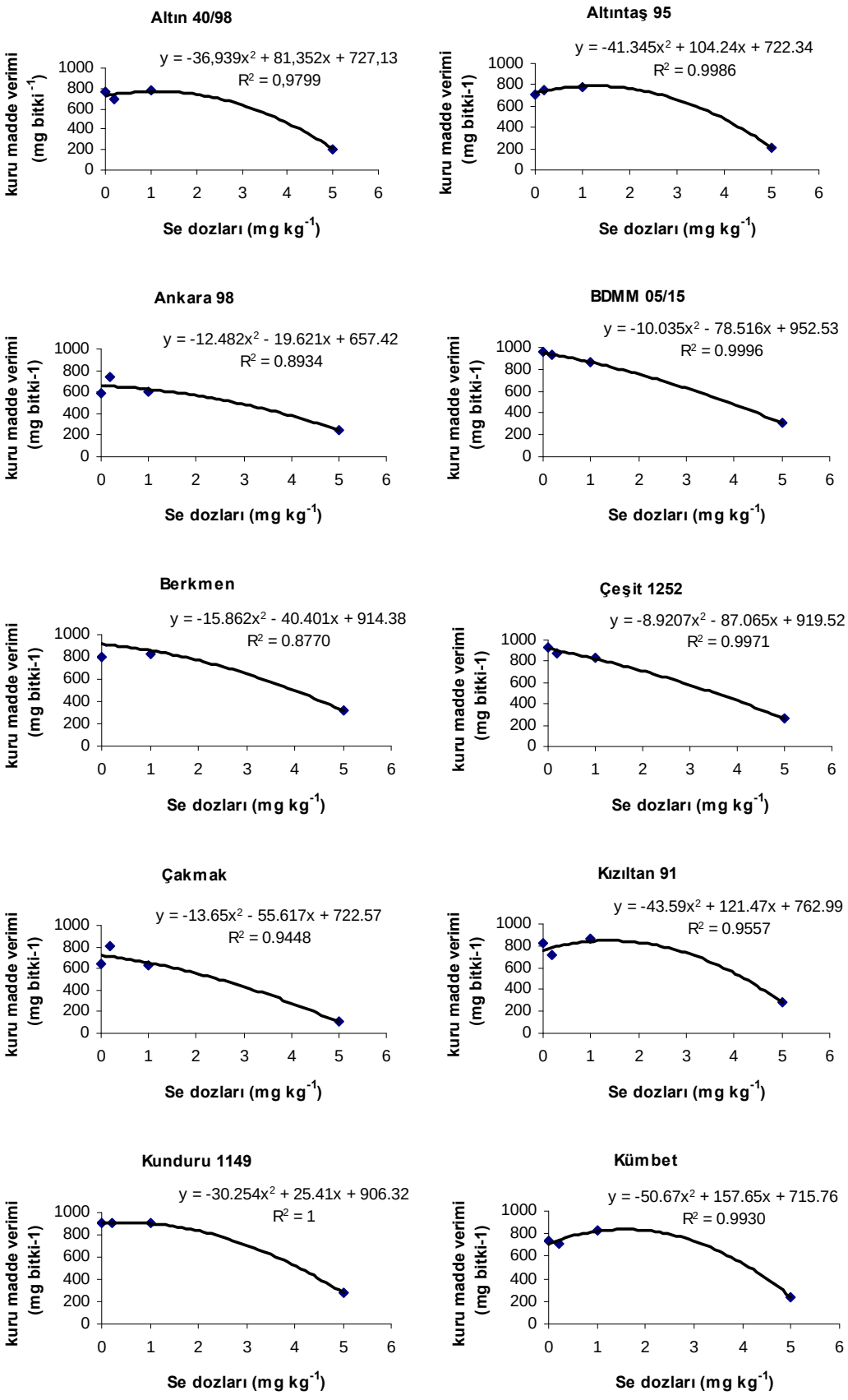
Örnek no	Lokasyon	Alınabilir toprak Se ($\mu g\ kg^{-1}$)	Tane Se konsantrasyonu ($\mu g\ kg^{-1}$)	Tane Se içeriği ($ng\ tane^{-1}$)
167	Derinkuyu-Nevşehir	3.44	19.97 ± 3.85	0.79 ± 0.09
168	Derinkuyu-Nevşehir	1.72	14.12 ± 2.37	0.60 ± 0.10
169	Derinkuyu-Nevşehir	2.08	33.36 ± 3.89	1.18 ± 0.09
170	Derinkuyu-Nevşehir	0.88	20.52 ± 4.13	0.79 ± 0.12
171	Derinkuyu-Nevşehir	1.24	14.37 ± 1.07	0.51 ± 0.04
172	Kaymaklı-Nevşehir	1.04	17.74 ± 2.76	0.53 ± 0.10
173	Acıgöl-Nevşehir	0.80	18.54 ± 2.09	0.53 ± 0.05

Ek Çizelge 6. Farklı Se uygulamaları ile ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri (mg bitki^{-1}) arasındaki regresyon denklemi ve regresyon katsayıları

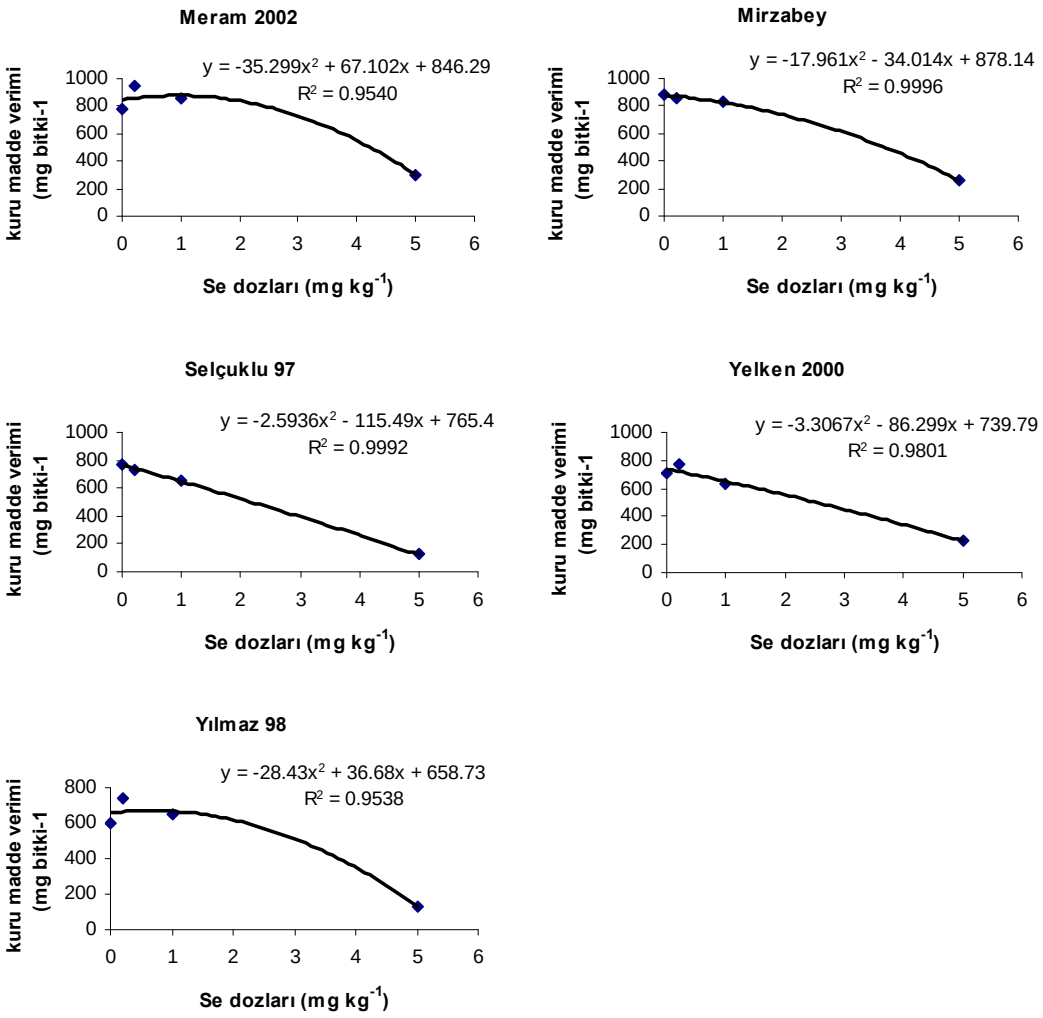
Genotip	Regresyon denklemi	R^2	En yüksek verim için gerekli Se (mg kg^{-1})
Ahmetağa	$y = -8.3374x^2 - 63.494x + 783.42$	1.000	0
Atlı 2002	$y = 12.417x^2 - 174.27x + 854.29$	1.000	0
Bağcı 2002	$y = -26.78x^2 + 7.431x + 861.19$	0.978	0.277
Bezostaya 1	$y = 7.6322x^2 - 132.99x + 749.15$	1.000	0
Dağdaş 94	$y = -17.415x^2 - 10.927x + 773.12$	0.993	0
Ekiz	$y = 4.3259x^2 - 131.69x + 864.5$	0.924	0
Eser	$y = -37.53x^2 + 66.718x + 812.65$	0.989	1.77
Gerek 79	$y = -4.7006x^2 - 73.766x + 825.46$	1.000	0
Göksu 99	$y = 8.5961x^2 - 185.23x + 937.18$	0.999	0
Gün 91	$y = -11.563x^2 - 60.399x + 811.6$	0.794	0
Karahan 99	$y = -13.533x^2 - 71.561x + 941.73$	0.919	0
Kınacı 97	$y = -8.4227x^2 - 88.112x + 881.89$	0.979	0
Konya 2002	$y = -18.099x^2 - 14.058x + 831.7$	0.947	0
Mızrak	$y = 19.085x^2 - 198.72x + 727.91$	0.948	0
Sultan 95	$y = -31.302x^2 + 35.952x + 841$	0.959	1.14
Tosunbey	$y = -16.11x^2 - 89.749x + 1020.3$	0.973	0
Türkmen	$y = 7.4085x^2 - 126.4x + 645.91$	0.970	0
Uzunyayla	$y = 13.778x^2 - 204x + 856.2$	0.997	0
Yakar 99	$y = -26.721x^2 + 17.494x + 842.36$	0.998	0.65
Zencirci 2002	$Y = 0.4211x^2 - 109.8x + 838.07$	1.000	0
Ortalama	**$y = -7.3425x^2 - 80.378x + 834.98$**	**0.993**	

Ek Çizelge 7. Selenyum uygulamaları ile makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimleri arasındaki regresyon denklemi ve regresyon katsayıları

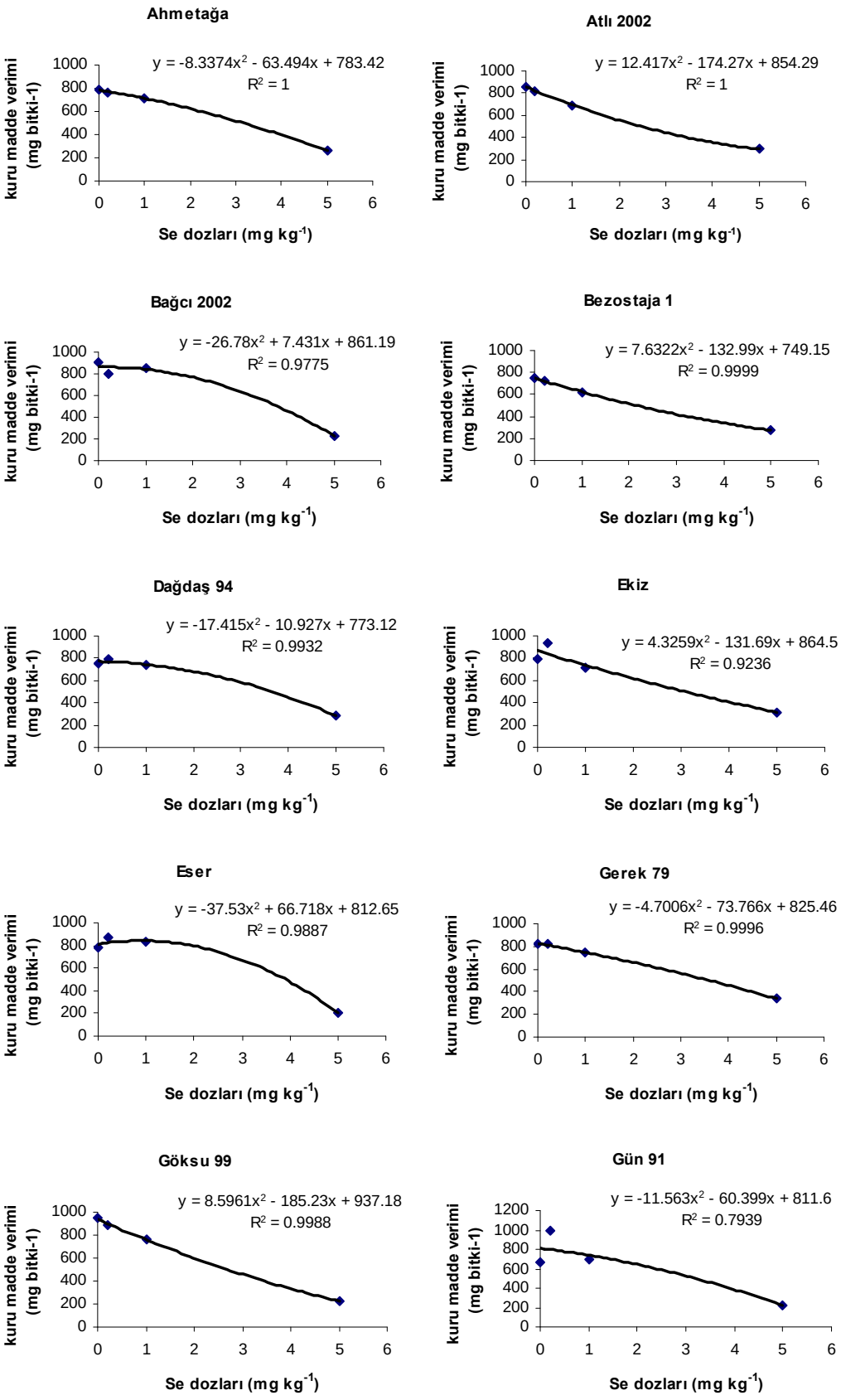
Genotip	Regresyon denklemi	R^2	En yüksek verim için gerekli Se (mg kg^{-1})
Altın 40/98	$y = -36{,}939x^2 + 81{,}352x + 727{,}13$	0.980	2.02
Altıntaş 95	$y = -41.345x^2 + 104.24x + 722.34$	0.999	2.52
Ankara 98	$y = -12.482x^2 - 19.621x + 657.42$	0.893	0
BDMM 05/015	$y = -10.035x^2 - 78.516x + 952.53$	1.000	0
Berkmen	$y = -15.862x^2 - 40.401x + 914.38$	0.877	0
Çeşit 1252	$y = -8.9207x^2 - 87.065x + 919.52$	0.997	0
Çakmak	$y = -13.65x^2 - 55.617x + 722.57$	0.940	0
Kızıltan 91	$y = -43.59x^2 + 121.47x + 762.99$	0.956	2.78
Kunduru 1149	$y = -30.254x^2 + 25.41x + 906.32$	1.000	0.83
Kümbet	$y = -50.67x^2 + 157.65x + 715.76$	0.993	3.11
Meram 2002	$y = -35.299x^2 + 67.102x + 846.29$	0.954	1.90
Mirzabey	$y = -17.961x^2 - 34.014x + 878.14$	1.000	0
Selçuklu 97	$y = -2.5936x^2 - 115.49x + 765.4$	0.999	0
Yelken 2000	$y = -3.3067x^2 - 86.299x + 739.79$	0.980	0
Yılmaz 98	$y = -28.43x^2 + 36.68x + 658.73$	0.954	1.29
Ortalama	**$y = -21.959x^2 + 4.8671x + 743.08$**	**0.996**	



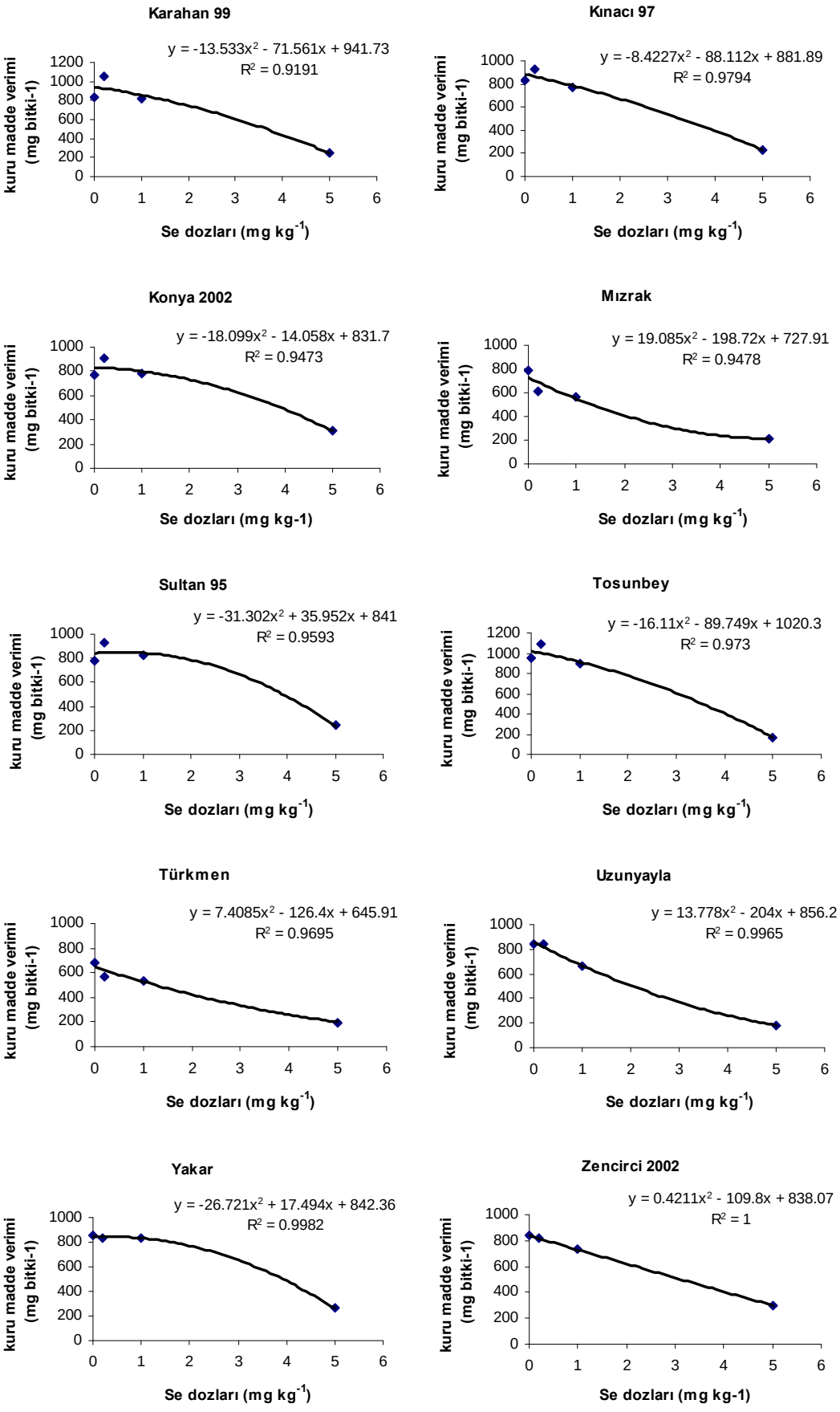
Ek Şekil 1. Se uygulama dozları ile makarnalık buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimi arasındaki ilişki.



Ek Şekil 1'in devamı



Ek Şekil 2. Selenyum uygulama dozları ile ekmeklik buğday genotiplerinin yeşil aksam kuru madde verimi arasındaki ilişki.



Ek Şekil 2'nin devamı

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Konya ili Çumra ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Konya'da tamamladım. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Lisans (1990-1994) ve Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalında Yüksek Lisans (1997-2000) programlarını tamamladım. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalında Doktora öğrenimine başladım. 1997 yılından buyana Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.