

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SELENYUM UYGULAMALARININ ARPADA (*Hordeum
vulgare* L.) SELENYUM, KÜKÜRT VE AZOT ALIMINA
VE AMİNO ASİT İÇERİĞİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Semih YILMAZ**

**Tezi Yöneten
Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2006
KAYSERİ**

Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ danışmanlığında Semih YILMAZ tarafından hazırlanan “Selenyum uygulamalarının arpada (*Hordeum vulgare* L.) selenyum, kükürt, azot alımına ve amino asit içeriğine etkisi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

06.07.2006

JÜRİ:

Başkan : Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ *Ali İrfan İlbaş*

Üye : Doç. Dr. Ahmet AKSOY *Ahmet Aksoy*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mikail AKBULUT *M. Akbulut*

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun *18/07/2006* tarih ve *2006/18-08* sayılı kararı ile onaylanmıştır.

19/07/2006

M. N. Yildiz
Prof. Dr. Nusrat A. YILDIZ

Enstitü Müdürü *Y.*

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım esnasında yardımlarını gördüğüm Kimya Öğretmeni Sayın Cabir ÇARHACIOĞLU'na, laboratuvar analizlerinde destek veren sayın Dr. Oleg BOGDEVICH'e, ayrıca fedakarlık yaparak benim için verimli bir çalışma ortamı sağlayan, destek ve teşviklerini esirgemeyen aileme teşekkürü borç bilirim.

**SELENYUM UYGULAMALARININ ARPADA (*Hordeum vulgare* L.)
SELENYUM, KÜKÜRT VE AZOT ALIMINA VE AMİNO ASİT
PROFİLİNE ETKİSİ**

Semih YILMAZ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2006

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali İrfan İLBAŞ

ÖZET

Bu çalışmada farklı dozlarda gerçekleştirilen sodyum selenit (Na_2SO_3) ve sodyum selenat (Na_2SO_4) uygulamasının üç tescilli arpa çeşidinde (*Hordeum vulgare*) selenyum, kükürt, azot Emilimi ve amino asit profili üzerindeki etkileri incelenmiştir. Denemede Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitleri kullanılmıştır.

Çalışma 2004-2005 yılında Moldova’da bulunan Kongaz Süleyman Demirel Türk-Moldova Lisesi’nin bahçesinde tarla denemesi şeklinde 3 tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür.

Artan dozlarda uygulanan selenyumun bitkilerin kök, gövde ve tanesinde selenyum, tanede azot ve kükürt alımını etkilediği ve buna bağlı olarak amino asit profilinde değişikliklere neden olduğu gözlenmiştir.

Selenit ve selenat uygulanan bitki çeşitlerinde artan dozlara bağlı olarak selenyum Emiliminde farklılıklar gözlenmiştir. Uygulanan bütün çeşitlerde selenyum miktarının kökte, tane ve gövdeye oranla daha fazla biriktiği görülmüştür. Deneme sonucunda Çetin 2000 ve Bülbül 89 çeşidinde kök ve tanedeki ortalama selenyum içeriğinin birbirine yakın, Tarm 92 çeşidinde ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Artan selenyum dozlarına bağlı olarak proteinogenik amino asit, serbest amino asit, esansiyel amino asit, esansiyel olmayan amino asit ve prolin amino asiti miktarı en yüksek olan çeşit Tarm 92 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arpa çeşitleri, Selenat, Selenit, Selenyum, *Hordeum vulgare*.

**THE EFFECTS OF SELENIUM APPLICATION ON THE UPTAKE OF
SELENIUM, SULFUR, NITROGEN, AND ON THE AMINO ACID PROFILE
OF BARLEY PLANT (*Hordeum vulgare* L.)**

Semih YILMAZ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, July 2006

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali İrfan İLBAŞ

ABSTRACT

In this study we have investigated the effects of increasing doses of sodium selenite (Na_2SO_3) and sodium selenate (Na_2SO_4) on the absorption of Se, S and N. The amino acid profile of barley (*Hordeum vulgare*) cultivars was identified. Çetin 2000, Bülbül 89 and Tarm 92 varieties are used as registered barley cultivars.

The field studies were conducted in the school garden of the Süleyman Demirel Turkish-Moldovian High School in Kongaz, Moldova. The application field was selected as three randomized blocks.

Our results revealed that increasing doses of selenium affected the absorption of Se in root, stem and grain. The test results also showed that selenium affected amino acid profile, N and S contents in grain. When increasing doses of Se applied, selenium accumulation in three cultivars was different. The amount of accumulated selenium in stem was less than that of root and grain parts. The contents of proteinogenic amino acid, free amino acid, essential amino acid, non-essential amino acid, and prolin amino acid was higher in Tarm 92 cultivar when compared with Cetin 2000 and Bulbul 89 cultivars.

Keywords: Barley cultivars, Selenate, Selenite, Selenium, *Hordeum vulgare*.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
1. BÖLÜM	
GİRİŞ.....	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Selenyum'un (Se) Tarihçesi.....	5
2.2. Sodyum Selenat ve Sodyum Selenitin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	5
2.3. Sodyum Selenat ve Sodyum Selenitin Metabolizması.....	6
2.4. Selenyum Bulunduran Enzimler ve Fonksiyonları.....	7
2.5. Selenyumun Biyolojik Etkileri.....	8
3. BÖLÜM	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Denemede Kullanılan Bitki.....	11
3.1.1. Çetin 2000 Çeşidinin Özellikleri.....	11
3.1.2. Tarm 92 Çeşidinin Özellikleri.....	11
3.2. Denemede Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	12
3.2.1. Soy dum Selenit (Na_2SeO_3) Çözeltisinin Hazırlanışı.....	12
3.2.2. Sodyum Selenat (Na_2SeO_4) Çözeltisinin Hazırlanışı.....	13
3.3. Metot.....	13

3.4. Deneme Toprağının Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tayini.....	14
3.4.1. Tekstür.....	14
3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH).....	14
3.4.3. Deneme Deseni.....	15
3.4.4. Deneme Arazisinin Hazırlanması.....	15
3.4.5. Ekim.....	16
3.4.6. Hasat.....	16
3.5. Analiz Yöntemleri.....	16
3.6. İstatistiksel Analizler.....	17
4. BÖLÜM	
BULGULAR	18
4.1. Denemenin Yapıldığı Toprağın Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri.....	18
4.2. Farklı Dozlarda Uygulanan Selenyumun Bitki Kısımlarında Selenyum	
Birikimine Etkisi.....	19
4.2.1. Kök Selenyum İçeriği.....	19
4.2.2. Gövde Selenyum İçeriği.....	21
4.2.3. Tane Selenyum İçeriği.....	24
4.2.4. Çeşitlerde Ortalama Kök, Gövde ve Tane Selenyum İçerikleri.....	26
4.3. Uygulanan Selenyum Dozlarına Göre Çeşitlerde Tane Azot İçeriği.....	30
4.4. Uygulanan Selenyum Dozlarının Çeşitlerde Amino Asit Profiline Etkisi.....	33
4.4.1. Esansiyel Olmayan Amino Asit İçeriğine Etkisi.....	34
4.4.2. Kükürtlü Amino Asit İçeriğine Etkisi.....	37
4.4.3. Proteinogenik Amino Asit İçeriğine Etkisi	40
4.4.4. Serbest Amino Asit İçeriğine Etkisi	44
4.4.5. Cys-Met İçeriğine Etkisi.....	47

4.4.6. Prolin İçeriğine Etkisi	50
4.4.7. Esansiyel Amino Asit İçeriğine Etkisi.....	53
4.5. Selenyum Uygulamasının Tane Kükürt içeriğine Etkisi	56
5. BÖLÜM	
TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	59
KAYNAKLAR.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	68

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Selenit dozlarına göre parsellere uygulanan çözelti miktarı	12
Tablo 3.2 Selenat dozlarına göre parsellere uygulanan çözelti miktarı.....	13
Tablo 4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	18
Tablo 4.2 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin kök selenyum içeriği	19
Tablo 4.3 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin gövde selenyum içeriği	22
Tablo 4.4 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin tane selenyum içeriği	24
Tablo 4.5 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin ortalama kök, gövde ve tane selenyum içeriği	27
Tablo 4.6 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin tane azot içeriği	30
Tablo 4.7 Farklı Selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin Esansiyel olmayan amino asit İçeriği	33
Tablo 4.8 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin kükürtlü amino asit içeriği	37
Tablo 4.9 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin proteinogenik amino asit. içeriği	41
Tablo 4.10 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin dozlara göre serbest amino asit içeriği	44
Tablo 4.11 Farklı Selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm92 çeşitlerinin cys-met içeriğine etkisi	47
Tablo 4.12 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin prolin içeriği.....	50
Tablo 4.13 Farklı Selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm92 çeşitlerinin esansiyel amino asit. içeriği	53
Tablo 4.14 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin tane kükürt içeriği	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Deneme alanından genel bir görünüş.....	13
Şekil 3.2 Deneme alanındaki parsellerden bir görünüş.....	15
Şekil 3.3 Hasat döneminden bir görünüş.....	16
Şekil 4.1 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin kök selenyum içeriği	20
Şekil 4.2 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin gövde selenyum içeriği	23
Şekil 4.3 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin tane selenyum içeriği	25
Şekil 4.4 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin kök, gövde ve tane selenyum içeriği	28
Şekil 4.5 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin toplam selenyum içeriği	29
Şekil 4.6 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin tane azot içeriği	31
Şekil 4.7 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin toplam tane azot içeriği	32
Şekil 4.8 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin tane azot içeriği	35
Şekil 4.9 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin toplam tane azot içeriği	36
Şekil 4.10 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin kükürtlü amino asit. içeriği	38
Şekil 4.11 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin toplam kükürtlü amino asit. içeriği	39
Şekil 4.12 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin dozlara göre proteinogenik amino asit. içeriği	42
Şekil 4.13 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin toplam proteinogenik amino asit. içeriği	43
Şekil 4.14 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin dozlara göre serbest amino asit. içeriği	45

Şekil 4.15 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin toplam serbest amino asit. içeriği	46
Şekil 4.16 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin cys-met indeksi içeriği.....	48
Şekil 4.17 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin cys-met indeksi içeriği	49
Şekil 4.18 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin dozlara göre prolin içeriği	51
Şekil 4.19 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin toplam prolin içeriği	52
Şekil 4.20 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin Esansiyel amino asit. içeriği	54
Şekil 4.21 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin toplam esansiyel amino asit.içeriği	55
Şekil 4.22 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin tane kükürt içeriği	57
Şekil 4.23 Farklı selenyum dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92	
çeşitlerinin toplam tane kükürt içeriği	58

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Teknoloji ve bilgi çağının getirdiği yenilikler ve iletişim araçlarından yararlanmamız, üretilen bilginin bir yerden başka bir yere kısa sürede iletilmesini, değerlendirilmesini ve kullanımını sağlamaktadır. Böylece sürekli olarak bilinenlere yeni bilgiler eklenmekte ve çalışmalara yeni boyutlar kazandırmaktadır. Bu konudaki en önemli bilgiler temel araştırmalardan ve uygulamalardan elde edilmektedir. Selenyum (Se) çevreye, insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri ve yararlanma konularında son yıllarda üzerinde çok sayıda araştırma yapılan ve yapılmakta olan bir elementtir.

Selenyumun kullanım alanları içerisinde fotokopi, cam üretimi, paslanmaz çelik üretimi, fungusit üretimi, kayganlaştırıcı maddeler, elektronik aygıtlar, pigmentler, boyalar, insektisit üretimi [1], ayrıca fotosel üretimi, güneş pillerinin üretimi, elektrot üretimi, plastik, metal alaşım üretimi, tekstil, petrol, tıbbi terapeütik ajanlar, ve fotografik emülsiyon gibi alanlar vardır [2].

Bu çalışmadaki amacımız çeşitli dozlarda uygulanan sodyum selenit (Na_2SeO_3) ve sodyum selenatın (Na_2SeO_4) arpa bitkisinde (*Hordeum vulgare* L.) Se, S ve N birikimini ve amino asit profilini değiştirip değiştirmediğini araştırmaktır. Selenyumun bir çok formu vardır ve bitkiler selenyumu topraktan, sudan, kanalizasyondan ve kirlilik nedeniyle atmosferde bulunan kaynaklardan alabilirler [1, 2]. Selenyum formlarından selenat (SeO_4^{2-}) ve selenit (SeO_3^{2-}) çözünürlüğü ve topraktaki hareketliliği en fazla olan iki selenyum bileşiğidir [6]. Bu nedenle bitkiler Selenyumu (Se) genellikle selenat (SeO_4^{2-}) ve selenit (SeO_3^{2-}) iyonları halinde alırlar. Bitkiler aynı zamanda Seleniti Selenata indirgeyebilirler [4].

Yaptığımız çalışmada selenyum uygulaması sodyum selenit (Na_2SeO_3) ve sodyum selenat (Na_2SeO_4) şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Selenyum hem insanlar ve hem de hayvanlar için zorunlu bir maddedir ve besin maddeleriyle birlikte yeterli miktarda alınması gerekmektedir [3, 5]. Selenyumun ve E vitamini yetersizliğinde glutatyon peroksidaz enziminin de yetersizliğiyle serbest radikallerin zararlı etkileri önlenememekte, hücrelerin yapı bütünlüğü bozulmakta ve metabolik işlevlerde eksiklik olmaktadır. Serbest radikal olarak bilinen bileşikler oldukça reaktif moleküllerdir ve kontrolsüz bırakıldıklarında hücre zarlarına zarar verebilirler. Vit-E ve GSH-Px bu zararı engelleyen iki önemli moleküldür. Vit-E zararlı moleküllerin (peroksitler) oluşumunu engeller. GSH-Px ise peroksitler hücre zarına zarar vermeden önce bu molekülleri yok eder. GSH-Px konsantrasyonu ve faaliyeti hayvanlarda doğrudan selenyum durumu ile bağlantılıdır. Hem selenyum ve hem de Vit-E zarlarda oksidatif zararı engellediği için antioksidantlardır. Bu özellikleri nedeni ile bu bileşikler arasında bir bağlantı vardır. Yani biri diğerinin görevini yapabilir [5, 6].

Selenyum, 5' triiodotironin deiodinaze enziminin yapısında da bulunur. Bu nedenle tiroit bezi fonksiyonunda da görev alır [9].

Se çoğu bitki türleri için zorunlu bir besin olarak görülmemesine rağmen, emiliminden sonra amino asitlerin ve proteinlerin yapısına katılır [7]. Bitkiler selenyumunu fonksiyonel olarak bünyelerinde biriktirirler fakat esas olarak tohumlarında daha çok birikir [8]. Selenyumun bazı ilkel bitki türleri için gerekli bir element olduğu ortaya koyulmuş olsa da yüksek bitkilerin büyümesinde zorunlu bir element değildir. Ancak insan ve hayvanlar için hayati öneme sahip bir antioksidan maddedir [6].

Se ile S ün fiziksel ve kimyasal benzerliği bitkilerdeki Se ve S metabolizması arasındaki yakın bağlantıyı açıklayabilir [10]. Bitkilerdeki S ve Se'un en yaygın formu sülfat, selenat ve selenittir.

Çoğu bitki türleri kuru ağırlık başına 25 $\mu\text{g/g}$ dan daha az Se içerir. Bu nedenle çevredeki fazla selenyuma tolerans gösteremezler. Selenosistein (SeCys) ve selenometionin (SeMet) selenoaminoasitlerinin non-spesifik protein integrasyonunun bitkilerdeki Se toksisitesinin en önemli nedeni olduğu düşünülmektedir [11, 12]. Bitkilerde S içeren metabolitlerin Se analoglarının varlığı, birçok Se bileşiğinin

biyosentezinde S asimilasyon yolunda kullanılan enzimlerin etkili olabileceğini gösteriyor [12].

Yapılan son çalışmalarda metilselenosistein, γ -glutamil-Se-metilselenosistein ve selenometionin gibi Se içeren bileşiklerin göğüs kanseri, prostat kanseri, ve kolon kanseri riskini azaltan etkili kemoprotektif ajanlar olduğu gösterilmiştir [13, 14]. Bu durum bitkilerde Se bileşikleri ile ilgili çalışmaların artmasına neden olmuştur [15, 16]. Ancak selenyumun yüksek dozları oldukça toksiktir. Kısa süreler içerisinde yüksek dozlarda selenyum tüketilmesi bulantı, kusma, ve ishal gibi durumların ortaya çıkmasına neden olduğu, kronik tüketimin ise selenosis'e neden olacağı bilinmektedir. Selenosiste akut selenyum toksisitesinin primer hedefleri kardiyovasküler, gastrointestinal, nörolojik ve hematopoietik sistemlerdir [17, 18]. Yaban hayatındaki selenyum toksisitesi Se-kirli alanlarda oldukça iyi belgelendirilebilmiştir.

Selenyum kontaminasyonu; selenyumca zengin toprakların sulanmasından kaynaklanan sızıntılarla, maden çıkarma çalışmalarıyla, petrol damıtılması ve kullanımıyla ve diğer endüstriyel kaynaklardan ortaya çıkabilir [19, 20]. Selenyumun besin zincirinde hızlı bir şekilde gerçekleşen biyoakümüülasyonu özellikle balıklar ve kuşlarda olmak üzere toksisite ve teratojenik etkiyle sonuçlanır [21, 22]. Moldova'da toprak ve sularda yüksek selenyum oranlarının varlığı bilinmektedir. Bu nedenle Moldova şartlarında Selenyum içeren kimyasallar negatif etkilerinin engellenmesi amacıyla dikkatle kullanılmalıdır [22].

Bilim adamları insan vücudu için günlük 50-200 mikrogram Se alımının yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Selenyum, kalsiyum ve Vitamin-C metabolizmasında gerekli bir elementtir. Kan şekerinin enerjiye dönüşümünde yardımcı olur. Trombosit birikimini azaltır ve kardiyovasküler sağlığa katkıda bulunur. Ayrıca hayvanlarda büyüme ve fertilitate bakımından zorunludur. AIDS, alzheimer hastalığı, kanser, kronik yorgunluk sendromu, cirrhosis, nezle-grip, çarpıntı, depresyon, divertikulitis, anfiyem, sara, kalp aritmisi, hepatit-C, yüksek kolesterol, hipertroidizm, migren, doku sertliği, Parkinson hastalığı, romatoid artrit, sigara bağımlılığı, felç, varikozel gibi hastalıkların engellenmesinde gereklidir [23, 24].

Selenyumun yaşam için gerekli bir çok iz elementten biri olduğu biliniyor; fakat iz seviyenin üstündeki dozlarda ölümcül etki gösterebilmektedir. Doğada iz seviyenin üzerindeki dozlarda nadiren görülür. Bu seviyenin altında ve üstünde çok ciddi sonuçlar ortaya çıkabilir [3, 5, 25]. Se toksisitesi kurak, yarı kurak, pH seviyesi 7 den yüksek olan topraklar ve killi toprakların olduğu bölgelerde daha yaygındır [3].

Ortamda selenid bulunduğunda O-acetyl-Serthiollyase enziminin katalizörlüğünde seleno-sistein içerisine girer. Bazı bitkilerde sistation- γ -sentaz enziminin faaliyeti ile Metionin biyosentetik yoluna girer, sonuçta da seleno-met ile Se-metilseleno-met oluşur. Bunlar bitkilere toksik etki gösterir [26]. Selenyum biriktiren bitkilerin fungal enfeksiyonlara karşı duyarlılığı daha azdır. Fakat bitkiler kök civarında yüksek selenyum uygulamasına maruz bırakılırsa protein sentezinde azalma, büyümenin yavaşlaması, solgunluk, ölüm ve istenmeyen bir dizi başka olaylar görülebilir. Selenyum ayrıca kuraklığa maruz kalan bazı bitkilerin su içeriğini de düzenleyebilir [27-30].

Yukarıda bahsedilen olaylar çalışma konumuzun seçiminde temel alınan ana fikrin kaynağını oluşturmaktadır. Bu çalışmada soydum selenit (Na_2SeO_3) ve sodyum selenat (Na_2SeO_4) üç çeşit arpa bitkisine uygulanmış ve Se bileşiklerinin arpada Se, S ve N emilimi ile amino asit profilinde herhangi bir metabolik değişikliğe sebep olup olmayacağını gözlemlemek amaçlanmıştır.

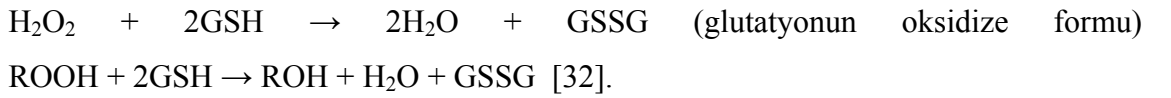
2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Selenyum'un (Se) Tarihçesi

Selenyum 1817'de İsveç bilim adamı Berzelius tarafından keşfedilmiştir. Yunanca ‘ay’ anlamına gelen ‘selene’ den türemiştir. Selenyumun 1957 de zorunlu bir element olduğu anlaşılmıştır. Buna rağmen 1973 yılına kadar canlı bünyesindeki rolü tam olarak anlaşılamamıştır. Selenyumun glutatyon peroksidaz enziminin yapısında keşfedilmesi, yiyeceklerdeki ve sağlıktaki öneminin anlaşılması yönüyle temel bir başlangıç olmuştur [31].

Glutatyon peroksidaz veya diğer adıyla GSH-Px, hücre zarlarının bozulmaya karşı korunmasında önemli görevler yapar. Selenyumun sitozolik enzim olan GSHPx teki rolü ilk defa 1973'te gösterilmiştir. Hidrojen peroksit veya lipid hidroperoksitlerin katalizlenmesi aşağıdaki reaksiyona göre gerçekleşir.



2. 2. Sodyum Selenat ve Sodyum Selenitin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sodyum selenat katı halde olup moleküler ağırlığı 188.94 olan bir bileşiktir. Bu molekül suda çözünbilme özelliğine sahiptir (20° C ta 83 g/200 g su [33]). Sodyum selenattaki selenyum en yüksek oksidasyon seviyesindedir (+6) ve bu özelliği nedeniyle de alkalın ve diğer oksitleyici şartlar altında stabil bir konumdadır. Sodyum selenat alkalın suda selenyumun en sık görülen formudur.

Yine katı halde bulunan sodyum selenit (Na_2SeO_3) suda çözünebilme özelliğine sahiptir (20°C ta 85 g/100 g su) [33] ve moleküler ağırlığı 172.9 olan bir bileşiktir. Sodyum selenitteki selenyum +4 oksidasyon durumundadır ve doğal olarak bulunur. Selenat iyonu HCl veya NaCl ilavesiyle selenite dönüştürülebilir. Selenyum farklı toprak çeşitlerinde, suda, havada, vejetasyonda, ve yiyeceklerde yaygın olarak bulunur. Kurak ve yarı kurak alanlardaki topraklardaki selenyum içeriği oldukça yüksektir. Bu topraklar genellikle alkalidir ve bu nedenle sodyum selenat (Na_2SeO_4) oluşumunu teşvik eder [34]. Selenyum elementi bitkilerden, topraktan, hayvanlardan, ve volkanik patlamalar vasıtasıyla atmosfere karışabilir.

Selenyum çeşitli değerlik elektron durumlarında olabilir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz;

- 1) -2 (hidrojen selenid, sodyum selenid, dimetil selenyum, trimetil selenyum, selenometionin gibi seleno aminoasitler)
- 2) 0 (elemental selenyum),
- 3) +4 (selenyum dioksit, selenious asid ve sodyum selenit)
- 4) +6 (selenik asit ve sodium selenat) [35].

2.3. Sodyum Selenat ve Sodyum Selenitin Metabolizması

Selenat veya selenit'teki selenyum, indirgenme yada metilasyon olayıyla metabolize edilir. Glutasyon varlığında gerçekleşen ve NADPH ile uyarılan reaksiyon şu aşamaların olmasını gerektirir [36].

1. Selenotrisülfat türevini oluşturmak için selenit ile glutasyon arasındaki non-enzimatik reaksiyon.
2. Selenosülfid türevinin non-enzimatik olarak fazla glutasyon varlığında yada NADPH ve glutasyon redüktaz enzimi aracılığıyla selenopersülfide dönüştürülmesi.
3. Kimyasal olarak kararsız olan selenopersülfid'in elemental selenyum oluşturmak üzere dekompozisyonu yada selenopersülfidin glutathyon redüktaz sistemiyle hidrojen selenid'e dönüştürülmesi.
4. Hidrojen selenidin metiltransferaz enzimiyle dimetil selenidi oluşturmak üzere metilasyonu.

Yüksek bitkilerde selenyum topraktan selenat (SeO_4^{-2}) veya selenit (SeO_3^{-2}) formunda alınır. Selenyumun kükürt asimilasyon yoluyla metabolize olduğu düşünülmektedir. Çünkü bitkiler selenyum ve kükürt'ün birbirine benzer yapılarından dolayı aralarında ayırım yapamazlar [37]. Selenit pasif yolla bitkiye girerken, selenat sülfat taşıyıcılarından aktif taşımayla hücrelere girer ve aynı zamanda kükürt Emilimi ile rekabet eder [37].

Selenat ve selenit'in selenide indirgenmesi ve bunun ardından O-asetilserin ile bağlantı kurması sonucu selenosistein ve selenometionin oluşur. Bu seleno-amino asitlerin herikiside non-spesifik olarak proteinlerde Cys ve Met'in yerine girer. Bu durum selenyum biriktirmeyen bitkilerde selenyum toksisitesine neden olur [37].

Selenyum, hiperakümülatör bitkilerde ve bazı ikinci derece selenyum akümülatörü bitkilerde selenosistein esas olarak metabolize edilir ve çeşitli non-proteinogenik seleno-amino asitlere aktarılır. Örneğin SeMSC; glutamyl SeMSC, ve Se-cystathionine bunlardandır. Selenyum biriktiren bitkilerde bu tür toksik olmayan seleno-amino asitlerin birikimi, selenyum toleransının sebebi olarak düşünülüyor [38].

2.4. Selenyum Bulunduran Enzimler ve Fonksiyonları

Selenyum hayvan ve insan dokularında L-selenometionin veya L-selenosistein şeklinde bulunur. L-selenometionin proteinlerde rastgele bir şekilde L-metionin yerine geçer. Bu proteinler selenyum içeren proteinler olarak bilinir. Fakat L-sistein'in selenoprotein olarak bilinen proteinlerin yapısına girmesi rasgele olmayıp belli bir düzene göre gerçekleşir. Aslında L- selenosistein kendine has bir üçlü koda sahiptir ve genetik olarak kodlanan 21'nci amino asit olarak ele alınır.

Selenoproteinler selenyum bağımlı dört glutatyon peroxidaz'dan (GSHPx-1, GSHPx-2, GSHPx-3, ve GSHPx-4) oluşur. Bunlar; üç tane selenyum bağımlı iodoironin deiodinaze; üç tane thioredoxin redüktaz; selenoprotein P, selenoprotein W; ve selenofosfat sentaz dir. Glutatyon peroxidaz ve muhtemelen selenoprotein P ile selenoprotein W antioksidan proteinlerdir. Selenyum bağımlı iodoironin deiodinaze, tiroksini triiodotironin'e dönüştürür, bu nedenle tiroit hormonu metabolizmasını düzenler.

Selenyumun antioksidan faaliyeti, selenyum bağımlı glutatyon peroksidaz'ın (GSHPx-) oluşumu ve fonksiyonuna bağlıdır. Glutatyon peroksitler hidroperoksitlerin zararlı etkisini ortadan kaldırmak için glutatyonun indirgeyici eşleniklerini kullanır. Dört değişik glutatyon peroksidaz vardır. Bunlardan GSHPx-1 vücuttaki bir çok hücrede bulunur, GSHPx-2 (GSHP_x-GI olarak bilinir) esas olarak gastrointestinal kanal hücrelerinde bulunur. GSHPx-3 ekstrasellüler bir glutatyon peroksidazdır. GSHPx-4 zarda bulunan bir hidroperoksit glutatyon peroksidazdır. GSHPx-4 fosfolipid hidroperoksit olarakta bilinir. GSHPx-4 fosfolipit hidroperoksitleri detoksifiye edebilir ve d-alfa-tokoferol ile birlikte zardaki oksidatif hasarın engellenmesine yardımcı olur. GSHPx-3 (ekstrasellüler glutatyon peroksidaz) ekstrasellüler sıvıdaki peroksitleri elimine eder.

Glutatyon peroksidazlar hidrojen peroksit ve yağ asitlerinden oluşan hidroperoksitleri detoksifiye eder. Bu özellik bu enzimlerin antioksidan görevidir. Fakat son yapılan çalışmalar reaktif oksijen türlerinin sinyal transdüksiyon işlemlerinde önemli görev yaptıklarını gösteriyor. Bu nedenle glutatyon peroksidazların hücrelerdeki reaktif oksijen türlerini etkilemek suretiyle sinyal transdüksiyon işlemlerinde düzenleyici görev yaptığı düşünülebilir [39, 40].

2.5. Selenyumun Biyolojik Etkileri

Selenyum bir çok biyokimyasal ve fizyolojik işlemlerde etkin rol alan bir elementtir. Örneğin koenzim-Q (mitokondrideki electron taşıma sisteminin bir komponentidir) biyosentezi, zardan iyon akışının düzenlenmesi, keratinlerin bütünlüğünün korunması, antikor sentezinin uyarılması, glutatyon biyosentezinin aktivasyonu bunlardan bazılarıdır.

Bunun yanında selenyumun canlılarda diğer birçok biyolojik etkisi vardır. Selenyum protein içeriği bol olan yiyeceklerde doğal halde bulunmaktadır. Bunlar arasında deniz ürünleri (özellikle kabuklular), tahıllar, selenyum biriktiren bitkiler ve bazı mantarlar sayılabilir. Selenyum, E vitamini ile sinerjistik bir etki göstererek antioksidan etki gösterir [41]. Kansere neden olan kimyasalları bloke ederek bunların kanserojen etkisini ortadan kaldırır [42, 43]. Bilim adamları selenyumun savunma sistemindeki görevi ve antioksidan özelliği nedeni ile AIDS hastalığında etkili olabileceğini düşünmüşlerdir

[44]. Selenyum vücudun tüm dokularında bulunmakla birlikte böbrek, karaciğer ve pankreasta daha yoğun olarak görülür. Se vücuda zarar veren serbest radikallerin oluşumunu engellemek suretiyle savunma sistemine yardımcı olur. Antikor üretiminde önemlidir. Doku elastikiyetinin korunmasında görev alır. Tiroit bezlerinin normal fonksiyonu için de zorunlu bir maddedir [43, 45]. Yaşlanmayı belirli bir noktaya kadar yavaşlatabilir. Selenyumca zengin besinlerle beslenen insanlarda ruh halinde iyileşme ve genel olarak kendini daha mutlu hissetme durumu gözlemlenmiştir. Günlük 50-200 mikrogram arasında selenyum alınmasının “güvenli ve yeterli ” olduğu belirtilmiştir.

Se yetersiz alındığında kas zayıflaması ve rahatsızlığı, yüksek kolesterol seviyesi, enfeksiyon sıklığında artış, kısırlık, karaciğer ve pankreas fonksiyonlarında zayıflama, eklem romatizması, kronik ağrılar, kanser riskinin artması gibi durumlar gözlemlenmiştir [46]. Ayrıca düşük oranda selenyum alan insanlarda kalp krizi ve çarpıntısı gibi yüksek kan basıncı ile bağlantılı hastalıkların ortaya çıktığı da tespit edilmiştir [47, 48]. Aşırı dozlarda alınmasının çok tehlikeli sonuçlar ortaya çıkardığı da gözlemlenmiştir. Özellikle koyun ve sığırlar selenyum biriktiren bitkileri ve bunların tohumlarını yediklerinde çeşitli hastalıklara maruz kalırlar. “Alkali hastalığı” ve “görme kusurları” bunlardandır [49]. Normalden en az 25 kat fazla alındığında saç dökülmesi ve tırnak şeklinin bozulması, bulantı, kusma ve yorgunluk gibi durumlar ortaya çıkar. Yeterli dozun üzerinde Se alınması merkezi sinir sistemine zarar verir [50].

Selenyum içeren bitkiler mantar enfeksiyonuna karşı daha az duyarlıdırlar. Ayrıca selenyumun bazı zararlılara karşı da etkili olduğu görülmüştür [51, 52]. Ancak, bitkiler kök civarında yüksek selenyum konsantrasyonuna maruz bırakıldığında protein sentezinde azalma, kloroz, büyümede gerileme, solgunluk, yaprak kuruması ve erken ölüm gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar. Se kuraklığa maruz kalan bitkilerde su içeriğinin düzenlenmesini sağlar [39, 30].

Se bazı amino asitlerde kükürtün yerini alır. Yumurta ve sperm hücreleri çoğunlukla proteinden oluştuğu için kükürt, gelişen embriyolarda genetik işaretleyicileri değiştirebilir ve bütün sistemi kontrol dışına çıkarabilir. Selenyumun kükürt üzerindeki bu etkisi kükürt içeren amino asitlerin (metionin, sistein) metabolizmasını değiştirdiği için hücre bölünmesi ve büyümeyi etkiler [53, 54].

Yüksek selenyum seviyeleri üremeyi baskılar, organogenezi, protein sentezini ve nükleik asit sentezini yavaşlatır. Se bitkilerde metal dağılımını etkiler ve bazen da toksik elementlerin atılmasını hızlandırır [55].

Se iyonları bitki dokularında besin elementlerinin birikimini, dağılımını, ve alımını etkiler. Bunların bazılarının (K, Na, Ca, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn) konsantrasyonunu artırır veya azaltır. Bazı besin elementlerinin taşınımındaki değişikliğin bitki hormonlarının gözlemlenen semptomu ve selenyumun etkilerinden olduğu düşünülmektedir [55].

Serbest radikal olarak bilinen bileşikler oldukça reaktiftirler ve kontrol edilmezlerse hücre zarını bozarlar. Vitamin E ve GSH-Px serbest radikallerin bu zararlı etkisini engelleyen iki moleküldür. Vitamin E zararlı peroksitlerin oluşmasını engellemek suretiyle zararlarını ortadan kaldırır. GSH-Px ise peroksitler hücre zarlarına zarar vermeden önce bunları parçalar. GSH-Px konsantrasyonu ve aktivitesi doğrudan selenyum durumuna bağlıdır. Hem selenyum ve hem de vitamin-E antioksidan olduğu için zarları oksidatif zarara karşı korurlar. Bu iki molekülünde aynı görevi yapması nedeniyle, ikisi arasında bir bağlantı olduğu düşünülmektedir [56].

Yapılan son araştırmalarda selenyumun 5'triiodotironin-deiodinaze enziminin yapısında da bulunduğu görülmüştür. 5'triiodotironin-deiodinaze, tiroksinin inaktif formunu aktif hale katalizleyen bir enzimdir. Tiroksin vücutta oldukça önemli görevleri bulunan bir hormondur. Selenyumun aktif tiroit hormonunun üretilmesinde gerekli bir element olduğu için eksikliğinde tiroit fonksiyonu bozuklukları ortaya çıkabilir.

Selenyum ayrıca kadmiyum, gümüş gibi ağır metallerle reaktif olmayan kompleksler oluşturmak suretiyle vücudu korur [57]. Prostoglandin sentezinde, esansiyel yağ asidi metabolizmasında, normal savunma tepkisindeki rolü bunlardan bazılarıdır [57].

3. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Denemede Kullanılan Bitki

Denemede Aksaray TİGEM den temin edilen Çetin 2000, Bülbül 89 Arpa bitkisi (*Hordeum vulgare*) çeşitleri ve Adana Tufanbeyli Tarım İlçe Müdürlüğünden temin edilen Tarm 92 arpa bitkisi çeşidi kullanılmıştır.

3.1.1. Çetin 2000 Çeşidinin Özellikleri

Tescil yılı: 2000

Sap ve Yaprak Özellikleri: Orta uzun boylu ve yatmaya dayanıklı bir arpa çeşididir. Yapraklar yeşil ve yarı diktir.

Başak ve Tane Özellikleri: Altı sıralıdır. Kılçıklı, başaklar orta-uzun ve yarı dik yapıdadır. Taneler orta yuvarlak ve beyazdır.

Tarımsal Özellikleri: Kışlık-fakültatif gelişme tabiatlı, orta geççi bir çeşittir. Kardeşlenmesi yüksektir. Özellikle yarı taban ve taban alanlarda destek sulama yapılan çevrelerde verim potansiyeli 600-750 kg/da'a ulaşmaktadır. Gübreye ve suya tepkisi iyidir.

Patolojik özellikleri: Yaprak lekesi hastalığına dayanıklı, arpa çizgili yaprak lekesi hastalığına orta dayanıklıdır.

Kalite özellikleri: 1000 tane ağırlığı 35 gr. Tanede protein oranı %13 tür. Yemlik kalitesi iyidir.

3.1.2. Tarm 92 Çeşidinin Özellikleri

İslah edildiği kuruluş: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü- Ankara

Tescil yılı: 1992

Sap ve Yaprak Özellikleri: Saplar 85-100 cm uzunluğunda, yatmaya dayanıklı yapraklar yeşil ve yarı diktir.

Başak Yapısı: Başakları iki sıralı, uzun, sık, yarı dik, kılçıklar paralel ve dişlidir.

Tane Özellikleri: 1000 tane ağırlığı 40-46 gr dır. Taneler 9-12 mm uzunluğunda, kavuzlu, dolgun, iri ve beyaz renklidir.

Tarımsal Özellikleri: Alternatif gelişme tabiatlıdır. Kışa, kurağa, yatmaya dayanıklıdır. Orta erkenci, gübreye reaksiyonu iyi ve verim potansiyeli kışta 350-450 kg/da'dır.

Hastalık Durumu: Başak hastalıklarından kapalı راستا (*Ustilago hordei*) orta dayanıklı, yaprak hastalıklarından yaprak çizgi ve yaprak leke hastalıklarına da orta hassastır.

3.2. Denemede Kullanılan Kimyasal Maddeler

Denemede Selenyum kaynağı olarak konuya uygun oranlarda sodyum selenit (Na_2SeO_3) ve sodyum selenat (Na_2SeO_4) çözeltileri kullanılmıştır. Ekim esnasında her parsele 30gr %34 azot içeren gübre karıştırılmıştır. Ayrıca fungal enfeksiyonun engellenmesi amacıyla Trifmine 30WP (triflumizol %30, 3 gr) fungusit ilacı kullanılmıştır.

3.2.1. Sodyum Selenit (Na_2SeO_3) Çözeltisinin Hazırlanışı

0.5 gr toz halindeki sodyum selenit (Na_2SeO_3) alınıp 1000 ml suda çözülerek 0.5 gr/lt lik standart çözelti hazırlandı. Standart çözeltiden 2m^2 lik her bir parsele düşen çözelti miktarları alınıp 2 litrelik kaplarda su ile seyreltilerek püskürtme şeklinde ekim esnasında toprağa uygulandı. Uygulanan selenit dozlarına göre standart çözeltiden alınan selenit miktarı ve parsellere uygulanan çözelti miktarı Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1 Selenit Dozlarına Göre Parsellere Uygulanan Çözelti Miktarı.

Uygulanan Selenit dozları (mg)	2m^2 lik parsellere uygulanan çözelti miktarı (ml)	Standart çözelti (0.5 gr/lt) den alınan miktar (ml)
1	2	1
2	4	2
3	6	3
4	8	4

3.2.2. Sodyum Selenat Çözeltisinin Hazırlanışı

0,5 gr toz halindeki sodyum selenat (Na_2SeO_4) alınıp 1000 ml suda çözülerek 0.5 gr/lt lik standart çözelti hazırlandı. Standart çözeltiden 2m^2 lik her bir parsel'e düşen çözelti miktarları alınıp 2 lt'lik kaplarda su ile seyreltilerek püskürtme şeklinde başak oluşumu sırasında bitkilere uygulandı. Uygulanan selenat dozlarına göre standart çözeltiden alınan selenat miktarı ve parsellere uygulanan çözelti miktarı Tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2 Selenat Dozlarına Göre Parsellere Uygulanan Çözelti Miktarı.

Uygulanan selenat dozları (mg)	2m^2 lik parsellere uygulanan çözelti miktarı (ml)	Standart çözelti (0.5 gr/lt) den alınan miktar (ml)
0.25	0,5	0.5
0,50	1,0	1,0
0,75	1,5	1,5
1,00	2,0	2,0

3.3. Metot

Deneme 2005 yılında Moldova'nın Komrat ilçesinin Kongaz köyünde S.Demirel Türk-Moldova Lisesi arazisinde tarla denemesi şeklinde kurulmuştur (Şekil 3.1). Deneme tesadüf blokları desenine göre üç tekerrürlü olarak planlanmıştır. Denemede özellikleri belirtilen üç arpa çeşidi, kontrol dahil 5 selenit dozu (0mg, 1mg, 2mg, 3mg, 4 mg) ve kontrol dahil 5 selenat dozu (0mg, 0,25mg, 0,50mg, 0,75mg, 1,00 mg) konu edinilmiştir.

Parsel boyutları $2 \times 1 = 2\text{m}^2$ olarak belirlenmiştir. Selenit uygulaması bitkilerin ekimi ile aynı zamanda gerçekleştirilmiştir. Selenat uygulaması ise başaklanma döneminde uygulanmıştır.



Şekil 3.1. Deneme Alanından Genel Bir Görünüş.

3.4. Deneme Toprağının Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tayini

Toprak materyali 0-30 cm derinlikten alınarak gölge bir alanda kurutulmuştur. Toprakta homojenliği sağlamak için elenen toprak geniş bir kap içerisinde karıştırılmış ve içinden yeterli miktarda toprak örneği alınarak gerekli analizler yapılmıştır. Analizlerin yapılmasında Moldova Akademi Enstitüsü Laboratuvarından yararlanılmıştır. Toprak sterilizasyonu toprağın 2 saat süre ile 121 °C otoklavda bekletilmesi ile sağlanmıştır.

3.4.1. Tekstür

Bouyoucus yöntemine göre yapılmıştır [56].

3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH)

Richards'ın bildirdiği şekilde hazırlanan saturasyon macununda, pH metre ile ölçülmüştür [57].

3.4.3. Deneme Deseni

Deneme, özellikleri belirtilen üç arpa bitkisi çeşidi üzerinde kontrol hariç 4 sodyum selenit (Na_2SeO_3) dozu ve 4 sodyum selenat (Na_2SeO_4) dozunda üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulup yürütülmüştür.

3.4.4. Deneme Arazisinin Hazırlanması

Materyal temininden sonra 136 m^2 arazi üç bölmeye ayrılarak her bölme içerisinde $2 \times 1 = 2 \text{ m}^2$ genişliğinde 15 parsel hazırlandı. Toplam olarak 45 parsel hazırlandı. Tekerrürler arasında 1m genişliğinde yol bırakıldı. Ayrıca her parsel arasında yanıl etkidenden korunmak amacıyla 20 cm genişliğinde ara bırakıldı (Şekil 3.2). Her bölme içerisinde arpa çeşitlerinin her birinden beş parselle ekim yapıldı. Her bölmedeki çeşitlerden birer parsel kontrol amaçlı, diğer dört parseldeki bitkiler ise deneme amaçlı kullanıldı.



Şekil 3.2. Deneme Alanındaki Parsellerden Bir Görünüş.

3.4.5. Ekim

Ekim işlemi 10.04.2005 tarihinde yapılmıştır. Her parsele yaklaşık olarak 2-4 cm derinlikte 700 tohum gelecek şekilde ekim yapılmıştır.

3.4.6. Hasat

Yaklaşık olarak üç aylık gelişme süresi sonunda bitkiler kökleriyle birlikte topraktan sökülerek hasat edilmiştir. Toprakta arındırılan kök ve toprak üstü aksam selenyum, kükürt, azot ve amino asit analizi yapılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Hasat dönemi ile ilgili bir görünüş Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Hasat Döneminden Bir Görünüş.

3.5. Analiz Yöntemleri

Laboratuvar analizleri Moldova Akademi Enstitüsünde yapılmıştır. Tane, kök ve gövdede selenyum, kükürt ve azot analizleri için numune hazırlanması EPA, Perkin Elmer Inc., USGS ve diğerlerinin standart çalışma işlemlerine göre yapılmıştır [58, 59].

Bitki numuneleri kök, gövde ve tane olmak üzere üç kısma ayrılarak laboratuvar ortamında küçük parçalara ayrıldı. Daha sonrada şu şekilde sindirim işlemi uygulanmıştır: Erlenmayere 0.10 g numune eklenerek 20 mL HNO_3 ilave edilmiş ve bir gece beklenmesi sağlanmış, daha sonra 3 mL HClO_4 ilave edilerek 175°C ta 60 dakika süreyle bekletilmiş, sonrada reflux çıkartılıp yoğunlaştırılmış ve üzerine 25 ml deiyonize su ilave edilmiştir. 5 mL sindirilmiş solüsyon, 25 mL HCl , ve 15 mL deiyonize su alınarak 50 mL lik flask içerisinde karıştırılmıştır. Bu flask daha sonra selenatın selenite indirgenmesi amacıyla 20 dakika süreyle 90°C sıcaklıkta su içerisinde bekletilmiştir. Tüm numunelerdeki selenyum konsantrasyonu Hidrit Generasyonu (FIAS 400) Atomik Absorpsiyon Spektrofotometri (Perkin Elmer AAnalyst800) sistemi yoluyla analiz edilmiştir. Analiz değeri sınır limiti 0.003 mg/kg olarak belirlenmiştir. Tüm numuneler üçerli tekerrür halinde analiz edilmiştir. Amino asit analizleri Amino Asit Analizatörü AAA 339 M de (Chehia) İyon Değişimi Sıvı Kromatografisi yöntemiyle yapılmıştır. Yöntemde ninhidrin kullanılmıştır.

Bitki tanesindeki azot analizi Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Kjeldahl yöntemine göre konsantre H_2SO_4 ile yaş yakılma sonucu bitki örneklerindeki azot NH_4^+ ’e çevrilmekte ve güçlü alkali tepkimeli bir ortamda yapılan damıtma sonunda ortaya çıkan NH_3 miktarının belirlenmesi sonunda örnekte bulunan azot miktarı hesaplanmaktadır. Bu analizde 3 aşama vardır: Yakma, damıtma ve titrasyon. Sonuçta kullanılan NaOH miktarına bakılarak tohumdaki azot miktarları hesaplanmıştır [60].

3.6. İstatistiksel Analizler

Deneme sonuçlarının istatistiksel analizleri Yurtsever’e göre yapılmıştır [61]. Buna göre Costat paket programı ile varyans analizine gidilmiştir. Ayrıca ortalamalar alınmış, ortalamaların standart sapma ve standart hataları hesaplanarak arpa çeşitleri arasındaki ve selenyum uygulama dozları arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

4. BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Denemenin Yapıldığı Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri.

Özellikler	Değerler
Derinlik (cm)	0-30
Bunye Sınıfı	Siltli-Tin
Kum (mm)	29.57
Kil (mm)	23.46
Silt (mm)	46.97
pH	8.37
Ca (%)	0.008
Mg (%)	0.004
Cl (%)	0.003
Organik madde (%)	2.417
Azot (%)	0.180
Fosfor (mg/100g)	5.567
Potasyum (mg/100g)	97.833
HCO ₃ (%)	0.038

0-30 cm derinlikten alınan deneme toprağının bünyesi silttir. Toprak pH'ı baziktir. Topraktaki bitkiye yararılı fosfor miktarı yeterlidir [62]. Toprak organik madde miktarı bakımından ise normal düzeydedir [63].

4.2. Farklı Dozlarda Uygulanan Selenyumun Bitki Kısımlarında Selenyum Birikimine Etkisi

4.2.1. Kök Selenyum İçeriği

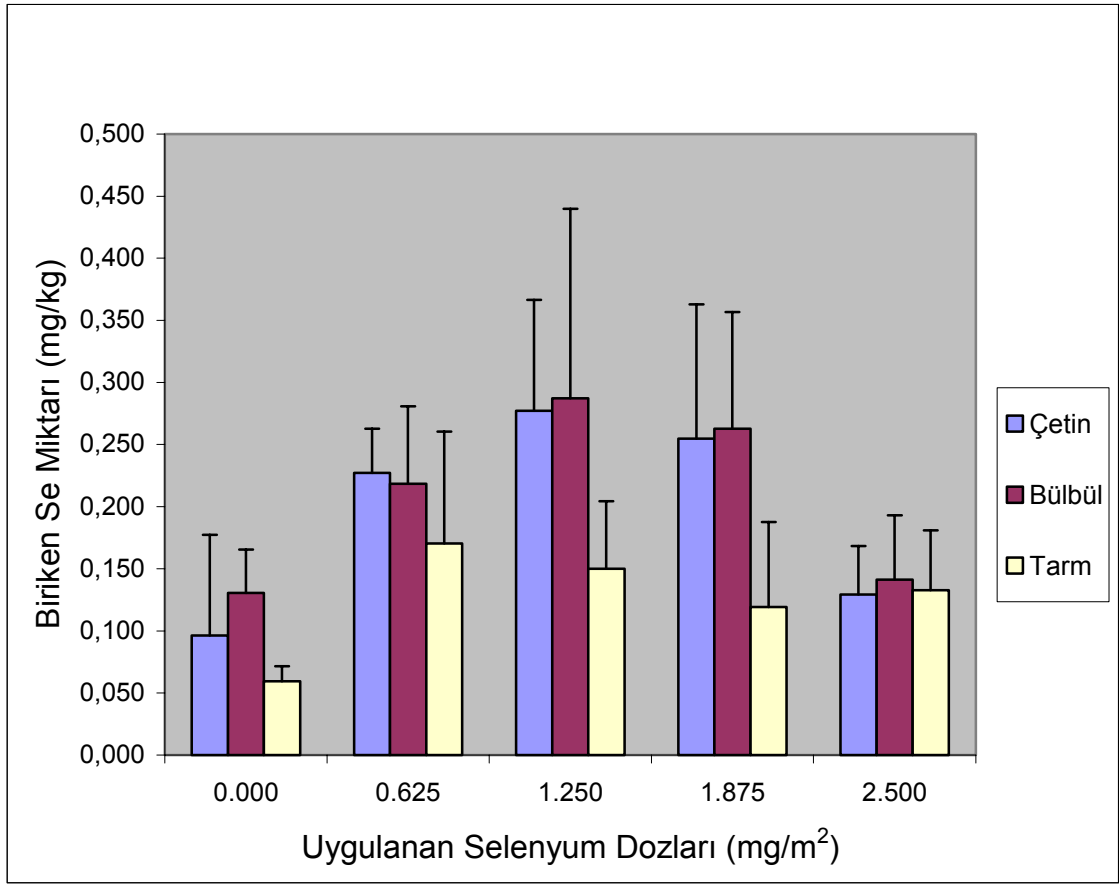
Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg/m², 0.625 mg/m², 1.250 mg/m², 1.875 mg/m², 2.500 mg/m²) uygulaması sonucu köklerinde biriktirdiği selenyum miktarlarına ilişkin değerler Tablo 4.2 ve Şekil 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.2 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Kök Selenyum İçeriği (mg/kg).

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	0.096	0.121	0.059	0.092c*
0.625	0.227	0.218	0.170	0.205ab
1.250	0.277	0.287	0.150	0.238a
1.875	0.255	0.263	0.119	0.212ab
2.500	0.129	0.141	0.133	0.134bc
Ortalama	0.197A	0.206A	0.126B	0.176

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Tabloda görüldüğü gibi Çetin 2000 çeşidinin 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg Se dozlarında kök selenyum içeriği sırasıyla ortalama 0,096 mg/kg ; 0,227 mg/kg ; 0,277 mg/kg ; 0,255 mg/kg ve 0.129 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çetin 2000 çeşidinin kök selenyum içeriği kontrol dahil üçüncü doza kadar artış göstermiş daha sonra ise azalma eğilimine girmiştir. Kök selenyum içeriği bakımından uygulanan dozlara göre en fazla selenyum 0.277 mg/kg ile üçüncü dozda, en az selenyum içeriği ise 0,096 mg/kg ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir.



Şekil 4.1 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbul 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Kök Selenyum İçeriği

Bülbul 89 çeşidinin 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg Se dozlarında kök selenyum içeriği sırasıyla 0,121 mg/kg ; 0,218 mg/kg ; 0,287 mg/kg ; ve 0,263 mg/kg; ve 0.141 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kök selenyum içeriği bakımından uygulanan dozlara göre en yüksek değer ortalama 0,287 mg/kg ile 3'ncü dozda, en düşük değer ise ortalama 0.121 mg/kg ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Bülbul 89 çeşidinde ilk üç dozda selenyum emiliminde sürekli bir artış gerçekleşmiş, dördüncü ve beşinci dozda ise azalma eğilimi gerçekleşmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.1).

Tarm 92 çeşidinin uygulanan dozlara göre kök selenyum içeriği sırasıyla 0,059 mg/kg; 0,170 mg/kg; 0,150 mg/kg; ve 0,119 mg/kg; 0.133 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kök selenyum içeriği bakımından en yüksek selenyum değeri ortalama 0,170 mg/kg ile ikinci dozda, en düşük değer ise ortalama 0.059 mg/kg ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.1).

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg dozlarındaki kök selenyum içeriği sırasıyla 0.092 mg/kg; 0.205 mg/kg; 0.238 mg/kg; 0.212 mg/kg; 0.134 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.2). İlk üç selenyum dozunda kök selenyum içeriği artmış, sonraki iki dozda tekrar azalmıştır. Yapılan varyans analizinde kök selenyum içeriği bakımından selenyum dozlarının etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Selenyum dozları dikkate alınmaksızın çeşitlerin kök selenyum içerikleri incelendiğinde Bülbül çeşidinin en yüksek kök selenyum içeriğine (0.206mg) sahip olduğu görülmektedir. En düşük kök selenyum içeriği ise ortalama 0.126 mg ile Tarm çeşidinde tespit edilmiştir. Çetin çeşidi ise kök selenyum içeriği bakımından 0.197 mg ile bu ikisi arasında yer almıştır (Tablo 4.2, Şekil 4.1). Yapılan varyans analizinde kök selenyum içeriği bakımından Çetin 2000 ve Bülbül 89 çeşitleri arasındaki fark önemsiz olmasına rağmen bu çeşitler ile Tarm 92 çeşidi arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Çeşit ve selenyum uygulaması etkileşimi istatistiksel anlamda önemsiz ($P>0.05$) olmakla birlikte en yüksek değerler Bülbül ve Çetin için sırasıyla 0.287 mg ve 0.277 mg olarak 3'ncü selenyum dozu uygulamasında, Tarm için ise 0.170 mg ile 2'nci selenyum dozu uygulamasında görülmüştür.

4.2.2. Gövde Selenyum İçeriği

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı Selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu gövdesinde biriktirdiği selenyum miktarlarına ilişkin değerler Tablo 4.3 ve Şekil 4.2 de verilmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg dozlarında Çetin 2000 çeşidinin ortalama gövde selenyum içeriği sırasıyla 0.110 mg/kg; 0.118 mg/kg; 0.097 mg/kg; 0.100 mg/kg ve 0.043 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Bülbül 89 çeşidinin 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg Se dozlarında gövde selenyum içeriği sırasıyla 0.079 mg/kg; 0.175 mg/kg; 0.165 mg/kg; 0.125 mg/kg; ve 0.124 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kök selenyum içeriği bakımından uygulanan dozlara göre en yüksek değer ortalama 0,175 mg/kg ile 2'nci dozda, en düşük değer ise ortalama 0.0.79 mg/kg ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Bülbül 89

çeşidinde gövde selenyum içeriğinde ikinci doz dahil artış olmuş bundan sonraki dozlarda ise sürekli olarak azalma gerçekleşmiştir.

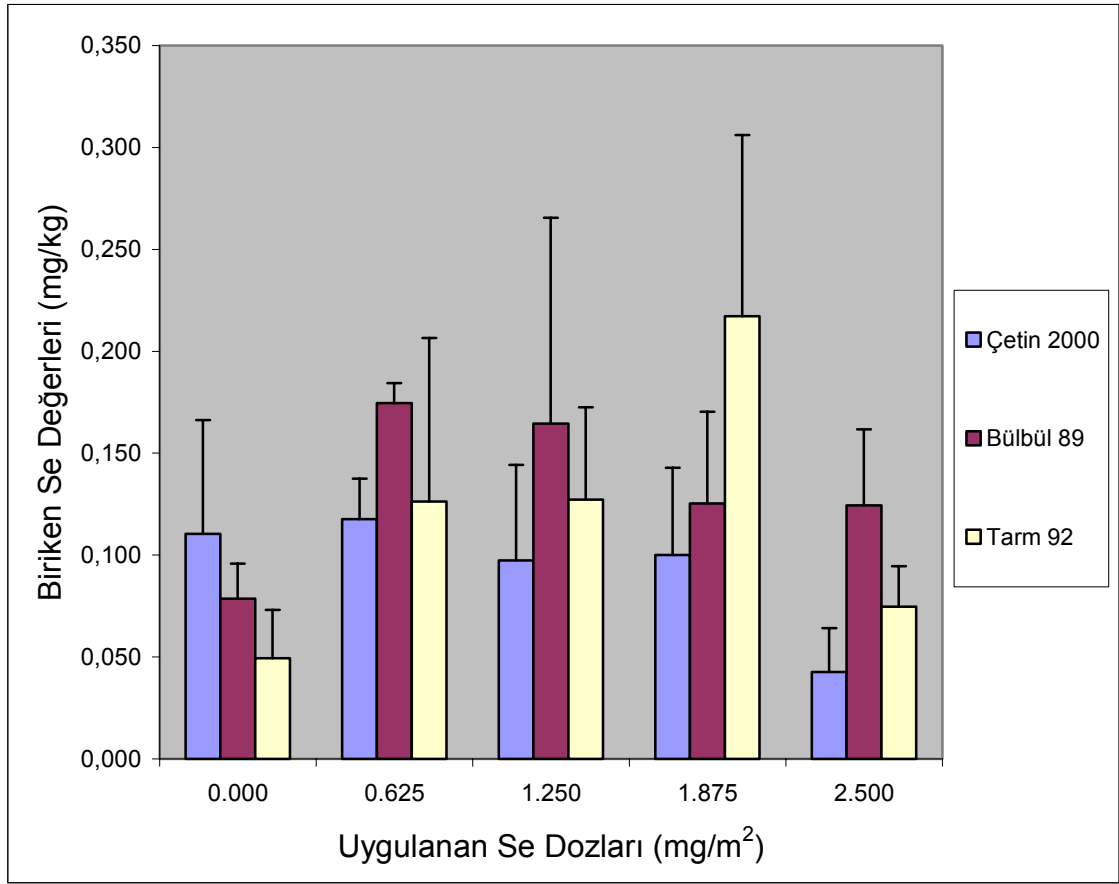
Tablo 4.3 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Gövde Selenyum İçeriği (mg/kg).

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	0.110	0.079	0.049	0.094a*
0.625	0.118	0.175	0.126	0.140a
1.250	0.097	0.165	0.127	0.130a
1.875	0.100	0.125	0.217	0.147a
2.500	0.043	0.124	0.075	0.081a
Ortalama	0.094A	0.142A	0.119A	0.118

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları Varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir

Tarm 92 çeşidinin uygulanan dozlara göre gövde selenyum içeriği sırasıyla 0,049 mg/kg ; 0,126 mg/kg; 0,127 mg/kg; 0,217 mg/kg; ve 0.075 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kök selenyum içeriği bakımından en yüksek değer ortalama 0,217 mg/kg ile dördüncü dozda, en düşük değer ise ortalama 0.049 mg/kg ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Tarm 92 çeşidinde 3'ncü doza kadar gövde Se içeriği artmış 4'ncü dozdan itibaren ise keskin bir düşüş gerçekleşmiştir (Tablo 4.3, Şekil 4.2).

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg dozlarındaki gövde selenyum içeriği sırasıyla 0.094 mg/kg; 0.140 mg/kg; 0.130 mg/kg; 0.147 mg/kg; 0.081 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Kontrol grubuna göre kıyaslama yapıldığında sonraki üç dozda genel olarak artış gözlemlenmiş beşinci dozda ise azalma gerçekleşmiş olmasına rağmen yapılan varyans analizinde gövde selenyum içeriği bakımından selenyum dozlarının etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.2 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Gövde Selenyum İçeriği

Selenyum dozları dikkate alınmaksızın çeşitlerin gövde selenyum içerikleri incelendiğinde Bülbül 89 çeşidinin en yüksek selenyum içeriğine (0.142mg) sahip olduğu görülmektedir. En düşük gövde selenyum içeriği ise ortalama 0.094 mg ile Çetin 2000 çeşidinde tespit edilmiştir. Tarm 92 çeşidi ise gövde selenyum içeriği bakımından 0.119 mg ile diğer iki çeşit arasında yer almıştır (Tablo 4.3, Şekil 4.2). Yapılan varyans analizinde kök selenyum içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çeşit ve selenyum uygulaması etkileşimi istatistiksel anlamda önemsiz olmakla birlikte en yüksek değerler Çetin 2000 ve Bülbül 89 için sırasıyla 0.118 mg ve 0.175 mg olarak 2'nci selenyum dozu uygulamasında, Tarm 92 için ise 0.217 mg ile 4'ncü selenyum dozu uygulamasında görülmüştür.

Çeşitler dikkate alınmaksızın uygulanan dozlara göre en yüksek gövde Se içeriği 0.147 mg/kg ile dördüncü selenyum dozu uygulamasında, en düşük gövde selenyum içeriği de 0.081 mg/kg ile beşinci doz uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

4.2.3. Tane Selenyum İçeriği

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu tanesinde biriktirdiği selenyum miktarlarına ilişkin değerler Tablo 4.4 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi Çetin 2000 çeşidinin uygulanan Se dozlarında tanesinde biriktirdiği selenyum içerikleri sırasıyla ortalama 0,107 mg/kg; 0,224 mg/kg; 0,251 mg/kg; 0,154 mg/kg ve 0,116 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çetin 2000 çeşidinin tane selenyum içeriği kontrol dahil üçüncü doza kadar artış göstermiş daha sonra ise azalma eğilimine girmiştir. Tane selenyum içeriği bakımından uygulanan dozlara göre en fazla selenyum içeriği 0.251 mg/kg ile üçüncü dozda, en az selenyum içeriği ise 0,107 mg/kg ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir.

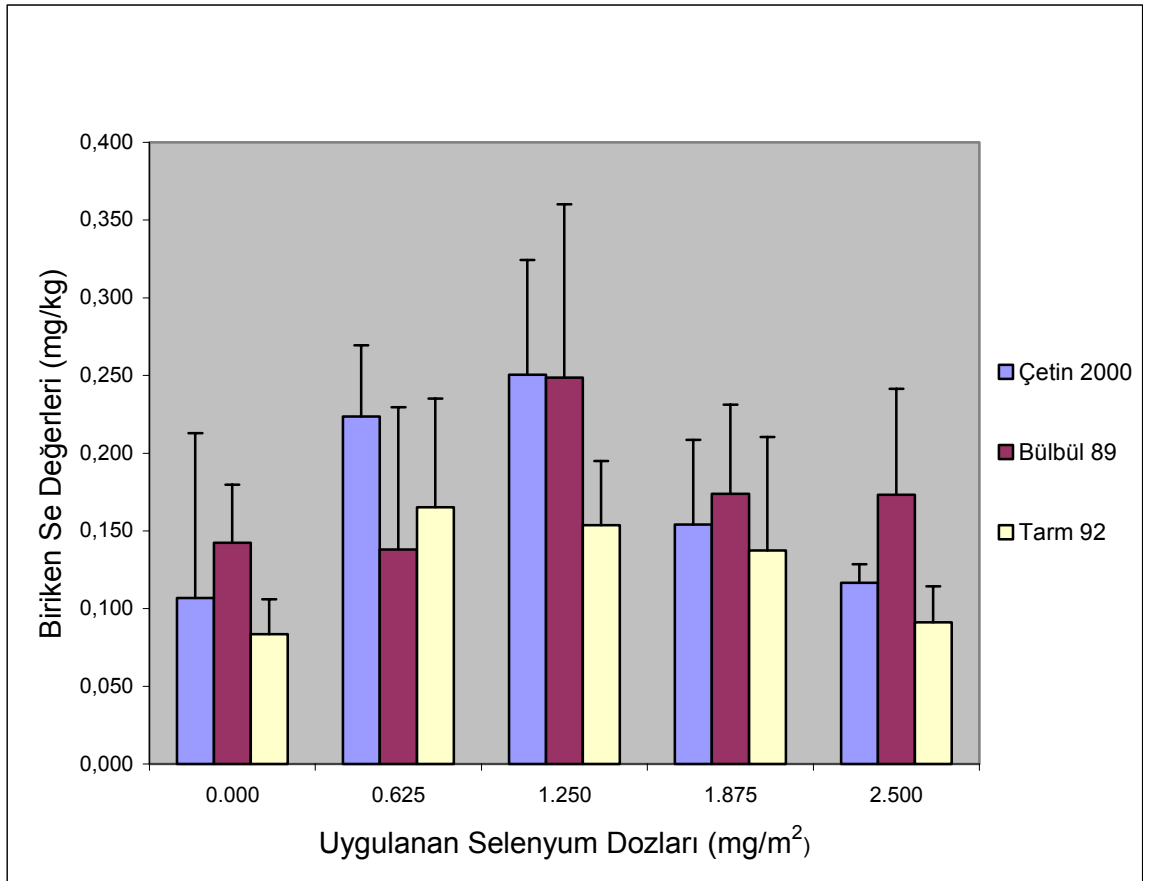
Tablo 4.4 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tane Selenyum İçeriği (mg/kg).

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	0.107	0.142	0.083	0.111a
0.625	0.224	0.138	0.165	0.176a
1.250	0.251	0.249	0.154	0.218a
1.875	0.154	0.174	0.137	0.155a
2.500	0.116	0.173	0.091	0.127a
Ortalama	0.170A	0.175A	0.126A	0.157

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir

Bülbül 89 çeşidinin uygulanan Se dozlarında tane selenyum içeriği sırasıyla 0,142 mg/kg; 0,138 mg/kg; 0,249 mg/kg; ve 0,174 mg/kg; ve 0,173 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kök selenyum içeriği bakımından uygulanan dozlara göre en yüksek değer ortalama 0,249 mg/kg ile 3'ncü dozda, en düşük değer ise ortalama 0.138 mg/kg ile ikinci uygulama dozunda tespit edilmiştir (Tablo 4.4, Sekil 4.3).

Tarm 92 çeşidinin uygulanan dozlara göre tane selenyum içeriği sırasıyla 0,083 mg/kg; 0,165 mg/kg; 0,154 mg/kg; ve 0,137 mg/kg; 0.091 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Tane selenyum içeriği bakımından en yüksek selenyum değeri ortalama 0,165mg/kg ile ikinci dozda, en düşük değer ise ortalama 0.083 mg/kg ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Tablo 4.4, Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tane Selenyum İçeriği

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg dozlarındaki tane selenyum içeriği sırasıyla 0.111 mg/kg; 0.176 mg/kg; 0.218 mg/kg; 0.155 mg/kg; 0.127 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.4). İlk üç selenyum dozunda tane selenyum içeriği artmış, sonraki iki dozda tekrar azalmış olmasına rağmen yapılan varyans analizinde kök selenyum içeriği bakımından selenyum dozlarının etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Selenyum dozları dikkate alınmaksızın çeşitlerin ortalama tane selenyum içerikleri incelendiğinde Bülbül 89 çeşidinin en yüksek tane selenyum içeriğine (0.175mg) sahip olduğu görülmektedir. En düşük tane selenyum içeriği ise ortalama 0.126 mg ile Tarm 92 çeşidinde tespit edilmiştir. Çetin 2000 çeşidi ise kök selenyum içeriği bakımından 0.170 mg ile diğer iki çeşit arasında yer almıştır (Tablo 4.4, Şekil 4.3). Yapılan varyans analizinde tane selenyum içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çeşit ve selenyum uygulaması etkileşimi istatistiksel anlamda önemsiz olmakla birlikte en yüksek değerler Çetin 2000 ve Bülbül 89 için sırasıyla 0.251 mg ve 0.249 mg olarak 3'ncü selenyum dozu uygulamasında, Tarm 92 için ise 0.165 mg ile 2'nci selenyum dozu uygulamasında görülmüştür (Tablo 4.4).

4.2.4. Çeşitlerde Ortalama Kök, Gövde ve Tane Selenyum İçerikleri

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu kök, gövde ve tanesinde biriktirdiği selenyum miktarlarına ilişkin değerler Tablo 4.5 ve Şekil 4.4' te verilmiştir.

Çetin 2000 çeşidi ortalama olarak en fazla selenyumu köklerinde (0.197 mg/kg), en az selenyumu ise gövdesinde (0.094 mg/kg) biriktirmiştir. Tüm kısımlarında biriktirdiği selenyum ise ortalama 0.154 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Bülbül 89 çeşidinde en fazla selenyum birikimi 0.220 mg/kg ile köklerinde, en az selenyum birikimi ise gövdesinde (0.142 mg/kg) gerçekleşmiştir. Tane selenyum birikimi 0.142 mg/kg ile bu ikisi arasında yer almıştır (Tablo 4.5).

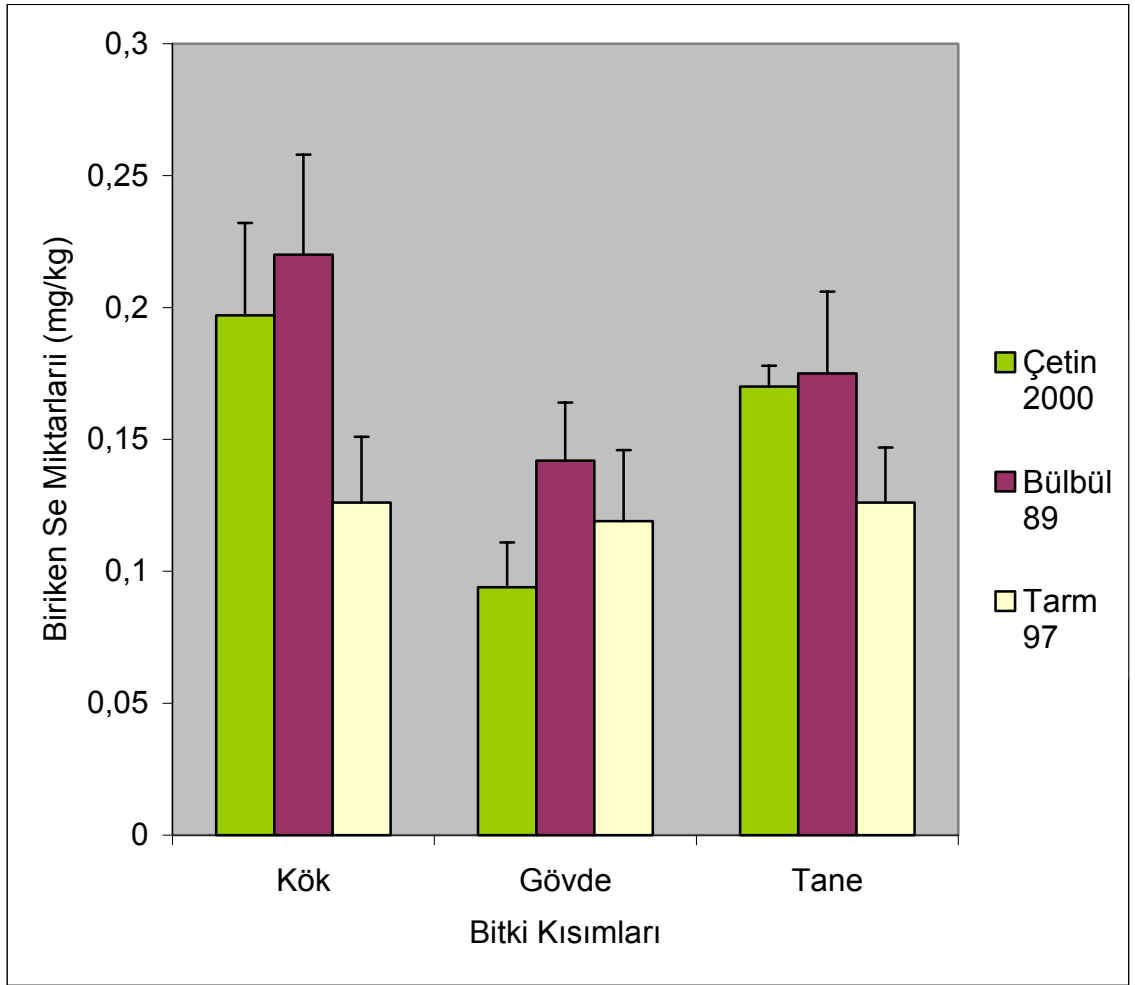
Tablo 4.5 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Ortalama Kök, Gövde ve Tane Selenyum İçeriği (mg/kg).

Çeşitler	Bitki Kısımları			Tüm Bitki Ort.
	Kök	Gövde	Tane	
Çetin 2000	0.197	0.094	0.170	0.154
Bülbül 89	0.220	0.142	0.175	0.172
Tarm 92	0.126	0.119	0.126	0.124
Ortalama	0.181	0.118	0.157	0.150

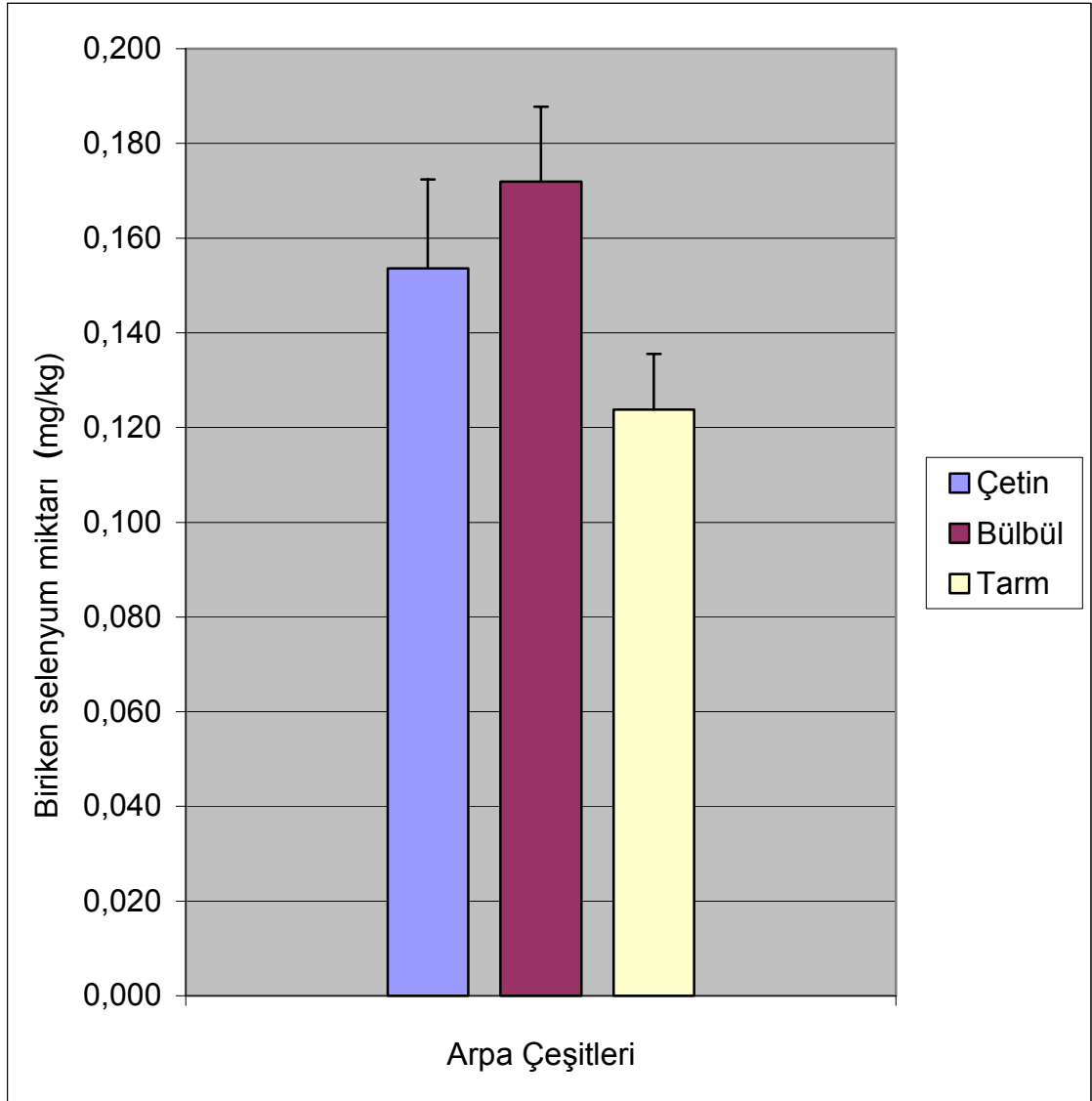
Tarm 92 çeşidinde selenyum birikimi kök ve tanede aynı oranda (0.126 mg/kg) gerçekleşmiş, gövdesinde ise 0.119 mg /kg ile daha az oranda birikmiştir (Tablo 4.5).

Çeşitlerde kök, gövde ve tanede biriken selenyum miktarına bakmaksızın ortalama olarak tüm bitki kısımlarında biriken selenyum miktarları göz önünde bulundurulduğunda en fazla selenyum oranının (0.172 mg/kg) Bülbül 89 çeşidinde, en az selenyumun oranının (0.124 mg/kg) Tarm 92 çeşidinde biriktiği tespit edilmiştir. Çetin 2000 çeşidi ise 0.154 mg/kg ile diğer iki çeşit arasında yer almıştır (Şekil 4.5).

Uygulanan dozlara göre çeşitlere bakmaksızın kök, gövde ve tanede biriken selenyum miktarları göz önünde bulundurulduğunda en fazla selenyumun köklerde (0.181 mg/kg), en az selenyumun gövdelerde (0.118 mg/kg) biriktiği, tanede ise 0.157 mg/kg ile kök ve gövde arasında biriktiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Kök, Gövde ve Tane Selenyum İçeriği.



Şekil 4.5  etin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92  e itlerinin Toplam Selenyum  eri i

4.3. Uygulanan Selenyum Dozlarına Göre Çeşitlerde Tane Azot İçeriği

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı Selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu tanesinde biriktirdiği azot miktarlarına ilişkin değerler Tablo 4.6 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çetin 2000 çeşidinin tanesinde biriktirdiği azot miktarı kontrol grubuyla kıyaslandığında sürekli olarak artış göstermiştir. Fakat 1.250 mg/m² lik selenyum uygulama dozuna kadar maksimum seviyeye (4655.03 mg/kg) ulaşmış bundan sonra ise azalmaya başlamıştır.

Bülbül 89 çeşidinde en yüksek azot içeriği (3462.10 mg/kg) ikinci selenyum dozu uygulamasında, en az azot birikimi (2398.83 mg/kg) ise dördüncü dozda gerçekleşmiştir. Bülbül 89 çeşidinde artan dozda selenyum uygulamasıyla birlikte azot miktarında artış olmayıp üçüncü dozdan itibaren kontrol grubuna oranla azalma olduğu görülmektedir.

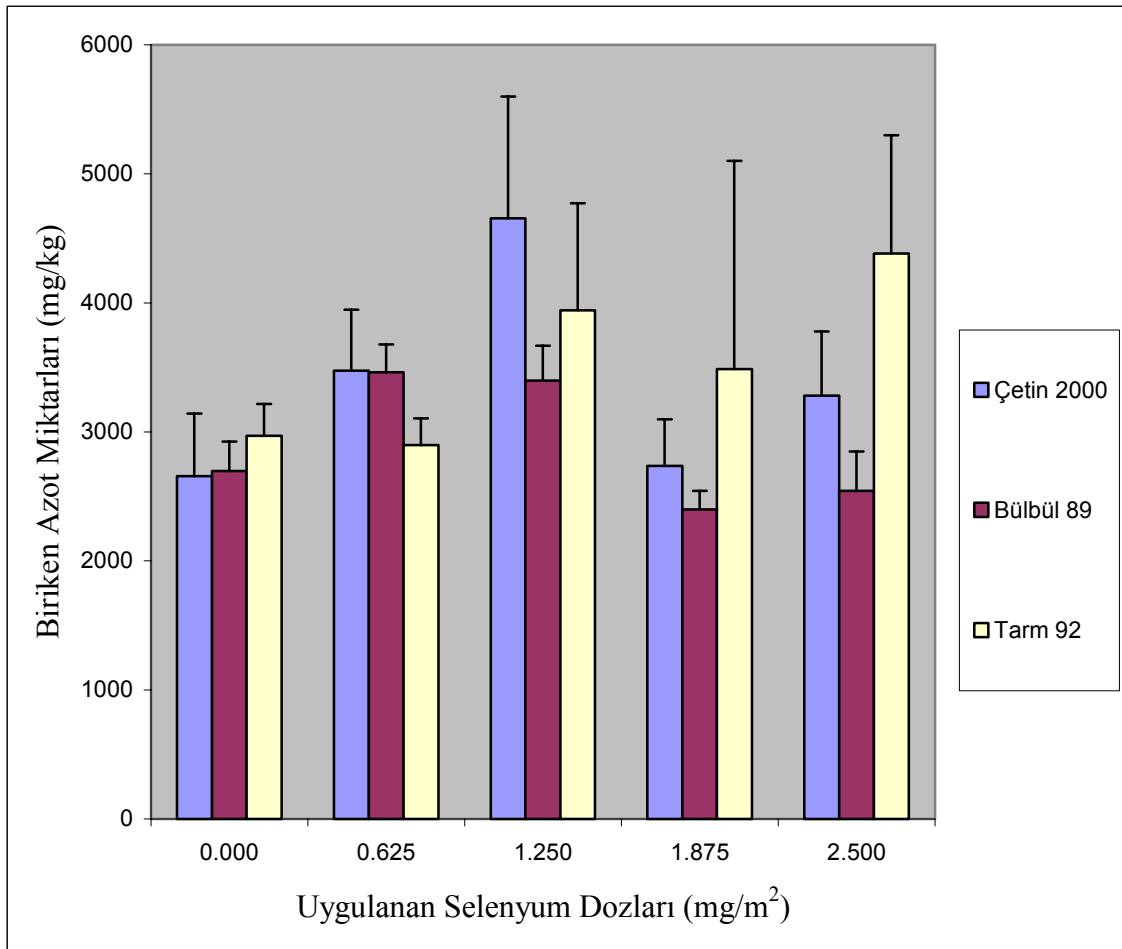
Tablo 4.6 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tane Azot İçeriği (mg/kg).

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	2658.17	2697.07	2969.37	2774,867b*
0.625	3475.07	3462.1	2898.05	3325.950ab
1.250	4655.03	3397.27	3941.87	3998.056a
1.875	2735.97	2398.83	3488.03	2874.278b
2.500	3280.96	2541.47	4382.73	3401.589ab
Ortalama	3360.57A	2899.35A	3581.58A	3274.940

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

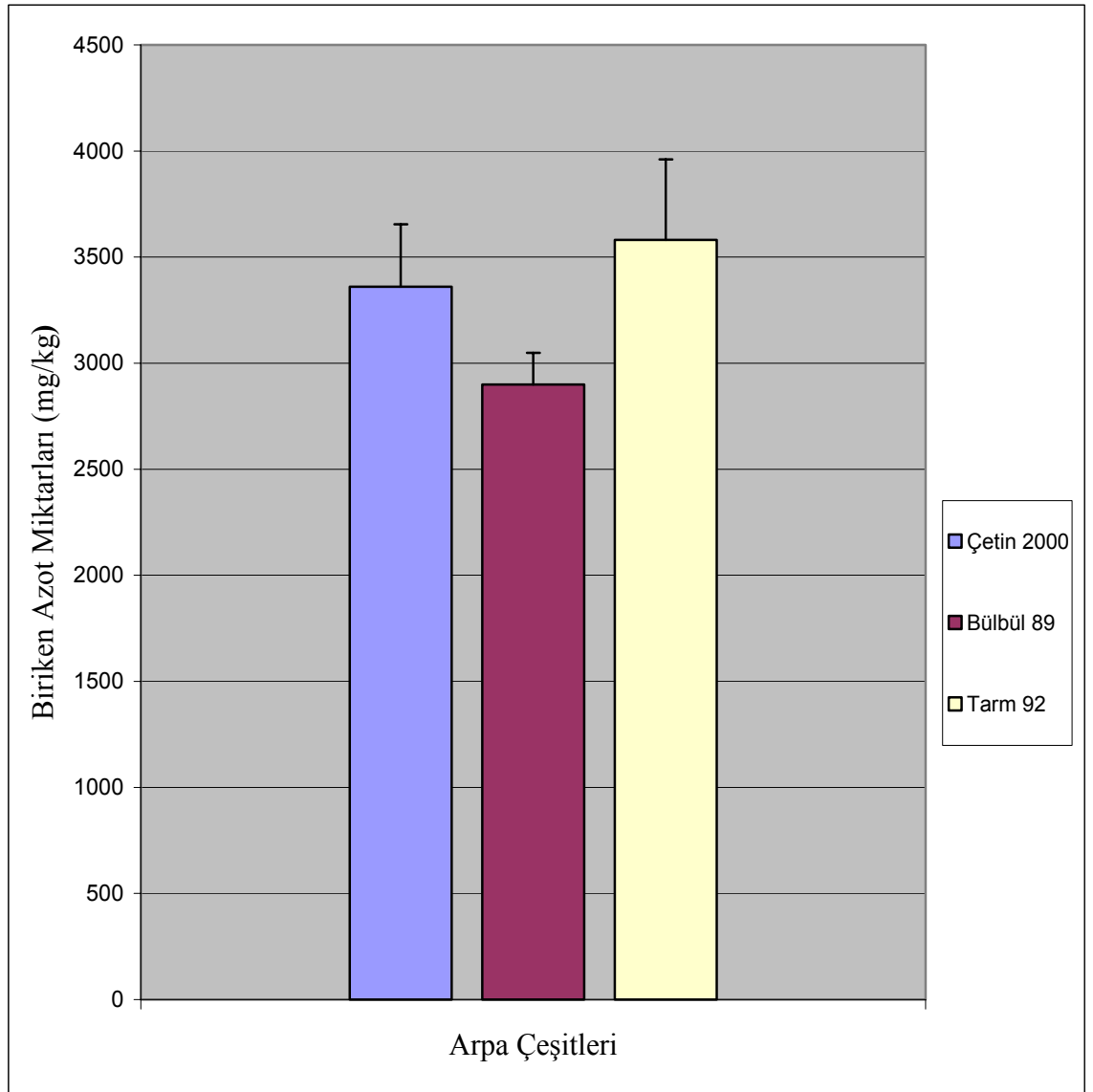
Tarm 92 çeşidinde ikinci dozda kontrol grubuna oranla bir miktar azalma gerçekleşmiş olmasına rağmen artan dozda selenyum uygulamasıyla birlikte azot içeriğinde de artış olduğu görülmektedir (Tablo 4.6, Şekil 4.6) . En yüksek azot içeriği 4382.73 mg/kg ile dördüncü dozda, en az azot içeriği ise 2898.05 mg/kg ile ikinci selenyum dozu uygulamasında tespit edilmiştir. Bu verilerden azot birikimi ile Tarm 92 çeşidinin amino asit üretim miktarı arasında paralellik olduğu görülmektedir.

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg selenyum dozu uygulamalarındaki azot birikimi göz önünde bulundurulduğunda en fazla azot içeriğinin (3998.056 mg/kg) üçüncü selenyum dozu uygulamasında, en az azot içeriğinin (2774.867 mg/kg) ise kontrol grubunda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tane Azot İçeriği.

Yapılan varyans analizinde tane azot içeriği bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz olmasına ($P>0.05$) rağmen, uygulanan selenyum dozları göz önünde bulundurulmaksızın çeşitlere göre kıyaslama yapıldığında en fazla azotun (3581.58 mg/kg) Tarm 92 çeştinde, en az oranda azotun (2899.35 mg/kg) Bülbül 89 çeşidinde biriktiği gözlemlenmiştir. Çetin 2000 çeşidinin azot içeriğinin ise 3360.57 mg/kg ile diğer iki çeşit arasında yer aldığı görülmüştür (Tablo 4.6, Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Toplam Tane Azot İçeriği.

4.4. Uygulanan Se Dozlarının Çeşitlerde Amino Asit Profiline Etkisi

4.4.1. Esansiyel Olmayan Amino Asit İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı Selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu ürettikleri esansiyel olmayan amino asit içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir

Çetin 2000 çeşidinde üçüncü doz uygulaması dahil esansiyel olmayan amino asit içeriğinde artış olduğu gözlemlenmiştir. 2.500 mg/m² lik selenyum dozu uygulamasında ise kontrol grubuna oranla kıyaslama yapıldığında önemli bir değişiklik olmamasına rağmen 0.27 mg oranında bir azalma olduğu görülmektedir. Bu değer Çetin 2000 çeşidi için 2.500 mg/m² lik selenyum dozunun olumsuz etki yaratmaya başladığını göstermektedir. Yine Çetin 2000 çeşidinde esansiyel olmayan amino asit üretimi bakımından 1.250 mg/m² lik selenyum dozunun en uygun doz olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Esansiyel Olmayan Amino Asit İçeriği (mg/100mg)

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	6,650	7.560	7.777	7.3289a*
0.625	6.747	6.977	8.237	7.6036a
1.250	8.080	7.873	7.420	7.7911a
1.875	7.113	8.033	8.347	7.8311a
2.500	6.387	7.603	8.003	7.3311a
Ort.	6.995B	7.809A	7.957A	7.5871

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

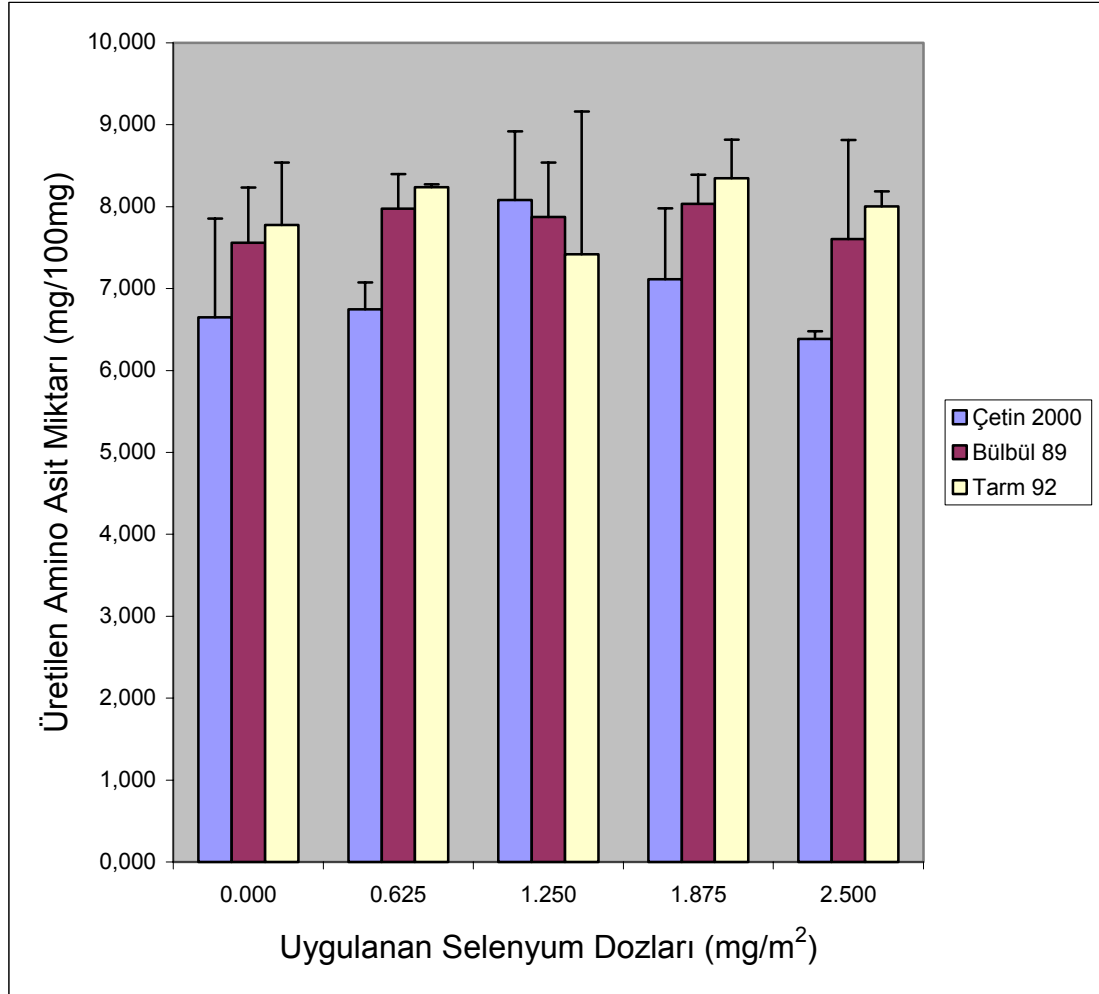
Bülbül 89 çeşidinde de Çetin 2000 çeşidine benzer değerler ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Maksimum esansiyel olmayan amino asit üretimi üçüncü selenyum dozu uygulamasında gerçekleşmiştir. 1.250 mg/m² lik selenyum dozu uygulaması yapılan grup ile kontrol grubunun esansiyel olmayan amino asit içeriğinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

Tarm 92 çeşidinde esansiyel olmayan amino asit üretimi bakımından üçüncü doz uygulamasında kontrol grubuna oranla azalma gerçekleşmiş olmasına rağmen dördüncü dozda maksimum oranda üretim gerçekleşmiştir. Selenyum dozu uygulamalarında esansiyel olmayan amino asit üretiminde genel anlamda artış olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

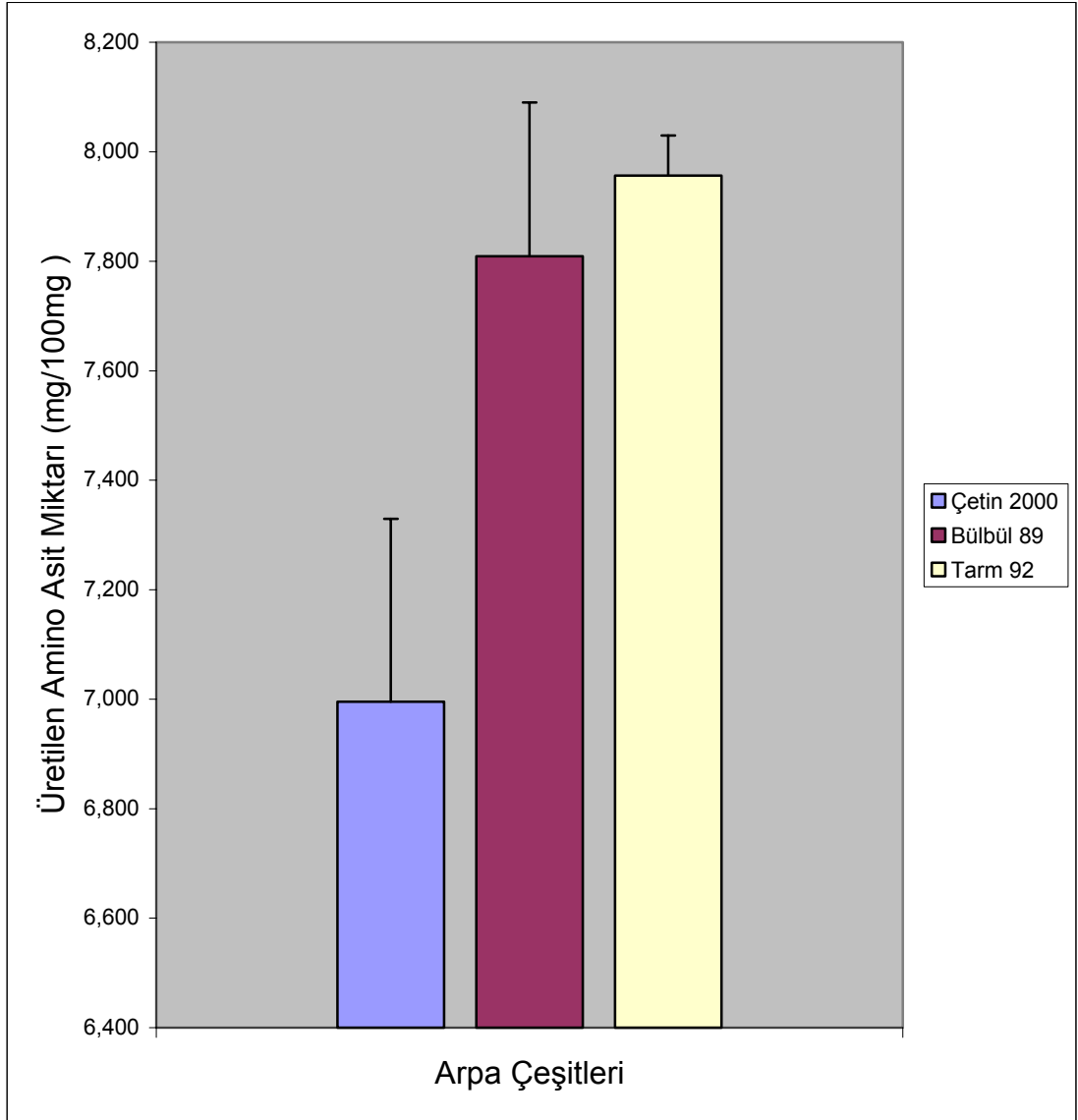
Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg'lık selenyum dozu uygulamalarında kontrol grubu dahil en yüksek oranda esansiyel olmayan amino asit üretiminin 1.875 mg/m²'lık dozda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Minimum esansiyel olmayan amino asit üretiminin (7,3289 mg) ise kontrol grubunda gerçekleştiği görülmüştür. Yapılan varyans analizinde selenyum dozu uygulamaları arasındaki fark anlamsız bulunmuştur.

Uygulanan selenyum dozları dikkate alınmaksızın çeşitler arasında bir kıyaslama yapıldığında Tarm 92 çeşidinin ortalama 7.957 mg ile en fazla esansiyel olmayan amino asit üreten çeşit olduğu, Bülbül 89 çeşidinin ortalama 7.809 mg ile ikinci sırada yer aldığı, Çetin 2000 çeşidinin ise ortalama 6.995 mg ile en az oranda esansiyel olmayan amino asit üreten çeşit olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.9). Yapılan varyans analizinde Çetin 2000 çeşidi ile diğer çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Bu sonuçlar farklı dozlarda selenyum uygulamasıyla birlikte çeşitlerde esansiyel olmayan amino asit içeriğinin etkilendiğini göstermektedir.



Şekil 4.8 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbul 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tanede Esansiyel Olmayan Amino Asit İçeriği.



Şekil 4.9 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tanede Toplam Esansiyel Olmayan Amino Asit İçeriği.

4.4.2. Kükürtlü Amino Asit İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu ürettikleri kükürtlü amino asit içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.8 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çetin 2000 çeşidinde en fazla kükürtlü amino asit üretimi 0,2225 mg ile üçüncü (kontrol grubu dahil) selenyum dozu uygulamasında gerçekleşmiştir. En düşük kükürtlü amino asit üretimi ise 0.1684 mg ile beşinci selenyum dozu (2.500 mg/m²) uygulamasında gerçekleşmiştir. Maksimum üretim üçüncü dozda gerçekleşmiş olmasına rağmen uygulama dozları ile amino asit üretimi arasında belirgin bir dalgalanma olduğu görülmektedir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Kükürtlü Amino Asit İçeriği (mg/100mg).

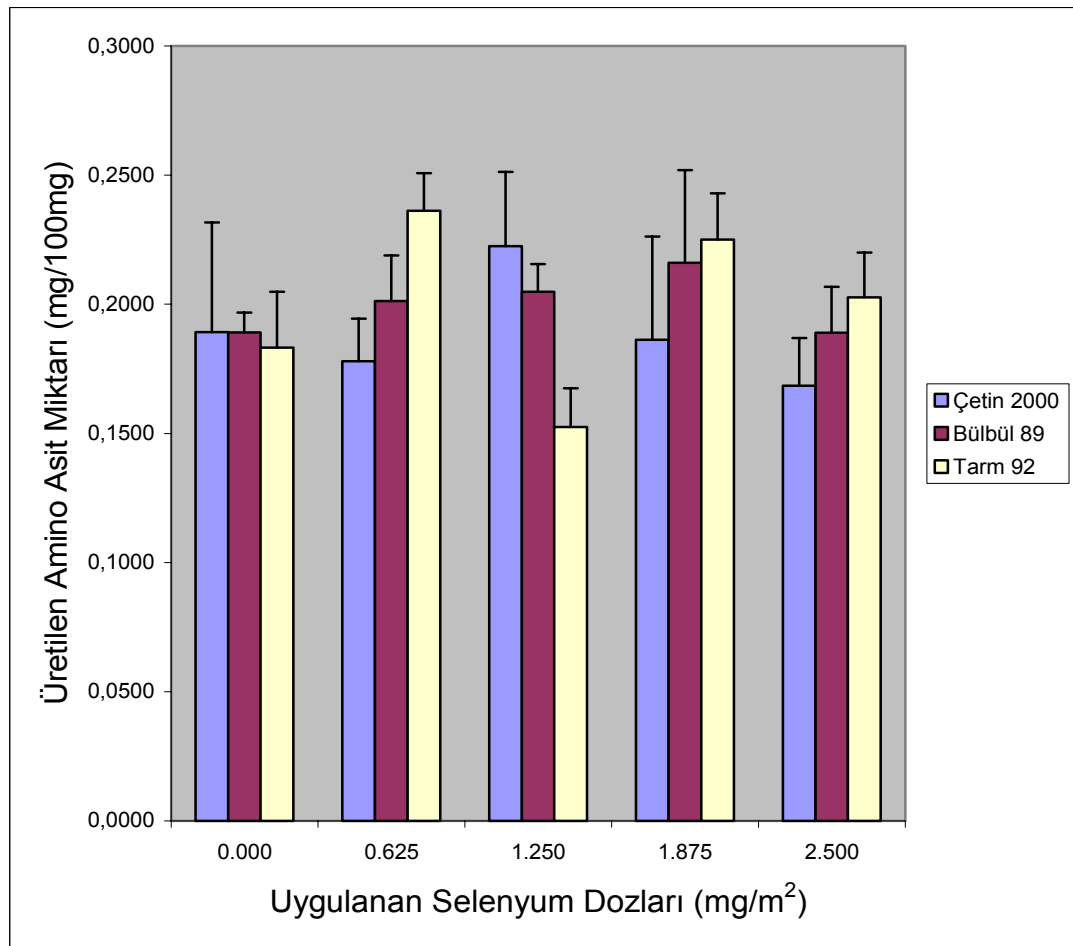
Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	0.1892	0.1891	0.1832	0.1872a*
0.625	0.1780	0.2012	0.2362	0.1780a
1.250	0.2225	0.2049	0.1525	0.1933a
1.875	0.1863	0.2160	0.2251	0.2091a
2.500	0.1684	0.1890	0.2027	0.1867a
Ort.	0.1889A	0.2000A	0.1999A	0.1963a

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Uygulama dozları dikkate alınmaksızın kontrol grubu ile genel ortalama kıyaslandığında amino asit üretiminde kontrol grubuna oranla azalma olduğu görülmektedir (Tablo 4.8). Bu sonuçlardan, selenyum uygulamasının Çetin 2000 çeşidinde amino asit profilini etkilediğini söyleyebiliriz. Ayrıca Çetin 2000 çeşidinde

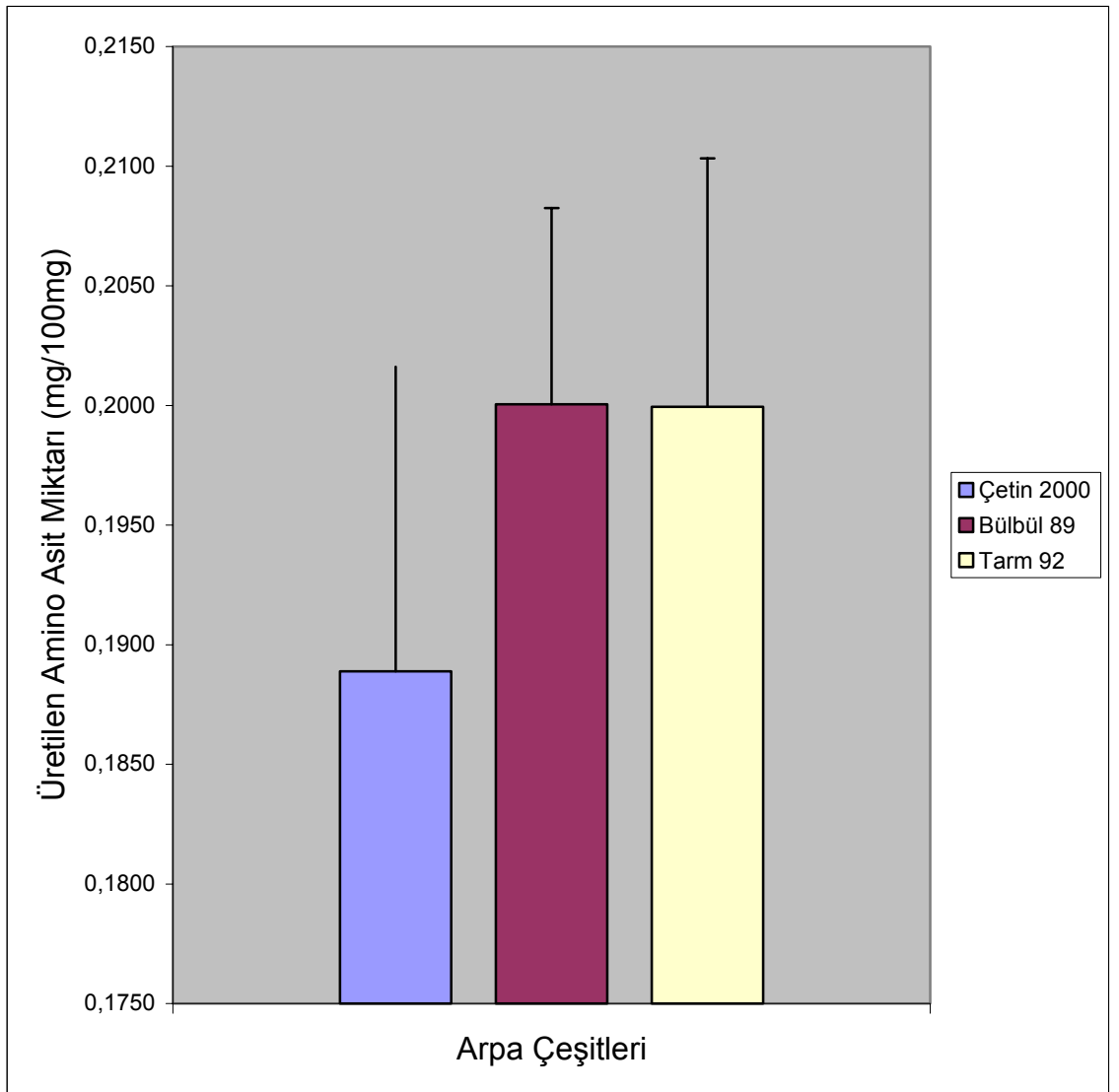
selenyum ile kükürt arasında rekabet gerçekleşmesi sonucunda amino asit üretiminde dalgalanma gerçekleşmiş olabileceğini söyleyebiliriz.

Bülbül 89 çeşidinde dördüncü selenyum dozu uygulamasında maksimum doza (0,2160 mg) kadar lineer bir artış olduğu görülmektedir. Beşinci dozda ise azalma görülmesine rağmen kontrol grubuyla yaklaşık olarak eşit düzeydedir (Tablo 4.8, Şekil 4.10). Bu sonuçlardan Bülbül 89 çeşidinin selenyum uygulamasına karşı kükürtlü amino asit üretimi yönüyle olumlu bir tepki gösterdiğini söyleyebiliriz.



Şekil 4.10 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Kükürtlü Amino Asit İçeriği.

Tarm 92 çeşidinde üçüncü selenyum dozu uygulamasında kontrol grubuna oranla azalma olduğu diğer dozlarda ise artış olduğu görülmektedir. Maksimum kükürtlü amino asit üretimi 0.2362 mg ile ikinci dozda, minimum üretim ise üçüncü selenyum dozu uygulamasında gerçekleşmiştir (Tablo 4.8, Şekil 4.10). Bu sonuçlardan selenyum uygulamasıyla kükürtlü amino asit üretimi arasında bağlantı olması nedeni ile farklı dozlarda selenyum uygulamasının amino asit üretiminde dalgalanmaya neden olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 4.11 Çetin 2000, Bülbul 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Toplam Kükürtlü Amino Asit İçeriği.

Yapılan varyans analizine göre dozlar arasındaki fark önemsiz olmasına rağmen çeşitler içerisinde uygulanan tüm selenyum dozları ve deneme grubu göz önünde bulundurulduğunda maksimum düzeyde kükürtlü amino asit üretimi toplam 0,2000 mg ile Bülbül 89 çeşidinde, minimum düzeyde kükürtlü amino asit üretimi ise toplam 0.1889 mg ile Çetin 2000 çeşidinde gerçekleşmiştir. Tarm 92 çeşidinin toplam kükürtlü amino asit üretimi ise 0.1999 mg ile Bülbül 89 çeşidine oldukça yakın olmakla birlikte bu iki çeşit arasında yer almıştır (Tablo 4.8, Şekil 4.11).

Çeşitler dikkate alınmaksızın yapılan selenyum dozu uygulamalarında kontrol grubu dahil en yüksek oranda kükürtlü amino asit üretiminin (0.2091 mg) dördüncü uygulama dozunda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Minimum kükürtlü amino asit üretiminin (0.1780 mg) ise ikinci dozda gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.8, Şekil 4.11).

Şekilde görüldüğü gibi çeşitlerin selenyum dozu uygulamalarına karşı gösterdiği tepkiler birbirinden farklıdır.

4.4.3. Proteinogenik Amino Asit İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı Selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu ürettikleri proteinogenik amino asit içeriğine ilişkin değerler tablo 4.9 ve şekil 4.12 de verilmiştir.

Çetin 2000 çeşidinin proteinogenik amino asit üretiminde deneme grubuyla kıyaslandığında ikinci ve üçüncü dozlarda artış olduğu tespit edilmiştir. Dördüncü ve beşinci dozlarda ise kontrol grubundan fazla olmakla birlikte azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Selenyum uygulamasının üçüncü doz dahil olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.9).

Bülbül 89 çeşidinin proteinogenik amino asit içeriği, tüm selenyum dozu uygulamalarında kontrol grubuyla kıyaslandığında artış yönünde etki göstermiştir. Maksimum proteinogenik amino asit üretimi (11,7364mg) dördüncü dozda, minimum proteinogenik amino asit üretimi (10,9545mg) ise kontrol grubunda gerçekleşmiştir. Artan dozda selenyum uygulaması amino asit üretimi bakımından Bülbül 89 çeşidinde Çetin 2000 çeşidine oranla daha olumlu etki göstermiştir (Tablo 4.9, Şekil 4.12).

Tablo 4.9 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 Ve Tarm 92 Çeşitlerinin Proteinogenik Amino Asit İçeriği (mg/100mg)

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	9.9519	10.9545	11.4555	10.7873a*
0.625	10.1682	11.7456	11.9262	11.2800a
1.250	11.3355	11.7362	10.8621	11.1313a
1.875	10.8276	11.7364	12.3596	11.6412a
2.500	9.8962	11.0747	11.7438	10.9049a
Ortalama	10.4359B	11.4495AB	11.6694A	11.1849

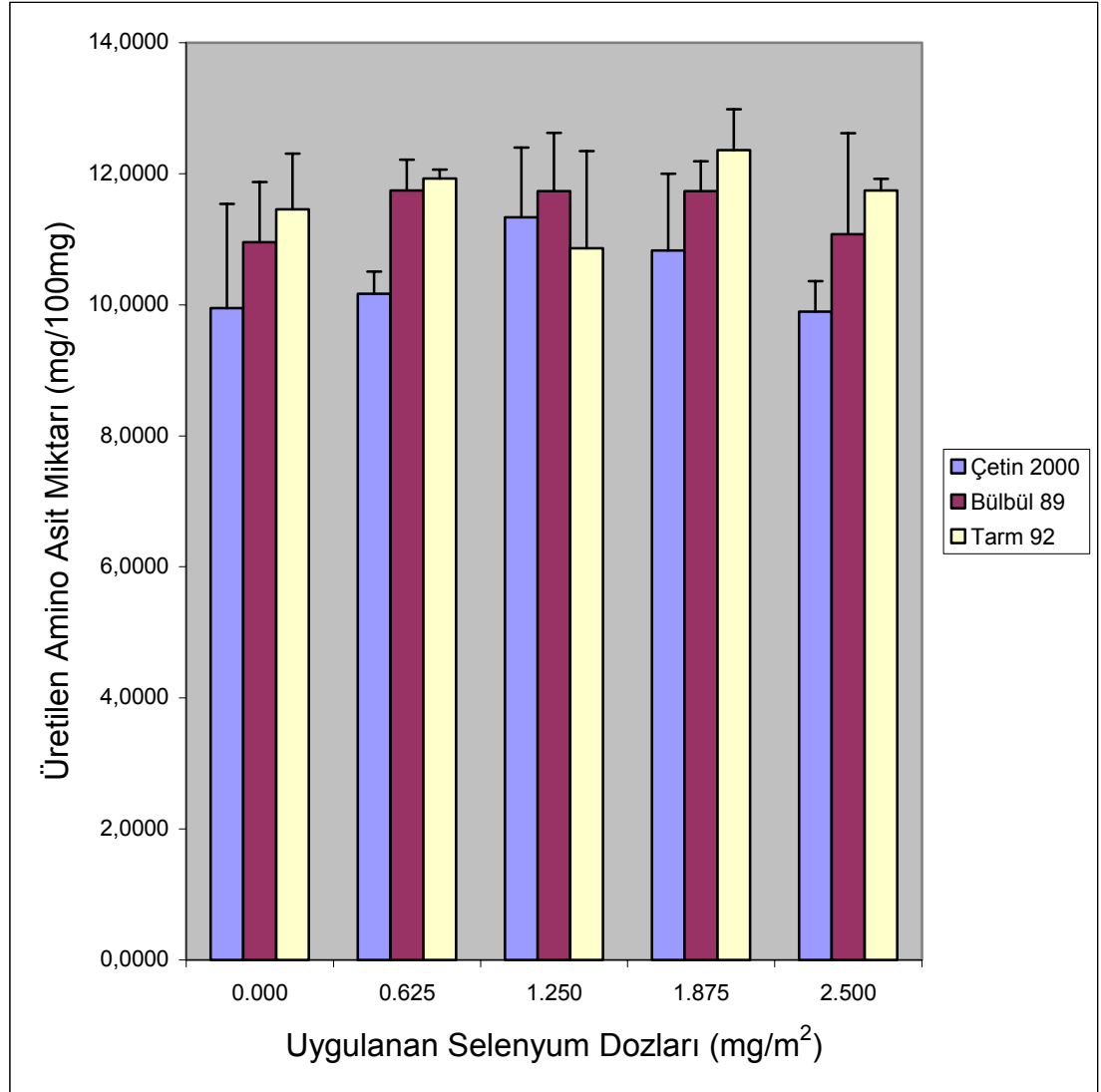
(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Tarm 92 çeşidinde artan dozda selenyum uygulamasıyla kontrol grubuna oranla birinci, dördüncü ve beşinci dozlarda artış, üçüncü dozda ise azalma olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum proteinogenik amino asit üretimi dördüncü dozda, minimum proteinogenik amino asit üretimi de üçüncü doz uygulamasında görülmüştür (Tablo 4.9, Şekil 4.12).

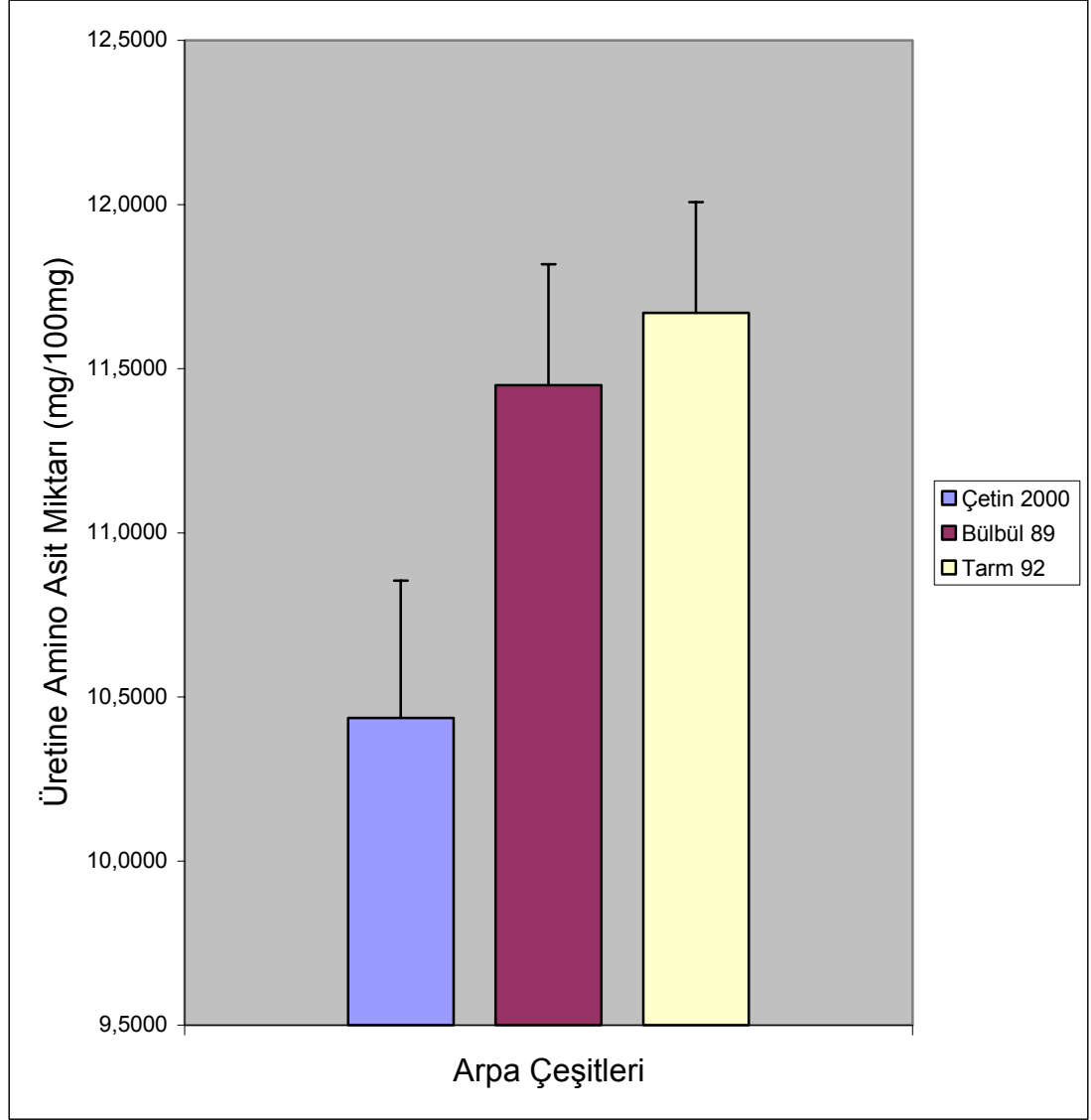
Uygulanan selenyum dozlarına bakmaksızın kıyaslama yapıldığında en fazla proteinogenik amino asit üretiminin (11,6694 mg) Tarm 92 çeşidinde, en az oranda üretimin (10,4359 mg) ise çetin 2000 çeşidinde olduğu görülmüştür. Bülbül 89 çeşidi ise 11,4495 mg proteinogenik amino asit üretimi ile diğer iki çeşit arasında yer almıştır (Tablo 4.9, Şekil 4.13).

Yapılan varyans analizinde dozlar arasındaki fark önemsiz bulunmasına rağmen çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg lık selenyum uygulama dozları göz önünde bulundurulduğunda en fazla oranda proteinogenik amino asit üretiminin (11,6412 mg) dördüncü dozda, en az üretimin ise (10,7873 mg) kontrol grubunda gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.9).

Bu verilerden, selenyum uygulaması ile arpa bitkisi çeşitlerinin proteinogenik amino asit içeriği arasında bağlantı olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 4.12 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbul 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Dozlara Göre Proteinogenik Amino Asit İçeriği.



Şekil 4.13  etin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92  e itlerinin Toplam Proteinogenik Amino Asit  eri i.

4.4.4. Serbest Amino Asit İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu ürettikleri serbest amino asit içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.12 ve Şekil 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Serbest Amino Asit İçeriği (mg/100mg).

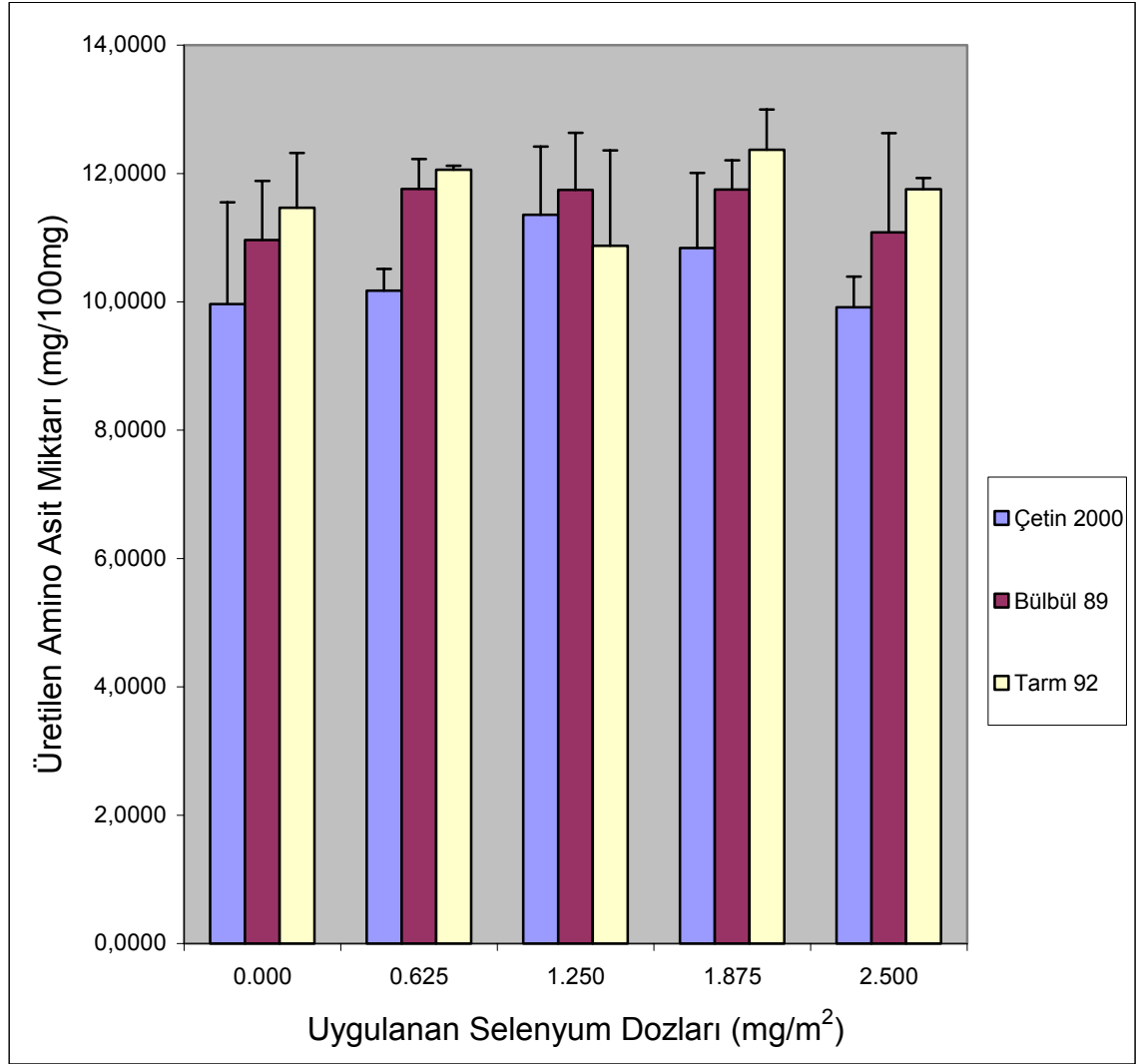
Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	9.9634	10.963	11.4664	10.7976a*
0.625	10.1767	11.7587	12.0601	11.3318a
1.250	11.3543	11.7462	10.8744	11.3250a
1.875	10.8367	11.7481	12.3715	11.6521a
2.500	9.9174	11.0827	11.7555	10.9185a
Ortalama	10.4497B	11.4597AB	11.7056A	11.2050

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çetin 2000 çeşidinde kontrol grubundan başlamak üzere üçüncü doz dahil artış gözlemlenmiş, dördüncü ve beşinci dozlarda ise azalma eğilimi görülmüştür. Çetin 2000 çeşidinde 2.500 mg lık selenyum dozu uygulamasında serbest amino asit üretimi bakımından olumsuz etkinin ortaya çıktığı görülmektedir (Tablo 4.10, Şekil 4.14).

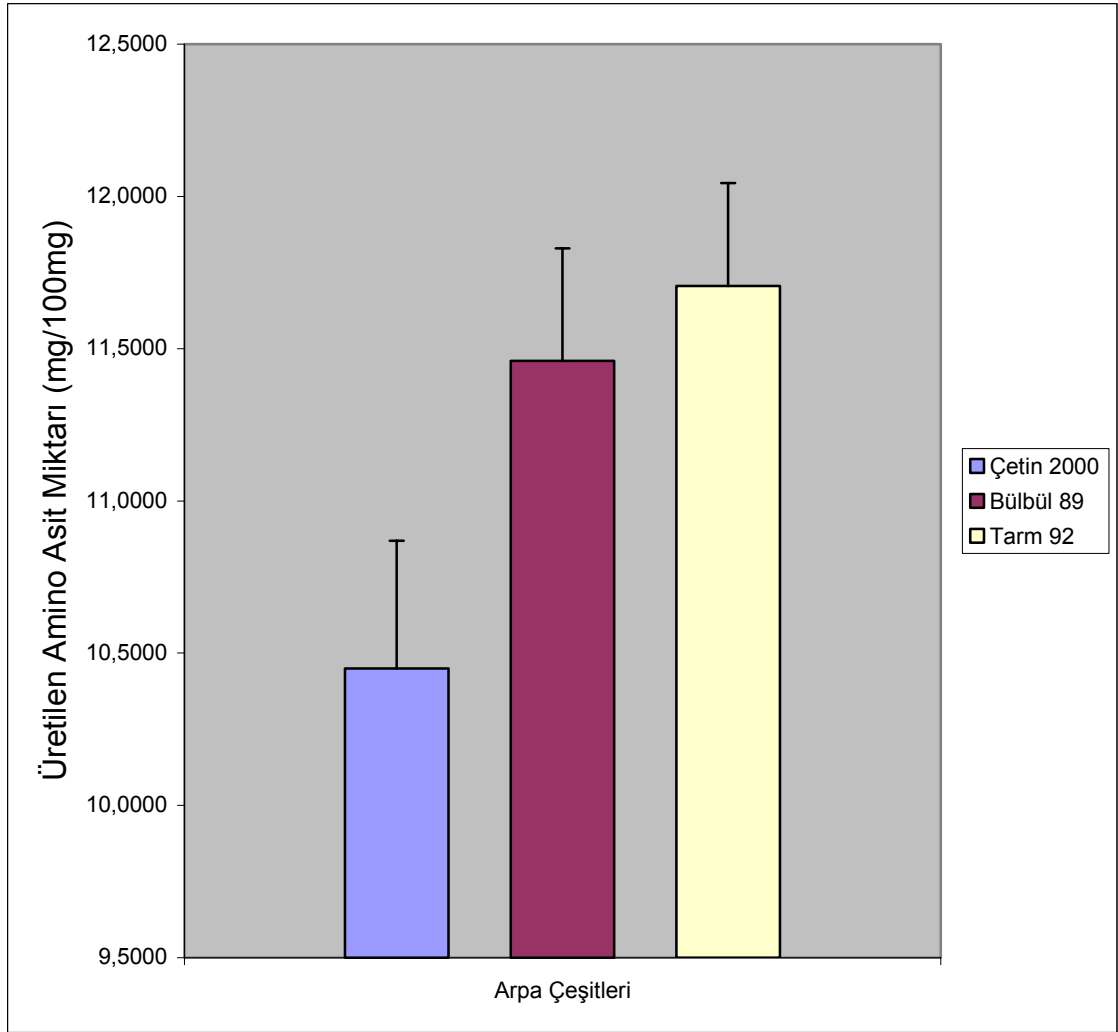
Bülbül 89 çeşidinde serbest amino asit içeriği bakımından ikinci dozda maksimum oranda (11,7587 mg) üretim gerçekleşmiş olmasına rağmen genel anlamda kontrol grubuyla kıyaslama yapıldığında tüm dozlarda artış olduğu görülmüştür. Ancak beşinci

doz uygulamasında diğer dozlara oranla düşüş eğiliminin başladığı görülmektedir (Tablo 4.10, Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Serbest Amino Asit İçeriği

Tarm 92 çeşidinde kontrol grubuyla kıyaslama yapıldığında ikinci selenyum dozu uygulamasında artış, üçüncü dozda belirgin bir düşüş ve ardından dördüncü doz uygulamasında maksimum seviyede üretim (12,3715 mg) olduğu görülmüştür. Tarm 92 çeşidinin serbest amino asit içeriği üretiminde uygulanan selenyum dozlarına göre bir dalgalanma olduğu görülmektedir (Tablo 4.10, Şekil 4.14).



Şekil 4.15 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Toplam Serbest Amino Asit İçeriği.

Selenyum dozu uygulamaları göz önünde bulundurulmaksızın çeşitler arasında bir karşılaştırma yapıldığında serbest amino asit üretimi bakımından Bülbül 89 çeşidinin ortalama 11,4597 mg ile birinci sırada, Tarm 92 çeşidinin ortalama 11,7056 mg ile ikinci sırada ve Çetin 2000 çeşidinin de ortalama 10,4497 mg ile son sırada yer aldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.15).

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg lık selenyum dozu uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda en fazla serbest amino asit

üretiminin (11,6521 mg) dördüncü dozda, en az oranda üretimin (10,7976 mg) ise kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10).

Çeşitler dikkate alınmaksızın yapılan varyans analizinde farklı selenyum dozlarındaki amino asit üretimi istatistiksel bakımdan anlamsız olmasına rağmen, dozlar dikkate alınmaksızın varyans analizi yapıldığında çeşitler arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür.

4.4.5. Cys-Met İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu cys-met içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.11 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.11 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm92 Çeşitlerinin Cys-Met İçeriği (mg/100mg).

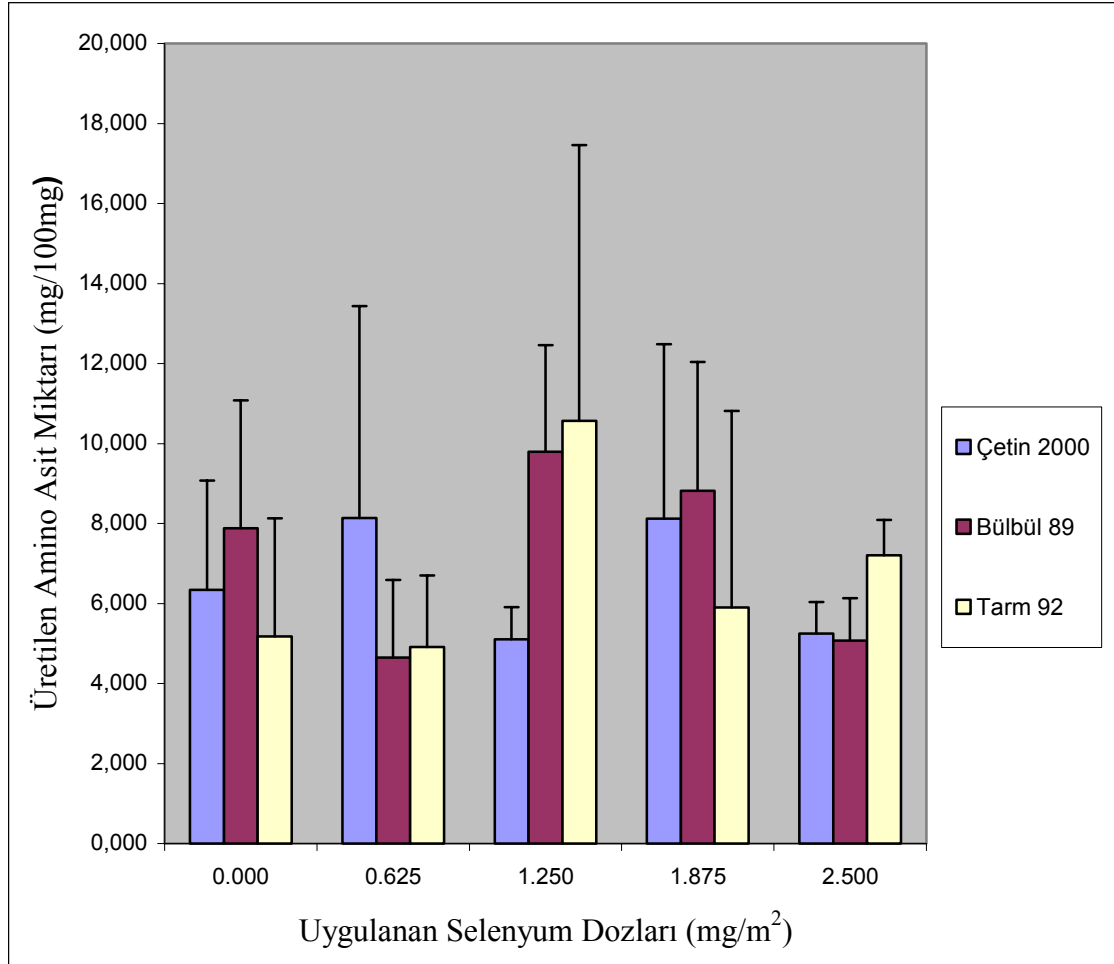
Selenyum Dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	6. 340	7. 883	5. 177	6. 467a*
0.625	8. 137	4. 647	4. 917	5. 900a
1.250	5. 107	9. 793	10. 565	8. 488a
1.875	8. 117	8. 820	5. 900	7. 612a
2.500	5. 250	5. 073	7. 203	5. 842a
Ortalama	6. 590A	7. 243A	6. 752A	6.767

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çetin 2000 çeşidinin uygulanan selenyum dozlarına göre cys-met içeriğine ilişkin değerlerde görülen dalgalanmadan, selenyum uygulaması ile cys-met içeriği arasında bağlantı olduğu görülmektedir. Kontrol grubuyla kıyaslama yapıldığında ikinci ve dördüncü doz uygulamalarında artış olduğu, üçüncü ve beşinci doz uygulamalarında ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.16).

Bülbül 89 çeşidinde üçüncü ve dördüncü selenyum dozu uygulamalarında artış, ikinci ve beşinci doz uygulamalarında ise azalma olduğu tespit edilmiştir. Maksimum değer 9,793 mg ile üçüncü doz uygulamasında, minimum değer ise 4,647 mg ile ikinci selenyum dozu uygulamasında gerçekleşmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.16).

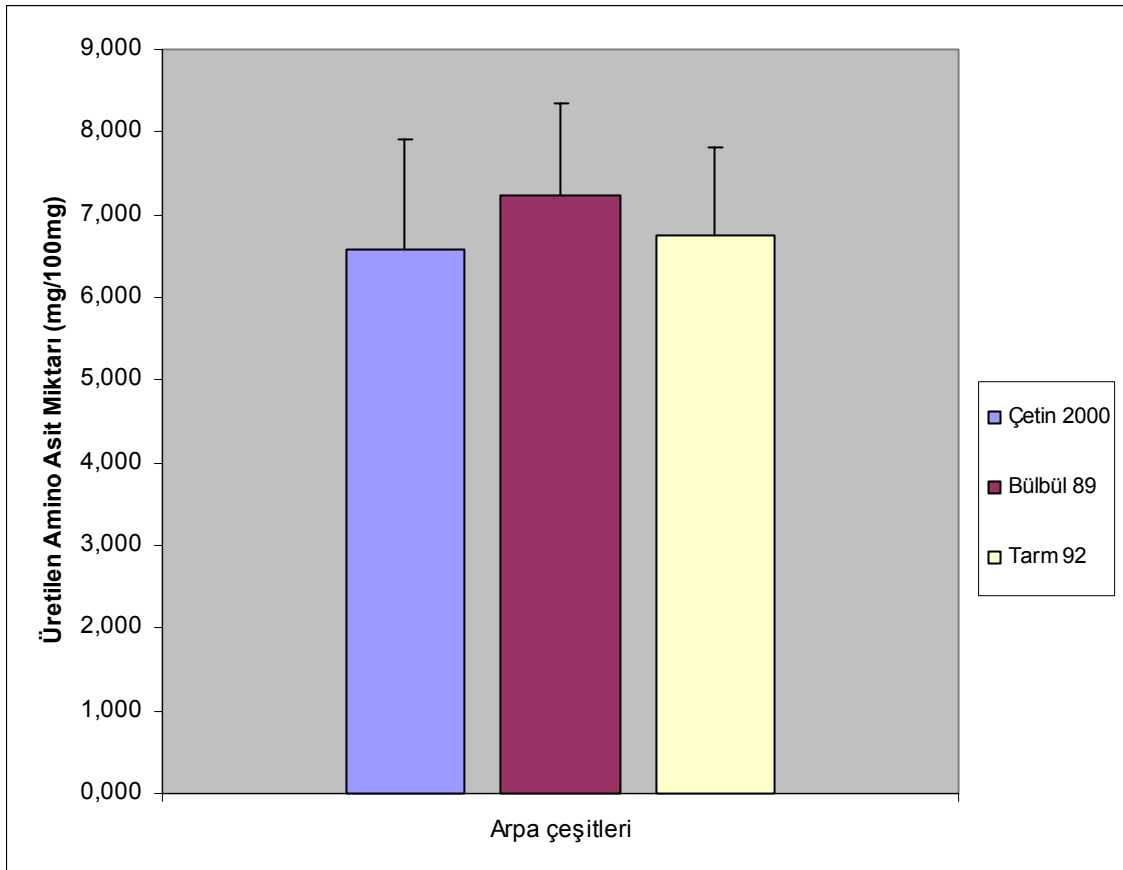
Tarm 92 çeşidinde kontrol grubuyla kıyaslama yapıldığında üçüncü, dördüncü ve beşinci doz uygulamalarında artış olduğu, ikinci doz uygulamasında ise azalma olduğu görülmüştür. Maksimum cys-met içeriğinin 10,565 mg ile üçüncü dozda, minimum cys-met içeriğinin ise 4,9170 mg ile ikinci doz uygulamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.11, Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Cys-Met İçeriği.

Uygulama dozları dikkate alınmaksızın çeşitler arasında kıyaslama yapıldığında Bülbül 89 çeşidinin 7,243 mg ile ilk sırada, Tarm 92 çeşidinin 6,752 mg ile ikinci sırada ve Çetin 2000 çeşidinin ise 6,590mg ile en az oranda cys-met içeriği olduğu tespit edilmiş olmasına rağmen yapılan varyans analizinde çeşitler arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür (Tablo 4.11, Şekil 4.17).

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg lık selenyum dozu uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda maksimum cys-met içeriğinin (8, 488 mg) üçüncü doz uygulamasında, minimum cys-met içeriğinin (5, 842 mg) ise beşinci doz uygulamasında gerçekleşmiş olduğu görülmüştür (Tablo 4.11). Buna rağmen yapılan varyans analizinde selenyum dozlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.17 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm92 Çeşitlerinin Toplam Cys-Met İçeriği.

4.4.6. Prolin İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu prolin içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.12 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

Çetin 2000 çeşidinde prolin içeriği bakımından en fazla oranda üretimin 1,2469 mg ile üçüncü doz uygulamasında, en az oranda üretimin ise 0,7505 mg ile ikinci doz uygulamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Genel olarak prolin içeriğinde dalgalanma olmasına rağmen maksimum üretimin gerçekleştiği üçüncü dozdan itibaren lineer bir düşüş gözlemlenmiştir.

Bülbül 89 çeşidinde kontrol grubuyla selenyum uygulaması yapılan gruplar arasında kıyaslama yapıldığında ikinci ve dördüncü dozlarda artış olduğu, üçüncü ve beşinci dozlarda ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12, Şekil 4.18).

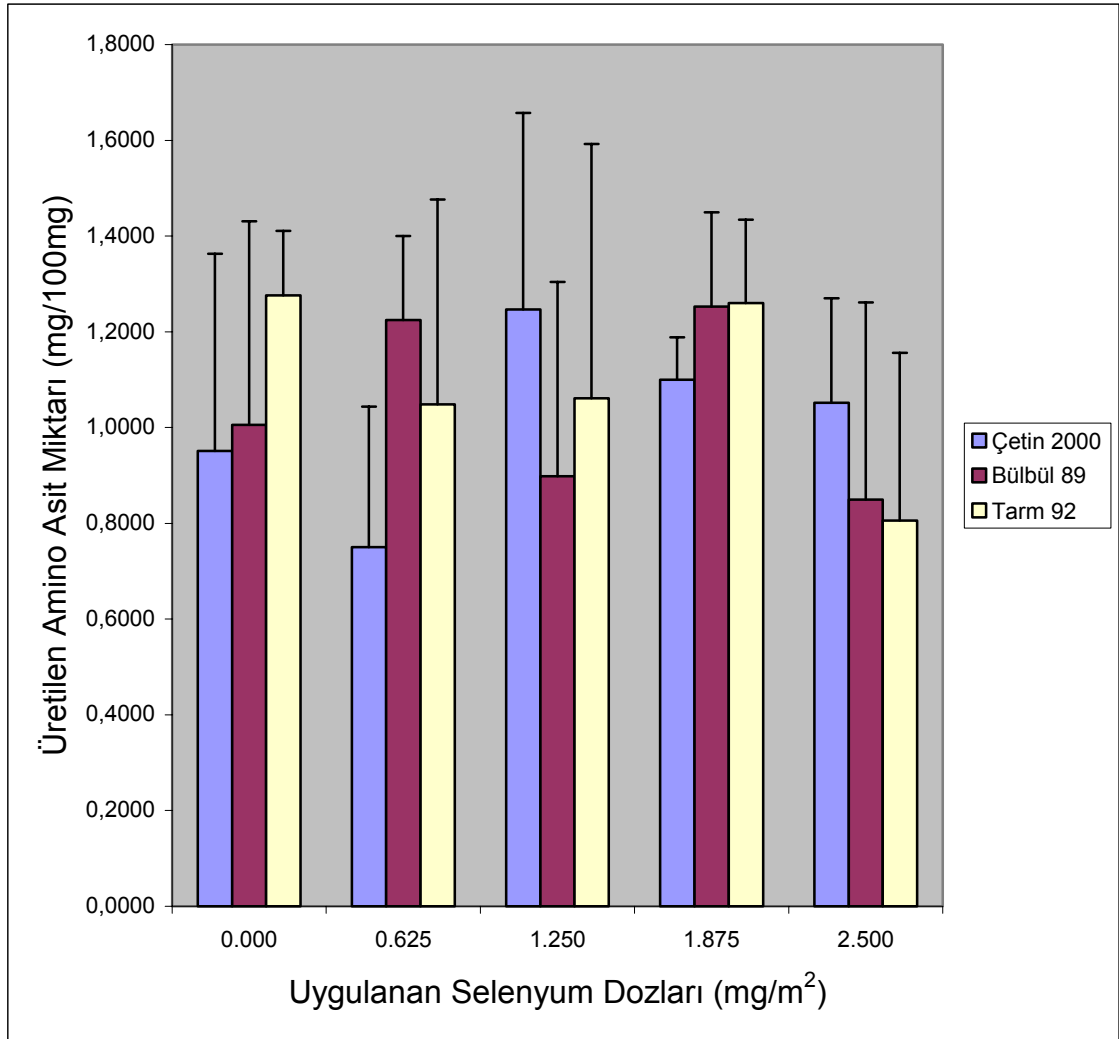
Tablo 4.12 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Prolin İçeriği (Mg/100mg).

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	0.9513	1.0055	1.2764	1.0777a*
0.625	0.7505	1.2245	1.0485	1.0078a
1.250	1.2469	0.898	1.0610	1.0686a
1.875	1.1002	1.2529	1.2600	1.2044a
2.500	1.0514	0.8495	0.8062	0.9024a
Ortalama	1.0201A	1.0461A	1.0904A	1.0522

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Tarm 92 çeşidinin prolin üretimiyle ilgili olarak kontrol grubu ve selenyum uygulama dozları arasında kıyaslama yapıldığında artış olmadığı tespit edilmiştir. Ancak uygulama dozları arasında dalgalanma olduğu görülmüştür (Tablo 4.12, Şekil 4.18).

Selenyum uygulama dozları dikkate alınmaksızın çeşitler arasında kıyaslama yapıldığında en fazla üretimin 1,0904 mg ile Tarm 92 çeşidinde, en az üretimin ise 1,0201mg ile Çetin 2000 çeşidinde olduğu görülmüştür. Bülbül 89 çeşidinin ortalama prolin içeriği ise 1,0461 mg ile diğer iki çeşit arasında yer almıştır (Tablo 4.12, Şekil 4.18).



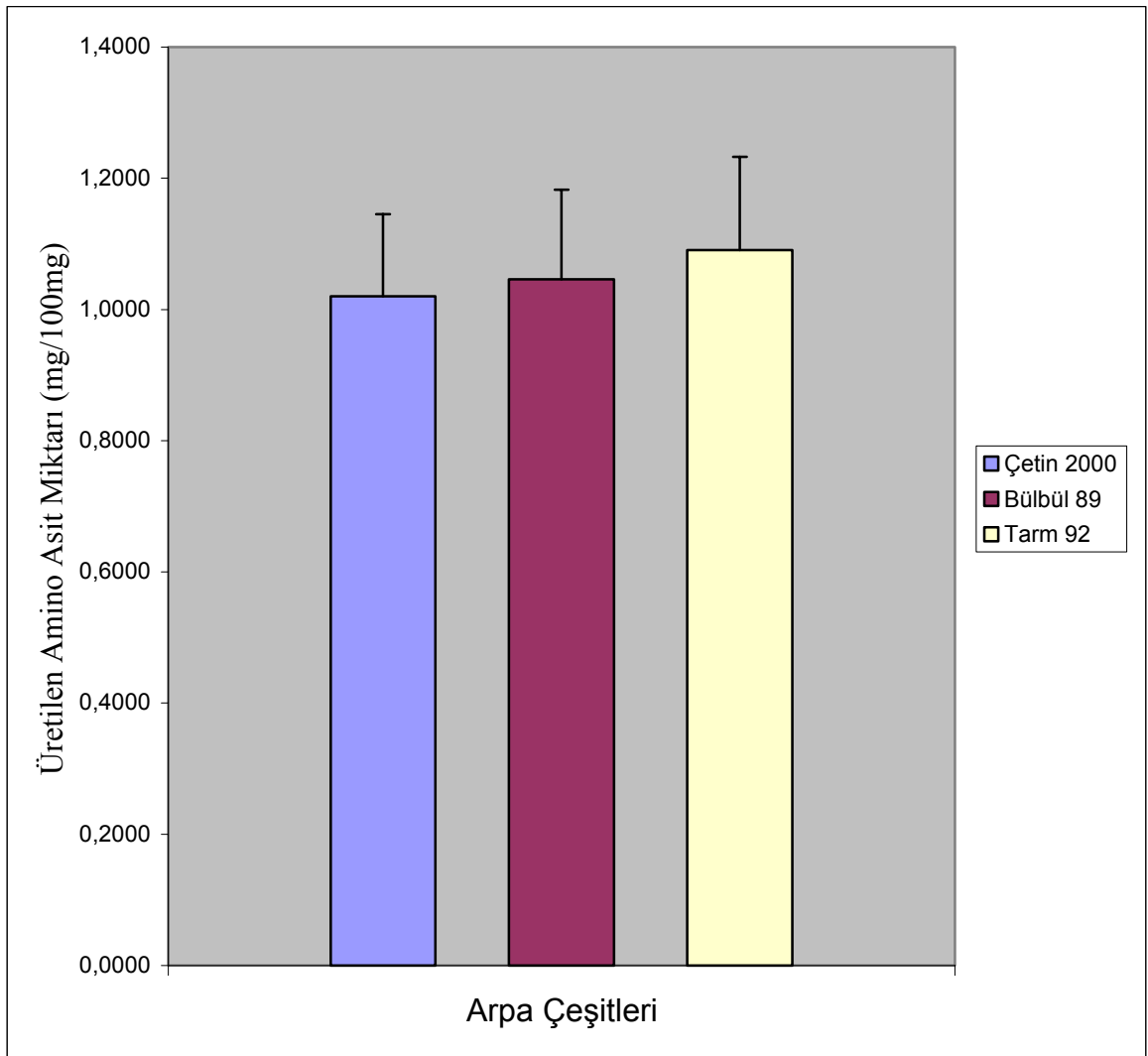
Şekil 4.18 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Prolin İçeriği.

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg lık selenyum dozu uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda maksimum prolin

üretiminin (1,2044 mg) dördüncü doz uygulamasında, minimum üretimin ise (0,9024 mg) beşinci doz uygulamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.12).

Çeşitler arasında toplam prolin üretimi bakımından kıyaslama yapıldığında en fazla prolin amino asitinin 1,089 mg ile Tarm 92 çeşidinde gerçekleştiği görülmektedir. En az prolin üretimi ise 1,046 mg ile Bülbül 89 çeşidinde gerçekleşmiştir. Çetin 2000 çeşidindeki prolin üretimi 1,079 mg ile diğer iki çeşit arasında yer almıştır (Tablo 4.12, Şekil 4.19).

Yapılan varyans analizinde selenyum dozlarının etkisi ve çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.19 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Toplam Prolin İçeriği.

4.3.1.7. Esansiyel Amino Asit İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu esansiyel amino asit içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.13 ve Şekil 4. 20’de verilmiştir.

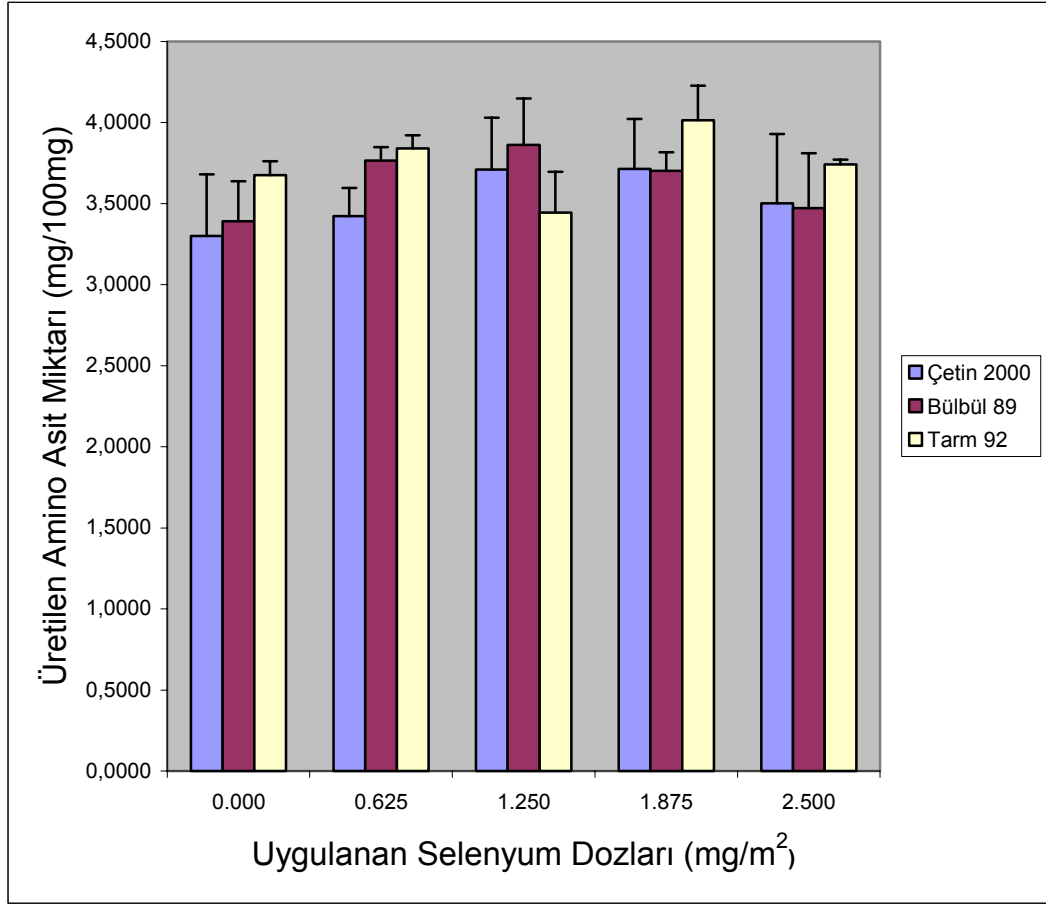
Tablo 4.13 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm92 Çeşitlerinin Esansiyel Amino Asit İçeriği (Mg/100mg).

Selenyum Dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	3.3006	3.392	3.6761	3.4562a*
0.625	3.4228	3.7668	3.8414	3.6770a
1.250	3.7103	3.862	3.4442	3.6722a
1.875	3.7146	3.7031	4.0148	3.8108a
2.500	3.5022	3.4713	3.743	3.5722a
Ortalama	3.5301A	3.639A	3.7439A	3.6376

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çetin 2000 çeşidinde kontrol grubundan itibaren dördüncü doz dahil esansiyel amino asit üretiminde sürekli bir artış gerçekleştiği görülmüştür. Beşinci doz uygulamasında ise kontrol grubundan yüksek olmakla birlikte azalma olduğu tespit edilmiştir. Maksimum esansiyel amino asit üretimi 3,7146 mg ile dördüncü dozda, minimum esansiyel amino asit üretimi ise 3,3006 mg ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir (Tablo 4.13, Şekil 4.20).

Bülbül 89 çeşidinde esansiyel amino asit içeriği bakımından maksimum üretimin (3,862 mg) üçüncü selenyum dozu uygulamasında, minimum oranda üretimin (3,392 mg) ise kontrol grubunda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.13, Şekil 4.20).



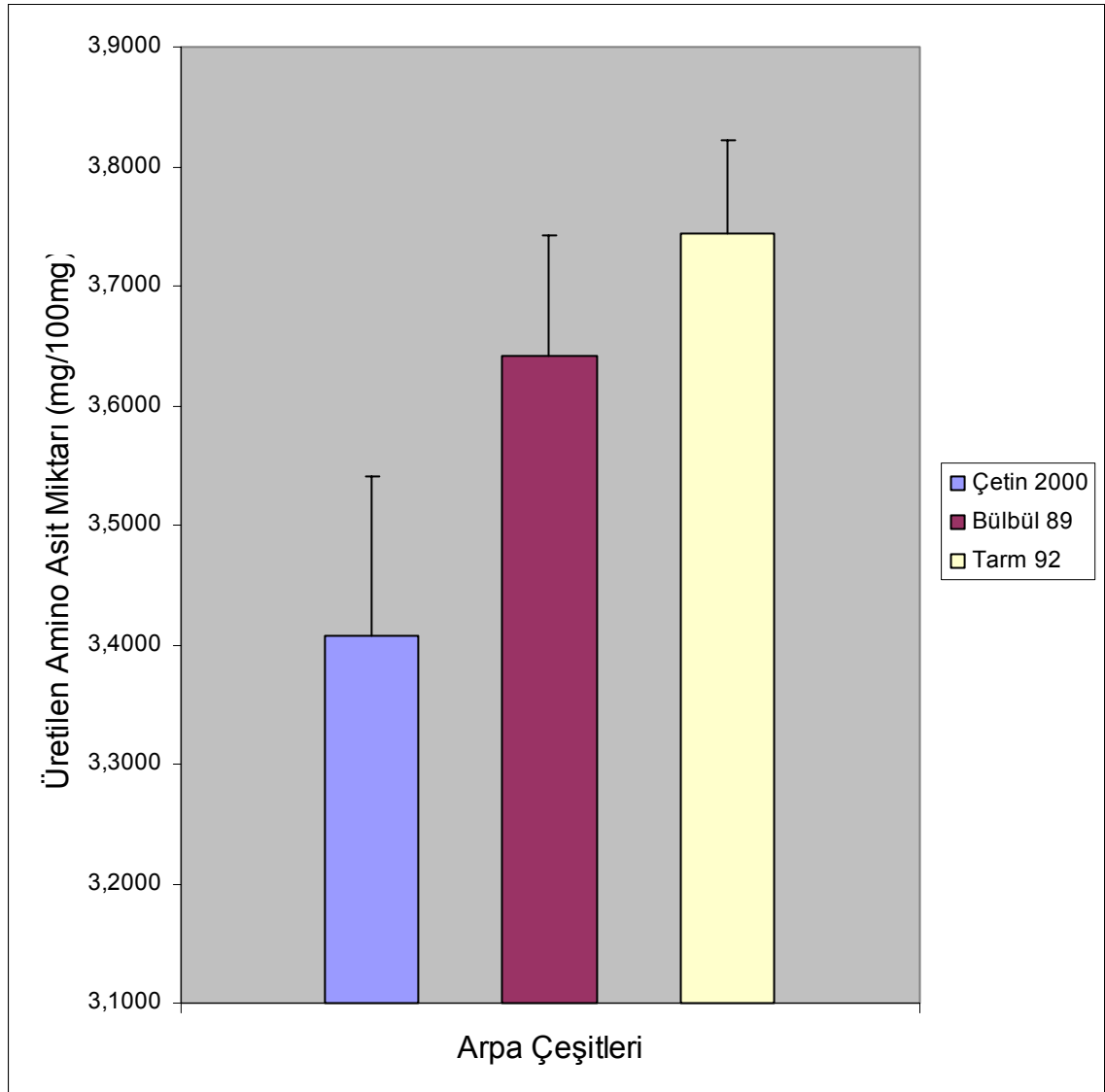
Şekil 4.20 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbul 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Esansiyel Amino Asit İçeriği.

Tarm 92 çeşidinde maksimum oranda esansiyel amino asit üretiminin (4,0148 mg) dördüncü doz uygulamasında, minimum oranda üretimin (3,4442 mg) ise üçüncü doz uygulamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo 4.13). Uygulanan dozlara göre Tarm 92 çeşidinde esansiyel amino asit içeriği bakımından dalgalanma olduğu görülmüştür.

Selenyum uygulama dozları (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) dikkate alınmaksızın çeşitler arasında kıyaslama yapıldığında en fazla üretimin 3,7439 mg ile Tarm 92 çeşidinde, en az oranda üretimin ise 3,5301 mg ile Çetin 2000 çeşidinde gerçekleştiği görülmüştür. Bülbul 89 çeşidi ise 3,639 mg ile Tarm 92 ve Çetin 2000

çeşidi arasında yer almıştır (Tablo 4.13, Şekil 4.21). Buna rağmen yapılan varyans analizinde çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg lık selenyum dozu uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda maksimum esansiyel amino asit üretiminin 3,8108 mg ile dördüncü dozda, minimum üretimin ise 3,4562 mg ile kontrol grubunda gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 4.13). Buna rağmen yapılan varyans analizinde selenyum dozlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.21 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Toplam Esansiyel Amino Asiti Çeriği.

4.3.1.8. Selenyum Uygulamasının Tane Kükürt İçeriğine Etkisi

Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 çeşitlerinin farklı selenyum dozu (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) uygulaması sonucu tane kükürt içeriğine ilişkin değerler Tablo 4.14 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.

Çetin 2000 çeşidinde maksimum tane kükürt içeriği (0,0508 mg) üçüncü selenyum dozu uygulamasında, minimum tane kükürt içeriği (0,0380 mg) ise kontrol grubunda gerçekleşmiştir.

Bülbül 89 çeşidinde tane kükürt içeriği bakımından maksimum oran (0,0540 mg) üçüncü uygulama dozunda, minimum oran (0,0467 mg) ise ikinci selenyum dozu uygulamasında gerçekleşmiştir. İkinci, dördüncü ve beşinci doz uygulamalarında kontrol grubuna oranla daha az tane kükürt içeriği olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.14).

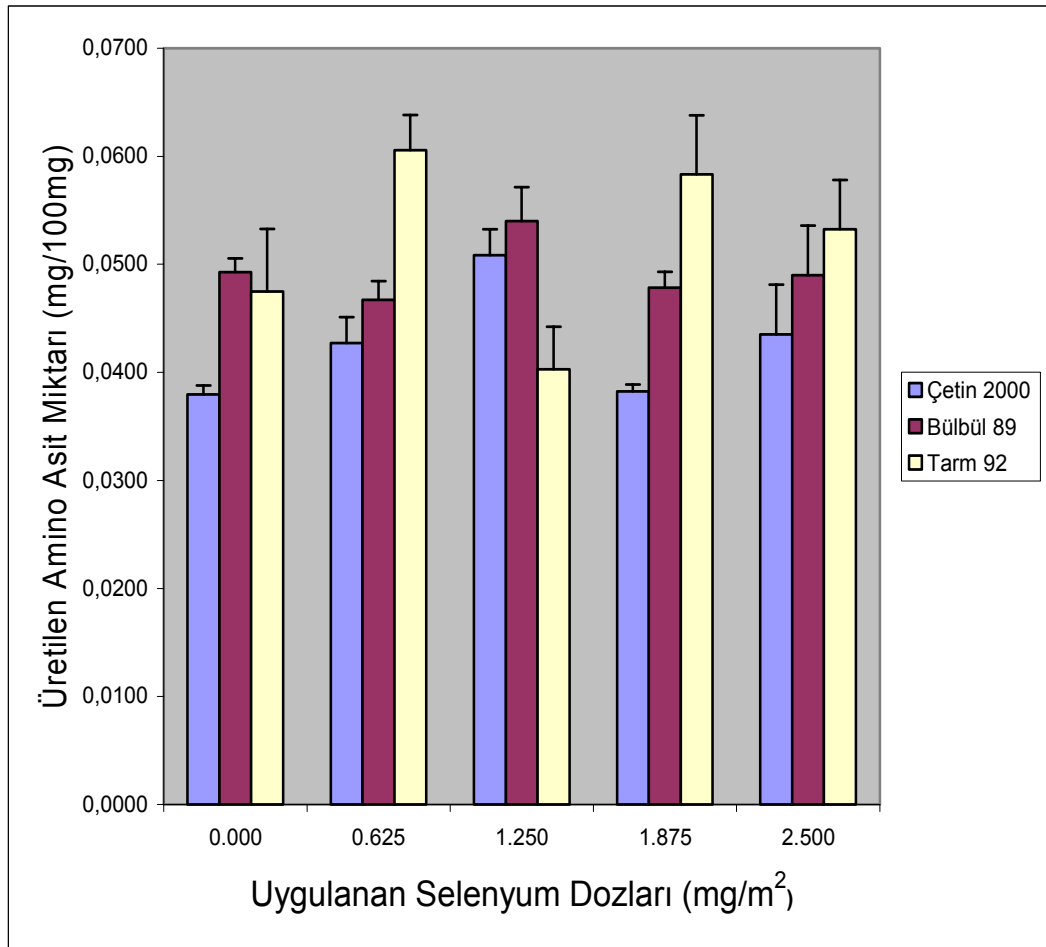
Tablo 4.14 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tane Kükürt İçeriği (Mg/100mg).

Selenyum dozları (mg/m ²)	Çeşitler			Ortalama
	Çetin 2000	Bülbül 89	Tarm 92	
0.000	0.0380	0.0493	0.0475	0.0449a*
0.625	0.0427	0.0467	0.0606	0.0500a
1.250	0.0508	0.0540	0.0403	0.0484a
1.875	0.0382	0.0478	0.0583	0.0481a
2.500	0.0435	0.0490	0.0532	0.0486a
Ortalama	0.0427A	0.0494A	0.0520A	0.0480

(*) Aynı harfle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre %5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Tarm 92 çeşidinde tane kükürt içeriği bakımından maksimum kükürtlü amino asit üretimi (0,0606 mg) ikinci selenyum dozu uygulamasında, minimum kükürtlü amino asit üretimi (0,0403 mg) ise üçüncü doz uygulamasında tespit edilmiştir.

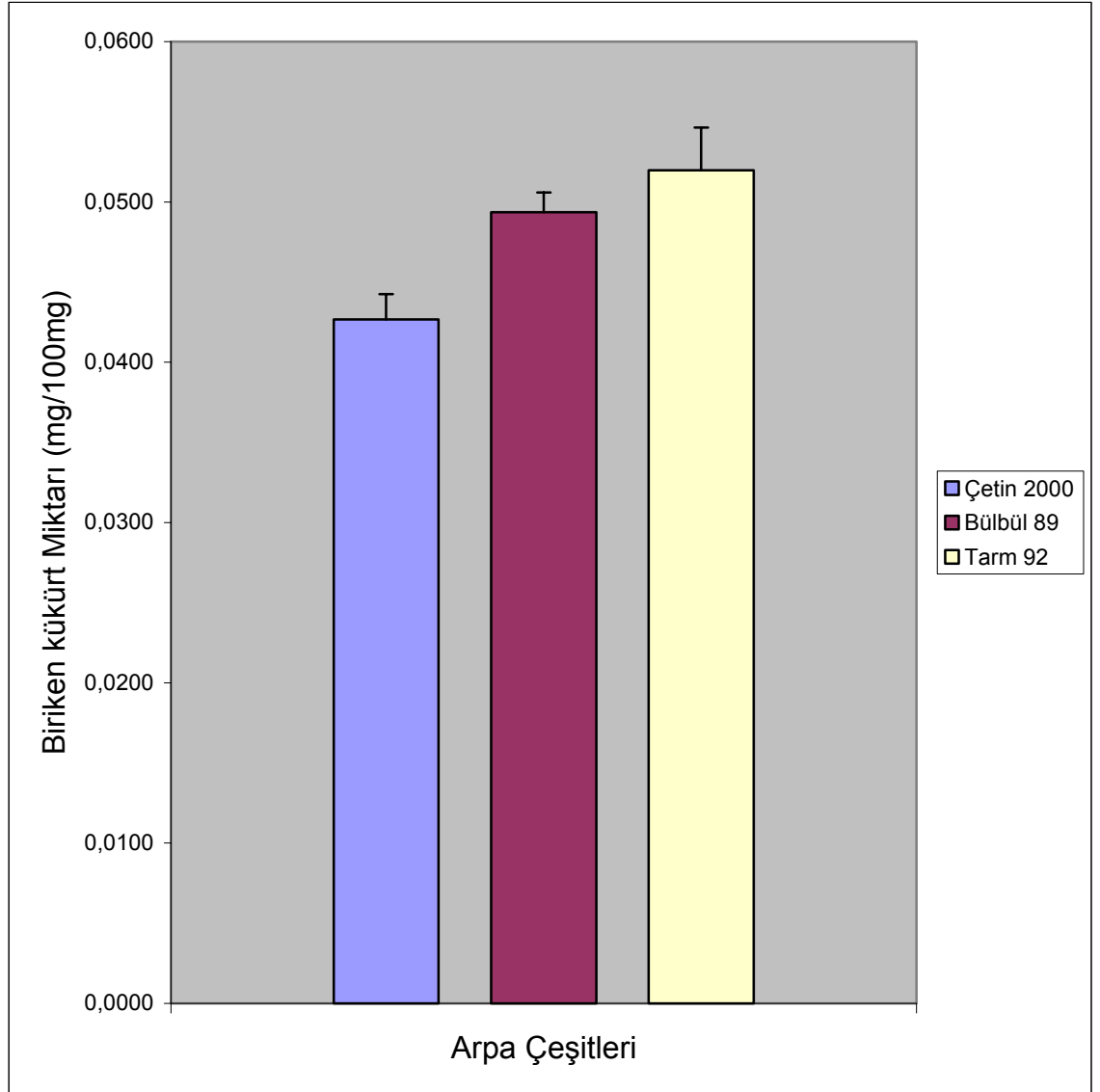
Selenyum uygulama dozları (0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg) dikkate alınmaksızın çeşitler arasında kıyaslama yapıldığında en fazla tane kükürt içeriğinin 0,0520 mg ile Tarm 92 çeşidinde, en az tane kükürt içeriğinin 0,0427 mg ile Çetin 2000 çeşidinde gerçekleştiği, Bülbül 89 çeşidinin ise 0,0494 mg ile bu iki çeşit arasında yer aldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.14, Şekil 4.23). Buna rağmen yapılan varyans analizinde çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.22 Farklı Selenyum Dozlarında Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Tane Kükürt İçeriği.

Çeşitler dikkate alınmaksızın 0.000 mg, 0.625 mg, 1.250 mg, 1.875 mg, 2.500 mg lık selenyum dozu uygulamaları göz önünde bulundurulduğunda maksimum tane kükürt içeriğinin 0,0500 mg ile ikinci selenyum dozu uygulamasında, minimum tane kükürt içeriğinin ise 0,0449mg ile kontrol grubunda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Tablo

4.14). Buna rağmen yapılan varyans analizinde selenyum dozlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



Şekil 4.23 Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 Çeşitlerinin Toplam Tane Kükürt İçeriği.

5. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada artan dozlarda selenyum (sodyum selenit (Na_2SeO_3) ve sodyum selenat (Na_2SeO_4)) uygulamasının arpa bitkisi (*Hordeum vulgare*) çeşitlerinde kök, gövde ve tanede selenyum alımına, tanede kükürt ve azot alımına ve ayrıca tanede amino asit profiline olan etkisi incelenmiştir.

Çalışma kontrol dahil beş farklı selenyum (tohum ekimiyle birlikte sodyum selenit (1,00 mg; 2.00 mg; 3.00 mg; 4.00 mg) ve başaklanma döneminde sodyum selenat (0,25 mg; 0,50 mg; 0,75 mg; 1.00 mg)) dozu uygulamasında üç tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışmada tescilli arpa çeşitleri olan Çetin 2000, Bülbül 89 ve Tarm 92 kullanılmıştır.

Sonuçlara göre arpa bitkisi çeşitleri kontrol dahil beş farklı selenyum dozunda selenyum, azot ve kükürt emilimi yönüyle birbirine paralel tepki göstermiş olmasına rağmen bünyelerinde biriken miktarlar bakımından farklılık göstermişlerdir. Kök selenyum içeriği yönüyle en fazla miktar Bülbül 89 çeşidinde, en az ise Tarm 92 çeşidinde tespit edilmiştir. Kök selenyum içeriği kontrol dahil üçüncü selenyum dozuna kadar lineer bir artış göstermiş, dördüncü ve beşinci dozlarda ise azalma görülmüştür. Bu azalış yüksek selenyum dozlarının toksik etkisinden kaynaklanmış olabilir. Benzer bir durumu Fleming’de araştırmasında vurgulamıştır [27] .

Gövde selenyum içeriği (0.142 mg) bakımından Bülbül 89 çeşidi en fazla oranda, Çetin 2000 ise en az oranda (0.094 mg) emilim gerçekleştirmiştir. Tarm 92 çeşidi ise bu iki tür arasında (0.119 mg) yer almıştır. Çeşitler gövde selenyum içeriği

bakımından kökleriyle kıyaslandığında belirgin bir düşüş göstermişlerdir. Bu durum Steven'in araştırmasıyla çelişmektedir [8].

Tane selenyum içeriği bakımından yine Bülbül 89 çeşidi maksimum oranda (0.175 mg) emilim gerçekleştirmiştir. Çetin 2000 çeşidinin tane selenyum birikimi kök selenyum içeriğinden az olmakla birlikte gövdeyle kıyaslandığında belirgin bir artış göstermiştir. Tarm 92 çeşidi ise tane selenyum içeriği bakımından diğer çeşitlere oranla en az seviyede (0.126mg) emilim gerçekleştiren çeşit olmuştur.

Çeşitlerin hepsi genel olarak köklerinde maksimum seviyede, gövdelerinde ise minimum seviyede selenyum birikimi gerçekleştirmişlerdir. Tarm 92 çeşidinin kök (0.126 mg), gövde (0.119 mg) ve tane (0.126 mg) selenyum içeriğindeki değişimin en az seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Tarm 92 çeşidinin proteinogenik amino asit içeriği (11.6694 mg), serbest amino asit içeriği (11.7056 mg), esansiyel amino asit içeriği (3.7435 mg), esansiyel olmayan amino asit içeriği (7.9570 mg) ve prolin amino asiti içeriği (1.0904 mg) Bülbül 89 ve Çetin 2000 çeşitlerinininkine oranla daha fazla düzeyde gerçekleşmiştir. Bu duruma Tarm 92 çeşidinde artan dozlarda uygulanan selenyum miktarının tane azot içeriğinde artışa neden olduğu sanılmaktadır.

Ayrıca Tarm 92 çeşidinin tane kükürt içeriğinin de diğer çeşitlere oranla fazla olmasının sebebi, bitkinin kükürt ve selenyum emilimi metabolizmasında tam anlamıyla ayırım yapamamasından kaynaklanabilir. Genel olarak stres koşullarında prolin seviyesinin yükseldiği bilinmektedir [64, 65]. Böylece bitkiler strese direnç göstermektedir. Benzer durum Tarm 92 çeşidinde yüksek selenyum dozlarında daha düşük tane Se içeriği ve yüksek prolin içeriği ile ortaya çıkmıştır. Tane selenyum içeriği orta düzeyde olan Çetin 2000 çeşidinin Tane kükürt içeriğinin en az düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ta kükürtlü a.a. içeriği ve cys-met içeriğinin diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumda çetin çeşidi için protein sentezinde kükürt yerine selenyum kullanıldığını söylemek zordur. Oysa literatürde kimi bitkilerin protein sentezinde kükürtlü amino asitlerin yerini Se-metionin ve Se-sisteinin aldığı ifade edilmektedir [12]. Bu konunun başka çalışmalarla ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir.

Bu sonuçlara göre hayvanlarda yüksek selenyumlu yemlerin alkali hastalığına neden olduğu düşünüldüğünde tane selenyum içeriği düşük olan Tarm 92 çeşidini önermek mümkündür. Yine bu çeşidin protein kalitesi de diğer iki çeşitten üstün bulunmuştur. Selenyumca zengin yada insan faaliyeti etkisiyle selenyum kirliliğine maruz kalmış topraklarda Tarm 92 çeşidinin yetiştirilmesi selenyum zararının engellenmesi açısından da önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Roy, J.Irwin., et al., Environmental Contaminants Encyclopedia Selenium Entry, Colorado, 1997.
2. Friberg, L., et al., Handbook of the Toxicology of Metals, 2nd ed, Vols I, II; Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.,p.V2 485. 1986.
3. David, J.G., et al., Diagnosing Selenium Toxicity, Colorado State University Cooperative Extension, 1995.
4. Anderson, J.W., Synthesis of Selenocysteine by Cysteine Synthase from Selenium Accumulator Plants. *Phytochemistry* 17:2069-2074 [Cross Ref] [ISI], 1978.
5. Surai, P.F., Organic selenium: Benefits to Animals and Humans, a Biochemist's View, Proceedings of the 15th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium, 205-242, 2000.
6. Kaneko, J.J., Clinical Biochemistry of Domestic Animals, Academic Pres, Inc., San Diego, 772-776, 1989.
7. Eriksson, J., Concentrations of 61 Trace Elements in Sewage Sludge, Farmyard Manure, Mineral Fertilizer, Recipitation and in Oil and Crops, Report 5159, The Swedish Environmental Protection Agency, 2001.
8. Steven, L.McCarty., Design and Application Of Dynamic Headspace Sampling System For The Study of Bioremediation of Toxic Metalloids By Bacteria, 1994.
9. McDowell, L.R., Minerals in Animal and Human Nutrition, Academic pres, New York, 1992.
10. Sors, T.G., Ellis, D.R & D.E., Salt Selenium Uptake, Translocation, Assimilation and Metabolic Fate in Plants, *Review Photosynthesis Research*, 86: 373–389, 2005.
11. Brown, T.A and Shrift, A., Exclusion of Selenium From Proteins in Selenium-Tolerant *Astragalus* Species, *Plant Physiol* 67: 1951–1953, 1981.
12. Brown, T.A., Shrift A., Selenium Toxicity and Tolerance in Higher-Plants, *Biol Rev* 57: 59–84, 1982.
13. Vadgama, J., et al., Effect of Selenium in Combination With Adriamycin or Taxol on Several Different Cancer Cells. *Anticancer Res.* 20: 1391–1414, 2000.

14. Whanger, P.D., Selenium and Its Relationship to Cancer: an update, *Br J Nutr.* 91: 11–28, 2004.
15. Orser, C.S., et al., Brassica Plants to Provide Enhanced Human Mineral Nutrition: Selenium Phytoenrichment and Metabolic Transformation, *J Med Food* 1: 253–261, 1999.
16. Ellis, D.R., et al., Production of Se-methylselenocysteine in Transgenic Plants Expressing Selenocysteine Methyltransferase, *BMC Plant Biol* 4: 1, 2004.
17. Vinceti, M., Wei, E.T., Malagoli, C., Adverse Health Effects of Selenium in Humans. *Rev Environ Health* 16: 233–251, 2001.
18. Raisbeck, M.F., Selenosis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 16: 465–480, 2000.
19. Lemly, A.D., Ohlendorf, H.M., Regulatory Implications of Using Constructed Wetlands to Treat Selenium-Laden Wastewater. *Ecotoxicol. Environ Saf* 52: 46–56, 2002.
20. Hamilton, S.J., Review of Selenium Toxicity in the Aquatic Food Chain. *Sci Total Environ* 326: 1–31, 2004.
21. Hamilton, S.J., Buhl, K.J., Selenium and Other Trace Elements in Water, Sediment, Aquatic Plants, Aquatic Invertebrates, and Fish From Streams in Southeastern Idaho Near Phosphate Mining Operations. Final Report as Part of the USGS Western U.S. Phosphate Project, 2003.
22. Bogdevich, O.P., Hannigan, R.E., Izmailova, D.N., Assessment of Natural and Artificial Sources of Selenium in the Environment of Moldova Republic Proceeding of Sixth International Symposium & Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States, Prague, Czech Republic
<http://www.iicer.fsu.edu/SymposiumSeries.cfm>, 2003.
23. Clark, L.C., et al., Effects of Selenium Supplementation for Cancer Prevention in Patients With Carcinoma of the Skin: a Randomized Controlled Trial. Nutritional Prevention of Cancer Study Group. *J Am Med Assoc* 276: 1957–1963, 1996.
24. Combs, G.F., Clark, L.C., Turnbull, B.W., Reduction of Cancer Risk With Oral Supplement of Selenium. *Biomed Environ Sci* 10:227-234, 1997.

25. James, L. F., et al., Selenium Poisoning in Livestock: A Review and Progress. IN: Selenium in Agriculture and the Environment. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, 1989.
26. Herberg, S., et al., Background and Rationale Behind the SU.VI.MAX Study, a Prevention Trial Using Nutritional Doses of a Combination of Antioxidant Vitamins and Minerals to Reduce Cardiovascular Diseases and Cancers. *Int J Vitam Nutr Res*; 68:3, 1998.
27. Fleming, R.W., Alexander M. Dimethylselenide and Dimethyltelluride formation by a Strain of *Penicillium*. *Appl. Microbiol.* 24:424–29, 1972.
28. Rael, R.M., Frankenberger, W.T Jr., Influence of pH, Salinity, and Selenium on the Growth of *Aeromonas veronii* in Evaporation Agricultural Drainage Water. *Water Resour*, 30:422–30, 1996.
29. Trelease, S.F., Beath, O.A., Selenium, Its Geological Occurrence and Its Biological Effects in Relation to Botany, Chemistry, Agriculture, Nutrition, and Medicine, p. 292. New York: Trelease & Beath, 1949.
30. Combs, G.F., Combs, S.B., The Role of Selenium in Nutrition. Academic press, New York, 1986.
31. Arthur, J.R., et al., Regulation of Selenoprotein Gene Expression and Thyroid Hormone Metabolism. *Biochem. Soc. Trans.*, 24: 384–388, 1996.
32. Kamal, M. Abdo., NTP Technical Report on Toxicity Studies of Sodium Selenate and Sodium Selenite (CAS Nos. 13410-01-0 and 10102-18-8) Administered in Drinking Water to F344/N Rats and B6C3F1 Mice, Ph.D., Study Scientist National Toxicology Program Post Office Box 12233 Research Triangle Park, NC 27709 NIH Publication 94-3387, July 1994.
33. Sangbom, M., et al., Molecular And Biochemical Characterization of the Selenocysteine Se-Methyltransferase Gene And Se-Methylselenocysteine Synthesis in Broccoli, 2005.
34. Howie, A.F., et al., Identification of a 57-Kilodalton Selenoprotein in Human Thyrocytes as Thioredoxin Reductase. *J. Clin. Endocrinol Metab.*, 83: 2052–2058, 1998.

35. Mairrino, M., et al., Reactivity of Phospholipid Hydroperoxide Glutathione Peroxidase With Membrane and Lipoprotein Lipid Hydroperoxides. *Free. Radic. Res. Commun.* 12: 131-135, 1991.
36. Dennis, M, Opresco., Toxicity Summary for Selenium and Selenium Compounds., ph d., 1993.
37. Searight, W,V., Moxon, A.L., Selenium in Glacial and Associated Deposits. *So.Dak.Agri.Exp.Sta.Tech.Bull*, 5:1,1945.
38. Thomson, C.D., Assessment of Requirements for Selenium and Adequacy of Selenium Status: a Review. *Eur J Clin Nutr*;58:391-402, 2004.
39. Combs, G.F., Gray, W.P., Chemopreventive Agents: Selenium. *Pharmacol Ther*; 79:179-92, 1998.
40. Levander, O.A., Nutrition and Newly Emerging Viral Diseases: An Overview. *J Nutr*;127: 948S-50S, 1997.
41. Shamberger, R.J., The Genotoxicity of Selenium. *Mutat Res*; 154:29-48, 1985.
42. Lyi, Sangbom, M., et al., Molecular and Chemical Characterisation of the Selenocysteine Se-Methyltransferase Gene and Se-methylselenocysteine Synthesis in Broccoli, 2005.
43. McKenzie, R.C., Rafferty, T.S., Beckett, G.J., Selenium: an Essential Element for Immune Function. *Immunol Today*;19:342-5, 1998.
44. Goldhaber, S.B., Trace Element Risk Assessment: Essentiality vs. Toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* ;38:232-42, 2003.
45. Derumeaux, H., et al., Association of Selenium With Thyroid Volume and Echostructure in 35- to 60-Year-Old French Adults. *Eur J Endocrinol*;148 [3]: 309-15, 2003.
46. Schrauzer, G.N., The Nutritional Significance, Metabolism and Toxicology of Selenomethionine. *Adv Food Nutr Res*;47:73-112, 2003.
47. James, L. F., et al., Selenium Poisoning in Livestock: A Review and Progress. IN:Selenium in Agriculture and the Environment. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, 1989.
48. Garland, M., et al., Prospective Study of Toenail Selenium Levels and Cancer Among Women. *J Natl Cancer Inst*;87:497- 505, 1995.

49. Hercberg, S., et al., Background and Rationale Behind the SU.VI.MAX Study, a Prevention Trial Using Nutritional Doses of a Combination of Antioxidant Vitamins and Minerals to Reduce Cardiovascular Diseases and Cancers. *Int J Vitam Nutr Res*; 68:3-20, 1998.
50. Fleming, R.W., Alexander, M., Dimethylselenide and Dimethyltelluride formation by a Strain of *Penicillium*. *Appl. Microbio*, 24:424-29, 1972.
51. Eustice, D.C., Kull, F.J., Shrift, A., Selenium Toxicity: Aminoacylation and Peptide Bond Formation With Selenomethionine. *Plant Physiol.* 67:1054-58, 1981.
52. Brown, T.A., Shrift, A., Selenium: Toxicity and Tolerance in Higher Plants. *Biol. Rev.* 57:59-84, 1982.
53. Krystyna, P., Witold, G., Andrzej, K., Biology and Environmental Protection, Department of Plant Physiology, Faculty of, Silesian University, Jagiellońska 28, 40-032 Katowice, Poland
54. McDowell, L.R., Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press, New York, 1992.
55. Rosenfeld, I., Beath, O.A., Selenium: Geobotany, Toxicity, and Nutrition. Academic Press, New York, 1964.
56. Bouyoucos, G.J., Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. *Argon, J.*, 43:433-437, 1951.
57. Richards, L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *U.S. Dep. Agr. Handbook*, 60, 1954.
58. Bujdos, M., Kubova, J., Stresko, V., Problems of Selenium Fractionation in Soils Rich in Organic Matter. *Anal. Chim. Acta* 408, 103-109, 2000.
59. Perkin Elmer I., Analytical Methods: Atomic Absorption Spectroscopy; Flow Injection Mercury/Hydride Analyses; THGA Graphite Furnace Recommended Analytical Conditions, 2000.
60. Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu: 155, A.Ü. Basımevi, Ankara, 1972.
61. Yurtsever, N., Deneysel İstatistik Metodlar, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No: 121 Yayın No: 56, Ankara, 1984.

62. Fao., Micronutrient Assessment at The Country Level: an International Study, FAO Soils Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rowe, 1990.
63. Anonymous, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi , Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:151, Teknik Yayınlar No:T-59, Ankara, 1998.
64. Delauney, J, Verma., Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. Plant J. 4: 215-223, 1993.
65. Duncan, D.R., Widholm, J.M., Proline accumulation and its implication in cold tolerance of regenerable maize callus. Plant Physiol. 83: 703-708, 1987.

ÖZGEÇMİŞ

Adı: Semih

Soyadı: Yılmaz

Doğum yeri, yılı:Tufanbeyli, 1973

Baba adı: Ahmet

Anne adı: Döne

1982 Yılında Tufanbeyli Bozgüney Köyü İlkokulundan, 1985 yılında Bozgüney Ortaokulundan, 1988 yılında da Tufanbeyli Lisesi'nden mezun oldu. 1990-1991 eğitim öğretim yılında ODTÜ Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 1995 yılında fakülteden mezun oldu. 2003 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı'ndaYüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen bu ana bilim dalında öğrenimine devam etmektedir.

İletişim Bilgileri:

Aydınlar Mevkii Burhaniyeli Apt.

Kat: 2, No: 6

Melikgazi / Kayseri

GSM: 0532 6907157

e.posta: ylmazsemh@yahoo.com