

Selenyum Uygulamalarının Silajlık Mısırın Verim Parametreleri Üzerine Etkileri

Aişe DELİBORAN¹, * Yılmaz IŞIK² Hasan ASLAN² Abdullah SUAT NACAR²
Tuba Yasemin TEKGÜL² Hatice KARA² Sait GEZGİN³

¹Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, İzmir.

²GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa.

³Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Konya.

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): aisedeliboran@gmail.com

Geliş tarihi (Received) : 22.05.2019

Kabul tarihi (Accepted): 02.10.2020

DOI: 10.21657/topraksu.741443

Öz

Bu çalışmada sodyum selenit ve sodyum selenat uygulamalarının, silajlık mısır bitkisinin bitki boyu, koçan/bitki oranı, yaprak/sap oranı gibi bazı bitkisel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Selenyum sekiz farklı seviyede (0-5-10-15-25-50-75-100 g Se ha⁻¹) uygulanmıştır. Selenit, tohum ekiminden önce toprağa sıvı halde, selenat ise mısır bitkisi 50-70 cm boyuna geldiğinde yapraktan uygulanmıştır. Selenyum uygulamaları yatma, bitki görünümü, kurtlu koçan sayısı, rastıklı bitki sayısı ve bitki boyu değerlerini istatistiksel olarak etkilememiştir. Selenit uygulamaları istatistiksel açıdan koçan/bitki oranı ile yaprak/sap oranı değerlerini etkilemiştir, yıl X konu interaksyonu önemli çıkmıştır. 2013 yılında konular arasında istatistiki yönden fark oluşmuş, en yüksek değerler sırasıyla % 52 ile 5 g Se ha⁻¹ uygulaması ile % 45 ve % 47 ile 10 g Se ha⁻¹ ve 25 g Se ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Selenat uygulamaları koçan/bitki oranı değerleri istatistiksel olarak etkilemezken yaprak/sap oranlarını etkilemiş, en yüksek değerler % 43 ile 100 g Se ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Selenyum uygulamalarının bitkilerde verimi ve diğer bitkisel özellikleri etkilemediği, tanenin veya bitkinin selenyum konsantrasyonunu etkileyerek artırdığı bilinmektedir. Ancak bazı çalışmalar selenyum uygulamasının bitkiyi olumlu etkilediğini göstermektedir. Bitki gelişiminde selenyum etkisinin bitki türüne ve çeşidine bağlı olarak değişebileceği, birçok faktörün selenyum etkinliğini artırarak etkilediği, özellikle toprak ve iklim koşullarının dışında uygulama zamanı, oranı ve metodu ile selenyum formu ve bitki türünün etkili olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, selenyum, toprak uygulaması, yaprak uygulaması, verim parametreleri

The Effect of Selenium Applications on Yield Parameters of Silage Maize

Abstract

In this study, the effects of sodium selenite and sodium selenate applications on laying, plant appearance, number of worm cobs, random number of plants, plant height, cob/plant ratio, leaf/stem ratio of silage maize plant were investigated. Selenium was applied at eight different levels (0-5-10-15-25-50-75-100 g Se ha⁻¹). Selenite was applied to the soil in liquid form before planting seeds, and selenate was applied to the leaf when the corn plant was 50-70 cm tall. Selenium applications did not statistically affect lying, plant appearance, worm cob number, randomized plant number and plant height values. Selenite applications affected the cob/plant ratio and leaf/stem ratio values statistically, the interaction of the year X subject was significant. In 2013, there was a statistical difference between the subjects, the

highest values were obtained with 52% from 5 g Se ha⁻¹ application, with 45% and 47% from 10 g Se ha⁻¹ and 25 g Se ha⁻¹ applications, respectively. Selenate applications did not affect the cob/plant ratio values statistically, but the leaf/stem ratios were affected, the highest values were obtained with 43% from 100 g Se ha⁻¹ applications. It is known that selenium applications do not affect the yield and other plant properties in plants, but increase the selenium concentration of the grain or plant. However, some studies show that selenium application affects positively the plant as our study. It is thought that the effect of selenium in plant development may vary depending on the type and variety of the plant, many factors increase the selenium activity, especially outside the soil and climatic conditions, the application time, rate and method, the form of selenium and the plant species are effective.

Keywords: Maize, selenium, soil application, foliar application, yield parameters

GİRİŞ

Birim alandan elde edilen yeşil ot veriminin fazla olması ve silaj yapımına uygunluğu, silajın besin değeri ve lezzetinin yüksekliği gibi birçok nedenden dolayı mısır dünya da en önemli silaj bitkilerinden biri olarak yerini almıştır (Açıkgöz, 1991). Özellikle mısır hasılıının çok kolay silolanabilir bir özelliğe sahip olması (Ak ve Doğan, 1997), sindirilme oranının yüksekliğinin yanı sıra birim alandan alınan verimin yüksek olması nedeniyle mısır, en ideal silaj bitkisi olarak kabul edilmiştir (Açıkgöz, 2001). Mısır silajı Amerika Birleşik Devletleri, Hollanda, Almanya ve Fransa gibi ülkelerde özellikle sığır besiciliğinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Kılıç, 1986; 1996; Gökçe, 2000; Alçicek ve Karaayvaz, 2003). Üretim bakımından dünyada buğdaydan sonra ikinci, Türkiye’de ise buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer alan (TUİK, 2014) mısır, ekim alanı bakımından Türkiye dünyada mısır üreticisi 157 ülke arasında 34., üretim bakımından 25. ve birim alan verimi bakımından ise 40. ülke durumundadır (FAO, 2014). Türkiye’de tane mısırın ekim alanı 6.599.980 da, toplam verim 5.9 milyon ton⁻¹, dekara ortalama verim ise 903 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (TUİK, 2014). Ayrıca yeşil ve silaj olarak hayvan beslemede kullanılan bir kaba yem olarak 2014 yılında 4.015.913 da alanda ekilmiş, toplam silajlık verimi 18.6 milyon ton, dekara verim ise 4.630 kg da⁻¹ civarında gerçekleşmiştir (TUİK, 2014). Karadeniz, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde sulu şartlarda başarı ile yetiştirilen silajlık mısır, Doğu Anadolu ve Marmara Bölgesi’nin bazı kesimlerinde de yetiştirilmektedir. Canlıların en önemli ihtiyacı barınmadan sonra beslenmedir. Toprak, bitkiler için besin kaynağı durumunda iken, bitkiler hem insanlar hem de hayvanlar için besin kaynağı durumundadır. Toprakta bitkiye, bitkiden insan ve hayvanlara besin maddelerinin kontrollü taşınımını içerisine

alan toprak yönetimi ve gübreleme konusunda önemli çalışmalar yapılmaktadır (Deliboran vd., 2016). Son yıllarda nitelikli gıda kavramının yaygınlaşması ile üzerinde en çok araştırma yapılan, insan ve hayvan beslenmesinde en önemli mikro besin elementlerinden biri de selenyumdur (Se). Uzun yıllar kanserojen bir element olarak tanınan, ancak 1957 yılında biyolojik sistemler için faydalı bir element olduğu ileri sürülen (Deliboran vd., 2018b) Se, hem insanlar hem de hayvanlar için zorunlu bir maddedir ve besin maddeleriyle birlikte yeterli miktarda alınması gerekmektedir (David vd., 1995; Surai, 2000; Deliboran, 2016; Deliboran vd., 2018b). Özellikle emiliminden sonra aminoasitlerin ve proteinlerin yapısına katılımı ile bitki beslemede oldukça önemlidir (Eriksson, 2001; Deliboran vd., 2018b). Bitkilerin Se alımı daha çok topraktan alım şeklinde gerçekleşmektedir fakat çok düşük oranda da olsa atmosferik yolla da Se alınabilmektedir. Se’nin topraktan emilebilmesi için mutlaka çözünür ve alınabilir bir formda olması gerekmektedir (Deliboran vd., 2018b), ve bitkiler için bu durum daha çok oksitlenmiş Selenat (Se⁺⁶) formunda olmaktadır.. Selenyum topraklarda çoğunlukla selenat (SeO₄⁻²), selenit (SeO₃⁻²) ve selenid (Se⁻²) formlarında bulunmaktadır (Mikkelsen vd., 1990; Marchner, 1995; Çakmak vd., 2009). Selenyumun kuraklık ve düşük sıcaklık gibi çevresel stres etmenlerine karşı dayanıklılıkta önemli bir role sahip olduğu, toksik O₂ türevlerinden biri olan hidrojen peroksit (H₂O₂) detoksifikasyonunu sağlayan glutatyon peroksidaz enzimi için gerekli olduğu, bu enzimin aktivitesinin yüksek düzeyde kalmasını sağlayarak bitkileri düşük sıcaklık, yüksek ışık intensitesi ve UV ışık stresinden koruduğu (Xue ve Hartikainen, 2000; Seppänen vd., 2003; Çakmak vd., 2009), bitkilerin Se’yi fonksiyonel olarak bünyelerinde biriktirdiği fakat esas olarak tohumlarında daha çok

biriktirdiği (Steven, 1994; Deliboran vd., 2018b) ileri sürülmektedir. Se uygulamaları bitkilerde, örneğin buğdayda (Çakmak vd., 2009) ve mısırdaki (Chilimbia vd., 2012; Deliboran vd., 2018a) tane, silaj verimi ve diğer bitkisel özellikleri etkilememekte, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırmaktadır. Deliboran vd. (2018a)'ya göre sodyum selenit ve sodyum selenat uygulamaları tane mısırdaki istatistiksel açıdan bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı, tane /koçan oranı, dekara verim ve tanenin yağ içeriği değerlerini etkilememiştir. Toprakta yapılan selenit uygulamaları tanenin Se içeriğini istatistiksel olarak etkilemezken, yaprakta uygulanan selenat ise tanenin Se içeriğini etkilemiştir ve gerçekleştirilen uygulamalar ile tanenin Se içeriği artmıştır. Araştırmacılara göre 15 g Se ha⁻¹ uygulaması ile 96 µg kg⁻¹ Se'nin tanede biriktiği, 25 g Se ha⁻¹ uygulaması ile 125 µg kg⁻¹, 50 g Se ha⁻¹ uygulaması ile 214 µg kg⁻¹, 75 g Se ha⁻¹ uygulaması ile 420 µg kg⁻¹ ve 100 g Se ha⁻¹ uygulaması ile 523 µg kg⁻¹ Se birikiminin olduğu, Se düzeylerinin hem insan hem de hayvan beslenmesi için uygun düzeyde olduğu görülmektedir (Deliboran vd., 2018a; 2018b). Chilimbia vd. (2012) Se uygulamalarının silajlık mısırdaki verimi etkilemediğini, çeşitlere göre verimin 4758-15792 kg ha⁻¹ arasında değiştiğini, uygulamalar ile silaj Se içeriğinin arttığını ifade etmişlerdir. Wang vd. (2013) topraktan ve yaprakta Na₂SeO₃ formunda Se uygulamalarının tane ve silaj verimi ile diğer bitkisel özellikleri etkilemediğini, topraktan uygulamada sırasıyla 2009 yılında 5.41-9.13 t ha⁻¹, 2010 yılında ise 7.93-12.25 t ha⁻¹, yaprakta uygulamada sırasıyla 2009 yılında 6.15-9.91 t ha⁻¹, 2010 yılında ise 9.58-17.05 t ha⁻¹ verim aldıklarını bildirmektedir. Hidroponik sulama suyuna Se eklenmesi ile mısır bitkisinde (Longchamp vd., 2012) ve marulda (Duma vd., 2011) verimin artmadığı, 60 g Se ha⁻¹ oranına kadar Se ile tohum muamelesinin üç çim çeşidinde de verimi etkilemediği (Cartes vd., 2011) görülmüş, buğdayda (Broadley vd., 2010), sarımsakta (Poldma vd., 2011) ve mısırdaki tane ve silaj (Chilimbia vd., 2012a) veriminin artmadığı tespit edilmiştir. Ancak birkaç çalışma Se uygulamasının bitkiyi olumlu etkilediğini göstermektedir. Saksıda yapılan bir çalışmada, Se uygulamaları ile kontrol grubuna göre patates bitkisinden yüksek yumru verimi aldıkları, bunda Se'nin yaşlanmayı geciktiren antioksidatif etkisiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Turakaina, 2007). Benzer şekilde hidroponik denemelerde Se uygulamaları Brassica tohum üretiminde % 43 oranında artışa neden olmuştur ki bunun da yapraklarda ve

çiçeklerdeki yüksek solunum aktivitesi ile ilgili olduğu ifade edilmiştir (Lyons vd., 2009). Hindibada yapılan bir denemede, Se uygulamaları genç hindibalarda solunum oranını arttırmıştır (Germ vd., 2007). Kuraklık stresi düzeyinin arttığı dönemde Se uygulamaları antioksidan aktivitesini, antioksidan düzeyini ve mısır tane verimi arttırmıştır (Şajedi vd., 2011). Sonuç olarak bitkilerde Se uygulamaları antioksidan aktivitesinin ve solunum potansiyelinin artması nedeniyle pozitif etkili olabilmektedir. Bitkilerde birçok faktör Se etkinliğini artırarak etkilemektedir. Bu faktörler toprak ve iklim koşullarının yanı sıra Se uygulama zamanı, oranı, metodu, Se formu ve bitki türü olarak sıralanabilir (Rengel vd., 1999).

Bu çalışma ile hayvan beslenmesinde kullanılan silajlık mısırdaki sodyum selenit (Na₂SeO₃) ve sodyum selenat (Na₂SeO₄) uygulamalarının yatma, bitki görünümü, kurtlu koçan sayısı, rastıklı bitki sayısı, koçan/bitki oranı, yaprak/sap oranı, bitki boyu gibi bitkisel özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Araştırma lokasyonu

Araştırma, 2013 ve 2014 yıllarında GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Talatdemirören Araştırma İstasyonu'nda Se noksanlığı görülen arazilerde yürütülmüştür. Şanlıurfa Güneydoğu Anadolu iklim bölgesine dahil olmakla birlikte, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık olan bir iklim özelliği göstermektedir. Güneyden kuzeye ve batıdan doğuya gittikçe yağış miktarı artmaktadır. Aylık ortalama sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında 32 °C civarındadır. Günlük en yüksek sıcaklıklar ise aynı aylarda görülmektedir ve bu güne kadar kaydedilen günlük en yüksek sıcaklık temmuz ayında 46.8 °C olarak ölçülmüştür. Günlük ortalama güneşlenme süresi yaz aylarında 12 saati geçmektedir. Şanlıurfa, Türkiye'de nispi nemin en düşük olduğu hat üzerindedir ve yaz aylarında nispi nem % 35 civarındadır.

Araştırmada kullanılan mısır çeşidi ve selenyum kaynakları

Mısır çeşidi olarak bölgede yoğun olarak yetiştirilen DKC 955 F₁ silaj mısır çeşidi, selenyum kaynağı olarak ise sodyum selenit (Na₂SeO₃) ve sodyum selenat (Na₂SeO₄) kullanılmıştır. Katı halde bulunan sodyum selenit suda çözünme özelliğine sahiptir (20 °C ta 85 g/100 g su), moleküler ağırlığı 172.9 g'dır. Sodyum selenitteki selenyum +4 oksidasyon durumundadır ve doğal olarak bulunur.

Katı halde bulunan sodyum selenatın moleküler ağırlığı 188.94 g'dır. Bu molekül suda çözünbilme özelliğine sahiptir (20 °C ta 83 g/200 g su). Sodyum selenattaki Se en yüksek oksidasyon seviyesindedir (+6) ve bu özelliği nedeniyle de alkalın ve diğer oksitleyici şartlar altında stabil bir konumdadır. Sodyum selenat alkalın suda Se'un en sık görülen formudur (Sangbom vd., 2005).

Deneme deseni

Denemeler, 2013 ve 2014 yıllarında II. ürün tane mısır denemesi olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemelerde 8 Se seviyesi (0-5-10-15-25-50-75-100 g Se ha⁻¹) kullanılmıştır. Selenit tohum ekiminden önce toprağa sıvı halde, selenat ise mısır bitkisi 50-70 cm boyuna geldiğinde yapraktan uygulanmıştır. Ekim işlemi; sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 16 cm olacak şekilde mibzer ile araştırmanın ilk yılında 24 Haziran 2013, ikinci yılında ise 17 Haziran 2014 tarihinde yapılmıştır. Araştırmanın her iki yılında deneme kurulacak arazide deneme öncesi alınan toprak örneğinin analiz sonuçları dikkate alınarak verilecek gübre miktarları belirlenmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Vejetasyon süresi boyunca mısıra verilecek gübre miktarları saf olarak 25 kg da⁻¹ azot (N) ve 10 kg da⁻¹ fosfora (P) tamamlanmıştır. Toprakta alınabilir potasyum (K) miktarı yeterli olduğundan K uygulanmamıştır. Son toprak işleme uygulamasından önce P'nin tamamı ve N'nin bir kısmı taban gübresi olarak toprağa karıştırılarak verilmiştir. N'li gübrenin geri kalan kısmı ise üst gübre olarak mısır bitkileri 30-40 cm boylandığında banda verilmiştir. Ekimden hemen sonra çıkış suyu verilmiştir. Diğer sulamalar, parsellere mümkün olduğunca eşit su verilecek şekilde karık

usulü yapılmıştır. Yüzey akışını engellemek için parseller arasına set yapılmıştır. Uygun zamanlarda çapa ve bir defa boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Çıkıştan sonra gerektiğinde yabancı otlara karşı yabancı ot ilaçları kullanılmış, ayrıca sap kurdu ve koçan kurdu vb. zararlılara karşı ilaçlı mücadele yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda, deneme öncesi denemenin kurulacağı arazideki su kaynağından su örneği alınarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Bitkisel ölçümler

Yatma (adet), her parselde fizyolojik olum döneminden sonra bitkinin dik duruşuna göre 300'lik derecelik acıdan fazla yatan bitki sayısı sayılmıştır. Bitki görünümü (1-5), çeşide ait bitki formu homojen bir şekilde zayıf ya da kuvvetli görünüm oluşturulmasına göre, 1-5 skalası ile değerlendirilmiştir. Çeşide ait bitkilerin görünümü kuvvetli ve sağlıklı bir yapı oluşturmuş ise 1, zayıf, cılız ve deformasyonlu bir görünüm varsa 5'e kadar değer verilmiştir. Kurtlu koçan sayısı (adet) ve rastıklı bitki sayısı (adet parsel⁻¹) hasattan önce ortadaki iki sırada tespit edilmiştir. Koçan/bitki oranı (%), her parselden rastgele seçilen en az 5 bitkinin koçan ağırlıkları ve bitki ağırlıkları tespit edilmiş ve oranlanmıştır. Yaprak/sap oranı (%), her parselden rastgele seçilen en az 5 bitkinin (koçan hariç) yaprak ve sap ağırlıkları tespit edilerek oranlanmıştır. Bitki boyu (cm), dölllenme sonrası toprak seviyesinden tepe püskülünün en uçtaki noktasına kadar olan mesafedir. Yeşil ot verimi (kg da⁻¹), orta iki sıradan hasat edilen bitkilerin tartılması ile belirlenmiştir. Koçanda süt çizgisi 1/2-1/3 durumunda olan bitkiler (% 60-65 su) hasat edilmiştir. Biçim toprak seviyesinden 5-6 cm yükseklikten yapılmıştır. Elde

Çizelge 1. Araştırma yerine ait deneme öncesi toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinden bazıları

Table 1. Some of the physical and physical properties of the soil of the trial site

| Yıl | EC ds m ⁻¹ | pH | Kireç % | P ₂ O ₅ kgda ⁻¹ | K ₂ O kgda ⁻¹ | N % | S ppm | Mg ppm | B ppm | Se ppb | Kum % | Silt % | Kil % |
|------|--------------------------|-----|------------|---|--|--------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 2013 | 0.98 | 7.9 | 31.2 | 7.6 | 138 | 0.06 | 18.5 | 1678 | 0.32 | 3.9 | 28.5 | 19.6 | 51.9 |
| 2014 | 1.06 | 7.5 | 29.2 | 4.2 | 151 | 0.07 | 16.6 | 840 | 1.27 | 3.5 | 27.5 | 19.3 | 53.2 |

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan sulama suyunun analiz sonuçları

Table 2. Analysis results of irrigation water used in the study

| Yıllar | EC µSm ⁻¹ | Katyonlar (me L ⁻¹) | | | | Anyonlar (me L ⁻¹) | | | | | pH | SAR | B | Sınıf |
|--------|-------------------------|---------------------------------|------|------------|----------------|--------------------------------|------------------|-----|-----------------|---------------|------|------|---|-------------------------------|
| | | Na | K | Ca + Mg | Top. katyon | CO ₃ | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Top. Anyon | | | | |
| 2013 | 354 | 0.08 | 0.02 | 3.2 | 3.3 | - | 1.9 | 1.1 | 0.3 | 3.3 | 7.45 | 0.06 | - | T ₂ A ₁ |
| 2014 | 356 | 0.8 | 0.02 | 3.3 | 3.4 | - | 2.8 | 1.2 | 0.4 | 3.3 | 7.49 | 0.06 | - | T ₂ A ₁ |

edilen veriler birim alan verimine çevrilmiştir ($t\ ha^{-1}$). Kuru madde verimi ($kg\ da^{-1}$), biçimden sonra her parselden yeşil ot için hasat edilen parseli temsil eden 1 bitki rastgele alınıp parçalanmış (1-2 cm) ve kurutma dolabında 48 saat $105\ ^\circ C$ 'de kurutulmuştur. Örnek daha sonra 24 saat desikatörde bekletilip tartılarak, kuru madde oranı belirlenmiştir. Elde edilen kuru madde değeri yeşil ot verimi ile çarpılarak birim alan kuru madde verimine çevrilmiştir. Kuru madde (% KM), yaş ve kuru ot değerlerinden orantı yolu ile belirlenmiştir.

Kimyasal analizler

Toprak örneklerinde, tekstür hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1955); pH 1:2,5 toprak:su karışımında, elektriksel iletkenlik (EC) saturasyon çamurunda, kireç ($CaCO_3$) Scheibler kalsimetresi ile (Tüzüner, 1990); organik madde (OM) modifiye Walkley-Black yöntemiyle (Black, 1965); toplam N modifiye Kjeldahl yöntemiyle, değişebilir K, kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) 1N amonyum asetat (pH=7) ekstraksiyonu ile (Kacar, 1995); alınabilir P $NaHCO_3$ ekstraksiyonu ile (Olsen ve Sommers, 1982); alınabilir demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) DTPA-TEA (Diethylene tetramine penta acetic acid-Triethanolamine) ekstraksiyonu ile (Lindsay ve Norvell, 1978),

alınabilir B ise topraktan sıcak su ile ekstrakte edilen B miktarının azometin-H ile oluşturulan kompleksin renk yoğunluğuna dayanılarak (Kacar, 1995), alınabilir Se ise KH_2PO_4 ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen süzüğün (Çakmak vd., 2009) ETC-60 (Elektro Termal Temperature Controller) ve VGA-77 (Vapor Generator Aparatus) aparatlarının bağlandığı Atomik Absorbsiyon Spectrofotometre cihazı (ASS) ile okunması sonucu belirlenmiştir.

İstatistik analizler

Denemelerden elde edilen veriler her yıl varyans analizi ile değerlendirilmiş, homojenlik testleri yapılmış, homojen varyanslarda birleşik varyans analizi uygulanmıştır, yıl X konu interaksyonu önemli çıktığında yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir, deneme konuları arasındaki farklılıklar ise LSD testleri ile kontrol edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Selenyum uygulamalarının yatma, bitki görünümü, kurtlu koçan ve rastıklı bitki sayısı üzerine etkileri

Kontrol grubuna göre kıyaslama yapıldığında, uygulamalarının yatma, bitki görünümü, kurtlu koçan ve rastıklı bitki sayısı üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir (Çizelge 3). Deliboran vd. (2018a)

Çizelge 3. Selenyum uygulamalarının yatma, bitki görünümü, kurtlu koçan sayısı ve rastıklı bitki sayısı üzerine etkileri

Table 3. The effects of selenium applications on odging, plant appearance, worm maize ear number and smut plant number

| Selenyum kaynağı | Uygulama seviyeleri | Yatma (adet parsel ⁻¹) | | Bitki görünümü (1-5 skalası) | | Kurtlu koçan sayısı (adet parsel ⁻¹) | | Rastıklı bitki sayısı (adet parsel ⁻¹) | |
|------------------|------------------------|------------------------------------|------|------------------------------|------|--|------|--|------|
| | | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 |
| Sodium selenit | 0 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 10 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 15 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 25 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 75 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 100 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sodium selenat | 0 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 10 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 15 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 25 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 50 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 75 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 100 g ha ⁻¹ | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |

sodyum selenit ve sodyum selenat uygulamalarının tane mısırdaki yatma, bitki görünümü, koçan ucu kapallığı, koçan görünümü ve rastıklı bitki sayısı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını ifade etmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisinde.

Selenyum uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri

Selenit uygulamalarında bitki boyu değerleri açısından varyansların homojen olmadığı görülmüş ve birleşik varyans analizi uygulanmamıştır. Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde 2013 yılında bitki boyları 224-246 cm, 2014 yılında ise 231-240 cm arasında, en yüksek boy 2013 yılında 246 cm ile 15 g Se ha⁻¹, 2014 yılında ise 240 cm 50 g Se ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir, uygulamalar istatistiksel açıdan bitki boyu değerlerini etkilememiştir. Selenat uygulamalarında varyansların homojen olduğu görülmüş birleşik varyans analizi uygulanmıştır. Yıllar toplu olarak değerlendirildiğinde konular arasında istatistiksel olarak fark oluşmazken bitki boyları 236-239 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu 239 cm ile 50 g Se ha⁻¹ ve 100 g Se ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiş, uygulamalar istatistiksel açıdan bitki boyu değerlerini etkilememiştir. Deliboran vd. (2018a) Şanlıurfa koşullarında yürüttükleri

çalışmada, sodyum selenit ve sodyum selenat uygulamalarının tane mısır bitki boyu değerlerinin etkilemediğini, sırasıyla bitki boyu değerinin 2013 yılında 218-230 cm ve 23-233, 2014 yılında ise 244-249 cm ve 244-251 cm arasında değiştiğini ifade etmektedir. Van koşullarında yapılan bir çalışmada bitki boyu değerlerinin 143.7-242.6 cm (Akdeniz vd., 2004); diğer birkaç çalışmada ise Samsun ili Çarşamba koşullarında 276-332 cm (Öner vd., 2011); Tokat koşullarında 177.4-292.4 cm (İptaş vd., 2002a) arasında değiştiği bildirilmektedir. Çalışmadan elde edilen bitki boyu değerleri her iki uygulama için araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisinde.

Selenyum uygulamalarının koçan/bitki oranı üzerine etkileri

Koçan/bitki oranı açısından selenit uygulamalarında yıllar toplu olarak değerlendirildiğinde konular arasında istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde fark oluşmuştur. Ancak yıl X konu interaksyonu önemli çıktığından yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Koçan/bitki oranı 2013 yılında % 43-52, 2014 yılında % 42-46 arasında değişmiştir. 2013 yılında konular arasında istatistiksel yönden fark oluşmuş, en yüksek değerler 2013 yılında % 52 ile 5 g Se ha⁻¹ uygulamasından, 2014 yılında ise % 46 ile 10 g Se ha⁻¹, 15 g Se ha⁻¹

Çizelge 4. Selenyum uygulamalarının bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı ve tane/koçan oranı üzerine etkileri

Table 4. Effects of selenium applications on plant height, ear size, ear number and grain / ear ratio

| Selenyum kaynağı | Uygulama seviyeleri | Bitki boyu (cm) | | | Koçan/bitki oranı (cm) | | | Yaprak/sap oranı (%) | | |
|------------------|------------------------|-----------------|------|-----|------------------------|------|-----|----------------------|------|--------|
| | | 2013 | 2014 | ORT | 2013 | 2014 | ORT | 2013 | 2014 | ORT |
| Sodium selenit | 0 g ha ⁻¹ | 243 | 235 | 239 | 44 cd | 43 | 44 | 34 d | 44 | 39 |
| | 5 g ha ⁻¹ | 224 | 231 | 228 | 52 a | 44 | 48 | 44 ab | 42 | 43 |
| | 10 g ha ⁻¹ | 240 | 232 | 236 | 43 d | 46 | 45 | 45 a | 41 | 43 |
| | 15 g ha ⁻¹ | 246 | 235 | 241 | 44 cd | 46 | 45 | 47 a | 41 | 44 |
| | 25 g ha ⁻¹ | 238 | 238 | 238 | 45 cd | 43 | 44 | 36 cd | 39 | 38 |
| | 50 g ha ⁻¹ | 235 | 240 | 238 | 51 ab | 46 | 49 | 43 ab | 41 | 42 |
| | 75 g ha ⁻¹ | 229 | 236 | 233 | 46 cd | 45 | 46 | 39 bc | 40 | 40 |
| | 100 g ha ⁻¹ | 233 | 235 | 234 | 48 bc | 42 | 45 | 40bc | 43 | 42 |
| Sodium selenat | 0 g ha ⁻¹ | 243 | 232 | 238 | 44 | 43 | 44 | 39.39 bcd | 36 | 37 CD |
| | 5 g ha ⁻¹ | 240 | 231 | 236 | 43 | 44 | 43 | 33.34 e | 36 | 35 D |
| | 10 g ha ⁻¹ | 241 | 231 | 236 | 42 | 45 | 43 | 37.73 cde | 40 | 39 BC |
| | 15 g ha ⁻¹ | 244 | 232 | 238 | 46 | 45 | 46 | 35.30 de | 40 | 38 CD |
| | 25 g ha ⁻¹ | 239 | 237 | 238 | 38 | 45 | 42 | 39.47 bcd | 42 | 41 ABC |
| | 50 g ha ⁻¹ | 237 | 241 | 239 | 46 | 46 | 46 | 42.86 abc | 42 | 42 AB |
| | 75 g ha ⁻¹ | 234 | 242 | 238 | 47 | 45 | 46 | 43.48 ab | 41 | 42 AB |
| | 100 g ha ⁻¹ | 239 | 240 | 239 | 40 | 42 | 41 | 45.67 a | 39 | 43 A |

ve 50 g Se ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Selenat uygulamalarında yıllar toplu olarak değerlendirildiğinde konular arasında istatistiki olarak fark oluşmazken koçan/bitki oranı % 41-46 arasında değişmiştir. En yüksek koçan/bitki oranı % 46 ile 75 g Se ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Akdeniz vd. (2004) Van koşullarında koçan/bitki oranı % 38.20-49.00; Özata vd. (2012) Samsun ili Çarşamba'da % 30-48; Öner vd. (2011) Samsun-Çarşamba lokasyonunda % 33-41; İptaş vd. (2002a) ise Tokat ekolojik koşullarında % 32.9-42.0 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen koçan/bitki oranı değerleri her iki uygulama için araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisinde.

Selenyum uygulamalarının yaprak/sap oranı üzerine etkileri

Selenit uygulamalarında yaprak/sap oranı bakımından yıllar toplu olarak değerlendirildiğinde konular arasında istatistiki olarak 0.05 önem düzeyinde fark oluşmuştur. Ancak yıl X konu etkileşimi önemli çıktığından yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yaprak/sap oranı değerleri 2013 yılında % 34-47, 2014 yılında % 39-44 arasında değişmiştir. 2013 yılında konular arasında istatistiki yönden fark oluşmuş, en yüksek değerler 2013 yılında sırasıyla % 45 ve % 47 ile 10 g Se ha⁻¹ ve 15 g Se ha⁻¹ uygulamasından elde edilirken, 2014 yılında % 44 ile 0 g Se ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Selenat uygulamalarında ise konular arasında istatistiki olarak 0.01 önem düzeyinde fark oluşmuş ve yaprak/sap oranı % 34.65-42.54 arasında değişmiştir. En yüksek değer ise % 43 ile 100 g Se ha⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Yaprak/sap oranının Van koşullarında yapılan çalışmada % 17.30-23.50 (Akdeniz vd., 2004); Samsun ili Çarşamba'da %14-22 (Özata vd., 2012) ve % 26-43 (Öner vd., 2011); Tokat ekolojik koşullarında ise % 15.3-21.2 (İptaş vd., 2002a) arasında değiştiği bildirilmektedir. Çalışmadan elde edilen yaprak/sap oranı değerleri Öner vd. (2011) ile uyumlu iken, Yılmaz (1999); Akdeniz vd. (2004); Özata vd. (2012) ve İptaş vd. (2002a)'dan yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın çeşit özelliği ve bakım şartlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bitki gelişiminde selenyumun etkisi bitki türüne ve çeşidine bağlı olduğu bazı çalışmalarda ileri sürülmektedir. Örneğin Monivip hindiba çeşidinde toplam kuru madde oranının Se uygulanan bitkilerde kontrol grubuna göre yüksek

olduğu, ancak aynı çeşitte iki grup arasında bitki gelişimi açısından herhangi bir fark gözlenmediği, selenyum uygulamaları (43 ng Se g⁻¹ KM - 46 ng Se g⁻¹ KM) ile hindiba başlarındaki Se içeriği kontrol grubuna (21 ng Se g⁻¹ KM - 24 ng Se g⁻¹ KM) göre iki kat fazla çıktığı bildirilmektedir (Germ ve ark., 2007). Benzer şekilde düşük dozda selenat uygulamasının (1 mg Se kg⁻¹) GF677 Prunus anacında bitki gelişimini teşvik ederken MR.S.2/5 anacının biyokütlesinde herhangi bir değişiklik gözlenmediği ifade edilmektedir (Pezzarossa vd., 2009). Selenyum uygulamalarının bitkilerde, örneğin buğdayda (Çakmak vd., 2009; Dusçay vd., 2007) ve mısırdaki (Chilimba vd., 2012) tane ve silaj verimi ile diğer bitkisel özellikleri etkilemediği, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırdığı bilinmektedir. Bu fikir farklı bitki türlerinde birçok çalışma ile literatürde desteklenmiştir (Broadley vd., 2010; Duma vd., 2011; Cartes vd., 2011; Poldma vd., 2011; Chilimba vd., 2012a Longchamp vd., 2013; Deliboran vd., 2018a; 2018b; Deliboran, 2020). Deliboran vd. (2018a) tane mısırdaki selenyum uygulamalarının istatistiksel açıdan bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan sayısı, tane/koçan oranı, 1000 dane ağırlığı gibi bitkisel özellikleri etkilemediğini belirtmektedir.

Se uygulamasının bitkiyi olumlu etkilediği birkaç tane çalışmasından biri olan ve saksıda yürütülen çalışmada, Se uygulamaları ile kontrol grubuna göre patates bitkisinden yüksek yumru verimi alındığı, bunun da Se'nin yaşlanmayı geçiktiren antioksidatif etkisiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Turakainen, 2007). Hidroponik denemelerde Se uygulamalarının Brassica tohum üretiminde % 43 oranında artışa neden olduğu, bunun da yapraklarda ve çiçeklerdeki yüksek solunum aktivitesi ile ilgili olduğu ifade edilmiştir (Lyons vd., 2009). Se uygulamalarının genç hindibalarda solunum oranını (Germ vd., 2007), mısırdaki ise kuraklık stresi düzeyinin arttığı dönemde antioksidan aktivitesini, antioksidan düzeyini ve tane verimi arttırdığı bildirilmiştir (Sajedi vd., 2011). Sonuç olarak bitkilerde Se uygulamalarının antioksidan aktivitesinin ve solunum potansiyelinin artması nedeniyle pozitif etkili olabileceği (Rengel vd., 1999), birçok faktörün Se etkinliğini artırarak etkilediği, özellikle toprak ve iklim koşullarının dışında uygulama zamanı, oranı, metodu, Se formu ve bitki türünün etkili olduğu düşünülmektedir (Deliboran vd., 2018b).

Se uygulamalarının bitkilerde verim ile diğer bitkisel özellikleri etkilemediği, tanenin Se konsantrasyonunu ise etkileyerek arttırdığı bilinmektedir. Chilimbia vd. (2012) çeşitlere göre tane mısır veriminin 2764-7009 kg ha⁻¹, silaj mısır veriminin de 4758-15792 kg ha⁻¹ arasında değiştiğini, Se uygulamaları ile tane ve silaj Se içeriğinin arttığını ifade etmişlerdir. Deliboran vd. (2018a; 2018b) topraktan uygulanan sodyum selenit ile yaprakтан uygulanan sodyum selenat uygulamalarının tane mısırdaki tane verimini ve biomas özelliklerini etkilemediğini, selenit uygulamalarında verim ve biomas değerlerinin sırasıyla 9.10-9.52 t ha⁻¹ ve 7.87-8.34 t ha⁻¹, selenat uygulamalarında ise 8.28-8.99 t ha⁻¹ ve 8.01-8.50 t ha⁻¹ arasında değiştiğini, Se uygulamaları ile tanenin Se içeriğinin arttığını bildirmektedir. Wang vd. (2013) topraktan ve yaprakтан Na₂SeO₃ formunda Se uygulamalarının mısır tane ve silaj verimini etkilemediğini, topraktan uygulamada sırasıyla 2009 yılında 5.41-9.13 t ha⁻¹, 2010 yılında ise 7.93-12.25 t ha⁻¹, yaprakтан uygulamada sırasıyla 2009 yılında 6.15-9.91 t ha⁻¹, 2010 yılında ise 9.58-17.05 t ha⁻¹ verim aldıklarını bildirmektedir. Hidroponik sulama suyuna Se eklenmesi ile mısır bitkisinde (Longchamp vd. 2013) ve marulda (Duma vd., 2011) verimin artmadığı, 60 g Se ha⁻¹ oranına kadar Se ile tohum muamelesinin üç çim çeşidinde de verimi etkilemediği (Cartes vd., 2011) görülmüş, buğdayda (Broadley vd., 2010), sarımsakta (Poldma vd., 2011) ve mısırdaki tane ve silaj (Chilimba vd., 2012a) veriminin artmadığı tespit edilmiştir.

SONUÇLAR

Silajlık mısırdaki topraktan uygulanan sodyum selenit ile yaprakтан uygulanan sodyum selenat uygulamalarının bitkisel özellikler üzerine etkileri irdelenecek olursa; kontrol grubuna göre kıyaslama yapıldığında uygulamalarının silajlık mısırdaki yatma, bitki görünümü, kurtlu koçan sayısı ve rastıklı bitki sayısı üzerine herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Selenit uygulamaları istatistiksel açıdan koçan/bitki oranı ile yaprak/sap oranı değerlerini etkilemiştir ve yıl X konu interaksyonu önemli çıkmıştır. Her iki uygulamada 2013 yılında konular arasında istatistiki yönden fark oluşmuş, en yüksek değerler sırasıyla % 52 ile 5 g Se ha⁻¹ uygulaması ile % 45 ve % 47 ile 10 g Se ha⁻¹ ve 25 g Se ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Selenat uygulamaları koçan/bitki oranı değerleri istatistiksel olarak etkilemezken yaprak/sap oranlarını etkilemiş, en yüksek değerler % 43 ile

100 g Se ha⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir. Selenyum uygulamaları bitki boyu değerlerini etkilememiştir. Toprakтан uygulanan sodyum selenit ile yaprakтан uygulanan sodyum selenat uygulamalarının silajlık mısırdaki bitkisel özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda; Selenyum uygulamalarının birçok bitkisel özelliği etkilemediği, uygulamaların sadece koçan/bitki oranı ile yaprak/sap oranı gibi bazı bitkisel özellikleri etkilediği görülmektedir. Selenyum uygulamalarının genel olarak mısır bitkisinin bitkisel özelliklerini etkilemediği, uygulamaların mısır hasılına Se içeriği ve yem kalitesi açısından etkili olabileceği yapılan çalışmalarda ileri sürmektedir. Ancak bitkilerde Se uygulamalarının pozitif etkili olabileceği, birçok faktörün Se etkinliğini artırarak etkilediği, özellikle toprak ve iklim koşullarının dışında uygulama zamanı, oranı, metodu, Se formu ve bitki türünün etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E (1991). Yem bitkileri. Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 7-025-0210, Bursa.
- Açıkgöz E (2001). Yem bitkileri (3.Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Alçipek A, Karaayvaz BK (2003). 2002 yılı çiftçi koşullarında silo yemi yapımında yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri. TAYEK/TYUAP Toplantısı Bildirileri, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 106, 136-146.
- Ak I, Doğan R (1997). Bursa bölgesinde yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin verim özellikleri ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. Türkiye I.Silaj Kongresi, 16-10 Eylül, Bursa, s. 83-92.
- Akdeniz H, Yılmaz İ, Andiç N, Zorer Ş (2004). Bazı mısır çeşitlerinde verim ve yem değerleri üzerine bir araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, J. Agric Sci., 14(1): 47-51.
- Black CA (1965). Methods of soil analysis, Part 2. American Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA, pp. 1372-1376.
- Bouyoucos GJ (1951). Recalibration of the hydrometer for marking mechanical analysis of soil. Argon Journal, 43: 433-437.
- Broadley MR, Alcock J, Alford J, Cartwright P, Foot I, Fairweather-Tait SJ, Hart DJ, Hurst R, Knott P, McGrath SP, Meacham MC, Norman K, Mowat H, Scott P, Stroud JL, Tovey M, Tucker M, White PJ, Young SD, Zhao FJ (2010). Selenium biofortification of high-yielding winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by liquid or granular Se fertilisation. Plant Soil, 332: 5-18.
- Chilimba ADC, Young SD, Black CR, Meacham MC, Lammel J, Broadley MR (2012). Agronomic biofortification of maize with selenium (Se) in Malawi. Field Crop Research. 125: 118-128.

Chilimba ADC, Young SD, Black CR, Meacham MC, Lammel J, Broadley MR (2012a). Agronomic biofortification of maize with selenium (Se) in Malawi. *Field Crop*, 125: 118-128.

Cartes P, Gianfreda L, Mora ML (2005). Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenite and selenate forms. *Plant Soil*, 276: 359-367.

Çakmak İ, Öztürk L, Başağa H, Çekiç C, Taner S, Irmak S, Geren H, Kılıç H, Aydın N, Avcı M, Gezgin S (2009). Türkiye’de seçilmiş bölgelerde buğdayların ve toprakların selenyum konsantrasyonunun araştırılması, selenyum gübrelemesine buğdayın reaksiyonu ve selenyumca zengin genotiplerin fizyolojik olarak karakterizasyonu. Proje No: 105 0 637. Tübitak Sonuç Raporu.

David JG (1995). Diagnosing Selenium Toxicity, Colorado State University Cooperative Extension.

Deliboran A (2016). Selenyum, bitki, hayvan ve insan sağlığı. *Bilinçli Yaşam Dergisi*, Ocak 2016, Sayı: 12 ISSN 2149-147X.

Deliboran A (2020). The effects of sodium selenate application on yield, field quality and selenium content of silage maize. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, Agricultural Academy* (in press on 6/2020).

Deliboran A, Işık Y, Aslan H, Nacar AS, Kara H, Tekgül YT, Harmanakaya M, Gezgin S (2018a). Selenyum uygulamalarının tane mısırdaki verim parametreleri ile tanenin selenyum, protein ve yağ içeriği üzerine etkileri. *Toprak İlimi ve Bitki Besleme Dergisi, Soil Science Society of Turkey*, ISSN 2146-8141, 6(1): 1-11.

Deliboran A, Işık Y, Aslan H, Nacar AS, Kara H, Tekgül YT, Harmanakaya M, Gezgin S (2018b). Effect of selenium application method on selenium and macro-micro nutrient content of grain maize in Turkey. *YYU J AGR SCI*, ISSN: 1308-7576, e-ISSN: 1308-7584, 2018 (28): 294-306.

Duma M, Alsin, I, Dubova L, Stroksa L, Smiltina Z (2011). The effect of sodium selenite and selenate on the quality of lettuce. In: Conference proceedings of the 6th Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt, Jelgava, Latvia.

Duscaj L, Lozek O, Varga L (2009). The influence of selenium soil application on its content in spring wheat, *Plant Soil Environ.*, 55(2): 80-84.

Eriksson J (2001). Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertilizer, precipitation and in oil and crops. Report 5159, The Swedish Environmental Protection Agency.

FAO (2014). <http://www.fao.org>.

Germ M, Stibilj V, Osvald J, Kreft I (2007). Effect of selenium foliar application on chicory (*Cichorium intybus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 795-798.

Gökçe R (2000). Hayvancılıkta Mutlak Kar Getiren Yem Silaj. Süttaş, Süt Hayvancılığı Eğitim Merk. Yayınları. Bursa.

İptaş S, Öz A, Boz A (2002a). Tokat-Kazova koşullarında 2. ürün silajlık mısır yetiştirme olanakları. *AÜ. Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(3): 185-191

Kacar B (1995). Plant and soil chemical analysis, III. Soil

analysis. University Faculty of Agriculture, Educational Research and Development Foundation Publication No: 3, Ankara.

Kılıç, A (1986). Silo Yemi. Bilgehan Basımevi, Bornova-İzmir, s:3-327.

Lindsay WL, Norwell WA (1978). Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 422-428.

Longchamp M, Angeli N, Castrec-Rouelle M (2013). Selenium uptake in Zea mays supplied with selenate or selenite under hydroponic conditions. *Plant and Soil*. 362 (1-2): 107-117.

Lyons GH, Genc Y, Soole K, Stangoulis J, Liu F, Graham RD (2009). Selenium increases seed production in Brassica. *Plant Soil*, 318: 73-80.

Olsen SR, Sommers EL (1982). Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties. Edit: A, 1. page, R, H, Miller, D, R, Keeney, pp. 404-430.

Öner F, Aydın İ, Sezer İ, Gülümser A, Özata E, Algan D (2011). Bazı silajlık mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. IX. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Bursa.

Özata E, Öz A, Kapar H (2012). Silajlık hibrit mısır çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 37-41.

Poldma P, Tõnutare T, Viitak A, Luik A, Moor U (2011). Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size, and antioxidant properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp. 5498-5503.

Rengel Z, Batten GD, Crowley DE (1999). Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crop Research*, 60: 27-40.

Sajedi N, Ardakani M, Madani H, Naderi A, Miransari M (2011). The effects of selenium and other micronutrients on the antioxidant activities and yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. *Physiology Molecular Biology of Plants*, 17: 215-222.

Sangbom ML, Laurence IH, Michael R, Ross MW, Leon VK, Li L (2005). Molecular and Biochemical Characterization of the Selenocysteine Se-Methyltransferase Gene and Se-Methylselenocysteine Synthesis in Broccoli. *Plant Physiology*, 138 (1): 409-420.

Seppanen M, Turakainen M, Hartikainen H (2003). Selenium effects on oxidative stress in potato. *Plant Science*, 165 (2): 311-319.

Surai PF (2000). Organic selenium: Benefits to animals and humans, a Biochemist’s View. Proceedings of the 15th Annual Biotechnology in the Feed Industry Symposium. Pp. 205-242.

Pezzarossa B, Piccotino C, Shennan C, Malorgio F (1999). Uptake and distribution of selenium in tomato plants as affected by genotype and sulfate supply. *Journal of Plant Nutrition*, 22(10):1613-1635.

TUIK (2008). Türkiye İstatistik Enstitüsü Kurumu Verileri. <https://www.tuik.gov.tr>/Turakainen M (2007). Selenium

and its effects on growth, yield and tuber quality in potato.
Doctoral thesis, University of Helsinki, Finland.

Tuzuner A (1990). Soil and Water Analysis Handbook.
Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs General
Directorate of Rural Services, Ankara, p.16.

Yılmaz İ (1999). Van koşullarında silajlık mısır yetiştirme
olanakları üzerine bir araştırma. GAP I. Tarım Kongresi, 26-28
Mayıs 1999, Şanlıurfa, 703-710s.

Wang J, Wang Z, Mao H, Zhao H, Huang D (2013).
Increasing Se concentration in maize grain with soil-or foliar-
applied selenite on the Loess Plateau in China. Field Crops
Research, 150: 83-90.

Xue TL, Hartikainen H (2000). Association of antioxidative
enzymes with the synergistic effect of selenium and UV
irradiation in enhancing plant growth. Agric Food Sci. Finn.,
9: 177-186.