

FARKLI ŞEKİLLERDEKİ POTASYUM SÜLFAT UYGULAMALARININ YÜKSEK SICAKLIK STRESİNDEKİ BİBERLERDE MEYVE VERİM VE KALİTESİNE ETKİLERİ

Lale ERSOY^{1*}, Yelderem AKHOUNDNEJAD², Hayriye Yıldız DAŞGAN³, Baki TEMUR²

Geliş Tarihi:28.12.2022 / Kabul Tarihi: 08.11.2023

Öz: Çalışma biberde yapraktan (%1, %2, %3) ve topraktan (5-10-20 kg da⁻¹) farklı dozlarda uygulanan potasyum sülfat (K₂SO₄) gübresinin yüksek sıcaklık stresi altında verim ve kaliteye etkisi incelenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur, her uygulama 3 tekrardan oluşmuştur. Deneme sonucunda potasyum uygulamalarının kontrol ve stres parsellerinde önemli etki ettiği tespit edilmiştir. Potasyum uygulamalarının stres koşulları altında meyve tane ağırlığını, meyve boyu ve çapını, meyve eti kalınlığını arttırdığı tespit edilmiştir. Özellikle yapraktan uygulanan potasyum sülfat stres koşullarında; meyve sayısının, meyve tane ağırlığının, meyve hacminin ve meyve eti kalınlığının arttığı belirlenmiştir. Potasyum uygulamalarının kontrol ve stres parsellerindeki meyvelerin N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe konsantrasyonlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum*, kalite, potasyum sülfat, yüksek sıcaklık stresi, verim

The Effects of Potassium Sulfate Applications in Different Shapes on Fruit Production and Quality in High-Temperature Stress Pepper

Abstract: In this study, the effect of potassium sulfate (K₂SO₄) fertilizer applied at different doses from leaves (1%, 2%, 3%) and soil (5-10-20 kg/da) on yield and quality was investigated under high-temperature stress. The experiment was established according to the randomized plot design, each application consisted of 3 replications. As a result of the experiment, it was determined that potassium applications had a significant effect on the control and stress plots. It was concluded that potassium applications increased fruit berry weight, fruit size and diameter, and fruit flesh thickness under stress conditions. Especially under foliar application of potassium sulfate stress conditions; It was concluded that fruit number, fruit grain weight, fruit volume, and fruit flesh thickness increased. It was determined that potassium applications positively affected the N, P, K, Ca, Mg, Cu, and Fe concentrations of the fruits in the control and stress parcels.

Keywords: *Capsicum annuum*, quality, potassium sulfate, high temperature stress, yield

Giriş

Sebzeler yüksek besin içeriğinden dolayı dünyadaki diyet listelerinin en önemli bileşenidir. Biber Solanacea familyasına ait *Capsicum* cinsinin bir türüdür. Tatlı biber, dünya çapında taze tüketim, mutfak sanatı ve işleme için yetiştirilen en önemli sebze mahsüllerinden biridir (Krasnow ve Ziv, 2022). Biberin mutfak ve endüstriyel uygulamada uzun bir geçmişi vardır: Taze veya pişmiş (salatalar veya garnitürler), işlenmiş, kurutulmuş ürünler, salamura ürünler, çeşniler, soslar, çorbalar, aroma ve renklendirme amaçlı kullanılmaktadır. Hem insan sağlığı hem de farklı gıda sanayilerinde işlendiğinden dolayı daha kaliteli ve verimli biber üretimi önem arz etmektedir. Beslenmede en önemli sebzelerden biri olan biberde; C vitamini, provitamin A, karotenoidler, fenolik asitler ve flavonoidler bulunmaktadır. Bilimsel literatürden elde edilen çok sayıda bilgi, tatlı biber çeşitlerinin gıda bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki faydalı etkilerini göstermektedir (Murariu vd., 2019). Bu nedenle, bazı meyve ve sebzeler, yalnızca besin değerleri için değil, aynı zamanda mide ülserlerinin önlenmesinde, bağışıklık sisteminin uyarılmasında, kanser, diyabet, karşı potansiyel sağlık işlevleri açısından da oldukça değerlidir (Kaur ve Kapoor, 2001; Materska ve Perucka, 2005; Sun vd., 2007).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, biber üretiminde Çin, %46.08 ile başı çekerken, bunu Meksika %7.8, Endonezya %7.67, Türkiye %7.3 ve İspanya %4.07 ile takip etmektedir. Bu beş ülke dünya biber üretiminin %72.92'sini karşılamaktadır (Dünya Biber Üretimi, 2023). Türkiye'de ortalama 3 milyon ton civarında biber üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2021).

¹Lale Ersoy, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya, Türkiye

²Yelderem Akhoundnejad ve Baki Temur, Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şırnak, Türkiye

³Hayriye Yıldız Daşgan, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

*lale.ersoy@ozal.edu.tr

Atf: Ersoy, L., Akhoundnejad, Y., Daşgan, H.Y., Temur, B. (2023). Farklı şekillerdeki potasyum sülfat uygulamalarının yüksek sıcaklık stresindeki biberlerde meyve verim ve kalitesine etkileri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, UAZIMDER*. 2023, 5(4): 62-75.

Cite as: Ersoy, L., Akhoundnejad, Y., Daşgan, H.Y., Temur, B. (2023). The effects of potassium sulfate applications in different shapes on fruit production and quality in high temperature stress pepper. *International Journal of Anatolia Agricultural Engineering Sciences*. 2023, 5(4): 62-75.

Sebze ürünlerinin çoğu üretim aşamaları boyunca bir veya birden fazla abiyotik streslere maruz kalmaktadır. Bu nedenle, 2050 yılına kadar artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için, üretimin %70'ini olumsuz etkileyen abiyotik streslere karşı bitki direncini arttırmak önemli bir zorunluluk olmaktadır (Wani ve Sah, 2014). Abiyotik stres, bitki büyüme modellerini ve fizyolojik tepkileri değiştirerek bitki üretkenliğini engeller (Hasanuzzaman vd., 2013a; Hasanuzzaman vd., 2013b). Abiyotik streslerden olumsuz etkilenen sebzelerden biri de biberdir. Tropikal ve subtropikal bölgelerde biber verimliliğini sınırlayan başlıca abiyotik stresler arasında yüksek sıcaklık ve sel yer almaktadır. Yüksek sıcaklık stresi hem vejetatif hem de üreme evreleri sırasında bitki büyümesinin baskılanmasına yol açar. Sıcaklık stresi, bitki büyümesini ve fotosentez, polen canlılığı, polen çimlenme ve meyve tutumu gibi metabolik aktiviteleri önemli ölçüde etkileyerek verim kayıplarına neden olur. Bu nedenle, sıcaklık stresi bitkisel üretim için büyük bir tehdit olarak ortaya çıkmıştır (Abd-Elkader vd., 2016; Akhoundnejad vd., 2020; Cohen vd., 2021). Biber gelişimi ve iyi bir meyve tutumu olabilmesi için ortalama sıcaklıklar 18-32°C olmalıdır. Yetiştiricilikte meydana gelen yüksek sıcaklıklar biberlerde üreme organlarını (tomurcuklar, çiçekler ve genç meyveler) olumsuz etkilediğinden dolayı meyve tutumunda döngüsel dalgalanmalar meydana gelir. Çok genç tomurcuklar (<2.5 mm), çiçeklenmeye yakın tomurcuklar ve çiçeklenmeden 14 güne kadar olan çiçekler ve meyveler, sıcaklık değişimlerine hassas aşamalarıdır. Sıcaklığın biberde çiçek ve meyve gelişimi üzerindeki güçlü etkisi geniş çapta incelenmiştir (Aloni vd., 2001; Erikson ve Markhart, 2002; Polowick ve Sawhney, 1985; Pressman vd., 1998; Wubs vd., 2009). Yüksek sıcaklığın etkisi altındaki meyve tutumunun dengesiz dağılımı, artan tomurcuk dökülmesi, anormal çiçek gelişimi, düşük karbonhidrat mevcudiyeti ve diğer üreme anormalliklerinin oluşmasına neden olur. Yüksek sıcaklık stresinin olumsuz etkileri, gelişmiş termo toleranslı ürün çeşitleri geliştirilerek veya mevcut çeşitlerin toleransı artırılarak hafifletilebilmektedir. Çeşit toleransının artırılmasının yollarından biri de uygun gübre ve gübre programı oluşturmaktır.

Tarımın başlangıcından bu yana, sürekli deneme yanılma süreçleriyle bir dizi kültürel uygulama geliştirilmiştir. Yetiştirme uygulamaları arasında, gübre ve organik katkı maddelerinin kullanımı, bitki verimliliğini artırmanın en eski yöntemleridir. Ancak, potasyum (K) kimyasal gübre olarak 19. yüzyıldan beri ürün yetiştirmede kullanılmaktadır (Cakmak, 2005). Potasyum besin elementleri arasında yüksek sıcaklık stresi toleransı için en önemli besin elementlerinden biridir. Stresle başa çıkmada rol oynamaktadır. Potasyum, fotosentez, solunum ve besin homeostazi gibi çeşitli fizyolojik ve metabolik süreçleri aktive etmeye yardımcı olur ve yüksek sıcaklık stres toleransına yardımcı olan doku-su potansiyelini arttırmaktadır. Yüksek sıcaklık stresi altında bitkiler, stresin neden olduğu hasarın üstesinden gelmek için çeşitli ozmolit türleri biriktirir. Potasyum bir ozmolit olarak çalışabilir ve hasarı önlemek için stoma iletkenliğini korumaya yardımcı olduğu bilinmektedir (Azedo-Silva vd., 2004). Bu çalışmanın amacı farklı dozlarda potasyum sülfatı yapraktan ve kökten uygulayarak meyve verim ve kalitesine etkisini inceleyip uygun gübre dozunu ve uygulamasını belirleyerek yeni bir gübre programını oluşturmaktır.

Materyal ve Metot

Deneme, 2020 yılı Nisan-Mayıs aylarında Şırnak iline bağlı İdil ilçesinde çiftçi şartlarında kurulmuştur. Bitkisel materyal olarak kopya biber çeşidi olan Slonovo Uvo Fil Kulağı kullanılmıştır. Çeşit olarak adaptasyon yeteneği yüksek, birçok hastalığa dayanıklıdır. Meyveleri iri, etli çok verimli bir kopya biber çeşididir. Meyve rengi hasat süresi boyunca koyu yeşilden yavaş yavaş koyu kırmızıya döner. Meyve sapı küçük bir çengel şeklindedir. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Denemenin yüksek sıcaklık stresinin bitki gelişimi üzerindeki etkisini belirleyebilmek için 40 gün ara ile iki ayrı dikim yapılmıştır. İlk dikim bölgenin iklim koşullarına ve çiftçilerin dikim zamanını baz alınarak yapılmıştır. İkinci dikim ise 40 gün sonra yapılmıştır. Her iki denemeden bir hafta sonra taban gübresi olarak dekara saf olarak 17.9 kg N, 6.5 kg P₂O₅ ve 35.5 kg K₂O (Günay, 2005) verilmiştir ve çapalama yapılarak kök havalandırması sağlanmıştır. Potasyum sülfat uygulamaları dikimden 30 gün sonra her 15 günde bir toplam da 3 kez yapılmıştır. Analizlere ikinci hasattan itibaren başlanmıştır. Meyve pomolojik analizleri Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri laboratuvarının da yapılmış olup, meyve ve yapraktaki makro-mikro analizler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri fizyoloji laboratuvarının da yürütülmüştür.

Denemede gübre olarak farklı dozlarda ve farklı şekillerde potasyum sülfat (K₂SO₄), kullanılmıştır:

- Yapraktan (0-%1-%2-%3)
- Kökten (0-5-10-20 kg da⁻¹)

Deneme Alanına Ait İklim Verileri

Denemenin yapıldığı tarihler arasındaki iklim verileri Şırnak meteoroloji istasyonundan ve Bölge Meteoroloji Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Deneme süresince aylık yağış miktarı, minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri, sırasıyla kaydedilmiştir. Değişen iklim koşullarından dolayı özellikle küresel ısınmanın artışından kaynaklı sıcaklıklar artmaktadır. Yüksek sıcaklık stresinin etkisini ve bölge için uygun dikim aralığını belirleyebilmek için deneme yapılmıştır (Çizelge 1). Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanına ait iklim verileri

Aylar	Hava Sıcaklığı (°C)			Yağış (mm)	
	Max	Min	Ort	Ort	
Nisan	25.48	5.10	14.73	93	
Mayıs	36.80	7.33	21.47	27	
Haziran	39.02	13.46	27.82	1	
Temmuz	43.06	19.90	32.69	2	
Ağustos	41.15	19.67	31.04	2	

Deneme Alanına Ait Toprak Analizi

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak analizi

Analiz	Numune
Saturasyon (%)	58.96
pH	8.08
Toplam Tuz (%)	0.03
Organik Madde (%)	1.53
Kireç (%)	13.99
Fosfor P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	8.82
Potasyum K ₂ O kg da ⁻¹	55.19

Meyve Pomolojik Özellikleri Analizleri

Meyve Tane Ağırlığı(g): Denemenin 3. hasatında her tekerrürden 10 meyve alınarak hassas terazi (0.001 g) ile meyve tane ağırlığı (g) ölçülerek ortalama değerler alınmıştır.

Meyve Hacmi (cm³): Hasatta alınan meyve örneklerin her birinin 700 ml suyun içine konularak taşıdığı su kadar hacmi belirlenip kaydedilmiştir.

Meyve Eti Kalınlığı (mm): Hasadı yapılan biberler ikiye bölünerek dijital kumpas yardımı ile meyve eti kalınlıkları ölçülmüştür.

Meyve Boyu ve Çapı (mm): Meyve hasadı başladıktan sonra 3. hasatta her tekerrürden alınan 10 meyvede ekvatorial bölgeden meyve çapı ve çiçek çukuru ile sap çukuru arasındaki bölgeden ise meyve boyu ölçümleri dijital kumpas ile ölçülmüştür.

Meyve Eti Sertliği (lb inc⁻²): Her tekerrürden 10 meyve alınarak meyvelerin üzerindeki ince tabaka kaldırıldıktan sonra penetrometre yardımı ile meyve eti sertliği ölçülmüştür.

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (SÇKM): Toplam suda çözünür kuru madde miktarı (°Briks) dijital el refraktometresi (QUICK BRUX 60, USA) ile tespit edilmiştir (Tigchelaar, 1986).

pH: 3. hasat yapıldıktan sonra hasat edilen meyvelerden 100 ml civarında biber suyu alınarak Adwa model AD1000 marka pH metre ile ölçümleri yapılmıştır.

Meyve Kuru Ağırlık Oranı: Hasat edilen biberlerin taze ağırlıkları alındıktan sonra kurutulması için etüvde 48 saat boyunca 65 °C'de bekletilmiştir. Bu süre sonra kurtulan biberlerin ağırlıkları alınarak meyve kuru ağırlık oranı aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

Meyve Kuru Ağırlık Oranı (%)= Meyve kuru ağırlığı (g)/ Meyve yaş ağırlığı (g)x100

Meyve Sayısı: Hasat dönemi içinde her bir bitkiden hasat edilen toplam meyve sayıları belirlenmiştir.

Toplam Verim (kg da⁻¹): Her hasatta alınan verim değerleri birleştirilerek toplam verim miktarları tespit edilmiştir.

Meyvede Makro-Mikro Besin Element İçeriği: İkinci hasatta alınan meyveler alüminyum kaplara konularak etüvde 85 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Öğütülen meyve örneklerinden hassas terazide 0.200 g alınarak cam tüplere konulup kül fırınında 550°C'de 5 saat yakılarak Potasyum (K), Fosfor (P), Demir (Fe), Magnezyum (Mg), Bakır (Cu), Kalsiyum (Ca) analizleri yapılmıştır. Meyvedeki Azot (N) konsantrasyonları ise Khejdal yöntemi ile belirlenmiştir (Akhoundnejad ve Daşgan, 2018).

Veri Analizi

Tesadüf parselleri deneme desenine 3 tekrarlamalı yürütülen araştırmadan elde edilen veriler JMP 13 istatistik paket programı ile LSD testiyle ortalamaların karşılaştırılması ile standart sapma hesaplaması yapılmıştır (Tuna ve Eroğlu, 2017).

Bulgular ve Tartışma

Meyve Tane Ağırlığı (g)

Çalışmada meyve tane ağırlığı incelendiğinde kontrol parselinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Stres parselinde uygulamalar arasında önemli farklılık bulunmuştur. Potasyum sülfat uygulaması stres parselinde (92.23a) yapraktan %2 K₂SO₄ uygulamasında meyve tane ağırlıklarını kontrol parseline göre arttırmıştır. Yapraktan uygulanan potasyumun biber meyve verim ve kalitesini arttırdığını tespit etmişlerdir (Shehata vd., 2019). Yapraktan beslenmenin etkileri hızlıdır. Artan potasyumlu gübreleme seviyelerine bağlı olarak bitki vejetatif büyümesinin, veriminin yanı sıra meyve kalitesinin ve kimyasal bileşimin arttığı, birçok çalışan tarafından farklı ürünler üzerinde rapor edilmiştir. Ayrıca, daha önce yapılan bazı araştırmalarda K gübrelere biber verimi (Golcz vd., 2012) ve biber meyve kalitesi (Shehata vd., 2018) üzerindeki etkileri incelenmiştir. K gübresinin biber bitkisinin meyve büyümesi, verimi ve kalitesi üzerinde olumlu etkileri olmuştur (Botella vd., 2017; Abdelaziz ve Abdeldaym, 2018). Rathore vd. (2014) verimi ve kalitesi yüksek ürün elde etmek için potasyum gübresinin şart olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 3).

Meyve Hacmi (cm³)

Meyve hacmi incelendiğinde kontrole göre değişim oranları yapraktan %2 K₂SO₄ uygulaması hariç diğer uygulamalarda azalma meydana gelmiştir. Yapraktan %2 K₂SO₄ uygulamasının kontrole göre %16 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Birçok çalışmada potasyum asimilatların yapraklardan yumrulara translokasyonunu kolaylaştırma işlevi nedeniyle, yumru hacminde ve yumru boyutunda bir artış beklendiğini tespit etmişlerdir (Rouphael vd.,2011; Tränkner vd., 2018; Westermann, 2005).

Meyve Boyu (mm) ve Çapı (mm)

Çalışmada potasyum dozları meyve boyunu hem kontrol parselinde hem de stres parselinde kontrol uygulamasına göre arttırmışlardır (Çizelge 4). Benzer sonuçlar ile Adhikari ve Karki (2006) patatesin yumru boyutundaki maksimum bir artış yaşanabilmesi için K (100 kg ha⁻¹ K₂O) gerektirdiğini bildirmişlerdir. Meyve çapında ise stres parseli kontrol parseline göre arttırmış ancak 5 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak uygulamasında %3.42 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Her iki parselde de en yüksek meyve çapını %2 K₂SO₄+yaprak uygulaması meydan getirdiği belirlenmiştir. El-Bassiony vd. (2010) benzer bir çalışmaya göre meyve kalitesi ölçümleri (meyve uzunluğu ve ortalama meyve ağırlığı) ile ilgili olarak, elde edilen sonuçlar, potasyum seviyelerinin 50 kg'dan 200 kg'a çıkarılmasıyla tatlı biber meyve parametrelerinde önemli artışlar olduğu sonucuna varmıştır. Meyve boyu ve çapındaki artış, fotosentez işleminde K sağlanmasından etkilenmektedir. Gelişme sırasında biriken karbondioksit formundaki fotosentez sonuçları meyve büyüklüğünü

etkilemektedir (Shen vd., 2017). Sonuçlarımızın aksine Kusumiyati vd. (2022) ve El-Bassiony vd. (2010) biberde potasyumlu gübrelerin farklı dozlarında uygulanmasının meyve çapında önemli ölçüde fark oluşturmadığını tespit etmişlerdir.

Meyvedeki SÇKM

Meyvedeki SÇKM oranında kontrol parselinde %1 K₂SO₄+yaprak ve %3 K₂SO₄+yaprak uygulaması hariç diğer potasyum uygulamalarında artış olduğu belirlenmiştir. Domates üzerine yapılan bir çalışmada sıcaklık artışının SÇKM içeriğini arttırdığı rapor edilmiştir (Khanal vd., 2013). Stres ile kontrol parselindeki SÇKM oranları karşılaştırıldığında potasyum uygulamalarının yüksek sıcaklık stresi altında oranlarını arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Sonuçlarımıza benzer olarak biber ve kavunda uygulanan potasyum gübrelerinin kontrole göre SÇKM içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir (El-Mogy vd., 2019; Lester vd., 2006).

Meyvedeki pH

Meyve pH içeriğinde kontrol altındaki uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Khanal (2012), domates üzerine yaptığı bir çalışmada yüksek sıcaklık stresinin pH değerinin düştüğünü belirtmiştir. Benzer sonuçlardaki çalışmamızda potasyum sülfat uygulamalarının kontrol grubundaki meyvelere oranla pH değerini arttırdığı tespit edilmiştir. Stres parselinde topraktan 20 kg da⁻¹ verilen gübrenin kontrole karşılaştırıldığında yaklaşık olarak %22'lik artış sağladığı tespit edilmiştir.

Meyve Eti Kalınlığı (mm)

Meyve et kalınlığında kontrol ve stres uygulamalarında önemli bir fark görülmemiştir. K₂SO₄ gübresinin meyve eti kalınlığına etkisi incelendiğinde kontrol ve stres parsellerindeki ortalamalar yapraktan gübrelemenin topraktan gübrelemeye göre artış olduğu tespit edilmiştir. Stres parselinde ki yapraktan gübre uygulamalarının ortalamaları topraktan uygulamalara göre %11.95 oranında artış olduğunu göstermiştir (Çizelge 6). Botella vd. (2017), K gübrelemesinin meyve eti kalınlığına önemli bir etki etmediğini bildirmişlerdir.

Meyve Eti Sertliği (lb inc⁻²)

Meyve eti sertliğinde topraktan uygulanan 20 kg da⁻¹ (10.40 lb inc⁻²) gübrenin diğer uygulamalara kıyasla daha etkili olduğu görülmüştür. Kontrole göre % değişim oranlarında topraktan verilen 20 kg da⁻¹ gübrenin %35 artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 6). Potasyum gübre kaynağı olarak potasyum sülfatın meyve kalitesi üzerindeki olumlu etkisi domates (Chapagain, 2004; Hewedy, 2000; Ghebhi Si-smail, 2006) ve biberde de (El-Masry, 2000) gözlemlenmiştir. Çalışmamıza kıyasla Carballo vd. (2008) K gübresinin biberin meyve eti sertliğini etkilemediği ve buna neden olarak da biberin kalınlığından kaynaklanmış olabileceğini rapor etmişlerdir.

Meyve Sayısı (Adet)

Yapraktan %2 K₂SO₄ (53.00) oranında uygulanan potasyum sülfat gübrelemesinin meyve sayısında daha fazla artış sağlamıştır. Stres uygulaması altında verilen gübrelerin kontrole göre meyve sayısında daha etkili olduğu görülmüştür. Kontrol parselindeki uygulamalarda meyve sayısında çıkan sonuçlar arasında bir fark olmamıştır (Çizelge 7). Medhi vd. (1990) potasyum uygulamasının bitki başına meyve sayısını maksimize ettiğini ve Ananthi vd. (2004) potasyum sülfat uygulamasının bitki başına meyve sayısını, meyve ağırlığını ve dolayısıyla verimi iyileştirdiğini göstermiştir.

Verim (kg da⁻¹)

Meyve veriminde stres altında uygulanan gübrelerin kontrol parselindeki uygulamalara göre düşük geldiği görülmüştür. Ancak potasyum uygulamaları stres parselinde bulunan kontrol (%0 K₂SO₄) uygulamasına göre artış sağlanmıştır. Verimde en etkili olan uygulama kontrol parselinde 5 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak uygulaması olmuştur. Literatürdeki birçok araştırmacı tarafından farklı türlerde (patlıcan, biber domates) artan seviyelerde K uygulamalarının meyve kalitesini ve verimini arttırdığı tespit edilmiştir (El-Masry 2000; Fawzy vd., 2007; Lester vd., 2006; Ni-Wu vd., 2001; Sood ve Sharma 2004).

Meyve Kuru Ağırlık Oranı

Potasyum sülfatın artan dozlarda yapraktan veya kökten uygulamaları arasında kontrol uygulamasına göre (%0 K₂SO₄) kontrol parselinde %2 K₂SO₄+yaprak; stres parselinde ise %1 K₂SO₄+yaprak hariç diğer K uygulamaları meyve kuru ağırlık oranını arttırmıştır. Lester vd. (2006) benzer sonuçlarla potasyum uygulamalarının meyve kalitesini arttırdığını rapor etmişlerdir (Çizelge 8). Kontrol ile stres parseli karşılaştırıldığında en yüksek olan uygulamalar (5 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak) ile (20 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak) arasında meyve kuru ağırlığında %17.65 oranında azalış olduğu belirlenmiştir.

Meyvedeki Tohum Sayısı

Biberdeki tohum sayısında kontrol parselinde potasyum uygulamalar arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Tohum sayısı en düşük olan uygulama 10 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak (99.33 adet) uygulaması olduğu ve kontrol parseline göre %14.61 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Sonuçlarımıza benzer olarak domateste yapılan bir çalışmada yüksek sıcaklık stresi altında meyvedeki tohum ve meyve sayısının azaldığı belirtilmektedir (Zushi vd., 2012). Denemede stres parselinde yapılan potasyum uygulamaları kontrol uygulamasına göre (%0 K₂SO₄) tohum sayısını arttırdığı belirlenmiştir. Potasyumun %3 K₂SO₄+yaprak (183.67 adet) uygulaması kontrol parselindeki tohum sayısını en yüksek uygulama olan %2 K₂SO₄+yaprak (156.33 adet) uygulamasına göre %17.49 oranında arttırmıştır (Çizelge 8).

Meyvedeki Azot (N) mg kg⁻¹ Besin Element Konsantrasyonu

Meyvedeki en yüksek N içeriği kontrol parselinde 5 kg da⁻¹ K₂SO₄ (5.01 mg kg⁻¹) stres parselinde ise 20 kg da⁻¹ K₂SO₄ (5.36 mg kg⁻¹) olduğu çizelgede gösterilmektedir. Yüksek sıcaklık stresi altında artan dozlarda uygulanan potasyum sülfatın meyvedeki N içeriği arttığı belirlenmiştir (Çizelge 8). Benzer sonuçlar Behairy vd. (2015) yaptıkları çalışmada potasyumlu gübrelerin artan dozlarda topraktan uygulanmasıyla (0-150-300 kg da⁻¹) soğandaki besin element değerlerinde (N, P ve K) artış gözlemlendiği tespit edilmiştir. Stres parselinde meyvedeki N içeriği (0.39 mg kg⁻¹) %1 K₂SO₄+yaprak uygulaması kontrol parseline ve kontrol uygulamasına (Potasyum sülfat uygulanmayan) göre sırasıyla %85.17, %91.30 oranında azaltmıştır (Çizelge 9).

Meyvedeki Fosfor (P) mg kg⁻¹ Besin Element Konsantrasyonu

Denemede meyvedeki P içeriğinde kontrol ve stres parsellerinde potasyum uygulamaları arasında fark görülmüştür. Kontrol göre % değişim oranları incelendiğinde yapraktan %3 K₂SO₄ uygulaması biberdeki fosfor konsantrasyonunu arttırmıştır (Çizelge 9). Literatürdeki benzer çalışmalarda, toprak çözeltisindeki potasyum gübresi seviyelerinin artırılması, emilimini arttırmaya yardımcı olan besin elementlerinin mevcudiyetini arttırdığı ve dolayısıyla depolama organlarındaki konsantrasyonunu arttırdığı sonucuna varılmıştır (Abd El-Aal vd., 2005; Behairy vd., 2015; El-Bassiouny 2006; Shafeek vd., 2013; Singh vd., 2004).

Meyvedeki Potasyum (K) mg kg⁻¹ Besin Element Konsantrasyonu

Çalışmamızda biberdeki potasyum oranı incelendiğinde %2 K₂SO₄+yaprak ve 10 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak uygulaması hariç diğer potasyum uygulama ve dozları kontrole göre % değişim oranları artmıştır. En fazla artış ise sırasıyla %82.61 ve %43.86 oranlarında %1 K₂SO₄+yaprak, 5 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak uygulamalarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). El-Gazzar vd. (2020), yüksek sıcaklık stresinin tatlı biber bitkilerinde meyve içeriğindeki potasyum miktarını düşürdüğünü, ayrıca stres şartlarında yetiştirilen bitkiler tarafından alınan potasyum miktarını da düşürdüğünü, belirtmişlerdir. Akhoundnejad vd. (2018) yüksek sıcaklık stresi altındaki domates genotiplerinin kontrolüne göre meyvelerdeki K konsantrasyonundaki azalmanın %15.86 olarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Meyvedeki Kalsiyum (Ca) mg kg⁻¹ Besin Element Konsantrasyonu

Artan dozlarda potasyumun yapraktan ve topraktan uygulanmasıyla biberdeki Ca konsantrasyonunu kontrol parselinde %2 K₂SO₄+yaprak uygulaması hariç azalma meydana gelirken stres parselinde artış olduğu tespit edilmiştir. Kontrol parselindeki en yüksek Ca konsantrasyonuna sahip olan uygulama (%2 K₂SO₄+yaprak) ile stres parselindeki %3 K₂SO₄+yaprak uygulaması arasında Ca konsantrasyonunda %25 oranında azalma meydana gelmiştir. El Masry (2000), Nassar vd. (2001) ve Fawzy vd. (2005) tatlı biberde, Fawzy vd. (2007)

patlıcan üzerine, Nanadal vd. (1998), Al-Karaki (2000), Gupta ve Sengar (2000) domates üzerine ve Lester vd. (2006) kavun üzerine yaptıkları çalışmalarda artan potasyum gübreleme seviyelerine bağlı olarak bitki vejetatif büyümesinin, veriminin yanı sıra meyve kalitesinin ve kimyasal bileşimin arttığı, birçok araştırmacı tarafından farklı ürünler üzerinde rapor edilmiştir.

Meyvedeki Demir (Fe) Besin Element Konsantrasyonu

Meyvedeki Fe içeriği yapraktan uygulanan %1 potasyum sülfat gübresi kontrol parselindeki kontrol meyvelerindeki içeriği göre artış meydana gelirken stres parselinde bu uygulama ise yaklaşık olarak %13 oranında artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Her iki parselde bulunan meyvelerdeki en yüksek Fe konsantrasyonları arasında; stres parseli kontrole göre %25 oranında azalışa neden olmuştur (Çizelge 11). Aksu ve Atalay (2022) yaptıkları bir çalışmada potasyum uygulamalarının şeker pancarındaki Fe içeriğinin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Meyvedeki Magnezyum (Mg) Besin Element Konsantrasyonu

Stres parselindeki (kontrol uygulaması) kontrol parseline göre meyvedeki Mg içeriğini %17.39 oranında azaltmış olduğu belirlenmiştir. Stres parselindeki bütün potasyum uygulamaları kontrol uygulamasına göre meyvedeki Mg içeriğini arttırmış iken kontrol parselinde yapraktan %2 ve %3 uygulamaları hariç diğer uygulamalar Mg içeriğini azaltmışlardır. Amor ve Rubio (2009) tarafından yapılan bir çalışmada sonuçlarımıza benzer olarak potasyumlu gübrelerin biberlerde Mg alımını düşürdüğünü belirtilmektedir (Çizelge 11).

Meyvedeki Bakır (Cu) Konsantrasyonu

Yüksek sıcaklık stresine maruz kalan meyvelerde Cu içeriği kontrol parseline göre 5 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak uygulamasında %18.18 oranında artmış iken diğer potasyum uygulamalarında ise Cu içeriğinde azalma olmuştur. Stres parselindeki Cu içeriği en düşük 20 kg da⁻¹ K₂SO₄+toprak uygulaması kontrole göre %36.36 oranında azaltmıştır (Çizelge 12). Çalışmamızın aksine Hoang ve Böhme (2001), Zaky vd. (2006) ve Karakurt vd. (2009), Böhme ve Thi Lua (1999), potasyum gübresinin besin alımı üzerinde yararlı etkileri olduğunu ve özellikle mikro besinlerin taşınması ve bulunabilirliği için önemli olduğunu göstermişlerdir.

Sonuç

Çalışmada yapılan analizler sonucunda; Kapyra biber çeşidinde uygulanan farklı dozlardaki potasyum sülfatın stres koşulları altında verim ve kaliteye önemli etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Potasyum uygulamalarının stres koşulları altında meyve tane ağırlığını, meyve boyu ve çapını, meyve eti kalınlığını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Kontrol parselindeki potasyum gübre dozları kontrol uygulamasına göre biberdeki verim ve kalite özelliklerini önemli derecede etkilediği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, kurak koşullarda potasyum uygulamalarıyla biber bitkisinde önemli neticeler elde edilmiştir. Ayrıca bu çalışmanın bundan sonraki benzer çalışmalara ışık tutacağını öngörülmektedir. Genel olarak yapraktan %2 K₂SO₄ uygulaması stres koşullarında meyve verim ve kalitesini diğer uygulamalara göre daha çok arttırdığı tespit edilmiştir.

Teşekkür

Denemeyi 2020.FLTP.13.01.02 numaralı proje kapsamında finanse eden Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

* Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- Abd El-Aal, F. S., Shafeek, M. R., Ahmed, A. A. and Shaheen, A. M. (2005). Response of growth and yield of onion plants to potassium fertilizer and humic acid. *Journal of Plant Production*, 30(1), 315-326.
- Abdelaziz, M. E. and Abdeldaym, E. A. (2018). Cucumber growth, yield and quality of plants grown in peatmoss sand as affected by rate of foliar applied potassium. *Bioscience Research*, 15(3), 2871-2879.
- Abd-Elkader, A. M., Mahmoud, M. M., Shehata, S. A., Osman, H. S. and Salama, Y. A. (2016). Induction of thermo tolerant tomato plants using salicylic acid and kinetin foliar applications. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 8(2), 89-97.
- Adhikari, B. H. and Karki, K. B. (2006). Effect of potassium on potato tuber production in acid soils of malepattan, pokhara. *Nepal Agriculture Research Journal*, 7, 42-48.
- Akhoundnejad, Y. and Dasgan, H. Y. (2018). Physiological performance of some high temperature tolerant tomato genotypes. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(7), 57-74.
- Akhoundnejad, Y., Dasgan, H. Y. and Karabiyik, Ş. (2020). Pollen quality, pollen production and yield of some tomato (*Solanum lycopersicum*) genotypes under high temperature stress in Eastern Mediterranean. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(2).
- Aksu, G ve Altay, H. (2022). Şeker Pancarında (*Beta vulgaris* L.) Kuraklık stresi altında bazı mikro besin elementi içerikleri üzerine potasyumun etkisi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 45-59.
- Al-Karaki, G. N. (2000). Growth, sodium, and potassium uptake and translocation in salt stressed tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 23(3), 369-379.
- Aloni, B., Peet, M., Pharr, M. and Karni, L. (2001). The effect of high temperature and high atmospheric CO₂ on carbohydrate changes in bell pepper (*Capsicum annuum*) pollen in relation to its germination. *Physiologia Plantarum*, 112(4), 505-512.
- Amor, F. A., & Rubio, J.S. (2009). Effects of antitranspirant spray and potassium: calcium: magnesium ratio on photosynthesis, nutrient and water uptake, growth, and yield of sweet pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 32, 97-111.
- Ananthi, S., Veeragavathatham, O. and Srinivasan, K. (2004). Comparative efficacy of mutriate of potash and sulphate of potash on yield attributes, yield, and economics of chili (*Capsicum annum* L.). *South Indian Horticulture*, 52(1/6), 158.
- Azedo-Silva, J., Osorio, J., Fonseca, F. and Correia, M. J. (2004). Effects of soil drying and subsequent re-watering on the activity of nitrate reductase in roots and leaves of *Helianthus annuus*. *Functional Plant Biology*, 31(6), 611-621.
- Behairy, A. G., Mahmoud, A. R., Shafeek, M. R., Ali, A. H. and Hafez, M. M. (2015). Growth, yield and bulb quality of onion plants (*Allium cepa* L.) as affected by foliar and soil application of potassium. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(1), 60-66.
- Botella, M. Á., Arévalo, L., Mestre, T. C., Rubio, F., GarcíaSánchez, F., Rivero, R. M., and Martínez, V. (2017). Potassium fertilization enhances pepper fruit quality. *Journal of Plant Nutrition*, 40(2), 145-155.
- Böhme, M. and Thi Lua, H. (1999, August). Influence of humic acid on the growth of tomato in hydroponic systems. In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics* 548 (pp. 451-458).
- Cakmak, I. (2005). The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 521-530.
- Carballo, S. J., Blankenship, S. M., Sanders, D. C. and Ritchie, D. F. (2008). Drip fertigation with nitrogen and potassium and postharvest susceptibility to bacterial soft rot of bell peppers. *Journal of Plant Nutrition*, 17(7), 1175-1191.
- Chapagain, B. P. and Wiesman, Z. (2004). Effect of Nutri-Vant-PeaK foliar spray on plant development, yield, and fruit quality in greenhouse tomatoes. *Scientia Horticulturae*, 102(2), 177-188.
- Cohen, I., Zandalinas, S. I., Huck, C., Fritschi, F. B. and Mittler, R. (2021). Meta-analysis of drought and heat stress combination impact on crop yield and yield components. *Physiologia Plantarum*, 171(1), 66-76.
- El-Bassiony, A. M., Fawzy, Z. F., Abd El-Samad, E. H. and Riad, G. S. (2010). Growth, yield, and fruit quality of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) as affected by potassium fertilization. *Journal of American Science*, 6(12), 722-729.
- El-Bassiouny, A. M. (2006). Effect of potassium fertilization on growth, yield, and quality of onion plants. *Journal Applied Sciences Research*, 2(10), 780-785.
- El-Gazzar, T. M., Tartoura, E. A., Nada, M. M. and Ismail, M. E. (2020). Effect of some treatments to reduce the injury of high temperature on sweet pepper grown in late summer season. *Journal of Plant Production*, 11(9), 855-860.
- El-Masry, T. A. (2000). Growth, yield and fruit quality response in sweet pepper to varying rates of potassium fertilization and different concentrations of paclobutrazol foliar application. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 38(2), 1147-1157.
- El-Mogy, M. M., Salama, A. M., Mohamed, H. F., Abdelgawad, K. F. and Abdeldaym, E. A. (2019). Responding of long green pepper plants to different sources of foliar potassium fertiliser. *Agriculture/Pol'nohospodárstvo*, 65(2).
- Erickson, A. N. and Markhart, A. H. (2002). Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant, Cell & Environment*, 25(1), 123-130.
- Fawzy, Z. F., Behairy, A. G. and Shehata, S. A. (2005). Effect of potassium fertilizer on growth and yield of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Egyptian Journal of Agriculture Research*, 2(2), 599-610.
- Fawzy, Z. F., El-Nemr, M. A. and Saleh, S. A. (2007). Influence of levels and methods of potassium fertilizer application on growth and yield of eggplant. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(1), 42-49.
- Ghebhi Si-smail, K., Bellal, M. and Halladj, F. (2006, June). Effect of potassium supply on the behavior of two processing tomato cultivars and on the changes of fruit technological characteristics. In *X International Symposium on the Processing Tomato*, 758 (pp. 269-274).
- Golcz, A., Kujawski, P. and Markiewicz, B. (2012). Yielding of red pepper (*Capsicum annuum* L.) under the influence of varied potassium fertilization. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11(4), 3-15.
- Gupta, C. R. and Sengar, S. S. (2000). Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to nitrogen and potassium fertilization in acidic soil of Bastar. *Vegetable Science*, 27(1), 94-95.

- Günay, A. (2005). Özel Sebze Yetiştiriciliği (II. Bölüm). Domates yetiştiriciliği, 318-343
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K. and Fujita, M. (2013a). Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. *Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress*, 25-87.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M. M., Roychowdhury, R. and Fujita, M. (2013b). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(5), 9643-9684.
- Hewedy, A. M. (2000). Effect of methods and sources of potassium application on the productivity and fruit quality of some new tomato hybrids. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 78(1), 227-244.
- Hoang, L. and Böhme M. (2001). Influence of humic acid on the growth of tomato in hydroponic systems. *Acta Hort.*, 548: 451- 458.
- Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H. and Padem, H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B—Soil and Plant Science*, 59(3), 233-237.
- Kaur, C. and Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *International Journal of Food Science & Technology*, 36(7), 703-725.
- Khanal, B. (2012). Effect of day and night temperature on pollen characteristics, fruit quality and storability of tomato (Master's thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås).
- Khanal, B., Suthaparan, A. and Hückst, A. B. (2013). The effect of high day and low night temperature on pollen production, pollen germination and postharvest quality of tomatoes. *American Journal of Plant Sciences*, 4(7), 19–25.
- Krasnow, C. and Ziv, C. (2022). Non-chemical approaches to control post-harvest gray mold disease in bell peppers. *Agronomy*, 12(1), 216.
- Kusumiyati, K., Syifa, R. J. and Farida, F. (2022). Effect of various varieties and dosage of potassium fertilizer on growth, yield, and quality of red chili (*Capsicum annuum* L.). *Open Agriculture*, 7(1), 948-961.
- Lester, G. E., Jifon, J. L. and Makus, D. J. (2006). Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. *HortScience*, 41(3), 741-744.
- Materska, M. and Perucka, I. (2005). Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1750-1756.
- Medhi, R. P., Singh, B. and Parthasarathy, V. S. (1990). Effect of N, P and K on Chillies. *Progress. Horticulture* 22:173-175.
- Murariu, F., Voda, A. D. and Murariu, O. C. (2019). Researches on food safety assessment—supporting a healthy lifestyle for the population from NE of Romania. *Journal of Biotechnology*, 305, S68.
- Nassar, H. H., Barakat, M. A., El-Masry, T. A. and Osman, A. S. (2001). Effect of potassium fertilization and paclobutrazol foliar application on vegetative growth and chemical composition of sweet pepper. *Egyptian Journal of Horticulture (Egypt)*.
- Nanadal, J. K., Ramesh, V., Pandey, U. C. and Vasist, R. (1998). Effect of phosphorus and potassium on growth yield and quality of tomato. *Journal of Potassium Research*, 14(1), 44-49.
- Ni, Wu. Z., Liang, J. S. and Hardter, R. (2001). Yield and quality responses of selected solanaceous vegetable crops to potassium fertilization. *Pedosphere*, 11(3), 251-255.
- Polowick, P. L. and Sawhney, V. K. (1985). Temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae*, 25(2), 117-127.
- Pressman, E., Moshkovitch, H., Rosenfeld, K., Shaked, R., Gamliel, B. and Aloni, B. (1998). Influence of low night temperatures on sweet pepper flower quality and the effect of repeated pollinations, with viable pollen, on fruit setting. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73(1), 131-136.
- Rathore, S. S., Chaudhary, D. R., Vaisya, L. K., Shekhawat, K. and Bhatt, B. P. (2014). Schoenite and potassium sulphate: Indigenous potassic fertilizer for rainfed groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13(1), 222-226.
- Rouphael, Y., Breidy, J., Skaf, S., Massaad, R. and Karam, F. (2011). Potato response to potassium application rates and timing under semi-arid conditions. *Potato Response to Potassium Application Rates and Timing Under Semi-Arid Conditions*, 265-268.
- Shafeek, M. R., Nagwa, M. H., Singer, S. M. and El-Greadly, N. H. (2013). Effect of potassium fertilizer and foliar spraying with Etherel on plant development, yield, and bulb quality of onion plants (*Allium cepa* L.). *Journal of Applied Sciences Research*, 9(2), 1140-1146.
- Shehata, S. A. and Abdel-Wahab, A. (2018). Influence of compost, humic acid and amino acids on sweet pepper growth, productivity and storage-ability. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8(3), 922-927.
- Shehata, S. A., El-Mogy, M. M. and Mohamed, H. F. (2019). Postharvest quality and nutrient contents of long sweet pepper enhanced by supplementary potassium foliar application. *International Journal of Vegetable Science*, 25(2), 196-209.
- Shen, C., Wang, J., Jin, X., Liu, N., Fan, X., Dong, C. and Xu, Y. (2017). Potassium enhances the sugar assimilation in leaves and fruit by regulating the expression of key genes involved in sugar metabolism of Asian pears. *Plant Growth Regulation*, 83, 287-300.
- Singh, S., Yadav, P. K. and Singh, B. (2004). Effect of nitrogen and potassium on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) cv. Pusa Red. *Haryana Journal Horticultural Sciences*, 33(3/4), 308-309.
- Sood, R. and Sharma, S. K. (2004). Growth and yield of bell pepper (*Capsicum annumvar grossum*) as influenced by micronutrient sprays. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 74, 557-559.
- Sun, T., Xu, Z., Wu, C. T., Janes, M., Prinyawiwatkul, W. and No, H. K. (2007). Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science*, 72(2), S98-S102.
- Tigchelaar, E. C. (1986). Tomato breeding. In M. J. Basset (Ed.), *Breeding vegetables crops* (pp. 135- 171). Kluwer Academic Publishers.
- Tränkner, M., Tavakol, E. and Jákli, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photo protection. *Physiologia Plantarum*, 163(3), 414-431.
- Tuna, A. L. and Eroğlu, B. (2017). Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 121-131.
- Tüik. (2023). <https://www.tuik.gov.tr/>
- Wani, S.H. and Sah, S.K. (2014). Biotechnology and abiotic stress tolerance in rice. *Rice Research: Open Access*, 2(2), e105.
- Westermann, D. T. (2005). Nutritional requirements of potatoes. *American Journal Of Potato Research*, 82, 301-307.
- Wubs, A. M., Heuvelink, E. and Marcelis, L. F. M. (2009). Abortion of reproductive organs in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.): a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(5), 467-475.
- Zaky, M. H., Zoah, E. L. and Ahmed., M. E. (2006). Effects of humic acids on growth and productivity of bean plants grown under plastic low tunnels and open field. *Egyptian Journal of Applied Sciences*. 21(4B): 582-596

Zushi, K., Kajiwara, S. and Matsuzoe, N. (2012). Chlorophyll a fluorescence OJIP transient as a tool to characterize and evaluate response to heat and chilling stress in tomato leaf and fruit. *Scientia Horticulturae*, 148, 39-46.

Çizelge 3. Yüksek Sıcaklık stresinde K₂SO₄ uygulanması ile meyve tane ağırlıkları ve meyve hacmi etkisi

Uygulamalar <i>Traitment</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Meyve Tane Ağırlığı (g) <i>Fruit Berry Weight (g)</i>			Meyve Hacmi (cm ³) <i>Fruit Volume (cm³)</i>		
		Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole göre % değişim (% change from control)	Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole göre % değişim (% change from control)
Kontrol		47.12± 116.15 ^a	57.70± 76.08 ^{bc}	22.45	113.33± 228.34 ^a	110.00± 159.10 ^{ab}	-2.94
%1		45.94± 65.28 ^a	76.58± 178.87 ^{ab}	66.70	125.00± 202.73 ^a	103.33± 253.94 ^{ab}	-17.33
%2	Yaprak (Foliar)	36.58± 59.88 ^a	92.23± 185.87 ^a	152.13	125.00± 211.27 ^a	145.00± 305.16 ^a	16.00
%3		33.56± 48.07 ^a	57.64± 60.79 ^{bc}	71.75	120.00± 168.59 ^a	101.33± 165.18 ^{ab}	-15.56
Ortalama		38.72	75.48	96.86	123.33	116.33	-5.63
5 kg da⁻¹		39.64± 63.48 ^a	61.82± 77.69 ^{bc}	55.95	126.67± 185.66 ^a	100.00± 151.52 ^{ab}	-21.05
10 kg da⁻¹	Toprak (Soil)	47.18± 75.21 ^a	66.29± 122.07 ^{ac}	40.50	116.67± 177.12 ^a	101.67± 150.14 ^{ab}	-12.86
20 kg da⁻¹		47.18± 82.72 ^a	39.18± 58.05 ^c	-16.96	133.33± 236.87 ^a	130.00± 339.30 ^{ab}	-2.50
Ortalama		44.67	55.76	54.50	125.56	110.56	-12.14

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. K₂SO₄ meyve boyuna ve meyve enine etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol Parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Meyve Boyu(mm) <i>Fruit Length (mm)</i>			Meyve Çapı(mm) <i>Fruit Diameter (mm)</i>		
		Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole göre % değişim (% change from control)	Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole göre % değişim (% change from control)
Kontrol		113.31± 223.35 ^a	98.29± 150.27 ^{ab}	-13.26	38.76± 67.44 ^{ab}	43.56± 64.06 ^a	12.38
%1		116.87± 189.43 ^a	111.91± 181.92 ^{ab}	-4.24	39.70± 62.78 ^{ab}	40.82± 98.87 ^a	2.82
%2	Yaprak (Foliar)	114.55± 170.21 ^a	124.19± 209.82 ^a	8.42	41.38± 76.20 ^a	49.06± 109.18 ^a	18.55
%3		117.95± 191.26 ^a	111.36± 202.32 ^{ab}	-5.59	37.91± 58.31 ^{ab}	39.76± 50.76 ^a	4.88
Ortalama		116.46	82.49	-0.47	39.63	43.21	8.75
5 kg da⁻¹		116.59± 227.83 ^a	119.62± 191.00 ^a	2.60	36.29 ± 56.60 ^{ab}	35.05± 69.05 ^a	-3.42
10 kg da⁻¹	Toprak (Soil)	125.18± 204.10 ^a	106.86± 189.48 ^{ab}	-14.63	37.92± 65.39 ^{ab}	49.81± 96.84 ^a	31.36
20 kg da⁻¹		123.40± 223.73 ^a	90.57± 90.57 ^b	-26.61	34.12± 60.36 ^b	36.23± 44.26 ^a	6.18
Ortalama		121.72	105.68	-12.88	36.11	40.36	11.37

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 5. K₂SO₄ SÇKM ve pH etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama şekli <i>Method of Application</i>	SÇKM			pH		
		Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrolle göre % değişim <i>(% change from control)</i>	Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrolle göre % değişim <i>(% change from control)</i>
Kontrol		6.02± 6.41 ^b	10.66± 7.78 ^b	77.08	4.77± 5.90 ^a	4.43± 5.22 ^{bc}	-7.13
%1	Yaprak <i>(Foliar)</i>	5.87± 7.95 ^b	6.03± 7.61 ^c	2.73	4.83± 6.24 ^a	4.40± 5.39 ^c	-8.90
%2		9.93± 15.12 ^a	11.99± 14.95 ^{ab}	20.75	4.83± 6.24 ^a	4.40± 5.56 ^c	-8.90
%3		5.90± 7.95 ^b	13.60± 23.49 ^a	130.51	4.83± 6.07 ^a	4.67± 5.90 ^b	-3.31
Ortalama		7.23	10.55	51.33	4.83	4.49	-7.04
5 kg da⁻¹	Toprak <i>(Soil)</i>	9.85± 14.95 ^a	11.13± 15.97 ^b	12.99	4.80± 5.90 ^a	4.47± 6.07 ^{bc}	-6.88
10 kg da⁻¹		9.93± 14.95 ^a	10.93± 14.95 ^b	10.07	4.80± 6.24 ^a	4.43± 5.56 ^{bc}	-7.71
20 kg da⁻¹		9.89± 14.95 ^a	10.07± 14.95 ^b	1.82	4.73± 5.90 ^a	5.77± 7.61 ^a	21.99
Ortalama		9.89	10.71	8.29	4.78	4.89	2.47

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 6. K₂SO₄ meyve eti kalınlığı ve eti sertliğine etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Meyve Eti Kalınlığı (mm) <i>Fruit Flesh Thickness (mm)</i>			Meyve Eti Sertliği (lb inc ⁻²) <i>Fruit Firmness (lb inc⁻²)</i>		
		Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrolle göre % değişim <i>(% change from control)</i>	Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrolle göre % değişim <i>(% change from control)</i>
Kontrol		3.83± 3.41 ^a	3.82± 4.16 ^a	-0.17	7.63± 9.49 ^{ab}	7.47± 13.07 ^{bc}	-2.14
%1	Yaprak <i>(Foliar)</i>	3.48± 3.63 ^a	4.16± 6.69 ^a	19.54	8.70± 14.78 ^{ab}	8.15± 14.61 ^{ac}	-6.32
%2		3.94± 4.98 ^a	4.80± 5.73 ^a	21.93	10.23± 17.00 ^a	6.27± 6.41 ^c	-38.74
%3		3.80± 4.08 ^a	3.97± 4.74 ^a	4.47	9.43± 16.66 ^{ab}	8.80± 16.83 ^{ac}	-6.68
Ortalama		3.74	4.31	15.31	9.45	9.27	-17.25
5 kg da⁻¹	Toprak <i>(Soil)</i>	3.56± 4.33 ^a	3.79± 3.14 ^a	6.46	8.40± 15.12 ^a	9.25± 17.43 ^{ab}	10.12
10 kg da⁻¹		3.90± 4.11 ^a	3.86± 3.56 ^a	-1.03	10.20± 16.66 ^a	10.10± 14.78 ^{ab}	-0.98
20 kg da⁻¹		3.48± 2.99 ^a	3.89± 7.85 ^a	11.78	7.67± 13.07 ^{ab}	10.40± 19.90 ^a	35.65
Ortalama		3.65	3.85	5.74	8.76	6.58	39.69

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 7. K₂SO₄ meyve sayısı ve verime etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre% değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Meyve Sayısı <i>Fruit/Number</i>			Toplam Verim (kg/da) <i>Yield</i>		
		Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrole göre % değişim <i>(% change from control)</i>	Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrole göre % değişim <i>(% change from control)</i>
Kontrol		30.67± 28.61 ^a	30.00± 67.87 ^c	-2.17	4834.43± 6657.78 ^{ab}	2453.42± 3567.50 ^{ab}	-49.25
%1	Yaprak (Foliar)	25.67± 42.26 ^a	39.67± 28.61 ^{ac}	54.56	5486.91± 6362.05 ^{ab}	2444.75± 3681.50 ^{ab}	-55.44
%2		23.67± 96.89 ^a	53.00± 45.68 ^a	123.94	5632.49± 7744.75 ^a	2642.65± 5300.78 ^a	-53.08
%3		29.33± 64.46 ^a	33.33± 62.75 ^{bc}	13.63	4654.39± 6417.18 ^b	2304.96± 3007.50 ^{ab}	-50.48
Ortalama		26.22	42.00	64.04	5257.93	2464.12	-53.00
5 kg da⁻¹	Toprak (Soil)	33.33± 107.13 ^a	50.57± 72.99 ^{ab}	51.71	5666.02± 8713.83 ^a	2482.78± 3820.11 ^a	-56.18
10 kg da⁻¹		29.67± 78.11 ^a	41.00± 38.85 ^{ac}	38.20	5408.06± 7556.42 ^{ab}	2492.87± 3340.85 ^a	-53.90
20 kg da⁻¹		28.33± 67.87 ^a	32.00± 47.38 ^c	12.94	5239.25± 7804.35 ^{ab}	2069.55± 2980.12 ^b	-60.50
Ortalama		30.44	41.39	34.28	5437.77	2348.4	-56.86

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 8. K₂SO₄ meyve kuru ağırlık oranı ve tohum sayısına etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Meyve Kuru Ağırlık Oranı <i>Fruit Dry Weight Ratio</i>			Tohum Sayısı <i>Seed Number</i>		
		Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrole göre % değişim <i>(% change from control)</i>	Kontrol <i>(Control)</i>	Stres <i>(Stress)</i>	Kontrole göre % değişim <i>(% change from control)</i>
Kontrol		10.52± 44.65 ^{bc}	9.52± 38.26 ^{ab}	-9.51	116.33± 110.55 ^{ab}	99.33± 57.63 ^b	-14.61
%1	Yaprak (Foliar)	10.56± 47.31 ^{bc}	8.42± 49.04 ^b	-20.27	127.67± 195.90 ^{ab}	118.33± 165.18 ^{ab}	-7.31
%2		9.98± 50.81 ^c	9.87± 50.27 ^{ab}	-1.10	156.33± 207.85 ^a	125.33± 185.66 ^{ab}	-19.83
%3		11.13± 52.67 ^{ac}	9.89± 42.99 ^{ab}	-11.14	103.33± 160.05 ^b	183.67± 199.32 ^a	77.75
Ortalama		10.56	9.39	-10.84	129.11	142.44	50.61
5 kg da⁻¹	Toprak (Soil)	12.52± 49.38 ^a	9.87± 42.21 ^{ab}	-21.17	115.33± 156.64 ^{ab}	130.67± 252.24 ^{ab}	13.30
10 kg da⁻¹		10.93± 43.38 ^{ac}	9.91± 33.43 ^{ab}	-9.33	99.33± 148.10 ^b	102.67± 264.19 ^b	3.36
20 kg da⁻¹		12.01± 46.48 ^{ab}	10.31± 39.06 ^a	-14.15	125.67± 211.27 ^{ab}	146.67± 187.37 ^{ab}	16.71
Ortalama		11.82	10.03	-14.88	113.44	126.67	11.12

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 9. K₂SO₄ meyvedeki azot (N) mg kg⁻¹ ve fosfor (P) mg kg⁻¹ konsantrasyonu etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişim

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Azot (N) mg kg ⁻¹			Fosfor (P) mg kg ⁻¹		
		Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrolle Göre % Değişim (% change from control)	Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrolle Göre % Değişim (% change from control)
Kontrol		2.53± 0.31 ^g	4.48± 0.36 ^b	77.08	0.49± 0.21 ^b	0.65± 0.01 ^b	32.65
%1		2.63± 0.37 ^f	0.39± 0.30 ^g	-85.17	0.48± 0.04 ^c	0.32± 0.08 ^g	-33.33
%2	Yaprak (Foliar)	4.5± 0.40 ^b	3.82± 0.08 ^d	-15.11	0.37± 0.05 ^e	0.46± 0.02 ^c	24.32
%3		2.77± 0.42 ^e	3.63± 0.34 ^e	31.05	0.25± 0.05 ^f	0.81± 0.02 ^a	224.00
Ortalama		3.30	2.67	-23.07	0.37	0.53	71.66
5 kg da⁻¹		5.01± 0.11 ^a	4.47± 0.25 ^c	-10.78	0.48± 0.07 ^c	0.39± 0.04 ^f	-18.75
10 kg da⁻¹	Toprak (Soil)	3.11± 0.02 ^d	2.63± 0.06 ^f	-15.43	0.39± 0.04 ^d	0.42± 0.04 ^d	7.69
20 kg da⁻¹		4.00± 0.10 ^c	5.36± 0.19 ^a	34.00	0.57± 0.02 ^a	0.42± 0.06 ^e	-26.32
Ortalama		4.04	4.15	2.60	0.48	0.41	-12.46

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 10. K₂SO₄ meyvedeki potasyum (K) mg kg⁻¹ ve kalsiyum (Ca) mg kg⁻¹ konsantrasyonuna etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Potasyum (K)mg kg ⁻¹			Kalsiyum (Ca) mg kg ⁻¹		
		Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrolle Göre % Değişim (% change from control)	Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrolle Göre % Değişim (% change from control)
Kontrol		2.14± 13.24 ^d	2.61± 7.36 ^a	21.96	0.30± 11.12 ^b	0.14± 5.09 ^g	-53.33
%1		1.15± 15.85 ^g	2.10± 7.51 ^h	82.61	0.21± 15.26 ^d	0.21± 5.95 ^b	0
%2	Yaprak (Foliar)	2.41± 16.36 ^a	2.23± 7.86 ^e	-7.47	0.31± 14.73 ^a	0.19± 6.07 ^e	38.71
%3		2.17± 18.34 ^c	2.47± 7.92 ^b	13.82	0.25± 17.06 ^c	0.23± 5.98 ^a	-8.00
Ortalama		1.91	2.27	29.65	0.26	0.21	10.24
5 kg da⁻¹		1.71± 16.53 ^f	2.46± 6.80 ^c	43.86	0.16± 15.72 ^g	0.20± 4.85 ^c	25.00
10 kg da⁻¹	Toprak (Soil)	2.27± 13.81 ^b	2.24± 5.21 ^d	-1.32	0.18± 12.28 ^f	0.16± 3.18 ^f	-11.11
20 kg da⁻¹		2.07± 3.97 ^e	2.19± 3.71 ^g	5.80	0.19± 2.44 ^e	0.19± 1.66 ^d	0
Ortalama		2.02	2.30	16.11	0.18	0.18	4.63

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 11. K₂SO₄ Meyvedeki Demir (Fe) mg kg⁻¹ ve Magnezyum (Mg) mg kg⁻¹ konsantrasyonuna etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Demir (Fe) mg kg ⁻¹			Magnezyum (Mg) mg kg ⁻¹		
		Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole Göre % Değişim (% change from control)	Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole Göre % Değişim (% change from control)
Kontrol		53± 2.45 ^b	53± 6.94 ^b	0	0.092± 0.02 ^c	0.076± 0.04 ^g	-17.39
%1	Yaprak (Foliar)	41± 2.63 ^f	60± 2.63 ^a	46.34	0.066± 0.01 ^f	0.108± 0.03 ^c	63.64
%2		80± 1.70 ^a	46± 0.82 ^d	-42.5	0.098± 0.01 ^b	0.100± 0.01 ^d	2.04
%3		42± 2.39 ^d	46± 3.56 ^d	9.52	0.106± 0.02 ^a	0.132± 0.03 ^a	24.53
Ortalama		54.33	50.66	4.53	0.090	0.113	30.07
5 kg da ⁻¹	Toprak (Soil)	38± 0.82 ^g	50± 2.16 ^c	31.58	0.052± 0.01 ^g	0.092± 0.03 ^f	76.92
10 kg da ⁻¹		42± 1.25 ^e	35± 1.70 ^f	-16.67	0.072± 0.01 ^e	0.094± 0.02 ^e	30.56
20 kg da ⁻¹		46± 0.41 ^c	44± 3.09 ^e	-4.35	0.084± 0.01 ^d	0.110± 0.01 ^b	30.95
Ortalama		100.66	43.00	3.52	0,07	0.10	46.14

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 12. K₂SO₄ Meyvedeki bakır (Cu) konsantrasyonuna etkisine ait ortalama değerler ve stres parselinin kontrol parseline göre % değişimi

Uygulamalar <i>Treatments</i>	Uygulama Şekli <i>Method of Application</i>	Bakır (Cu) mg kg ⁻¹		
		Kontrol (Control)	Stres (Stress)	Kontrole göre % değişim (% change from control)
Kontrol		13.00±2.08 ^a	11.00±0.50 ^b	-15.38
%1	Yaprak (Foliar)	8.00±0.87 ^d	8.00±1.00 ^d	0
%2		13.00±3.46 ^a	8.00±1.53 ^d	-38.46
%3		11.00±2.00 ^c	8.00±1.00 ^d	-27.27
Ortalama		10.66	8.00	-21.91
5 kg da ⁻¹	Toprak (Soil)	11.00±1.73 ^c	13.00±3.61 ^a	18.18
10 kg da ⁻¹		11.00±2.52 ^c	9.00±3.00 ^c	-18.18
20 kg da ⁻¹		12.00±2.65 ^b	7.00±2.65 ^e	-41.67
Ortalama		11.33	9.66	-13.89

Çizelgedeki her bir veri üç tekrarın ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılık p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.