

Fasulyede Kükürt Uygulamalarının Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi

Muhammet TONGUÇ¹

Yaşar KARAKURT¹

Arif ŞANLI²

Hüsnü ÜNLÜ³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü-Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü-Isparta

³Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü-Isparta

Özet

Fasulye Türkiye’de yaş ve kuru olarak üretimi yapılan bir baklagil türüdür. Kükürt uygulamalarının birçok bitki türünde bitki gelişimi, verim ve kalite üzerine etkisi çalışılmakla birlikte baklagiller familyasına ait türlerin kükürt uygulamalarına olan tepkisi ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Denemede 3 farklı kükürt dozu (0, 5, 10 kg/da) ve 4 farklı fasulye çeşidi tesadüf bloklarında faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak 2 yıl tarla şartlarında yetiştirilmişlerdir. Çalışma sonucunda; kükürt uygulamalarının fasulyedeki bitki ağırlığı, dal sayısı, bakla sayısı, bitkide tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, hasat indeksi, bitki verimi ve toplam verim üzerine önemli etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, kükürt, verim.

Determining the Effects of Sulphur Applications on Yield and Yield Components of Bean

Abstract

Bean is a legume species produced as fresh and dried bean in Turkey. Although the responses of various plant species to sulphur treatments have been studied, there is not enough studies determining the responses of legume species to the applications of sulphur. In this study, four bean cultivars treated with 3 different sulphur doses (0, 5, 10 kg/da) were cultivated according to a factorial random block experimental design with 3 replications for two years in the field conditions. At the end of the study, it was determined that the sulphur treatments had significant influence on the plant weight, the number of shoots, the number of pods, the number of seeds per plant, 1000 seed weight, harvest index, yield per plant and total yield.

Key Words: Bean, sulphur, yield.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M. Tonguç; muhammettonguc@sdu.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 05.05.2017 Kabul Tarihi/Accepted: 12.06.2017

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Giriş

Türkiye’de ve dünyada, hızla artan nüfusun yeterli ve dengeli beslenememesi, özellikle de proteinli gıdalarla beslenmesinin sağlanamaması gittikçe büyüyen bir sorun olarak devam etmektedir. Yemeklik tane baklagillerin beslenme bakımından önemleri içerdikleri yüksek protein oranından (%18-31.6) kaynaklanır ve proteinler dengeli beslenmede büyük öneme sahiptir (Özdemir, 2002). Fasulye dünyada en çok yetiştirilen yemeklik tane baklagil bitkisidir ve fasulye tarımı genellikle ılıman iklim kuşağındaki bölgelerde yapılmaktadır (Gepts, 2001; Özdemir, 2002). Baklagil grubu sebzeler içerisinde yer alan fasulye taze, konserve, dondurulmuş ve kuru olarak değişik şekillerde değerlendirilebilen bir sebze türüdür. Fasulyenin taze; vitamin ve mineral maddelerce, kuru tanesi ise proteince zengindir (Balkaya, 1999).

Kükürt tüm canlı organizmalar için temel bir elementtir. Sistein ve methionin aminoasitleri kükürt (S) içeren aminoasitlerdir ve peptidlerin yapısında S atomları disülfid bağlarının oluşturulmasında görev alırlar (Zhao ve ark., 1999). Bitkiler kükürdü topraktan sülfat iyonları (SO_4^{2-}) veya havadan stomalar vasıtasıyla kükürt dioksit (SO_2) şeklinde alabilirler. Kükürt eksikliği uzun yıllar fark edilmemiştir, çünkü tahıllar için kullanılan amonyum sülfat gibi gübreler bitkilerce kullanılabilen kükürt içermekte ve fosil yakıtların kullanılmasıyla havaya SO_2 salınımı gerçekleşmektedir. Günümüzde ise emisyon oranlarına getirilen düzenlemeler ve

kükürt içermeyen gübrelerin kullanımının yaygınlaşması ile kükürt eksikliği dünyada ve Türkiye’de bitkisel üretimi kısıtlayıcı bir hal almıştır (İnal ve ark., 2003; Nikiforova ve ark., 2005). Verim kaybını önlemek için bitkiler kükürt stresine girmeden önce kükürt gübrelemesi uygulanmalıdır (Hanekleus ve ark., 1995). Kükürt gübrelemesi ve gübrelemenin verim ve diğer kalite özelliklerine etkisi birçok farklı bitki türünde yoğun bir şekilde çalışılmaktadır (İnal ve ark., 2003; Zhao ve ark., 1999, 2008; Jackson, 2000; Thomas ve ark., 2003), fakat baklagillerde kükürt uygulamalarının verime ve verim öğeleri üzerine etkilerinin araştırılması ihmal edilmiş bir konudur.

Kükürt yeterlilik miktarı bitkilerin kuru ağırlıklarının %0.2-0.5’i arasındadır. Kükürt topraktan elementel halde de alınabilmekte ve toprağın pH seviyesi ve diğer iyonlar S alınımını etkilememektedir (Marschner, 1986). Kükürt eksikliğinde bitkilerin alabilecekleri diğer besin elementleri seviyesi de etkilenmektedir. Özellikle topraktan azot alınımı ve topraktaki kükürt seviyesi arasında sıkı bir bağlantı mevcuttur (Barney ve Bush, 1985; Kopriva ve ark., 2002; Khan ve Samiullah, 2005). Kükürt azot kullanım etkinliğini etkiler, böylece bitkilerin büyümesi, klorofil miktarı, fotosentez kapasiteleri, verim ve verime ait parametreler ile S miktarının bağlantısı mevcuttur (Khan ve Samiullah, 2005; Weil ve Mughugh, 2000).

Kükürt bitkilerde değişik organlara taşınmaktadır ve bitkinin fizyolojisinde önemli bir role sahiptir. Kükürt eksikliğinde bitkilerde kloroz ve büyüme de gerileme gözlenmektedir (Adiputra ve Anderson, 1992). Fotosentez hızı kükürt stresine girmiş buğday ve fasulye fidelerinde enerji üretiminde görevli enzimlerin aktivitelerindeki azalmadan dolayı yavaşlamaktadır (Gilbert ve ark., 1997; Juzszuk ve Ostaszewska, 2011). Aynı şekilde kükürt stresine maruz bırakılmış soya fasulyesinde ve pirinç bitkilerinde fotosentezde görevli rubisco enziminin miktarında ve fotosentez hızında önemli azalmalar meydana gelmiştir (Lunde ve ark., 2008; Sexton ve ark., 1997). Elementel kükürt uygulanan Hint hardalı bitkilerinde ise fotosentez hızı önemli oranda artmıştır (Khan ve Samiullah, 2005). Kükürt bitkilerin sadece toprak üstü aksamalarını etkilemez aynı zamanda kök gelişimini de pozitif bir şekilde etkilemektedir. Kükürt ile gübrelenmiş soya fasulyesinde yan köklerin sayısı ve ağırlığı ve azot fiksasyonu yapılan nodüllerin sayısı ve ağırlığı kontrol gruplarına göre önemli oranda artmıştır (Zhao ve ark., 2008).

Kükürt uygulaması yalnızca bitkilerin gelişimini değil aynı zamanda toprak faunasının sayısı, çeşidi ve etkisini de arttırmaktadır. Bu sayede bir çok organik maddenin parçalanması hızlanmakta, bitkiler tarafından kullanılamayan elementel haldeki besin maddeleri indirgenerek bitkilere yararlı hale getirilmekte ve bitkiler tarafından kullanımı arttırılmaktadır (Zhao ve ark., 2008).

Kükürt önemli bir makro besin elementi olmasına karşın kükürt gübrelemesi ve kükürdün bitki gelişimi ve fizyolojik olaylara olan etkisinin belirlenmesi ihmal edilmiş bir konudur. Bundan dolayı mevcut çalışmada kükürt uygulamalarının fasulye bitkisinin gelişimi ve kalitesi üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği’ne ait deneme alanında 2010 ve 2011 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma alanının toprak yapısı tekstür bakımından tınlı özellikte olup organik madde miktarı %1.3’tür. Topraktaki toplam azot %0.26, kullanılabilir fosfor 16.8 mg/kg, değişebilir potasyum 179 mg/kg, elverişli sülfat 17.3 mg/kg ve pH değeri 8.2 (1:2.5) olarak belirlenmiştir.

Denemede 0, 5 ve 10 kg/da dozlarında saf toz kükürt (%98) ekimden önce uygulama yapılacak parsellere serpilerek toprağa karıştırılmıştır. Gübreleme toprakta mevcut olan N ve P miktarları göz önüne alınarak toplamda 12 kg/da N ve 8 kg/da P gelecek şekilde yapılmıştır.

Araştırmada bitkisel materyal olarak Akdağ, Zülbiye, Gina ve Nadide fasulye çeşitleri kullanılmıştır. Tohum ekimleri denemenin birinci yılında 27 Nisan'da, ikinci yılında ise 25 Mayıs'ta 50 cm sıra arası ve 15 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde yapılmıştır. Araştırma, tesadüf bloklarında faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede her parsel 5 m boyunda toplam 4 sıradan oluşmuştur. Böylece her parsel (2.0 m x 5.0 m) 10 m²lik alanı kaplamıştır. Her blok 12 parselden (4 çeşit x 3 doz) oluşmuştur. Parseller arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m'lik mesafe bırakılmıştır.

Denemelerin hasatları Eylül ayında Şalk ve ark., (2008)'de belirtildiği şekilde bakla kabukları ve tohumların tamamıyla kuruduğu kuru fasulye hasat döneminde yapılmıştır. Hasat için her parselde kenarlardan 1'er sıra ve parsel başlarından 50 cm kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra ortadaki sıralar hasat edilmiştir. Ölçüm ve değerlendirmeler her tekerrürdeki 10 bitki, her bitkideki 10 bakla kullanılarak yapılmıştır. Denemede bitki ağırlığı (biomass), dal sayısı, bakla sayısı, bitkide tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, hasat indeksi, tek bitki verimi ve toplam verimüzerinde durulmuştur.

Tarla denemelerinden elde edilen agronomik veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir. Analiz için SAS istatistik paket programı kullanılmıştır (SAS, 1998).

Bulgular

Araştırmada incelenen karakterlere ait kareler ortalaması ve önemlilik dereceleri Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmada tek bitki verimi farklı yıllarda önemsiz bulunmuş diğer tüm değerler için yıllar içinde önemli farklılıklar gözlenmiştir. Farklı kükürt dozu uygulamaları üzerinde durulan tüm parametreleri önemli derecede etkilemiştir. İncelenen özelliklere ait yıl x doz ve yıl x çeşit x doz interaksiyonlarının tamamı önemsiz bulunmuştur. Çeşit x doz interaksiyonunda bitki ağırlığı ve dal sayısı önemsiz bulunurken; bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bin tane ağırlığı, hasat indeksi tek bitki verimi ve dekara verim için önemli olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ait kareler ortalaması ve önemlilik dereceleri

Varyasyon Kaynakları	Araştırmada İncelenen Karakterler							
	BA	DS	BS	BTS	1000 TA	HI	BV	V
Yıl (Y)	4.33*	112.6**	59.1**	7.62**	5.92*	9.83**	0.13	118.9**
Çeşit (Ç)	43.6**	56.7**	185.1**	401.6**	334.1**	149.2**	240.4**	167.5**
Y x Ç	0.92	1.90	5.89**	33.2**	4.39**	0.87	1.10	1.91
Doz (D)	8.03*	11.80**	26.7**	42.8**	55.6**	20.9**	17.9**	45.53**
Y x D	0.30	0.05	1.54	0.56	0.23	0.49	0.40	0.10
Ç x D	1.10	0.63	2.86*	5.00**	2.77*	3.61**	3.17*	2.38*
Y x Ç x D	0.83	0.99	0.56	1.71	2.02	0.81	0.65	1.29

* p<0.05 ** p<0.01

BA= bitki ağırlığı, DS= dal sayısı, BS= bakla sayısı, BTS= bitkide tane sayısı, 1000 TA= 1000 tane ağırlığı, HI= hasat indeksi, BV= bitki verimi, V= verim

İki yıllık veriler birlikte değerlendirildiğinde çeşitlerin ve uygulanan kükürt dozlarının bitki ağırlığı üzerine etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Uygulamalara göre bitki ağırlıkları 101.8-111.0 g arasında değişim gösterirken; en yüksek bitki ağırlığı 10 kg/da S uygulamasından elde edilirken en düşük bitki ağırlığı kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitlere göre bitki ağırlığı 89.5-122.2 g arasında değişmiştir ve en yüksek değer Nadide çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bitki ağırlığına ait gözlemlerin istatistiki analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	Kont	5	10	Ort.	Kont	5	10	Ort.	Kont	5	10	Ort.
Nadide	115.4	131.6	131.4	126.1	116.1	117.9	120.8	118.3	115.7	124.8	126.1	122.2A
Gina	86.5	98.0	86.9	90.5	76.7	95.0	93.6	88.4	81.6	96.5	90.3	89.5C
Zülbiye	102.8	113.8	117.9	111.5	97.6	105.0	109.9	104.2	100.2	109.4	113.9	107.9B
Akdağ	111.3	108.4	112.0	110.6	107.7	109.4	121.8	110.7	109.5	108.9	113.5	110.7B
Ortalama	104.0	113.0	112.0	109.7A	98.6	106.4	111.1	105.4B	101.8B	109.9A	111.0A	
	LSD _{çesit} : 5.84 LSD _{yil} : 4.13 LSD _{doz} : 5.06											
VK	8.11											

Dal sayısı denemenin ilk yılında ikinci yıla oranla daha fazla bulunmuştur (Çizelge 3). Kükürt uygulamaları dal sayısını olumlu yönde etkilemiş ve bunun sonucunda uygulamaların ortalamaları kontrole göre önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Çeşitler de dal sayısı bakımından önemli farklılıklar göstermiştir. Dal sayısı bakımından çeşitler arasında Zülbiye ve Akdağ ön plana çıkmıştır.

Çizelge 3. Dal sayısına ait değerlerin istatistiki analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	6.7	6.8	7.5	7.0	4.7	5.5	5.6	5.3	5.7	6.1	6.5	6.1D
Gina	7.4	8.1	7.8	7.7	6.1	7.4	7.1	6.9	6.8	7.7	7.4	7.3C
Zülbiye	8.4	9.6	9.8	9.3	7.5	7.6	8.1	7.7	7.9	8.6	8.9	8.5A
Akdağ	8.2	8.6	8.7	8.5	6.7	7.2	7.2	7.0	7.5	7.8	7.9	7.7B
Ortalama	7.7	8.3	8.4	8.1A	6.3	6.9	7.0	6.7B	7.0B	7.6A	7.7A	
	LSD _{çesit} : 0.37 LSD _{yil} : 0.26 LSD _{doz} : : 0.32											
VK	7.56											

Bakla sayısı uygulanan kükürt dozlarına bağlı olarak artış göstermiştir. İki yıllık veriler birlikte değerlendirildiğinde, uygulamalara göre 27.9-34.2 arasında değişim göstermiş ve en yüksek değer 10 kg/da kükürt uygulamasında elde edilmiştir. Çeşitlere göre bakla sayısı 18.2-40.3 arasında değişim gösterirken, en yüksek bakla sayısına Zülbiye çeşidinde ulaşılmıştır. Çeşit x dozinteraksiyonunun bakla sayısı üzerine etkisi önemli bulunurken bakla sayısı değerleri 16.1-43.2 arasında değişim göstermiştir(Çizelge 4).

Çizelge 4. Bakla sayısına ait değerlerin istatistiki analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	31.3	35.5	38.7	35.2	23.7	24.9	27.3	25.3	27.5	30.2	32.9	30.2C
Gina	17.3	20.0	19.8	19.0	14.9	18.8	18.6	17.4	16.1	19.4	19.2	18.2D
Zülbiye	37.6	47.9	44.6	43.4	33.4	38.4	39.6	37.1	35.5	43.2	42.1	40.3A
Akdağ	33.9	39.6	44.3	39.3	31.4	32.3	41.1	34.9	32.6	35.9	42.7	37.1B
Ortalama	30.0	35.7	36.8	34.2A	25.8	28.6	31.6	28.7B	27.9C	32.2B	34.2A	
	LSD _{çesit} : 2.04 LSD _{yil} : 1.44 LSD _{doz} : 1.76 LSD _{çesit x doz} : 3.67											
VK	9.66											

Bitkide tane sayısı üzerine kükürt uygulama dozlarının, çeşitlerin ve çeşit x doz uygulama interaksiyonlarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulamasına göre kükürt uygulama dozlarının artışı ile birlikte bitkide tane sayısının da arttığı görülmektedir. Çeşitlere göre ise tane sayısına ait değerler 59.4-132.5 arasında değişim gösterirken en yüksek değerler Zülbiye çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Bitkide tane sayısına ait değerlerin istatistikî analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	105.6	130.7	136.6	124.3	94.2	100.2	109.9	101.4	99.9	115.4	123.3	112.9B
Gina	50.1	62.1	59.4	57.2	53.4	65.8	65.7	61.6	51.8	63.9	62.6	59.4C
Zülbiye	132.3	148.8	139.3	140.1	110.6	137.2	126.8	124.9	121.5	142.9	133.0	132.5A
Akdağ	96.3	102.3	113.4	104.0	111.0	114.4	136.0	120.5	103.7	108.4	124.7	112.2B
Ortalama	96.1	110.9	112.2	106.4A	92.3	104.4	109.6	102.1B	94.2B	107.7A	110.9A	
VK	LSD _{çesit} : 4.55 LSD _{yıl} : 3.15 LSD _{doz} : 3.85LSD _{çesit x doz} :8.73 6.36											

Fasulyedeki 1000 tane ağırlığı üzerine çeşitlerin, kükürt uygulamalarının ve çeşit x doz uygulamalarının etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamalara göre 1000 tane ağırlığı değerleri 387.9-423.3 g arasında değişim gösterirken en yüksek değerin 10 kg/da kükürt uygulamasından; en düşük değerin ise kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 6). Çeşitlere göre 1000 tane ağırlıkları 337.6-469.6 g arasında değişim gösterirken en yüksek değerler Zülbiye çeşidinde gözlenmiştir.

Çizelge 6. 1000 tane ağırlığına ait değerlerin istatistikî analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	326.0	357.6	363.3	349.0	321.9	332.9	323.6	326.1	323.9	345.3	343.4	337.6D
Gina	411.0	446.0	456.3	437.7	421.9	441.7	442.8	435.5	416.5	443.9	449.5	436.6B
Zülbiye	459.6	496.3	477.6	477.8	448.3	475.5	460.4	461.4	453.9	485.9	469.0	469.6A
Akdağ	375.0	388.3	438.0	400.4	339.9	385.3	424.8	383.3	357.4	386.8	431.4	391.9C
Ortalama	392.9	422.1	433.8	416.2A	383.0	408.5	412.8	401.6B	387.9B	415.5A	423.3A	
VK	LSD _{çesit} : 13.36 LSD _{yıl} : 9.44 LSD _{doz} : 11.57LSD _{çesit x doz} :29.21 4.86											

Hasat indeksi değerleri uygulama dozlarından, çeşitlerden ve çeşit x doz uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmiştir. İki yıllık verilerin ortalamasına bakıldığında kükürt uygulama dozlarına göre hasat indeksi değerlerinin % 34.4-38.1 arasında değişim gösterdiği ve en yüksek değerlere 5 kg/da S uygulamasında ulaşılırken en düşük değer ise kontrol uygulamasında bulunmuştur. Çeşitlere göre hasat indeksi değerleri % 28.0-43.8 arasında değişim gösterirken en yüksek değer Zülbiye çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Hasat indeksine ait değerlerin istatistikî analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	29.2	32.6	33.2	31.7	29.3	32.3	32.5	31.4	29.3	32.4	32.9	31.5B
Gina	26.2	28.8	30.0	28.3	26.6	28.4	28.4	27.8	26.4	28.6	29.2	28.0C
Zülbiye	42.6	46.6	42.6	43.9	41.4	48.5	41.3	43.7	42.0	47.5	41.9	43.8A
Akdağ	40.0	42.6	42.7	41.7	40.0	44.7	45.9	43.5	40.0	43.6	44.3	42.7A
Ortalama	34.5	37.6	37.1	36.4A	34.3	38.5	37.0	36.6A	34.4B	38.1A	37.1A	
VK	LSD _{çesit} : 1.45 LSD _{doz} : 1.25LSD _{çesit x doz} :5.51 5.92											

Bitki verimi üzerine kükürt uygulama dozlarının, çeşitlerin ve çeşit x doz uygulamalarının etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. İki yıllık değerlerin ortalamaları incelendiğinde bitki verimi değerlerinin 35.2-41.8 g arasında değişim gösterdiği ve en yüksek değerlerin 5 kg/da kükürt uygulamasında, en düşük değerler ise kontrol uygulamasında saptanmıştır. Çeşitlere göre bitki verim değerleri 25.0-47.3 g arasında değişim gösterirken en yüksek değerler sırasıyla Zülbiye, Akdağ, Nadide ve Gina çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Bitki verimine ait değerlerin istatistiki analiz sonuçları

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	33.6	42.9	43.6	40.0	34.0	38.1	39.3	37.1	33.8	40.5	41.4	38.6B
Gina	22.6	28.2	25.9	25.6	20.2	26.5	26.6	24.4	21.4	27.3	26.2	25.0C
Zülbiye	43.8	52.9	50.2	49.0	40.4	50.9	45.4	45.5	42.1	51.9	47.8	47.3A
Akdağ	44.6	46.3	47.9	46.2	42.7	48.9	52.8	48.1	43.6	47.6	50.4	47.2A
Ortalama	36.1	42.6	41.9	40.2A	34.3	41.1	41.0	38.8B	35.2B	41.8A	41.5A	
	LSD _{çesit} : 1.63 LSD _{yil} : 1.15 LSD _{doz} : 1.41 LSD _{çesit x doz} : 3.13											
VK	6.17											

Deneme sonucunda kükürt uygulama dozlarının, çeşitlerin ve çeşit x doz uygulamalarının verim değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol uygulaması ile kıyaslandığında diğer dozların verimi artırdığı ve en yüksek verimin 222.8 kg/da olarak 10 kg/da kükürt uygulamasında elde edildiği görülmektedir. Çeşitlere göre verim değerleri 156.7-251.2 kg/da arasında değişim gösterirken en yüksek verim Zülbiye çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Uygulamaların verim değerleri üzerine etkileri

Dozlar/ Çeşitler	2010				2011				Birleştirilmiş Yıllar			
	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.	0	5	10	Ort.
Nadide	197.3	231.7	245.3	224.8	179.3	194.3	198.0	190.5	188.3	213.0	221.7	207.7C
Gina	148.7	179.3	175.0	167.7	129.0	154.0	154.3	145.8	138.8	166.7	164.7	156.7D
Zülbiye	256.0	289.0	271.3	272.1	197.7	254.3	239.0	230.3	226.8	271.7	255.2	251.2A
Akdağ	224.0	246.0	271.3	247.1	188.0	211.7	228.0	209.2	206.0	228.8	249.7	228.2B
Ortalama	206.5	236.5	240.7	227.9A	173.5	203.6	204.8	193.9B	190.0B	220.0A	222.8A	
	LSD _{çesit} : 8.87 LSD _{yil} : 6.27 LSD _{doz} : 7.68 LSD _{çesit x doz} : 24.14											
VK	6.26											

Tartışma

İncelenen tüm parametrelerde kontrol ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Kükürt, topraktan sülfat olarak alındıktan sonra yapraklara taşınmakta ve kloroplastlarda aminoasitler ve diğer moleküllere çevrilmektedir (Juszczuk ve Ostaszewska, 2011). Kükürt eksikliğinde bitkiler yüksek seviyede kloroz göstermekte ve kloroplast ve mitokondrilerdeki fotosentez ve respirasyon olayları yavaşlamakta, bunun sonucunda asimilasyon oranı düşmektedir (Lunde ve ark., 2008; Juszczuk ve Ostaszewska, 2011). Fotosentezin etkin yapılması asimilasyonu artırarak kuru madde miktarının artmasına, aynı zamanda bakla sayısı, tohum sayısı ve ağırlığına da etki etmektedir. Yapılan diğer çalışmalarda kükürt uygulamalarının kanolada CO₂ alımı ve bağlanma hızını kontrole göre artırdığı ve bunun sonucu olarak bitki büyüme hızının kükürt uygulamalarında kontrole göre daha iyi olduğu bildirilmektedir. Sonuçta kükürt uygulamalarının bitki ağırlığı, verim ve yağ miktarı üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Jackson, 2000; Khan ve Samiullah, 2005). Benzer şekilde kükürt noksanlığına sahip topraklara 2.5 kg/da dozunda uygulanan kükürt şeker pancarının kuru madde miktarını %25 artırmış ve ayrıca pancar kalitesi üzerine olumlu etki etmiştir (Thomas ve ark., 2003). Bizim çalışmamızda elde edilen bitki ağırlığı, hasat indeksi, 1000 tane ağırlığı, bitki başına verim ve toplam verimdeki artışlar bu bildirişler tarafından desteklenmektedir.

Fasulyede yapılan hidroponik bir çalışmada fasulye bitkileri kükürt stresine maruz bırakılmışlardır. Stres altındaki bitkilerin yaprakları daha küçük ve klorozlu iken, kontrol bitkilerinin yaprakları normal gelişmiştir. Ayrıca yaş ve kuru bitki ağırlığı kontrole göre %48 azalmıştır (Juszczuk ve Ostaszewska, 2011). Benzer şekilde bizim bulgularımızda kontrol uygulamasına göre kükürt uygulamalarının bitki ağırlığını, bakla sayısını, bitkide tane sayısını,

1000 tane ağırlığını ve hasat indeksini artırdığı görülmektedir, bu durum bildirişle uyum arz etmektedir.

Kükürt uygulamaları farklı bitkilerde verim ve verim öğelerine ait parametrelerde artışlara neden olmuştur. Soya fasulyesinde kükürt uygulamalarının dal sayısı ve 1000 tane ağırlığı üzerinde etkisi önemsizken; bakla sayısını ve bitki verimini kontrole göre artırdığı bildirilmektedir. Toplam verim değerlerinin ise kükürt uygulamaları ile %13'e varan verim artışları sağladığı bildirilmiştir (Zhao ve ark.,2008). Buğdayda kükürt uygulamalarının verimi %4-50 arasında değişen oranlarda artırdığı bildirilmektedir (Zhao ve ark., 1999). Benzer şekilde İnal ve ark. (2003) kükürt uygulamalarının buğdayda verim ve verim öğelerine önemli katkı sağladığını bildirmektedirler. Mevcut çalışmada verim artışı ise kontrole göre %15-17 arasında değişim göstermiş olup; benzer şekilde dal sayısı ve 1000 tane ağırlığında da kükürt uygulamaları ile artışlar saptanmıştır.

Kükürt dozları çok düşük seviyelerde dahi bitkiler üzerinde etkinlik gösterebilmektedirler (Jackson, 2000; İnal ve ark., 2003; Weil ve Mughogho, 2000).Mevcut çalışmada fasulyede kükürt uygulamalarının verim ve verim öğelerine etkisi iki yıllık tarla denemesi ile incelenmiştir. Bitkideki bakla sayısı için tüm dozlar arasında önemli bir farklılık tespit edilirken; diğer tüm parametreler için 5kg/da ile 10 kg/da kükürt uygulamaları arasında fark bulunmamıştır. Sonuçlar düşük miktarda kükürt uygulamalarının dahi fasulye yetiştiriciliğinde verimi ve kaliteyi artırmak için faydalı olacağını ortaya koymaktadır. Verim, dal sayısı, bakla sayısı, bitkide tane sayısı ve hasat indeksi değerleri bakımından çalışmada Zülbiye ve Akdağ çeşitlerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2259-M-10 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adiputra, I.G.K., Anderson, J.W., 1992. Distribution and redistribution of sulphur taken up from nutrient solution during vegetative growth in barley. *Physiologia Plantarum*. 85:460.
- Balkaya, A., 1999. Karadeniz Bölgesindeki Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Gen Kaynaklarının Toplanması, Fenolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Taze Tüketime Uygun Tiplerin Teksel Seleksiyon Yöntemi ile Seçimi Üzerinde Araştırmalar. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun.
- Barney, P.E., Bush, L.P., 1985. Interaction of nitrate and sulfate reduction in tobacco. I. Influence of availability of nitrate and sulphate. *Journal of Plant Nutrition*. 8: 505-515.
- Gepts P., 2001. *Phaseolus vulgaris* (Beans). AcademicPress.
- Gilbert, S.M., Clarkson, D.T., Cambridge, M., Lambers, H., Hawkesford, M.J., 1997. SO₄²⁻ deprivation has an early effect on the content of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase and photosynthesis in young leaves of wheat. *Plant Physiology*. 115:1231-1239.
- Haneklaus, S., Murphy, D.P.L., Nowak, G., Schnug, E., 1995. Effects of the timing of sulphur application on grain yield and yield components of wheat. *Zeit Pflanzen Boden*. 158: 83-85.
- İnal, A., Güneş, G., Alpaslan, M., Adak, M.S., Taban, S., Eraslan, F., 2003. Diagnosis of sulfur deficiency and effects of sulfur on yield and yield components of wheat grown in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Plant Nutrition* 26: 1483-1499.

- Jackson, G.D., 2000. Effects of nitrogen and sulphur on canola yield and nutrient uptake. *Agronomy Journal*. 92:644-649.
- Juszczuk, I.M., Ostaszewska, M., 2011. Respiratory activity, energy and redox status in sulphur deficient bean plants. *Environmental and Experimental Botany*. 74: 245-254.
- Khan, N.A., Samiullah, M.M., 2005. The influence of gibberillic acid and sulfur fertilization rate on growth and S-use efficiency of mustard (*Brassica juncea*). *Plant and Soil*. 270: 269-274.
- Kopriva, S., Suter, M., Balmoos, P.V., Hesse, H., Krahenbuhl, U., Rennenberg, H., Brunold, C., 2002. Interaction of sulfate assimilation with carbon and nitrogen metabolism in *Lemna minor*. *Plant Physiology*. 130: 1406-1413.
- Lunde, C., Zygadlo, A., Simonsen, H.T., Nielsen, P.L., Blennow, A., Haldrup, A., 2008. Sulfur starvation in rice: the effect on photosynthesis, carbohydrate metabolism, and oxidative stress protective pathways. *Physiologia Plantarum*. 134: 508-521.
- Marschner, H., 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London. 466.
- Nikiforova, V.J., Kopka, J., Tolstikov, V., Fiehn, O., Hopkins, L., Hawkesford, M.J., Hesse, H., Hoefgen, R., 2005. System rebalancing of metabolism in response to sulphur deprivation, as related by metabolome analysis of Arabidopsis plants. *Plant Physiology*. 138: 304-318.
- Özdemir, S., 2002. Yemeklik Baklagiller. Hasad Yayıncılık, İstanbul. 142.
- SAS Institute., 1998. SAS/STAT users' guide release 7.0, Cary, NC, USA.
- Sexton, P.J., Batchelor, W.D., Shibles, R., 1997. Sulfur availability, Rubisco content, and photosynthetic rate of soybean. *Crop Science*. 37: 1801-1806.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. Özel Sebzecilik. Onur Grafik Matbaa ve Reklam Hizmetleri, İstanbul. 488.
- Thomas, S.G., Hocking, T.J., Bilsborrow, P.E., 2003. Effect of sulphur fertilization on the growth and metabolism of sugar beet grown on soils of differing sulphur status. *Field Crops Research*. 83: 223-235.
- Weil, R.R., Mughogho, S.K., 2000. Sulfur nutrition of maize in four regions of Malawi. *Agronomy Journal*. 92: 649-656.
- Zhao, F.J., Hawkesford, M.J., McGrath, S.P., 1999. Sulfur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *Journal of Cereal Science*. 30: 1-17.
- Zhao, Y., Xiao, X., Bi, D., Hu, F., 2008. Effects of sulfur fertilization on soybean root and leaf traits and soil microbial activity. *Journal of Plant Nutrition*. 31: 473-483.