



TR0100015

NEVŞEHİR İLİ TOPRAKLARININ BİTKİYE YARAYIŞLI KÜKÜRT MİKTARLARININ BELİRLENMESİNDE UYGULANACAK YÖNTEMLER

Sevgi ANTEP*, Naci KURUCU**, Ziya KILIÇ***

* ANAEM, Nükleer Tarım Bölümü, ** Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü

***G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Bölümü

ÖZET

Kültür bitkileri fosfora yakın yada eşdeğer sayılabilecek miktarlarda kükürde gereksinme göstermektedirler. Kükürt noksanlığının giderilmesi için pratikte yapılacak gübreleme uygulamalarının etkili ve aynı zamanda ekonomik olması bakımından ilgili bölge topraklarındaki alınabilir kükürt miktarlarının gereken hassasiyetle belirlenmesi ve bunun içinde analizlerde kullanılacak yöntemin doğru olarak seçilmesi gerekir.

Bu amaçla Nevşehir ilinde geniş yayılım gösteren Regosol ve Kahverengi büyük toprak grublarını örnekleyen pH'ları 5.13-7.76; kireç kapsamları % 0.30-35.10; organik madde kapsamları % 0.60-2.71 ve kum kapsamları % 21.70-80.70 arasında değişen 17 toprak örneği ile çalışılmıştır. Büyüme odasında tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulan denemede test bitkisi olarak Kunduru -1149 makarnalık buğday kullanılmış ve topraklara 0 ve 20 ppm düzeyinde kükürt uygulanmıştır. En uygun kimyasal yöntemin seçilmesi amacıyla kullanılacak olan "A - değeri" nin belirlenmesi için 20 ppm S uygulaması Na_2SO_4 halinde saksı başına 80 μci aktivite (2.28 μci /mg S) olarak şekilde S³⁵ ile etiketlenmiştir. Denemede normal bitki gelişmesini sağlamak için bütün topraklara KH_2PO_4 halinde 50 ppm P ve NH_4NO_3 halinde iki seferde 100 ppm N verilmiştir. Seyrelmeden 45 gün sonra toprak yüzeyinden hasat edilen bitkilerin kuru madde miktarları (g / saksı), kükürt kapsamları (%) ve total kükürt alımları (mg S / saksı) belirlenmiştir.

Deneme topraklarının yarayışlı kükürt kapsamlarını belirlemek amacıyla 6 farklı kimyasal yöntem uygulanmış olup bunlar sırasıyla 1-500 ppm P, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; 2-500 ppm P, KH_2PO_4 ; 3-% 0.15 CaCl_2 ; 4- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$; 5- 0.5 M NaHCO_3 (pH: 8.5); 6- Saf su yöntemleridir. Kimyasal yöntemlerden en uygun olanların seçilmesi amacıyla esas olarak A- değeri yöntemi standart yöntem olarak ele alınmış olup, bunun dışında aynı amaçla kullanılan biyolojik indeksler sırasıyla kükürtlü gübre verilmiş saksılarda yetiştirilen buğday bitkisinin kuru madde miktarları (g /saksı), kükürt kapsamları (%) ve kükürt alımları (mg S / saksı) 'dır. Uygulanan tüm kimyasal yöntemler ile ele alınan biyolojik indeksler (kuru madde hariç) arasında önemli düzeyde ilişkiler bulunmuştur. Sonuçların genel değerlendirilmesi, ekstraksiyon çözeltisi $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ olan Morgan yönteminin Nevşehir ili topraklarında bitkiye yarayışlı kükürt kapsamlarını belirlemek amacıyla başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

GİRİŞ

Kükürdün kültür bitkileri için mutlak gerekli bir besin maddesi olduğunun 1830 yılından beri bilinmesine karşın geçmiş yıllarda kükürde gereken ilgi gösterilmemiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi toprak ve bitkide kükürt belirlemerinde karşılaşılan güçlükler yanında çeşitli yollarla toprağa sürekli olarak kükürdün katılmasıdır. Ancak son yıllarda normal superfosfat ve amonyum sülfat gibi kükürt kapsayan gübreler yerineüre ve triple superfosfat gibi daha konsantr gübrelerin kullanılması, kükürtce zengin yakacaklar yerine fuel oil ve doğal gazın geniş ölçüde ısıtma amacı ile kullanılması; endüstri yörelerinde alınan ölemlerle SO_2 gazının atmosfere daha az karışmasının sağlanması, uygulanan modern yöntemler sonucu birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün elde etme çabaları, topraklarda kükürt noksanlığının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kükürt noksanlığının giderilmesi için pratikte yapılacak gübreleme uygulamalarının etkili ve aynı zamanda ekonomik olması bakımından önce ilgili bölge topraklarındaki alınabilir kükürt miktarının gereken hassasiyetle belirlenmesi ve bunun içinde analizlerde kullanılacak yöntemin doğru olarak seçilmesi gerekir. Kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin esası, toprakta bulunan besin maddelerini bitkilerin alma gücüne yakın bir güçle çözecek yada mübadele edecek bir çözelti ile toprağı temas ettirmek ve çözeltiyi geçen besin maddelerini kimyasal yolla belirlemektir.

Topraklarda kükürdün belirlenmesi için bugüne kadar çeşitli indeksler standart olarak ele alınarak çok sayıda yöntem geliştirilmiştir (Fox ve ark, 1964., Pal ve Motiramani, 1971., Bansal ve ark., 1983., Acquaye ve Beringer, 1989., Warman ve Sampson, 1992). Ancak doğruluk, duyarlılık, kolaylık, hızlılık gibi faktörler bakımından doyurucu ve geniş kullanım olanağı bulunan bir yöntem henüz geliştirilmemiştir.

Ülgen ve arkadaşları (1989)'nın yaptıkları araştırma sonuçlarına göre; Türkiye topraklarının % 9.84 'ünün 10 ppm'in altında kükürt içerdiklerini ve kökürtlü gübreleme gereksinime gösterdiklerini Nevşehir ili topraklarında kükürt noksanlığının en fazla yoğunlaştığı il toprakları arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmanın da amacı bu topraklarda bitkiye yararlı kükürdün belirlenmesinde uygulanabilecek en uygun kimyasal yöntem veya yöntemleri seçmektir.

MATERYAL VE METOD

Nevşehir ilinde geniş yayılım gösteren Regosol ve Kahverengi büyük toprak gruplarından 0-20 cm derinlikten 17 toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinin önemli bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek çizelge 1'de verilmiştir.

Deneme topraklarının kükürt durumlarının belirlenmesi ve bu topraklara uygulanabilecek en uygun kimyasal yöntemin seçilmesinde standart olarak kullanılacak biyolojik indekslerin saptanması amacıyla büyüme odasında (16 saat gündüz, 8 saat gece, 21°C, % 60 nem) tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak bir deneme kurumuştur. Denemede 1750 gram hava kuru toprak alan plastik saksılar kullanılmıştır. Denemede topraklara kükürt, Na₂SO₄ halinde kontrol ve 20 ppm düzeyinde uygulanmıştır. 20 ppm S uygulaması Na₂SO₄ halinde saksı başına 80 µci aktivite (2.28µci /mg S) olacak şekilde S³⁵ ile etiketlenmiştir. Ayrıca bütün saksılara normal bitki gelişmesini sağlamak amacıyla KH₂PO₄ halinde 50 ppm P ve NH₄NO₃ halinde iki seferde 100 ppm N verilmiştir. Test bitkisi olarak Kunduru-1149 makarnalık buğday yetiştirilmiş, seyretilmeden sonra her saksıda 10 bitki bırakılmıştır. Seyretilmeden 45 gün sonra toprak yüzeyinden 1 cm yükseklikten hasat edilen bitki örnekleri 70 °C 'de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. HNO₃+HClO₄ kaşınımları ile yaş yakılan bitki örneklerinde toplam kükürt Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde türbidimetrik olarak belirlenmiştir. Bitki örneklerinde radyoaktif S (³⁵S) analizleri ise Sadier ve ark., (1971) 'na göre Packard'ın 1550 Tri-carb sıvı sintilasyon sayacında belirlenmiştir.

Deneme topraklarının kükürt durumu ve bu topraklarda bitkiye yararlı kükürt kapsamlarını belirlemek amacıyla 6 farklı kimyasal yöntem uygulanmış ve kükürt Kacar (1992)'egöre türbidimetrik olarak belirlenmiş, sonuçlar çizelge 3'te verilmiştir. Uygulanan yöntemler sırasıyla : 1-500 ppm P, Ca(H₂PO₄)₂ (Fox ve ark., 1964); 2-500 ppm P, KH₂PO₄ (Fox ve ark., 1964); 3- % 0.15 CaCl₂ (Williams ve Steinberg, 1959); 4- CH₃COOH+ CH₃COONa (Chesnin ve Yien, 1950); 5- 0.5 M NaHCO₃ (Kilmer ve Neapass, 1960); 6- Saf su (Spener ve Freney, 1960) .

En uygun kimyasal yöntemlerin seçilmelerinde esas olarak izotopik seyreltme tekniğine dayanılarak Fried ve Dean (1952) tarafından geliştirilmiş bulunan "A- değeri" yöntemi ele alınmış, bunun dışında kontrol saksılarında yetiştirilen bitkilerden elde edilen kuru madde miktarları (g/saksı), kükürt kapsamı (%), ve kükürt alımları (mg S/ saksı) da biyolojik indeks olarak incelenmiştir.

Deneme verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Düzgünes (1963)'den yararlanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme topraklarının önemli bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre; tekstür bakımından topraklar "kumlu" ile "kil" arasında dağılım göstermekte, toprakların pH düzeyleri 5.13-7.76, kireç kapsamı % 0.30-35.10; toplam tuz eseri % 0.066; organik madde kapsamı % 0.60-2.71; total N kapsamı % 0.04-0.16, alınıbilir P kapsamı 2.04-8.62 kg P₂O₅/da; değişebilir K kapsamı ise 46.60-260.20 kg K₂O/ da arasında değişmektedir.

Buğday bitkisi ile büyüme odası koşullarında gerçekleştirilen saksı denemesinde kükürt gübresi uygulanan ve uygulanmayan işlemlerden elde edilen kuru madde miktarları (g/saksı), kükürt kapsamı (%), ve kükürt alımları (mg S/ saksı) ile kontrolle oranla kökürtlü gübreleme sonucu ortaya çıkan oransal artışlar çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi kökürtlü gübreleme, 17 toprakta kontrolle oranla kuru madde miktarında ortalama % 26.95; kükürt kapsamında ortalama % 106.80 ve toplam kükürt alımında ise ortalama % 172.70 'lik bir artış sağlamıştır. Kökürtlü gübrelemenin etkisiyle 17 toprağın tümünde sağlanan bu artışlar, deneme topraklarının bitkiye yararlı kükürt düzeyinin yetersiz olduğunu veya kökürtlü noksanlığının varlığını gösterir niteliktedir. Nitelik varyans analizi sonuçlarına göre

deneme topraklarının, kükürt uygulamalarının ve gerekse toprak kükürt interaksyonunun; bitkinin kuru madde miktarları (g/saksı), kükürt kapsamları (%), ve kükürt alımları (mg S/ saksı) üzerine etkileri istatistiki bakımından $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırma konusu toprakların bitkiye yararlı kükürt kapsamlarını belirlemek amacıyla uygulanan 6 kimyasal yöntem ile elde olunan sonuçlar çizelge 3'te verilmiştir. Uygulanan yöntemler arasında en fazla kükürt ekstraksiyon çözeltisi $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ olan Morgan yöntemi ile belirlenmiştir. Bunu ekstrakt çözültüleri % 0.15 CaCl_2 ve 0.5 M NaHCO_3 yöntemleri izlemiştir. Deneme topraklarında en az kükürt ekstrakt çözeltisi 500 ppm P, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ olan yöntem ile belirlenmiştir. Kükürt belirlenmesinde uygulanan değişik yöntemler ile aynı topraklarda farklı sonuçların alınmasının çeşitli nedenleri vardır. Bu nedenlerin başında yöntemlerdeki ekstraksiyon çözültülerinin farklı özelliklere sahip olması gelir. Deneme topraklarının farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olmalarında başka önemli bir konuyu oluşturmaktadır. Değişik yöntemlere göre yapılan ekstraksiyonlar sonunda elde olunan süzgeç çok az da olsa bir miktar organik madde geçmektedir (Özellikle ekstraksiyon çözeltisi 0.5 M NaHCO_3 ve saf su yöntemlerinde bu konu daha fazla gözlenmiştir (Cooper, 1968; Magnard ve ark., 1987). Süzükte kalan, gözle görülemeyen ve giderilmesi oldukça güç olan b i kolloidal bünyeli organik materyaller, toprakta kükürdün farklı miktarlarda belirlenmesine yol açmaktadır (Hesse, 1957).

Deneme topraklarında belirlenen kükürt miktarları yünden yöntemler arasındaki linear korelasyon (r) katsayıları incelendiğinde (Çizelge 6) 500 ppm P, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ yöntemi ile % 0.15 CaCl_2 arasındaki ilişki (% 5) dışında diğer yöntemler arasındaki ilişkilerin % 1 ve % 0.1 düzeyinde istatistiki yönden güvenilir derecede önemli olduğu görülmüştür. Bir başka değişik kükürt belirlenmesinde kullanılan yöntemlerle deneme topraklarında belirlenen kükürt miktarları arasında yakın bir ilişki bulunmuştur. Bu olgunun araştırmada kullanılan değişik yöntemlerle deneme topraklarında özdeş formlardaki kükürdün belirlenmiş olmasından ileri gelebilir. (Pal ve Motiramani, 1971., Hcift ve ark, 1973).

Yöntem seçiminde esas, standart olarak kabul edilen biyolojik indekslerle uygulanan kimyasal yöntemlerle elde olunan sonuçları karşılaştırmak ve standart yöntemle en fazla uygunluk gösteren yöntemi saptamaktır. Bazı araştırmacılar A- değerinin toprakların yararlı kükürt kapamlarının belirlenmesinde kullanılabilceği en uygun standart indeks olduğunu bildirmişlerdir (Nearpas ve ark., 1961; Harward ve ark., 1962; Venkateswarlu ve Subbiah, 1969., Acharyya ve Subbb ah, 1972., George ve ark., 1992). Bu nedenle bu araştırmada "A- değeri" yöntemi standart yöntem olarak ele alınmıştır. Yöntemin esası; bitkilerin gereksinim duydukları besin maddelerini toprak ve toprağa verilen gübre olmak üzere iki ayrı kaynaktan aldıkları ve aynı besin maddesinin her iki kaynaktan alınan miktarının bu kaynaklardaki alınabilir miktaryla direk olarak oranlı bulunduğudur. Bu esasın matematiksel ifadesi : $A = B(1-y)/y$ A: Toprakta bulunan ve bitki tarafından alınabilir S miktarı, ppm; B: Toprağa verilen S^{35} 'li gübre miktarı, ppm; y: Bitkiye gübreden gelen S miktarı. Bir çok araştırmacı tarafından A- değerinin verilen gübre miktarına bağlı olarak değişmediği bildirilmektedir (IAEA, 1983). Bu nedenle tek S uygulanmasında S^{35} 'li gübre kullanılmıştır. A-değeri dışında kükürt uygulanmayan saksılarda yetiştirilen buğday bitkisinin kuru madde miktarları (g/saksı), kükürt kapsamları (%), ve kükürt alımları (mg S/ saksı) değerleri de biyolojik indeks olarak ele alınmıştır. Biyolojik indekslerin kendi aralarındaki linear korelasyon katsayıları incelendiğinde A-değeri ile kuru madde arasındaki ilişki dışında diğer yöntemler arasındaki ilişkilerin % 1 ve % 0.1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 5'teki biyolojik yöntemlerle kimyasal yöntemler arasındaki korelasyon katsayıları (r) incelendiğinde sadece PO_4 çözültülerinin kuru madde ile olan ilişkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Uygulanan tüm yöntemler ile diğer biyolojik indeksler arasında istatistiksel olarak % 1 ve % 0.1 arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. En yüksek ilişki $r = 0.989^{***}$ değeri ile Morgan yöntemi ile A- değeri arasında saptanmıştır. En düşük ilişki ise $r = 0.707^{**}$ değeri ile 500 ppm P, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ yöntemi ile A- değeri arasında bulunmuştur. Elde olunan bu sonuçlar veya söz konusu yüksek düzeydeki ilişkiler, topraktaki alınabilir kükürt miktarı açısında kullanılan tüm yöntemler arasında önemli bir farkın bulunmadığını, uygulanan tüm yöntemlerin bu amaçla güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak elde edilen sonuçların genel değerlendirilmesi yapıldığı zaman ekstrakt çözeltisi $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ olan Morgan yönteminin A- değeri ile en yüksek korelasyonu vermesi, uygulamasının kolay olması, kısa sürede sonuç alınması (analizde : aş yakma yönteminin uygulanmaması) nedenleri ile deneme topraklarının bitkiye yararlı kükürt miktarlarının belirlenmeinde başarı ile kullanılabilceği kanısına varılmıştır.

Bansel ve ark., (1987) bu yöntem için bildirilen sınır değerine göre (10 ppm) deneme topraklarının %58.80'inde kükürt noksanlığı söz konusudur.

KAYNAKLAR

- Acharyya, N., Subbiah, B.V. 1972: *Ind. J. Agric. Sci.* 42:1016-1019.
- Açquaye, D.K., Beringer, H. 1989: *Plant and Soil*. 113:205-211.
- Bansal, K.N., Motiramani, D.P., Pal, A.R. 1983: *Plant and Soil*. 1983:70:133-146.
- Bansal, K.N., Pal, A.R. 1987: *Plant and Soil*. 98:331-336.
- Chesnin, L., Yien, C.H. 1950: *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 215:149-151
- Cooper, M. 1968: *Tran. 9 th. Int. Cong. Soil Sci.* II:263-271.
- Düzgüneş, O. 1963: *Bilimsel araştırmalarda istatistik prensipleri ve metodları*. E.Ü.Z.F. Yayınları, İzmir.
- Fox, R.L., Olson, R.A., Rhoades, H.F. 1964: *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 28:243-246.
- Fried, M., Dean, L.A. 1952: *Soil Sci.* 73:263-271.
- George, S., Ashokan, P.K., Wahid, P. A. 1992: *Field Crops Research*. 28:335-344.
- Harward, M.E., Chao, t. t., Fang, S.C. 1962: *Agr. Jour.*, 54:101-106.
- Hesse, P.R. 1957: *The Analyst*, 82:110-112.
- Hoef, R.G., Walsh, L.M., Keeney, P.R. 1973: *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 37:401-404.
- IAEA, 1983: *IAEA - TEC DOC- 288*, Vienna
- Kacar, B. 1972: *Bitki analizleri*. A.Ü. Z.F. Yayınları, 453. Ankara.
- Kacar, B. 1992: *Toprak analizleri*. A.Ü.Z.F. Vakıf yayımları:3. Ankara.
- Kilmer, V. J., Nearpass, D. C. 1960: *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 24: 337-339.
- Pal, A.R., Motiramani, D.P. 1971: *Indian Soc. of Soil Sci.* 1:297-307.
- Magnard, D.G., Kalra, Y.P., Radford, F.G. 1987: *Soil Sci. Amer. J.*, 51:801-806.
- Nearpas, D.C., Fried, M., Kilmer, V.S. 1961. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 25:287-289.
- Sadler, J.M., Bettany, J.R., Stewart, J.W.B. 1971: *Can. Jour. Soil. Sci.* 51:308-309.
- Spencer, K., Freney, A. 1960: *Aust. Jour. Agr. Research*, II:948-959.
- Ülgen, N., Eyübođlu, F., Kurucu, N. 1989: *Toprak Gübre Arař. Enst. Yayın No*:162.
- Venkateswari, J., Subbiah, B. V. 1969: *Jour. Ind. Soc. Soil Sci.* 17:155-159.
- Warman, P.R., Sampon, H.G. 1992: *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 23:793-803.
- Williams, C.H. Steinberg, A. 1959: *Aust. J. Agric. Res.* 10: 340-352.

Çizelge 1. Deneme topraklarının önemli bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Toprak No | Bünye sınıfı | pH | Kireç % | Toplam tuz, % | Organik madde, % | Total N % | Alınabilir besin maddeleri | |
|-----------|--------------|------|---------|---------------|------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | P ₂ O ₅ , kg/da | K ₂ O, kg/da |
| 1 | SL | 5.35 | 0.50 | 0.058 | 1.12 | 0.08 | 6.14 | 169.10 |
| 2 | SL | 6.44 | 0.60 | 0.052 | 0.72 | 0.06 | 7.54 | 92.10 |
| 3 | LS | 7.41 | 0.40 | Eseri | 0.89 | 0.06 | 5.92 | 130.10 |
| 4 | S | 5.13 | 0.50 | Eseri | 0.60 | 0.05 | 2.91 | 49.90 |
| 5 | LS | 7.37 | 3.90 | 0.055 | 0.75 | 0.06 | 3.45 | 90.00 |
| 6 | CL | 7.64 | 29.90 | 0.045 | 1.97 | 0.13 | 5.06 | 90.00 |
| 7 | L | 7.67 | 29.20 | 0.048 | 1.65 | 0.11 | 4.09 | 116.00 |
| 8 | L | 7.70 | 28.10 | 0.038 | 2.26 | 0.12 | 6.14 | 92.10 |
| 9 | C | 7.76 | 16.70 | 0.041 | 2.71 | 0.16 | 4.31 | 157.20 |
| 10 | C | 7.60 | 12.00 | 0.066 | 1.77 | 0.10 | 2.37 | 130.10 |
| 11 | L | 7.70 | 35.10 | 0.040 | 1.07 | 0.06 | 3.23 | 55.30 |
| 12 | SL | 7.36 | 0.80 | Eseri | 0.64 | 0.04 | 2.04 | 86.60 |
| 13 | SL | 6.32 | 0.30 | Eseri | 1.22 | 0.07 | 4.20 | 112.70 |
| 14 | SL | 5.46 | 0.50 | 0.037 | 1.33 | 0.09 | 7.32 | 92.10 |
| 15 | SL | 7.45 | 2.50 | 0.042 | 1.81 | 0.11 | 8.62 | 260.20 |
| 16 | LS | 5.44 | 0.70 | Eseri | 0.61 | 0.04 | 4.42 | 53.10 |
| 17 | SL | 6.42 | 0.70 | Eseri | 0.67 | 0.04 | 3.88 | 46.60 |

Çizelge 2. Deneme topraklarına uygulanan kükürtlü gübrenin büyüme odası koşullarında yetiştirilen buğday bitkisinin kuru madde (g /saksı), kükürt kapsamı (%) ve kükürt alımı (mgS/saksı) üzerine etkisi

| Toprak No | Kuru madde (g/saksı) | | | Kükürt kapsamı (%S) | | | Kükürt alımı (mgS/saksı) | | |
|-----------|----------------------|----------------|---------|---------------------|----------------|---------|--------------------------|----------------|---------|
| | S ₀ | S ₁ | % artış | S ₀ | S ₁ | % artış | S ₀ | S ₁ | % artış |
| 1 | 5.45 | 5.53 | 1.47 | 0.533 | 0.775 | 45.40 | 29.52 | 42.83 | 45.09 |
| 2 | 4.99 | 5.01 | 0.40 | 0.526 | 0.549 | 4.37 | 26.30 | 27.56 | 4.79 |
| 3 | 3.57 | 4.32 | 21.01 | 0.303 | 0.513 | 69.31 | 10.81 | 22.09 | 104.35 |
| 4 | 2.89 | 4.03 | 39.45 | 0.281 | 0.567 | 101.78 | 8.15 | 22.89 | 181.20 |
| 5 | 3.97 | 4.36 | 9.82 | 0.789 | 0.835 | 5.83 | 31.13 | 36.39 | 16.90 |
| 6 | 3.25 | 4.23 | 30.15 | 0.167 | 0.405 | 142.51 | 5.45 | 17.30 | 217.37 |
| 7 | 3.54 | 4.85 | 37.01 | 0.170 | 0.421 | 147.65 | 6.03 | 20.30 | 236.65 |
| 8 | 3.99 | 4.46 | 11.78 | 0.247 | 0.421 | 70.44 | 9.85 | 18.72 | 90.05 |
| 9 | 3.73 | 3.95 | 5.90 | 0.197 | 0.435 | 120.81 | 7.34 | 17.20 | 134.33 |
| 10 | 3.11 | 4.65 | 49.52 | 0.165 | 0.405 | 145.45 | 5.12 | 18.80 | 267.19 |
| 11 | 2.02 | 4.18 | 106.93 | 0.178 | 0.414 | 132.58 | 3.60 | 17.27 | 379.72 |
| 12 | 3.05 | 5.21 | 70.82 | 0.163 | 0.497 | 204.91 | 4.97 | 25.87 | 420.52 |
| 13 | 3.91 | 4.35 | 11.25 | 0.243 | 0.536 | 120.58 | 9.52 | 23.40 | 145.80 |
| 14 | 6.27 | 6.72 | 7.18 | 0.478 | 0.584 | 22.18 | 29.96 | 39.23 | 30.94 |
| 15 | 4.19 | 4.35 | 3.82 | 0.279 | 0.611 | 118.99 | 11.71 | 26.54 | 126.64 |
| 16 | 3.03 | 4.47 | 47.52 | 0.182 | 0.614 | 237.36 | 5.51 | 27.48 | 398.73 |
| 17 | 4.85 | 5.05 | 4.12 | 0.258 | 0.582 | 125.58 | 12.47 | 29.38 | 135.61 |

Çizelge 3. Deneme topraklarında kimyasal yöntemler ile elde edilen sonuçlar.ppm

| Toprak No | 500 ppm P | 500 ppm P | % 0.15 | CH ₃ COOH+ | 0.5 M | Saf su |
|-----------|--|---------------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|--------|
| | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | KH ₂ PO ₄ | CaCl ₂ | CH ₃ COONa | NaHCO ₃ | |
| 1 | 61.06 | 65.43 | 57.35 | 127.51 | 59.29 | 34.22 |
| 2 | 59.89 | 59.13 | 42.89 | 152.40 | 57.65 | 32.45 |
| 3 | 2.98 | 3.33 | 2.36 | 5.05 | 19.67 | 13.70 |
| 4 | 4.93 | 4.58 | 4.02 | 5.60 | 15.01 | 7.06 |
| 5 | 48.18 | 63.86 | 381.96 | 541.25 | 141.27 | 133.48 |
| 6 | 3.66 | 4.17 | 2.36 | 2.37 | 15.24 | 19.70 |
| 7 | 6.79 | 8.61 | 6.71 | 24.07 | 9.69 | 19.37 |
| 8 | 3.86 | 3.91 | 3.51 | 12.20 | 17.45 | 21.62 |
| 9 | 2.74 | 9.57 | 10.81 | 8.27 | 19.89 | 5.02 |
| 10 | 7.74 | 3.45 | 7.84 | 6.58 | 26.98 | 14.72 |
| 11 | 1.72 | 3.13 | 5.81 | 2.43 | 7.03 | 7.14 |
| 12 | 1.15 | 6.25 | 7.01 | 4.17 | 24.32 | 2.57 |
| 13 | 2.70 | 4.23 | 5.34 | 5.80 | 22.33 | 19.91 |
| 14 | 26.52 | 23.37 | 22.76 | 56.10 | 37.12 | 18.29 |
| 15 | 7.76 | 5.40 | 3.03 | 15.74 | 32.75 | 16.45 |
| 16 | 7.20 | 6.73 | 7.82 | 3.17 | 28.31 | 3.84 |
| 17 | 5.72 | 5.49 | 8.40 | 9.84 | 28.98 | 11.75 |

Çizelge 4. Kimyasal yöntemlerin seçilmelerinde kullanılan biyolojik yöntemler ile elde edilen sonuçlar

| Toprak No | A-değeri ppm | S ₀ düzeyinde yetiştirilen buğday bitkisinde | | |
|-----------|--------------|---|------------------|------------------------|
| | | Kuru madde g/sakı | Kükürt kapsamı % | Kükürt alımı mg S/sakı |
| 1 | 59.56 | 5.45 | 0.533 | 29.52 |
| 2 | 48.75 | 4.99 | 0.526 | 26.30 |
| 3 | 9.70 | 3.57 | 0.303 | 10.81 |
| 4 | 4.52 | 2.89 | 0.281 | 8.15 |
| 5 | 192.55 | 3.97 | 0.789 | 31.13 |
| 6 | 4.98 | 3.25 | 0.167 | 5.45 |
| 7 | 3.94 | 3.54 | 0.170 | 6.03 |
| 8 | 9.55 | 3.99 | 0.247 | 9.85 |
| 9 | 9.15 | 3.73 | 0.197 | 7.34 |
| 10 | 2.05 | 3.11 | 0.165 | 5.12 |
| 11 | 3.40 | 2.02 | 0.178 | 3.60 |
| 12 | 3.45 | 3.05 | 0.163 | 4.97 |
| 13 | 9.29 | 3.91 | 0.243 | 9.52 |
| 14 | 43.23 | 6.27 | 0.478 | 29.96 |
| 15 | 13.86 | 4.19 | 0.279 | 11.71 |
| 16 | 5.22 | 3.03 | 0.182 | 5.51 |
| 17 | 15.53 | 4.85 | 0.258 | 12.47 |

Çizelge 5. Deneme topraklarına uygulanan çeşitli kimyasal yöntemler ile biyolojik yöntemler arasındaki linear korelasyon katsayıları (r)

| Kimyasal yöntemler | Biyolojik yöntemler | | | |
|--|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| | A değeri (ppm) | Kuru madde (g/saksı) | Kükürt kapsamı (%) | Kükürt alımı (mgS/saksı) |
| 500pm P | 0.707** | 0.616** | 0.865*** | 0.892*** |
| Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | | | | |
| 500 ppm P | 0.795*** | 0.549* | 0.895*** | 0.880*** |
| KH ₂ PO ₄ | | | | |
| % 0.15 | 0.972*** | 0.132 ö.d | 0.803*** | 0.600** |
| CaCl ₂ | | | | |
| CH ₃ COOH+ | 0.989*** | 0.245 ö.d | 0.878*** | 0.707** |
| CH ₃ COONa | | | | |
| 0.5 M | 0.977*** | 0.360 ö.d | 0.903*** | 0.768*** |
| NaHCO ₃ | | | | |
| Saf su | 0.967*** | 0.213 ö.d | 0.828*** | 0.647** |

*. P ≤ 0.05 **, P ≤ 0.01 ***, P ≤ 0.001 ö.d: Önemli değil

Çizelge 6. Deneme topraklarına uygulanan kimyasal yöntemlerin kendi aralarındaki linear korelasyon katsayıları (r)

| Kimyasal yöntemler | 500pm P Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | 500 ppm P KH ₂ PO ₄ | % 0.15 CaCl ₂ | CH ₃ COOH+ CH ₃ COONa | 0.5 M NaHCO ₃ | Saf su |
|--|---|--|-----------------------------|--|-----------------------------|----------|
| 500pm P | - | 0.964*** | 0.556* | 0.692** | 0.717** | 0.606** |
| Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | | | | | | |
| 500 ppm P | | | 0.671** | 0.786*** | 0.694** | 0.702** |
| KH ₂ PO ₄ | | | | | | |
| % 0.15 | | | | 0.982*** | 0.909*** | 0.975*** |
| CaCl ₂ | | | | | | |
| CH ₃ COOH+ | | | | | 0.972*** | 0.977*** |
| CH ₃ COONa | | | | | | |
| 0.5 M | | | | | | 0.935*** |
| NaHCO ₃ | | | | | | |
| Saf su | | | | | | |

*. P ≤ 0.05 **, P ≤ 0.01 ***, P ≤ 0.001