

Farklı Azolla (*Azolla mexicana*) Düzeylerinin Kimi Toprak Özellikleri ve Roka (*Eruca sativa*) Verimi Üzerine Etkileri

Sezai DELİBACAK¹ Dursun EŞİYOK² Bülent OKUR³
Bülent YAĞMUR⁴ Mithat N. GEVREK⁵

Summary

Effects of Azolla (*Azolla mexicana*) Levels on The Some Properties of Soil and Rocket (*Eruca sativa*) Yield

Addition of organic materials having different origins to the soil has been one of the most common rehabilitation practices to improve soil properties. In this research, effects of different levels of dry azolla on the some soil properties and rocket yield were investigated.

Different levels of dry azolla (0, 2, 4, 6 ve 8 t/da) were incorporated into 10 cm soil (Typic xerofluent, loam texture) depth. The experiment was designed according to randomized blocks with three replications.

Increasing levels of azolla significantly increased aggregation percentage, structure stability index, porosity, field capacity, wilting point, available water and organic matter, but decreased nonaggregated silt+clay, bulk density, particle density and pH. The highest yields of rocket were obtained by the application of 6 t/da azolla in 1st and 2nd and total harvest. It was followed by 8 t/da, 4 t/da, 2 t/da azolla levels and control, respectively.

Key words: Azolla, soil properties, rocket, organic matter

Giriş

Ülkemiz topraklarının organik madde içerikleri genel olarak yeterli düzeyde değildir. Özellikle ahır gübresi olmak üzere, değişik organik materyalleri toprağa ilave ederek toprak özellikleri

¹ Yar.Doç.Dr., Ege Üniv. Zir. Fak. Toprak Bölümü 35100 Bornova İzmir
E-mail: sezai.delibacak@ege.edu.tr

² Prof. Dr., Ege Üniv. Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü 35100 Bornova İzmir

³ Prof. Dr., Ege Üniv. Zir. Fak. Toprak Bölümü 35100 Bornova İzmir

⁴ Yar.Doç.Dr., Ege Üniv. Zir. Fak. Toprak Bölümü 35100 Bornova İzmir

⁵ Yar.Doç.Dr., Ege Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Bölümü 35100 Bornova İzmir

iyileştirilmeye (özellikle fiziksel özellikleri), toprağın organik maddesi ve verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır. Çiftlik gübresinin yeterince bulunamaması ve pahalı oluşu, organik madde kaynağı ve toprak düzenleyici olarak başka materyallerin kullanımı üzerine araştırmaların yapılmasına neden olmuştur (Kütük ve ark. 1995; Okur ve Delibacak, 1996).

Genel olarak verimli topraklar, göreceli olarak yüksek strüktür stabilite indeksine ve yüzdesine sahiptirler. Organik madde ilavesi ile toprakta agregat oluşumunun iyileştirilmesi, tohumun çimlenmesi, bitki kökleri ve filizlerinin büyümesi ile gelişmesi üzerine olumlu katkıda bulunulur (Van Noordwijk ve ark. 1993).

Organik materyallerin toprak düzenleyicisi olarak yaygın kullanım alanları seralar ve sebze yetiştirilen alanlardır. Toprağa ilave edilen organik materyaller, toprak mikroorganizmalarının gelişimini hızlandırmakta ve agregatlaşmayı artırmaktadırlar (Demiralay, 1982). Toprak strüktüründeki iyileşme; toprağın havalanması, su hareketi ve bitki kök gelişimi üzerine olumlu etki yapmaktadır.

Denemede, toprak düzenleyici ve organik madde kaynağı olarak kuru azolla kullanılmıştır. Azolla (*Azolla anabaena*) *Salviniaceae* familyasında yer alan sucul bir eğrelti otudur. Çeltik tarlalarına aşılandığında su yüzeyini kaplamakta, ilk ve sonbaharda yaş ağırlık 5-7 gün içinde iki katına çıkmaktadır (Lumpkin ve Plucknett, 1982; Gevrek, 1994). Eğrelti (*Azolla anabaena*) ile simbiyoz yaşayan mavi-yeşil algler (*Anabaena azollae*) atmosferdeki serbest azotu tutmakta (Roger ve Kulasooriya 1980; Watanabe, 1985), toprak için biyolojik azot kaynağı olmakta, toprağa karıştırılmasıyla da toprağın organik madde içeriğini artırmaktadır (Wilbur ve Watanabe, 1990; Gevrek ve Yağmur, 1996).

Azollanın kimyasal gübreye seçenek olarak yeşil gübre bitkisi olarak kullanılmasının yanında, kurutulmuş olarak tahıllara ve sebze bahçelerine kompost olarak verilmesi de yaygındır. Yeşil gübre olarak kullanımının yaygın olduğu ülkeler Çin, Vietnam, Hindistan, Filipinler ve Meksika'dır (Khan, 1983).

Bu araştırmada, kuru azollanın (*Azolla mexicana*) farklı düzeyleri toprağa karıştırılarak roka bitkisi yetiştirildi ve azolla uygulamasının, roka verimi ve toprak özellikleri üzerine etkisi saptanmaya çalışıldı.

Materyal ve Yöntem

Deneme, E.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme tarlasında kurulmuştur. Denemenin kurulduğu toprağın (Typicxerofluvent-tın bünyeli) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1' de; denemede kullanılan kuru azollanın kimi özellikleri de Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme toprağının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tane irilik dağılımı (%)			Bünye	pH (doygun çamurda)	Kireç (%)	Suda çöz. top.tuz (%)	Organik mad. (%)
Kum	Mil	Kil					
45.60	31.28	23.12	Tın	7.44	3.45	0.079	1.86

Çizelge 2. Denemede kullanılan kuru azollanın kimi özellikleri

pH (1:10 saf su)	Suda çöz. top.tuz (%)	Organik mad. (%)	Organik C (%)	Toplam N (%)	C/N
6.54	2.20	81.49	47.27	3.92	12.05

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Toprağın 10 cm derinliğine kadar farklı parsellere 2, 4, 6, 8 t/da kuru azolla (*Azolla mexicana*) karıştırıldı. Deneme 3 tekrarlamalı olarak oluşturuldu. Deneme konuları sırasıyla; 1)Tanık (deneme toprağı), 2) 2 t/da kuru azolla, 3) 4 t/da kuru azolla, 4) 6 t/da kuru azolla, 5) 8 t/da kuru azolla şeklinde oluşturulmuştur. Temel gübre olarak 5 kg/da N; 2 kg/da P₂O₅; 1,5 kg/da K₂O verilmiştir.

Roka tohumları 1-2 cm derinliğe 2 g/m² olarak 1 m²'lik parsellere ekilmiştir (03.10.2001). Ekimden sonra sulanan parsellerde ilk roka hasadı 07.11.2001 tarihinde; 2.hasat ise hava sıcaklığının düşüklüğü ve yağışlar nedeniyle 23.01.2002 tarihinde yapılmıştır. Deneme parsellerinden elde edilen pazarlanabilir roka ürünlerinin taze ağırlıkları saptanmıştır. Oluşturulan deneme konularından hasat sonrası alınan toprak örneklerinde bünye (Bouyoucos, 1962); hacim ağırlık (Black, 1965); özgül ağırlık, porozite (toplam boşluk), tarla kapasitesi, solma noktası, yararlı su, toplam mil+kil, bağlanmamış (bağlayıcı-çimentolayıcı maddelerle bağlanarak agregat oluşturmamış) mil+kil, strüktür stabilite indeksi (SSİ), agregasyon yüzdesi (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954); organik madde (Rauterberg ve Kremkus, 1951); suda çözünebilir toplam tuz (U.S. Soil Survey Staff, 1951); CaCO₃ (Schlichting ve Blume, 1966); pH (Jackson, 1967) analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler Tarist İstatistik Programı kullanılarak değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark. 1993).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

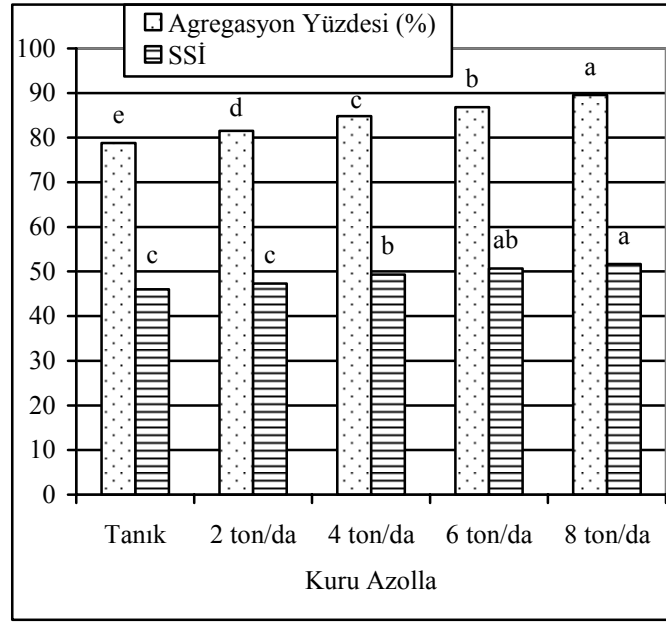
Farklı kuru azolla dozlarının uygulandığı (0, 2, 4, 6, 8 t/da azolla) parsellerden hasatlar sonrası alınan toprak örneklerinin analizlerinden elde edilen veriler ile pazarlanabilir roka verimleri, istatistiksel analiz sonuçları ile birlikte Şekil 1, 2, 3, 4, 5’de verildi. Farklı dozlardaki azolla uygulamalarında ve tanıkda agregasyon yüzdesi 89.53-78.80; toplam mil+kil % 57.71-58.37; bağlanmamış mil+kil % 6.04-12.37; stürüktür stabilite indeksi-suya dayanıklı agregatların göstergesi-(SSİ) % 46.00-51.67; hacim ağırlık 1.25-1.53 g/cm³; özgül ağırlık 2.37-2.58 g/cm³; toplam boşluk (porozite) % 40.75-47.47; tarla kapasitesi % 21.69-26.37; solma noktası % 13.30-15.11; yararlı su % 8.39-11.26; organik madde % 2.07-4.13; suda çözünebilir toplam tuz % 0.078-0.081; CaCO₃ % 3.64-3.88; pH 7.44-7.50; 1. hasatda pazarlanabilir roka 1817-2567 kg/da; 2. hasatda pazarlanabilir roka 1050-1717 kg/da; toplam ürün 2867-4283 kg/da arasında değişim göstermektedir.

Suya dayanıklı agregatların yüzdesi olarak da ifade edilen agregasyon yüzdesi değeri, organik madde kaynağı olarak toprağa uygulanan en yüksek doz olan 8 t/da azolla konulu parselde en yüksek (% 89.53); azolla uygulanmayan tanık parselde ise en düşük (% 78.80) düzeyde saptanmıştır. Artan azolla dozları agregasyon yüzdesi değerini istatistiksel olarak % 1 önem düzeyinde artırmıştır (Şekil 1).

Toprağa ilave edilen organik maddece zengin materyallerin, topraktaki suya dayanıklı agregat niceliğini artırdığı birçok araştırıcı tarafından bildirilmektedir. Organik maddenin C/N oranına bağlı olarak ayrışma süresi ve yapısı da suya dayanıklı agregatlar üzerine farklı etki yapabilmektedir (Pikul ve Allmaras, 1986; Bahtiyar, 1991; Özdemir, 1991; Canbolat ve Demiralay, 1995).

Farklı azolla dozlarının toplam mil+kil değerleri üzerine etkisinin olmadığı istatistiksel analiz sonucunda da görülmektedir. Bağlanmamış, başka anlatımla, teksel durumdaki mil+kil değerleri ile azolla dozları arasında % 1 düzeyde çok önemli farklılıklar saptanmıştır. Bağlanmamış mil+kil değeri en yüksek tanık parselde (%12.37) saptanırken, azolla dozlarının artışına koşut olarak diğer parsellerde azalmıştır. En düşük değer, en yüksek azolla dozu (8 t/da azolla) uygulanan parselde belirlenmiştir. Bağlanmamış mil+kil değerinin azalması, agregat halini almamış teksel durumdaki mil+kil niceliğinin azaldığını, bir başka deyişle agregatlaşmanın arttığını gösterir.

Suya dayanıklı agregatların göstergesi olan stürüktür stabilite indeksi (SSİ) değeri de artan azolla dozlarına koşut olarak artmış ve en yüksek değer (% 51.67) 8 t/da azolla uygulanan parselde saptanırken, en düşük değer (% 46.00) tanık parselde saptanmıştır. İstatistiksel olarak da uygulamalar arasında % 1 düzeyde önemli farklar bulunmuştur (Şekil 1).

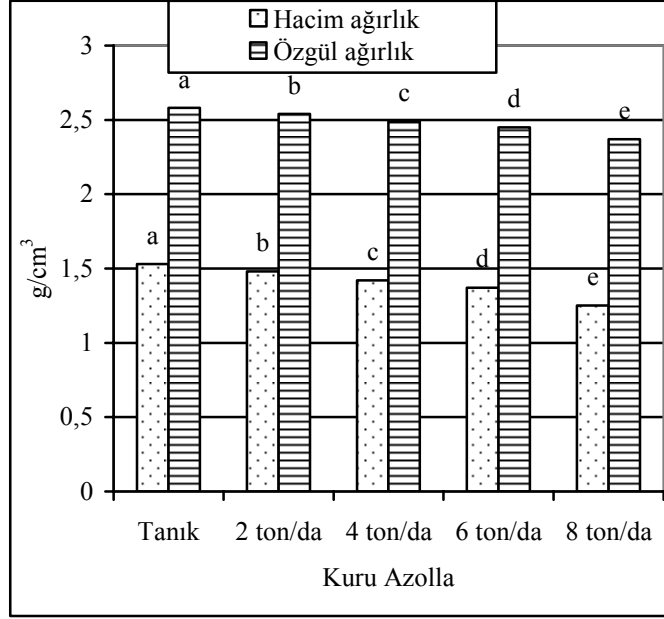


Şekil 1. Farklı azolla dozlarının toprağın agregasyon yüzdesi ve stürüktür stabilite indeksi üzerine etkisi. Aynı toprak özelliğinde tekrarların ortalama değerleri için aynı harfler uygulamalar arasında önemli fark olmadığını gösterir ($P \leq 0.01$).

Toprakların gözenekli ağırlığını ifade eden hacim ağırlık değerleri, organik maddenin artışına koşut olarak gözenek niceliğinin artmasıyla düşüş gösterirler. Azolla dozlarının artışı da hacim ağırlık değerlerini düşürmüştür; tanık parselde 1.53 g/cm^3 ile en yüksek olan hacim ağırlık değeri, 8 t/da azolla içeren parselde 1.25 g/cm^3 olarak en düşük değerde belirlenmiştir. LSD testi sonucunda da uygulamalar arasında % 1 düzeyde önemli fark bulunmuştur (Şekil 2). Yapılan araştırmalar, toprağa ilave edilen organik materyallerin, toprağın organik madde içeriğini yükseltirken, hacim ağırlığını düşürdüğünü göstermektedir (Aggelides ve Londra. 2000; Delibacak ve ark. 2000; Çelik ve ark. 2004).

Toprağın tane yoğunluğu ya da gözeneksiz ağırlığı olan özgül ağırlık değeri, artan azolla dozlarıyla birlikte düşmüştür. En yüksek

değer 2.58 g/cm³ ile tanıkda, en düşük değer 2.37 g/cm³ ile en yüksek azolla dozunu içeren parselde bulunmuştur. İstatistiksel olarak da azolla dozlarının özgül ağırlık üzerine % 1 düzeyde önemli fark yarattığı belirlenmiştir (Şekil 2). Organik madde kaynağı olarak toprağa ilave edilen azolla, göreceli olarak mineral kökenli taneciklerin niceliğini azaltması nedeniyle, özgül ağırlık değerinde düşüşe neden olmuştur.



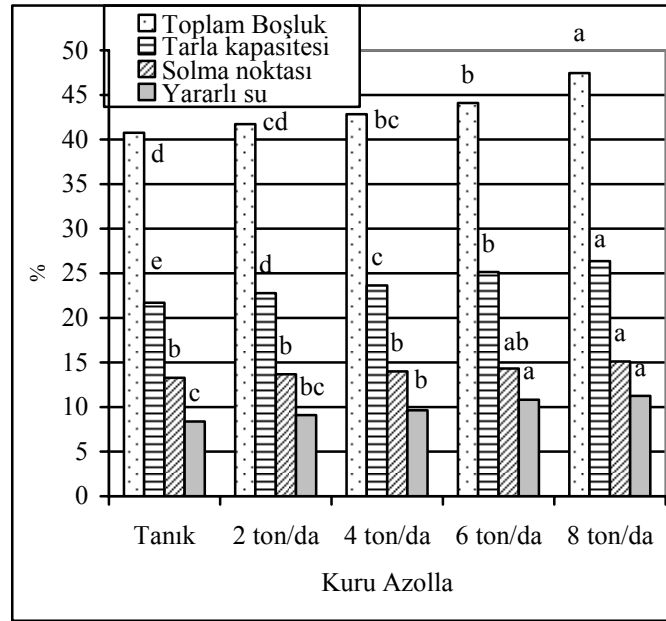
Şekil 2 Farklı azolla dozlarının toprağın hacim ağırlık ve özgül ağırlık üzerine etkisi. Aynı toprak özelliğinde tekrarların ortalama değerleri için aynı harfler uygulamalar arasında önemli fark olmadığını gösterir ($P \leq 0.01$).

Tanıkda % 40.75 olan toplam boşluk, en yüksek azolla dozunda % 47.47'e yükselmiştir. Toplam boşluk (porozite), artan azolla dozlarına koşut olarak artmış; istatistiksel olarak da azolla dozlarının bu artışta % 1 düzeyde önemli farklılıklar yarattığı saptanmıştır (Şekil 3). Marinari ve ark.(2000), uygulanan organik maddenin ve kompostun düzeyine bağlı olarak toprağın toplam boşluk niceliğinin arttığını bildirmektedirler.

Azolla dozlarının artışı ile birlikte toprağın tarla kapasitesinde tuttuğu su niceliği artmış; istatistiksel olarak tanık ve her uygulama dozu ayrı grup içerisinde yer almıştır. En düşük değer (% 21.69) tanıkda saptanırken, en yüksek değer (% 26.37) 8 t/da azolla uygulanan parsellerde belirlenmiştir (Şekil 3). Nyamangara ve ark. (2001), ahır gübresinin toprağın su tutma niceliğini artırdığını yaptıkları çalışmada belirtmektedirler. Toprakta 15 atmosfer basınç altında tutulan su olan

solma noktası değerleri tanıkta en düşük (% 13.30), en yüksek azolla dozunda (8 t/da) ise en yüksek (% 15.11) değer olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak tanık ve uygulamalar arasında % 1 düzeyde önemli fark elde edilmiş ve 6 ve 8 t/da azolla uygulamalarında elde edilen solma noktası değerleri ayrı ayrı gruplarda yer alırken, diğer uygulamalar aynı grup içerisinde yer almıştır (Şekil 3).

Toprakta tarla kapasitesi ve solma noktası arasında tutulan yararlı su değerleri ile tanık ve uygulama dozları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyde çok önemli fark saptanmıştır (Şekil 3). En yüksek yararlı su değeri en yüksek azolla dozu (8 t/da) uygulanan parsellerde belirlenirken, en düşük tanık parsellerinde belirlenmiştir. Çelik ve ark. (2004) da, kompost ve ahır gübresi uygulamalarının, mineral gübre uygulamalarına göre toprağın tarla kapasitesi ve yararlı su niceliğini önemli şekilde artırdığını belirtmektedirler. Bir başka çalışmada da sığır gübresi uygulamalarının toprağın su tutma kapasitesini artırdığı bildirilmektedir (Nyamangara ve ark. 2001).

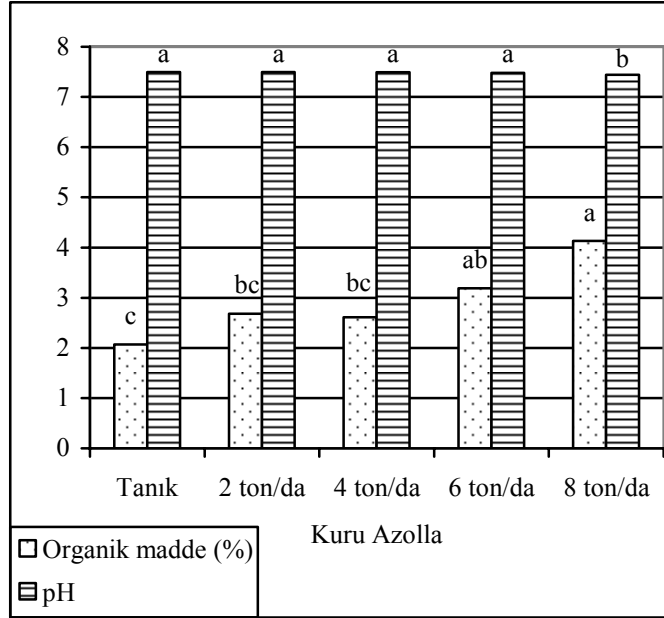


Şekil 3 Farklı azolla dozlarının toprağın toplam boşluk, tarla kapasitesi, solma noktası ve yararlı su üzerine etkisi. Aynı toprak özelliğinde tekrarların ortalama değerleri için aynı harfler uygulamalar arasında önemli fark olmadığını gösterir. ($P \leq 0.01$)

Artan dozdaki azolla uygulamalarına bağlı olarak topraktaki organik madde artmış; en yüksek dozda % 4.13 olurken, tanık parselde % 2.07 olarak belirlenmiştir. Tanık ve uygulamalar arasındaki fark

istatistiksel olarak % 1 düzeyde önemli olarak saptanmış, tanık ve uygulamaların her biri ayrı gruplar içerisinde yer almıştır (Şekil 4). Genel olarak, ürün yetiştirilen topraklara ürün artıkları, ahır gübresi, torf, orman altında biriken yapraklar ve organik atıklardan elde edilen kompost ilavesi, bu toprakların organik madde içeriğini artırırken, aynı zamanda toprak fiziksel özelliklerini de düzeltir (Stratton ve ark. 1995).

Toprak pH'sı üzerine uygulamaların istatistiksel olarak % 5 düzeyde önemli fark yarattığı belirlenmiştir. Tanık ve artan dozlarda azolla uygulanan parsellerde (2-4-6-8 t/da azolla) pH değerleri sırasıyla 7.50, 7.50 7.49, 7.48 ve 7.44 olarak bulunmuştur. En yüksek azolla dozu ayrı grupta yer alırken, tanık ve diğer azolla dozları aynı grup içerisinde yer almıştır (Şekil 4).

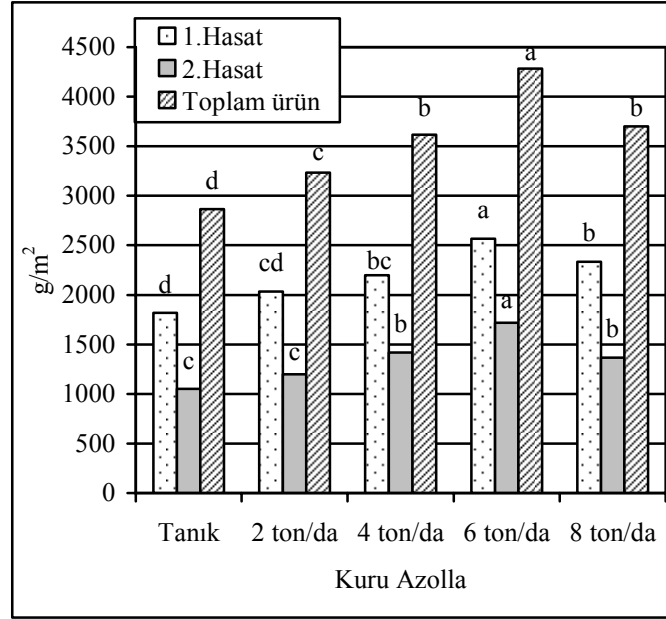


Şekil 4 Farklı azolla dozlarının toprağın organik madde ve pH'sı üzerine etkisi. Aynı toprak özelliğinde tekrarların ortalama değerleri için aynı harfler uygulamalar arasında önemli fark olmadığını gösterir (organik madde için $P \leq 0.01$; pH için $P \leq 0.05$).

Toprağa uygulanan azolla dozları ile suda çözünebilir toplam tuz ve kireç değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark saptanmamıştır.

Tanık ve farklı azolla dozları uygulanan parsellerdeki rokanın 1. hasadından elde edilen (pazarlanabilir yeşil roka) en yüksek ürün (2567 kg/da) 6 t/da azolla uygulanan parsellerden elde edilirken, en

düşük ürün (1817 kg/da) tanık parsellerinden elde edilmiştir. Tanık ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak % 1 düzeyde önemli fark olduğu saptanırken, tanık ve uygulamaların her biri farklı grup içerisinde yer almıştır (Şekil 5). Rokanın 2. hasadında en yüksek ürün (1717 kg/da) yine 6 t/da düzeyinde azolla uygulanan parsellerde belirlenirken, en düşük ürün (1050 kg/da) tanık parsellerde bulundu. İstatistiksel olarak da 2. hasatda elde edilen ürün ile uygulamalar arasında % 1 düzeyde çok önemli fark belirlendi. İkinci hasatda genel olarak verimin azaldığı gözlemlendi. Bunun nedeni, rokanın 1. hasadından sonra hava sıcaklığının düşmesi gösterilebilir. Bu sonuç, Bianco ve Boari (1996) ile Pimpini ve Enzo (1996)'nun bulduğu sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Birinci ve 2. roka hasatlarına bağlı olarak toplam roka verimi de en yüksek (4283 kg/da) 6 t/da düzeyinde azolla uygulanan parsellerde saptanırken bunu 8 t/da (3700 kg/da), 4 t/da (3617 kg/da), 2 t/da (3233 kg/da) ve tanık (2867 kg/da) parselleri izlemiştir. İstatistiksel olarak tanık ve uygulamalar ile toplam verim arasında % 1 düzeyde çok önemli fark bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil 5 Farklı azolla dozlarının toprağın 1. hasat, 2. hasat ve toplam ürün üzerine etkisi. Aynı toprak özelliğinde tekrarların ortalama değerleri için aynı harfler uygulamalar arasında önemli fark olmadığını gösterir ($P \leq 0.01$).

Sonuç

Toprağa ilave edilen artan düzeydeki azolla dozları, toprağın agregasyon yüzdesi, strüktür stabilite indeksi (SSİ), toplam boşluk (porozite), tarla kapasitesi, solma noktası, yararlı su ve organik madde değerlerini artırmıştır. İstatistiksel olarak uygulamaların oluşturduğu fark % 1 düzeyde önemli olarak belirlenmiştir. Yine artan düzeydeki azolla dozlarına bağlı olarak toprağın hacim ağırlık, özgül ağırlık ve bağlanmamış mil+kil değerlerinde düşüş saptanmış, istatistiksel olarak bu düşüş % 1 düzeyde önemli olarak bulunmuştur. Toprağın pH değeri 8 t/da azolla düzeyinde en fazla düşüş göstermiş, istatistiksel olarak bu doz ayrı bir grupta yer alırken, diğer uygulamalar ayrı bir grup içerisinde yer almıştır. Rokanın 1. ve 2. hasadı ile bunların toplamı olan toplam ürün niceliği en yüksek 6 t/da azolla dozunda saptanırken, bunu 8 t/da, 4 t/da, 2 t/da ve tanık izlemiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak % 1 düzeyde çok önemli bulunmuştur. Toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve elde edilen ürün birlikte değerlendirildiğinde, tın bünyeli ve Typic xerofluvent topraklarda 6 t/da kuru azollanın uygulanması önerilebilir.

Özet

Farklı kökenli organik materyalleri toprağa ilave etmek, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için kullanılan en yaygın uygulamadır. Bu çalışmada, farklı düzeylerdeki kuru azolla dozlarının toprağın kimi özellikleri ile roka verimi üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

Farklı dozlarda (0, 2, 4, 6 ve 8 t/da) kuru azolla tın bünyeli Typic xerofluvent toprağın 10 cm derinliğine karıştırılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur.

Artan dozlardaki azolla, toprağın agregasyon yüzdesi, strüktür stabilite indeksi, toplam boşluk, tarla kapasitesi, solma noktası, yararlı su ve organik madde değerlerini istatistiksel olarak artırırken, hacim ağırlık, özgül ağırlık, bağlanmamış mil+kil ve pH değerlerini düşürmüştür. Rokanın 1. ve 2. hasadı ile toplam ürün niceliği en yüksek 6 t/da azolla dozunda saptanırken, bunu 8 t/da, 4 t/da, 2 t/da ve tanık izlemiştir.

Anahtar sözcükler: Azolla, toprak özellikleri, roka, organik madde

Kaynaklar

- Açıkgöz, N., M.E. Akkaş, A. Moghaddam ve K. Özcan. 1993. Tarist PC'ler için istatistik ve kantitatif genetik paketi. Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Semp. 133, 19 Ekim 1993 Konya.
- Aggelides, S.M. and P.A Londra. 2000. Effect of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties. Bioresour. Technol. 71, 253-259.

- Bahtiyar, M. 1991. Çöp kompostlarının toprağa ve ürüne etkileri üzerine bir araştırma. Toprak İlmi Derneği 11.Bilimsel Toplantı Tebliğleri, Antalya, S:309.
- Bianco, V.V. and F. Boari. 1996. Up to date developments on wield rocket cultivation, Rocket: A mediterranean crop for the world. Report of A Workshop 13-14 December 1996, Legnaro (Pedova), Italy.
- Black, C.A. 1965, Methods of Soil Analysis. Part I. Amer. Soc. of Agro., Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Bouyoucos, G.J. 1962. A recalibration of the hidrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal. 419:434.
- Canbolat, M.Y. ve İ.Demiralay. 1995. Organik materyal ilave edilmiş toprakların agregat stabilitesi, briket hacim ağırlığı ve kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt 1, A116-A125, Ankara.
- Çelik, İ., İ. Ortaş ve S. Kılıç. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research, 78: 59-67.
- Delibacak, S., B. Okur ve D. Eşiyok. 2000. Ahır gübresinin farklı düzeylerinin ve farklı yetiştirme ortamlarının toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkileri. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg., 37(1): 113-120.
- Demiralay, İ. 1982. Muş Alpaslan Devlet Üretim Çiftliği killi toprağına organik materyal ve kireç ilavesinin agregat stabilitesi üzerine etkisi. Atatürk Üni. Zir. Fak. Derg., 13(1-2): 87-96.
- Gevrek, M.N. 1994. Çeltik tarımında azot gübresi yerine *Azolla anabaena* kompleksinin kullanılması. Ege Üniv., Zir. Fak. Derg. 31(2-3): 201-208.
- Gevrek, M.N. ve B. Yağmur. 1996. Azolla (*Azolla anabaena*)'nın toprağın azot oranına ve organik yapısına etkisi. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg., 33(2-3): 97-103.
- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall of India Private Limited, Newdelhi.
- Khan, M.M. 1983. A primer on azolla production and utilization in agriculture. UPLB, PCARRD and SEARCA, Los Banos.
- Kütük, A.C., G. Çaycı ve A. Baran. 1995. Çay atıklarının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilme olanakları. Ankara Üniv. Zir. Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, yıl 1, sayı 1, sayfa 35-40.
- Lumpkin, T.A. and D.L. Plucknet. 1982. Azolla as a green manure; use and management in crop production. Westview Tropical Agricultural Series, No:5, P:230.
- Marinari, S., G. Masciandaro, B. Ceccanti and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresour. Technol. 72, 9-17.
- Nyamangara, J., J. Gotosa and S.E. Mpofu. 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zinbabwe. Soil Till. Res. 62, 157-162.
- Okur, B. ve S. Delibacak. 1996. Prina, cibre, karasu ve çöp gübresi gibi doğal atıkların toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, "Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı" Bildiri Kitabı, Sayfa 179-183, 13-15 Mayıs 1996, Mersin.
- Özdemir, N. 1991. Toprağına karıştırılan organik atıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. Atatürk Üni. Zir. Fak. Derg. 24(1), 75-90. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

- Pikul, J.L. and R.R. Allmaras. 1986. Physical and chemical properties of a haploxeroll after fifty years of residue management. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 50(1), 214-219.
- Pimpini, F. and M. Enzo. 1996. Present status and prospects for rocket cultivation in the veneto region. Rocket: a mediterranean crop for the world. Report of a Workshop 13-14 December 1996, Legnaro (Padova), Italy.
- Rauterberg, E. Und F. Kremkus. 1951. Bestimmung Von Gesamthumus Und Alkalilöslichen Humusstoffen Im Boden. *Z.F. Planzenernaehrung, Düngung Und Bodenkunde*. Verlag, Chemie Gmbh. Weinheim.
- Roger, P.A. and S.A. Kulasooriya. 1980. Blue-Green Algae and Rice. IRRI.
- Schlichting, E. Und H.P. Blume. 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Verlag Paul Paney, Hamburg Und Berlin.
- Stratton, M.L., A.V. Barker and J.E. Rechcigl. 1995. Compost. In: Rechcigl, J.E. (Ed.), *Soil Amendments and Environmental Quality*. CRC Press, USA, pp. 249-309.
- U.S. Salinity Lab. Staff. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S. Government Handbook No: 60, Printing Office, Washington.
- U.S. Soil Survey Staff. 1951. *Soil Survey Manual*. U.S. Department Agriculture Handbook. No: 18. U.S. Government Print. Office, Washington.
- Van Noordwijk, M., D. Schhonderbeek and M.J. Kooistra. 1993. Root-soil contact of grown winter wheat. *Geoderma* 56, 277-286.
- Watanabe, I. 1985. Biological nitrogen fixation in rice soils, in *Soils and Rice*, IRRI. 465-477.
- Wilbur, V. and I. Watanabe. 1990. Azolla and Sesbania: Organic fertilizers. Philippine Environment Conference. 14-18 June, Manila.