



Tütün Atığı ve Buğday Samanı Uygulanmış Toprakta Üreaz Aktivitesi ve Kinetiği

Rıdvan KIZILKAYA¹ İmanverdi EKBERLİ¹ Nalan KARS¹

Geliş Tarihi : 09.01.2007

Öz : Bu çalışmada, topraklara %5 düzeyinde uygulanan tütün atığı ve buğday samanının üreaz aktivitesi ve kinetiği üzerine etkili bir inkübasyon deneyi ile saptanmıştır. Bu amaçla, killi tın bünyeli deneme toprağına organik atıklar, kuru ağırlık üzerinden %5 oranında karıştırılmış ve 30 gün süre ile 25±0.5 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda alınan örneklerin, farklı substrat konsantrasyonları (%0, %1, %2, %4, %6, %8, %10 ve %12), inkübasyon periyotları (0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) ve sıcaklıklarındaki (0, 10, 20, 30, 40 ve 50°C) üreaz aktivitesi ve kinetik parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, topraklara tütün atığı ve buğday samanı uygulamasının üreaz aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, reaksiyon hızının kontrolde %8'lik substrat düzeyine, tütün atığı ve buğday samanı uygulamasında ise %10'luk düzeyine kadar artış gösterdiği ve bu düzeylerden sonra değişmediği belirlenmiştir. Hem kontrol hem de organik atık uygulanmış topraklarda tüm substrat konsantrasyonlarındaki en yüksek reaksiyon hızları 50°C'lik inkübasyon sıcaklığında saptanmıştır. Tüm uygulamalarda en yüksek V_{max} ve K_m değerleri 40 ve 50°C'de, en yüksek V_{max}/K_m oranları kontrol uygulamasında 50 °C'de, tütün atığı ve buğday samanı uygulamasında ise 40°C'de belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak, enzim, üreaz, kinetik parametreler, buğday samanı, tütün atığı

Urease Activity and its Kinetics in Soil Treated with Tobacco Waste and Wheat Straw

Abstract : This research was conducted to determine the effects of tobacco waste and straw incorporated to soil on urease activity and kinetics by an incubation experiment. For this purpose, clay loam soil sample and organic wastes were mixed until reaching 5% dry weight and this mixture was incubated in 25±0.5°C temperature for 30 days. Following incubation period, urease activity and changing of kinetic parameters were searched in soil samples in different substrate concentrations (0,1,2,4,6,8,10 and 12%), incubation periods (0,1,2,3,4,5 and 6 hours) and incubation temperatures (0,10,20,30,40 and 50°C). Research results showed that treatments of tobacco waste and wheat straw increased urease activity in soil. It was also determined that reaction velocity increased until the level of 8% substrate concentration for control and 10% for tobacco waste and wheat straw treatments. Then it did not change for both of them when exceeding these thresholds. The highest reaction velocity in all substrate concentrations was observed in 50°C incubation temperature for all soil samples including control. In all treatments, the highest V_{max} and K_m values were measured between 40-50°C. In addition, the highest V_{max}/K_m ratio for control and soil treated with organic wastes were observed in 50°C and 40°C, respectively.

Key Words : Soil, enzyme, urease, kinetic parameters, wheat straw, tobacco waste

Giriş

Ülkemiz tarım toprakları genellikle organik madde kapsamı bakımından fakirdir (Güçdemir 2006). Bu durum, toprakların verimlilik kapasiteleri ile sürdürülebilirliğinde önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Tarım topraklarının organik madde kapsamını artırmak için çok çeşitli organik atık ve atıklar tarım topraklarına uygulanabilmektedir. Bunlar içerisinde buğday samanı ve tütün fabrikasyon atığı da sayılabilmektedir (Coşkan ve ark. 2002). Topraklara

bu atıklar da dahil olmak üzere organik materyal ilavesi sonunda toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinde önemli iyileşmeler meydana geldiği gibi toprakların biyolojik ve biyokimyasal özelliklerinde de önemli artışlar sağlanabilmektedir (Graham ve ark. 2002).

Yapılan çalışmalar ile topraklara çok çeşitli organik atık yada artıkların ilavesi sonucunda mikrobiyal biyomas, solunum gibi mikrobiyolojik

¹Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Samsun

özellikler ile enzim aktivitelerinde de önemli artışların olduğu belirlenmiştir (Guan 1989; Albiach ve ark 2000). Bu durum kuşkusuz değişen toprak özellikleri ve organik materyalin parçacık büyüklüğü ile kimyasal kompozisyonu (besin maddesi kapsamı, C/N oranı v.b.) ile yakından ilgilidir (Kızılkaya ve Bayraklı 2005). Topraklara ilave edilen organik bileşikler, ortamın mikrobiyal gelişme ve çoğalması için uygun hale gelmesini sağlamakta, başta heterotrofik mikroorganizmalar olmak üzere mikrobiyal popülasyona C, enerji ve besin maddesi kaynağı sağlamaktadır. Bunun sonucunda da mikrobiyal popülasyon ve bunların aktiviteleri büyük oranda artış göstermektedir (Kızılkaya ve Hepşen 2004). Kaynağı büyük ölçüde mikroorganizmalar olan enzimlerin miktarı ve aktivitesi de topraklara organik madde ilavesi ile artmaktadır. Bu durum, artan mikrobiyal popülasyonun enzimleri daha fazla sentezlemesi (Bremner ve Mulvaney 1978) ve organik materyallerin enzimlere ait substratları da doğal yapılarında kapsamaları (García ve ark. 1993) ile ilişkilidir. Ülkemizde de organik atıkların toprakların gerek enzimatik reaksiyonları üzerine etkisinin saptanması ve gerekse diğer biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin ortaya konulması açısından bir çok araştırma yapılmıştır. Tüm bu çalışmalardan genellikle, organik materyal ilavesi sonucunda enzim aktivitelerinde önemli artışların olduğu ortaya konulmuştur. Ancak, ülkemizde gerek tarımsal faaliyetler ve gerekse endüstriyel faaliyetler sonucu elde edilen bu organik atıkların, enzim kinetikleri üzerine etkilerinin saptanması üzerine yapılan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır (Ekberli ve Kızılkaya 2006, Ekberli ve ark. 2006). Enzim aktivitesi tayinlerinde, substrat konsantrasyonu ve inkübasyon sıcaklığının enzim aktivitesi üzerine etkisinin ve optimum koşulların saptanması, ayrıca ülkemiz toprak koşullarında enzim reaksiyonunun ilk maksimum hızının seviyesi (V_{max}), enzim- substrat kompleksinin dayanıklılığını ifade eden sabitelerin (K_m) ve temel kinetik parametrelerinin belirlenmesi, enzim aktivitelerinde meydana gelen değişmelerin ortaya konulması açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada da; killi tın bünyeli bir toprağa % 5 oranında ilave edilen tütün atığı ile buğday samanının üreaz aktivitesi ve kinetiği üzerine etkisinin laboratuvar koşullarında saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemede kullanılan toprak örneği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinden alınmış, fiziko-kimyasal özellikleri ise Rowell (1996) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Denemede materyal olarak kullanılan

tütün atığı, Tekelin Samsun'daki işleme tesislerinden atık olarak, buğday samanı ise, OMÜ Ziraat Fakültesinin deneme arazilerinden hasat sonu elde edilen buğday sapından sağlanmıştır. Denemede kullanılan bu organik materyaller kurutulup 0.05 mm'den daha küçük parçacık büyüklüğüne sahip olacak şekilde öğütüldükten sonra kullanılmıştır. Bu organik materyallerin kimyasal bileşimleri Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

Denemenin kurulması: İnkübasyon denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 paralelli olarak kurulmuştur. Bu amaçla, 2 mm'lik elekten geçirilen hava kurusu toprak örneğinin 750 gr'lık miktarları 1 lt'lik plastik saksılara konulmuş, üzerlerine kuru ağırlık üzerinden %5 oranında tütün atığı ve buğday samanı ilave edilerek karıştırılmıştır. Her hangi bir organik atık ilavesi yapılmayan saksılar kontrol kabul edilmiştir. Saksılardaki karışımın nem düzeyi, maksimum su tutma kapasitesinin %60'ı olacak şekilde saf su ile sağlanmıştır. Daha sonra saksılar 25 ± 0.5 °C de 30 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince saksılardan eksilen su miktarı her gün eklenerek nemin sabit kalması sağlanmıştır.

İnkübasyon sonunda saksılardan alınan toprak örneklerinde üreaz (EC 3.5.1.5) aktivitesi tayinleri Hoffmann ve Teicher (1961)'e göre saptanmıştır. Sitrat tampon çözeltisi (pH 6.7) ve substrat olarak ürenin ilave edildiği topraklar farklı sıcaklık ve inkübasyon süreleri sonunda sodyum fenolat ve sodyum hipoklorit çözeltileri ile renklendirilmiştir. Ürenin hidrolizi sonucu oluşan amonyum 578 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede belirlenmiştir. Analizler 3 paralelli olarak yürütülmüş ve sonuçlar "kuru toprak" bazında verilmiştir.

Kinetik parametreler: Kinetik parametrelerin belirlenmesi amacıyla, farklı inkübasyon zamanları (0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) ile inkübasyon sıcaklıklarında (0, 10, 20, 30, 40 ve 50°C) substrat olarak kullanılan ürenin %0, %1, %2, %4, %6, %8, %10 ve %12 olmak üzere 8 farklı konsantrasyonunda üreaz aktivitesi tayinleri yapılmıştır. V_{max} , K_m ve V_{max}/K_m kinetik parametrelerin saptanması amacıyla Michaelis-Menten eşitliği (1. eşitlik) ile Lineweaver-Burk tarafından linearize edilmiş eşitlik (2. eşitlik) kullanılmıştır (Tabatabai ve Bremner 1971, Tabatabai 1973, Palmer 1981, Atkins 1998).

$$v = V_{max} [S] / (K_m + [S]) \quad (1)$$

Burada; v = Başlangıçtaki hız, $\mu\text{g N g}^{-1} \text{min}^{-1}$

$[S]$ = Substrat üre konsantrasyonu, %

V_{max} = Maksimum başlangıç hızı, $\mu\text{g N g}^{-1} \text{min}^{-1}$

K_m = Michaelis sabiti, $\mu\text{g N g}^{-1}$

$$1/v = 1/V_{max} + K_m/(V_{max}[S]) \quad (2)$$

Araştırma Bulguları

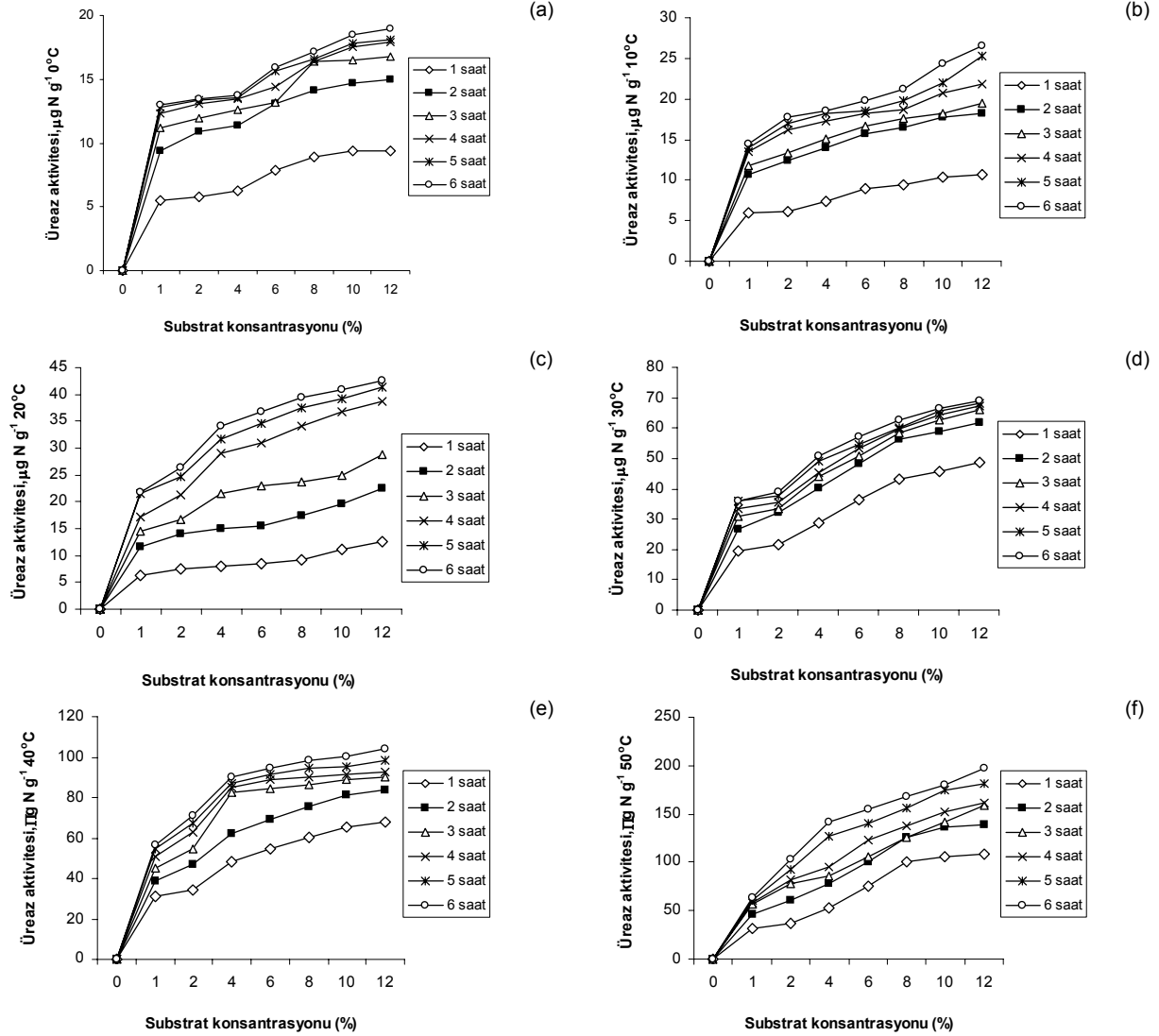
Deneme toprağı ve organik atıkların bazı özellikleri: Denemede kullanılan toprak örneğı killi tın (CL) bünyeye sahip (%31,2 kil, %36,2 silt ve %32,6 kum) olup organik madde kapsamı %2,26, pH'sı (1:1, w:v) 7,10 ve C/N oranı 16'dır. Denemede kullanılan organik atıkların bazı özellikleri ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Organik atıkların üreaz aktivitesi üzerine etkisi: Farklı inkübasyon sıcaklıklarında ve farklı substrat konsantrasyonlarında saptanan üreaz

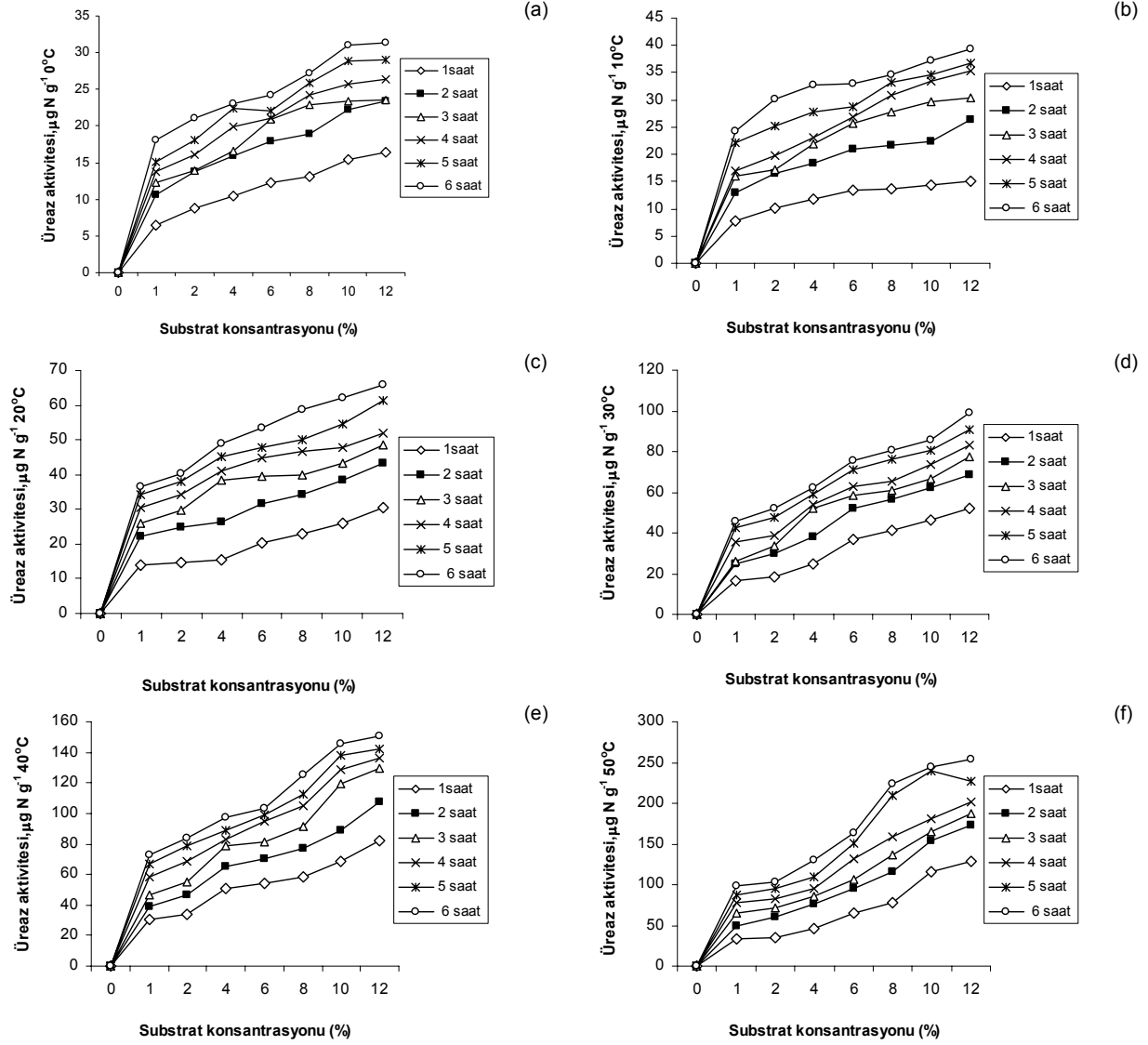
aktivitesi değerleri kontrol ve organik atık uygulanmış toprakların için sırasıyla Şekil 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Organik atıkların bazı özellikleri

Özellikler	Buğday samanı	Tütün atığı
Organik C, %	52,88	38,40
Azot (N), %	0,31	1,97
Fosfor (P), %	0,11	0,20
Potasyum (K), %	3,96	3,91
C/N	171	20
pH (1:10; w:v)	7,07	5,39
EC (1:10) dSm ⁻¹	3,09	7,13



Şekil 1. Kontrol toprakta farklı substrat düzeyleri ile inkübasyon dönemlerinde (1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) belirlenen üreaz aktivitesinin değişim (a) 0 °C (b) 10 °C (c) 20 °C (d) 30 °C (e) 40 °C (f) 50 °C

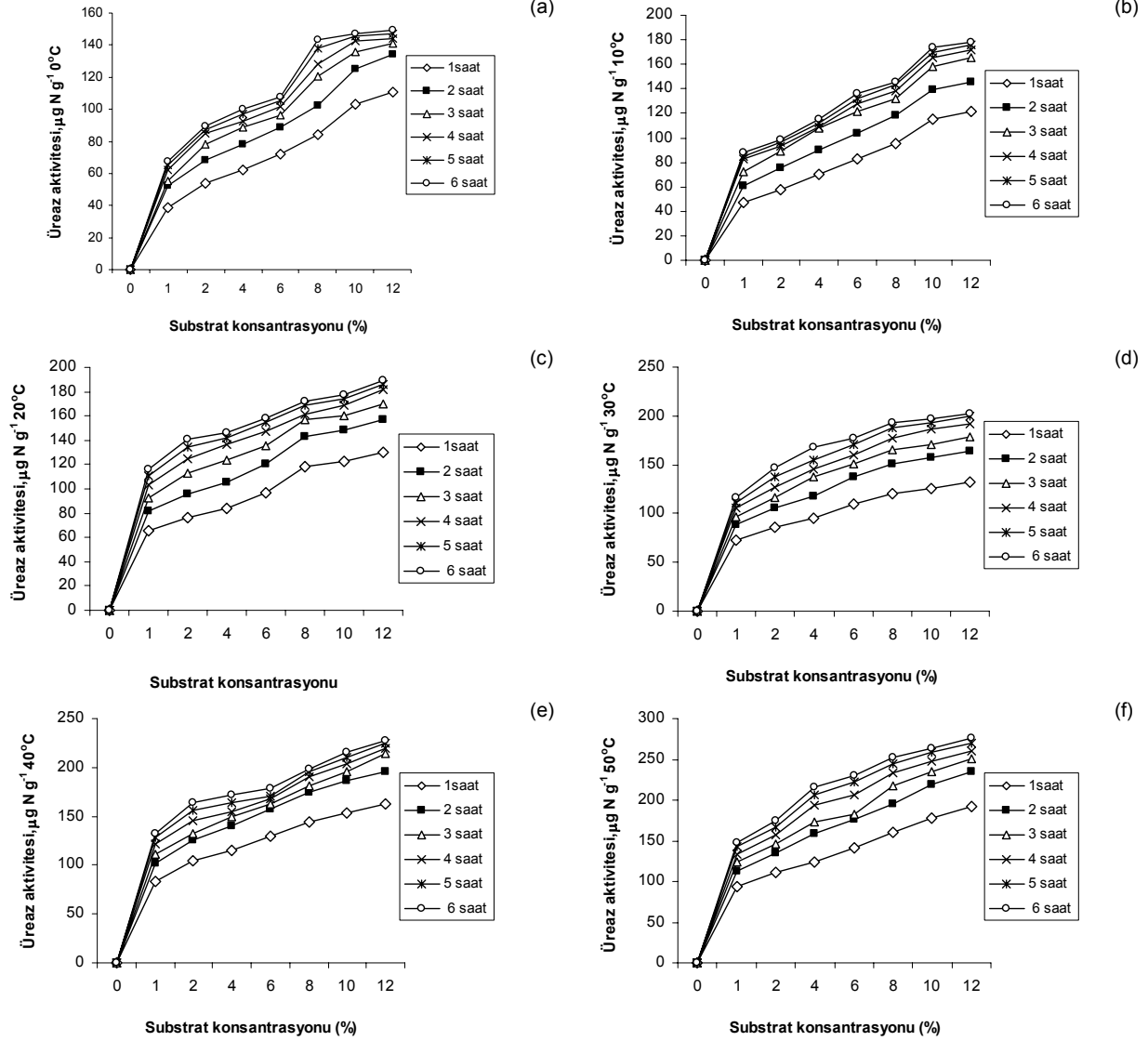


Şekil 2. %5 düzeyinde buğday sapı uygulanmış toprakta farklı substrat düzeyleri ile inkübasyon dönemlerinde (1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) belirlenen üreaz aktivitesindeki değişim (a) 0 °C (b) 10 °C (c) 20 °C (d) 30 °C (e) 40 °C (f) 50 °C

Tüm inkübasyon sıcaklıklarında ve substrat konsantrasyonlarında topraklara organik atık uygulamasının üreaz aktivitesini kontrole göre daha fazla artırdığı belirlenmiş ve en yüksek üreaz aktivitesinin ise tütün atığı uygulanmış topraklarda olduğu saptanmıştır. Ayrıca, tüm uygulamalarda artan substrat konsantrasyonu ile sıcaklığın üreaz aktivitesini artırdığı saptanmış ve en yüksek üreaz aktivitesinin 50°C'de ve %12 üre (substrat) konsantrasyonunda olduğu belirlenmiştir.

Tartışma

Organik atık ilavesi yapılmayan kontrol toprağın üreaz aktivitesi ile organik atık ilavesi yapılmış toprakların üreaz aktivitesi düzeyleri karşılaştırıldığında, organik atık ilavesinin toprakların üreaz aktivitesini önemli seviyede artırdığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, topraklara organik atık ilavesinin toprakların enzim aktivitelerini önemli oranda artırdığını ortaya koymuştur (Guan 1989, Albiach ve ark. 2000, Özdemir ve ark. 2000, Sajjad



Şekil 3. %5 düzeyinde tütün atığı uygulanmış toprakta farklı substrat düzeyleri ile inkübasyon dönemlerinde (1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) belirlenen üreaz aktivitesindeki değişim (a) 0 °C (b) 10 °C (c) 20 °C (d) 30 °C (e) 40 °C (f) 50 °C

ve ark. 2002). Organik materyallerin topraklara ilavesi sonucunda enzim aktivitesinin artışının 3 önemli nedeni olabilir. Birincisi, topraklara ilave edilen organik atıkların ortamdaki mikroorganizmalara besin kaynağı olmasından dolayı (Hadas ve ark. 2004, Parfitt ve ark. 2005; Joergensen ve Potthoff 2005, Kaur ve ark. 2005) artan mikrobiyal popülasyon tarafından sentezlenen ve ekstraseküler bir enzim olan üreaz miktarındaki artış ile ilgilidir (Bremner ve Mulvaney 1978). İkincisi, organik atıkların doğal olarak yapısında bulunan ve üreaz

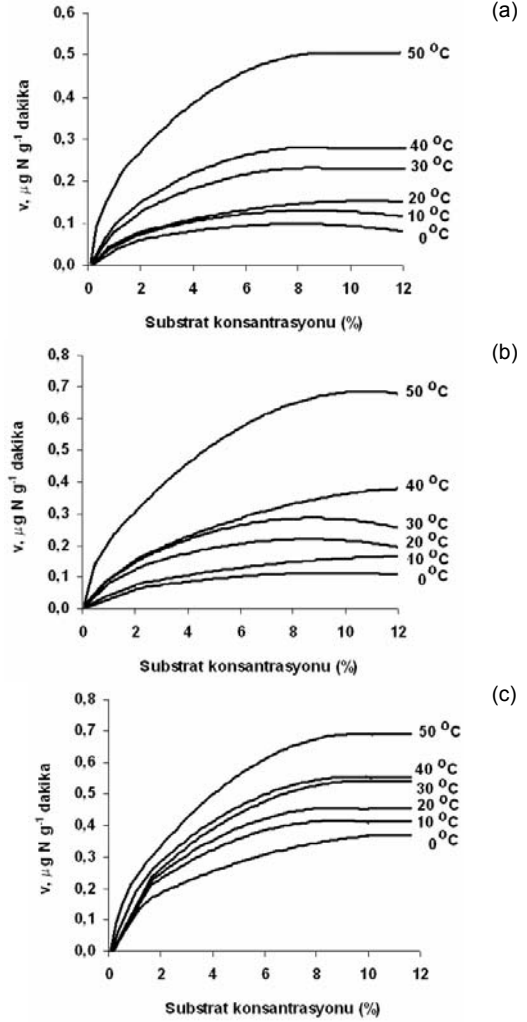
enzimi için substrat görevi gören üre tipi enzim substratlarının organik materyallerin topraklara ilavesi sonucunda ortamdaki konsantrasyonunun artması ve buna bağlı olarak üreaz aktivitesindeki artıştır (Kızılkaya ve Bayraklı 2005). Üçüncü olarak ise, topraklara organik materyallerin ilavesi sonucunda iyileşen fiziko-kimyasal özelliklere bağlı olarak enzim aktivitesinde bir artış meydana gelmesidir (Alexander 1977). Organik atıkların toprakta üreaz aktivitesinde meydana getirdiği

artışlarda da farklılıklar saptanmıştır. Organik atıkların toprakların enzim aktivitelerinde meydana getirdiği bazı etkilere ilişkin sonuçlar farklı araştırmalarda belirlenmiştir (Özdemir ve ark. 2000, Albiach ve ark. 2000; Kaur ve ark. 2005, Sajjad ve ark. 2002). Tütün atığı ilavesinin buğday samanı ilavesine oranla üreaz aktivitesini daha fazla artırdığı belirlenmiştir. Çeşitli organik materyallerin üreaz aktivitesinde meydana getirdiği bu farklı etkilerin sebebi, büyük olasılıkla organik atıkların kimyasal bileşimindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır (Smith ve ark. 1993, Hadas ve ark. 2004, Kızılkaya ve Bayraklı 2005). Denemede kullanılan tütün atığının C/N oranı buğday samanına oranla oldukça düşük seviyededir. Organik bileşiklerin C/N oranı daraldıkça parçalanma ve ayrışma hızı artmaktadır (Alexander 1977). Bu durum tütün atığının topraklardaki parçalanma ve ayrışmasının buğday samanına göre hem daha kolay hem de daha hızlı olmasını da beraberinde getirmektedir.

Böylece, tütün atığının üreaz aktivitesinde kısa süreli meydana getirdiği artış buğday samanına oranla daha yüksek düzeylerde olacaktır. Kontrol uygulaması ile organik atık uygulanmış toprakların üreaz aktivitesi inkübasyon sıcaklığının artışına bağlı olarak önemli düzeyde yükselmiş, tüm uygulamalarda en yüksek üreaz aktivitesi 50°C'de ortaya çıkmıştır. Khaziev (1982) sıcaklık artışının toprakta enzim aktivitesini artırdığını, toprak enzimleri için optimum sıcaklığın 40-65°C'de olduğunu ve sıcaklığın daha fazla artması durumunda ise toprak enzimlerinin inaktif duruma geçtiğini saptamıştır.

Artan substrat konsantrasyonlarında ve farklı inkübasyon sıcaklıklarında organik atık (buğday samanı ve tütün atığı) ilave edilmiş topraklar ile kontrol uygulamasındaki reaksiyon hızlarının değişimi Şekil 4'te verilmiştir.

Tüm uygulamalarda hız ile substrat konsantrasyonu arasında hiperbolik bir ilişki belirlenmiş olup, substrat konsantrasyonunun artışına bağlı olarak hızın da arttığı saptanmıştır. Toprak enzimlerine ait kinetik parametrelerin hesaplanmasında, substrat konsantrasyonu ile ilk hız arasındaki ilişki hiperbolik fonksiyon biçimindedir (Khaziev ve Agafarova 1976, Aliev ve ark. 1984). Kontrolde %8'lik substrat konsantrasyonundan sonra hızın sabitleştiği, buna karşın buğday samanı ile tütün atığı uygulanmış topraklarda ise substrat konsantrasyonunun %10 seviyesinde sabitleştiği belirlenmiştir. Tüm uygulamalarda substrat konsantrasyonu ile v arasındaki ilişkinin en düşük seviyesinin 0°C'de olduğu, sıcaklığın artışına bağlı olarak v 'nin de arttığı, en yüksek v 'nin ise 50°C'de gerçekleştiği saptanmıştır. Inkübasyon sıcaklığının artışı ile v 'de meydana gelen artışın temel nedeni, üreaz aktivitesinde meydana



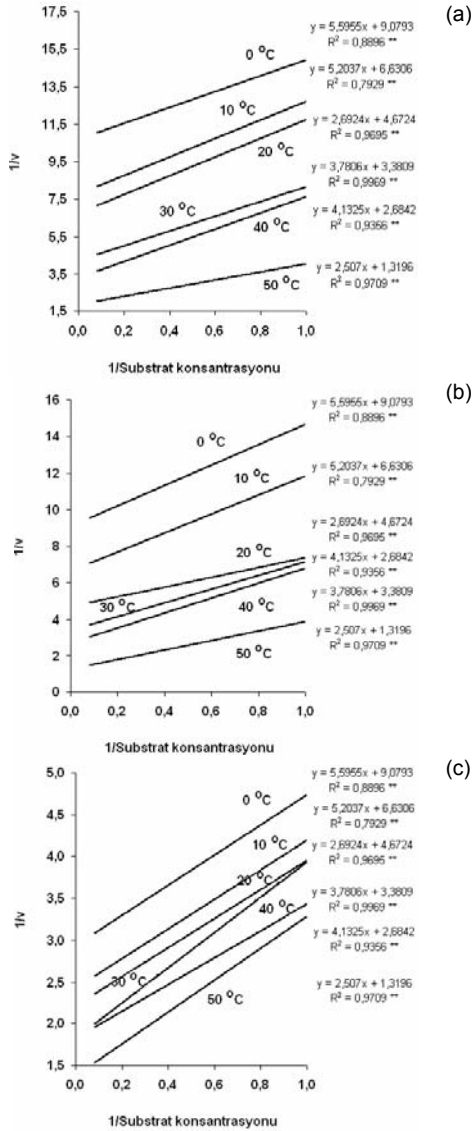
Şekil 4. Substrat konsantrasyonu ile v arasındaki ilişkiler (a) Kontrol toprağı, (b) buğday samanı ilave edilmiş toprak (c) Tütün atığı ilave edilmiş toprak

gelen yükselme olup ara ürün olarak oluşan enzim-substrat kompleksinin de aynı zamanda daha hızlı bir şekilde ürüne dönüşmesidir (Khaziev 1982). Organik atık ilave edilmiş topraklar ile kontrol toprağındaki üreaz aktivitesine ait kinetik parametreler Çizelge 2'de, Michaelis-Mentan eşitliğinin linearize edilmiş formu olan Lineweaver-Burk grafikleri ise Şekil 5'te verilmiştir.

V_{max} , enzim-substrat kompleksinin enzim ve reaksiyon ürünlerine parçalanma hızını göstermekte olup, bu değer yüksek yada düşük oluşu topraktaki enzimatik süreçlerin daha hızlı veya yavaş olarak gerçekleştiğini ifade eden potansiyel bir göstergedir (Paulson ve Kurtz 1970, Tabatabai ve Bremner 1971, Tabatabai 1973). Topraklarda her bir enzime ait

Çizelge 2. Farklı inkübasyon sıcaklıklarında, organik atık (buğday samanı ve tütün atığı) uygulanmış topraklarda üreaz aktivitesine ait kinetik parametreler (LSD_{5%} testine göre, harfler yatay karşılaştırmayı göstermektedir).

Kinetik parametreler	Sıcaklık, °C						
	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	
Kontrol toprağı	V_{max} , $\mu\text{g N g}^{-1} \text{min}^{-1}$	0,094 f	0,129 e	0,149 d	0,237 c	0,304 b	0,537 a
	K_m , $\mu\text{g N g}^{-1}$	0,396 f	0,641 e	0,744 d	0,939 c	1,329 a	1,177 b
	V_{max} / K_m , min^{-1}	0,236 c	0,201 e	0,200 e	0,253 b	0,229 d	0,456 a
Buğday samanı uygulanmış toprak	V_{max} , $\mu\text{g N g}^{-1} \text{min}^{-1}$	0,110 f	0,151 e	0,214 d	0,296 c	0,373 b	0,758 a
	K_m , $\mu\text{g N g}^{-1}$	0,616 e	0,785 d	0,576 f	1,118 c	1,540 b	1,900 a
	V_{max} / K_m , min^{-1}	0,179 f	0,192 e	0,371 b	0,265 c	0,242 d	0,399 a
Tütün atığı uygulanmış toprak	V_{max} , $\mu\text{g N g}^{-1} \text{min}^{-1}$	0,341 e	0,411 d	0,455 c	0,549 b	0,547 b	0,730 a
	K_m , $\mu\text{g N g}^{-1}$	0,613 f	0,725 e	0,791 d	1,159 b	0,875 c	1,403 a
	V_{max} / K_m , min^{-1}	0,555 c	0,567 bc	0,576 b	0,473 e	0,625 a	0,521 d



Şekil 5. Lineweaver-Burk grafikleri (a) Kontrol (b) buğday samanı ilave edilmiş toprak (c) Tütün atığı ilave edilmiş toprak

saptanan V_{max} düzeyleri, toprakların fiziko-kimyasal özelliklerine ve toprağın kapsadığı enzimin düzeyine bağlı olarak değişmektedir (Paulson ve Kurts,1970, Ramirez-Martinez 1968, Tabatabai 1973, Tabatabai ve Bremner 1971). Killi tın bünyeli bu toprağa gerek kontrolde ve gerekse organik atık uygulanması sonucu üreaz aktivitesine ait V_{max} değeri sıcaklık artışı ile artmaktadır. Tüm uygulamalarda en yüksek V_{max} 'un ise 50°C'de gerçekleştiği belirlenmiştir.

K_m enzim miktarının ölçütü olup, substratla ilişkilidir. Yani K_m , enzim- substrat kompleksinin dayanıklılığını ifade etmekte olup, enzim-substrat kompleksi ile K_m değeri arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. K_m değeri düşük olduğunda enzim-substrat kompleksinin dayanıklılığı yüksek, K_m değeri büyük olduğunda ise enzim-substrat kompleksinin dayanıklılığı düşüktür (Tabatabai and Bremner 1971, Tabatabai 1973, Aliev ve ark. 1981, Ekberli ve Kızılkaya 2006, Ekberli ve ark. 2006). Topraklarda her bir enzime ait saptanan K_m seviyeleri V_{max} 'da olduğu gibi toprakların oluşum faktörlerine ve toprağın kapsadığı enzimin düzeyine bağlı olarak değişmektedir (Paulson ve Kurts 1970, Ramirez-Martinez 1968, Tabatabai 1973). Organik atık uygulanmış deneme toprağının üreaz aktivitesine ait K_m değerinin inkübasyon sıcaklığı arttıkça yükseldiği belirlenmiştir. En yüksek K_m değerinin kontrolde 40°C'de olmasına karşın buğday samanı ve tütün atığı uygulanmış topraklarda 50°C'de bulunduğu saptanmıştır.

Denemede elde edilen K_m değerleri çok küçük aralıkta değişmekte olup, bu durum büyük olasılıkla substrat konsantrasyonu veya topraktaki koloidal fraksiyonlar tarafından enzimin adsorpsiyonu gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Velikanov ve ark. 1971, Cervelli ve ark. 1973).

V_{max}/K_m , toprakta enzim-substrat kompleksinin meydana gelmesi ile bu kompleksten ürünü oluşumunun karşılaştırılmasını ifade etmektedir. Bu oranın yüksek oluşu, enzim-substrat kompleksinin dağılımının oluşumuna göre daha çabuk olduğunu

göstermektedir (Paulson ve Kurtz 1970, Tabatabai ve Bremner 1971, Tabatabai 1973, Aliev ve ark. 1981, Ekberli ve Kızılkaya 2006, Ekberli ve ark. 2006). Denemede tütün atığı uygulanmış toprakta V_{max}/K_m değerleri diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu için (Çizelge 2), ürün oluşumu buğday samanı uygulanmış toprağa ve kontrole göre daha hızlı olmaktadır. Enzim-substrat kompleksinden ürün oluşumunun, buğday samanı uygulamasında 50°C de, tütün atığında ise 40°C de daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu durum kuşkusuz organik atıkların kimyasal bileşimleri ve topraktaki parçalanması ile ilgilidir. Tütün atığı dar C/N oranına sahip olduğu için, topraktaki parçalanma-ayırışma süreçleri de buğday samanına göre daha hızlıdır. Bunun bir sonucu olarak, buğday samanında tütün atığına göre daha düşük seviyede V_{max}/K_m oranı saptanmış olabilir.

Kaynaklar

- Albiach, R., R. Canet, F. Pomares and F. Ingelmo. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource Technology* 75: 43-48.
- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology, Second Edition John Wiley. Sons. Inc. New York, USA.
- Aliev S. A., D. A. Gadgjev and F. D. Mikailov. 1984. Kinetic and thermodynamic characteristics of enzymes – invertase and urease in Azerbaijan soils. *Soviet Soil Science* 11: 55-66.
- Aliev, S. A., D. A. Gadzhiev and F. D. Mikaylov. 1981. Kinetic indexes of catalase activity in the main soil groups of Azerbaijan. *Soviet Soil Science* 13: 29-35.
- Atkins, P. W. 1998. Physical Chemistry, Sixth Edition. Oxford University Press. UK.
- Bremner, J. M. and R. L. Mulvaney. 1978. Urease activity in soils. In: Burns, R.G. (Ed.), Soil enzymes. Academic Press, New York, USA. pp. 149-196.
- Cervelli S., P. Nannipieri and B. Ceccanti. 1973. Michaelis constant of acid phosphatase. *Soil Biology and Biochemistry* 5: 251-293.
- Coşkan, A., M. Gök, I. Onaç, İ. İnal and T. Sağlamtimur. 2002. The effect of wheat straw, corn straw and tobacco residues on denitrification losses in a field planted with wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 26:349-353.
- Ekberli, İ. and R. Kızılkaya. 2006. Catalase enzyme and its kinetic parameters in earthworm *L. terrestris* casts and surrounding soil. *Asian Journal of Chemistry* 18(3): 2321 - 2328.
- Ekberli, İ., R. Kızılkaya and N. Kars. 2006. Urease enzyme and its kinetic and thermodynamic parameters in clay loam soil. *Asian Journal of Chemistry* 18(4): 3097-3105.
- García, C., T. Hernández, C. Costa, B. Ceccanti, G. Masciandro and C. Ciardi. 1993. A study of biochemical parameters of composted and fresh municipal wastes. *Bioresource Technology* 44: 17-23.
- Graham, M. H., R. J. Haynes and J. H. Meyer. 2002. Soil organic matter content and soil quality: effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 93-102.
- Guan, S. Y. 1989. Studies on the factors influencing soil enzyme activities: I. Effects of organic manures on soil enzyme activities and N and P transformations. *Acta Pedologica Sinica* 26: 72-78.
- Güçdemir, İ. H. 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara. 424 s.
- Hadas, A., L. Kautsky, M. Goek and E. E. Kara. 2004. Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 255-266.
- Hoffmann, G. G. und K. Teicher. 1961. Ein Kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Urease Aktivität in Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 91: 55-63.
- Joergensen, R. G. and M. Potthoff. 2005. Microbial reaction in activity, biomass, and community structure after long-term continuous mixing of a grassland soil. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1249-1258.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. I. Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No.453 Ankara
- Kaur, K., K. K. Kapoor and A. P. Gupta. 2005. Impact of organic manures with and without mineral fertilizers on soil chemical and biological properties under tropical conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences* 168: 117-162.
- Khaziev F. Kh., 1982. Ecological research of soil enzyme activity. Nauka Press, Moscow. 203pp
- Khaziev F. Kh. and Y. M. Agafarova. 1976. Michaelis constant of soil enzymes. *Soviet Soil Science* 8: 150-157.
- Kızılkaya, R., and Ş. Hepşen. 2004. Effect of biosolid amendment on enzyme activities in earthworm (*Lumbricus terrestris*) casts. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167: 202-208.

- Kızılkaya, R., and B. Bayraklı. 2005. Effects of N-enriched sewage sludge on soil enzyme activities. *Applied Soil Ecology* 30: 192-202.
- Özdemir, N., R. Kızılkaya and A. Sürücü. 2000. Farklı organik atıkların toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi* 10 (37):23-26.
- Palmer, T. 1981. *Understanding enzymes*. Chichester, Ellis Horwood, USA.
- Parfitt, R. L., G. W. Yeates, D. J. Ross, A. D. Mackay and P. J. Budding. 2005. Relationships between soil biota, nitrogen and phosphorus availability, and pasture growth under organic and conventional management. *Applied Soil Ecology* 28: 1-13.
- Paulson K. N. and L. T. Kurts. 1970. Michaelis constant of soil urease. *Soil Science Society America Proceedings* 34: 70-72
- Ramirez-Martinez, J. R. 1968. Organic phosphorus mineralization and phosphatase activity in soil. *Folia Microbiology* 13 (2): 161-174.
- Rowell, D. L. 1996. *Soil Science: Methods and Applications*. 3rd Edition Longman. London, UK.
- Sajjad, M. H., A. Lodhi and F. Azam. 2002. Changes in Enzyme Activity During the Decomposition of Plant Residues in Soil. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5: 952-955.
- Smith, J. L. R. I., Papendick D. F. Besdick and J. M. Lynch. 1993. Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: *Soil Microbial Ecology, Meeting*, F.B.Jr. (Ed.) Marcel Dekker Inc. New York, USA. pp. 65-95.
- Tabatabai, M. A. and J. M. Bremner. 1971. Michaelis constants of soil enzymes. *Soil Biology and Biochemistry* 3: 317-323.
- Tabatabai, M. A. 1973. Michaelis constants of urease in soil and soil fractions. *Soil Science Society America Proceedings* 37: 707-710.
- Velikanov, L. L., N. L. Velikanov and D. G. Zvyaginçev. 1971. The effects of temperature on free and adsorbed enzyme activity. *Soviet Soil Science* 3: 62-68.

İletişim adresi:

Rıdvan KIZILKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 55139-Samsun