

Orta Anadolu Koşullarında Farklı Toprak İşleme, Nadas-Buğday ve Mercimek-Buğday Ekim Nöbeti Sistemlerinde Toprakta Mikrobiyolojik Aktivite, Organik Madde ve Azot Formlarının Saptanması

M. Sait ADAK

A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara-TÜRKİYE

Andreas BIESANTZ

Ins. of Crop Section Agronomy Humboldt University of Berlin-GERMANY

Velittin GÜRGÜN

A.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 24.07.1995

Özet: İki dönem ekim nöbeti araştırma sonuçlarına göre, kışlık mercimek ekili parsellerde nadasa göre daha fazla mikrobiyolojik aktivite (β -Glukozidaze, Dehidrogenaze) saptanmıştır. Özellikle toprağın üst katı olan ilk 0-20 cm'lik katmanında hem β -Glukozidaze hem de Dehidrogenaze bakımından kuvvetli derecelerde aktivite bulunmuştur. Sonraki yıllarda buğday hasadı sırasında mercimek ve nadas parselleri arasındaki farklar kaybolmuştur.

Benzer sonuçlar, toprakta organik madde, toplam azot ve toplam boşluk hacmi bakımından da elde edilmiştir. Mercimekten sonra, toprağın bu parametreler tarafından daha elverişli duruma geldiği gözlenmiştir. Bu nedenle, Orta Anadolu koşullarında nadasın kaldırılabilceği yörelerde verimliliğin devamı için bir baklagilin (kışlık mercimek gibi) mutlaka ekim nöbetine alınmasında yarar vardır.

Determinations of Microbiological Activity, Organic Matter and Nitrogen Forms in Soil in the Different Soil Tillage, Fallow-Wheat and Lentil-Wheat Rotation Systems Under Central Anatolia Conditions

Abstract: According to experimental results of two crop rotation cycles higher soil microbiological activities (i.e. β -Glucosidase and dehydrogenase activity) were obtained from soil samples of winter lentil plots in comparison to fallow plots. Highest activities of both parameters were found in the upper soil layer of 0-20 cm depth. The observed differences between lentil and fallow disappeared during the following cropping season.

Similar tendencies were also obtained for organic matter, total nitrogen and total porosity volume in the soil. It could be observed that soil fertility improved with regard to these parameters after lentil. Thus, a legume crop (e.g. winter lentil) should be inserted into traditional rotations for sustainable productivity in areas where fallow can be replaced under Central Anatolian dryfarming conditions.

Giriş

Yarı kurak tarım alanlarında yağışa bağımlılık ve sulama suyunun yokluğu, geleneksel nadas-buğday üretim yöntemi dışında başlıca ekim sistemlerini uzun süreler engellemiştir. Zaman içinde tarımsal ürünlere, artan nüfusa paralel olarak yükselen istek karşısında, nadas alanlarından her yıl ürün almanın yolları aranmıştır. Tarım alanlarımızda uygulanan nadasın amacı, toprakta yeterli nemin sağlanabilmesi ve yabancı otların yok edilmesi yanında toprağın besin maddeleri yönünden iyileştirilmesidir. Oysa, ekim nöbetinde nadas yerine ekilen tek yıllık

baklagiller kendinden sonraki buğdaya nadasa göre daha az nem bırakmalarına karşın nadastakine yakın inorganik azot bırakmaktadırlar (1).

Bilindiği gibi tek yönlü tarımda (nadas-Buğday) aynı besin maddeleri devamlı olarak tüketilmekte bunun sonucu olarak ta bitki besin maddeleri arasındaki denge bozulmaktadır. Ayrıca, bu tarım sisteminde, toprağın sıkıştırılması sonucu, nitrat oluşumu ve inorganik maddelerden nitrojen minerilizasyonu önemli ölçüde azalmaktadır. Baklagillerin ekim nöbetinde yer alması durumunda bu tür sakıncalar ortadan kaldırılabilir (2).

* : Bu çalışma TÜBİTAK (Ankara, TOAG-739) ve DFG (Almanya) tarafından desteklenen projenin bir kısmıdır.

Ülkemiz toprakları genellikle organik maddelerce fakirdirler. Organik maddelerin yoksulluğu kurak bölge topraklarında daha fazladır. Bu nedenle, Orta Anadolu Bölgesi koşullarında ekim nöbetinin kanaradas-buğday şeklinde olmasının büyük sakıncaları vardır (3).

Toprakların tek yönlü tarım sisteminde sıkıştırılması sonucu uzun dönemde fiziksel koşulların bozulması, havalanmasının azalmasına neden olmaktadır. Bu gibi durumlarda, toprakta CO₂ ve diğer maddelerin birikimi azalmakta, köklerin zarar görmesi nedeniyle bitkinin su alımı, biyolojik azot fiksasyonu ve mikrobiyolojik aktivite azalmaktadır. Bu sakıncaların giderilmesi için, derin köklü bitkilerin ekim nöbetine alınması gerekmektedir (4).

Türkiye’de toprak mikrobiyolojisi ile ilgili yapılmış araştırmalar sınırlıdır. Genellikle topraktaki mikrobiyolojik parametreler arasındaki ilişkilerin fiziksel ve kimyasal boyutları araştırılmıştır (5). Buna karşın toprağın mikrobiyolojik parametreleri ile bitkisel ürün arasındaki ilişkiler pek araştırılmamıştır. Orta Anadolu Bölgesinin kurak ve yarı kurak yörelerinde karanadasın kaldırılıp yerine bir kışlık baklagil bitkisinin ekilmesi, mikroorganizmaların yardımıyla biyolojik aktivitenin yükseltilmesi ve bunun sürekli kılınması sağlanmalıdır (6). Kışlık mercimek-buğday ekim nöbetinin uygulanacağı tarlalarda toprağın 15-65 cm’lik katmanının canlı olmasını sağlamak, organik azotun yeterli düzeyde bulunuşu ve kazık köklü mercimeğin derinlere doğru gelişen köklerinin parçalanması sonucu humusa dönüşmesi ile verimliliğin sürdürülebilir olmasını sağlamak amacıyla böyle bir araştırmaya gerek duyulmuştur. Biyolojik aktivite bağlamında toprakta β-Glukozidaze ve Dehidrogenaze enzimleri incelenmiştir.

Her iki enzim de mikrobiyal kökenli olan yüksek canlılardan kaynaklanmaktadır. Bu enzimler, canlı ölmüş olsa bile toprak kolloidlerine absorbe olarak yaşamlarını sürdürebilirler. Yüksek yapıdaki organik maddelerin parçalanması sırasında katalizör etkisi olan bu enzimlerin varlığı aynı zamanda biyolojik aktivitenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Her iki enzim grubunun katalize ettiği sayısız reaksiyon vardır. Örneğin Dehidrogenazlar isostratı α-ketogurata, laktatı pruvata, malatı pruvat+CO₂’te, nitratı nitrite çevirmektedir. Ayrıca bu enzim aktivitesi toprakta değişmeler (toprak işleme ile) meydana geldiğinde çok duyarlı bir reaksiyon göstermektedir. Bu nedenle mikrobiyal metabolizmanın ölçümü için çok uygun bir araçtır. β-Glukozidaze ise oligosakkarit ve glukozitlere hidrolize ederek glukoz oluşumuna neden olur. Buda yüksek canlılar için kolay kullanılabilir bir oluşumdur. Aynı zamanda bu enzim karbon dinamikleri ve organik madde ile çok sıkı ilişkilidir. Toprakta karbonhidratların parçalanması için çok önemlidir. Böylece mikroorganizmaların enerji gereksinimi karşılanmaktadır. Ayrıca, β-Glukozidaze aktivitesi toprakta kök kalıntılarının parçalanmasında da dolaylı olarak rol oynamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda bu enzim aktivitesi ele alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yerlerinin Toprak Özellikleri

Deneme Orta Anadolu Bölgesinin farklı iklim özelliklerine sahip iki lokasyonu olan, Ankara Üniversitesi Kenan Evren Araştırma Uygulama Çiftliği (Haymana/Ankara) ve Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü’nün Konya’nın

Özellikler	Derinlik (cm)					
	Haymana			Gözlü		
	00-20	20-40	40-60	00-20	20-40	40-60
Kum (%)	22.5	28.3	15.8	22.2	28.2	28.9
Kil (%)	36.0	29.8	27.4	40.5	29.8	30.7
Silt (%)	41.5	41.9	56.8	37.3	42.0	40.4
HA (g/cm ³)	1.26	1.30	1.16	1.03	1.05	1.08
TBH (%)	56.2	56.0	55.3	58.9	60.7	58.0
AS. (%)	26.1	26.8	29.5	27.0	28.9	28.0
pH	7.91	8.06	8.09	7.82	7.89	7.98
Org. Madde (%)	1.47	0.99	0.86	1.67	1.45	1.26
CaCO ₃ (%)	22.36	26.01	28.26	1.40	2.30	3.65
Toplam N (%)	0.107	0.072	0.053	0.116	0.095	0.085
P (mg/100g)	0.6	0.3	0.2	0.6	0.3	0.2
Na (mg/100g)	1.8	1.6	1.6	1.6	2.4	3.3
AS :	Agregat stabilitesi					
TBH :	Toplam Boşluk Hacmi					
HA :	Hacim ağırlık					

Tablo 1. Araştırma yerlerinin toprak özellikleri

Sarayönü ilçesinde bulunan Gözli Tarım İşletmesinde dört yıl süreyle yürütülmüştür.

Araştırmanın kuruluş aşamasında, denemenin yapılacağı alanda bütün parsellerde 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliklerinde alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak ortalama sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Çizelgede verilen agregat stabilitesi, stabilitenin yüksek olması durumunda daha uygun bir toprak yapısı, toprağın su ve rüzgar erozyonuna karşı dirençli olması bitki kök gelişmesini olumlu yönde etkilemektedir. Toplam boşluk hacmi, toprağın su tutma ve havalanma kapasitesi üzerine etkilidir. Hacim ağırlık ise, toprağın temel fiziksel özelliğinin ve su tutma kapasitesinin hesaplanması için belirlenen bir değerdir.

Materyal

Araştırmanın, birinci (1990-1991) ve üçüncü (1992-1993) yıllarında materyal olarak kışlık Yeşil-21 mercimek çeşidi; ikinci (1991-1992) ve dördüncü (1993-1994) yıllarında ise Gerek-79 ekmeklik buğday çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Toprak İşleme: Araştırmanın ilk yılında her lokasyon için toplam 16 ana parselin (8mx32m boyutlarında) 8'inde pulluk tabanı "Dutzi" toprak işleme ve ekim makinası ile 30 cm'ye kadar kırılmaya çalışılmıştır. Diğer 8 ana parselde ise normal toprak işleme (15-20 cm) yapılmıştır (ana parsel). Her ana parsel (pulluk tabanı kırılan ve kırılmayan) iki alt parsel olarak mercimek ekimi ve nadas için hazır hale getirilmiştir (alt parsel).

Araştırmanın son üç yılında toprak işleme aşağıda verildiği şekilde yapılmıştır. İlk yıl pulluk tabanı kırılan ve kırılmayan parsellerin, mercimek ekilen ve nadasa bırakılanların yarısında (16 ana parselden 8 tanesinde) "Horsch" isimli toprak işleme ve ekim makinası ile 5-8 cm derinlikte, diğerlerinde ise 15-20 cm derinlikte (pullukla) işlenmiştir (altınaltı parsel).

Mercimek yıllarında (I. ve II.) nadasa bırakılan parsellerde ilkbaharda yüzlek olarak ikileme ve üçleme yapılmıştır. Öte yandan mercimek ekimi yapılacak parsellerde, buğday ekili yıllarda (II. ve IV.) hasattan hemen sonra toprak işleme yapılmıştır.

Ekim: Araştırma 4 tekrarlamalı "Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Deseni"ne göre kurulmuştur. Araştırmanın ilk ve üçüncü yılında 32 adet alt parselden 16 tanesinde (8 tanesinde pulluk tabanı kırılmış, 8 tanesinde kırılmamış) 600 tohum/m² sıklıkta kışlık mercimek ekilmiştir. Ekimden önce mercimek tohumları 100 kg tohuma 1.5 kg Rhizobium bakterisi hesabıyla aşılanmıştır. Ayrıca ekimle birlikte hektara 20 kg saf N

azot hesabıyla amonyum nitrat ve 60 kg hesabıyla triple süperfosfat gübresi verilmiştir.

İkinci ve dördüncü yıllarda ise bütün parsellere 600 tohum/m² sıklıkta buğday ekilmiştir. Ekimle birlikte yukarıda belirtilen dozlarda gübreleme yapılmıştır.

Mikrobiyolojik aktivite: Mercimek ve buğday ekili parsellerde kıştan sonra, çiçeklenme dönemi, başaklanmadan önce ve sonra ile hasat zamanında bütün değişkenlerde toprağın 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri (her biri 0.5 kg) soğuk hava depolarında korunarak, A.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalı'nda analiz edilerek, "Dehidrogenaz" ve "β-Glukozidaz" aktiviteleri saptanmıştır (7, 8, 9).

Buğday hasadından sonra toprak analiz sonuçları: Buğday hasadını izleyen günlerde 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinden nitrat azotu, toplam azot, organik madde ve diğer besin maddeleri ile toplam boşluk hacmi Tarım Bakanlığı Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü'nde analiz edilerek bulunmuştur.

Bulgular

Toprakta Mikrobiyolojik Aktivite

1. Mercimekte çiçeklenme ve hasat zamanı toprakta B-Glukozidaze:

Araştırmanın birinci yılında mercimekte bitkinin kök ve toprak üstü gelişmesinin en yüksek düzeyde olduğu çiçeklenme ve gelişmenin durduğu hasat zamanında toprağın üç farklı derinliğinde (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) alınan toprak örneklerinin β-Glukozidaze aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre her iki lokasyonda da hem çiçeklenme hem de hasat zamanı mercimek ve nadas parselleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir. Bununla birlikte mercimek ekili parsellerin ortalama aktivitesi bütün durumlarda daha yüksek bulunmuştur. Örneğin bu değerler çiçeklenme zamanı için Haymana'da mercimekte 0.0502 mg saligenin/g kuru madde iken nadasa 0.0394; Gözli'de sırasıyla 0.0544, 0.0427 mg sal./g kuru madde'dir. Hasat zamanında aynı değerler Haymana ve Gözli mercimek ve nadas olmak üzere sırasıyla 0.0379, 0.0344 ve 0.0399, 0.0388 mg sal./g kuru madde'dir.

Çiçeklenme zamanında değişik toprak işleme faktörleri arasındaki farklar önemli olurken, hasat zamanındaki ölçümlerde farklar önemli değildir. Toprak örneklerinin alındıkları derinlikler (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) bakımından hem çiçeklenme hem de hasat sırasında her iki lokasyonda da önemli farklar bulunmuştur. Toprakta

Derinlik (cm)	β-Glukozidaze (mg saligenin/g kuru madde)			
	Haymana		Gözlü	
	Ç.Z.	H.Z.	Ç.Z.	H.Z.
0-20	0.07 a	0.07 a	0.06 a	0.06 a
20-40	0.05 b	0.05 b	0.04 b	0.04 b
40-60	0.04 b	0.04 b	0.03 c	0.03 b
LSD % 5=	0.011	0.016	0.009	0.015

Ç.Z. Çiçeklenme zamanı

H.Z. Hasat zamanı

artan derinlikle birlikte mikrobiyolojik aktivitede düşmeler olmuştur. Başka bir deyişle en yüksek aktivite 0-20 cm'de bulunurken, 20-40 cm'de daha az ve 40-60 cm'de ise en az bulunmuştur. Derinliklere ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre Gözlü'de çiçeklenme zamanı her derinlik ayrı grup oluştururken, Haymana'da çiçeklenme zamanı ve hasat zamanı ile Gözlü'de hasat zamanında ilk derinlik ayrı, ikinci ve üçüncü derinlikler aynı grupta yer almışlardır.

2. Mercimekte çiçeklenme ve hasat zamanı toprakta Dehidrogenaze

Araştırmanın ilk yılında mercimeğin çiçeklenme ve hasat zamanında toprakta Dehidrogenaze (DHG) aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre mercimek ve nadasan oluşan önbitki değişkenleri arasında Haymana ve Gözlü'de hasat zamanındaki farklar önemli çıkmıştır. Çiçeklenme zamanında mercimek ekili parsellerin ortalama Dehidrogenaz aktivitesi daha yüksek olmasına karşın nadasla arasındaki farklar önemli değildir. Hasat zamanı için Haymana'da mercimekteki değer 41.8 mg Triphenylformazan (TPF)/g kuru madde iken, nadasa bu değer 36.35 mg Triphenylformazan (TPF)/g dır. Gözlü'de ise değerler (sırasıyla 28.70 ve 25.95 mg TPF/g kuru madde) biraz daha düşüktür.

Toprak işleme faktörlerinin hasat zamanında her iki lokasyondaki farklar önemlidir. Haymana'da pulluk tabanı kırılmayan parsellerin (44.09 mg TPF/kuru madde) Gözlü'de ise pulluk tabanı kırılan parsellerin (29.87 mg

Tablo 2. Mercimekte çiçeklenme ve hasat zamanı toprakta β-Glukozidaze aktivitesine ilişkin Duncan testi sonuçları

TPF/kuru madde) ortalama Dehidrogenaz aktivitesi daha yüksek bulunmuştur.

Derinlikler arasındaki farklar bakımından, Haymana lokasyonunun çiçeklenme zamanı hariç, diğer üç tarihteki farklar önemli bulunmuştur. Bu farklara ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Toprak derinliklerine doğru inildikçe aktivitenin azaldığı görülmektedir.

3. Buğdayda başaklanma öncesi ve sonrası toprakta β-Glukozidaze

Denemenin son yılında, ilk yıl mercimekte olduğu gibi, bitki gelişmesinin en ileri dönemi olan buğdayın başaklanma öncesi ve başaklanma sonrası toprağın β-Glukozidaze aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçlarının ışığında; Haymana'da sadece başaklanma zamanında bir önceki yıl mercimek ekili ve nadas parselleri arasındaki fark önemli çıkmıştır. Diğer tarihlerde değişkenler arasında önemli farklar yoktur. Ayrıca Haymana'da toprak işleme (Horsch ve pulluk) faktörleri arasında da her iki tarih için istatistik olarak önemli fark vardır. Hem başaklanmadan önce hem de sonrasında Horsch ile işlenen parsellerin ortalama β-Glukozidaze aktivitesi pullukla işlenen parseller daha üstündür. Ancak buradaki farklar önemli değildir. Haymana'da Horsch ile işlenen parsellerin ortalamaları başaklanma öncesi ve başaklanma sonrası olmak üzere sırasıyla 0.038, 0.037 mg saligenin/g kuru madde iken, pullukla işlenen parsellerin ortalamaları ise 0.027 ve 0.033 mg saligenin/g kuru madde'dir.

Tablo 3. Mercimekte çiçeklenme ve hasat zamanı toprakta Dehidrogenaze aktivitesine ilişkin Duncan testi sonuçları

Derinlik (cm)	Dehidrogenaze (mg TPF/g kuru madde)			
	Haymana		Gözlü	
	H.Z.	Ç.Z.	Ç.Z.	H.Z.
0-20	52.06 a	42.94 a	41.58 a	
20-40	33.78 b	25.79 b	26.78 b	
40-60	30.48 b	30.14 b	13.61 c	
LSD%5=	12.12	12.07	6.12	

Derinlikler bakımından ise daha önceki dönemlerde olduğu gibi, yine artan derinliklerle birlikte aktivite azalmış ve Haymana'da başaklanma sonrası dışında diğer dönemlerdeki üç derinlik arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Bunlara ilişkin Duncan testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

4. Buğdayda başaklanma öncesi ve sonrası toprakta Dehidrogenaze

Buğdayın başaklanmasından önce ve başaklanmasından sonra toprağın Dehidrogenaze aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre Haymana lokasyonunda, mercimek ve nadas parselleri arasında sadece başaklanmadan önce önemli fark vardır. Toprak işleme bakımından ise Gözlü'de başaklanma öncesi dışındaki dönemlerde önemli fark bulunmaktadır. Hem iki lokasyonda hem de iki dönemde Horsch ile yüzlek işlenen parseller daha yüksek değerler göstermişlerdir. Örneklerin alındığı derinlikler ise bütün zamanlarda her iki lokasyonda da önemli farklar göstermişlerdir. Bu yönden yapılan Duncan testinde Haymana'da 2 grup diğer lokasyonda ise 3 grup elde edilmiştir (Tablo 5).

5. Buğdayda hasat zamanı toprakta β -Glukozidaze

Buğdayda bitkinin kök sistemi ile ve toprak üstü organlarının gelişimini tamamladığı dönem olan hasat zamanında toprakta β -Glukozidaze aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre Gözlü'de toprak işleme faktörleri arasındaki fark önemli çıkmıştır. Aynı şekilde derinlikler arasında iki deneme yerinde de önemli farklar bulunmaktadır. Diğer değişkenler arasındaki farklar ise

istatistiki olarak önemli değildir.

Gözlü lokasyonunda pullukla işlenen parsellerin ortalama β -Glukozidaze aktivitesi (0.029 mg saligenin/g kuru madde) Horsch ile yüzlek işlenenlerden (0.028 mg saligenin/g kuru madde) biraz daha yüksek bulunmuştur.

Derinlikler bakımından ise artan derinliklerle birlikte mikrobiyolojik aktivitenin azaldığı görülmektedir. Haymana lokasyonunun Duncan testinde (LSD% β =0.0127) 0-20, 20-40 ve 40-60 cm'lik derinlikler iki farklı grup (0.04, 0.02 ve 0.01 mg saligenin/g) oluşturmuşlardır. Gözlü lokasyonu da (LSD% β =0.0113) aynı derinliklerde farklı değerlerle (0.05, 0.03 ve 0.02 mg saligenin/g) iki ayrı grup meydana getirmişlerdir.

6. Buğdayda hasat zamanı toprakta Dehidrogenaz

Buğdayın hasat zamanı toprakta Dehidrogenaze aktivitesine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre, toprak örneklerinin alındığı derinlikler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Diğer değişkenler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir.

Toprak örneklerinin alındığı derinlik bakımından, Haymana lokasyonu için yapılan Duncan testinde (LSD% β =9.293) üç derinlik (0-20, 20-40 ve 40-60 cm) ayrı ayrı grup oluşturmuşlardır. Bu değerler sırasıyla, 36.47, 21.67 ve 11.73 mg TPF/g kuru madde'dir. Gözlü için ise ilk derinlik olan 0-20 cm (87.70 mg TPF/g kuru madde) ayrı diğer iki derinlik olan 20-40 ve 40-60 cm (18.15 ve 11.98 mg TPF/g kuru madde) derinlikler aynı grupta yer almışlardır (LSD% β =16.50)

Derinlik (cm)	β -Glukozidaze (mg saligenin/g kuru madde)		
	Haymana		Gözlü
	B.Ö.	B.Ö.	B.S.
0-20	0.05 a	0.05 a	0.05 a
20-40	0.04 ab	0.03 ab	0.03 b
40-60	0.02 b	0.02 b	0.02 b
LSD% β =	0.021	0.021	0.017

B.Ö. : Başaklanma öncesi, B.S. : Başaklanma sonrası

Tablo 4. Buğdayda başaklanma öncesi ve sonrası toprakta β -Glukozidaze aktivitesine ilişkin Duncan testi sonuçları

Derinlik (cm)	Dehidrogenaze (mg TPF/g kuru madde)			
	Haymana		Gözlü	
	B.Ö.	B.S.	B.Ö.	B.S.
0-20	65.50 a	65.12 a	78.68 a	63.90 a
20-40	58.52 a	32.11 b	64.75 b	34.10 b
40-60	43.00 b	20.94 b	44.47 c	23.05 c
LSD% β =	9.99	16.29	10.48	12.90

Tablo 5. Buğdayda başaklanma öncesi ve sonrası toprakta Dehidrogenaze aktivitesine ilişkin Duncan testi sonuçları

Dört yıllık araştırmanın ilk yılı (mercimek ve nadas) ile son yılının (buğday ekili) farklı dönemlerinde topraktaki mikrobiyolojik aktivitenin incelenmesi sonucunda mercimek parselleri ile nadas parselleri karşılaştırıldığında, mercimeğin daha yüksek değerler gösterdiği ve mercimek ile nadas arasındaki farkın genelde mercimek parselleri lehine önemli olduğu belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin alındığı derinlikler bakımından, toprağın üst katmanları (0-20 cm) mikrobiyolojik aktivite bakımından en zengin olan bölgedir. Toprak derinliklerine inildiğinde aktivitede düşüşlerin olduğu, en son derinlik olan 40-60 cm'de bu azalmaların 0-20 cm'ye göre yarıdan daha fazla olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bununla da, mikrobiyolojik aktivitenin bitkinin aktif kök bölgesinde daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Aynı sonuçlar buğday ekili olan dördüncü yılda da saptanmıştır. Buda Tosun (6) ile Hoffmann ve Dedeken (7)'in bildirimlerine uygun düşmektedir.

İlk yılda mercimekte pulluk tabanı kırılmayan (klasik toprak işleme) parsellerin ortalama mikrobiyolojik aktivitesi, pulluk tabanı kırılanlardan biraz daha yüksektir. Toprağın daha yüzlek işlenmesi bitkinin kök bölgesindeki mikrobiyolojik aktiviteyi olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Aynı sonuçlar Tosun (6) tarafından bildirilmektedir.

Buğdayın başklanmasından önce ve sonra, ayrıca hasat sırasında yapılan analizlerde bir önceki yılın mercimek ve nadas parsellerindeki farklılığı, buğday ekili parsellerde bulunmadığı gözlenmiştir. Başka bir deyişle, bütün değişkenlerden sonra ekilen buğday parselleri arasında mikrobiyolojik aktivite bakımından önemli bir fark yoktur.

Enzimatik ayrışmayı sağlayan ve özellikle şekerleri parçalayan β -Glukozidaze'nin ölçeklere göre (Tablo 6), elde ettiğimiz değerler [β -Glukozidaze (mg saligenin 1 g

$$\text{kuru madde)} = \frac{\text{mg saligenin}/50 \text{ ml} \times 100}{\% \text{TS} (\%90) \times 5} \text{] formülü ile}$$

Tablo 6. Tarla toprakları için önceden belirlenen β -Glukozidaze ve Dehidrogenaze değerleri

β -Glukozidaze		Dehidrogenaze	
0-25	Çok zayıf	0-50	Zayıf
25-50	Zayıf	50-100	Orta
50-100	Orta	100+	Kuvvetli
100-150	Kuvvetli		
150-200	Çok kuvvetli		
200-250	Çok çok kuvvetli		

mg sal./g kuru madde olarak, mercimek ekili parsellerde kuvvetli (100-150), diğer tüm parsellerde ise orta derecede (50-100) bir aktivite sağlanmıştır (7).

Aynı şekilde Tablo 6'ya göre, DHG (mgTPF/g kuru

$$\text{madde)} = \frac{\text{mg TPF/ml} \times 500}{\% \text{ Kuru madde TS}} \text{ formülü ile}$$

belirlediğimiz değerlere göre, 0-20 cm'lik toprak derinliğinde orta derecelerde aktivite sağlanmıştır.

7. Buğday Hasadından Sonra Toprak Analiz Sonuçları

Dört yıllık ekim nöbeti denemesinden mercimek-buğday ve nadas-buğday değişkenlerine göre alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizlerinin sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Tablo'da görüleceği gibi, organik madde ve toplam azot bakımından (özellikle Gözlü) araştırmanın başlangıcındaki değerlere göre (Tablo 1) bir üstünlük gösterdiği sonucuna varılabilir. Organik madde bakımından mercimek-buğday parsellerinin genelde nadas-buğday parsellerinden biraz daha iyi durumda olduğu görülmüştür. Toplam azot bakımından, mercimek parsellerin nadasa göre daha üstün değerler gösterdiği, nitrat azotu için bunun geçerli olmadığı ve düzenli olmayan sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Nitrat azotu bakımından genelde nadas parselleri biraz daha iyi durumdadırlar. Bu durumda, mercimek yılında nitrat azotunun bir miktarının, Meyveci ve Munsuz (11) tarafından belirtildiği gibi mercimek tarafından tüketilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toplam boşluk hacmi (%) bakımından 0-30 cm'lik toprak katmanında mercimek-buğday parsellerinde, nadas-buğday parsellerine göre daha yüksek değerler belirlenmiştir. 0-30, 30-60 ve 60-90 cm'lik toprak katmanlarında saptanan değerlere göre mercimek parsellerinde 0-30 cm'de Haymana'da %52.33 olan boşluk hacmi Gözlü'de %54.40; nadas parsellerinde ise Haymana'da %47.95, Gözlü'de %47.70 dir. 30-60 ve 60-90 cm'de hem mercimek (%41.35-45.65) hem de nadas (%39.60-43.70) parsellerinde 0-30 cm'ye göre azalan boşluk hacmi değerleri bulunmasıyla birlikte yine de mercimek ekili parsellerin değerleri daha yüksektir. Benzer sonuçlar, Akalan (10) tarafından da bildirilmektedir.

Sonuç

Nadas yerine ekim nöbetine alınan mercimek, toprağı mikrobiyolojik aktivite (β -Glukozidaze, DHG) bakımından nadasa göre zenginleştirdiği görülmüştür. Bitkinin kök dağılım yoğunluğunun fazla olduğu ilk 0-20 cm'lik kat-

Tablo 7. Buğday hasadından sonra toprak analiz sonuçları

Haymana							
Değişkenler							
	Derinlik (cm)	CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Toplam N (%)	Organik madde (%)	NO ₃ kg/da
Nd-Pu	00-20	24.8	0.86	28.9	0.079	1.64	0.26
Me-Pu	00-20	25.1	0.32	30.0	0.110	1.88	0.60
Nd-Ho	00-20	25.5	1.08	25.7	0.120	1.88	0.44
Me-Ho	00-20	24.0	0.90	30.0	0.110	2.00	0.28
Nd-Pu	20-40	28.5	1.04	25.7	0.070	1.50	0.34
Me-Pu	20-40	29.3	0.75	32.5	0.060	1.67	0.21
Nd-Ho	20-40	30.0	0.25	24.6	0.090	1.64	0.23
Me-Ho	20-40	27.8	0.36	23.8	0.080	1.50	0.20
Nd-Pu	40-60	31.1	0.54	23.8	0.055	0.97	0.47
Me-Pu	40-60	28.9	0.43	24.6	0.090	1.03	0.14
Nd-Ho	40-60	31.1	0.29	23.8	0.058	1.06	0.12
Me-Ho	40-60	28.1	0.32	24.6	0.080	1.29	0.18
Gözlü							
Değişkenler							
	Derinlik (cm)	CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Toplam N (%)	Organik madde (%)	NO ₃ kg/da
Nd-Pu	00-20	2.90	2.68	78.0	0.280	2.21	0.54
Me-Pu	00-20	2.50	2.66	71.5	0.270	2.47	0.28
Nd-Ho	00-20	2.50	3.20	92.5	0.250	2.47	0.23
Me-Ho	00-20	1.80	2.98	88.9	0.250	2.79	0.47
Nd-Pu	20-40	3.30	1.44	67.9	0.250	2.50	0.34
Me-Pu	20-40	4.00	1.40	58.5	0.320	2.24	0.12
Nd-Ho	20-40	2.90	1.40	78.0	0.260	2.56	0.16
Me-Ho	20-40	2.20	2.41	74.8	0.240	2.78	0.57
Nd-Pu	40-60	5.80	2.19	47.0	0.190	1.68	0.22
Me-Pu	40-60	7.30	1.36	49.5	0.220	2.03	0.19
Nd-Ho	40-60	5.30	1.01	50.9	0.200	1.95	0.23
Me-Ho	40-60	3.60	1.01	54.9	0.180	1.98	0.40

manda aktivite çok daha fazladır. Öyleki buradaki aktivite 40-60 cm'dekinin iki katına çıkmıştır. Buğday ekili yılda ise, mercimek ve nadas parselleri arasındaki farklar azalmıştır. Hem organik madde hem de toplam azot bakımından mercimek toprakları derinlemesine daha iyi bir duruma getirmiştir. Bütün bunlar, Orta Anadolu koşullarında toprakta eksik olan organik maddenin

arttırılması ve karanadas-buğday ekim sistemindeki olumsuzlukların azaltılması bakımından önemlidir. Ayrıca, mercimek sonrasındaki topraklarda boşluk hacminin artması, toprağın fiziksel koşullarını iyi duruma getirdiğini göstermektedir. Kışlık mercimek-kışlık buğday ekim nöbetinin uygulanabileceği alanlarda, bu tarım sisteminin sürdürülmesi ile uzun dönemde, bölgede temel ürün olan

buğdayın veriminde azalma olmadan; kurak yarı kurak alanlarda verimliliğin her yıl azalmasını hızlandıran tek ürüne dayalı (örneğin nadas-buğday) tarım sisteminde

nadas yerine uygun ön bitkiler alınarak toprak verimliliği ve canlılığının artırılmasıyla (sürdürülebilir tarım) daha fazla üretimin güvencesi olacaktır.

Kaynaklar

1. Kün, E., Altay, F., Kalaycı, M., Adak, M.S., Tüsüz, A., Açıkgöz, N., Tugay, M.E., Sencar, Ö., Meyveci, K., Tan, A., Kurt, Ö. ve Karagöz, A., Türkiye'de Nadas Alanlarının Daraltılması ve İkinci Ürün Çalışmaları. Türkiye Zir. Müh. 3. Teknik Kongresi 8-12 Ocak Ankara, s.62-85, (1990).
2. Tüzüner, A. ve Sunar, U., Toprakta Havalanma ve Verime Olan Etkileri. Topraksu Dergisi Sayı. 3, s.6-16 (1973).
3. Christiansen-Weniger, F., Ackerbauformen im Mittelmeerraum und Nahen Osten dargestellt am Beispiel der Türkei DLG-Verlag, Frankfurt Main. (1970).
4. Unger, P. and Kaspar, T.C., Soil compaction and root growth: a review. Agronomy Journal. 86:759-766, (1994).
5. Ahrens, E. und Saatçı, F., Untersuchungen über mikrobiologische physikalische und chemische Eigenschaften türkischer Böden und deren Beziehungen untereinander. Zbl. Mikrobiol. 140, 343-362, (1985).
6. Tosun, O., Probleme des Regenfeldbaues in der Türkei und Massnahmen zu ihrer Lösung. Ergebnisse Deutsch-Türkischer Partnerschaften im Agrarbereich-Göttingen Symposium vom 17-19 März 1986, s.75-82, (1987).
7. Hoffmann G. und Dedeken, M., Eine Methode zur kolorimetrischen Bestimmung der β -Glucosidase-Aktivität der Boden. Z. Pflanzenern. Düng. Boden kd. 108, 195-201 (1965).
8. Bremner, J.M. and Tabatabai, M.A., Effects of some inorganic substances on TTC of dehydrogenase activity in soils. Soil Biol., Biochem, 385-396 (1973).
9. Glathe, H. und Thalmann, A., Über die mikrobielle Aktivität und ihre Beziehungen zu Fruchtbarkeitsmerkmalen einiger Böden unter besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivität. Zbl. Bakt. 2. 124, 1-55 (1970).
10. Akalan, I. Toprak (Oluşu, Yapısı ve Özellikleri). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:241, Ankara (1965).
11. Meyveci, K. ve Munsuz, N., Orta Anadolu Bölgesi Koşullarında İkili Ekim Nöbeti Sisteminde Toprakta Nem ve İnorganik Azot formlarının Belirlenmesi. Türkiye Tahıl Simpozyumu. TÜBİTAK ve Uludağ Ü. Ziraat Fakültesi 6-9 Ekim, Bursa S. 135-143, (1987).