



www.ziraat.selcuk.edu.tr/dergi

Selçuk Üniversitesi  
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi  
23 (50): (2009) 68-74  
ISSN:1309-0550



## ÜÇ FARKLI HERBİSİTİN İKİ FARKLI TEKSTÜRE SAHİP TOPRAKTA MİKROBİYAL NİTRİFİKASYON ÜZERİNE ETKİLERİ<sup>1</sup>

Emel KARAARSLAN<sup>2,3</sup>

Kemal GÜR<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Konya/Türkiye  
(Geliş Tarihi: 23.02.2009, Kabul Tarihi:30.06.2009)

### ÖZET

Laboratuvar koşulları altında yürütülen bu çalışma, Konya ovasındaki bazı yabancı otlara karşı yaygın biçimde kullanılan herbisitlerden Trifluralin, 2,4-D ve Knock Out'un iki farklı tekstüre sahip olan biri Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi arazisi, diğeri ise Selçuk Üniversitesi (S. Ü.) Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan toprak örneklerine beş farklı dozda (0-200-600-1200-4800 ml/da) uygulanarak söz konusu toprakların mikrobiyal nitrifikasyon değerlerindeki değişmelerin 0., 4., 8., 12., 20. ve 40. günlerde ölçülerek belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırma sonucunda, Bahri Dağdaş siltli kiline ait nitrifikasyonun Knock Out'un 4800 ml/da dozunda, Kampüs kumlu killi tınıdaki nitrifikasyonun ise 2,4-D ve Trifluralin'in 200 ml/da dozunda daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Herbisit, doz, mikrobiyal nitrifikasyon, toprak tekstürü.

### EFFECTS OF TREE HERBICIDES ON THE MICROBIOLOGICAL NITRIFICATION IN TWO DIFFERENT SOIL TEXTURE

#### ABSTRACT

This work was carried out to determine the effects tree herbicides (Trifluraline, 2,4-D and Knock Out) on the microbiological nitrification in two soil samples. The soil samples were collected from the agricultural lands of Bahri Dağdaş Experimental Station and Selçuk University Campus, Konya, and they were silty clay and sandy – clay loam in the texture, respectively. The herbicides were applied to the soil samples at five different levels (0 – 200 – 600 – 1200 – 4800 mlda<sup>-1</sup>) and at six different incubation periods (0 – 4 – 8 – 12 – 20 – 40 days).

The results can be summarized as follows; It was found that the most effective herbicides, to increase the microbiological nitrification, were Knock Out and Trifluraline at the levels of 4800 mlda<sup>-1</sup> in Bahri Dağdaş silty clay, and 200 mlda<sup>-1</sup> in the Campus sandy clay loam soil samples, respectively. It was concluded that, the herbicides showed a general tendency to increase nitrification of the soil samples.

**Key Words:** Herbicides, dose, microbiological nitrification, soil texture.

### GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus hızına paralel olarak beslenme sorunu da hızla artmakta, özellikle de gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde açlık hâlâ ölümlere neden olabilmektedir. Artan nüfusu dengeli bir biçimde besleme görevi ise ekonominin temeli olan ziraat ilmine düşmektedir. Artan nüfus karşısında yeni tarım alanlarının açılmaması, hattâ erozyon, sanayi bölgeleri ve yeni yolların açılması gibi nedenlerle halen tarım arazisi olarak kullanılan alanlar daraltılmaktadır (Erkin ve Kışmır, 1996).

Tarımsal alanlarımızın sınırına gelmiş, üstelik daha da daralıyor olması nedeniyle elde mevcut olan tarım alanlarından en yüksek verimin alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. Birim alandan elde edilen verimin artırılması için geliştirilen gübreleme, sulama ve toprak işleme gibi kültürel yöntemlerin yanında, birçok kültür bitkisinde görülen hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele de kaçınılmazdır. Çünkü tüm tarımsal teknikler kusursuz olarak uygulanırsa bile, üretimde bitki koruma yöntemlerinin uygulanmaması

durumunda hastalık ve zararlıların meydana getirecekleri salgından dolayı diğer tekniklerin etkisi bir anda tamamen ortadan kalkabilir.

Bunun sonucunda da çok büyük ekonomik zararlar meydana gelebilir. Nitekim son yıllarda kullanılan biyoteknolojik yöntemlerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerde bitki koruma sorunlarını tam anlamıyla çözememiş olması tarım ilacı kullanımının zorunlu olduğunu bir kez daha gözler önüne sermiştir (Erkin ve Kışmır, 1996).

Dünyada her yıl elde edilmesi gereken yıllık tarımsal ürünlerin 1/3'ü hastalık, zararlı ve yabancı otlar tarafından tahrip edilmektedir (Öztürk ve Özge, 1978).

Kalkınmayı hedef alan bir ülke olarak tarımsal ürünlerimizin hem artan nüfusumuza yetecek, hem de dünya pazarlarında yer alabilecek nitelikte olmasını sağlayabilmek için teknolojinin bize sunduğu kolaylıklardan geniş çapta yararlanmak zorundayız. Bu kolaylıklardan şu an için belki de en önemlisi "pestisit" adı verilen, tarımsal bitki ve ürünlere musallat olan hastalık, zararlı ve yabancı otları bir dereceye

<sup>1</sup>Bu makale S.Ü. FBE 1999/03 nolu Emel KARAARSLAN'a ait Yüksek Lisans Tezi'nden alınmıştır.

<sup>3</sup>Sorumlu Yazar: [ekaraaslan@selcuk.edu.tr](mailto:ekaraaslan@selcuk.edu.tr)

kadar yok eden ve bunların zararlarını önleyen kimyasal öldürücüleri kullanmaktadır (Günçan, 1985).

Dünyada kullanılan tarım ilaçlarının gruplarına göre dağılımında herbisitler, tarım ilaçları içinde % 47'lik bir payla birinci sırayı almaktadır. Bunu % 29 ile insektisitler ve % 19 ile fungusitler izlemektedir (Anonymous, 1995 a).

Türkiye'de tarım ilaçları kullanımına pestisit gruplarına göre bakıldığında ise, en önemli grubun % 47 ile insektisitler olduğu bunu % 24 ile herbisitlerin izlediği, fungusitlerin ise % 16'lık bir payı olduğu görülmektedir (Anonymous, 1995 b).

Tarımsal ve tarımsal olmayan amaçlar için bugün milyonlarca ton tarım ilacı milyonlarca dönüm araziye uygulanmaktadır. Gerek organik, gerekse inorganik karakterde yüzlerce kimyasal bileşik, onbinlerce isim altında üretilmekte, piyasaya sunulmakta ve bitkisel kültürlerle, flora ve hayata ilişkin 67000 civarında zararlı ve hastalık unsuruyla mücadelede kullanılmaktadır. Bunlardan büyük bir kısmı uygulama yerlerinden başkalarına gitmekte ya da taşınmaktadır (Yücel ve ark., 1992).

Kullanılan tarım ilaçlarının biyolojik olarak diğer canlılara karşı az zehirli ya da zehirsiz olması istenirken şimdiye kadar yapılan ve hâlihazırda kullanılan ilaçlardan çok azı bu nitelikleri taşır. Bunların bir kısmı uyguladıkları bitki, toprak ve su ortamında uzun süre bozulmadan kalabilen ve zararlı etkilerini yavaş yavaş, uzun süre içerisinde belli etmeden yapan özelliktedir.

Bitkileri hastalık ve zararlılardan korumak amacıyla bilinçsizce kullanılan pestisitler, yalnızca insanlara değil, gelişmiş diğer canlılarla birlikte, gözün mikroskopta dahi görmeye zorlandığı ancak yaşamın devamlılığında büyük bir denge unsuru olan pek çok toprak mikroorganizmasına da önemli olumsuz etkilerde bulunabilmektedirler (Gür, 1985).

Özel mikroorganizma grupları tarafından gerçekleştirilen biyokimyasal olaylardan birisi de doğadaki azot döngüsünün ikinci halkası olan "nitrifikasyon" dur.

Nitrifikasyon olayı kısaca: amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ ) nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), nitritin de nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) çevrildiği bir olaydır. Bu olay, oksijene ihtiyaç duyan bir işlemdir. Biyolojik nitrifikasyondan başka, fotokimyasal nitrifikasyon işlemi de vardır. Bu işlemde amonyak, güneş ışığının varlığında, fotosentez yoluyla önce nitrite, sonra da nitrata oksitlenir. Biyolojik nitrifikasyonda aktif olan mikroorganizmalardan ilk grubu "Nitrosomonas"lar oluşturur. "Nitrococcus" bakterileri ise genellikle, "Nitrosomonas"larla aynı büyüklükte ve aynı özelliklere sahip olan mikroorganizmalardır. Bunlar da amonyağı nitrite oksitlerler (Gür, 1997).

Nitrifikasyon, tarımsal ve kimyasal maddelerin toprak mikroorganizmaları üzerine olan ekotoksikolojik etkileri bakımından duyarlı bir biyolojik

indikatör olarak tanımlanmaktadır (Malkomes, 1992).

Diğer bir ifadeyle, nitrifikasyon olayının gerçekleşmesinde birçok faktör olumlu ya da olumsuz etkilerde bulunarak bu biyokimyasal olayın hızını artırmakta veya azaltmaktadır. Şöyleki, nitrifikasyon toprak sıcaklığı, pH'sı, nemi ve amonyum düzeyi gibi ekolojik koşullardan etkilendiği gibi herbisitlerden de etkilenmektedir (Malkomes, 1992).

Azot fiksasyonu ve amonifikasyon olayları ile birlikte, toprakta mikrobiyolojik olarak gerçekleşen en önemli azot dönüşüm olayı ve bunu oluşturan bakterilerin aktiviteleri üzerine, herbisitlerin de dahil olduğu pek çok tarımsal mücadele ilacının etkileri konusunda 1950'lerde başlayan bir ilgi bulunmaktadır (Quastel ve Scholefield, 1951).

Ülkemizde son yıllarda kullanımı iyice artan herbisitlerin toprakta mikroorganizmalar denetiminde meydana gelen ve yaşamın devamlılığını sağlayan önemli biyolojik olayların seyri ve mikroorganizmaların aktiviteleri üzerine etkileri hakkında araştırmalar halen sürmektedir. Saksı denemesi olarak yürütülen bu laboratuvar çalışmasında, ülkemizde son yıllarda kullanımı hızlı bir şekilde artan, özellikle kültür bitkilerinin çıkış öncesi ve sonrasında geniş çapta kullanılan herbisitlerin, en önemli azot döngüsü olan "mikrobiyal nitrifikasyon" üzerine olan etkilerinin araştırılarak bu konuda yapılan çalışmalara bir katkı sağlanması amaçlanmıştır.

#### MATERYAL VE METOT

Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada biri siltli kil, diğeri kumlu killi tın olmak üzere iki farklı tekstüre sahip topraklar kullanılmıştır. Toprak örneklerinin ilki Bahri Dağdaş Kışık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi arazisinin ( $T_1$ ) ; diğeri ise Selçuk Üniversitesi Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanının ( $T_2$ ) ; 0 – 20 cm derinliklerinden alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek, 10.50 cm taban çapı ve 5 cm yüksekliği olan mavi renkli, plastik kutulara fırın kuru ağırlık esasına göre 500 g toprak konulmuştur. Bir dekar toprak üzerinden hesaplanan herbisit dozları, içerisinde fırın kuru ağırlık esasına göre 500 g toprak bulunan 0.00865 m<sup>2</sup>'lik yüzey alanına sahip deneme kutuları için yeniden hesaplanarak % 48 Treflan etkili maddesine sahip Trifluralin, % 48 Isooctylester etkili maddesine sahip 2,4-D ve % 48 Glyphosate Isopropylamin etkili maddesine sahip Knock Out 0-200-600-1200-4800 ml/da dozlarında uygulanmıştır. Tüm deneme kutularına temel gübre olarak 200 ppm  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 'u ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> şeklinde ilave edilerek kutuların üzerleri alüminyum folyo ile kapatılmış ve havalı (O<sub>2</sub>'li) bir ortam sağlamak amacıyla alüminyum folyo üzerine belirli aralıklarla delikler açılmıştır. "Tasadüf Blokları Deneme Deseni"ne göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen bu denemede toplam 96 adet saksı ile çalışılmıştır. Nem düzeyi tarla kapasitesinin % 60'ına getirilmiş ve toprak örnekleri sıcaklığı

27 °C'ye ayarlanmış bir inkübatöre yerleştirilmiştir. Deneme saksılarının yerleri deneme boyunca değiştirilip, saksılar her gün tartılarak istenilen nem düzeyinde tutulmaya çalışılmıştır. Denemenin 0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde inkübasyon saksılarından alınan toprak örneklerinde amonyum azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) ve nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N) değerleri belirlenmiştir.

Toprağın kum, kil ve silt miktarı Bouyoucos (1962), "Hidrometre Metodu", tarla kapasitesi "Basınçlı Seramik Tabla Metodu" (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), pH 1:2.5'lük toprak:saf su karışımında (Peech, 1965, Bower ve Wilcox, 1965), kireç Sheibler kalsimetresi kullanılarak (Hızalan ve Ünal, 1965), organik madde Smith Weldon metoduna göre (Smith ve Weldon, 1941), elverişli fosfor Olsen'in "NaHCO<sub>3</sub> Metodu"yla (Bayraklı, 1987), toplam azot Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965), değişebilir katyonlar toprak örneklerinin 1 N CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> (pH:7) ile ekstrakte edilerek süzükteki Na ve K Jenway PFP 7 fleymfotometresi ile, Ca+Mg EDTA ile titrasyon yoluyla bulunmuştur. Daha sonra bulunan bu değerlerden çözünebilir Na, K ve Ca+Mg'un çıkarılması ile değişebilir Na, K, Ca+Mg miktarları hesaplanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), amonyum azotu 2N KCl ile ekstrakte edilen süzüğün magnezyum soksit eşliğinde buhar damıtma metodu kullanılarak (Bremner, 1965), nitrat azotu ise aynı süzüğün devardo alloy eşliğinde buhar damıtma metodu kullanılmasıyla belirlenmiştir (Bremner, 1965).

Araştırma sonunda elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirilmesinde, gerekli varyans analizleri ve bunlara ait "F" kontrolleri yapılarak denemede kullanılan farklı tekstürdeki toprak örneklerine uygulanan üç değişik herbisit (Trifluralin, 2,4-D ve Knock Out) ile dozlarının tek başına ve birlikte uygulanmasının deneme topraklarının biyolojik özelliklerinden biri olan "mikrobiyal nitrifikasyon" üzerine etkileri araştırılmıştır. Söz konusu muamelelerin ve bunların farklı uygulama düzeylerinin birbirine göre etkinlikleri ile en etkin muamelenin belirlenmesinde ise Duncan'ın "Çoklu Karşılaştırma Testi" kullanılmıştır (Düzgüneş, 1963).

#### ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Denemede kullanılan araştırma topraklarından ilki Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi arazisinden alınmış olup, "siltli kil", diğeri ise Selçuk Üniversitesi Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınmış olup, "kumlu killi tın" tekstür sınıfına girmektedirler. Araştırma toprakları pH değerleri bakımından "kuvvetli alkalın" (sırasıyla 8.3-8.2), tuz bakımından "tuzsuz" (sırasıyla ECx10<sup>6</sup>,25°C 147-123), kireç değerleri (sırasıyla % 25-33), organik madde bakımından siltli kil toprak örneği "fakir" (% 2.9), kumlu killi toprak örneği ise, "çok fakir" (% 0.83), elverişli fosfor bakımından siltli kil "çok yüksek" (13.05 ppm), kumlu killi tın ise "az" (2.96 ppm), potasyum bakımından ise siltli kil "orta" (164.43 ppm), kumlu killi tın ise "zengin" (596.3

ppm) sınıfına girmektedirler (Ülgen ve Yurtsever, 1974).

Denemede kullanılan herbisitlerin "çeşit x doz" interaksiyonunun 40 günlük (0, 4, 8, 12, 20 ve 40 günlük periyotlarda) inkübasyon sonunda toprağın amonyum azotu miktarı üzerine etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Söz konusu tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı üzere siltli kil toprak örneğine ait amonyum azotu (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) değerlerinde 40 günlük inkübasyon süresince, inkübasyonun başlangıcından (0. gün) sonuna doğru (40. gün) oksidasyon (mikrobiyal nitrifikasyon) nedeni ile azalma görülmüştür.

Amonyum azotundaki azalmalar en belirgin olarak inkübasyonun 12. gününde elde edilmiştir. Amonyum azotu değerinde en fazla azalışın olduğu inkübasyonun 12. gününde bu azalış üzerinde etkili herbisit çeşidi Knock Out olmuş onu 2,4-D ve Trifluralin takip etmiştir. Bunun yanısıra amonyum azotunu en fazla herbisitlerin 5. dozu (4800 ml/da) azaltmıştır.

Aynı tablodan görüleceği üzere kumlu killi tın tekstüre ait amonyum azotu değerleri ise inkübasyon boyunca azalan değerler şeklinde seyretmiş olup, en fazla azalış inkübasyonun 20. gününde elde edilmiştir. Kampüs kumlu killi tının amonyum azotu değerinin en çok azaldığı inkübasyonun 20. gününde en etkili herbisit çeşidi Knock Out olmuş, bunu sırasıyla 2,4-D ve Trifluralin izlemiştir. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin 20. gündeki amonyum azotu değerinin azalması üzerinde en etkili herbisit dozu ise 5. doz (4800 ml/da) olarak belirlenmiştir.

Her iki toprak örneğine ait amonyum azotu değerlerindeki azalmaların asıl nedeni amonyum azotunun uygun koşullardan dolayı kısa sürede okside olarak nitrat azotu formuna dönüşmesidir. Ancak toprakların nitrifikasyon değerlerindeki azalmalar herbisit çeşit ve dozlarına bağlı olarak inkübasyonun bazı dönemlerinde dalgalanmalar göstermiş olup, bu durum herbisit uygulanan topraklardaki nitrifikasyon ile toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri arasında doğabilecek pozitif ve negatif ilişkilere bağlanmıştır.

Nitekim; kum oranı daha fazla (% 56.40), kil oranı daha az (% 21.53) ve organik madde oranı daha düşük (% 0.83) olan Kampüs toprağında, kum oranı daha düşük (% 14.20), kil oranı daha yüksek (% 46.20) ve organik maddesi daha yüksek (% 2.90) olan Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi'nden alınan toprak örneğine göre kısmen daha yüksek bir nitratlaşma elde edilmiştir. Nitekim, Martens ve Bremner (1993)'de herbisit uygulanan topraklarda nitrifikasyon ile kum kapsamı arasında önemli pozitif, K.D.K., organik-C, silt ve kil kapsamı arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmişlerdir. Ottom ve Çolak (1981) ise kil mineralleri, organik madde, strüktür, pH, sıcaklık ve biyolojik aktivite gibi birçok faktörün herbisitlerin topraktaki davranışlarını kompleks bir şekilde etkilediğini belirlemişlerdir. Amonyum

azotu değerindeki değişimler ile ilgili bulgularımız, Hale ve ark. (1957), Tulabaev ve Tamikaev (1968), Kızılkaya ve Arcak (1996) ile Uyanöz ve ark. (2000) tarafından elde edilen araştırma sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Tablo 1. Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi siltli kil (T<sub>1</sub>) ve Selçuk Üniversitesi, Kampus deneme alanı kumlu killi tın (T<sub>2</sub>) tekstürüne sahip toprak örneklerine uygulanan bazı herbisitlerin “çeşit x doz” interaksyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki amonyum azotu değerlerinin Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşitleri	İnkübasyon Süresi	HERBİSİT ÇEŞİT VE DOZLARI														
		TRIFLURALİN					2,4-D					KNOCK OUT				
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
T <sub>1</sub>	0. Gün	75.89 ef	96.34 bc	96.72 bc	80.31 def	91.15 bcd	86.16 cde	78.58 ef	96.34 bc	83.86 def	96.33 bc	101.52 ab	82.70 def	72.29 f	109.77 a	90.29 bcd
	4. Gün	74.11	76.41	76.18	80.35	78.82	79.10	77.18	72.62	85.73	73.63	67.59	79.97	76.70	79.39	78.72
	8. Gün	70.65 bc	60.77 d	68.74 bc	64.61 cd	66.14 bcd	69.98 bc	71.90 ab	64.51 cd	76.61 a	67.20 bc	66.62 bcd	67.68 bc	69.98 bc	64.80 cd	68.35 bc
	12. Gün	30.010 b	11.243 def	6.347 fg	24.970 b	6.107 fg	4.667 g	10.280 defg	18.670 c	35.770 a	5.673 fg	5.290 fg	13.833 cde	9.993 defg	8.003 efg	15.567 f
	20. Gün	1.440 cde	2.213 a	1.730 bcd	1.440 cde	2.020 ab	1.633 co	1.440 cde	1.440 cde	1.343 de	1.163 e	1.440 cde	1.440 cde	1.827 bc	1.343 de	1.343 de
	40. Gün	0.7667 f	1.4400 bcd	1.4400 bcd	1.0533 ef	1.1500 de	1.4400 bcd	2.0200 a	1.2467 cde	1.4400 bcd	1.6333 b	1.5367 bc	1.5367 bc	1.1500 de	1.2967 cde	0.7667 f
T <sub>2</sub>	0. Gün	84.78	84.34	86.72	82.19	76.36	81.54	67.40	76.52	84.61	87.20	92.70	78.79	91.90	99.66	90.76
	4. Gün	87.28	92.89	80.02	79.65	80.56	81.65	82.19	75.84	85.66	89.09	94.71	87.27	90.54	96.89	95.25
	8. Gün	71.76 cde	69.36 e	73.78 bc	70.10 e	70.09 e	77.10 a	75.63 ab	75.08 ab	69.73 e	73.04 bcd	69.73 e	74.89 f	66.79 de	70.47 f	66.59 f
	12. Gün	58.20 ab	54.66 ab	58.81 ab	59.93 a	55.96 ab	60.80 a	56.82 ab	53.97 ab	41.18 d	40.23 d	46.45 cd	59.24 ab	54.06 ab	51.81 bc	28.30 e
	20. Gün	49.747 a	36.623 b	47.297 a	53.943 a	37.507 b	51.580 a	50.443 a	48.130 d	5.377 d	4.197 d	5.243 d	21.767 c	21.110 c	22.293 c	1.180 d
	40. Gün	3.120 c	2.670 c	3.580 c	27.970 a	3.760 c	24.847 a	23.477 a	14.120 b	4.030 c	2.850 c	2.760 c	2.760 c	2.130 c	1.310 c	1.490 c

\* Aynı satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistikî olarak ( $p < 0.05$ ) önemlidir.

Denemede kullanılan herbisitlerin “çeşit x doz” interaksyonunun 40 günlük (0, 4, 8, 12, 20 ve 40 günlük peryotlarda) inkübasyon sonunda toprağın nitrat azotu miktarı üzerine etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2’nin incelenmesinden de belirleneceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine ait nitrat azotu değerleri amonyum azotu değerlerinin en fazla azalış gösterdiği inkübasyonun 12. gününde en yüksek değerlere ulaşmış, amonyum azotunun azaltılmasında etkili herbisit çeşidi olan Knock Out bu artışta etkili herbisit çeşidi olarak belirlenmiştir. Nitrat azotunun artışı diğer bir ifadeyle nitrifikasyonu artıran diğer herbisit çeşitleri etkinliklerine göre Trifluralin ve 2,4-D olarak sıralanmışlardır. Nitrifikasyonun artışı üzerinde etkili olan herbisit dozları ise 2 ve 5. dozlar (200-4800 ml/da) olarak belirlenmişlerdir.

40 günlük inkübasyon boyunca azalış gösteren amonyum azotu değerlerine karşılık genelde artış gösteren nitrat azotu değerlerinde inkübasyonun 20. ve 40. günlerinde bir azalma söz konusu olmuştur. 20. günde bu azalış üzerindeki etkinlikleri yönünden herbisit çeşitlerinin sıralaması Knock Out, Trifluralin ve 2,4-D şeklinde olurken, 40. günde ise Knock Out’un kullanıldığı toprak örneklerinde bir artış elde edilmiş, Trifluralin ve 2,4-D kullanılan toprak örneklerinde ise azalış devam etmiştir. 20. gün nitrat azotu değerlerindeki azalış üzerinde herbisitlerin 2 ve 5. dozları (200-4800 ml/da) etkili olurken, 40. günde ise bu azalışta 2 ve 3. dozlar (200-600 ml/da) en etkili

olmuş; yalnızca 5. dozda (4800 ml/da) artış elde edilmiştir.

Aynı tablodan görüleceği gibi, kumlu killi tın toprak örneğine ait nitrat azotu, inkübasyonun başından (0. gün) sonuna doğru (40. gün) azalan amonyum azotu değerlerine karşılık artan değerler almıştır. Nitrat azotundaki bu değer artışları özellikle inkübasyonun 20 ve 40. günlerinde elde edilmiştir. 20. günde nitrat azotu artışı üzerinde etkili herbisit çeşidi 2,4-D olmuş ve bunu sırasıyla Trifluralin ve Knock Out takip etmiştir. Kampus kumlu killi tın toprak örneğine ait nitrat azotu değerinde en fazla artışın görüldüğü inkübasyonun 40. gününde ise bu artışta etkili herbisit çeşitleri Trifluralin, Knock Out ve 2,4-D olarak sıralanmışlardır. Kampus kumlu killi tının nitrat azotu değerinin diğer bir ifadeyle mikrobiyal nitrifikasyonun artış gösterdiği inkübasyonun 20 ve 40. günlerinde en etkili herbisit dozu sırasıyla 2 ve 3. dozlar (200-600 ml/da) olarak belirlenmiştir.

Uygun ortam koşulları nedeniyle amonyum oksidasyonunun okside olarak miktarının azalmasına karşılık, nitrat azotu miktarında artış belirlenmiştir. Nitekim, Ünal ve Başkaya (1981)’ya göre, nitrifikasyonun normal sürdüğü dönemlerde toprakta nitrat azotu formu amonyum azotu formundan daima fazladır. Burada da, artan nitrat azotunun kaynağını amonyum azotu oluşturmada ve amonyum azotu uygun koşullardan dolayı kısa zamanda nitrat azotu formuna dönüşmektedir. Inkübasyon boyunca elde edilen nitrat azotu değerlerinden de görüldüğü gibi,

inkübasyon süresince aynı herbisitler nitrifikasyon değerlerini hem artırmış, hem de azaltmıştır. Aynı inkübasyon dönemi içerisinde araştırma toprağının amonyum azotunun azaltılması üzerine olan etkinlikleri bakımından herbisit çeşitleri arasında belirlenen

bu farklı davranış biçimi söz konusu herbisit çeşitlerinin (Trifluralin, 2,4-D ve Knock Out) kendilerine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ayrıcalıklardan kaynaklanabilir (Haktanır ve Arcak, 1989).

Tablo 2. Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi siltli kili (T<sub>1</sub>) ve Selçuk Üniversitesi, Kampus deneme alanı kumlu killi tın (T<sub>2</sub>) tekstürüne sahip toprak örneklerine uygulanan herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki nitrat azotu değerlerinin Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşitleri	İnkübasyon Süresi	HERBİSİT ÇEŞİT VE DOZLARI														
		TRİFLURALİN					2,4 - D					KNOCK OUT				
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
T <sub>1</sub>	0. Gün	14.050	8.433	13.887	8.430	20.007	12.073	15.373	13.390	16.017	16.697	16.037	11.407	16.697	16.697	25.297
		cd	e	cd	e	b	cde	bcd	cd	bcd	bc	bcd	de	bc	bc	a
	4. Gün	28.77	35.71	34.72	32.73	37.70	39.02	37.03	36.70	3580	40.67	28.10	32.41	31.41	32.41	26.45
		def	abc	abcde	abcd	a	ab	cdef	g	fg	bcdef	def	bcdef	def	ef	ef
	8. Gün	49.27	57.54	53.90	55.55	59.85	58.53	50.92	42.33	47.28	51.95	48.94	52.25	49.93	48.6	48.61
		227.9	250.0	243.1	234.3	245.4	198.5	263.1	206.5	152.5	237.4	255.3	236.8	240.8	247.0	239.1
	abc	abc	abc	abc	abc	c	a	bc	b	abc	ab	abc	abc	abc	abc	
	152.1	157.4	143.2	139.2	138.2	133.9	145.8	142.5	147.8	138.6	139.5	134.9	130.4	122.5	138.9	
	ab	a	bcd	cde	cde	de	bc	bcd	abc	cde	de	ef	f	cde	cde	
	119.0	123.3	143.5	123.3	146.5	133.3	129.4	138.6	135.2	1333	136.6	133.6	158.1	130.0	152.8	
	g	ef	def	j	f	i	k	h	a	bcd	bcde	abc	def	cdef	ab	
T <sub>2</sub>	0. Gün	3.340	5.017	7.803	9.473	7.803	7.247	8.360	7.803	10.587	8.357	8.353	8.917	6.127	8.917	8.360
		e	de	abcd	ab	abcd	bcd	abc	abcd	a	abc	abc	abc	cd	abc	abc
	4. Gün	14.37	13.75	10.62	10.62	10.62	11.87	15.62	15.62	24.37	27.50	24.37	28.12	25.62	26.25	23.12
		cd	cd	d	d	d	cd	c	c	ab	a	ab	a	ab	ab	b
	8. Gün	6.353	14.297	20.967	20.967	19.060	13.980	25.417	24.780	39.390	52.740	40.027	25.417	34.947	34.310	76.880
		f	ef	de	de	de	ef	d	d	c	b	c	d	c	c	a
	19.35	27.09	26.79	28.87	31.26	25.60	20.54	28.28	72.04	119.67	100.47	49.41	51.20	47.33	174.73	
	f	f	f	f	f	f	f	f	d	b	c	e	e	e	a	
	44.27	88.38	82.66	50.59	128.29	53.45	40.50	42.91	229.46	236.54	195.14	128.28	151.77	67.31	70.02	
	efg	e	e	efg	d	efg	h	gh	a	a	b	cd	c	efg	e	
	203.3	226.6	232.9	129.1	22.9	152.0	101.0	182.5	257.8	242.9	238.8	250.0	231.7	236.2	251.6	
	g	ef	def	j	f	i	k	h	a	bcd	bcde	abc	def	cdef	ab	

\* Aynı satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistik olarak ( $p < 0.05$ ) önemlidir.

Diğer bir ifadeyle, nitrifikasyon olayının gerçekleşmesinde birçok faktör olumlu ya da olumsuz etkilerde bulunarak bu biyokimyasal olayın hızını artırmakta veya azaltmaktadır. Şöyleki, nitrifikasyon toprak sıcaklığı, pH'sı, nemi ve amonyum düzeyi gibi ekolojik koşullardan etkilendiği gibi herbisitlerden de etkilenmektedir (Malkomes, 1992). Ayrıca, Hale ve ark. (1957), Eno (1957), Winfree ve Cox (1958), Chandra ve Bollen (1961), Chandra (1964), Van Schreven ve ark. (1970), Cernakova ve ark. (1991), Rai (1992), Kızılkaya ve Arcak (1996)'ta, herbisitlerin nitrifikasyon üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, inkübasyonun ilerleyen periyotlarında herbisit konsantrasyonu ve kullanılan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine de bağlı olarak nitrifikasyon hızının değiştiğini belirlemişlerdir.

Sonuç olarak, toprak organik ve inorganik birçok bileşiği içeren canlı ve dinamik bir sistemdir. Diğer pestisitlerde olduğu gibi, herbisitlerin de toprakta geçirdikleri en önemli bozunma şekli mikrobiyal bozunmadır. Çeşitli mikroorganizmalar organik maddeleri olduğu gibi herbisitlerin yapısındaki  $-OH^-$ ,  $-COO^-$ ,  $-NH_2$  ve  $-NO_2^-$  gibi bazı polar grupları parçalarlar. Toprakta ne kadar çok organik madde varsa, o kadar fazla ve sağlıklı mikroorganizma içereceğinden herbisitlerin parçalanması o oranda fazla ve çabuk olacaktır. Bunun yanı sıra, topraktaki kil minerallerinin tipi ve miktarı, içerdiği organik madde ayrıca toprağın KDK, pH, sürtüktür ve sıcaklık özellikleri de

herbisitlerin topraktaki davranış ve parçalanmalarını kompleks bir şekilde etkilemektedir.

Gün geçtikçe daralan tarım alanlarımızdan en yüksek verimin alınabilmesi için diğer tarımsal uygulamaların yanında herbisitlerin kullanımı da kaçınılmazdır. Ancak birim alandan maksimum ürünün alınması için bilinçsizce tüketilen herbisitlerin toprakta mikroorganizmalar denetiminde meydana gelen ve yaşamın devamlılığını sağlayan önemli biyolojik olayların seyri ve mikroorganizmaların aktiviteleri üzerine önemli olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bu nedenle doğal dengenin sağlanması ve toprakların daha sağlıklı mahsul verebilmesi için yapılan tüm uygulamalar ve uygulanan bütün muamelelerin biyolojik kökenli olması ve tabiata herhangi bir olumsuz etkisi olmaması nedeniyle ekolojik tarımın daha fazla yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, daha geniş çaplı bir uygulamaya geçmeden önce bu konudaki araştırmaların daha farklı tekstür, organik madde kapsamı ve pH değerlerine sahip daha fazla toprak örneği, daha fazla herbisit çeşidi, dozu ve inkübasyon sürelerinin kullanıldığı laboratuvar, sera ve tarla denemeleriyle de kalibre edilmesi gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Anonymous, 1995 a. Agrow No. 225 February 3<sup>rd</sup> 1995, p 16.
- Anonymous, 1995 b. Wood Mackenzie 124, December 1995, p 2-7.

- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 17, Samsun.
- Bouyoucos, C. A., 1962. A Recalibration of The Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron. J.*, 43 : 434 – 438.
- Bower, C. A ve Wilcox, L. L., 1965. Soluble Salt Methods of Soil Analysis, Methods of Soil Analysis Part 2, Am. Soc. Agron. No: 9, Madison, Wisconsin USA, pp: 933-940
- Bremner, J. M., 1965. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.
- Cernakova, M., Kurucova, M. ve Fuchsova, D., 1991. Effect of The Herbicide Bentanex On Soil Microorganisms and Their Activity. *Folia - Microbiologica*. 36, 561-566.
- Chandra, P. ve Bollen, W. B., 1961. Effects of Nabam and Mylone On Nitrification Soil Respiration and Microbial Numbers in Four Oregon Soils. *Soil Sci.*, vol. 92, p. 387 –393.
- Chandra, P., 1964. Herbicidal Effects On Certain Microbial Activities in Some Brown Soils of Saskatchewan. *Weed res.* 4: 54 – 63.
- Düzgüneş, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. Ege Üniv. Matbaası, İzmir.
- Erkin, E. ve Kışmir, A., 1996. Dünyada ve Türkiye’de Tarım İlaçlarının Kullanımı II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu Bildiriler Kitabı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları. 18-20 Kasım 1996 Ankara.
- Eno, C. F., 1957. Field Accumulation of Insecticide Residues in soils. Effect of Soil Applications of Carbamate Fungicides On The Soil Microflora. *Fla. Agric. Exp. Sta. Rept.*, 142.
- Günçan, A., 1985. Yabancı Otlar ve Mücadelesi Ders Notları. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van.
- Gür, K., 1985. Çevre Kirliliği Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Toprak Bölümü, Konya.
- Gür, K., 1997. Toprak Biyolojisi Ders Kitabı. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınları: 10, s: 86-87, Konya.
- Haktanır, K. ve Arcaç, S., 1989. Pestisitlerin ve Ağır Metallerin Topraktaki Biyolojik Olaylar Üzerine Etkileri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara.
- Hale, M. G., Hulcher, F. H. ve Chappel, W. E., 1957. The Effects of Several Herbicides On Nitrification in a Field Soil under Laboratory Conditions. *Weeds*, 5: 331-341
- Hızalan, E. ve Ünal, H., 1965. Toprakta Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 273, Ankara.
- Kızılkaya, R. ve Arcaç, S., 1996. Trifluralin’in nitrifikasyon üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(3), 145–154.
- Malkomes, H. P., 1992. Nitrifications As An Ecotoxicological İndicator For Agrochemicals in Soil Under Different Test Conditions. *Zentrollbalt für Mikrobiologie*, 147: 314. 250 – 260.
- Martens, D. A. ve Bremner, J. M., 1993. Influence of Herbicides On Transformations of Urea Nitrogen in Soil. *J. Environ. Sci. Healty. B.* 28 (4), 377.
- Ottom, J. C. G. ve Çolak, A. K., 1981. Biyositlerin Topraktaki Davranışları ve Mikrobiyal Parçalanabilirlikleri. *Ç. Ü. Zir. Fak. Ders Notu*, Adana.
- Öztürk, S. ve Özge, N., 1978. Bitki Koruma İlaçları. Eser Matbaası – Ankara.
- Peech, H. M., 1965. Hydrogen-ion activity. In: Methods of soil analysis. Part 2. Eds., Black, C. A. *et al.* and W. I., Madison am. Soc. Argon., pp:914-926.
- Quastel, J. H. ve Scholefield, P. G., 1951. Biochemistry of nitrification in soil. *Bacteriol. Revs.*, 15, 1-53.
- Rai, J. P. N., 1992. Effects of Long – Term 2,4 – D Application On Microbial Populations and Biochemical Processes in Cultivated Soil. Department of Environmental Sciences, G. SB. Pant University of Agriculture and Technology, Pantrnagar 263. 145, India.
- Smith, H. W. ve Weldon, M. D., 1941. A Comparison of Some Methods for The Determination of Soil Organic Matter. *Soils Sci. Soc. Amer., Proc.*, 5: 177 – 182.
- Tulabaev, B. ve Tamikaev, S., 1968. Effect of Herbicides On Soil Microflora *Uzbekbiol Zh.* No: 2, 14-17 (R.e Uzb.) Salskokhoz. Inst. Samarkand, SSSR. *Fld. Crop. Abs.* 22 (565).
- U.S. Salinity Lab. Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Agr. Handbook*, No: 60.
- Uyanöz, R., Zengin, M., Gür, K. ve Karaaslan, E., 2000. Toprağın Nitrifikasyon Kapasitesine Bazı Herbisitlerin Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22 (14): 2000, 56-43.
- Ünal, H. ve Başkaya, H. S., 1981. Toprak Kimyası. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 759. Ders Kitabı: 218. Ankara.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Gübre Araştırma Ens, Yayın No:28, Ankara.
- Van Schreven, D. A., Lindenberg, D. J. ve Koridon, A., 1970. Effects of Several Herbicides On Bac-

- terial Populations and Activity and The Persistence of These Herbicides in Soil. *Plant and Soil*. 33: 513 – 532.
- Winfrey, J. P. ve Cox, R. S., 1958. Comparative Effects of Fumigation with Chloropicrin and Methyl Bromide On Mineralization of Nitrogen in Everglades Peats. *Plant Disease Reporter*, vol. 42, p. 807 – 810.
- Yücel, A., Özdemir, I., ve Özalp, G., 1992. Tarımsal Savaşım İlaçlarının Çevreye Olan Olumsuz Etkileri. Lisans Tezi A. Ü. Bitki Koruma Bölümü, Ankara.