

96288

**BAZI HERBİSİTLERİN
TOPRAĞIN MİKROBİYAL
NİTRİFİKASYON VE SOLUNUMU
ÜZERİNE ETKİSİ**

Emel KARAARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI**

KONYA, 2000

96288
Konya Atatürk University
Faculty of Agriculture
Department of Soil Science
Konya, Turkey

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI HERBİSİTLERİN TOPRAĞIN
MİKROBİYAL NİTRİFİKASYON VE
SOLUNUMU ÜZERİNE ETKİSİ

Emel KARAARSLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

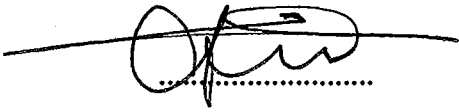
KONYA, 2000

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


BAZI HERBİSİTLERİN TOPRAĞIN
MİKROBİYAL NİTRİFİKASYON VE
SOLUNUMU ÜZERİNE ETKİSİ

Emel KARAARSLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

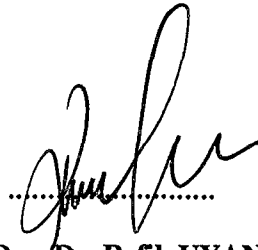
Bu tez 06/09/2000 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Kemal GÜR
(Danışman)



Yrd. Doç. Dr. Fahri YİĞİT
(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ
(Üye)

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**BAZI HERBİSİTLERİN TOPRAĞIN MİKROBİYAL NİTRİFİKASYON VE
SOLUNUMU ÜZERİNE ETKİSİ**

Emel KARAARSLAN
Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kemal GÜR
2000, Sayfa: 70

Jüri: Prof. Dr. Kemal GÜR
Yrd. Doç. Dr. Fahri YİĞİT
Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ

Laboratuvar koşulları altında yürütülen bu çalışma, Konya ovasındaki bazı yabancı otlara karşı yaygın biçimde kullanılan herbisitlerden Tefralin, 2,4-D ve Knock Out'un iki farklı tekstüre sahip olan biri Bahri Dağdaş K. H. Ü. ve Arş. Merkezi arazisi, diğeri ise 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 ve solunum (CO₂ çıkışı) değerlerindeki değişmelerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırma sonucunda, Bahri Dağdaş siltli kiline ait nitrifikasyonun Knock Out'un 4800 ml/da dozunda, Kampüs kumlu killi tınındaki nitrifikasyonun ise 2,4-D ve Tifralin'in 200 ml/da dozunda daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir. Kampüs kumlu killi tınında tesbit edilen mikrobiyal nitrifikasyon artışlarının Bahri Dağdaş siltli kiline göre daha düzenli seyrettiği bulunmuştur.

Diğer taraftan, her iki toprak örneğinin mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) değerleri ise, denemede kullanılan herbisitlerin çeşit ve dozlarına bağlı kalmaksızın inkübasyonun sonuna kadar (40 gün boyunca) genel bir dalgalanma göstermiştir. Bahri Dağdaş siltli kilinin mikrobiyal solunum değeri Knock Out'un, Kampüs kumlu killi tınının mikrobiyal solunum değerleri ise yaklaşık tüm herbisit çeşitlerinin genellikle 4800 ml/da dozlarında azalan değerler göstermişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Herbisit, doz, nitrifikasyon, solunum, tekstür.

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF SOME HERBICIDES ON THE MICROBIOLOGICAL NITRIFICATION AND RESPIRATION IN SOIL

Emel KARAARSLAN

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Kemal GÜR

2000, Page: 70

Jury: Prof. Dr. Kemal GÜR

Yrd. Doç. Dr. Fahri YİĞİT

Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ

This work was carried out to determine the effects tree herbicides (Tefraline, 2,4-D and Knock Out) on the microbiological nitrification and respiration (CO₂ evolution) rates 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⁻¹) and at six different incubation periods (0 – 4 – 8 – 12 – 20 – 40 days).

The results can be summarized as follows;

1) It was found that the most effective herbicides, to increase the microbiological nitrification, were Knock Out and Tefraline at the levels of 4800 mlda⁻¹ in Bahri Dağdaş silty clay, and 200 mlda⁻¹ in the Campus sandy clay loam soil samples, respectively.

2) It was stated that, although the effects of the herbicides on the respiration rates (CO₂ evolution capacities) of the soil samples showed fluctuations throughout the all periods of the incubation, in general, the most effective herbicide in reducing the microbiological respiration in the soil sample of Bahri Dağdaş silty clay was Knock Out the level of 4800 mlda⁻¹.

3) It was concluded that, the herbicides showed a general tendency to increase nitrification but to decrease respiration rates of the soil samples.

Key Words: Herbicides, level, nitrification, respiration, texture.



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanıp yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde sürekli yardımlarını gördüğüm danışman hocam sayın Prof. Dr. Kemal GÜR'e, çalışmam boyunca benden destek ve teşviklerini esirgemeyen hocalarım sayın Prof. Dr. Saim KARAKAPLAN, sayın Prof. Dr. Ahmet GÜNCAN ve sayın Doç. Dr. Sait GEZGİN'e, her konuda yardımlarını gördüğüm ve bilgilerinden yararlandığım hocalarım sayın Yrd. Doç. Dr. Refik UYANÖZ ve sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet ZENGİN'e, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Ümmühan ÇETİN'e, araştırma sonuçlarının istatistiksel analizleri ve yorumlanmasında emeği geçen Zootekni Bölümü Öğretim Üyeleri sayın Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman TOZLUCA ve sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali YILDIZ'a, Yüksek Lisans eğitimine beni teşvik edip; maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Konya, 2000

Emel KARAARSLAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Herbisitlerin Tanımı, Genel Özellikleri ve Çeşitleri	4
2.2. Herbisitlerin Topraktaki Davranışları	6
2.2.1. Herbisitlerin toprak kolloidleri tarafından adsorpsiyonu	7
2.2.2. Herbisitlerin topraktan buharlaşması	8
2.2.3. Herbisitlerin topraktan yıkanması	8
2.2.4. Herbisitlerin bitkiler tarafından alınması	8
2.3. Herbisitlerin Toprakta Bozunma Yolları	9
2.3.1. Herbisitlerin fotokimyasal bozunması	9
2.3.2. Herbisitlerin kimyasal bozunması	9
2.3.3. Herbisitlerin mikrobiyal bozunması	10
2.4. Herbisitlerin Toprağın Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkileri	11
2.4.1. Herbisitlerin topraktaki mikrobiyal nitrifikasyon üzerine etkileri	12
2.4.2. Herbisitlerin topraktaki mikrobiyal solunum (CO ₂ çıkışı) üzerine etkileri	17
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Denemede kullanılan topraklar	23
3.1.2. Denemede kullanılan herbisitler	23
3.1.2.1. Trifluralin	23
3.1.2.2. 2,4-D	24
3.1.2.3. Glyphosate	24
3.1.3. Denemede kullanılan plastik kutular	25
3.2. Metot	25
3.2.1. Araştırma materyallerinin denemeye hazırlanması	25
3.2.1.1. Toprak örneklerinin hazırlanması	25

3.2.1.2. Herbisit örneklerinin hazırlanması	25
3.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi.....	25
3.2.3. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler.....	26
3.2.3.1. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı fiziksel analizler	26
3.2.3.2. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı kimyasal analizler.....	26
3.2.3.3. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı biyokimyasal analizler.....	27
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	27
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Araştırma Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	29
4.2. Denemede Kullanılan Herbisitlerin Araştırma Topraklarının Amonyum Azotu (NH_4^+ -N) Miktarına Etkileri.....	30
4.3. Denemede Kullanılan Herbisitlerin Araştırma Topraklarının Nitrat Azotu (NO_3^- -N) Miktarına (Mikrobiyal Nitrifikasyonuna) Etkileri	38
4.4. Denemede Kullanılan Herbisitlerin Araştırma Topraklarının Mikrobiyal Solunum (CO_2 Çıkışı) Miktarına Etkileri.....	46
4.5. Genel Değerlendirmeler	57
5. KAYNAKLAR.....	64

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No:	Sayfa No:
Çizelge 4.1	Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları 29
Çizelge 4.2	Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine farklı dozlarda uygulanan çeşitli herbisitlerin toprağın amonyum azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları..... 30
Çizelge 4.3	Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları..... 31
Çizelge 4.4	Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları..... 32
Çizelge 4.5	S.Ü. Kampüsü kumlu killi tın toprak örneğine farklı dozlarda uygulanan çeşitli herbisitlerin toprağın amonyum azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları..... 33
Çizelge 4.6	S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları..... 34
Çizelge 4.7	S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları..... 35
Çizelge 4.8	Bahri Dağdaş siltli kili ve S.Ü Kampüs kumlu killi tın toprak örneklerine uygulanan bazı herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki amonyum azotu değerlerinin Duncan Testi sonuçları sonuçları..... 36
Çizelge 4.9	Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan herbisitlerin toprağın nitrat azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları 38
Çizelge 4.10	Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları..... 39

Çizelge 4.11 Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları	40
Çizelge 4.12 S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan farklı herbisitlerin toprağın nitrat azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları	41
Çizelge 4.13 S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin nitrat azotu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.14 S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin nitrat azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları	43
Çizelge 4.15 Bahri Dağdaş siltli kil ve S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneklerine uygulanan herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonuna ait belirli interaksiyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki nitrat azotu değerlerinin Duncan Testi sonuçları	44
Çizelge 4.16 Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan herbisitlerin toprağın mikrobiyal solunumu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.17 Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunumu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.18 Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunumu üzerine denemede kullanılan herbisit dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.19 S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan farklı herbisitlerin toprağın mikrobiyal solunumu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.20 S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunumu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları	52

Çizelge 4.21	S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunumu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.22	Bahri Dağdaş siltli kil ve S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneklerine uygulanan bazı herbisitlerin “çeşit x doz” interaksyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki mikrobiyal solunum değerlerinin Duncan Testi sonuçları.....	54



1. GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus hızına paralel olarak beslenme sorunu da hızla artmakta, özellikle de gelişmemiş 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.

Yukarıda da açıklandığı gibi; tarımsal alanlarımızın sınırına gelinmiş, 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 uygulansa 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.

Tarımsal ürünlerimizin gerek artan nüfusa yetecek ve gerekse dünya pazarında yer alabilecek nitelikte olması ancak bilgili bir şekilde bunların hastalık ve zararlılarıyla savaşmak ile olur. İşte tümüne birden “Tarımsal Savaş” denen bu uğraşı da en büyük yardımcı bitki koruma ilaçları (biositler = pestisitler)’dir (Güncañ 1985).

Bitkisel üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı mücadele yapılmaması halinde ülkemizde yıllık asgari tarım ürünü kaybı, 6.4 milyon ton hububat, 312 bin ton sebze, 1.6 milyon ton meyve ve yaş üzüm olarak tahmin edilmektedir (Yücel ve ark. 1992) .

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 kadar yok eden ve bunların zararlarını önleyen kimyasal öldürücüleri kullanmaktır (Günca 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 olduğunu 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, floraya ilişkin 67000 civarında zararlı ve hastalık unsuruyla mücadelede kullanılmaktadır. Bunlardan büyük bir kısmı uygulama yerlerinden başka yerlere 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 halihazırda kullanılan ilaçlardan çok azı bu nitelikleri taşır. Bunların bir kısmı uygulandıkları 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).

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 yeterli araştırma yapılmamıştır. Bu nedenle, 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” ve bu olayla birlikte mikroorganizmaların denetiminde gerçekleşen diğer tüm biyolojik olayların göstergesi olan “mikrobiyal solunum” (CO₂ çıkışı) üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kimyasal maddelerin yabancı ot mücadelesi amacıyla kullanılması tarımda yeni bir dönem başlatmıştır. Pestisitler içerisindeki yeri her geçen gün artan, kültür bitkilerinin ekim sahalarında ekim öncesi ve sonrası olarak geniş çapta uygulanan herbisitlerin topraktaki mikroorganizmalar ve bunların meydana getirdiği bazı biyolojik olaylar üzerine olumlu veya olumsuz etkileri olabilmektedir.

2.1. Herbisitlerin Tanımı, Genel Özellikleri ve Çeşitleri

Kültürü yapılan bitkilerin kullandığı ışığa, besin maddelerine, suya ortak olan, üretim ve kalitenin düşmesine sebep olan bitkiler “yabancı ot”, bu otların öldürülmesi veya gelişmesinin sınırlandırılması için kullanılan kimyasal maddeler ise “herbisit” olarak adlandırılırlar.

Dünyada tarımsal mücadele ilacı üretimi hızla artmakta ve gün geçtikçe yeni yeni ilaçlar geliştirilmektedir. Buna bağlı olarak, kullanılan ilaç çeşitleri de artmaktadır. Bu artışta en büyük payı herbisitler almakta ve ileride herbisit kullanımının daha da yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir (Ahrens 1977).

Herbisitlerin içindeki etkinlik gösteren kimyasal maddeler “aktif madde” olarak nitelendirilmekte ve ticari preparatlarda “dolgu maddesi” ile karışık halde bulunmaktadır. İçerdikleri aktif maddelerin formülasyonuna bakılarak herbisitlerin etkinliği hakkında bir fikir edinmek mümkündür. Aktif maddeler kısaltılmış olarak ifade edilmektedir. Mesela, 2,4-Dichlorophenoxy acetic acid; “2,4-D” olarak ifade edilmektedir. Bunun yanında ticari herbisit preparatları bir de ticari isim taşımaktadır (Günca 1985).

Günümüzde herbisitlerin hemen hemen tamamı organik maddelerden oluşmuştur. Yani C, H, O'den meydana gelmiştir. Buradaki karbonların sıralanışı ya halka (aromatik) ya da zincir (alifatik) şeklindedir. Bazen “C” atomlarına “N” da bağlanabilir (Günca 1985).

Herbisitler çok değişik özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Bunları şu şekilde sınıflandırabiliriz:

A) Bitki bünyesinde etkililik mekanizmasına göre:

- Fotosentezi önleyen herbisitler (Uracile, Üre bileşikleri, Triazin v.b.)
- Solunumu önleyen herbisitler (Dinitrophenol, pentachlorophenol, anilin v.b.)
- Büyütücü hormonlar (Phenoxy bileşikleri v.b.)
- Mitoz bölünmeyi önleyen herbisitler (Carbamatlar, Chloracylamid, Anilinler v.b.)
- Çimlenmeyi önleyen herbisitler (Carbamatlar, Anilin v.b.)

B) Bitki dokusu içine giriş yerlerine göre:

- Toprak herbisitleri (Toprak altı organlardan giriş yaparlar.)
- Yaprak herbisitleri (Toprak üstü organlardan giriş yaparlar.)

C) Bitki bünyesinde taşınma özelliğine göre:

- Kontakt herbisitler (Temas ettiği kısımda etkili olurlar, taşınmazlar.)
- Sistemik herbisitler (Temas ettiği yerden bitki dokusuna girerek diğer organlara taşınırlar.)

D) Kullanış amaçlarına göre:

- Total herbisitler (Toprak üstündeki tüm bitkileri öldürmek için kullanılırlar.)
- Seçici (selektif) herbisitler (Bitkilerin bir kısmına zarar vermeden diğerlerini öldürmek için kullanılırlar.)

E) Uygulama zamanlarına göre:

- Ekim öncesi (pre – sowing)
- Ekim sonrası – çıkış öncesi (pre – emergens)
- Çıkış sonrası (post – emergens)

Herbisitler daha bir çok şekillerde sınıflandırılmalarına rağmen herbirinde bazı sakıncalar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle kimyasal yapılarına göre sınıflandırma en mükemmel sınıflandırma şeklidir (Günca 1985).

F) Kimyasal yapılarına göre:

- Phenoxy grubu (2,4 – D, MCPA, 2,4,5 – T v.b.)
- Aliphatic grup (TCA, Dalapon, Glyphosate v.b.)
- Amidler grubu (Propanil, Propapachlor, Naptalam v.b.)
- Doymuş benzoik asitler grubu (2,3,6 – TBA Dicamba, Chloramben v.b.)
- Bipyridilium grubu (Diquat, Paraquat, Morphanquat v.b.)
- Carbamatlar grubu (Propham, Chlorpropham v.b.)
- Dinitroanilin grubu (Benefin, Trifluralin, Orzyalin v.b.)
- Nitril grubu (Dichlobenil, Bromoxynil, Ioxynil v.b.)
- Dinitrophenol grubu (DNOC, DNBP v.b.)
- Triazin grubu (Simazine, Atrazine, Propazin, Prometryn v.b.)
- Diazin grubu (Pyrazon, Maleic, Hydrazide v.b.)
- Uracil grubu (Bromacil, Termacil, Lenacil v.b.)
- Üre bileşikleri (Buturon, Fenuron, Linuron, Monuron v.b.)
- Diğer organik herbisit bileşikleri (Amitrol, DCPA, Nitrofen v.b.)
- İnorganik herbisit bileşikleri (Sodyum chlorat, Boratlar, Arsenikler v.b.)

2.2. Herbisitlerin Topraktaki Davranışları

Toprağa uygulanan herbisitlerin tamamı, bitkilere uygulananların ise bir kısmı toprağa intikal etmektedir. Toprağa intikal eden bu herbisitlerin miktarı, uygulanan herbisitin dozuna ve uygulama zamanına yani; yabancı otun çıkış sonrası

veya çıkış öncesi uygulanmasına bağlıdır. Toprağa taşınan herbisitlerin aktivitesi üzerine ise herbisit çeşidi, toprak faktörleri, topraktaki bitki türleri ve yoğunluğu, iklim değişiklikleri etki etmektedir. Diğer bir ifadeyle, “herbisit x toprak x atmosfer x bitki) interaksyonu herbisitlerin topraktaki aktivitesini tayin etmektedir. Herbisitlerin topraktaki davranışları üzerine yapılan çalışmaların sonucunda, herbisitlerin toprak mikroorganizmalarına etkisi ve topraktan kaybolma yolları açıklanabilmektedir. Herbisitlerin toprakta kalma sürelerine herbisit fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprağın strüktürü, iklim faktörleri v.b. etki etmektedir. Örneğin, suda erirliği az olan herbisitlerin kurak ve az yağışlı yıllarda parçalanmaları daha zordur (Günca 1985).

2.2.1. Herbisitlerin toprak kolloidleri tarafından adsorpsiyonu

Toprak danecikleri tarafından herbisitlerin tutulması, herbisitlerin topraktan yıkanma ve diffüzyonunu büyük ölçüde sınırlar. Burada adsorpsiyonun yoğunluğu adsorbe eden ve edilene bağlı olarak değişmekte ve adsorpsiyonu sağlayan bağlar ve kuvvetler varyasyon göstermektedir. Bu kuvvet üzerinde toprak K.D.K'sı etkili olabilmektedir. Adsorpsiyonda rol oynayan toprak kolloidlerinin çapı 0,001-1 mm arasında değişmektedir. Çok küçük olan toprak kolloidleri çok büyük yüzeylere sahiptirler. Bu kolloidler kil partikülleri ve humustan oluşmaktadır. Humus ve kil partikülleri negatif yüklüdür ve pozitif yüke sahip H^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ ve NH_4^+ gibi kationları çekerler. Diquat ve Paraquatlar kolloidlerce bu şekilde tutulmaktadır. Toprak humusu, organik toprağın kolloidlerini meydana getirir. Adsorpsiyon kapasiteleri montmorillonitten 4, kaolonitten 20 defa daha fazladır. Bu da bir toprağa uygulanan herbisit dozlarının, topraktaki organik madde miktarına bağlı olarak değiştiğini gösterir. Organik maddece zengin topraklara, adsorpsiyonun fazla olması sebebiyle yüksek dozda herbisit verilmesi gerekir. Bu miktar, kumlu topraklarda biraz daha az, ancak killi topraklarda biraz daha fazla olmalıdır (Günca 1985).

Bunun yanında, toprak pH'sı genellikle toprakta hem adsorbe eden hem de edilenin adsorpsiyon özelliklerini etkiler. Toprak tekstürü ve strüktürü de etkilidir. Diğer taraftan, adsorbe edilen herbisit miktarı üzerine herbisit kimyasal yapısı da etki etmektedir. Örneğin, TCA ve Dalapon toprak tarafından çok az tutulduğu halde, Monuron, Diquat, Paraquat, Atrazin ve Simazin daha fazla tutulur (Günca 1985).

2.2.2. Herbisitlerin topraktan buharlaşması

İster sıvı isterse katı olsun, belirli basınç altında herbisitler buharlaşabilirler. Ortam sıcaklığı arttıkça buharlaşma da artmaktadır. Bu nedenle, toprağa uygulanan herbisitlerin hemen üzerleri örtülmeli veya toprak işlenmelidir. Hem bitkiye hem de toprağa uygulanan 2,4-D'nin ester formülasyonlarının çok çabuk buharlaşarak kültür bitkisine zarar vermesinden kaçınılmalıdır. Bazı herbisitler ya hiç ya da çok az buharlaşabilirler. Herbisitler ne kadar çok uçucu olurlarsa topraktan o kadar çabuk kaybolurlar. Herbisitlerin buharlaşmaları nemli topraklarda kuru topraklara göre daha fazla olmaktadır. Çünkü, nemli topraklarda herbisitlerin adsorpsiyonu kuru topraklardan daha az olmaktadır. Aynı etkiyi herbisit uygulamasından sonra yağın hafif yağmur da yapabilir. Toprak yüzeyinde sıcaklığın artması evaporasyonu artıracağından nem kaybı meydana gelir ve herbisitlerin topraktaki adsorpsiyonu da artar (Güncan 1985).

2.2.3. Herbisitlerin topraktan yıkanması

Herbisitlerin yağın ve sulama suyunun etkisi ile topraktan az veya çok uzaklaşması "yıkanma" olarak ifade edilmektedir. Yıkanma, herbisit kendi özelliğine, toprağın çeşitli özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Herbisitin kendi özellikleri; adsorbe olabilme kabiliyetleri ve suda erirlikleridir. Toprak özellikleri ise; kolloidlerin adsorbe etme yeteneği, toprak sıcaklığı, yağın miktarı ve gözeneklerin miktarına bağlıdır. Bu faktörlerin etkisi altında herbisitler az veya çok yatay, dikey ve düşey olarak toprak profili içerisinde hareket ederler. Suda az eriyen herbisitlerin toprağın derinliklerine doğru yıkanması, çok eriyen herbisitlere göre daha azdır. Örneğin; üre türevi herbisitler suda az eridiği için toprağın ancak 2-3 cm derinliğine kadar yıkanabilirler. Sudaki erirlik, toprak kolloidleri tarafından tutulmayı önler. Ayrıca, toprakta büyük gözeneklerin fazlalığı da herbisitlerin yıkanmasını artırır (Güncan 1985).

2.2.4. Herbisitlerin bitkiler tarafından alınması

Herbisit olarak isimlendirilen "ot öldürücü" ilaçlar, bitkilerin toprak üstü organlarına veya toprağa uygulanırlar. Herbisitler bitkiler üzerine genellikle emülsiyon olarak verilirler. Bunlar bitkilere kontakt veya sistemik olarak etki ederler.

Kontakt herbisitlerde başarı söz konusu ilaçların yaprak üzerine iyice yayılmasına bağlıdır. Sistemik herbisitlerde de bitkinin diğer organlarına taşınabilmesi için öncelikle bitki üzerine iyice yayılması ve tutunması gerekmektedir. Herbisitlerin bitki bünyesine alınmasından; sistemik özelliğe sahip solusyon halindeki kimyevi maddelerin bitki sathındaki epidermis hücrelerinin dış zarları yoluyla alınıp, iletim dokularına kadar taşınması anlaşılmaktadır. Bu kavram içerisine penetrasyon (hücre duvarının ölü kısımlarından içeriye nüfuz edişi) ve absorpsiyon (kimyevi maddelerin aktif olarak hücre ve parankima içerisine alınışı ve aynı zamanda parankima içerisinde taşınması, başka bir ifadeyle doku içerisine yayılma) girmektedir. Madde alımı dar anlamda, maddelerin aktif absorpsiyonu, yani plazma zarından hücre içerisine alınmasıdır. Hormon yapısındaki herbisitler, esas itibariyle bitkilerin yaprak ve köklerinde, bir miktar da gövdede absorbe edilmektedir (Güncan 1985).

2.3. Herbisitlerin Toprakta Bozunma Yolları

Herbisitlerin bozunma yolları; biyolojik ve biyolojik olmayan bozunma olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Biyolojik olmayan bozunma fotokimyasal ve kimyasal yolla meydana gelmektedir (Tok 1993).

2.3.1. Herbisitlerin fotokimyasal bozunması

Genel bir kural olarak, herbisit molekülünün organik özelliği arttıkça ultraviyole (UV) ışınlarından etkilenme oranı da artar. Bu durum, organik bileşiklerdeki bağ yapısının düşük dalga boylu UV ışınlarından etkilenmesi ile ilgilidir. Bu nedenle pek az herbisit “fotolisis” olarak tanımlanan bu olaydan fazla etkilenmezler. Bununla beraber, fotokimyasal parçalanma sürecinin toplam boyutları, herbisitlerin toplam bozunmalarında çok önemli bir süreç değildir. Ultraviyole ışınlarının etkisiyle DDT'den DDE, TDE (veya DDD) ve DBP oluşmakta, dinitroanilin grubu herbisitlerden de Trifluralin gün ışığı etkisiyle hızlı bir değişime uğrayabilmektedir (Tok 1993).

2.3.2. Herbisitlerin kimyasal bozunması

Herbisit kalıntılarının kimyasal bozunması sonucu ortaya çıkan bazı bileşikler daha toksik, bazıları ise daha az toksik veya non-toksik hale gelebilmektedirler. Katyonik veya anyonik özellikleri belirgin olan pestisitlerin

toprakta öncelikle adsorbe edilme şansları yüksektir. Genel olarak, toprakta adsorpsiyon yeteneği yüksek olan pestisitlerin kimyasal olarak etkilenme olasılığı artmaktadır. Bununla beraber, kimyasal bozunma sürecinin toprakta kataliz edilebilen ve edilemeyen şekilleri bulunmakta ve asıl bozunma şeklinin kataliz olayı ile kamçılandığı bilinmektedir. Toprakta meydana gelen kimyasal bozunmada görev alan katalizörler; kil mineralleri, seskioksitler (alüminyum ve demir oksitler), indirgenmiş porfirin ve metal-protein bileşikleridir. Bazı pestisit grupları (klorlu hidrokarbonlar) toprağın pH derecesinden pek etkilenmediği halde, Triazin grubu herbisitler ve Diazinon düşük pH derecelerinde, tersine Malathion ise daha çok yüksek pH derecelerinde daha fazla kimyasal değişime uğramaktadır (Tok 1993).

2.3.3. Herbisitlerin mikrobiyal bozunması

Herbisitlerin toprakta geçirdikleri en önemli bozunma şekli mikrobiyal bozunmadır. Bu olay toprakta normal mikrobiyal aktiviteyi etkileyen faktörlerin etkisindedir. Bilindiği gibi bu faktörler; toprak sıcaklığı, nem kapsamı, organik madde varlığı ve pH gibi faktörlerdir.

Herbisitlerin mikrobiyal metabolizmasında, bu organik bileşikler diğer metabolik olaylar için bir enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Mc New'in (1972) belirttiği gibi mikroorganizmalar, organik molekülleri etkileme bakımından bitki ve hayvanlardan çok daha başarılıdırlar.

Organik maddelerde olduğu gibi herbisitler de enerji ve gıda temini için mikroorganizmalar tarafından parçalanırlar. Herbisit moleküllerinin içerdiği bazı polar gruplar mikroorganizmalar için etki noktalarını oluştururlar. Bunlar $-OH^-$, $-COO^-$, $-NH_2$ ve $-NO_2^-$ gruplarıdır. Organik herbisitler toprağa uygulandıktan sonra hemen mikrobiyal parçalanmaya maruz kalmazlar. Parçalanma için belirli bir sürenin geçmesi lazımdır. Bu süre "latent süre" olarak adlandırılır. Bu sürede, mikroorganizmalar yeni gıda maddesini parçalamak üzere bir müddet adaptasyon devresi geçirmektedir. Herbisitlerin parçalanma süresi topraktaki organik madde miktarına bağlıdır. Toprakta ne kadar çok organik madde varsa, o kadar fazla ve sıhhatli mikroorganizma içereceğinden, herbisitlerin parçalanması o nisbette fazla ve çabuk olacaktır. Daha önce toprağa tekrarlanarak uygulanan herbisit, aynı toprağa ilk defa uygulanan herbisitten daha çabuk parçalanacaktır. Çünkü, tekrarlanarak

uygulanan herbisit üzerinde mikroorganizmalar adaptasyon devresini daha önceden geçirmiştir. Bu ortamda mikroorganizmaların latent devreleri kısa sürmektedir (Günca 1985).

Herbisitlerin toprakta parçalanma süreleri kimyasal yapılarına bağlıdır. En kolay “phenoxy” ve “alifatik” yağ asitleri, üre bileşikleri kısmen az, benzol asit bileşikleri ise çok az parçalanmaktadır. Fenac ve Picloramin bugüne kadar mikrobiyal parçalanması teşhis edilememiştir (Günca 1985).

Mikroorganizmaların gelişmesini olumlu yönde etkileyen sıcaklık, rutubet ve oksijen herbisitlerin parçalanmasını hızlandırır. Steril topraklarda herbisitler uzun süre parçalanmadan kalabilmektedirler.

Toprağın pH’sı mikroorganizmaların aktivitelerini sınırlandırmak suretiyle herbisitlerin parçalanmasına etki etmektedir. Bakteri ve aktinomisetler pH’sı 6-8 olan topraklarda iyi gelişmekte, pH 5.5’te gelişme azalmaktadır. Mantarlar pH yönünden fazla seçici olmamakla beraber düşük pH’larda daha iyi aktivite göstermektedirler (Gür 1985).

Özetle, toprağa uygulanan herbisit mikrobiyal parçalanmasına, herbisit kimyasal yapısı, uygulama dozu, uygulama sayısı, topraktaki mikroorganizma sayısı, mikroorganizmaların aktiviteleri, toprağın sıcaklığı, asiditesi, rutubeti ve oksijen miktarı etki etmektedir (Günca 1985).

2.4. Herbisitlerin Toprağın Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkileri

Toprak mikroorganizmaları, makroorganizmaları ve bitki kökleri toprağın canlı kısmını oluştururlar ve toprakta meydana gelen bir çok biyolojik olaylarda çok önemli rol oynarlar. Mikroorganizmalar beslenme, çoğalma ve ölme gibi hayatsal devreleri sırasında toprağa ve yer yüzündeki tüm canlı hayatına çok büyük yararlar sağlarlar. Topraktaki bitki ve hayvan artıklarını parçalama, toprağın yapısını düzeltme, biyokimyasal oksidasyon ve redüksiyon olayları, havanın azotunu toprağa kazandırma, toprak nitrojeninin amonifikasyon ve nitrifikasyonu, toprağın su tutma kapasitesini artırma, topraktaki organik azot ve fosforun mineralizasyonu, iz elementlerin sirkülasyonu, çeşitli enzimatik reaksiyonlar ve organik maddelerdeki karbonun mineralizasyonu için oksijen tüketimi veya karbondioksit çıkışı şeklinde

gerçekleşen mikrobiyal solunum olayları toprak mikroorganizmalarınca gerçekleştirilen bazı biyokimyasal olaylardır (Gür 1997).

Yapılan araştırmalara göre, topraktaki mikroorganizmaların miktarı arttıkça toprak verimliliğinin de arttığı saptanmıştır. Toprak verimliliği büyük ölçüde bozulmamış bir mikroorganizma populasyonunun dengesine bağlıdır. İşte bu yüzden, kullanılacak tüm zirai ilaçların ve dolayısıyla herbisitlerin toprak florasına yapabileceği olumsuz etkilerin bilinmesi topraktaki doğal dengenin korunması yönünden büyük önem taşımaktadır (Gür 1997).

2.4.1. Herbisitlerin topraktaki mikrobiyal nitrifikasyon üzerine etkileri

Diğer pestisitler ile birlikte herbisitlerin toprak canlılarıyla arasındaki ilişkide bazı özel mikroorganizma gruplarının aktiviteleri çok önemli yer tutmaktadır. Özel mikroorganizma grupları tarafından gerçekleştirilen biyokimyasal olaylardan birisi de doğadaki azot döngüsünün ikinci halkası olan “nitrifikasyon” dur.

Nitrifikasyon, amonyumun (NH_4^+) nitrite (NO_2^-), nitritin de nitrate (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 nitrate 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).

Nitrifikasyon ile toprak verimliliği genel olarak paralel gitmektedir. Nitrat oluşturan bakteriler, genellikle fakir topraklara oranla, verimli topraklarda çok bol ve aktif halde bulunurlar. Nitrifikasyonu meydana getiren şartların olmadığı durumlarda “denitrifikasyon” olayı meydana gelir (Gür 1997).

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 dinoterb 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 ekteleri konusunda 1950'lerde başlayan bir ilgi bulunmaktadır (Qastel ve Scholefield 1951).

Herbisitlerin topraktaki nitrifikasyon üzerine etkileri ile ilgili olarak yapılan araştırmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Hale ve ark. (1957), yaptıkları bir çalışmada tavsiye edilen oranlarda ilave edilen bazı herbisitlerin nitrifikasyonu çok az veya hiç etkilemezken, bazı herbisitlerin ise ilerleyen dönemlerde nitrifikasyonu belirgin bir biçimde engellediğini tespit etmişlerdir.

Eno (1957), 45 ppm'lik Zineb, Maneb ve Nabam'ın, Winfree ve Cox (1958) ise, Chloropicrin ve Methylbromide isimli herbisitlerin nitrat oluşum oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Teater ve ark. (1958), "Chloracetamide" herbisitlerden olan; 2-Chloro-N, N-diethylcetamide (CDEA)'in tarla şartlarında normal kullanılan düzeyinde (3 ppm) nitrifikasyonu önlerken; 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)'in ise nitrifikasyonu çok az önlediğini ortaya koymuşlardır.

Chandra ve Bollen (1961), 150 ppm'lik "Mylone" isimli herbisit, mikrobiyolojik nitrifikasyonda nitritten nitrat oluşum oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Chandra (1964), normal tarla dozlarından toprağa ilave edilen "3-amino-1,2,4-triazole (amitrole)", "2,3,6-trichlorobenzoic acid (2,3,6-TBA)", "4-(2,4-dichlorophenox) butyric acid (2,4-DB)" ve "S-2,3 dichloroallyl diisopropyl

thiocarbamate (diallate)"ın sekiz haftadan kısa bir süre içinde mikrobiyolojik nitrifikasyonu engellediğini ortaya koymuştur.

Tulabaev ve Tamikaev (1968), "Çayır toprağında herbisitlerin mikrofloraya etkisi" isimli laboratuvar araştırmasında, hektara 1.5 kg Fenuron, Monuron ve Diuron adlı herbisitleri denemiş; Fenuron nitrifikasyon bakterilerini ve "azotobakter"leri azaltmış, diğer herbisitlerin etkisi az veya hiç olmamıştır.

Corke ve Thompson'ın (1970) bazı herbisitlerin nitrifikasyon bakterileri üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmanın sonucunda; Diuron, Linuron ve DU (3,4-dichlorophenylurea) isimli herbisitlerin 100 ppm'den yüksek konsantrasyonlarda kullanımının NH_4^+ 'ün NO_3^- 'e dönüşümünü 3-4 günlük bir süre içerisinde, Propanil'in ise aynı seviyelerde birkaç aylık süre içerisinde engelleyici etkisinin sürdüğünü ayrıca 3,4-DCA'nın 2.5 ppm kadar düşük bir konsantrasyonda "Nitrosomonas" bakterisi tarafından NH_4^+ 'ün NO_2^- 'ye yükseltgenmesini önemli ölçüde, "Nitrobacter"ın NO_2^- 'yi NO_3^- 'e yükseltgenmesini ise çok az düzeyde etkilediğini ve 3,4 DCA'nın 100 ppm'lik seviyede nitrifikasyonu engelleyici etkisinin beş hafta devam ettiğini ortaya koymuşlardır.

Toprağa uygulanan 80 ppm'lik Chloroprotham nitrifikasyonu tamamen durdururken; 40 ppm'lik Monuron nitrifikasyonu etkilememiştir (Corke ve Thompson 1970).

"Nitrosomonas" bakterileri Propanil'den "Nitrobacter"lerden daha fazla etkilenmişlerdir (Debona ve Audus 1970).

Nayyar ve ark. (1970), 2-Chloro-4,6-bis (ethylamino)-s-triazine (simazine)'i 5 ppm düzeyinde toprağa uygulamışlar ve sonuçta bu uygulamanın NH_4^+ 'ün NO_2^- 'ye dönüşümünü engellemediğini, "Nitrobacter"ın aktivitesinin engellendiğini ve bunun sonucunda da toprakta NO_2^- 'nin biriktiğini belirlemişlerdir.

Van Schreven ve ark. (1970), 2,2-dichloropropionic acid (dalapon) ve amitrole içeren farklı herbisitleri toprağa normal, normalden 10 ve 100 kat fazla oranlarda ilave etmişler, normal dozda nitrifikasyon ilk hafta süresince hafif bir biçimde azalmış, artırılan dozlarda özellikle de Amitrole'un artırılan dozunda, nitrifikasyon önemli düzeyde engellenmiştir.

Oruç ve ark. (1977), toprak reaksiyonu bakımından büyük farklılık gösteren Rize ve Erzurum illerinden alınan beşer adet yüzey toprak örneğinde; N-Serve, A-M ve Sodyum Azid gibi bazı kimyasal maddelerin nitrifikasyonu önleme durumunu araştırmak amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Laboratuvar koşulları altında yürütülen bu çalışmada, topraklara 370 ppm nitrojen olacak şekilde $(NH_4)_2SO_4$ ve 48 ppm N-Serve, A-M ve Sodyum Azid verilmiştir. Toprak örnekleri bir ay süreyle 18-20 °C'de nitrifikasyona bırakılmıştır. Bu denemenin sonucunda; özellikle N-Serve maddesinin *Nitrosomonas ssp.* bakteri aktivitesini ve nitrifikasyonu önlemede önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir.

Martinez (1978), herbisitlerden Atrazine ve Simazine'in toprak mikroflorasına ve fizyolojik özelliklerine olan etkisini araştırmış, kuru iklim koşullarında bütün total mikroflorayı etkilediğini, özellikle bakteri, mantar ve aktinomisetlerin gelişmesini engellediğini saptamışlardır. Mikrobiyal dengenin tekrar sağlanması mantarlarda yavaş (kuru mevsimde 75 gün ve yağmurlu mevsimde 60 gün), bakterilerde ve aktinomisetlerde hızlı olmuştur. Atmosfer azotunu tesbit eden bakterilerin (*Azotobakter*) gelişmesi artarken bu arada nitrat ve sellüloz bakterileri engellenmiştir. Toprak biyolojik aktivitesinin bir göstergesi olan mikrobiyal solunum (CO_2 çıkışı) ve amonifikasyon gözlenememiştir.

Kil mineralleri, organik madde, strüktür, pH, sıcaklık ve biyolojik aktivite gibi birçok faktör herbisitlerin topraktaki davranışlarını kompleks bir şekilde etkilemektedir (Ottom ve Çolak 1981).

Herbisitlerden 2,4-D ve 2,4,5-T normal dozlarda nitrifikasyonu geçici olarak hafifçe önlemektedir (Gür 1985).

Stratton (1990), birisi kumlu - tınlı (pH = 6.8), ikisi siltli tınlı tarım toprağı (pH = 6.4 ve 5.8) ile diğeri de killi orman toprağı (pH = 3.5) olan birbirinden farklı tekstüre sahip topraklara Glyphosate isimli herbisitinin normal tarla dozu (19.83 – 29.26 ppm) ve bu dozdan 200 kat fazla oranda uygulayarak nitrifikasyon üzerine etkilerini incelediği bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda: normal tarla dozu konsantrasyonlarında, deneme topraklarının hiçbirinde Glyphosate nitrifikasyon üzerinde olumsuz bir etki göstermemiş, normal tarla dozunun 50 kat fazla seviyelerinin kullanıldığı kumlu – tınlı toprakta nitrifikasyon önemli bir biçimde

teşvik edilmiş, kumlu – tınlı toprakta ve siltli – tınlı topraklardan pH'sı 6.4 olanda ise nitrifikasyonun önlenmesi herbisit dozunun 100 kat fazlasının kullanıldığı konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. Glyphosate'ın normal tarla dozunun 10 katı ve daha fazlasının uygulandığı diğer siltli toprakta nitrifikasyon önemli biçimde engellenmiş, asidik karakterdeki orman toprağında ise düşük nitrifikasyon nedeniyle ilacın toksitesi hakkında tam doğru bilgilerin elde edilemediği bildirilmiştir.

Olson ve Lindwall (1991), nadas şartları altındaki bazı toprakların mikrobiyal aktiviteleri üzerine 2,4-D ve Glyphosate'ın etkilerini incelemek amacıyla tarla ve laboratuvar denemesi kurmuşlardır. Yapılan tarla denemesinde Glyphosate 517 g/ha, 2,4-D 392 g/ha oranlarında üçer ve onar kez ard arda uygulanmış ve bu uygulamaların tarla toprağındaki mikrobiyal canlı kütlesi, karbonun mineralizasyonu ve nitrifikasyon üzerinde etkili olmadığı ortaya konulmuştur. Laboratuvar çalışmasında ise; 2,4-D normal tarla dozunda iki kez uygulanınca nitrifikasyonu % 11, 100 kez uygulanınca ise % 79 oranında azaltmış, ayrıca toprak içine karıştırılan 2,4-D nitrifikasyonu azaltırken, toprak yüzeyine uygulanan 2,4-D'nin ise nitrifikasyonu etkilemediği tespit edilmiştir.

Martens ve Bremner (1993), 28 çeşit herbisit farklı topraklarda ürenin hidrolizi ve nitrifikasyon üzerine etkilerini araştırmışlar ve özellikle karbon kapsamı düşük olan toprakta bütün herbisitlerin nitrifikasyon ve üre hidrolizini engelleyici etkide bulunduğunu belirlemişlerdir.

Aynı araştırmacılar, herbisit uygulanan topraklarda nitrifikasyon ile kum kapsamı arasında önemli pozitif, K.D.K, organik-C, silt ve kil kapsamı arasında da önemli negatif ilişkiler belirlemişlerdir (Martens ve Bremner 1993).

Nitrojenin topraktan nitrat halinde kaybolmasını önlemek için, araştırmacılar çeşitli tedbirlere başvurmuşlardır. Bu tedbirlerden biri de amonyumlu gübrelerin nitrifikasyonu önleyici bazı kimyasal bileşikler ile birlikte verilmesidir. Nitrifikasyonu önleyebilmek için bugüne kadar Thioures, Methionine, Dicyandiamide, Cyanoguanidine, bazı pestisitler (Vapam ve Manep) içeren birçok organik bileşikler, A-M (2-amino-4-chloro-6-methyl pyrimidine), N-serve (2-chloro-6-[trichloromethyl] pyridine), Sodyum Azid (NaN_3) ve Potasyum Azid (KN_3) gibi

çeşitli maddeler kullanılmış ve bunlar içerisinde uygulamada en çok kullanılanlar N-Serve, A-M, Potasyum Azid ve Sodyum Azid olmuştur (Gür 1997).

Biyolojik nitrifikasyonda aktif olan mikroorganizmalardan ilk grubu *Nitrosomonas* oluşturur. Bunlar genellikle, bir mikron uzunluğunda ve yarım mikron genişliğinde çubuk şeklinde gerçek ototrof ve aerop olan bakterilerdir. *Nitrococcus* bakterileri, genellikle *Nitrosomonas*'larla aynı büyüklükte ve aynı özelliklere sahip olan mikroorganizmalardır. Bunlar da amonyağı nitrite oksitlerler (Gür 1997).

Herbisitlerden 2,4-D ve 2,4,5-T normal tarla dozlarında nitrifikasyonu hafif ve geçici olarak önlemektedir. Laboratuvar koşullarında bu etkinin daha kuvvetli olduğu belirtilmektedir. Toprak kolloidlerinin adsorptif özellikleri, herbisitlerin mikroorganizmalar tarafından parçalanması veya nitrifikasyon bakterilerinin herbisitlere adaptasyonu sonucu nitrifikasyonda ilk etkinin geçici olduğu tahmin edilmektedir. Klorlu alifatik asit herbisitler nitrifikasyon bakterileri için oldukça toksiktir fakat etkileri geçici olup 3-4 haftadan sonra etki ortadan kalkmaktadır. Nitrifikasyon bakterilerinin zamanla adapte olduğu gözlenmiştir. Karbamat içeren herbisitler ve türevleri, nitrifikasyon bakterilerini daha uzun bir süre (20 hafta) önlemektedir. CDEA ve DAA gibi asetamid herbisitler normal tarla dozlarında nitrifikasyonu uyarmaktadırlar (Haktanır ve Arcak 1998).

2.4.2. Herbisitlerin topraktaki mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) üzerine etkileri

Çeşitli biçimlerde toprağa bırakılan organik kökenli bileşikler o toprak içerisindeki heterotrofik mikro-makroorganizmalar için besin ve enerji kaynağı görevi yaparlar (Gür 1997). Yabancı ot mücadelesinde kullanılan kimyasal ilaçlar (herbisitler) sonuçta toprağa geçer ve toprak organizmaları tarafından parçalanır (Özçelik 1996). Zirai mücadele uygulamalarından sonra toplam mikroorganizma sayısının artışı, ölen mikroorganizmanın ve ilacın kendisinin "C" kaynağı olarak diğer mikroorganizmalarca kullanılması ile ilgilidir (Haktanır ve Arcak 1998). Karbonlu maddelerin toprağa karıştırılmasından sonra artan mikrobiyal faaliyet nedeni ile toprak havasındaki O₂ miktarı azalırken, CO₂ miktarı ise yükselir (Haktanır ve Arcak 1997).

Herbisitlerin yapısındaki bazı polar grupların (-OH⁻, -COO⁻, -NH₂ ve -NO₂) mikroorganizmalarca gıda kaynağı olarak görülüp parçalanması sonucunda açığa çıkan CO₂ mikrobiyal aktivitenin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Toprak mikroflorasının en önemli işlevi organik maddelerin ayrıştırılmasıdır. Organik maddenin ayrışması, mikroflora için iki farklı işlev görmektedir. Bunlardan birincisi, mikrobiyal gelişme için enerji sağlamak; ikincisi ise yeni hücre maddelerinin oluşturulması için "C" sağlamaktır. Organik maddenin içermiş olduğu organik asitler, ligninler, aromatik ve alifatik hidrokarbonlar, şekerler, alkoller, amino asitler, pürinler, primidinler, proteinler, yağ ve nükleik asitler bir veya daha fazla mikroorganizma popülasyonunun etkisi ile temel bileşenlerine kadar ayrıştırılır ve bu metabolizma sonucunda açığa "CO₂" çıkar. Bu sırada gerekli olan enerji de karbonlu maddelerin oksidasyonu ile sağlanır.

Organik madde ayrışması bütün heterotrofların bir özelliği olduğundan, mikrobiyal aktivitenin göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu işlev sonucu aerobik ayrışma koşullarının son ürünü olarak "CO₂" çıktığından, belirli bir biyokütle içeren toprak kütlesinin oksijen tüketimi ve "CO₂" oluşması "toprak solunumu" veya "mikrobiyal solunum" olarak tanımlanır.

Toprakta solunum aktivitesinden kaynaklanan karbondioksitin 2/3'ü mikroorganizma aktivitesinden, 1/3'ten azı da bitki kök solunumundan kaynaklanır. Çok az bir kısmı ise toprak hayvanlarının aktivitesi ile oluşur. Bundan dolayı toprak solunumu toprağın özelliklerine bağlı olarak değişim gösterir ve toplam biyolojik aktiviteyi yansıtır. Şöyleki, bir toprağın mikrobiyal aktivitesi, dolayısıyla mikrobiyal solunumu o toprağın organik madde düzeyi, nem içeriği, pH'sı, derinliği ve havalanma durumuna bağlı olarak değişebilmektedir. Bunun yanısıra, diğer pestisitler gibi herbisit kullanımı da toprakların mikrobiyal aktivitesini olumlu veya olumsuz olarak etkilemektedir (Gür 1997).

Bazı herbisitlerin topraktaki mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) üzerine etkileri ile ilgili olarak yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Duda (1958), kullandığı bazı herbisitlerden HCH veya Chlordane'ın yüksek konsantrasyonlarının topraktaki amonifikasyon, mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) ve sellülozun parçalanması veya aerobik "N₂" fiksasyonunu etkilemediğini belirlemiştir.

Bartha ve ark. (1967), topraktaki nitrifikasyon ve mikrobiyal solunum üzerine herbisitlerin etkilerini araştırmak amacıyla, toprağa yüksek konsantrasyonlarda uyguladıkları herbisitlerden yüksek etki süresi olan Hydrocarbon'ların topraktaki nitrifikasyon ve CO₂ çıkışı hemen hemen hiç etkilemezken; daha az etki süresine sahip olan Carbamat'lardan Cyclodien'ler, Thioüre'ler ve Thiocarbamat'ların hem nitrifikasyon hem de CO₂ çıkışı üzerinde etkili olduğunu; Amidler, Anilid'ler, Organophosphat'lar ve Triazin'lerin ise mikrobiyal olayların akışını yalnızca geçici olarak engellediğini, ayrıca toprak solunumu (CO₂ çıkışı) olayının herbisitlerden etkilenmesinin nitrifikasyonun etkilenmesi için gerekli olan herbisit düzeyinden daha yüksek bir dozu gerektirdiğini de saptamışlardır.

Tekrarlanarak toprağa tatbik edilen bazı herbisitler toprak mikroorganizmalarının sayısında önemli bir değişiklik yapmadan ilk uygulananlardan daha çabuk parçalanmaktadır (Hurle 1969).

Palmer ve ark. (1969), üst üste dört yıl uygulanan Trifluralin'in toprakta birikiminin olmadığını ve toprak canlılarını etkilemediğini saptamışlardır.

Pestisitlerin mikrobiyal metabolizmasında, organik kökenli olanları diğer metabolik olaylar için bir enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Pestisitlerin çoğunluğu toprak mikroorganizmaları için yeni bileşiklerdir. Bundan dolayı, mikrofloranın pestisit bileşimlerine adaptasyon eksikliği nedeniyle, başlangıçta biyolojik ayrışma hızında yetersizlik görülebilir. Düşük pestisit konsantrasyonlarında, mikrofloranın biyo-adaptasyonu yavaş bir şekilde olmaktadır (Mc New 1972).

Çolak (1970) ve Domsch (1974), yapmış oldukları çalışmalarda toprağa normal dozlarda uygulanan herbisitlerin toprak mikroorganizmalarına karşı önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Liu ve ark. (1972), Ametryne, Atrazine, Bromacil, Diuron, Fluometuron, Linuron, Prometryne, Terbacil, Trifluralin ve 2,4-D'nin toprak solunumu üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada on adet herbisiti 0-10-100 ve 250 ppm konsantrasyonlarında kullanmışlar, CO₂ çıkışını Warburg aleti ile ölçerek bu herbisitlerin toprak mikroorganizmalarının solunumu üzerine etkileri hakkındaki

sonuçları üç başlık altında toplamışlardır: 1) Coto ve Fraternidad topraklarına 2,4-D ve Trifluralin verilmesi oksijen seviyesinin artışı üzerinde engelleyici etkiye neden olmuştur. 2) Bromacil, Diuron, Trifluralin ve 2,4-D'nin düşük konsantrasyonları ile Ametryne, Bromacil, Linuron ve Diuron'un yüksek konsantrasyonları topraktaki oksijen seviyesinin artışı üzerinde hafif bir engelleyici etkiye neden olmuştur. 3) Ametryne, Diuron, Flumeturon, 2,4-D'nin düşük konsantrasyonları ile Atrazine, Linuron ve Terbacil'in yüksek konsantrasyonlarının topraktaki oksijen seviyesini orta derecede teşvik ettiğini saptamışlardır.

Yeğen ve İren, (1974) % 2 oranında buğday samanı ilave edilen kumlu bir tarla toprağına yaklaşık % 70 etkili maddeye sahip 2,4-D ve 2,4,5-T herbisitlerinden toprak suyunda bulunabilecek bir normal herbisit dozu (50 ppm), bir de çok yüksek herbisit dozunu (5000 ppm) uygulayarak toprak solunumunun ölçüldüğü bir deneme yapmışlardır. 2,4-D+2,4,5-T ester terkipli herbisitlerin etkili maddesinden toprak suyunda 50 ppm bulunması halinde toprak solunumunda kontrol topraklarına oranla her iki denemede de, deneme süresince (10 gün) az fakat düzenli bir artış görülmüş; toprak suyunda 5000 ppm etkili madde bulunmasının, toprak solunumunu ilk günlerde olumsuz etkilediği, daha sonra bu olumsuz etkinin ortadan kalkarak herbisitlerle muamele edilmiş topraklarda kontrol topraklarına oranla deneme sonuna kadar daha fazla toprak solunumu görüldüğü belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; 2,4-D ve 2,4,5-T ester terkipli herbisitlerin normal dozlarda kullanıldıklarında toprağın genel mikrobiyolojik aktivitesine olumsuz bir etkide bulunmayıp, özellikle sellüloz parçalayan mikroorganizmalarda genel bir aktivite artışı sağladığı saptanmıştır.

Davies ve Marsh, (1977) Trifluralin'in $100 \mu\text{g-g}^{-1}$ seviyesinde mikrobiyal solunum ve N mineralizasyonu üzerinde etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir.

Wardle ve Parkinson (1990), tarafından Alberta tarım topraklarından alınan toprak örneklerine bitki çıkışı sonrasında kullanılan herbisitlerden 2,4-D, Picloram ve Glyphosate 0 – 2 – 20 ve $200 \mu\text{g-g}^{-1}$ konsantrasyonlarında uygulanmış ve 27 günlük bir süre içerisinde bu kimyasalların değişik mikroorganizmalar üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma yürütülmüştür. Sonuçta, herbisitlerin hepsi $200 \mu\text{g-g}^{-1}$

konsantrasyonlarında ve dokuz günlük uygulamayı takiben mikrobiyal solunum değerinin artışına neden olmuştur.

Cernekova ve ark. (1991)'nın Bentazone–Sodium (Bentanex) isimli herbisitinin toprak mikroorganizmalarının aktiviteleri üzerine etkilerini incelemek için yapmış oldukları bir çalışmada herbisitlerin, mikroorganizmaların büyüme ve çoğalması üzerine olan etkilerinin mikroorganizmanın türü ve ilave edilen Bentazone'un konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği, herbisitinin yüksek konsantrasyonunda ise topraktaki azot fiksasyonu, nitrifikasyon ve toprak solunumunun olumsuz olarak etkilendiği saptanmıştır.

Sahid ve ark.'nın (1992), Alachlor ve Paraquat'ın peat topraklarındaki mikrobiyal aktivite üzerine etkilerini araştırmak amacıyla çevre şartlarında on iki haftalık bir süre içerisinde yaptıkları inkübasyon denemesinin başlangıcında mikrobiyal solunumun (CO₂ çıkışının) arttığını, bunu takiben 53 günlük inkübasyondan sonra mikrobiyal solunumun azaldığını, Alachlor'la muamele edilen toprakta Paraquat'la muamele edilen toprağa göre daha fazla mikrobiyal solunum olduğu saptanmıştır.

Rai (1992), mısırı takiben patates tarımının yapıldığı bir tarlaya onbeş yıl boyunca Mayıs ve Ekim aylarında olmak üzere hektara 0.95 kg düşecek şekilde 2,4-D'yi amin veya ester formlarında uygulayarak toprağın mikrobiyal popülasyonu ve biyokimyasal süreçlerindeki değişimlerinin gözlemlendiği bir çalışma yürütmüştür. Araştırma sonucunda: 2,4-D'nin ester formunun uygulandığı yerlerde mantar, bakteri, aktinomiset popülasyonlarının, mikrobiyal C ve N miktarı ile azot mineralizasyonunun ve mikrobiyal nitrifikasyonun azaldığı, amin formunun uygulandığı yerlerde dehidrogenaz enzim aktivitesi ile mikrobiyal solunumun (CO₂ çıkışının) geçici olarak arttığı, aynı olayların ester formuyla azaldığı, 2,4-D'nin hem ester hem de amin formunun uygulanması ile de Üreaz enzim aktivitesinin durduğu saptanmış ve bu durum; 2,4-D'nin ester formunun besin döngüsüne girmiş olabilmesine bağlanmıştır.

Fenoksi asetik asitli herbisitlerin normal uygulama dozlarının üzerindeki miktarları, azotobakterlerin çoğalma ve solunum metabolizmasına önleyici etki yaptığı tespit edilmiştir (Haktanır ve Arcak 1998).



3. MATERYAL VE METOT

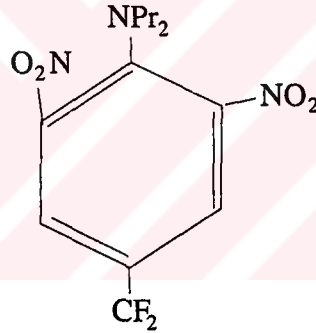
3.1. Materyal

3.1.1. Denemede kullanılan topraklar

Bazı herbisitlerin (Tefralin, 2,4-D ve Glyphosate) toprakların mikrobiyal nitrifikasyon ve solunumu üzerine etkilerini incelemek amacıyla kurulan bu denemede kullanılan toprak örneklerinin ilki Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi arazisinin (T₁) ; diğeri ise Selçuk Üniversitesi Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanının (T₂) 0 – 20 cm derinliklerinden alınmıştır . Alınan toprak örnekleri laboratuvara getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek bazı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizlere tabi tutulmuştur.

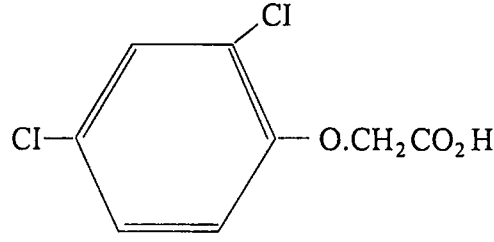
3.1.2. Denemede kullanılan herbisitler

3.1.2.1. Trifluralin



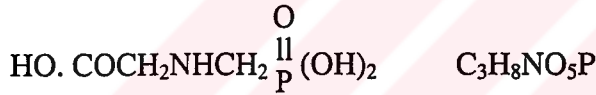
Kimyasal ismi “2,6-dinitro-NN-dipropyl-4-trifluoromethyanil”dir. Eli Lilly Company tarafından 1960 yılında “L-36352” kod numarası ve “Treflan” ticari adıyla piyasaya verilmiştir. Sarı portakal renkli ve kristal şeklindedir. Sürekli stabil bir madde olup, UV-ışığında dekompoze olur. Birçok pestisitlerle karışabilir. Aşındırıcı değildir. Erime noktası 48,5–49 °C, buhar basıncı 25 °C’de 1.03x10⁻⁴ mm Hg’dır. Suda 27 °C’de 1 mg/l’den daha az çözünür. Organik çözücülerde çözünürlüğü iyidir. Teknik maddenin safiyeti en az % 95’tir. Erime noktası 42 °C’den büyüktür. Seçici pre-emergens (çimlenme öncesi) etkinliği de vardır. Pamuk, domates, lahana, soya fasüyesi, fasülye, yer fıstığı, turunçgil ve süs bitkilerindeki yıllık çayrlar ve geniş yapraklı otlara karşı 0,5-1 kg etkili madde/ha dozunda kullanılır (Öztürk 1997).

3.1.2.2. 2,4-D



Kimyasal ismi “2,4-Dichlorophenoxyacetic acid”tir. Halihazırda ester ve tuzları vardır. Hafif fenol kokulu, beyaz toz şeklindedir. Erime noktası 140.5 °C (amonyum tuzu 179-180 °C, dimethylamin tuzu 85-87 °C, methylamin tuzu 157-159 °C, ethanolamin tuzu 145-147 °C, triethanolamin tuzu 142-144 °C)’dir. Buhar basıncı, asitler ve tuzları için 20 °C’de pratik olarak “sıfır” dır. Özellikle düşük alkollü esterler için önemlidir. Çözünürlüğü 25 °C’de 620 mg/1’dir. Etilalkolde 129.9 g, dietylerde 24.3 g, n-Heptanda 0.11 g, xylolde 0.58 g’dır. Triethanolamin tuzunun çözünürlüğü 30 °C’de 440 g/100 g sudur. 2,4-D hormon özellikli, transloke olabilen sistemik seçici herbisittir. Hububattaki yabancı otlara ve bazı odunsu yabancı otlara karşı kullanılır. Uzun süre stabildir. Asit, metallere karşı hafif koroziftir (Öztürk 1997).

3.1.2.3. Glyphosate



Etkili maddesi “Glyphosate–mono (isopropylammonium)” olan bu herbisit Monsanto Co. tarafından geliştirilmiştir. Kimyasal adı, (IUPAC) “N-(phosphonomethyl) glycine”dir. Saf “glyphosate” renksiz kristaller halindedir. “Glyphosate–mono (isopropylammonium)” ve “glyphosate–sesquisodium” suda çok kolay çözünür. Toprakta hemen absorbe olur ve mikrobial aktivite sayesinde parçalanmaya uğrayarak altmış günden daha az zamanda % 50’si kaybolur. Solüsyonları demir ve galvaniz saca koroziftir. “Glyphosate” seçici ve kalıcı etkisi olmayan post–emergens (çimlenme sonrası) herbisit olup, yapraklarca absorbe olarak bitkide transloke olur. Dar ve geniş yapraklı otlara karşı, meyve bahçelerinde “700–1200 ml”/da, fındık bahçelerinde “1000 ml/da”, ekili olmayan alanlarda ise “1000–1500 ml/da” dozda kullanılır (Öztürk 1997).

3.1.3. Denemede kullanılan plastik kutular

Denemede 10.50 cm taban çapı ve 5 cm yüksekliği olan mavi renkli, plastik kutular kullanılmıştır. Deneme kurulduktan sonra kutuların üzerleri alüminyum folyo ile kapatılmış ve havalı (O₂'li) bir ortam sağlamak amacıyla alüminyum folyo üzerine belirli aralıklarla delikler açılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma materyallerinin denemeye hazırlanması

3.2.1.1. Toprak örneklerinin hazırlanması

Araştırma toprakları araziden getirildikten sonra laboratuvarda havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek laboratuvar şartlarında muhafaza edilmiştir.

3.2.1.2. Herbisit örneklerinin hazırlanması

Bir dekar toprak üzerinden hesaplanan herbisit dozları, içerisinde fırın kuru ağırlık esasına göre 500 g toprak bulunan 0.00865 m²'lik yüzey alanına sahip deneme kutuları için yeniden hesaplanmıştır. Yapılan hesaba göre; % 48 Trifluralin 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 uygulanabilecek biçimde hazırlanmıştır.

3.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvar koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bu çalışmada, her plastik kutuya kuru ağırlık üzerinden 500 g toprak konulmuş ve seçici herbisit olarak da Konya ovasında yaygın olarak kullanılan Tefralin, 2,4-D ve Knock Out ticari isimlerine sahip herbisitler uygulanmıştır. Farklı dozlardaki herbisitlerin deneme süresi boyunca mikrobiyal nitrifikasyon ve solunumu engellemedeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış olan bu çalışmada deneme toprağına herbisitler beş farklı dozda uygulanmışlardır. Bunlardan etkili maddesi % 48 "Trifluralin" olan Treflan, etkili maddesi % 48 "Isooctylester" olan 2,4-D ve etkili maddesi % 48 "Glyphosate

Isopropylamin” olan Knock Out $D_1= 0$ ml/da, $D_2= 200$ ml/da, $D_3= 600$ ml/da, $D_4= 1200$ ml/da ve $D_5= 4800$ ml/da olacak şekilde uygulanmıştır. Tüm deneme kutularına temel gübre olarak 200 ppm NH_4^+-N 'u $(NH_4)_2 SO_4$ şeklinde ilave edilmiştir. “Tesadüf Blokları Deneme Deseni’ne göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen bu denemede toplam 96 adet saksı ile çalışılmıştır. Nem düzeyi T.K.’nin % 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 NH_4^+-N , $NO_3^- -N$ ve mikrobiyal solunum (CO_2 çıkışı) tayinleri yapılmıştır.

3.2.3. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler

3.2.3.1. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı fiziksel analizler

-**Mekanik Analiz:** Toprağın kum, kil ve silt miktarı Bouyoucos (1962), “Hidrometre Metodu” na göre yapılmıştır.

-**Tarla Kapasitesi:** Toprağın 1/3 atmosfer basınç altında tutabildiği su miktarı (%) olarak “Basıncılı Seramik Tabla” metoduyla tespit edilmiştir. (U.S. Salinity Lab. Staff 1954).

3.2.3.2. Toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı kimyasal analizler

-**Toprak Reaksiyonu (pH):** Toprak–su süspansiyonundaki (1:2.5) pH değeri cam elektrotlu pH–metre ile ölçülmüştür (U.S. Salinity Lab. Staff 1954).

-**Kireç (% $CaCO_3$):** Sheibler kalsimetresi kullanılarak, kireç miktarı asit (1:3'lük HCl) ile karıştırılan toprak, kalsiyum karbonatın parçalanması sonucu açığa çıkan CO_2 'in standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak belirlenmiştir (Hızalan ve Ünal 1965).

-**Organik Madde (% C):** Smith Weldon metoduna göre yapılmıştır (Smith ve Weldon 1941).

-**Elverişli Fosfor:** Olsen'in "NaHCO₃ Metodu"yla belirlenmiştir (Bayraklı 1987).

-**Toplam Azot:** Kjeldahl yöntemine göre toprakların toplam azot miktarları belirlenmiştir (Bremner 1965).

-**Değişebilir Katyonlar (me/100 g toprak):** Toprak örneği 1 N CH₃COONH₄ (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-N'u (NH₄⁺-N):** Toprak örneği 2N KCl ile ekstrakte edilerek süzükteki amonyum-N'u (ppm), magnezyum oksit eşliğinde buhar damıtma metodu kullanılarak belirlenmiştir (Bremner 1965).

-**Nitrat-N'u (NO₃⁻-N):** Toprak örneği 2N KCl ile ekstrakte edilerek süzükteki amonyum, magnezyum oksit ile damıtma suretiyle çıkarılmasından sonra, devardo alloy eşliğinde buhar damıtma metodu kullanılarak nitrat-N'u (ppm), belirlenmiştir (Bremner 1965).

3.2.3.3. Toprak örnekleri üzerinde yapılan biyokimyasal analiz

-**Toprakta Mikrobiyal Solunumun (CO₂ Çıkışının) Ölçülmesi:** Toprak örneklerinin CO₂ üretiminin ölçülmesinde "Isermayer Metodu" kullanılmıştır. Bu yöntemin esası, topraktan mikrobiyal aktivite sonunda açığa çıkan CO₂'in (mg CO₂/100 g toprak/24 sa) baryum hidroksit tarafından tutularak BaCO₃ oluşturması ve kullanılan HCl ile geri titre edilmesi esasına dayanmaktadır (Isermayer 1952).

3.2.4. İstatistiksel analizler

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 Glyphosate) ile dozlarının tek başına ve birlikte uygulanmasının deneme topraklarının bazı biyolojik özelliklerinden olan "nitrifikasyon" ve "mikrobiyal solunum" 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).



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan araştırma topraklarının belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Özelliği	Bahri Dağdaş Toprağı	Kampüs Toprağı
Kil (%)	46.20	21.53
Silt (%)	39.60	22.07
Kum (%)	14.20	56.40
Tekstür Sınıfı	Siltli kil	Kumlu killi tın
pH (1:25 toprak : Saf su)	8.3	8.2
$E_{cx}10^6$ (25 °C) (1:5 toprak:safsu)	147	123
Organik madde (%)	2.90	0.83
CaCO ₃ (%)	25	33
Tarla kapasitesi (%)	34.27	18.91
Rutubet kapsamı (%)	9.5	5.4
Toplam Azot (ppm)	11.04	12.62
Fosfor (P ₂ O ₅) (ppm)	13.05	2.96
Potasyum (K ₂ O) (ppm)	164.43	596.33
Sodyum (ppm)	370.84	101.63
Kalsiyum (ppm)	16.13	22.47
Magnezyum (ppm)	24.93	5.60

Çizelge 4.1’in incelenmesinden de görülebileceği gibi, toprakların kil miktarları % 46.20-21.53, silt miktarları % 39.60-22.07, kum miktarları ise, % 14.20-56.40 arasında değişmektedir. Bu değerler göz önüne alındığında, Bahri Dağdaş toprağının “siltli kil”, Kampüs toprağının ise “kumlu killi tın” tekstür sınıfına dahil olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma topraklarının belirlenen tarla kapasitesi değerleri ise sırasıyla; % 34.27 ve 18.91’dir.

Diğer taraftan, araştırma topraklarının kimyasal analiz sonuçlarına ait değerleri incelenecek olursa; toprakların pH değerleri sırasıyla 8.3-8.2, tuz miktarları $E_{cx}10^6$ (25 °C) 147-123, kireç kapsamları % 25-33, total azot değerleri 11.04-12.62 ppm, elverişli fosfor (P₂O₅) miktarları 13.05-2.96 ppm, potasyum (K₂O) miktarları 164.43-596.33 ppm, sodyum miktarları 370.84-101.63 ppm, kalsiyum miktarları 16.13-22.47 ppm, magnezyum miktarları ise 24.93-5.60 ppm değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.1).

Bu verilerden de anlaşılacağı gibi, araştırma toprakları pH bakımından “kuvvetli alkalın” grubuna girmektedirler. Bunun yanısıra, söz konusu olan araştırma toprakları tuz bakımından “tuzsuz”, organik madde bakımından Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi’nden alınan toprak örneği “fakir”, S.Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan toprak örneği ise, “çok fakir” sınıfına girmektedirler. Elverişli fosfor bakımından siltli kil tekstüre sahip toprak örneği “çok yüksek”, kumlu killi tın tekstüre sahip toprak örneği “az”, potasyum bakımından ise siltli kil “orta”, kumlu killi tın ise “zengin” sınıfına girmektedirler (Zengin 2000).

4.2. Denemede Kullanılan Herbisitlerin Araştırma Topraklarının Amonyum Azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) Miktarına Etkileri

Bahri Dağdaş K. H. Ü. ve Arş. Merkezi siltli kil toprak (T_1) örneğine uygulanan herbisitlerin çeşit, doz ve “çeşit x doz” interaksiyonunun 40 günlük (0, 4, 8, 12, 20 ve 40 günlük peryotlarda) inkübasyon sonunda toprağın amonyum azotu miktarı üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine farklı dozlarda uygulanan çeşitli herbisitlerin toprağın amonyum azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ											
		0. GÜN		4. GÜN		8. GÜN		12. GÜN		20. GÜN		40. GÜN	
		Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri
Herbisit Çeşitleri	2	49.67	1.28	5.27	0.15	57.77	5.32*	118.91	10.96*	0.55664	12.62*	0.61456	19.79*
Herbisit Dozları	4	66.14	1.71	87.46	2.42	8.38	0.77	256.12	23.60*	0.15612	3.54*	0.33278	10.72*
Herbisit ÇeşitxDozu	8	526.17	13.57*	45.36	1.25	55.24	5.09*	329.96	30.40*	0.20542	4.66*	0.23720	7.64*
Hata	30	38.77		36.16		10.85		10.85		0.04412		0.03105	
Toplam	44												

* : $p < 0.05$

Adı geçen çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi Bahri Dağdaş siltli kilinin amonyum azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) miktarı üzerine herbisit çeşitlerinin etkisi

inkübasyonun başlangıç ve 4. günleri dışındaki diğer günlerinde (8, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit dozlarının etkisi inkübasyonun 0, 4 ve 8. günleri dışındaki diğer günlerinde (12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit “çesit x doz” interaksyonunun etkisi ise inkübasyonun 4. günü hariç diğer tüm günlerinde (0, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Denemedeki her bir müteakip inkübasyon dönemindeki herbisit çeşitlerinin kendi aralarındaki etkinlik karşılaştırmaları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine ait amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Örneği	Herbisit Çeşitleri	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
Bahri Dağdaş Siltli-kili (T ₁)	Tefralin	88.08	77.17	66.18 B	15.735 A	1.769 A	1.1700 B
	2,4-D	88.25	77.65	70.04 A	15.012 A	1.404 B	1.5560 A
	Knock Out	91.32	76.47	67.49 B	10.537 B	1.479 B	1.2573 B

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.3'deki verilerden de anlaşılacağı gibi, 40 günlük inkübasyon süresince denemede kullanılan her üç çeşit herbisit (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out)'de inkübasyon süresinin başlangıcından (0. günden) itibaren inkübasyon süreleri arttıkça (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. gün) Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin amonyum azotu miktarında düşümlere yol açmışlardır. Diğer taraftan, her üç herbisit çeşidinin de söz konusu araştırma toprağının amonyum azotunu azaltmadaki etkileri özellikle inkübasyonun 8. gününden itibaren daha önemli ($p<0.05$) çıkmıştır. Ancak, inkübasyon döneminin 8. gününden itibaren her inkübasyon dönemi içerisinde herbisit çeşitleri kendi aralarında karşılaştırıldıklarında, söz konusu araştırma toprağının amonyum azotunun azaltılmasındaki etkinlikleri bakımından inkübasyon dönemlerine göre farklılık göstermişlerdir. Şöyleki, araştırma toprağının amonyum azotunun azaltılmasında 8. gün inkübasyon döneminde en fazla etkili herbisit Tefralin, en az etkili çeşit 2,4-D iken, 12, 20 ve 40. gün inkübasyon dönemlerinde en

fazla etkili herbisit çeşidi sırasıyla Knock Out, 2,4-D ve Tefralin, en az etkili herbisit çeşidi ise sırasıyla Tefralin, Tefralin ve 2,4-D olmuştur (Çizelge 4.3). 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 (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out) kendilerine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ayrıcalıklardan kaynaklanabilir (Haktanır ve Arcak 1989).

Farklı sürelerde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerde) inkübasyona tabi tutulan Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin amonyum azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine ait amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Örneği	Herbisit Dozları	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
Bahri Dağdaş Siltli kili (T ₁)	0 ml/da	87.86	73.60	69.09	13.322 B	1.504 AB	1.2478 B
	200 ml/da	85.87	77.85	69.09	13.222 B	1.504 AB	1.6656 A
	600 ml/da	88.45	75.17	67.74	11.670 BC	1.666 A	1.2789 B
	1200 ml/da	91.31	81.82	68.67	22.914 A	1.666 A	1.2633 B
	4800 ml/da	92.59	77.06	67.23	9.116 C	1.509 AB	1.1833 B

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Söz konusu çizelgeden de tesbit edilebileceği gibi, 40 günlük bir inkübasyon süresi boyunca, denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozları arttıkça Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin amonyum azotu miktarındaki azalışlar da daha yüksek olmuş ve bu önemli azalışlar özellikle inkübasyonun 12, 20, ve 40. günlerinde daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Selçuk Üniversitesi Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan kumlu killi tın toprak (T₂) örneğine ait 40 günlük inkübasyon sonunda elde edilen amonyum azotu değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine farklı dozlarda uygulanan çeşitli herbisitlerin toprağın amonyum azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ											
		0. GÜN		4. GÜN		8. GÜN		12. GÜN		20. GÜN		40. GÜN	
		Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri
Herbisit Çeşitleri	2	504.12	9.92*	451.99	11.99*	77.319	34.74*	364.18	24.69*	3563.1	138.64*	521.82	55.43*
Herbisit Dozları	4	182.13	3.59*	58.12	1.54	21.732	9.76*	356.47	24.17*	903.9	35.19*	106.30	11.29*
Herbisit ÇeşitxDozu	8	109.90	2.16	82.01	2.18	23.222	10.43*	173.10	11.73*	718.0	27.95	292.28	31.05*
Hata	30	50.80		37.70		2.226		14.75		25.7		9.41	
Toplam	44												

* : p<0.05

Denemede kullanılan herbisitlerin çeşit, doz ve “çeşit x doz” interaksiyonunun çeşitli inkübasyon dönemlerindeki (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde) etkilerinin verildiği Çizelge 4.5'in izlenmesinden de anlaşılacağı gibi, S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu miktarı üzerine herbisit çeşitlerinin etkisi inkübasyonun bütün dönemlerinde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit dozlarının etkisi inkübasyonun 8. günü hariç diğer dönemlerinde (0, 4, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi ise, inkübasyonun 0, 4 ve 20. günleri hariç diğer dönemlerinde (8, 12 ve 40. günlerinde) istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.

S.Ü. Kampüs kumlu killi tın deneme toprağına ait amonyum azotu değerinin denemede kullanılan herbisit çeşitlerine bağlı olarak yapılan Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları.

Toprak Örneği	Herbisit Çeşitleri	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
S.Ü. Kampüs Kumlu killi tını (T ₂)	Tefralin	82.88 B	84.08 B	71.02 B	57.51 A	45.023 A	8.220 B
	2,4-D	79.46 B	82.88 B	74.12 A	50.60 B	31.945 B	13.865 A
	Knock out	90.76 A	92.93 A	69.69 C	47.97 B	14.319 C	2.072 C

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden de görülebileceği gibi, 40 günlük inkübasyon süresince denemede kullanılan her üç çeşit herbisit (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out)'de inkübasyon süresinin başlangıcından (0. gün) itibaren inkübasyon süreleri arttıkça S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu miktarında düşümlere (4. gün hariç) yol açmışlardır. Diğer taraftan, her üç herbisit çeşidinin de söz konusu araştırma toprağının amonyum azotunu azaltmadaki etkileri inkübasyonun başlangıcından (0. gün), son gününe (40. gün) kadar tüm dönemlerinde önemli ($p<0.05$) çıkmıştır. İnkübasyon döneminin başlangıcından itibaren her inkübasyon dönemi içerisinde herbisit çeşitleri kendi aralarında karşılaştırıldıklarında, söz konusu araştırma toprağının amonyum azotunun azaltılmasındaki etkinlikleri bakımından inkübasyon dönemlerine göre farklılık göstermişlerdir. Şöyleki, araştırma toprağının amonyum azotunun azalması inkübasyonun 8. gününden itibaren başlamıştır. İnkübasyonun başlangıcında (0. gün) amonyum azotu değeri üzerinde en etkili herbisit çeşidi Knock Out olarak belirlenirken, amonyum azotu değerinde çok az ve geçici bir artışın görüldüğü inkübasyonun 4. gününde ise 2,4-D amonyum azotu değerini en fazla artıran diğer bir ifadeyle nitrifikasyon oranını en fazla azaltan, Tefralin ise amonyum oranını en fazla azaltan yani, nitrifikasyonu en fazla artıran herbisit çeşitleri olarak belirlenmişlerdir. Amonyum azotunun azalarak gittiği müteakip inkübasyon dönemlerinde S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu miktarının azalmasında inkübasyonun 8., 12. ve 20. günlerinde en etkili herbisit

çeşidi Knock Out olurken, inkübasyonun son günü olan 40. günde ise Tefralin, amonyum azotu miktarının azalmasında en etkili herbisit çeşidi olmuştur (Çizelge 4.6).

Farklı sürelerde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerde) inkübasyona tabi tutulan Selçuk Üniversitesi Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili "Duncan Testi" sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları.

Toprak Örneği	Herbisit Dozları	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
S.Ü. Kampüs Kumlu killi tını (T ₂)	0 ml/da	86.34 A	87.88	72.86 A	55.15 A	35.523 A	10.242 A
	200 ml/da	76.84 B	87.45	73.29 A	56.91 A	36.278 A	9.606 A
	600 ml/da	85.05 A	82.13	71.88 A	55.61 A	38.846 A	6.610 B
	1200 ml/da	88.82 A	87.40	70.10 B	50.97 B	27.204 B	11.103 A
	4800 ml/da	84.78 A	88.30	69.91 B	41.50 C	14.249 C	2.700 C

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Söz konusu çizelgeden de tespit edilebileceği gibi, 40 günlük inkübasyon boyunca, denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozları arttıkça S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin amonyum azotu miktarındaki azalışlar da artmış, en düşük amonyum azotu değerleri en yüksek herbisit dozlarında elde edilmiştir. Amonyum azotu değerindeki azalışlar özellikle inkübasyonun 8, 12, 20 ve 40. günlerinde daha fazla olmuştur (Çizelge 4.7).

Bahri Dağdaş siltli kili (T₁) ve S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanı kumlu killi tınının (T₂) amonyum azotu (NH₄⁺-N) miktarı üzerine denemede

kullanılan herbisit “çeşit x doz” interaksyonunun etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Bahri Dağdaş siltli kili (T1) ve S. Ü. Kampüs kumlu killi tınının (T2) toprak örneklerine uygulanan bazı herbisitlerin “çeşit x doz” interaksyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki amonyum azotu değerlerinin Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşitleri	İnkübasyon Dönemleri	HERBİSİT ÇEŞİT VE DOZLARI														
		TEFRALİN					2,4 - D					KNOCK OUT				
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
T ₁	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 CD
	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 ₂	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 AB	66.79 F	70.47 DE	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 A	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 istatistiksel olarak (p<0.05) önemlidir.

Çizelge 4.8’deki verilerden de görülebileceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin NH₄⁺-N’u miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin “çeşit x

doz” interaksiyonunun etkisi inkübasyonun 4. günü hariç diğer günlerinde (0, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde), S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan kumlu killi tın toprak örneğine ait $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi ise inkübasyonun 0 ve 4. günleri hariç diğer günlerinde (8, 12, 20 ve 40. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Söz konusu çizelgeden belirlenebileceği gibi, inkübasyonun başlangıcından (0. gün) sonuna (40. gün) kadar denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozları arttıkça farklı tekstüre sahip (siltli kil ve kumlu killi tın) toprak örneklerinin her ikisinin de $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u miktarındaki azalışlar daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.8).

Diğer taraftan, Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u değerindeki en fazla azalış inkübasyonun 12. gününde Tefralin'in 3. (600 ml/da) ve 2,4-D'nin 5. dozunda (4800 ml/da), S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan kumlu killi tın toprak örneğinin $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u değerindeki en fazla azalış ise inkübasyonun 12. gününde Knock Out'un 5. dozu (4800 ml/da), 20. gününde ise 1. dozu (0.0 ml/da) (kontrol dozu)'nda elde edilmiştir. Ayrıca, S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u değerinde çok az ve geçici bir artışın olduğu diğer bir ifadeyle, nitrifikasyon hızında azalışın görüldüğü inkübasyonun 4. gününde Tefralin'in 1 ve 2., 2,4-D'nin 1, 2, 4 ve 5., Knock Out'un ise, 1, 2 ve 5. dozları bu azalış üzerinde etkili olmuşlardır. Buradan da görüldüğü gibi, Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'u oksidasyonunun artışı üzerinde inkübasyonun 4. gününde denemede kullanılan bütün herbisitlerin 1. ve 2. dozları engelleyici olmuş, en fazla 2,4-D'nin olumsuz etkisi (1, 2, 4 ve 5. dozlarında) görülmüştür (Çizelge 4.8).

Deneme topraklarının genelinde, amonyum azotu miktarının, nitrat azotu miktarına göre az olarak belirlenmesi nedeniyle amonyum azotunun kısa sürede nitrata okside olması dolayısıyla mikrobiyolojik nitrifikasyonun hızlı bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir (Gür 1997).

4.3. Denemede Kullanılan Herbisitlerin Araştırma Topraklarının Nitrat Azotu (NO₃⁻-N) Miktarına (Mikrobiyal Nitrifikasyonuna) Etkileri

Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine uygulanan herbisitlerin çeşit, doz ve “çeşit x doz” interaksiyonunun 40 günlük (0, 4, 8, 12, 20 ve 40 günlük periyotlarda) inkübasyon sonunda toprağın nitrat azotu (NO₃⁻-N) miktarı üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan herbisitlerin toprağın nitrat azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ											
		0. GÜN		4. GÜN		8. GÜN		12. GÜN		20. GÜN		40. GÜN	
		Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri
Herbisit Çeşitleri	2	68.961	11.17*	216.91	19.15*	58.38	4.74*	4659.1	6.50*	632.44	20.91*	494.2	4.09*
Herbisit Dozları	4	102.108	16.56*	14.49	1.28	51.54	4.18*	1919.6	2.68	124.59	4.12*	710.8	5.88*
Herbisit ÇeşitxDozu	8	27.089	4.39*	27.65	2.44*	75.54	6.13*	1872.8	2.61*	164.38	5.44*	139.6	1.15
Hata	30	6.171		11.33		12.32		717.0		30.24	120.9	9.41	
Toplam	44												

* : p<0.05

Denemede kullanılan herbisitlerin çeşit, doz ve “çeşit x doz” interaksiyonunun çeşitli inkübasyon dönemlerindeki (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde) etkilerinin verildiği Çizelge 4.9’un incelenmesinden de anlaşılacağı gibi; Bahri Dağdaş siltli kilinin nitrat azotu miktarı üzerine herbisit çeşitlerinin etkisi inkübasyonun bütün dönemlerinde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit dozlarının etkisi inkübasyonun 4 ve 12. günleri hariç diğer günlerinde (0, 8, 20 ve 40 günlerinde), herbisit “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi ise inkübasyonun son günü (40. gün) hariç diğer tüm günlerinde (0, 4, 8, 12 ve 20. günlerinde) istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Nitekim, denemede müteakip inkübasyon dönemlerindeki herbisit çeşitlerinin kendi aralarındaki etkinlik karşılaştırmaları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Örneği	Herbisit Çeşitleri	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
Bahri Dağdaş Siltli kili (T ₁)	Tefralin	12.961 B	33.93 B	54.23 A	240.1 A	146.0 A	131.1 B
	2,4-D	14.710 B	37.76 A	51.78 AB	211.6 B	141.7 B	134.0 B
	Knock Out	17.227 A	30.16 C	50.33 B	243.8 A	133.3 C	142.2 A

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

Çizelge 4.10'dan da izlenebileceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine ilave edilen üç çeşit herbisit, nitrat azotu miktarında inkübasyon dönemleri arttıkça amonyum azotunun da oksidasyonuna bağlı olarak önemli artışlara neden olmuşlardır. Diğer bir ifadeyle, her üç çeşit herbisit de (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out) söz konusu araştırma toprağının nitrat azotu miktarını arttırmadaki etkileri önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Nitrat azotu miktarını arttırmadaki etkileri bakımından inkübasyonun başlangıcından (0. gün) itibaren herbisit çeşitleri inkübasyon dönemi boyunca kendi aralarında farklılıklar göstermişlerdir. Şöyleki, nitrat azotu miktarı üzerinde inkübasyonun başlangıcında (0. gün) Knock Out en etkili, Tefralin ise en az etkili herbisit çeşitleri olurken, nitrat azotu miktarında artışların olduğu inkübasyonun 4, 8 ve 12. günlerinde en fazla etkili herbisit çeşidi sırasıyla: 2,4-D, Knock Out ve Knock Out, en az etkili herbisit çeşidi ise Knock Out, 2,4-D ve 2,4-D olmuştur. Nitrat azotu miktarının kısmen azaldığı inkübasyonun 20 ve 40. günlerinde bu azalış üzerinde en fazla etkili herbisit çeşidi sırasıyla: Knock Out ve Tefralin olurken, en az etkili herbisit çeşidi ise sırasıyla: 2,4-D ve Knock Out olmuştur (Çizelge 4.10).

Farklı sürelerde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerde) inkübasyona tabi tutulan Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşidi	Herbisit Dozları	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
Bahri Dağdaş Siltli killi (T ₁)	0 ml/da	14.053 BC	31.96	53.68 AB	227.2	141.9 AB	129.6 B
	200 ml/da	11.738 C	35.05	55.00 A	250.0	146.0 A	128.8 B
	600 ml/da	14.658 B	34.28	52.36 ABC	230.1	138.7 B	129.5 A
	1200 ml/da	13.714 BC	3.51	49.05 C	211.3	136.5 B	129.5 B
	4800 ml/da	20.667 A	34.94	50.48 BC	240.6	138.6 B	144.2 A

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Söz konusu çizelgeden de tesbit edilebileceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu miktarı üzerine herbisit dozlarının etkileri inkübasyonun 4 ve 12. günleri dışındaki diğer günlerinde (0, 8, 20 ve 40. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) çıkmıştır.

Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin nitrat azotu miktarı inkübasyon dönemleri arttıkça amonyum azotunun da oksidasyonuna (nitrifikasyonuna) bağlı olarak artış göstermiştir. İnkübasyonun başlangıcından (0. gün), 20. gününe kadar artış göstermiş olan nitrat azotu miktarı 20 ve 40. günlerde kısmen azalışlar göstermiştir.

40 günlük inkübasyon süresince inkübasyon dönemlerine göre NO_3^- -N'u miktarı değişiminin herbisit dozuna bağlı olarak ele alındığı Çizelge 4.11'den de görüleceği gibi, siltli kil tekstüre sahip deneme toprağının NO_3^- -N'u değeri, NH_4^+ -N'unun fazla okside olduğu, yani azalma gösterdiği inkübasyonun 12. gününde okside olan NH_4^+ -N'unun NO_3^- -N'una dönüşmesinden dolayı nitrifikasyon hızlı bir artış göstermiştir. Ancak, 12. günde NO_3^- -N'u miktarındaki artış üzerinde herbisit dozlarının tümü yaklaşık aynı ve fazla etkiyi gösterdiklerinden dolayı, aralarındaki fark istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) çıkmamıştır.

Selçuk Üniversitesi Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan kumlu killi tın toprak (T₂) örneğine ait 40 günlük inkübasyon sonunda elde edilen NO₃⁻-N’u değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan farklı herbisitlerin toprağın nitrat azotu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ											
		0. GÜN		4. GÜN		8. GÜN		12. GÜN		20. GÜN		40. GÜN	
		Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri
Herbisit Çeşitleri	2	13.470	5.56*	683.75	165.05*	2551.33	107.58*	12626.1	294.99*	9130	46.27*	11767.3	188.13*
Herbisit Dozları	4	14.048	5.80*	25.49	6.15*	1262.18	53.22*	8635.5	201.75*	5106	25.87*	29995.9	47.90*
Herbisit ÇeşitxDozu	8	6.494	2.68*	63.53	15.33*	366.50	15.45*	2964.9	69.27*	19483	98.73*	7650.5	122.31*
Hata	30	2.421		4.14		23.71		42.8		197		62.5	
Toplam	44												

* : p<0.05

Çizelge 4.12’nin incelenmesinden de tesbit edilebileceği gibi, S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin nitrat azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin çeşit ve dozlarıyla, “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi inkübasyonun tüm dönemlerinde istatistiki olarak önemli (p<0.05) çıkmıştır.

S. Ü. Kampüs kumlu killi tının nitrat azotu değerinin denemede kullanılan herbisitlerin çeşitlerine bağlı olarak yapılan Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.13. S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin nitrat azotu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşidi	Herbisit Çeşitleri	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
S.Ü. Kampüs Kumlu killi tını (T ₂)	Tefralin	6.687 B	12.00 C	16.329 C	26.67 C	78.84 B	203.0 B
	2,4-D	8.471 A	19.00 B	31.261 B	53.23 B	120.57 A	187.2 C
	Knock Out	8.135 A	25.50 A	42.316 A	84.53 A	122.50 A	241.7 A

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.13'den de belirlenebileceği gibi, 40 günlük inkübasyon süresince, denemede kullanılan her üç çeşit herbisit (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out)'de inkübasyon süresinin başlangıcından (0. gün) itibaren inkübasyon süreleri arttıkça, S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine ait $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 'u miktarında artışlara neden olmuşlardır. Diğer taraftan, denemede kullanılan her üç çeşit herbisitinin de söz konusu araştırma toprağının nitrat azotunu artırmadaki etkinlikleri inkübasyonun başlangıcından (0. gün) son gününe (40. gün) kadar tüm dönemlerinde istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) çıkmıştır.

İnkübasyon döneminin başlangıcından (0. gün) itibaren her inkübasyon dönemi içerisinde herbisit çeşitleri kendi aralarında karşılaştırıldıklarında, söz konusu araştırma toprağının nitrat azotu miktarının artırılmasındaki etkinlikleri bakımından önemli farklılık göstermişlerdir. Şöyleki, araştırma toprağının nitrat azotu miktarının artışı üzerinde inkübasyonun 0, 4, 8, ve 12. günlerinde en fazla etkili herbisit çeşidi Knock Out, en az etkili herbisit çeşidi Tefralin olurken, 20 ve 40. günlerde en fazla etkili herbisit çeşidi sırasıyla: 2,4-D ve Tefralin, en az etkili herbisit çeşidi ise sırasıyla Knock Out ve 2,4-D olmuştur (Çizelge 4.13).

Farklı sürelerde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerde) inkübasyona tabi tutulan S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan kumlu kili tın toprak örneğinin nitrat azotu ($\text{NO}_3^- \text{-N}$) miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin

uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin nitrat azotu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşidi	Herbisit Dozları	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
S.Ü. Kampüs Kumlu killi tını (T ₂)	0 ml/da	6.313 C	16.87 C	20.120 C	48.47 B	97.62 B	198.0 D
	200 ml/da	7.431 BC	19.16 AB	21.710 C	32.35 C	85.72 C	192.6 D
	600 ml/da	7.244 BC	17.29 BC	26.898 B	35.42 C	92.45 C	215.7 B
	1200 ml/da	9.659 A	20.41 A	31.556 B	49.41 B	115.78 B	207.7 C
	4800 ml/da	8.173 AB	20.41 A	49.560 A	108.55 A	144.95 A	239.1 A

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

Söz konusu çizelgeden de tesbit edilebileceği gibi, inkübasyonun başlangıcından (0. gün) sonuna kadar 40 günlük bir süre içerisinde S. Ü. Kampüs kumlu killi tınına ait nitrat azotu miktarı kullanılan herbisitlerin dozları arttıkça artmış ve en yüksek değerler 4. ve 5. herbisit dozlarında (sırasıyla:1200-4800 ml/da) elde edilmiştir.

Bahri Dağdaş siltli kili ve S. Ü. Kampüs kumlu killi tınının nitrat azotu miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin "çesit x doz" interaksyonunun etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Bahri Dağdaş siltli kil (T₁) ve S. Ü. Kampüs kumlu killi tın (T₂) toprak örneklerine uygulanan herbisitlerin “çeşit x doz” interaksyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki nitrat azotu değerlerinin Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşitleri	İnkübasyon Dönemleri	HERBİSİT ÇEŞİT VE DOZLARI														
		TEFRALİN					2.4 - D					KNOCK OUT				
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
T ₁	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
	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
		DEF	ABC	ABCDE	ABCD	A	AB	CDEF	G	FG	BCDEF	DEF	BCDEF	DEF	EF	EF
	12. Gün	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	
20. Gün	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	CDE	DE	EF	F	CDE	
40. Gün	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	
T ₂	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	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
12. Gün	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	
20. Gün	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	
	FGH	E	E	FGH	D	FGH	H	GH	A	A	B	CD	C	EFG	E	
40. Gün	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 istatistiksel olarak (p<0.05) önemlidir.

Çizelge 4.15'deki verilerden de değerlendirilebileceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kilinin NO₃⁻-N'u miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin “çeşit x

doz” interaksiyonunun etkisi inkübasyonun 4 ve 40. günleri dışındaki diğer günlerinde (0, 8, 12 ve 20. günlerinde), S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanı kumlu killi tınının nitrat azotu miktarı üzerine herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi ise inkübasyonun bütün dönemlerinde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Adı geçen çizelgeden de anlaşılacağı gibi, Bahri Dağdaş siltli kilinin NO_3^- -N’u miktarı inkübasyonun 0. gününden 20. gününe kadar artış göstermiş olup, bu artış en fazla inkübasyonun 12. gününde elde edilmiştir. İnkübasyonun 20 ve 40. günlerinde ise kısmen azalmalar elde edilmiştir. Diğer taraftan, her inkübasyon dönemi içerisinde herbisit “çeşit x doz” interaksiyonu kendi aralarında karşılaştırıldıklarında, söz konusu araştırma toprağının NO_3^- -N’unu artırmadaki ve azaltmadaki etkinlikleri farklılıklar göstermiştir.

Şöyleki, deneme toprağının NO_3^- -N’u miktarını artırmada inkübasyonun başlangıcında (0. gün) Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 4. günde Tefralin ve 2. dozu (200 ml/da) ile 2,4-D ve 1. dozu (0 ml/da), 8. günde Tefralin ve 4. dozu (1200 ml/da), 12. günde Knock Out’un 1. ve 4. dozu (0-1200 ml/da), 20. günde 2,4-D ve 4. dozu (1200 ml/da), 40. günde ise Knock Out ve 3. dozu (600 ml/da) en fazla etkili olurlarken, NO_3^- -N’u miktarını en az artıran 20 ve 40. günlerde ise azaltan herbisit çeşit ve dozları ise 0. günde Tefralin ve 4. dozu (1200 ml/da), 4. günde Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 8. günde 2,4-D ve 3. dozu (600 ml/da), 12. günde 2,4-D ve 4. dozu (1200 ml/da), 20. günde Knock Out ve 4. dozu (1200 ml/da), 40. günde ise Tefralin ve 2. dozu (200 ml/da) olmuştur.

Aynı çizelgenin (Çizelge 4.15) incelenmesinden de görüleceği gibi, S. Ü. Kampüs kumlu killi tınının NO_3^- -N’u miktarı inkübasyon boyunca daha yavaş ancak, artarak seyretmiştir. Söz konusu deneme toprağının NO_3^- -N’u miktarını artırmada ve azaltmada yine farklı herbisit ve dozları etkili olmuştur. Şöyleki, deneme toprağının NO_3^- -N’u miktarını artırmada etkili olan herbisit çeşit ve dozları inkübasyonun 0. ve 20. günlerinde 2,4-D ve 4. dozu (1200 ml/da), 4. gününde Knock Out ve 2. dozu (200 ml/da), 8, 12 ve 40. günlerinde ise Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da) olurken, söz konusu deneme toprağının NO_3^- -N’u miktarını azaltmada ise inkübasyonun başlangıcında (0. gün) ve 8. gününde Tefralin ve 1. dozu (0 ml/da), 4.

gününde Tefralin ve 4. dozu (1200 ml/da), 12. gününde 2,4-D ve 2. dozu (200 ml/da), 20. gününde Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 40. gününde ise Tefralin ve 5. dozu (4800 ml/da) etkili herbisit “çeşit x doz”ları olarak belirlenmişlerdir.

Sonuç olarak, Çizelge 4.15'teki verileri kısaca değerlendirmek gerekirse; Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine ait NO_3^- -N'u miktarı inkübasyonun 20. gününe kadar artmış, 20 ve 40. günlerinde ise kısmen azalma göstermiştir. Buna karşılık S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin NO_3^- -N'u miktarı ise, sürekli fakat azar oranlarda düzenli bir artış göstermiştir. Buradan da görülüyor ki, aynı herbisit çeşitlerinin aynı dozları ile muamele edilerek 40 günlük inkübasyona tabi tutulan iki farklı toprakta nitrifikasyon olaylarının kil oranı daha fazla (% 46.20) olan Bahri Dağdaş siltli kil deneme toprağında inkübasyonun 12. gününden sonra azalma göstermiş; kum oranı daha fazla (% 56.40) olan Kampüs kumlu killi tın deneme toprağında ise inkübasyonun son gününe kadar düzenli bir artış göstermiş olması toprakların tekstür özelliklerinin farklı olmasıyla açıklanabilir. Nitekim; Martens ve Bremner (1993) herbisit uygulanan topraklarda nitrifikasyon ile kum kapsamı arasında önemli pozitif, KDK, Organik C, silt ve kil kapsamı arasında da çok önemli negatif ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir. Hale ve ark. (1957), Eno (1957), Winfree ve Cox (1958), Chandra ve Bollen (1961), Chandra (1964), Van Schreven ve ark. (1970), Cernekova ve ark. (1991), Rai (1992), Haktanır ve Arcaç (1998), herbisitlerin nitrifikasyon üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, inkübasyonun ilerleyen peryotlarında herbisit konsantrasyonu ve kullanılan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine de bağlı olarak nitrifikasyon hızının değiştiğini belirlemişlerdir.

4.4. Denemede Kullanılan Herbisitlerin Araştırma Topraklarının

Mikrobiyal Solunum (CO_2 çıkışı) Miktarına Etkileri

Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine uygulanan herbisitlerin çeşit, doz ve “çeşit x doz” interaksiyonunun 40 günlük inkübasyon (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. gün peryotlarında) sonunda elde edilen toprağın mikrobiyal solunum (CO_2 çıkışı) miktarı üzerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan herbisitlerin toprağın mikrobiyal solunumu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ											
		0. GÜN		4. GÜN		8. GÜN		12. GÜN		20. GÜN		40. GÜN	
		Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri
Herbisit Çeşitleri	2	392.83	22.10*	28.567	6.42*	1.917	0.23	97.094	23.47*	162.341	77.66*	156.826	100.38*
Herbisit Dozları	4	102.21	5.75*	10.824	2.43	5.294	0.65	41.128	9.94*	10.592	5.07*	9.132	5.84*
Herbisit ÇeşitxDozu	8	131.24	7.38*	35.830	8.05*	22.736	2.77*	76.960	18.60*	20.395	9.76*	14.417	9.23*
Hata	30	17.77		4.449		8.199		4.137		2.090		1.562	
Toplam	44												

* : $p < 0.05$

Denemede kullanılan herbisitlerin çeşit, doz ve “çeşit x doz” interaksiyonunun çeşitli inkübasyon dönemlerindeki (0, 4, 8, 12, 20, ve 40. günlerinde) etkilerinin verildiği Çizelge 4.16’nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, Bahri Dağdaş siltli kilinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine herbisit çeşitlerinin etkisi inkübasyonun 8. günü hariç diğer günlerinde (0, 4, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit dozlarının etkisi inkübasyonun 4 ve 8. günleri hariç diğer günlerinde (0, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi ise inkübasyonun tüm dönemlerinde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde) istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu bulunmuştur.

Denemedeki her bir müteakip inkübasyon dönemindeki herbisit çeşitlerinin kendi aralarındaki etkinlik karşılaştırmaları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunumu üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Örneği	Herbisit Çeşitleri	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
Bahri Dağdaş Siltli kili (T ₁)	Tefralin	30.82 B	27.75 A	20.81	23.07	8.1253 A	12.741 A
	2,4-D	32,21 B	25.01 B	20.67	23.07 B	8.2060 A	8.385 B
	Knock Out	40.29 A	26.65 A	21.34	27.48 A	2.4680 B	6.423 C

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

Çizelge 4.17'nin incelenmesinden de açıklanabileceği gibi Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarında inkübasyon dönemleri arttıkça kullanılan her üç çeşit herbisitte de (Tefralin, 2,4-D, Knock Out) önemli azalışlar elde edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, her üç çeşit herbisit de söz konusu araştırma toprağının mikrobiyal solunum miktarını azaltmadaki etkileri önemli ($p<0.05$) olmuştur.

Mikrobiyal solunum miktarını azaltmadaki etkileri bakımından inkübasyonun başlangıcından (0. gün) itibaren herbisit çeşitlerinin kendi aralarında farklılıklar gösterdikleri göze çarpar. Şöyleki, mikrobiyal solunum miktarının azalması üzerinde inkübasyonun başlangıcında (0. gün) Tefralin en etkili, Knock Out ise en az etkili, 4. günde ise Knock Out en etkili, Tefralin ise en az etkili herbisit çeşitleri olmuşlardır. İnkübasyonun 8. gününde mikrobiyal solunum miktarının azaltılmasında en etkili herbisit Tefralin olurken 2,4-D ve Knock Out aynı ve daha az etkili olmuşlardır. Mikrobiyal solunum miktarında geçici artışların görüldüğü inkübasyonun 12. gününde bu artış üzerinde en etkili herbisit Knock Out, en az etkili herbisit çeşidi ise Tefralin ve 2,4-D olurken, mikrobiyal solunum miktarında yeniden azalmanın görüldüğü inkübasyonun 20. gününde bu azalış üzerinde en etkili herbisit çeşidi Knock Out olurken, Tefralin ve 2,4-D aynı ve az etkili olmuşlardır. İnkübasyonun son gününde (40. gün) ise mikrobiyal solunum miktarı kısmen artış göstermiş, bu artış üzerinde Tefralin ve Knock Out etkili herbisit çeşitleri olurlarken,

2,4-D herbisitinin kullanıldığı toprak örneğinin mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) miktarında önemli bir değişiklik görülmemiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge (4.17)'deki veriler genel olarak özetlenecek olursa; mikrobiyal solunum inkübasyonun 12. ve 40. günleri dışında diğer günlerde azalma göstermiştir. Bu durum: toprakta aktivite gösteren mikroorganizmaların başlangıçta herbisitlerin yapısındaki karbonları (Tefralin ve Knock Out'un kimyasal bileşiminde 3 mol, 2,4 – D'nin kimyasal bileşiminde ise 8 mol C vardır) kendileri için organik madde kaynağı olarak görüp hızlı bir ayrışmaya maruz bırakmaları neticesinde yüksek bir mikrobiyal solunum düzeyi elde edilmiş; aynı zamanda mikroorganizmaların herbisitten negatif etkilenmeleri sonucunda inkübasyonun ilerleyen günlerinde herbisit konsantrasyonunun da düşmesinden dolayı mikrofloranın biyo-adaptasyonunun ve sayısının azalması sonucunda düşük bir mikrobiyal solunum düzeyi elde edilmiş olmasıyla izah edilebilir. Nitekim, Mc New'de (1972) , herbisitlerin mikrobiyal solunum değerinin değişimi üzerine etkileri hakkında görüşlerini bu izah doğrultusunda belirtmiştir.

Farklı sürelerde inkübasyona tabi tutulan Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunumu üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşidi	Herbisit Dozları	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
Bahri Dağdaş Siltli kili (T ₁)	0 ml/da	31.14 C	25.11	20.70	23.03 B	8.6467 B	9.227 B
	200 ml/da	31.44 C	25.62	21.25	26.18 A	8.1156 A	8.978 BC
	600 ml/da	33.86 BC	26.64	21.36	21.52 B	5.9400 B	7.850 C
	1200 ml/da	37.02 AB	27.26	21.67	25.86 A	5.3733 B	9.181 B
	4800 ml/da	38.75 A	27.73	19.72	26.11 A	6.2567 B	10.679 A

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasında fark istatistiki olarak ($p<0.05$) önemlidir.

Söz konusu çizelgeden tesbit edilebileceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine herbisit dozlarının etkileri inkübasyonun 4 ve 8. günleri dışındaki diğer günlerinde (0, 12, 20 ve 40. günlerde) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı inkübasyon dönemleri arttıkça azalış göstermiş, bu azalışlar en belirgin olarak inkübasyonun 4, 8 ve 20. günlerinde görülmüştür. İnkübasyonun 4 ve 8. günlerinde herbisitlerin 5. dozu (4800 ml/da), 20. gününde ise 4. (1200 ml/da) ve 5. (4800 ml/da) dozları bu azalış üzerinde en etkili dozlar olmuşlardır.

S.Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine ait 40 günlük inkübasyon sonunda elde edilen mikrobiyal solunum değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine çeşitli dozlarda uygulanan farklı herbisitlerin toprağın mikrobiyal solunumu üzerine etkileri ile ilgili Varyans Analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ											
		0. GÜN		4. GÜN		8. GÜN		12. GÜN		20. GÜN		40. GÜN	
		Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri	Kareler Ortalaması	F Değerleri
Herbisit Çeşitleri	2	5.936	6.13*	2.0436	2.95	82.21	0.99	32.636	7.86*	471.15	226.68*	5.249	4.93*
Herbisit Dozları	4	13.809	14.26*	1.8215	2.63	132.42	1.59	77.605	18.70*	149.18	71.78*	2.815	2.64
Herbisit ÇeşitxDozu	8	19.101	19.73*	6.4412	9.28*	101.92	1.22	21.248	5.12*	146.73	70.60*	2.129	2.00
Hata	30	0.968		0.6937		83.22		4.150	2.08	1.065		64.5	
Toplam	44												

* : $p < 0.05$

Çizelge 4.19'un incelenmesinden de tesbit edilebileceği gibi, S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkisi inkübasyonun 4 ve 8. günleri dışındaki diğer günlerinde (0, 12, 20 ve 40. günlerinde), herbisit dozlarının etkisi inkübasyonun 4, 8 ve 40. günleri hariç diğer günlerinde (0, 12 ve 20. günlerinde), herbisit "çeşit x doz"larının etkisi ise inkübasyonun 8 ve 40. günleri dışındaki diğer tüm günlerinde (0, 4, 12 ve 20. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) çıkmıştır.

S. Ü. Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum değeri üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkilerine bağlı olarak yapılan Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisit çeşitlerinin etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşidi	Herbisit Çeşitleri	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
S.Ü. Kampüs Kumlu killi tını (T ₂)	Tefralin	13.58 A	9.981	10.479	11.015 B	9.460 B	7.651 A
	2,4-D	12.79 B	9.541	12.514	12.584 A	9.929 B	7.030 AB
	Knock Out	12.34 B	9.247	7.845	13.963 A	13.393 A	6.468 B

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasındaki fark istatistiki olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Çizelge 4.20'nin incelenmesinden de görülebileceği gibi, 40 günlük inkübasyon süresince denemede kullanılan her üç çeşit herbisit (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out)'de mikrobiyal solunum değerlerinin inkübasyonun bazı dönemlerinde (4, 20 ve 40. günlerinde) azalmasına, bazı dönemlerinde (8 ve 12. günlerinde) ise artmasına neden olmuş ve denemede kullanılan her üç çeşit herbisit de mikrobiyal solunum miktarını artırmadaki etkinlikleri inkübasyonun 4 ve 8. günleri dışındaki diğer günlerinde (0, 12, 20 ve 40. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

İnkübasyon döneminin başlangıcından (0. gün) itibaren her inkübasyon dönemi içerisinde herbisit çeşitleri kendi aralarında karşılaştırıldıklarında söz konusu araştırma toprağının mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) miktarının azaltılmasındaki etkinlikleri bakımından farklılık göstermişlerdir. Şöyleki, inkübasyonun başlangıcında (0. gün), 8 ve 40. günlerinde mikrobiyal solunumun azalması üzerinde en etkili herbisit çeşidi Knock Out, en az etkili herbisit çeşidi ise aynı günler için sırasıyla: Tefralin, 2,4-D ve 2,4-D olmuştur. S. Ü. Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum miktarının azalmasında ise inkübasyonun 4. gününde en fazla etkili herbisit çeşidi Tefralin olurken, 2,4-D ve Knock Out aynı ve kısmen daha az etkili olmuşlardır. İnkübasyonun 12. gününde mikrobiyal solunum değeri 2,4-D herbisitinin kullanıldığı örnekte yaklaşık aynı kalırken, Knock Out'un kullanıldığı örnekte artış göstermiştir. 20. günde ise mikrobiyal solunum miktarında yine azalış

olmuş ve bu azalış üzerinde 2,4-D en fazla etkili, Knock Out ise en az etkili herbisit çeşitleri olmuşlardır (Çizelge 4.20). Nitekim, Liu ve Cibes'de (1972) topraklara 2,4-D ve Trifluralin uygulamasının biyolojik aktivite üzerine etkilerini araştırmışlar ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Farklı sürelerde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerde) inkübasyona tabi tutulan S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin uygulama dozlarının etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşidi	Herbisit Dozları	İNKÜBASYON DÖNEMLERİ					
		0. GÜN	4. GÜN	8.GÜN	12. GÜN	20. GÜN	40. GÜN
S.Ü. Kampüs Kumlu killi tını (T ₂)	0 ml/da	13.27 B	10.157	9.668	11.293 C	9.252 D	7.790
	200 ml/da	11.78 C	9.692	7.737	9.851 C	15.388 B	7.442
	600 ml/da	12.37 BC	8.938	8.030	10.902 C	11.269 C	6.708
	1200 ml/da	12.20 C	9.326	8.959	13.273 B	9.900 CD	6.410
	4800 ml/da	14.89 A	9.790	17.003	17.282 A	18.829 A	6.898

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar arasında fark istatistiki olarak ($p < 0.05$) önemlidir.

Söz konusu çizelgeden de tesbit edilebileceği gibi, S. Ü. Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum (CO₂ çıkışı) miktarı inkübasyonun başlangıcından sonuna kadar inkübasyonun bazı dönemlerinde azalış, bazı dönemlerinde ise artış göstermiştir. Mikrobiyal solunum miktarı özellikle inkübasyonun 4 ve 40. günlerinde azalış, 12 ve 20. günlerinde ise artışlar göstermiş olup; bu artış veya azalışlar herbisit dozlarına bağlı olarak fazla bir değişme göstermemiştir. Ancak, kullanılan herbisitlerin en yüksek dozu olan 5. dozda (4800 ml/da) en yüksek mikrobiyal solunum değeri elde edilmiştir. Nitekim, Yeğen ve İren'de (1974) benzer konuda araştırma yaptıkları deneme toprağına ait en yüksek mikrobiyal solunum değerini en yüksek herbisit dozunda elde etmişlerdir.

Bahri Dağdaş siltli kili ve S. Ü. Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisit “çeşit x doz” interaksyonunun etkileri ile ilgili Duncan Testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Bahri Dağdaş siltli kil (T_1) ve S. Ü. Kampüs kumlu killi tın (T_2) toprak örneklerine uygulanan bazı herbisitlerin “çeşit x doz” interaksyonuna ait belirli inkübasyon dönemlerindeki mikrobiyal solunum değerlerinin Duncan Testi sonuçları

Toprak Çeşitleri	İnkübasyon Dönemleri	HERBİSİT ÇEŞİT VE DOZLARI														
		TEFRALİN					2,4 – D					KNOCK OUT				
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
T_1	0. Gün	28.45 C	30.51 C	35.42 C	32.12 C	27.58 C	32.78 C	31.61 C	31.97 C	31.02	33.66 C	32.19 C	32.19 C	34.17 C	47.91 B	55.00 A
	4. Gün	26.84 CD	30.22 ABC	26.84 CD	26.70 CD	28.16 BCD	25.82 DE	24.35 DE	27.87 BCD	24.28 DE	22.74 E	22.66 E	22.30 E	25.19 E	30.81 AB	32.28 A
	8. Gün	18.85 BCD	20.90 ABCD	20.46 ABCD	22.66 ABC	21.19 ABCD	23.98 AB	23.10 ABC	21.71 ABCD	17.60 CD	16.94 D	19.29 ABCD	19.74 ABCD	21.93 ABCD	24.75 A	21.02 ABCD
	12. Gün	27.43 BC	28.75 B	19.07 F	20.17 EF	19.95 EF	19.87 EF	25.30 BCD	22.95 DE	23.69 DE	23.54 DE	21.78 DEF	24.49 CD	22.55 DEF	33.73 A	34.83 A
	20. Gün	7.4800 C	12.7600 A	8.9467 BC	7.7000 c	3.7400 EF	6.3067 CD	10.6333 AB	6.8200 CD	6.8200 CD	10.4500 AB	3.1533 EFG	0.9533 G	2.0533 EFG	1.6000 FG	4.5800 DE
	40. Gün	11.203 B	11.167 B	12.000 B	14.833 A	14.500 A	9.877 BC	10.377 B	7.150 DE	7.810 CD	6.710 DE	6.600 DEF	5.390 EF	4.400 F	4.900 EF	10.27 B
T_2	0. Gün	12.98 CDE	12.76 DEF	13.64 C	13.79 CD	14.74 C	16.50 B	11.51 EFGH	12.47 DEFG	12.10 DEFGH	11.37 EFGH	10.34 H	11.07 FGH	11.00 FGH	10.71 GH	18.57 A
	4. Gün	11.477 A	10.963 AB	10.157 ABCD	9.057 DEF	8.250 EF	9.203 CDEF	8.323 EF	8.250 EF	11.257 AB	10.670 ABC	9.790 BCDE	9.790 BCDE	8.543 EF	7.663 F	10.450 F
	8. Gün	13.090	9.717	10.523	10.523	8.543	7.663	7.297	7.737	9.203	30.670	8.250	6.197	5.830	7.150	11.797
	12. Gün	10.633 DEF	10.853 DEF	10.413 DEF	10.633 DEF	12.540 DE	9.460 EF	8.360 F	9.973 DEF	17.087 BC	18.040 AB	13.787 CD	10.340 DEF	12.320 DEF	12.100 DEF	21.267 A
	20. Gün	9.240 FGH	12.173 DE	8.653 GHI	7.480 HI	9.753 EFGH	7.187 HI	17.270 B	11.000 EFG	6.490 I	7.700 HI	11.330 EF	16.720 B	14.153 CD	15.730 BC	39.033 A
	40. Gün	8.757	8.203	7.580	7.167	6.547	7.030	6.477	7.307	6.410	7.927	7.583	7.647	5.237	5.653	6.220

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

Çizelge 4.22'nin incelenmesinden de görülebileceği gibi, Bahri Dağdaş siltli kilinin mikrobiyal solunum miktarı üzerine denemede kullanılan herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi inkübasyonun bütün dönemlerinde (0, 4, 8, 12, 20 ve 40. günlerinde), S.Ü. Kampüs kumlu killi tınının mikrobiyal solunum miktarı üzerine herbisitlerin “çeşit x doz” interaksiyonunun etkisi ise inkübasyonun 8. ve 40. günleri dışındaki diğer dönemlerinde (0, 4, 12 ve 20. günlerinde) istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) çıkmıştır.

Aynı çizelgeden anlaşılabilirliği gibi, farklı tekstür özelliklerine sahip her iki toprak örneğinin mikrobiyal solunum miktarları da inkübasyon dönemlerine bağlı olarak bir dalgalanma göstermiş, ancak genelde azalışlara daha sık rastlanmıştır. Bunun yanında, her inkübasyon dönemi içerisinde herbisit “çeşit x doz” interaksiyonu kendi aralarında karşılaştırıldıklarında söz konusu araştırma toprağının mikrobiyal solunumunu artırmadaki ve azaltmadaki etkinlikleri farklılıklar göstermiştir. Şöyleki, Bahri Dağdaş siltli kiline ait mikrobiyal solunum değerinin azaltılması üzerinde inkübasyonun başlangıcında (0. gün) Tefralin ve 1. dozu (0 ml/da), 4 ve 8. günlerinde Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 12. gününde 2,4-D ve 1. dozu (0 ml/da), 20. gününde Knock Out ve 4. dozu (1200 ml/da), 40. gününde ise 2,4-D ve 5. dozu (4800 ml/da) etkili olurlarken; mikrobiyal solunum miktarında artışı veya en az düşüşü sağlayan herbisitler ve dozları ise; inkübasyonun başlangıcında (0. gün) Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 4. günde Tefralin ve 5. dozu (4800 ml/da), 8. günde 2,4-D ve 2. dozu (200 ml/da), 12. günde Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 20 ve 40. günlerde ise Tefralin ve 5. dozudur (4800 ml/da). Diğer taraftan, S.Ü. Kampüs kumlu killi tınının mikrobiyal solunum değerini azaltan herbisit çeşitleri ise inkübasyonun başlangıcında (0. gün) Knock Out ve 1. dozu (0 ml/da), 4. günde Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 8. günde Knock Out ve 3. dozu (600 ml/da), 12. günde 2,4-D'nin 5. (4800 ml/da), 20. günde ise 4. dozları (1200 ml/da), 40. günde de Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da) olmuştur. Adı geçen toprak örneğinin mikrobiyal solunum değerini artıran ya da en az düşmesini sağlayan herbisit ve dozları ise 0. günde Knock Out ve 5. dozu (4800 ml/da), 4. günde Tefralin'in ve Knock Out'un 1. (0 ml/da), 2,4-D'nin ise 4 ve 5. dozları (1200-4800 ml/da), 8. günde 2,4-D ve 5. dozu (4800 ml/da), 12 ve 20. günlerde Knock Out'un 5. dozu (4800 ml/da), 40. günde ise 2,4-D ve 5. dozu (4800 ml/da) olmuşlardır.

Çizelge 4.22'deki veriler genel olarak değerlendirildiğinde; organik madde oranı kısmen daha yüksek (% 2.9) olan siltli kil tekstüre sahip Bahri Dağdaş siltli kil toprak örneğinin mikrobiyal solunum değerleri, organik madde oranı daha düşük (% 0.83) olan kumlu killi tın tekstüre sahip S.Ü. Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum değerlerine göre başlangıçta daha yüksek olmuştur. Bahri Dağdaş siltli kilinin mikrobiyal solunum değerlerinde inkübasyonun 12 ve 40. günleri arasında ise kısmen düzenli azalışlar elde edilmiştir.

Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum değerleri ise, inkübasyon dönemlerine fazla bağlı olmayan düzensiz artış ve azalışlar göstermiştir. Diğer bir ifadeyle Bahri Dağdaş siltli kilinin mikrobiyal solunumu Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunumundan daha hızlı olmuştur. Zira, Gür'de (1985), hafif tekstürlü topraklara oranla ağır tekstürlü ve organik maddesi yüksek olan topraklardaki mikrobiyal solunum olaylarının herbisitlerle olan ilişkilerini bu şekilde izah etmiştir.

Rai (1992) 2,4-D uygulayarak toprağın mikrobiyal popülasyonu ve biyokimyasal süreçlerdeki değişimleri gözlemlediği bir çalışmada 2,4-D'nin mikrobiyal solunumu geçici olarak artırdığını belirlemiştir. Ayrıca, Teater ve ark.'nın (1958), Wardle ve Parkinson'un (1990) çalışmaları da bu bulguyu destekler niteliktedir.

Wardle ve Parkinson'da (1990) Knock Out'un toprak solunum değerinin artışına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar genelleştirilecek olursa; 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 en etkili herbisit çeşidi olan Knock Out nitrifikasyonun artırılmasında en etkili herbisit çeşidi olmuştur. Nitrifikasyonun artırılması üzerinde etkili olan herbisit dozları ise 200 ve 4800 ml/da olarak belirlenmiştir.

Aynı toprak örneğine ait mikrobiyal solunum değerlerindeki en fazla azalış ise inkübasyonun 20. gününde elde edilmiş, bu azalış üzerinde en etkili herbisit

çeşidi yine Knock Out olmuştur. Mikrobiyal solunum değerlerinin azalmasında etkili olan herbisit dozları ise 1200 ve 4800 ml/da olarak belirlenmiştir.

Diğer taraftan, Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine ait nitrifikasyon değerlerinde en fazla artışın görüldüğü inkübasyonun 20. gününde bu artış üzerinde en etkili herbisit çeşidi ise 2,4-D olmuş onu Tefralin ve Knock Out takip etmiş, 40. günde ise bu artışı sağlayan en etkili herbisit çeşitleri ise etkinliklerine göre Tefralin, Knock Out ve 2,4-D olarak sıralanmışlardır.

20 ve 40. günlerin nitrifikasyon değerlerindeki artış üzerinde adı geçen herbisitlerin 200 ve 600 ml/da dozları etkili olmuştur.

S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine ait mikrobiyal solunum değerleri muhtelif inkübasyon dönemlerinde artan ve azalan değerler almıştır. Mikrobiyal solunum değerlerindeki en fazla azalış inkübasyonun 4, 20 ve 40. günlerinde, en fazla artışlar ise 8 ve 12. günlerinde elde edilmiştir. Mikrobiyal solunum değerlerinin azalışı üzerinde genelde tüm herbisit çeşitleri aynı derecede etkili olurken, artışlar üzerinde ise 8. günde etkinlikleri bakımından 2,4-D, Tefralin, Knock Out, 12. günde ise Knock Out ve Tefralin olarak sıralanmışlardır (12. günde mikrobiyal solunum değerlerinin artışı üzerinde Tefralin'in bir etkisi görülmemiştir).

S.Ü. Kampüs kumlu killi tının mikrobiyal solunum değerinin azalışı üzerinde herbisitlerin 1200 ve 4800 ml/da, artışında ise 1200 ml/da'lık dozları etkili olmuşlardır.

4.5. Genel Değerlendirmeler

İki farklı tekstüre sahip olan biri Bahri Dağdaş K. H. Ü. ve Arş. Merkezi arazisi, diğeri ise S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan toprak örneklerine 3 farklı herbisit (Tefralin, 2,4-D ve Knock Out) 5 farklı dozda (0-200-600-1200-4800 ml/da) uygulanarak söz konusu toprakların mikrobiyal nitrifikasyon ve mikrobiyal solunum değerlerindeki değişmelerin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki genel değerlendirmeler ortaya konmuştur:

1) Çalışmada kullanılan deneme topraklarından Bahri Dağdaş K. H. Ü. ve Arş. Merkezi arazisine ait olan toprağın "siltli kil", S. Ü. Kampüsü Ziraat Fakültesi

deneme alanından alınan toprağın ise “kumlu killi tın” tekstür sınıfına girdikleri belirlenmiştir. pH ve tuzluluk bakımından her iki toprak örneği de “kuvvetli alkalın” ve “tuzsuz” sınıfına, organik madde bakımından ise Bahri Dağdaş siltli kili “fakir”, Kampüs kumlu killi tını ise “çok fakir” sınıfına girmektedirler.

2) Bahri Dağdaş siltli kil toprağında, denemede kullanılan herbisitlerin çeşit, doz ve muhtelif inkübasyon dönemlerinde toprağın mikrobiyal nitrifikasyon kapasitesine ve mikrobiyal solunumuna etkileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir

a) Söz konusu toprak örneğine ait amonyum azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) 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 en etkili herbisit çeşidi Knock Out olmuş onu 2,4-D ve Tefralin takip etmiştir. Bunun yanısıra amonyum azotunu en fazla herbisitlerin 5. dozu (4800 ml/da) azaltmıştır.

b) 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 en etkili herbisit çeşidi olan Knock Out bu artışta en etkili herbisit çeşidi olarak belirlenmiştir. Nitrat azotunun artışını diğer bir ifadeyle nitrifikasyonu artıran diğer herbisit çeşitleri etkinliklerine göre Tefralin 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, Tefralin ve 2,4-D şeklinde olurken, 40. günde ise Knock Out'un kullanıldığı toprak örneklerinde bir artış elde edilmiş, Tefralin 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.

c) Bahri Dağdaş K. H. Ü. ve Arş. Merkezi siltli kil toprak örneğine ait mikrobiyal solunum değerleri 40 günlük inkübasyon süresince, inkübasyonun sonuna kadar muhtelif inkübasyon dönemlerinde azalan değerler göstermiştir. Bununla beraber, mikrobiyal solunum değerindeki en fazla azalış ise inkübasyonun 20. gününde elde edilmiş bu azalış üzerinde en etkili herbisit çeşidi Knock Out olmuştur. Tefralin ve 2,4-D ise bu azalış üzerinde aynı ve daha az etkili olmuşlardır. 20. gün mikrobiyal solunum değerlerinin azalmasında etkili olan herbisit dozları ise 4 ve 5. dozlar (1200-4800 ml/da) olarak belirlenmiştir. Mikrobiyal solunum değerinde artışların olduğu inkübasyonun 12. gününde bu artış üzerinde Knock Out ve 5. dozu etkili olurken, 20. güne göre kısmen artış göstermiş olan 40. gün mikrobiyal solunum değerlerindeki bu artış üzerinde Tefralin ve Knock Out yaklaşık aynı etkiyi göstermiş, 2,4-D herbisitinin kullanıldığı toprak örneklerinde ise artış olmamıştır. İnkübasyonun 40. günündeki mikrobiyal solunum değerlerinin kısmi artışı üzerinde de yine herbisitlerin 4 ve 5. dozları (1200-4800 ml/da) etkili olmuşlardır.

3) S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin nitrifikasyonu ve mikrobiyal solunum değerleri üzerine denemede kullanılan herbisitlerin etkileri ise şöyle olmuştur:

a) Söz konusu toprak örneğine ait amonyum azotu değerleri inkübasyon boyunca azalan değerler şeklinde seyretmiş olup, en fazla azalış inkübasyonun 20. gününde elde edilmiştir. Kampüs kumlu killi tınının amonyum azotu değerinin en çok azaldığı inkübasyonun 20. gününde en etkili herbisit çeşidi Knock Out olmuş, bunu sırasıyla 2,4-D ve Tefralin 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.

b) S.Ü. Kampüs kumlu killi tınına 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 en etkili herbisit çeşidi 2,4-D olmuş ve bunu sırasıyla Tefralin ve Knock Out takip etmiştir.

Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine ait nitrat azotu değerinde en fazla artışın görüldüğü inkübasyonun 40. gününde ise bu artışı sağlayan herbisit çeşitleri Tefralin, Knock Out ve 2,4-D olarak sıralanmışlardır.

Kampüs 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.

c) S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğine ait mikrobiyal solunum değerleri muhtelif inkübasyon dönemlerinde artan ve azalan değerler almıştır. Mikrobiyal solunum değerlerindeki en fazla azalış inkübasyonun 4, 20 ve 40. günlerinde, artışlar ise 8 ve 12. günlerinde elde edilmiştir.

Söz konusu toprak örneğinin inkübasyonun 4. gününde mikrobiyal solunum değerinin azalışındaki her üç çeşit herbisit de etkinlikleri birbirine yakın olmuştur. İnkübasyonun 20. gününde bu azalış üzerinde Tefralin ve 2,4-D yaklaşık aynı derecede etkili olmuş, bu azalışta Knock Out'un etkisi hemen hemen hiç görülmemiştir.

Diğer taraftan, inkübasyonun son günündeki mikrobiyal solunum değerlerindeki azalış üzerinde Knock Out'un belirgin bir etkisi görülmüş ve bunu sırasıyla 2,4-D ve Tefralin izlemiştir.

Kumlu killi tın toprak örneğine ait mikrobiyal solunum değerlerinde geçici artışların olduğu inkübasyonun 8 ve 12. günlerinde bu artış üzerinde farklı herbisitler etkili olmuşlardır. Nitekim, 8. gündeki mikrobiyal solunum değerinin artışında 2,4-D en etkili herbisit çeşidi olmuş, bu etkide Tefralin 2. sırayı almıştır, Knock Out kullanılan toprak örneklerinin mikrobiyal solunum değerlerinde ise bir azalış elde edilmiştir. İnkübasyonun 12. günündeki mikrobiyal solunum değerlerinde en fazla artış Knock Out'un kullanıldığı toprak örneklerinde elde edilmiştir. Tefralin'in kullanıldığı toprak örneklerinin mikrobiyal solunumunda çok az bir artış elde edilirken, 2,4-D kullanılan toprak örneklerinin mikrobiyal solunum değerlerinde ise fazla bir artış olmamıştır.

S. Ü. Kampüs kumlu killi tın toprak örneğinin mikrobiyal solunum değerlerinde azalışların olduğu inkübasyonun 4 ve 40. günlerinde bu azalış üzerinde herbisitlerin 5. dozu (4800 ml/da) en etkin doz olurken, 20. gün değer azalışlarının üzerinde ise herbisitlerin 4. dozu (1200 ml/da) etkili olmuştur.

Diğer taraftan, mikrobiyal solunum değerinde geçici ve düzensiz artışların olduğu inkübasyonun 8. gününde herbisitlerin yalnızca 5. dozu (4800 ml/da) mikrobiyal solunum değerini artıran doz olmuştur. Diğer tüm dozlarda mikrobiyal solunum değeri azalmıştır. İnkübasyonun 12. günündeki mikrobiyal solunum değerinin artışı üzerinde ise herbisitlerin 4. dozu (1200 ml/da) etkili olmuştur.

Bu çalışmada elde edilen ve yukarıda açıklanan araştırma sonuçlarının ışığı altında aşağıdaki genel sonuçlar elde edilmiştir:

a) Siltli kil tekstüre sahip Bahri Dağdaş Kışlık Hububat Üretim ve Araştırma Merkezi'ne ait mikrobiyal nitrifikasyon değerlerinin artışı üzerinde 40 günlük inkübasyon boyunca inkübasyonun muhtelif dönemlerinde genelde Knock Out ve herbisit en yüksek dozu olan 5. dozu (4800 ml/da) etkili olmuştur.

Bahri Dağdaş siltli kilinde amonyumun oksidasyonu hızlı bir biçimde gerçekleşirken; aynı oranda ve fazla bir nitrat elde edilememesi, bu toprakta azot mineralizasyonunun ilk aşaması olan amonifikasyonun hızlı bir şekilde gerçekleşmesine karşılık; ikinci aşaması olan nitrifikasyonun daha yavaş gerçekleştiği şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanısıra, nitrifikasyonun daha yavaş seyrettiği Bahri Dağdaş toprağının tekstürünün siltli kil ve organik maddesinin kısmen yüksek olması ve bu toprak özellikleriyle nitrifikasyon arasında olumsuz bir ilişki olması da bu duruma neden olabilir.

b) Bahri Dağdaş kiline ait mikrobiyal solunum değerleri inkübasyon boyunca muhtelif dönemlerde azalarak gitmiş fakat Kampüs kumlu killi tınına göre daha yüksek değerler almıştır.

Mikrobiyal solunum değerlerinin daha yüksek olduğu siltli kil toprak örneğinde bu durum toprağın organik madde içeriğinin kısmen daha yüksek olması nedeniyle mikrobiyal faaliyeti artırmış olabilmesine bağlanabilir.

Mikrobiyal solunum değerlerindeki dzensiz artış ve azalışlar bütun herbisit çeşitlerinde görölmekle beraber, genelde Knock Out'un yüksek dozlarında (4 ve 5. dozlar: 1200-4800 ml/da) elde edilmiştir.

c) S.Ü. Kampüs kumlu killi tınına ait mikrobiyal nitrifikasyon değerleri ise genelde Tefralin ve 2,4-D herbisit çeşitlerinde ve herbisitlerin düşük dozlarında (2 ve 3. dozlarında: 200-600 ml/da) artış göstermiştir. Kumlu killi tının amonyum azotu değerleri, siltli kildeki kadar çok ve hızlı okside olamamış fakat inkübasyonun son gününde (40. gün) ise daha yüksek bir nitrat değeri elde edilmiştir. Genelde nitrat azotu miktarında düzenli artışların olduğu S.Ü. Kampüs kumlu killi tında, amonyum azotu miktarının nitrat azotu miktarına göre az olarak belirlenmesi nedeniyle amonyum azotunun kısa sürede nitrata okside olması, dolayısıyla nitrifikasyonun hızlı bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir.

Nitrifikasyonla kum kapsamı arasında pozitif, organik madde kapsamı arasında ise negatif bir ilişkinin olduğu yargısından hareketle, % 56.40 oranında kum, % 0.83 oranında ise organik madde içeren Kampüs kumlu killi tın tekstüründeki toprakta nispeten yüksek bir nitrifikasyon değerinin (özellikle inkübasyonun son gününde) elde edilmesinin bu durumla ilgili olduğu söylenebilir.

d) Bunun yanısıra, S.Ü. Kampüs kumlu killi tınının mikrobiyal solunum değerleri Bahri Dağdaş siltli kiline göre daha düşük değerler almıştır. Diğer bir ifadeyle; daha az bir mikrobiyal aktivite ve dolayısıyla daha az bir mikrobiyal solunum elde edilmiştir. Organik madde miktarı siltli kil toprak örneğinden daha az olan Kampüs kumlu killi tında; organik madde ile mikroorganizma sayısı arasında pozitif bir ilişki olduğu düşünülürse böyle bir neticenin elde edilmesi bu açıklamaya paralel düşmektedir.

Diğer taraftan, S.Ü. Kampüs kumlu killi tınındaki mikrobiyal solunum değerlerinin artış ve azalışları dzensiz olarak inkübasyon dönemlerine bir dağılım yapmış, bu artış ve azalışlarda tüm herbisitler yaklaşık aynı etkide bulunurken, herbisitlerin 4 ve 5. dozları hem artış hem de azalışlar üzerinde etkili olmuşlardır.

Sonuç olarak, daha geniş çaplı bir uygulamaya geçmeden önce bu araştırmanın 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.



5. KAYNAKLAR

- AHRENS, E., 1977. Toprak Mikrobiyolojisi Ders Notları. E. Ü. Ziraat Fakültesi, İzmir.
- ANONYMOUS, 1995 a. Agrow No. 225 February 3rd 1995, p 16.
- ANONYMOUS, 1995 b. Wood Mackenzie 124, December 1995, p 2-7.
- BARTHA, R., LANZİLLOTA, R.P. ve PRAMER, D., 1967. Stability and Effects of Some Pesticides in Soil. Appl. Microbiol. 15 : 67 – 75.
- BAYRAKLI, 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. Agran. J., 43 : 434 – 438.
- 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.
- 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.
- CORKE, C.T. ve THOMPSON, F.R., 1970. Effects of Some Phenylamid Herbicides and Their Degradation Products On Soil Nitrification. Can. J. Microbiol. 16: 567 – 571.
- CERNAKOVA, M., KURUCOVA, M. ve FUCHSOVA, D., 1991. Effect of The Herbicide Bentanex On Soil Microorganisms and Their Activity. Folia - Microbiologica. 36, 561-566.

- ÇOLAK, A.K., 1970. Über die Wirkungeniger Herbizider Harnstoffderivate auf die Mikroorganismen des Bodens und den Mikrobiellen Abbau Solcher Verbindungen. Diss. Göttingen.
- DAVIES, H. A ve MARSH, J.A.P., 1977. The Effect of Herbicides On Respiration and Transformations of Nitrogen in Two Soils. II Dalapon, Pyrazone and Trifluralin. Weed Res. 17, 373 – 378.
- DUDA, J., 1958. The Effect of Hexachlorocyclohexane and Chlordane On Soil Microflora. Acta Microbiol. Polonica. Vol. 7, p. 237 – 244.
- DEBONA, A.C. ve AUDUS, L. J., 1970. Studies On The Effects of Herbicides On Soil Nitrification. Weed Res. 10 : 250 – 263.
- DOMSCH, K. H., 1974. Die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Einsatz von pflanzenschutzmitteln.
- DÜZGÜNEŞ, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. Ege Üniv. Matbaası, İzmir.
- 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.
- GÜNCAN, A., 1985. Yabancı Otlar ve Mücadelesi Ders Notları. Yüzüncü 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.
- HAKTANIR, K. ve ARCAK, S., 1989. Pestisitlerin ve Ağır Metallerin Topraktaki Biyolojik Olaylar Üzerine Etkileri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara.

- HAKTANIR, K. ve ARCAK, S., 1997. Toprak Biyolojisi (Toprak Ekosistemine Giriş) Ders Kitabı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1486, Ders Kitabı 447, Ankara.
- HAKTANIR, K. ve ARCAK, S., 1998. Çevre Kirliliği Ders Kitabı. Yayın No: 1503, Ders Kitabı: 57, A. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. 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
- HIZALAN, E. ve ÜNAL, H., 1965. Toprakta Kimyasal Analizler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 273, Ankara.
- HURLE, K., 1969. Der Einfluss Langjaehriger Wiederholter Anwendung der Herbizide DNOC, 2,4-D und MCPA auf ihren Abbau und den Unkrautsamen Vorrat, im Boder Diss. Stuttgart.
- ISERMAYER, H., 1952. Eine Einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Böden Z. Pflanzenaehr Bodenkd 5 : 56.
- LIU, L. C., CİBES, H.R. ve VİADE, J., 1972. Effect of Various Herbicides On The Respiration of Soil Microorganisms. Agric. Univ. P. R., 56 (4), 417 – 425. Agric. Exp. Stn., Mayagüez Campus, Univ. Puerto Rico, Rio Piedras, PR, USA.
- MALKOMES, H. P., 1992. Nitrifications As An Ecotoxicological İndicatör For Agrochemicals in Soil Under Different Test Conditions. Zentrollbalt für Mikrobiologie, 147: 314. 250 – 260.
- MARTENS, D.A. ve BREMMER, J. M., 1993. Influence of Herbicides On Transformations of Urea Nitrogen in Soil. J. Environ. Sci. Healty. B. 28 (4), 377.
- MARTİNEZ, V.R., 1978. Effect De Los Herbicidas Atrazina Y. Simazina Sabre La Microflora Total Y. Los Procesos Fisiologicas En El Suelo Ferra Litics Rajo. Ciencias de La Agricultura No: 3. 105-117, Cuba.

- MC NEW, G.L., 1972. Interrelationships Between Agricultural Chemicals and Environmental Quality in Perspective 3. *Envir. Qual.* 1 : 18 – 22.
- NAYYAR, V. K., RANDHAWA, N. S. ve CHOPRA, S. L., 1970. Effect of Simazine On Nitrification and Microbial population in a Sandy Loam Soil. *Indian. J. Agr. Sci.* 40: 445 – 451.
- OLSON, B. M. ve LINDWALL, C. W., 1991. Soil Microbial Activity Under Chemical Fallow Conditions: Effects of 2,4 – D and Glyphosate. *Soil Biology – and – Biochemistry.* 23 : 11, 1071 – 1075.
- ORUÇ, N., GÜR, K. ve BAYRAKLI, F., 1977. Erzurum ve Rize İllerinden Alınan Bazı Toprak Örneklerinde Nitrifikasyon Önleyici Maddelerin Etkilerinin Araştırılması Üzerine Bir Çalışma. TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi (17-21 Ekim 1977). Tübitak Yayınları No: 412, TOAG Seri No: 86, Ankara.
- OTTOM, J. C. G. ve ÇOLAK, A.K., 1981. Biyositlerin Topraktaki Davranışları ve Mikrobiyal Parçalanabilirlikleri. Ç. Ü. Zir. Fak. Ders Notu, Adana.
- ÖZÇELİK, S., 1996. Çevre Mikrobiyolojisi. S. D. Üniv. Zir. Fak. Yayınları No: 5, Ders Kitapları No: 5, Isparta.
- ÖZTÜRK, S. ve ÖZGE, N., 1978. Bitki Koruma İlaçları. Eser Matbaası – Ankara.
- ÖZTÜRK, S., 1997. Tarım İlaçları (Genişletilmiş 2. Baskı), Ak Basımevi. s: 551, İstanbul.
- PALMER, R. D., REEVES, B.G. ve MARKLE, M. C., 1969. Nitratin and Trifluralin Use In Cotton and Soil Residues *S. Weed. Sci. So. Proc.* 22, 44 – 50.
- QASTEL, J. H. ve SCHOLEFIELD, P. G., 1951. *Bactirev.* 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, Pantnagar 263. 145, India.
- SAHID, I., HAMZAH, A. ve ARIS, P. M., 1992. Effects of Paraquat and Alachlor on Soil Microorganisms in Peat Soil. *Pertanika.* 15 : 2, 121 – 125.

- 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.
- STRATTON, G. W., 1990. Effects of The Herbicide Glyphosate On Nitrification in Four Soils from Atlantic Canada. *Water, - Air, - and - Soil Pollution*. 51: 3 – 4, 373 – 383.
- TEATER, R. W., MORTENSEN, J. L. ve PRATT, P. F., 1958. Effects of Certain Herbicides On Rate of Nitrification and Carbondioxide Evolution in Soil. *J. Agr. Food Chem.* 6 : 214 – 216.
- TOK, H. H., 1993. Toprak Biyolojisi, Trakya Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 185. Ders Kitabı No: 20, Tekirdağ.
- TULABAEV, B. ve TAMİKAEV, 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.
- VAN SCHREVEN, D. A., LINDENBERG, D. J. ve KORİDON, A., 1970. Effects of Several Herbicides On Bacterial Populations and Activity and The Persistence of These Herbicides in Soil. *Plant and Soil*. 33: 513 – 532.
- WARDLE, D. A. ve PARKINSON, D., 1990. Effects of Three Herbicides On Soil Microbial Biomass and Activity. *Plant – and – Soil*, 122 (1), 21 – 28.
- WINFREE, 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.
- YEĞEN, O. ve İREN, S., 1974. 2,4 – D + 2,4,5 – T Esterin Hububat Kök Çürüklüğü Etmeni (*Griphosphaeria nivalis* Schaffnit)'ne Olan Yan Tesirleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 14 : 69 – 82.

YÜCEL, A., ÖZDEMİR, I., ve ÖZALP, G., 1992. Tarımsal Savaşım İlaçlarının Çevreye Olan Olumsuz Etkileri. Lisans Tezi A. Ü. Bitki Koruma Bölümü, Ankara.

ZENGİN, M., 2000. Analiz Sonuçlarının Kalibrasyonu S. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Ders Notları, Konya.

