151871

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Ali COŞKAN

151871

ANIZ YAKIMI VE TÜTÜN ATIĞI UYGULAMALARININ SOYA VEJETASYONU ALTINDA TOPRAKTA AZOT MİNERALİZASYONUNA, DENİTRİFİKASYONA VE DANE VERİMİNE ETKİSİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

ADANA, 2004

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANIZ YAKIMI VE TÜTÜN ATIĞI UYGULAMALARININ SOYA VEJETASYONU ALTINDA TOPRAKTA AZOT MİNERALİZASYONUNA, DENİTRİFİKASYONA VE DANE VERİMİNE ETKİSİ

Ali COŞKAN

DOKTORA TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez ..../...../2004 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Prof.Dr. Mustafa GÖK	Prof.Dr. Hayriye İBRİKÇİ	Prof.Dr. Turan SAĞLAMTİMUR
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE
İmza.....	İmza.....	
Prof.Dr. Zülküf KAYA	Prof.Dr. Suphi ASLAN	
ÜYE	ÜYE	

Bu tez Enstitümüz **Toprak** Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No : 802

T.C. ★ ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ 1923 FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Prof. Dr. Fikri AKDENİZ

Enstitü Müdürü

Bu Çalışma **Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi** Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: **FBE.2000.D.24**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

ANIZ YAKIMI VE TÜTÜN ATIĞI UYGULAMALARININ SOYA VEJETASYONU ALTINDA TOPRAKTA AZOT MİNERALİZASYONUNA, DENİTRİFİKASYONA VE DANE VERİMİNE ETKİSİ

Ali COŞKAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Mustafa GÖK
Yılı : 2004 Sayfa: 124
Jüri : Prof. Dr. Mustafa GÖK
: Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
: Prof. Dr. Turan SAĞLAMTİMUR
: Prof. Dr. Zülküf KAYA
: Prof. Dr. Suphi ASLAN

Çukurova bölgesinde yaygın uygulama olan anız yakımının ve tekel sigara fabrikaları atığı olan tütün atığının toprağa karıştırılmasının soya vejetasyonu altında toprağın NO^-_3-N ve NH_4^+-N içeriğine, denitrifikasyonla azot kaybına, biyolojik aktiviteye, biyomas ve dane verimine etkilerini araştırmak amacıyla iki yıllık tarla denemesi yürütülmüştür. Denemede hasat sonrası üzerindeki anızı (buğday) yakılmış ve yakılmamış parseller üzerine 0, 500 ve 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış ve belirli aralıklarla araziden alınan toprak örneklerinde NO^-_3-N, NH_4^+-N, dehidrogenaz ve CO_2 analizleri yapılmıştır. Örnekleme yapılan günlerde ayrıca arazide (*in-situ*) denitrifikasyon ölçümü, asetilen inhibisyon yöntemi ile yapılmıştır.

Denemede elde edilen sonuçlar uygulamaların toprağın nitrat ve amonyum azotu içeriğine önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir. Genel ortalama değerler itibariyle en yüksek nitrat azotu değerleri denemenin birinci yılında 3.47 kg/da ile yakılmış anız üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan parselde belirlenirken, ikinci yılda 9.06 kg/da ile anız üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan parselde belirlenmiştir. En yüksek amonyum azotu değerleri ise sırasıyla 3.13 ve 5.01 kg/da ile birinci yılda anız yanmış, ikinci yılda anızlı parseller üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan parsellerde belirlenmiştir.

Denitrifikasyonla azot kaybı yönünden anız yanmış ve anızlı parseller arasında istatistiksel bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Denemenin birinci yılında tütün atığı uygulamaları kontrol uygulamasına oranla denitrifikasyonu teşvik etmiş, hem 500 kg/da hem de 1000 kg/da tütün atığı dozları denitrifikasyonu artırmıştır. En yüksek değer ise 9.79 g N_2O-N/da.gün ile anızlı, 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında tütün dozları karşılaştırıldığında tütün uygulamalarının kontrole oranla denitrifikasyonu artırdığı ancak dozlar arasında istatistiksel önemli farkların olmadığı, en yüksek kaybın 12.00 g N_2O-N/da.gün ile anız yanmış parseller üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta olduğu belirlenmiştir.

Deneme sonunda belirlenen dane verimi değerleri denemenin birinci yılında anız yanmış parsellerde verimin daha yüksek olduğunu göstermiştir. İkinci yılda istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Tütün atığı dozları yönünden varyantlar karşılaştırıldığında ise denemenin her iki yılında da tütün atığı uygulaması verimi kontrol uygulamasına oranla artırmıştır. Birinci yılda en yüksek verim değeri 452 kg/da ile anız yanmış parseller üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta belirlenirken ikinci yılda en yüksek değer 528 kg/da ile anızlı parseller üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Anız yakımı, tütün atığı, denitrifikasyon, asetilen inhibisyon yöntemi, soya

ABSTRACT

PhD THESIS

EFFECT OF WHEAT STUBBLE BURNING AND TOBACCO WASTE APPLICATIONS ON NITROGEN MINERALIZATION, DENITRIFICATION AND YIELD IN SOIL UNDER SOYBEAN VEGETATION

Ali COŞKAN

DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Prof.Dr.Mustafa GÖK
Year : 2004 Pages: 124
Jury : Prof.Dr.Mustafa GÖK
: Prof.Dr.Hayriye İBRİKÇİ
: Prof.Dr.Turan SAĞLAMTİMUR
: Prof.Dr.Zülküf KAYA
: Prof.Dr.Suphi ASLAN

A two year field experiment at soybean cultivation was undertaken for determining the effects of stubble burning, a widely performed practice in Çukurova Region, along with admixing tobacco wastes on soils NO^-_3-N and NH_4^+-N contents, denitrification losses, biological activity and grain yield. The doses of 0, 500 and 1000 kg da^{-1} tobacco wastes were applied to stubble burned and non-burned plots. NO^-_3-N, NH_4^+-N, dehydrogenase and CO_2 analyses were undertaken on samples taken at certain periods. Moreover, on the day of samplings *in-situ* denitrification analyses at field were performed via acetylene inhibition technique.

Results revealed that applications were significantly effective on soil nitrate and ammonium contents. According to overall averages, the highest nitrate values have been achieved in first year as 3.47 kg da^{-1} on the plot 1000 kg da^{-1} waste applied and stubble burned, and in the second year with 9.06 kg da^{-1} on the 1000 kg da^{-1} waste applied plot with stubble. The highest ammonium values of 3.13 and 5.01 kg da^{-1} were determined in the stubble burned plot in the first year, and in the second year highest values were determined in the 1000 kg da^{-1} tobacco waste applied plots with stubble.

There was no significant statistical difference according to the loss of nitrogen via denitrification between the plots with or without stubble burning. In the first year of experiment tobacco waste applications of 500 kg da^{-1} and 1000 kg da^{-1} both induced and increased the rate of denitrification. The highest value of 9.79 g N_2O-N da^{-1} day^{-1} was determined at plot with stubble, with 1000 kg da^{-1} waste. When the rates of tobacco waste applications were compared, no statistically significant results were revealed according to control plot. However, the highest loss was achieved in stubble burned and 1000 kg da^{-1} waste applied plots with 12.00 g N_2O-N da^{-1} day^{-1}.

At the end of experiment determined grain yield amounts in first year were higher in the stubble burned plots. No statistical difference was determined in second year. When the variants of tobacco waste applications were compared according to their tobacco rates, the productivity was increased at plots of waste application in both years. The highest yield 452 kg da^{-1} was determined at stubble burned plots in which 1000 kg da^{-1} waste was applied in the first year, whereas in the second year the highest value was achieved on plot of stubble with 1000kg da^{-1} waste (528 kg da^{-1}).

Key Words: Stubble burning, tobacco waste, denitrification, acetylene inhibition technique, soybean

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Lisansüstü Eğitimime başladığım ilk andan bu güne kadar geçen süredeki çalışmalarımda, çok kıymetli fikirleri ile bana yön veren, özgür çalışma ortamı sağlayan, saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Mustafa GÖK'e sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca Tez İzleme Komitesi'nde yer alan Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ ve Prof. Dr. Turan SAĞLAMTİMUR'a, doktora jürimde yer alan diğer üyeler Prof. Dr. Zülküf KAYA ve Prof. Dr. Suphi ASLAN'a teşekkür ederim.

Laboratuvar ortamını sürekli paylaştığım, desteklerini her zaman hissettiğim Dr. Işık ONAÇ'a, Zir. Müh. Pembe ÇÜRÜK'e, Emine EKER'e ve Arş.Gör. Kemal DOĞAN'a teşekkür ederim.

Doktora çalışmamın çeşitli bölümlerinde hiçbir karşılık beklemeden görev alan değerli ziraat mühendisleri, arkadaşlarım, (alfabetik sırayla) Ali ZARARSIZ, Atilla NALBANT, Feride ÖY, İbrahim ÇAKMAKÇI, Mehmet KOÇUŞAĞI, Murat BOZKURT, Nurhan DALOĞLU, Özer MORALI ve Özlem ÇIRPICI'ya, çalışmanın sürdürülebilmesinde gösterdikleri üstün gayretlerinden dolayı teşekkür ederim.

Ç.Ü.Z.F. Toprak Bölümü Araştırma Uygulama Çiftliğinde görev yapan ve arazi denemelerinde önemli yardımlarını aldığım Zir. Müh. Mehmet Uygar TÜRK'e, Mehmet TÜRKMEN'e, İbrahim DURAN'a teşekkür ederim.

Denemede kullandığım tütün atığının temini ve taşınmasında değerli katkılarını esirgemeyen Tütün Eksperi Sn. Tufan KARAKUŞ'a teşekkür ederim.

Alet ekipman ihtiyaçlarını çok kısa sürede sağlayarak denemelerin zamanında kurulmasını ve yürütülebilmelerini sağlayan Ç.Ü.Z.F. Döner Sermaye İşletmesi Müdür Yardımcısı Dr. Ömer TAŞKIRAN'a ve ekibine teşekkür ederim.

Lisansüstü çalışmalarıma başlamamda beni yüreklendiren, maddi manevi destekleyen, babam İ.Halis COŞKAN'a, annem Nevin COŞKAN'a, ağabeyim Hasret COŞKAN'a, kardeşlerim Serhat COŞKAN ve M. Can COŞKAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Eşim Zir.Yük.Müh. Pınar COŞKAN ve kızım Nevin COŞKAN'a, kendilerine daha az zaman ayırmama karşın desteklerini esirgemedikleri için ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ I

ABSTRACT II

TEŞEKKÜR III

İÇİNDEKİLER IV

ÇİZELGELER DİZİNİ VI

ŞEKİLLER DİZİNİ X

1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
   - 2.1. Organik Gübreleme ve Önemi 4
   - 2.2. Mineral Gübreleme ve Ekosisteme Etkisi 11
   - 2.3. Organik Gübrelerin Mineralizasyonu 13
   - 2.4. Denitrifikasyon ve Etkileyen Faktörler 17
   - 2.5. Baklagiller ve Önemi 21
     - 2.5.1. Soya Bitkisinin Tarımsal Üretimdeki Yeri ve Ekolojik Önemi 23
     - 2.5.2. Mikrobiyel N_2-Fiksasyonu ve Etkileyen Faktörler 26
3. MATERYAL VE METOT 29
   - 3.1. Materyal 29
     - 3.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı 29
     - 3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri 29
     - 3.1.3. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri 32
     - 3.1.4. Denemede Kullanılan Organik Substratlar ve Soya Tohumu Çeşidi . 32
   - 3.2. Metod 33
     - 3.2.1. Denemenin Kurulması, Deneme Planı ve Deneme Süresince Yapılan İşlemler 33
     - 3.2.2. Bakteri Üretimi ve Aşılama 34
     - 3.2.3. Deneme Süresince ve Sonrası Yapılan Ölçüm ve Analizler 35
     - 3.2.4. Asetilen İnhibisyon Tekniği İle Arazide Denitrifikasyon Kaybının (N_2O) Belirlenmesi 35
     - 3.2.5. Deneme Öncesi ve Sonrası Yapılan Bitki ve Toprak Analizleri 38
       - 3.2.5.1. Bitki Analizleri 38
       - 3.2.5.2. Toprak Analizleri 38

3.2.6. İstatistiki Değerlendirme 40
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 41
4.1. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Toprağın Mineral Azot İçeriğine Etkisi 41
4.2. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Toprakta Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi 77
4.3. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Toprağın Biyolojik Aktivitesine Etkisi 85
4.4. Toplam Denitrifikasyon Kaybı ile Toprağın Amonyum, Nitrat İçeriği, Toprak nemi ve Sıcaklık Değerleri Arasındaki İlişkiler 95
4.5. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Biyomas Verimine Etkisi 97
4.6. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Kök, Kök Üstü ve Dane Azot İçeriğine Etkisi 98
4.7. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Dane Verimine Etkisi 101
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 103
KAYNAKLAR 113
ÖZGEÇMİŞ 124

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Ülkemizde Tekel'e ait sigara fabrikalarına giren toplam işlenmemiş tütün ve işleme sonucu meydana gelen atık tütün miktarları 8

Çizelge 2.2. Ülkemizde 1990-2000 yılları arsında soya ekim alanı, üretim ve verim değerleri 24

Çizelge 2.3. Adana'da 1990-2000 yılları arsında soya ekim alanı, üretim ve verim değerleri 25

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 32

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Tütün Atığı ve Buğday Anızının C, N İçerikleri ile C/N oranları 33

Çizelge 3.3. YMA Besi Ortamının Bileşimi 34

Çizelge 4.1. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 42

Çizelge 4.2. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 44

Çizelge 4.3. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 46

Çizelge 4.4. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 48

Çizelge 4.5. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 53

Çizelge 4.6. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 55

Çizelge 4.7. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 57
Çizelge 4.8. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 59
Çizelge 4.9. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 61
Çizelge 4.10. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 63
Çizelge 4.11. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 65
Çizelge 4.12. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 67
Çizelge 4.13. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 69
Çizelge 4.14. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 71
Çizelge 4.15. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 73
Çizelge 4.16. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 75

Çizelge 4.17. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi (2000).....78
Çizelge 4.18. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi (2000).....80
Çizelge 4.19. Uygulanan Organik Karbon ve Azotun Denitrifikasyon Kaybına Etkisi (2000).....85
Çizelge 4.20. Uygulanan Organik Karbon ve Azotun Denitrifikasyon Kaybına Etkisi (2001).....85
Çizelge 4.21. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (2000).....87
Çizelge 4.22. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz Aktivitesi Üzerine Etkisi (2000).....89
Çizelge 4.23. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (2001).....91
Çizelge 4.24. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz Aktivitesi Üzerine Etkisi (2001).....93
Çizelge 4.25. Denitrifikasyon, Toprak nemi, Hava ve Toprak Sıcaklığı ile Toprağın Amonyum ve Nitrat İçerikleri Arasındaki Çoklu Karşılaştırma Tablosu.....96
Çizelge 4.26. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Kök ve Kök Üstü Biyomas Verimine Etkisi.....97
Çizelge 4.27. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Çiçeklenme Döneminde Kök ve Kök Üstü Azot İçeriğine Etkisi.....98
Çizelge 4.28. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Hasat Döneminde Kök ve Kök Üstü Azot İçeriğine Etkisi.....99
Çizelge 4.29. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Danenin Azot ve Ham Protein İçeriğine Etkisi.....100

Çizelge 4.30. Anız Yakımı ve Farklı Dozlarda Tütün Atığı Uygulamalarının Soya Dane Verimine Etkisi 101

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Sera etkisi yapıcı temel gazların etkilerinin oransal dağılımı 19
Şekil 3.1. Deneme Alanında Tesbit Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı ve Günlük Yağış miktarları (2000) 30
Şekil 3.2. Deneme Alanında Tesbit Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı ve Günlük Yağış miktarları (2001) 31
Şekil 3.3. Denitrifikasyon Ölçümünde Arazide Kullanılan Ölçüm Düzeneği 36
Şekil 3.4. Denitrifikasyon Ölçümünde Laboratuvarda Kullanılan Ölçüm Düzeneği 37
Şekil 4.1. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 43
Şekil 4.2. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 45
Şekil 4.3. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 47
Şekil 4.4. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 49
Şekil 4.5. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 54
Şekil 4.6. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 56
Şekil 4.7. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 58

Şekil 4.8. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 60
Şekil 4.9. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 62
Şekil 4.10. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2000) 64
Şekil 4.11. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 66
Şekil 4.12. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 68
Şekil 4.13. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 70
Şekil 4.14. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 72
Şekil 4.15. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 74
Şekil 4.16. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (2001) 76
Şekil 4.17. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi (2000) 79
Şekil 4.18. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi (2001) 81

Şekil 4.19. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (2000) 88
Şekil 4.20. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz Aktivitesi Üzerine Etkisi (2000) 90
Şekil 4.21. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (2001) 92
Şekil 4.22. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz Aktivitesi Üzerine Etkisi (2001) 94

1. GİRİŞ

Ülkemiz topraklarının üçte birinin organik madde içeriği %1'den daha az veya %1-2 arasında değişmektedir. Bu nedenle, çeşitli organik artıkların ve yeşil gübre bitkilerinin uzun veya kısa süreli organik madde kazandırmak amacıyla toprağa katılması, özellikle ülkemiz toprakları açısından oldukça önemlidir. Organik maddenin uzun süreli olarak toprağa kazandırılması özellikle parçalanmaya dayanıklı selüloz ve lignin içeriği yüksek bitki artıklarının, örneğin buğdaygil hasadından sonra geriye kalan anızın, anız gübrelemesi yoluyla toprağa verilmesi şeklinde olabilir.

Organik gübreleme yapılmaması sonucu toprakların biyolojik verimliliği ve dolayısıyla üretkenliği yıldan yıla azalmaktadır. Üretimin azalması çiftçileri daha fazla mineral gübre kullanımına sevk etmekte ve kullanılan mineral gübre miktarının artması sonucu da çevre kirliliğine olan etki artmaktadır. Azotlu gübre kullanımı sonucu, verimdeki yüksek oranda artışla birlikte fazla azotlu gübrelerin ve azotlu artıkların taban suyuna ve içme suyuna karışması yoluyla ortaya çıkan sorunlar, yine son yıllarda özellikle aerosolsprey'lerden çıkan CFC, taşıt gazları, uçak gazları, endüstri ve yerleşim yerlerinden kaynaklanan gazlar ve intensif tarım nedeniyle aşırı mineral gübrelemenin neden olduğu tarımsal kaynaklı gazların artış göstermesinden dolayı (Mc Elroy et al., 1976) ozon tabakasında meydana gelen değişmeler bilim adamları tarafından çevre kirliliği açısından gündeme getirilmekle beraber bu güne kadar sorunun çözümü üzerinde yeterli çalışma yapılmamıştır. Örneğin, aşırı nitrat gübrelemesi durumunda toprakta nitrat formunda bulunan azot, sebzeler tarafından (özellikle ıspanak, marul, lahana v.b.) alınarak sebzede ve insan bünyesinde nitrit formuna indirgenerek kanda oksijen taşıma görevi yapan hemoglobinin methemoglobine dönüşümüne neden olmakta ve böylece kanda oksijen taşınmasını engellemektedir. Nitrat, nitrit ve diğer bazı bileşiklerin, insan ve hayvanlarda sindirim sistemlerinde nitrozaminlere dönüşerek kanserojen etkilerde bulunduğu çeşitli araştırıcılar tarafından belirtilmektedir. Yine toprakta bulunan nitrat, uygun koşullarda denitrifikasyon denilen olay sonucunda N_2O, NO, N_2 gibi gazlara redükte olmakta ve bu gazlardan N_2O ve NO stratosfere kadar ulaşmak suretiyle ozon'un

bozunmasına neden olabilmektedir (Rudell ve ark., 1976; Maynard, 1978; Zaldivar, 1976).

İnsanların beslenme sorunları içerisinde protein gereksinimlerinin karşılanması, önem taşıyan bir konudur. Bütün gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de proteinden çok karbonhidrata dayalı bir beslenme sistemi vardır. Sağlıklı nesillerin yetişebilmesi, yeteri kadar proteine de yer veren dengeli bir beslenmenin uygulanması ile mümkündür. Bu nedenle de, özellikle polikültür tarımın yapıldığı yerlerde baklagil bitkilerinin ekim nöbetine dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Çukurova Bölgesi'nde uygun iklim ve toprak özellikleri nedeni ile yılda birden fazla ürün alma olanağı bulunmaktadır. Bugün bölgemizde ana ürün olarak buğday ve mısır yetiştirilmekte ve uzun yıllar aynı tarlaya buğday veya mısır ekilmesi sonucu toprakların verimliliği azalmakta ve azalan bu verimlilik gübreleme ile yükseltilmeye çalışılmaktadır. Sonuçta ürün maliyeti önemli ölçüde artmaktadır.

Soya, protein değeri yüksek ve çok değerli bazı aminoasitleri içermesi nedeniyle bugün dünya tarımında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Soya, protein içeriğinin yüksek olması yanında, kök-nodül bakterileri ile olan simbiyotik yaşam sonucu havanın serbest azotunu toprağa bağlama özellikleri ile de ayrı önem taşımaktadır. Özellikle bakteri aşılaması yapılması durumunda bağlanan azot 15-20 kg N/da'ı bulmakta, hatta etkin bakteri aşısı ve iyi bakım koşullarında bu değer bazen 30-40 kg N/da' a çıkabilmektedir. Bunun da yararı, mineral azot girdisini azaltarak daha ucuz yolla toprağa azot kazandırmanın yanında mineral azotun neden olabileceği çevre sorunlarının (toprak, su ve hava kirlenmesi) boyutunu da bir ölçüde azaltmaktır. Bu nedenle mineral gübre kullanımının son derece fazla olduğu günümüzde, atmosferde bulunan moleküler azotu mikroorganizmalar aracılığı ile toprağa bağlamak, gerekli görüldüğü durumlarda ve gerekli olduğu miktarlarda azot gübrelemesi yapmak kaçınılmazdır.

Gittikçe artan kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, bu girdilere gittikçe daha çok bağımlı kalınması ve bunun yarattığı kaygılar tarımsal üretim sisteminin daha uzun vadede sürdürülebilirliği sorusunu gündeme getirmiş ve özellikle yenilenemeyen kaynak kullanımına ve doğal kaynakların aşırı derecede sömürülmesine dayalı bu

üretim sisteminin yerine ne koyulmalı sorusu üzerinde önemli irdelemelerin de yapılmasına neden olmuştur. Bu bağlamda "Biyolojik Tarım", "Organik Tarım", Alternatif Tarım", Eko-Tarım" gibi birçok kavramlar ortaya çıkmışsa da hepsinin de ortak amacı, düşük miktarlarda kimyasal ve kaynak kullanımı, enerji tasarrufu, kaynakların korunarak kullanılmasıdır.

Bütün bu bilgilerden yola çıkarak mineral gübre kullanımının son derece fazla olduğu günümüzde, uygulanan azotlu gübrelerin (özellikle nitrat) bir kısmının yıkanmaya uğraması, bir kısmının denitrifikasyonla topraktan uzaklaşması nedeniyle hem bu kayıpları önlemek, hem de doğal kaynakların korunmasına hizmet etmek açısından çevre kirletici gazların oluşumuna neden olan girdiler (mineral azot gübrelemesi) yerine çeşitli alternatif girdilerle (organik gübreleme, yeşil gübreleme v.s.) bu kaybı önlemek ve bu girdilerin toprağın N içeriğine, denitrifikasyonla kaybolan N miktarına ve toprağın bazı biyolojik özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Organik Gübreleme ve Önemi

Çeşitli organik artık ve atıkların toprağa organik madde kazandırmak amacıyla katılması özellikle ülkemiz toprakları açısından oldukça önemlidir. Kurak ve yarı kurak iklime sahip olan ülkemizde, tarım yapılan alanların %76'sındaki organik madde içeriği %1'den az veya %1-2 arasında değişmektedir (Özbek ve ark., 1974). Genel olarak, semiarid Akdeniz ikliminde yer alan topraklarının organik madde içeriği düşüktür (Hernanz et al., 2002). Çok düşük olan bu oranı artırmanın tek yolu polikültür tarım yapılması ve toprağa organik gübreleme yapılmasıdır.

Toprakların organik madde içeriği üzerine hasat artıklarının ve ekim nöbeti bitkilerinin büyük etkisi vardır. Mısır ve buğday mono kültürü altında toprağın C içeriği düşer, ancak ekim nöbetine bir baklagil bitkisi alınırsa toprakların organik madde içeriği kısa süreli de olsa artırılabilir. Gök ve ark. (2000, 2001) tarafından organik substratların uygulandığı bir çok tarla denemesinde topraklara uygulanan organik substratların toprağın organik madde içeriğini kısa süreli olarak artırdığı ancak deneme sonunda toprağın organik madde içeriği bakımından uygulanan substratların etkisinin kaybolduğunu tesbit etmişlerdir. Hernanz ve ark. (2002), 1983-1996 yılları arasında toprak işleme ve ekim nöbeti ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, toprak işlemesiz tarımda yüzey toprağının organik madde içeriğinin yıldan yıla arttığını, geleneksel toprak işleme yapılan alanlarda ise mono kültür uygulamasının toprağın organik madde içeriğinin azalmasına neden olduğunu bulmuşlardır. Benzer bulgular ABD'de yapılan 30 yıllık bir deneme sonuçları ile de ortaya konmuştur (Russel, 1973). Organik maddenin uzun süreli olarak toprağa kazandırılması özellikle parçalanmaya dayanıklı selüloz ve lignin içeriği yüksek anız gibi bitki artıklarının toprağa verilmesi ile sağlanabilir. Bu yolla toprağa organik madde kazandırılması yanında topraktaki mevcut ve mineralize olacak azotun biyomasta geçici olarak immobilizasyonu sağlanarak kaybı önlenmiş olur (Asmus ve Hübner, 1985; Gök, 1987).

Yeşil gübreleme toprakların organik maddesini artırarak uygun olmayan fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan bir başka uygulamadır. Ancak kullanılan yeşil gübre bitkisinin baklagil olması durumunda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirici etkinin dışında, köklerinde simbiyotik olarak yaşayan *Rhizobium* bakterileri aracılığıyla havanın azotunun toprağa kazandırılması da söz konusu olmaktadır. Yeşil gübreleme amacıyla ekilen baklagil bitkileri *Rhizobium* bakterileri aracılığıyla atmosferden organik formda bağladıkları azotu yeşil gübrelemeyi izleyen ana kültür bitkisi için toprağa kazandırmaktadırlar (optimum koşullarda 10-20 kg N/da). Bu yeşil gübrelemede baklagil bitkilerinin kullanılması ayrı bir ekonomik ve ekolojik önem arz etmektedir (Kahnt, 1983; Werner, 1987).

Snapp ve ark. (2002) Güney Afrika'da, sınırlı imkanlar nedeniyle gübrelenemeyen alanlarda yapılan mısır üretiminde elde edilen verimin çok düşük olduğunu ancak sisteme bir baklagil yeşil gübre bitkisi dahil edilmesi halinde 1 dekar toprağa 50 kg'a kadar organik azot kazandırılabileceğini rapor etmişler, bu uygulama ile elde edilen ürün miktarında belirgin artışlar sağlanabileceğini de bildirmişlerdir.

Prasad ve ark. (2002) sulu koşullarda çeltik ve yer fıstığı tarımı yapılan alanlarda 2 yıl süreyle yaptıkları çalışmalarında uygulanan 1 ton/da yeşil gübre materyalinin dane verimini yer fıstığında 110-160 kg/da, çeltikte ise 16-25 kg/da artırdığını belirtmişlerdir.

Toprak varlığının korunması için gerekli organik maddenin önemli bir kaynağı da bitki artıklarıdır. Buğdaygil hasadından sonra tarlada kalan anızın toprağa karıştırılması işlemi, tarımın başlangıcından beri süregelmektedir. Bu yolla toprağa karıştırılan kuru madde koşullara göre 250-400 kg/da arasında değişmektedir. Bu miktar organik substratın toprak canlılığının devamındaki önemi küçümsenmemelidir (Özbek ve ark., 1993).

Yurdumuzda buğdaygil ekimi yapılan arazi miktarı 1999 istatistiklerine göre 13,925,743 ha'dır. Buğday, arpa, çavdar ve yulaf bitkileri ekim alanı, toplam buğdaygil ekim alanının %95.6'sını (13,324,000 ha) oluşturmaktadır (DİE, 2000). Buğdaygil hasadından sonra çoğu yıllarda buğdaygil sapları balyalandıktan sonra kalıntılar (anız) yakılmaktadır. Bu koşullarda birim alanda, yakma ile yok edilen

buğdaygil kalıntısı miktarını net olarak ifade etmek oldukça güçtür. Ancak, ülkemiz koşullarında, sapların da yakılması durumunda ortalama 350 kg/da, sadece anızın yakılması durumunda ise anızın biçilme yüksekliğine bağlı olarak ortalama 100 kg/da buğdaygil kalıntısı yakıldığı belirtilmektedir. Genel bir ortalama vermek gerekirse, yakılan buğdaygil anız ve sapları ile dekardan ortalama 150-200 kg/da sap, saman, ot v.s. şeklindeki bitkisel materyalin yakıldığı söylenebilir. Buradan hareketle, buğdaygil alanlarının (13,324,000 ha) %30' unun yakıldığı kabul edilirse, 4 milyon hektar anız tarlasında 6-8 milyon ton anız yakılarak yok edilmektedir.

Limon-Ortega ve ark. (2002), buğday ve mısır anızlarının yakılması veya yakılmadan toprağa karıştırılması halinde bir sonraki ürün veriminde meydana gelen değişiklik ile toprak strüktürü, sıkışması ve mikrobiyel biyomasta meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, buğday ve mısır anızlarının yakılması veya toprağa olduğu gibi bırakılması halinde verim değerleri bakımından denemenin ilk 2-3 yılında uygulamalar arasında önemli farklar oluşmadığını, 5-6 yılın sonlarında ise anız uygulamalarında daha yüksek dane verimi olduğunu göstermiştir. Çalışmada, ölçüm günlerinde toprak nem içeriğinin yüksek olması nedeniyle uygulamalar arasında toprak sıkışması yönünden farklılıklar bulunmazken biyomas karbonu yönünden anızın yakılmadan karıştırıldığı uygulamalarda daha yüksek değerler belirlenmiştir.

Anız yakımı, mikrobiyel humus oluşumu için toprağa verilen organik maddenin, başka bir deyimle besleyici humusun azalmasına neden olmaktadır. Bu durum toprak mikroorganizmalarını kalıcı humusu parçalamaya yönelteceğinden sonuçta topraktaki humus bütçesinde azalma olacaktır. Bu azalma, humusça fakir olan tropik bölge topraklarında çabuk, humus durumu iyi olan ılıman bölgelerde ise içinde bulunan koşullara bağlı olarak uzun sürede kendini gösterecektir. Sonuçta topraktaki humus içeriği önemli ölçüde azalacaktır.

Çukurova Bölgesi'nde uygun iklim ve toprak özellikleri nedeniyle yılda birden fazla ürün alma imkanı mevcuttur. Bugün bölgemizde buğday ve mısır üretimi oldukça yaygındır. Ancak bölgemizde buğday hasadından sonra toprak üstünde kalan anız, toprağa karıştırılmamakta ve yaygın bir uygulama ile yakılmaktadır. Anızın yakılması ile, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliğinin

bozulduğu, toprak mikroorganizmalarının ve diğer canlıların azaldığı, organik madde miktarının azaldığı, erozyonun arttığı, toprak verimliliğinin düştüğü ve üretimin azaldığı bir gerçektir. Avşar ve Kamburoğlu (1996) çalışmalarında buğday hasadından sonra anız yakılmadan gölge tavında sürüm yapılmış parsellerde yıllık ortalama toprak kaybının 116 kg/da olduğunu, hasattan sonra anızı yakılmış hemen sürülmüş parsellerde ise yıllık ortalama 273 kg/da toprak kaybı meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Anız yakılmadan sürülerek toprağa verildiğinde mikroorganizmaların sağladığı enzimler ile sapın önemli bir bölümünü (%40-60) içeren selülozun parçalanarak C/N oranının düzeldiği bilinmektedir. Bu arada toprakta organik maddenin artışına bağlı olarak meydana gelen humin maddeleri toprak taneciklerinin arasında bağlayıcı rol oynamak suretiyle erozyonu azaltmaktadır. Toprakta organik maddenin artması ayrıca, kurak dönemde toprağın su tutma kapasitesinin arttırmakta ve dolayısıyla verimde artış sağlamaktadır (Avşar, 1996; Mc Kenney, 1993; Sağlam, 1994).

Anızın toprakta parçalanma hızı azot gübrelemesi ile geniş ölçüde artırılmaktadır. En hızlı ayrışmanın toprağın 10-15 cm altına gömülen anızda meydana geldiği ve 18 ay sonra C/N oranına bağlı olmakla birlikte genelde anızın %93-98' inin ayrışarak siyah renkli humin maddelerine dönüştüğü belirtilmektedir (Brown ve Dickey, 1970). Toprak yüzeyinde bırakılan anızdaki ayrışma ise 18 ayda %27-37 sınırları içinde kalmaktadır.

Fazla miktarda buğdaygil samanı, olgunlaşmış mısır sapı yada benzer maddeler azot içeriği düşük topraklara karıştırılırsa, toprakta bulunan sınırlı miktardaki azot, yüksek miktarda C içeren söz konusu organik maddelerin dekompozisyonu için mikroorganizmalar tarafından kullanılmaktadır. Bu durum C/N oranının dengelenmesi amacıyla ek azot gübrelemesinin yapılmasını gerektirmektedir (dengeleme N gübrelemesi). Ek azot gübrelemesi; samanın türüne, toprağın biyolojik aktivitesine ve yetiştirilen kültür bitkisinin türüne bağlı olarak 100 kg kuru madde için 0.5 ile 1.5 kg azot sınırları içinde değişmektedir (Aubert, 1981).

Ülkemizde, Devlet İstatistik Enstitüsü 1999 yılı verilerine göre 260,000 ha alanda tütün yetiştirilmekte, 251,266 ton ürün alınmaktadır (DİE, 2000). Tekel'e ait

sigara fabrikalarına (İzmir, İstanbul, Tokat, Adana, Samsun, Bitlis, Malatya) giren toplam işlenmemiş tütün miktarı ve işleme sonucu meydana gelen, 1991-1995 yıllarına ait tütün atık miktarı Çizelge 2.1'de verilmiştir (Anonymous, 1996).

Çizelge 2.1. Ülkemizde Tekel'e ait sigara fabrikalarına giren toplam işlenmemiş tütün ve işleme sonucu meydana gelen atık tütün miktarları (Anonymous, 1996).

Yıl	Kullanılan tütün miktarı (kg)	Tütün atık miktarı (kg)
1991	83,755,800	6,581,520
1992	82,132,200	6,355,890
1993	80,508,600	5,860,260
1994	94,021,000	8,234,400
1995	69,540,446	4,498,925

Sigara fabrikalarında ortaya çıkan atıkların tarımda gübre olarak değerlendirilmeleri, ilgili fabrikaları bu atık sorunundan kurtaracağı gibi tarım toprakları için önemli bir besin ve organik madde kaynağı olabilir. (Özgüven ve ark., 1989).

Tekel sigara fabrikalarından endüstriyel atık olarak çıkan tütün atığı, dönüme ortalama 2 ton hesabıyla organik gübre olarak tarım alanlarına uygulanırsa yukarıdaki çizelge değerlerine göre yaklaşık 3500- 4000 dönümlük alana organik madde ve azotlu gübre uygulanmış olacaktır. Ayrıca çevre kirlenmesi ve Tekel depolarında çeşitli amaçlarla bekletilen tütün atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi ile ülke ekonomisi yönünden çok yönlü yararlar sağlanmış olacaktır. Tütün tozunun gübre olarak kullanımı ile toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine olacak katkı ve bunun yanı sıra verimde sağlayacağı artışlar ekonomik açıdan ayrı bir önem taşımaktadır (Brohi ve Durak,1986).

Tütün atığı uygulamaları ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik verimliliğinin iyileştirilmesi ve dolayısıyla verim artışları sağlanması da mümkün olmaktadır. Bu uygulamaların toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini uzun vadede olumlu yönde etkilediği birçok araştırmada ortaya konmuştur (Özgüven ve Kaya, 1984; Özgüven ve ark., 1989, Gök ve ark., 1999; Gök ve ark., 2001).

Özgüven ve Kaya (1984), tütün atıklarının tarımda gübre olarak kullanılma olanaklarını, birbirini izleyen iki saksı denemesiyle araştırmış ve belirli bir düzeye kadar atık uygulamasının verimi artırdığını ancak çok yüksek dozlarda uygulandığında verimde azalmalar olduğunu saptamışlardır.

Aksoy (1980)'a göre tütün atığında %2.28 N, %2.38 K, 1037 ppm P, 7832 ppm Mg, 2550 ppm Fe, 150 ppm Mn, 125 ppm Zn, 110 ppm Cu bitki besin elementleri bulunmaktadır. Kasap (1988) ise, sanayi atıklarının değerlendirilmesi ile ilgili olarak yaptığı çalışmasında, tütün atıklarının özellikle İstanbul, Maltepe, İzmir ve Samsun sigara fabrikaları çevresinde yığınlar halinde bulunduğunu ve bunların %2.4 N, %0.66 P_2O_5, %5.1 K_2O, %5.1 CaO ve %0.45 MgO içerdiğini bildirmektedir.

Özgüven ve ark. (1989), tütün atıklarının genelde %1-3 N, %2-4,5 K, %0.14-0.27 P, %2.5-6 Ca ve %0.15-0.79 Mg içerdiğini, tütün atıklarının toprağa uygulanması ile toprağın organik madde içeriğinin artacağını, fiziksel ve biyolojik verimliliğinde olumlu gelişmeler olacağını belirtmişlerdir. Yine Brohi ve Durak (1986), Tokat sigara fabrikasında meydana gelen tütün atıklarını organik gübre olarak değerlendirmek amacıyla saksı denemesi yapmışlardır. Kullanılan tütün tozunun buğday bitkisinin gelişimini olumlu yönde etkilediğini, kuru madde miktarını artırdığını ayrıca buğday hasadından sonra aynı saksılara ekilen çeltik bitkisinin de gerek kuru madde miktarını gerekse dane verimini önemli derecede yükselttiğini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak tarla denemeleri sonucunda tütün tozunun çiftçilere gübre olarak önerilebileceğini bildirmişlerdir.

Gök ve ark. (1999) tarafından, çeşitli organik artıkların kullanıldığı buğday denemesinde ise, tütün atığı uygulamasının da bulunduğu parsellerde ölçülen mineralize olabilir azot miktarının 5-21 kg/da arasında olduğu ve buğday bitkisinde özellikle tütün atığı uygulamasının verimi önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Ayrıca buğday hasadından sonra ekimi yapılan mısır bitkisinin verimlerinde bile tütün atığının etkisi belirgin olarak gözlenmiştir.

Günümüzde Avrupa ve Amerika'da organik tarıma olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Organik tarımda pestisit, herbisit, mineral gübre v.b. kimyasalların kullanımı terk edilmekte ancak modern tohum (örneğin hibrit tohum), modern

tekniklerle çiftlik hayvanları yetiştiriciliği, mekanizasyon ve drenaj teknikleri ile toprak koruma teknikleri terk edilmemektedir. Organik tarıma olan ilginin artmasıyla birlikte organik ürünlerin satıldığı marketler de gittikçe artmaktadır. Bununla beraber organik tarıma geçiş süreci oldukça yavaştır ve tarım alanlarının agrokimyasallardan tamamen arındırılması uzun yıllar gerektirmektedir. Organik tarım gerçekte yeni bir kavram değildir. Bundan 40 yıl önce yapılan tarımın büyük bir kısmı organik tarım olarak nitelendirilebilir (Barrow, 1994).

Organik tarıma geçiş sürecinde başlangıçta, topraklara normal mineral gübre ile birlikte organik gübre uygulanarak hem mineral gübreden tasarruf edilmesi hem de uzun vadede mineral gübre kullanımının tamamen kaldırılması amaçlanmaktadır. Kullanılan organik substratın yapısına bağlı olarak topraktaki mikrobiyel aktiviteye ve diğer toprak özelliklerine etkisi de farklı olmaktadır. Kısa süreli besin döngüsünde, labil organik madde bileşikleri önemli bir role sahiptir (Parton ve ark. 1994) ve topraktaki organik maddenin hafif fraksiyonlarındaki meydana gelen değişme gelecekte toprağın organik madde bütçesinin tahmin edilmesinde indikatör olarak kullanılabilmektedir (Bremer ve ark., 1994).

Organik tarım ve geleneksel tarım tekniklerinin arazi bozunumuna etkisi üzerine Reganold (1989) tarafından yapılan bir araştırmada ilginç bir karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmada birisinde organik, diğerinde ise modern tarım yapılması dışındaki tüm koşulların eşit olarak sağlandığı iki komşu çiftlik kullanılmıştır. 1980 yılının sonlarında organik tarım yapılan toprakların su tutma kapasitesinin daha fazla ve toprak koşullarının daha iyi olduğu gözlenmiştir. Modern tarım yapılan çiftlikte hektardan yılda 20.4 ton toprak erozyonla kaybolurken, organik tarım yapılan çiftlikte hektardan yılda sadece 7.8 ton toprak kaybolmuştur. Kışlık buğdayda ortalama dane verimi açısından ise organik tarım yapılan çiftlikte verimin komşu tarlaya oranla %8 daha düşük, bölgedeki modern tarım yapılan alanlara oranla %13 daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Toprak yönetiminin, toprak canlıları ve çevreye olan etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Toprak yönetiminde, uygulanan sisteme bağlı olarak toprağa pozitif, negatif veya nötr etkiler söz konusu olmaktadır. Tür bazında yapılan detaylı çalışmalar, toprak yönetiminin popülasyonun yapısında belirgin

değişikliklere neden olabildiğini ancak popülasyonun büyüklüğünün etkilenmediğini göstermiştir. Bu nedenle, toprak canlılarının kimi türlerinde meydana gelen artış, toprak yönetiminde yapılan değişikliklerden kaynaklanan toprak özellikleri değişiminin göstergesi olabilmektedir (Filser ve ark., 1995).

Birçok nedenden dolayı organik gübreleme yapılmamakta, bunun sonucu olarak toprakların biyolojik verimliliği yıldan yıla azalmakta ve dolayısıyla üretkenliğinin sürdürülebilirliği tehlike altına girmektedir. Biyolojik verimliliğin azalması nedeniyle meydana gelen üretimin azalması çiftçileri daha fazla mineral gübre kullanımına sevk etmekte ve kullanılan mineral gübre miktarının artması sonucu da hem çevre kirliliğine olan etki hem de ekonomik girdiler artmaktadır.

2.2. Mineral Gübreleme ve Ekosisteme Etkisi

Azot, ürün verimini belirleyen en önemli öğelerden birini oluşturmaktadır ve bitkilerin azot gereksinimleri genel olarak mineral gübreleme ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle azotlu gübrelerin dünyadaki üretimi diğer bitki besin elementlerini içeren gübrelere oranla daha fazla artmaktadır. Bugün azotlu gübrelerin bütün dünyadaki üretimi çiftlik ürünleri tarafından kaldırılan azot miktarını karşılamaya yeterli değildir. Ayrıca sanayi yoluyla yapılan bu üretim için büyük enerji girdisine gerek duyulmaktadır. Sorun, sadece yüksek enerji girdileri ile kalmamakta, kullanılan mineral azot gübrelerinin bir kısmı yıkanma yoluyla, bir kısmı denitrifikasyon yoluyla topraktan uzaklaştığı için kullanılan azotlu gübrelerden bitkilerin optimum şekilde yararlanması da mümkün olmamaktadır. Azotlu gübre kullanımı sonucu verimdeki yüksek oranda artışla birlikte fazla azotlu gübrelerin ve azotlu artıkların taban suyuna ve içme suyuna karışması neticesi ortaya çıkan sorunlar bilim adamları tarafından çevre kirliliği açısından gündeme getirilmekle beraber bu güne kadar sorunun çözümü üzerinde yeterli çalışma mevcut değildir.

Mineral gübreleme, taban ve içme sularının kirlenmesinin ana kaynağı olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek oranda gübre kullanılması durumunda besin elementleri çeşitli yollarla topraktan uzaklaşmakta ve ekosistemde önemli düzeyde kirlenme meydana gelmektedir. Aşırı miktarlarda mineral azot ve fosfor kullanımı

sonucu nitrifikasyon, biyolojik oksijen ihtiyacı, plankton oluşumu artmakta, makro algler ve diğer su bitkileri aşırı miktarda büyümekte ve zehirli, iyonize olmamış amonyak oluşmaktadır. Ayrıca, oksijen yetersizliği taban sularının sığ kısımlarında oldukça zehirli olan hidrosülfitlerin oluşumuna neden olabilmektedir (Kremser ve Schnug, 2002).

Bitkilerin azot gereksinimlerini karşılamak amacıyla verilen özellikle nitrat formundaki azotun bir kısmı bitkiler tarafından alınmakta, bir kısmı ise toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak ya taban sularıyla akarsu ve denizlere, ya da topraktaki bazı mikroorganizmalar aracılığı ile denitrifikasyon denilen olayla N_2, N_2O, NO gibi gazlara redükte olmak suretiyle topraktan uzaklaşmakta, hatta bu gazların bir kısmı atmosferdeki stratosfer tabakasına kadar ulaşmaktadır. Stratosfere ulaşan N_2O ve NO gazları ise stratosferde yer alan OZON'un parçalanmasına neden olmaktadır. Ancak toprağa uygulanan nitratın söz konusu bu gaz bileşiklerine dönüşme hızı ve oluşan gazların cinsi topraktaki birtakım faktörlerin etkisi altındadır (Letey ve ark., 1981; Knowles, 1982; Rohmann ve Sontheimer, 1985; Gök, 1988; Benckiser ve ark., 1995, Gök ve ark, 1999, 2001).

Bilindiği üzere, özellikle aşırı nitrat gübrelemesi durumunda toprakta nitrat formunda bulunan azot sebzeler tarafından (özellikle ıspanak, marul, lahana v.b.) alınarak sebzede ve insan bünyesinde nitrit formuna indirgenmek suretiyle kandaki hemoglobinin methemoglobine dönüşümüne neden olmakta ve böylece toprak için kirletici bir unsur görevi yapmaktadır. Nitrat, nitrit ve diğer bazı bileşiklerin, insan ve hayvanlarda sindirim sistemlerinde nitrozaminlere dönüşerek kanserojen etkilerde bulunduğu çeşitli araştırıcılar tarafından belirtilmektedir (Rudell ve ark., 1976; Maynard, 1978; Zaldivar, 1976). Nitratın toksik karakteri üzerinde çalışan araştırıcılardan Zaldivar (1976), birim alanda kullanılan azot miktarları ile, mide kanserinin neden olduğu ölüm vakaları arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirtmiştir. Fazla nitratın insan sağlığı açısından diğer olumsuz etkileri, çeşitli azotlu bileşiklerin yiyeceklerde kullanılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Genellikle bozulmayı önlemede kullanılan azotlu, çeşitli katkı maddeleri yukarıda belirtildiği gibi midede nitrozaminlere dönüşmektedir. Ispanak, marul gibi bazı sebzelerin, kalıtsal olarak bünyelerinde fazla miktarda nitrat depolamaları ve bunların midede zararlı bileşiklere

dönüşmeleri, konunun tarımsal açıdan diğer bir sorunu ortaya koyması bakımından önemlidir.

Hollanda'da yapılan çalışmalarda fazla azotlu gübre kullanımı ile ıspanaktaki nitrat birikimi arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Bremier, 1981). Yine, amonyum formunda toprağa verilen mineral azotun da bazı biyokimyasal reaksiyonlar sonucu ($NH^+_4 + 2O_2 \rightarrow NO^-_3 + 2H^+ + H_2O$) nitrata dönüşmesi, dolayısıyla yukarıda belirtilen çevre sorunlarına neden olması söz konusudur.

Özellikle son yıllarda aerosolsprey'lerden çıkan kloroflormetan, taşıt gazları, uçak gazları, endüstri ve yerleşim yerlerinden kaynaklanan gazlar ve intensif tarım nedeniyle aşırı mineral gübrelemenin neden olduğu tarımsal kaynaklı gazların artış göstermesinden dolayı (Mc Elroy ve ark., 1976) ozon tabakasında meydana gelen değişmeler ve ozon tabakasının korunması büyük güncellik kazanmıştır.

Türkiye'de, DİE verilerine göre 2000 yılında 6,563,279 ton azotlu gübre olmak üzere toplam 10,424,828 ton mineral gübre kullanılmıştır. Türkiye'de kullanılan bu miktar azotlu gübre saf azot olarak hesaplandığında yaklaşık 1,400,000 tona karşılık gelmektedir.

Adana bölgesi 2000 yılı için toplam mineral gübre kullanımında 728,448 ton ile Konya'dan (791,620 ton) sonra ikinci, azotlu mineral gübre kullanımında 541,499 ton ile birinci, fosforlu gübre kullanımında 173,468 ile Konya (337,547 ton) ve Ankara'dan (222,859 ton) sonra üçüncü ve potasyumlu gübre kullanımında 13,481 ton ile Antalya'dan (16,008 ton) sonra ikinci sırada yer almaktadır (Tarımsal Yapı, 2000).

2.3. Organik Gübrelerin Mineralizasyonu

Organik gübrelemede kullanılan çeşitli organik substratlar, mikroorganizmalar ve kültür bitkilerinin organik madde ve bitki besin elementleri içeriğinden yararlanabilecekleri zengin bir kaynaktır.

Toprakta bulunan ve azot içeren organik maddelerin parçalanarak inorganik azot bileşiklerinin (NH_4^+ ve NO_3^-) açığa çıkmasına azot mineralizasyonu, inorganik

azot bileşiklerinin organik azot bileşiklerine dönüşmelerine ise azot immobilizasyonu adı verilir. Mikroorganizmaların etkisiyle meydana gelen immobilizasyon toprakta yararlanılabilir haldeki azotun mikrobiyel dokular haline çevrilmesidir. Mikroorganizmalar kendi vücut proteinlerini yapabilmek için toprakta yararlı halde bulunan NH_4^+ ve NO_3^-'ı kullanmaktadır (Kaçar, 1977). Ayrıca, toprakta %1'den az azot içeren (geniş C/N oranı), mikrobiyel aktiviteyi harekete geçirecek organik madde şeklinde enerji materyali bulunduğu takdirde, materyaldeki ve topraktaki azot immobilize edilir, yani toprakta immobilizasyon mineralizasyonu geçer, bunun nedeni ise mikroorganizmalar kendi vücut proteinini yapmak için azota ihtiyaç duyarlar. Diğer bir deyişle mikroorganizmaların parçaladıkları materyalde azot miktarı yeterli değil ise toprakta var olan NH_4^+ ve NO_3^-'ı kullanırlar (Öğüş, 1986).

Mikroorganizmalar önce suda çözünen bileşikleri (aminoasitler, şeker v.b.) değerlendirirler. Bu kolay değerlendirilebilen bileşiklerin toprağa verilmesinden sonra topraktaki bazı mikroorganizma grupları hızla çoğalırlar. Toprakta kolay parçalanan maddeler mikroorganizmalar tarafından parçalanıp kaybolduktan sonra bu organizmalar da tekrar hızla azalırlar. Bu grup mikroorganizmalardan başka toprakta yavaş yavaş devamlı çalışan otokton mikroorganizmalar bulunmaktadır. Bunlar organik maddenin zor parçalanan kısımlarını devamlı olarak parçalamaktadırlar. Toprakta kolay değerlendirilebilir maddelerden sonra proteinler, pektin ve daha sonra kitin gelir. Selüloz ve özellikle ligninin parçalanması çok zordur, ancak bazı özel mikroorganizmalar tarafından parçalanabilirler (Çolak 1979).

Toprağın fizikokimyasal çevre faktörleri, sistem içerisinde bulunan doğal organik materyallerin ve dışarıdan eklenen organik substratların mineralizasyonuna ve parçalanma ürünlerinin immobilizasyonuna etki ederler. Organik maddenin parçalanmasında çevre faktörleri ve organik maddenin bileşimi önemli rol oynamaktadır. Ayrıca toprağın su içeriği ve sıcaklık, toprakta süregelen N mineralizasyonunu ve mikrobiyel azot miktarını etkiler.

Tian ve ark. (1992), oksijenli koşullar altında toprağa karıştırılan organik substratların ayrışmasını etkileyen faktörlerin C/N oranı, lignin ve polifenol içerikleri olduğunu bulmuşlar, ayrıca kullanılan bitki artıklarının C/N oranları yüksekse, ek

azot gübrelemesi yapılmadan mineralizasyon olayının başlamayacağını belirtmişlerdir.

Genel bir kural olarak, toprağa katılan organik maddenin C/N oranı 30'dan büyük ise organik madde ayrışmasının başlangıcında azot immobilizasyonu görülür. C/N oranı 20-30 arasında olduğu zaman, mineralizasyon ve immobilizasyon dengededir. Bu oran 20'den küçük ise ayrışmanın başlangıcında bile, mineral azotun serbest duruma geçmesi görülür (Tisdale ve Nelson, 1985).

Organik substratların parçalanmasında, C/N oranı ile zaman arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı araştırmacılar, C/N oranı 40/1 olan organik substratların parçalanma süresini uygun koşullarda, 2-4 hafta olarak bulmuşlardır. Bunun önemi şöyle açıklanabilir: Toprağa herhangi bir organik substrat karıştırıldıktan sonra mineralizasyonun başlaması için belirli bir süre geçmesi gerekmektedir. Bu süre sonunda mineralizasyon başlar. Böylece bitkiler toprakta yarayışlı halde bulunan azottan yararlanabilirler. Bu yüzden toprağa ekimden önce organik materyal karıştırılırsa bu materyalin C/N oranın bilinmesi ve ekim zamanının buna göre ayarlanması gereklidir. Öte yandan C/N oranı büyük olan organik substratın toprağa karıştırılması halinde parçalanma süresini kısaltmak için azotlu gübrelerin toprağa verilmesi gereklidir. Böylece topraktaki C/N oranı küçülür ve mikroorganizmaların parçalama süresi kısaltılmış olur (Gök, 1987).

Samanda azot içeriğinin düşük olması, mikroorganizma etkinliğinin sınırlı olmasına neden olur. Mikroorganizmalar gelişip çoğalabilmek için karbonun bir bölümünü kullanırlar. Karbonun büyük bir bölümü solunum esnasında enerji olarak kullanılır ve CO_2 halinde serbest duruma geçer. Eğer toprakta NH_4^+ ve NO_3^- halinde bol miktarda yaralanılabilir azot varsa, azot içeriği düşük olmasına rağmen, saman çok daha kısa sürede parçalanır. Bu nedenle parçalanmayı hızlandırmak için azotça yoksul topraklara ek azotun verilmesine gereksinim vardır. Parçalanma halinde toprakta yararlı halde NH_4^+ ve NO_3^- kullanılması nedeniyle immobilizasyon mineralizasyondan daha fazla olur (Kaçar, 1977).

Saman, %0.5 oranında azot ve %40 dolayında karbon içerir. Saman toprağa karıştırıldığı zaman, mantarlar samanı parçalamak için samana hücum ederler, mantarların etkin bir biyolojik aktivite göstermesi için samanın içerdiği %0.5 azot

yeterli olmamaktadır. Etkin bir biyolojik aktivite için substratın veya ortamın en az %1.2-1.6 arasında azot içermesi gerekmektedir. Bu nedenle saman gübrelemesi durumunda toprakta % 0.7-1.1 birim azot azalması ortaya çıkacaktır. Sonuç olarak da azot immobilizasyonu meydana gelecektir (Alexander, 1977).

Aerobik toprak sisteminde, topraktaki mikrobiyel biyomas genelde C limitine bağlıdır (Jenkinson, 1977). Bu koşullar altında, biyomasın immobilizasyon kapasitesi ve net mineralizasyon oranı düşüktür. Bu olay organik substratın doğal ayrışmasını da etkiler.

Ergene (1987), bitkisel ve hayvansal dokuların toprak organik maddesinin kökenini oluşturduğunu, organik artıkları toprağa karıştırdıktan sonra çok çeşitli mikroorganizmaların hücumuna uğrayarak ayrışmaya başladığını ve mineralize oluncaya kadar çeşitli değişikliklere uğradığını, organik madenin ayrışmasının çeşitli safhalarında farklı organik bileşikleri içerdiğini belirtmiştir. Yine Ergene (1987), organik maddenin içerisinde henüz toprağa yeni düşmüş bitkisel ve hayvansal dokulara ait hiçbir iz taşımayan, oldukça stabil organik bileşikler ile kimyasal yapı bakımından ikisi arasında çeşitli ara ürünlerin bulunduğunu da belirtmektedir.

Anızın toprakta parçalanma hızı azot gübrelemesi ile geniş ölçüde artırılmaktadır (McKenney, 1993). Brown ve Dickey (1970), en hızlı ayrışmanın toprağın 12 cm altına gömülen anızda meydana geldiğini ve 18 ay sonra C/N oranına bağlı olmakla beraber genelde anızın %93-98'inin ayrışarak siyah renkli humin maddelerine dönüştüğünü izlemişlerdir. Toprak yüzeyine bırakılan anızdaki ayrılma ise 18 ayda %27-37 sınırları içerisinde kalmıştır.

Franchini ve ark., (2002) farklı organik substratların parçalanma hızları ile ilgili yaptıkları inkübasyon denemesinde soya, turp, beyaz lupin, mavi lupin ve kara yulaf bitkileri artıklarının parçalanama hızı bakımından birbirine çok yakın değerler gösterdiğini, deneme başında toprağa ilave edilen organik substratların %37-47'sinin 80 gün sonunda mineralize olduğunu rapor etmişlerdir.

Anızın toprağa karıştırılmasının verime etkisi, baklagil bitkilerinin dışında, her şeyden önce dengeleme azot gübrelemesine bağlı olmaktadır. Genellikle birinci ve ikinci yıllarda görülebilen verim düşüklüğü üçüncü yıldan itibaren kaybolmakta ve bundan sonra çoğaldığı görülmektedir.

Smith ve Peckenpaugh (1986), toprağa karıştırılan organik substratların değişebilir karbon miktarlarının, kimyasal içeriklerinin, çürüme oranları ve kapsamlarının ayrışma oranının tahmininde gereksinim duyulan öğeler olduğunu bulmuşlardır.

Eğer fazla miktarda tahıl samanı, olgunlaşmamış mısır sapı ya da benzer organik maddeler az miktarda azot içeren toprağa katılırsa ve gömülürse, toprakta bulunan sınırlı miktarda N, C içeriği çok fazla bulunan söz konusu organik madde dekompozisyonu için mikroorganizmalarca kullanılır (Güzel, 1982).

Derici (1980), hasattan sonra toprakta kalan bitki artıklarının %50-75'inin koşulların uygun olması halinde ilk 3-4 hafta içerisinde CO_2, su ve minerallere ayrıştığını, uygulamadan 8 hafta sonra ise toplam karbonun %80'inin CO_2'e dönüştüğünü bildirmektedir. Bu dönemde toprakta oluşan humin maddelerinin C/N/P oranları 100/10/1'dir.

2.4. Denitrifikasyon ve Etkileyen Faktörler

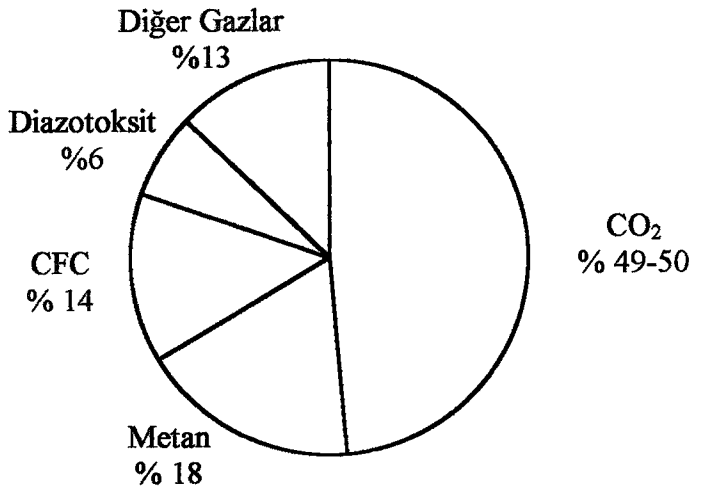
Topraklardan azot kaybı büyük oranda yıkanma veya denitrifikasyon olaylarıyla olmaktadır. ^{15}N işaretli azotlu gübrelerle azot bilançosu üzerinde yapılan deneme sonuçları, toprağa verilen azotun %30-50'sinin denitrifikasyonla kaybolabileceğini ortaya koymuştur (Jagnow ve Söchtig, 1983). Halbuki çeşitli topraklarda tarla koşullarında, denitrifikasyonun N_2O'ya kadar yürüyebildiğini gösteren Asetilen İnhibasyon Yöntemiyle yapılan direkt ölçümler, Avrupa'daki tarım alanlarında verilen N gübresinin ortalama %7'sinin biyolojik denitrifikasyonla kaybolduğunu göstermektedir (Benckiser ve ark., 1987). Kimyasal reaksiyonlar sonucu denitrifikasyona uğrayan N miktarı genelde düşüktür.

Denitrifikasyonun ekonomik açıdan önem taşıması ve çevre kirlenmesindeki potansiyel etkilerinden dolayı daha iyi tahmin edilmesi zorunlu olmaktadır. Günümüzde denitrifikasyonla azot kaybının, direkt ölçümlerden daha çok "Azot Bütçesi Eşitliği" yöntemiyle hesaplanmasına rağmen Asetilen İnhibisyon ve ^{15}N yöntemi ile belirlenmesi daha güvenilir ve yaygın olmaya başlamıştır (Killham ve Foster, 1995).

Topraklardaki biyolojik denitrifikasyon yaklaşık 5 °C'de başlamakta ve sıcaklık artışına bağlı olarak artmaktadır (Gök ve ark., 1999). Optimum sıcaklık aralığı 20-25 °C'dir (İleri, 2000). Toplam denitrifikasyon emisyonu (N_2O, NO ve N_2) nötr veya hafif alkali topraklarda asidik topraklara göre daha yüksektir. Denitrifikasyonun asidik topraklarda daha düşük olmasının nedeni pH'nın direk etkisinden çok asidik topraklarda daha düşük mineral azot ve organik karbon içermesinden olabilir (Simek ve Cooper, 2002).

Görüldüğü gibi N_2O oluşumu özellikle toprak nemi, toprak sıcaklığı ve N gübrelemesi (özellikle nitrat) tarafından etkilenmektedir. Yine oluşan N_2O, NO gibi gazların miktarı ve cinsi topraktaki birtakım faktörlerin etkisi altındadır. Örneğin Gök (1988) tarafından yapılan bir çalışmada anız uygulaması genel olarak N_2O oluşumunu azaltırken, ortamın oksijen konsantrasyonu N_2O üretiminde artışa neden olmuştur. Yine Gök ve Ottow (1988) tarafından yapılan diğer bir çalışma da anız uygulamasının toprakta N-mmobilizasyonunu artırdığını, dolayısı ile anız gübrelemesi yolu ile denitrifikasyonla azot kaybının azaldığını ortaya koymuştur. Bu nedenle topraklara organik gübreleme şeklinde uygulanacak çeşitli organik substratların denitrifikasyonla azot kaybına etkisine yönelik çalışmalar pratik açıdan oldukça büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde atmosferde bulunan ve sera etkisi oluşmasına neden olduğu kabul edilen gazlar; su buharı, karbondioksit, diazotoksit (N_2O), metan, hidrojen sülfür (H_2S), klorlu florlu gazlar (CFC) ile halon gibi bu gazlarla ilişkili bileşikler ve alt katmanlardaki troposferik ozondur (Barrow, 1994). Bu gazların sera etkisi yaratmadaki katkılarının oransal dağılımları Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Sera etkisi yapıcı temel gazların etkilerinin oransal dağılımları (Boyle ve Ardill, 1989).

Atmosferdeki CO_2 miktarının artması çeşitli fosil yakıtlarının insanlar tarafından farklı amaçlarla yakılması sonucunda olmaktadır. Atmosferdeki CO_2'in büyük çoğunluğu hidrokarbonların ve özellikle de kömürün yanmasıyla oluşmaktadır. Ormanların ve ağaçlık arazilerin yanması ile oluşan karbondioksit toplam bütçenin 1/4'ünü oluşturmaktadır. Gribbin (1988)'e göre insan kaynaklı CO_2'in yarısı bazı doğal yollarla absorbe edilmektedir ve böylece global ısınma etkin bir biçimde frenlenmektedir. Bu doğal yollar; toprak organik maddesi olarak fiksasyon, deniz planktonlarınca kalker olarak bağlanma (bu en önemli olanıdır), karasal ekosistemdeki vejetasyonlarda bitki dokularında bağlanmadır. Tropikal otlak alanları da en az karasal orman ve ağaçlık alanlar kadar CO_2 bağlamaktadır (DeGroot, 1990).

Boyle ve Ardill (1989)'e göre bir vejetasyon hasat edilip anız yakıldığında CO_2 üretimi üzerine olan etki iki katına çıkmaktadır. Çünkü anızın yakılmasıyla CO_2 hızla atmosfere çıkmaktadır ve bu vejetasyon ile uzun vadede CO_2 bağlanması ile elde olunacak yarar kaybolmaktadır. Latin Amerika'daki, özellikle Amazon'lardaki orman yangınlarının 1989 yılındaki ivme ile devam etmiş olması halinde, oluşacak karbondioksitin, aynı süredeki fosil yakıtlarından oluşan CO_2'in %70'i kadar olabileceği tahmin edilmektedir.

Karbondioksit gazının neden olduğu sera etkisini azaltmak için yılda 3 milyar ton karbondioksit bir şekilde atmosferden fikse edilmelidir. Bunun için ormanların yok edilmesi durdurulmalı ve 3,118,800 milyon km^2 alan orman haline getirilmelidir. Bu miktar orman arazisi oluşturmak için gerekli tarım dışı alan mevcuttur. Bunlar yeniden orman yapılması gereken alanlar ile kullanılamaz durumdaki alanlardır. Bunun maliyeti yaklaşık 120,000 milyon dolardır, yaklaşık 10 yıl gibi bir zaman gerektirir ve sera etkisi nedeniyle oluşacak tahribatın düzeltilmesinden çok daha ucuzdur. Ayrıca CO_2 emisyonunu azaltmak için koyulan vergilerin takip edilmesinden çok daha kolay takip edilebilir (Myers, 1988).

N_2O doğal olarak ormanlardan özellikle tropikal yağmur ormanlarından, çayır-meralardan ve şimşeklerin çakmasıyla oluşmaktadır. İnsan kaynaklı emisyonlar ise azotlu mineral gübre kullanımı, hidrokarbon yakıtların ve biyomasın yakılmasıyla oluşmaktadır. Ayrıca hayvan artığı ve insan kaynaklı kirli sulardan da N_2O emisyonu oluşmaktadır. Okyanuslardaki planktonlar da N_2O emisyonuna katkıda bulunarak global sıcaklığın ayarlanmasında rol oynamaktadır. Global olarak atmosferdeki N_2O düzeyi her yıl %0.2-%0.3 artmaktadır (Boyle ve Ardill, 1989; Rambler ve ark. 1989).

Teorik ve sayısal olarak yapılan çalışmalar, artan sera etkisi yapıcı gazların küresel ısınmaya neden olacağını ortaya koymaktadır (Houghton ve ark. 1990, 1996). Yapılan bir çok model deneme, gelecek yüzyılda Orta Avrupa'daki sıcaklığın 2-4 °C artacağını göstermiştir (Harrison ve ark. 1995). Şüphesiz global ısınma sonucu olarak da evaporasyonda, yağışlarda ve toprak neminde değişmeler olacaktır (Houghton ve ark. 1990).

Küresel kirlenme yerküredeki stratosferik ozon katmanınca, dolayısıyla CFC, CH_4 ve N_2O tarafından etkilenmektedir. Ozon tabakasının bozunumu dünyaya gelen solar radyasyonu değiştirmekte ve bunun sonucu olarak da artan radyasyon bitkileri, hayvanları ve toprağı etkilemekte ve dolayısıyla arazi bozunumunu teşvik etmektedir.

Ozon tabakası, topraktaki majör biyolojik işlemler sonucu oluşan nitroz oksitler tarafından tahrip edilmektedir. Reaksiyonun basamakları aşağıdaki gibidir:

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2 \quad (1)$$

$$N_2O \xrightarrow{h\nu} N_2 + O \quad (2)$$

$$NO_2 + O \longrightarrow NO + O_2 \quad (3)$$

$$O + N_2O \longrightarrow NO + NO \quad (4)$$

Nitroz oksidi yalnız denitrifikant bakteriler değil, aynı zamanda nitrifikantlar gibi topraktaki heterotrof mikroorganizmalar da metabolik ürün olarak üretmektedirler (Robert 1995).

Gök ve ark. (1999) yaptıkları çalışmalarında, toprağa yalnızca mineral azot uygulandığı zaman, uygulanan toplam mineral azotun yaz aylarında yetiştirilen mısır vejetasyonu boyunca ortalama %4.2'si, kış-ilkbahar aylarında yetiştirilen buğday vejetasyon döneminde ise ortalama %12'sinin denitrifikasyon yoluyla kaybolduğunu rapor etmişlerdir.

Türkiyede, DİE verilerine göre 1999 yılında 1,500,000 ton saf azot (=715,000,000 ton $(NH_4)_2SO_4$) gübre olarak kullanılmıştır. Azotlu gübrelerde saf azotun ortalama kg fiyatlarının 0.45 Euro olduğu düşünülürse bu miktar gübrenin değerinin 650,000,000 Euro olduğu hesaplanabilir. Bölgede kullanılan gübre miktarının yaz ve kış aylarında eşit olduğu, uygulanan toplam azotun %8'inin denitrifikasyonla kaybolduğu ve 1 kg saf azotun 0.45 Euro olduğu varsayımıyla hareket edilirse, denitrifikasyonla kaybolan azotun parasal karşılığının

1,500.000 ton N x 0.08 x 0.45 Euro/kg = 54,000,000 Euro olduğu görülür.

2.5. Baklagiller ve Önemi

Bitkilerin ana azot kaynağı atmosferdir. Bitkilerin bu kaynaktan faydalanabilmeleri için azot molekülleri arasındaki üçlü bağın ikili bağa indirgenmesi ve azotun hidrojen ve oksijenle birleşmesi gerekir. Yani bitkiler NH_3, NH_4^+ ve NO^-_3 formundaki azotu kullanabilirler (Fritsche, 1990).

Biyolojik azot fiksasyonunda baklagillerin önemli rolleri vardır. Baklagiller familyası çiçekli bitkiler içinde üçüncü en büyük familyayı oluşturur. Baklagillerin

20,000'e yakın türü vardır. Bunların 13,000' i azot fiksasyonu yapar (Anonymous, 1983).

Baklagillerde azot fiksasyonu, köklerde oluşan yumrucuklar vasıtasıyla olmaktadır. Bitkilerde azot üretim birimleri olarak görev yapan nodüllerin oluşumu ve fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri, hem bitkinin hem de nodüldeki bakterilerin genetik yapısı ve ortam koşulları (pH, ısı, ışık, nem, toprağın biyolojik ve fiziksel yapısı, besin maddelerinin durumu) ile yakından ilgilidir (Werner, 1987).

Biyolojik N_2-fiksasyonu iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan birincisi simbiyotik olmayan N_2-fiksasyonu, ikincisi ise simbiyotik N_2-fiksasyonudur (Özbek ve ark., 1993).

Topraklarda serbest yaşayan veya yüksek bitkilerle simbiyotik olarak yaşayan bazı mikroorganizmaların nitrogenaz enzimi üretme yetenekleri vardır. Bu enzim, oldukça stabil olan ve atmosferde çok yüksek oranda bulunan N_2'nin NH_3'e dönüşümünü katalize etmektedir ve bu yolla organik-N bileşiklerinin oluşumu mümkün olmaktadır (Özbek ve ark., 1993).

Yaklaşık yerkürede $4x10^{15}$ (karasal ve denizsel), atmosferde ise $2x10^{15}$ ton azot bulunur. Bunun yanında her yıl toprağa 200-300 milyon ton azot kazandırılır. Bunun %70'i biyolojik azot fiksasyonu ile, % 15'i yapay gübrelerle, % 5'i doğal gübrelerle, % 10'u çevre kirleticilerle olmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre dünyada biyolojik yolla toprağa sağlanan toplam azot $175x10^6$ ton/yıl'dır (Burns ve Hardy, 1975; Fritsche, 1985). Bunun $75x10^6$ ton'u baklagil üretim alanlarından, $8x10^6$ ton'u baklagil olmayan üretim alanlarından, $7x10^6$ ton'u çeltik alanlarından, $57x10^6$ ton'u orman, çayır vb. alanlardan, $28x10^6$ ton'u ise okyanus ve denizlerden sağlanmaktadır.

Simbiyotik azot fiksasyonunu özellikle baklagillerle ortak yaşayan *Rhizobium*'lar yapmaktadırlar (La Rue ve Paterson, 1981; Özbek ve ark., 1993). Bu gruba giren baklagillerin simbiyotik yaşam sürdükleri bitkiler ve bu bitkilere özgü bakteri türleri birbirinden belirgin olarak farklıdır. Örneğin; *R. meliloti* türü *Medicago*, *Melilotus*, *Trigonella* bitkilerinde, *R. leguminosarum* türü *Pisum*, *Vicia*, *Trifolium*, *Phaseolus* bitkilerinde, *R. etli* türü *Phaseolus vulgaris'* de, *R. galegae* türü *Galega officinalis* ve *G. orientalis*'de, *Bradyrhizobium japonicum* türü *Glycine max*'

da ve *Azorhizobium caulinodans* türü *Sesbania rostrata*' da etkindir (Martinez-Romero, 1994). Bu nedenle yeni baklagil ekimi yapılacak bir alanda, ürün artışını önemli derecede sağlayan uygun bakteri ile aşılama yapılması önemlidir.

Tarlada hasat artıklarının bırakılması toprağa azot kazandırmaktadır. Fransa'da soya sapları ve kökleri hektara 35-70 kg N/ha, son biçim yonca toprağa gömüldüğünde 50-80 kg N/ha toprak azotuna katkıda bulunmaktadır. Karışık ekimdeki bitkiye veya kendinden sonraki bitkiye yetecek miktarda baklagil köklerinden bir azot salgılanması olmamaktadır. Yani baklagil bitkileri yalnızca kendi gelişmelerini sağlamakta, başka bitkilere gelişmeleri esnasında azot vermemektedir. Eğer kullanılan toprağın azotça zenginleşmesi isteniyorsa baklagil bitkisinin tamamının veya bazı kısımlarının toprağa gömülmesi gerekmektedir (Obaton, 1983).

2.5.1. Soya Bitkisinin Tarımsal Üretimdeki Yeri ve Ekolojik Önemi

Soya binlerce yıldan beri bilinen bir bitkidir. İlk defa, Çin' deki bitkileri tanıtan kitaplarda M.Ö. 2838 yılında söz edilmiştir. Soya *Rosales* takımından *Leguminosae* familyasından, *papilionaceae* alt familyasından ve *Glycine* cinsinden olup, iki türü vardır. Bunlar, *G. ussiriensis Regel* ve *Marck* ile *G. max (L) Merril*'dir. Birinci tür daha çok kuzeyde yetişir. Asya kökenli ve yabanidir. Yaprak, çiçek, bakla ve daneleri daha küçüktür. İkinci tür ise, sadece kültüre alınmış halde tanınmaktadır (Şencan, 1991).

Ülkemizde soya, ilk defa I. Dünya Savaşı sırasında ana ürün olarak Karadeniz Bölgesi' nde yetiştirilmeye başlanmıştır (İlisulu, 1983).

1968-1970 yıllarında Akdeniz ve Ege Bölgeleri' nde, II. ürün olarak çeşit araştırmalarıyla ekilmeye başlanmıştır (Deniz, 1988).

Ülkemizde 1990-2000 yılları arasında soya ekim alanı, üretim ve verim değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Ülkemizde 1990-2000 Yılları Arasında Soya Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (DİE, 2000)

Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1990	74,000	162,000	2,189
1991	49,500	110,000	2,222
1992	46,000	95,000	2,065
1993	26,750	63,000	2,355
1994	29,000	70,000	2,414
1995	31,000	75,000	2,419
1996	20,500	50,000	2,439
1997	19,000	40,000	2,105
1998	23,000	60,000	2,609
1999	24,000	66,000	2,750
2000	15,000	44,500	2,967

Çizelge 2.2 incelendiğinde, ülkemizde soya ekiliş alanının son yıllarda, 10 yıl öncesine oranla yaklaşık %67 azaldığı dikkati çekmektedir. Bunun nedeni, elde edilen ürünün pazarlanma sorununun çözümlenmemesi olabilir. Çünkü çiftçi hangi ürün paraya çevrilebiliyorsa o bitkiyi ekme yoluna gitmektedir. Ayrıca ülkemizde tam anlamıyla üretim planlaması ya da ürün deseni seçimi yapılmamaktadır.

Türkiye' de soya tarımının en çok yapıldığı yer hiç kuşkusuz Çukurova Bölgesi'dir. Bunu sırasıyla Samsun, İçel, Hatay, Kahramanmaraş, Sakarya ve Antalya izlemektedir (DİE, 2000). Dünyada ise soya üretiminin yaklaşık yarısı A.B.D.'de yapılmakta, bunu sırasıyla Brezilya, Çin, Arjantin, Hindistan, Endonezya ve Kanada izlemektedir. Türkiye ise bu sıralamanın en sonunda yer almaktadır (FAO, 1998).

Adana ilinde 1990-2000 yılları arasında soya ekim alanı, üretim ve verim değerleri Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Adana'da 1990-2000 Yılları Arasında Soya Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (DİE, 2000)

Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1990	61,219	134,320	2,194
1991	40,493	93,609	2,312
1992	39,956	81,297	2,035
1993	19,642	48,222	2,455
1994	23,256	57,739	2,483
1996	16,084	41,167	2,560
1997	10,589	20,986	1,982
1998	13,450	36,964	2,748
1999	15,354	46,304	3,016
2000	7,277	22,084	3,035

Dünyadaki soya üretiminin, gerek besinsel özellikleri gerekse sanayide ham madde olarak kullanımı nedeniyle, hem üretim alanlarının artması hem de verim artışını sağlayan kriterlerin iyileştirilmesi sonucu gelecek yıllarda daha da artacağı tahmin edilmektedir (Keyser ve Li, 1992).

Soyadan elde edilen ürünler benzerlikleri dikkate alınmadan tek tek sayılacak olursa 150'yi aşan kullanım yerine sahip olabilir. Bunlar, et benzeri maddeler, şekerleme ve içeceklerde köpürtücü ve kabartıcı maddeler, pastacılıkta, solak denilen yapay süt ve bundan elde edilen peynir, yoğurt ve salça yapımında, kavrularak tuzlu çerez, yangın söndürücü madde, kağıt ve kumaşta dolgu maddeleri ve elyaf yapımında, ham soya yağından sterols yağ asitleri ve gliserin elde edilmesi, rafine edilmiş soya yağından matbaa mürekkebi, plastik maddeler, sabun, macun ve buna benzer endüstrideki diğer kullanımları olarak sayılabilir (Deniz, 1988; Arıoğlu, 1989; İşler, 1992).

2.5.2. Mikrobiyel N_2-Fiksasyonu ve Etkileyen Faktörler

Simbiyotik azot fiksasyonu nitrat'ın (NO^-_3) varlığında engellenmektedir. Nitrogenaz enziminin aktivitesi büyük olasılıkla nitrattan etkilenmektedir. Nitratın varlığında azot fiksasyonunun engellenmesi, nitrat redüktaz aracılığıyla nitrattan oluşturulan nitritin nodülde birikmesinden dolayıdır (Drevon ve ark., 1988).

Tek yıllık baklagillerden danesi için yetiştirilen (bezelye, fasulye, yer fıstığı gibi) baklagillerin toprağın azot içeriğini artırmadıkları ve kendilerinden sonra gelen ürüne önemli bir etki yapmadıkları çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir (Russel, 1961; Yalı, 1993).

Toprağa bağlanıp yararlı hale gelebilen, diğer bir deyişle fikse edilen azot miktarını etkisi altında tutabilen faktörler simbiyotik bileşenlerdeki genetik uyum ve ürün miktarını sınırlayan diğer faktörler olarak bilinmektedir. Simbiyotik sistemin işlerlik kazanmasında, aşılamanın başarılı olup olmadığı, aşılanan bakterilerin daha önceden toprakta var olan bakterilerle rekabete girip, üstünlüğünün ölçülmesiyle, konukçu bitkinin azot isteği ve toprakta alınabilir (yarayışlı) azot miktarı ile kontrol edilebilir. Azot fiksasyonunda *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterilerinin doğal gelişimleri ve gelişmiş aşılama tekniklerinin yanında, konukçu bitki genotiplerinin de iyileştirilmesiyle simbiyotik sistemdeki azot kazancı daha da artırılabilir (Keyser ve Li, 1992).

Toprak ekosisteminde, simbiyotik azot fiksasyonuna toprağın inorganik besin elementi içeriği, pH, nem içeriği, sıcaklık ve simbiyotik bileşenlerin genotipik özellikleri gibi faktörler etkili olmaktadır (Anonymous, 1983).

Baklagiller tarafından simbiyotik yolla tesbit edilen azot miktarı ise dekar başına, yaklaşık olarak 10-20 kg arasında bulunmaktadır. İyi şartlar altında soya - *Bradyrhizobium japonicum* ikilisi simbiyotik yolla 300 kg/ha.yıl düzeyine yakın azot fikse edebilirler (Keyser ve Li, 1992).

Özbek ve ark. (1993)' nın bildirdiklerine göre Jenkinson (1977), Broodbalk' ta devamlı buğday ekimi yapılan bir denemede sıfır azot dozlu parsellerde simbiyotik olmayan N_2 fiksasyonunun 23-29 kg N/ha.yıl olduğunu belirlemiştir.

Yine baklagiller aracılığıyla fikse edilen azot miktarının 70-100 kg/ha.yıl (bezelye ve fasulye) ile 300 kg/ha.yıl (üçgül ve yonca) arasında olduğu belirlenmiştir (Postgate, 1982).

Gök ve ark. (1995)' nın yaptıkları bir çalışmada bazı baklagil yeşil gübre bitkilerinin kontrol toprağına oranla toprağa kazandırdıkları azot miktarının bitki ve uygulama şekline göre 7.5 ile 13.0 kg N/da arasında değiştiği saptanmıştır.

Gök ve Martin (1993) tarafından yapılan farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın soya, üçgül ve fiğde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisi adlı çalışmada, yine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bakteri aşılamasının soya ve üçgülde N_2 fiksasyonunu, bitki kuru madde ağırlığını önemli ölçüde artırdığı, fiğde ise izole edilen suşların etkin olmaması nedeniyle önemli bir etkide bulunmadığı gözlenmiştir. Ayrıca denemeye alınan suşların gerek nodül oluşumu, gerekse azot fiksasyonu ve kuru madde oluşturma yönünden etkilerinin spesifik olduğu görülmüştür.

Gök ve Sağlamtimur (1991), bakla, fiğ ve üçgülün yer aldığı tarla denemesinde asışız koşullarda bitki türüne göre değişmekle beraber 10-23 kg/da N bağlandığını, bağlanan bu azotun önemli bir kısmının ise 2-3 aylık sürede (Çukurova koşullarında) mineralize olduğunu bildirmişlerdir.

Kucey ve ark. (1988), Thai topraklarında N_2-fiksasyonunda kullanılan B. japonicum izolatlarının belirlenmesi amacıyla kontrollü koşullarda ve tarla şartlarında denemeler yürütmüşlerdir. ^{15}N yöntemiyle yapılan ölçümlerde, bakteri izolatlarına bağlı olarak 32-161 kg N/ha düzeylerinde N_2-fiksasyonu gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu çalışma ile aynı zamanda etkili *B. japonicum* izolatlarıyla soyanın aşılanmasının fiksasyon sırasında bitkilerin azot alımını da dikkati çeker düzeyde artırdığı görülmüştür.

Kültüre alınmış alanlarda fikse edilen azotun en önemli kaynağı *Rhizobium*-baklagil ortaklaşmasına dayanmaktadır. Simbiyotik azot tesbiti ile dünya azot kazancının, 75 milyon ton.yıl'ın üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Tarımsal sistemde ortalama azot fiksasyonu 10-30 kg N/da.yıl olup, ancak iyi gelişme koşulları, konukçu bitkinin uygunluğu ve en iyi izolatların seçimiyle 40-60 kg N/da.yıl değerine çıkabilmektedir (Drevon, 1983; Werner, 1987).

Obaton (1983)' a göre bir baklagil bitkisi genellikle hektara 200-300 kg N tesbit etmektedir. Bu değer toprak doğal olarak azotça fakir ve bitki gelişimi iyi olduğunda alınmaktadır. Buna karşın sık görülmemekle beraber organik maddenin mineralizasyonu veya gübreleme yoluyla toprağa hazır azot gelirse ve baklagil bitkisi de yeterli azot fiksasyonu yapmazsa mevcut azot baklagil bitkisi tarafından tüketilmektedir. Buna ek olarak bitki azotunun % 60-90 kadarı hasatla uzaklaşmaktadır.

Rennie ve Dubetz (1987), Kuzey Kanada'da bazı baklagillerle fikse edilen azot miktarını saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada; bakla, bezelye, nohut ve mercimekte fikse edilen azot miktarını sırasıyla 21.6 kg N/da, 18.5 kg N/da, 17.6 kg N/da ve 8.4 kg N/da olarak bulmuşlardır. Buna ilave olarak fikse edilen azot miktarının, kullanılan toplam azot miktarına oranı ise baklada %85, notutta %82, bezelyede %79 ve mercimekte %67 şeklinde belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

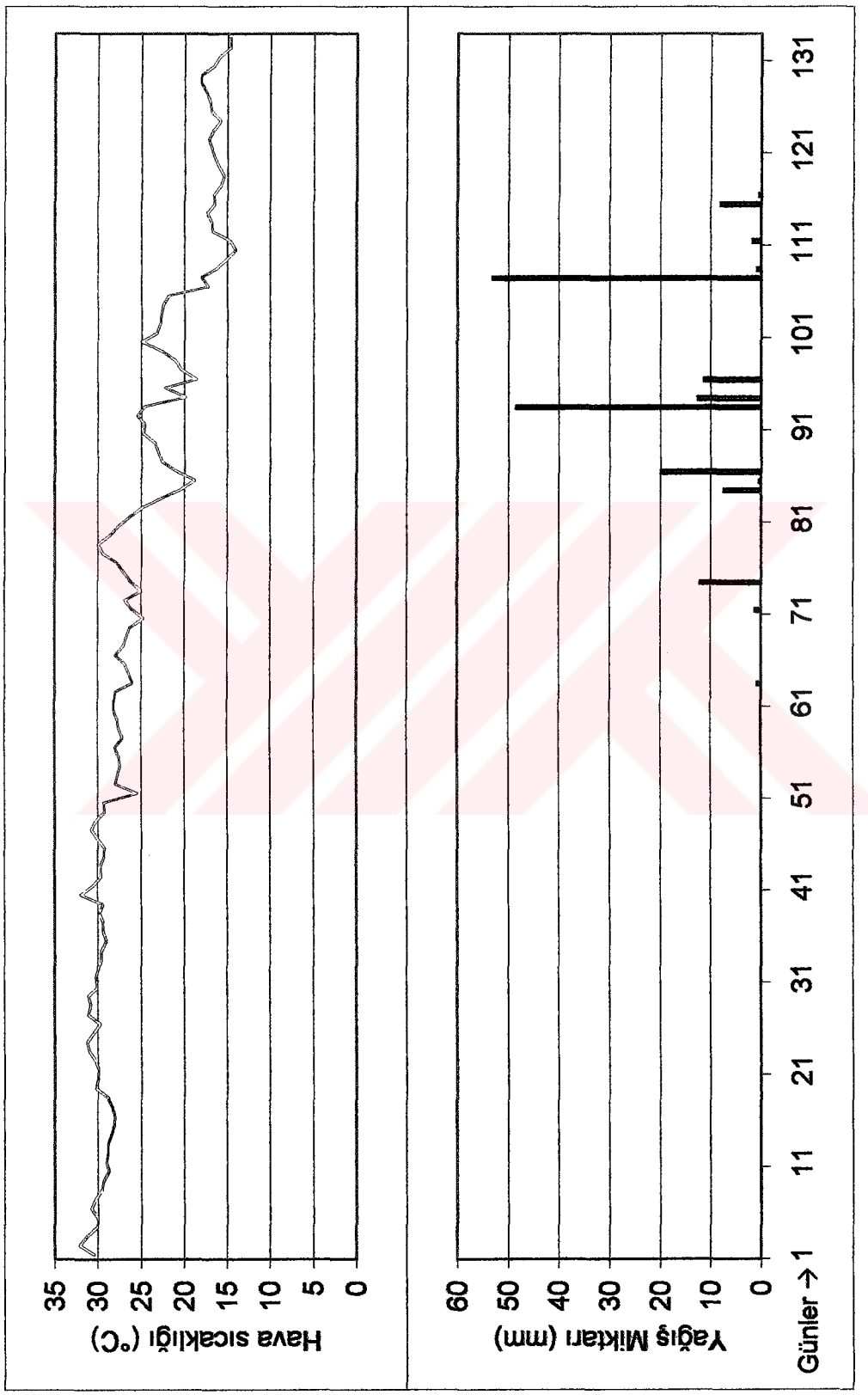
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

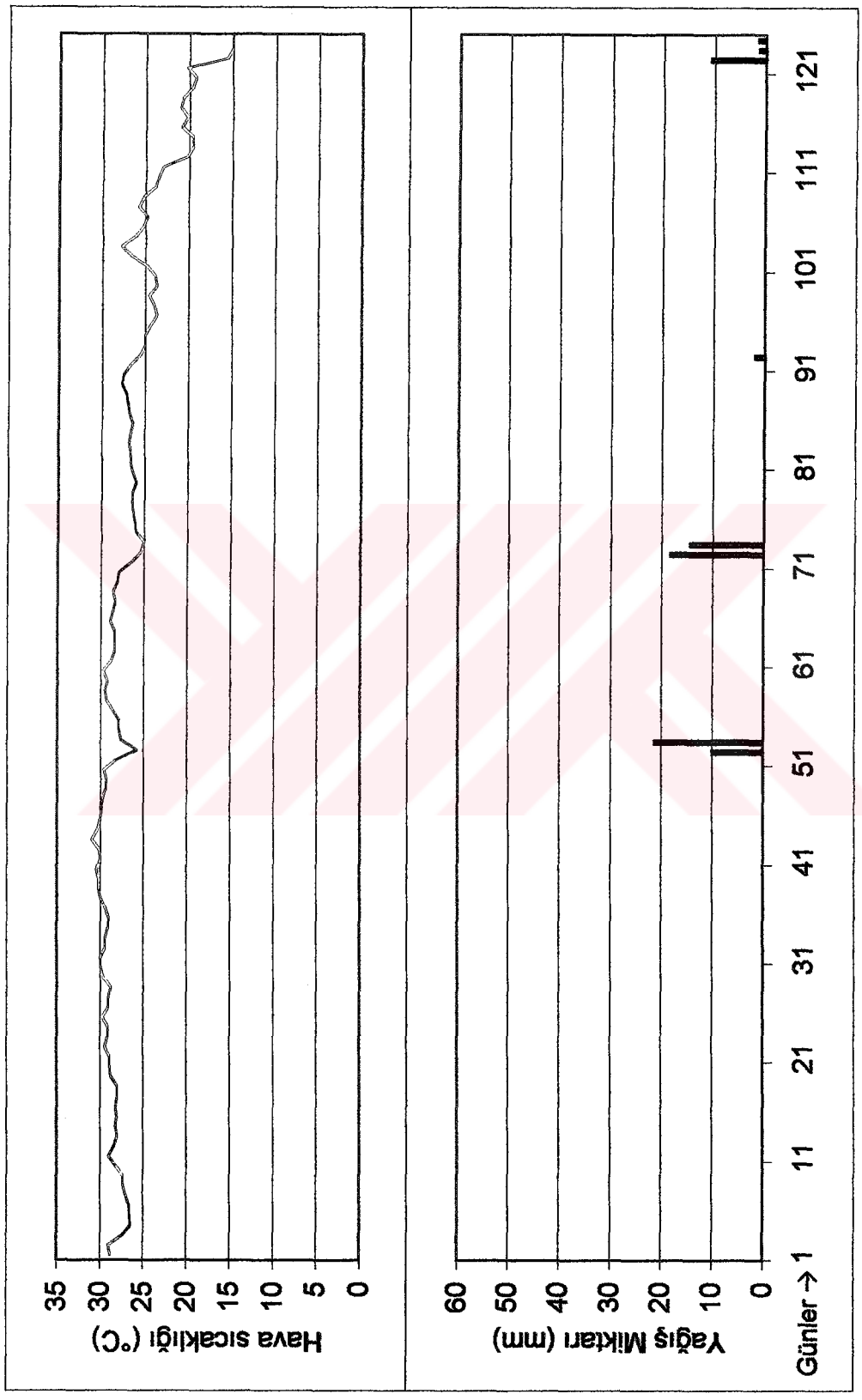
Deneme, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma İstasyonunda Arık serisinde 2 yıl boyunca yürütülmüştür. Arık serisi toprakları oldukça yaşlı aluviyal depozitler üzerinde oluşmuş Vertisol'lerdir. Düz veya düze yakın topografyalarda yer alırlar. Derinlikleri fazladır. Bütün profilde yüksek oranda ince kil içerirler. Kireç içerikleri yüksektir. Renkleri koyu kahve ve koyu sarımsı kahvedir. Kurak yaz aylarında, solumun derinliklerine kadar inen dikey ve yatayla 60° lik açılar yapan parlak sürtünme yüzeyli geniş çatlaklar bulundururlar (Özbek ve ark., 1974).

3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Çukurova Bölgesi yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Thorntwaite göre bölge kurak, az nemli 3. derecede mesotermal, su fazlası çok ve kışın olan, denizsel iklim tipine girmektedir (Toprak-Su, 1974). Yıllık ortalama oransal nem % 66 ve yıllık ortalama yağış miktarı 647 mm civarındadır. Deneme süresince, deneme alanına yakın meteoroloji istasyonunda tespit edilen ortalama hava sıcaklığı ve günlük yağış miktarları birinci ve ikinci yıl için sırasıyla Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme Alanında Tesbit Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı ve Günlük Yağış Miktarları (2000)



Şekil 3.2. Deneme Alanında Tesbit Edilen Ortalama Hava Sıcaklığı ve Günlük Yağış Miktarları (2001)

3.1.3. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri

Deneme, daha önce de belirtildiği gibi Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde kurulmuştur. Deneme kurulmadan önce, deneme öncesi toprak örneklemesi yapılmış ve bu topraklarda çeşitli rutin analizler yapılarak toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen değerler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kum	Silt	Kil	Bünye	Org. Mad.	Nt	KDK	$CaCO_3$
----% ----			Sınıfı	%	%	me/100 g	%
30.8	35.3	33.9	CL	1.27	0.072	22.2	24.2

pH (1:1 H_2O)	Tuz %	Nmin kg/da	P_2O_5 kg/da	K_2O kg/da	Fe mg/kg	Zn mg/kg
7.54	0.045	2.03	4.65	61.14	4.84	0.48

3.1.4. Denemede Kullanılan Organik Substratlar ve Soya Tohumu Çeşidi

Denemede organik substrat olarak, Adana Tekel Yaprak Tütün İşletmesi'nden temin edilen tütün atığı kullanılmıştır. Farklı 2 dozdaki tütün atığı, buğday hasadı sonrası tarlada kalan anızın yakılması ve yakılmayıp olduğu gibi bırakılması sonucu oluşturulan parsellere uygulanmıştır. Ayrıca denemede, tütün atığı uygulanmayan, anızı yakılmış ve yakılmamış parseller de yer almıştır.

Denemenin her iki yılında kullanılan tütün atığı ile anızlı parsellerde hasat sonrası toprakta olduğu şekliyle bırakılan buğday anızının C, N içerikleri ile C/N oranları Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Tütün Atığı ve Buğday Anızının C, N İçerikleri ile C/N oranları

		N (%)	C (%)	C/N
Tütün Atığı	1. Yıl	2.6	42.6	16
	2. Yıl	2.5	41.3	17
Buğday Anızı	1. Yıl	0.5	40.3	81
	2. Yıl	0.6	42.9	73

Denemede II. ürün soya çeşidi olarak Sa88 kullanılmış ve tohumlar 1809 nolu *Bradyrhizobium japonicum* bakteri suşu ile aşılanmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Denemenin Kurulması, Deneme Planı ve Deneme Süresince Yapılan İşlemler

Toprak Bölümü Araştırma İstasyonundaki deneme alanına ön bitki olarak 1999 Kasım ayında buğday bitkisi ekilerek deneme alanı soya ekimi için hazırlanmıştır. 2000 yılı Haziran ayı başlangıcında buğday hasadından sonra tesadüf blokları deneme desenine göre hazırlanarak 2.8 x 6 m boyutlarındaki parsellere 3'er paralelli olacak şekilde aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır.

1.Anızlı Kontrol

2. " Tütün A

3. " Tütün B

4.Anızsız (anız yanmış) Kontrol

5. " " " Tütün A

6. " " " Tütün B

Tütün A 500 kg/da, Tütün B 1000 kg/da dozlarında uygulanmıştır "Anızlı" parseller, buğday hasadı sonrası toprakta kalan anızın yakılmayıp, olduğu gibi bırakıldığı parsellerdir. "Anızsız" (Anız yanmış) parselleri ise, buğday hasadı sonrası anızın yakıldığı parsellerdir. "Anızsız Kontrol" uygulaması, anızın yakıldığı, herhangi bir organik gübre uygulamasının yapılmadığı uygulamadır. "Anızlı

Kontrol" uygulaması da, yine hasat sonrası kalan anızın yakılmayıp olduğu gibi bırakıldığı ve herhangi bir organik gübre uygulamasının yapılmadığı uygulamadır.

Uygulamalardan sonra tüm parsellere II. ürün soya ekimi yapılmıştır. Soya ekimi öncesi, tohumlara, YMA besiyerinde üretilen *B. japonicum* bakterisi aşılanmıştır. Hazırlanan parsellere soya ekimi öncesi 20 kg/da Triple Süper Fosfat (8.74 kg/da P_2O_5), teşvik azotu olarak 3 kg/da N [$(NH_4)_2SO_4$] uygulanmıştır. Denemenin 1. yılında soya ekimi 04.07.2000 tarihinde, ikinci yılında ise 02.07.2001 tarihlerinde yapılmıştır. Denemenin birinci yılında 05.07, 17.07, 31.07, 14.08, 28.08, 12.09 ve 30.09 tarihlerinde olmak üzere 7 kez, ikinci yılında ise 05.07, 18.07, 25.07, 05.08, 21.08 ve 17.09 tarihlerinde olmak üzere 6 kez yağmurlama sulama yapılmıştır.

3.2.2. Bakteri Üretimi ve Aşılama

Denemede, yurt dışından temin edilmiş olan 1809 nolu bakteri suşu yenilenmek amacıyla, önce petri kutularına hazırlanmış olan Yeast Mannitol Agar (YMA) besi ortamına birkaç defa aşılanarak üremeye bırakılmış, bunlardan alınan koloniler daha sonra tekrar eğik besiyerine aşılanarak buzdolabında (+4°C'de) saklanmıştır. Çizelge 3.3.'te YMA besiyerinin bileşimi verilmiştir.

Çizelge 3.3. YMA Besi Ortamının Bileşimi (Jordan, 1984)

	g/litre
Mannitol	10.0
K_2HPO_4	0.5
KH_2PO_4	0.5
$MgSO_4$	0.2
NaCl	0.1
$CaCl_2$	0.02
NH_4Cl	0.1
Hefeextrakt	0.5
Agar	15.0
Mikroel. çöz.	0.5 ml
Fe-sequestren	2.0 ml
Destile su	1000 ml
pH = 6.8-7.0	

Mikroelement çözeltisi	g/litre
$CuSO_4.5H_2O$	0.08
$ZnSO_4.7H_2O$	0.29
H_3BO_3	1.86
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.121
$CoSO_4.7H_2O$	0.053
$MnSO_4.4H_2O$	2.23

Eğik besiyerine alınan *B. japonicum* suşu ekimden 5-6 gün önce erlenlerdeki sıvı besiyerine (150 ml) aşılanarak, 30°C'de, mekanik çalkalayıcıda sürekli çalkalanarak 5-6 gün üremeye bırakılmış, bu şekilde 6 erlen aşılama materyali elde edilmiştir. Sözü edilen 6 erlen, 80 gr şeker ve 200 gr peat yardımıyla, ekimin yapılacağı gün tohumlara bulaştırılmıştır.

3.2.3. Deneme Süresince ve Sonrası Yapılan Ölçüm ve Analizler

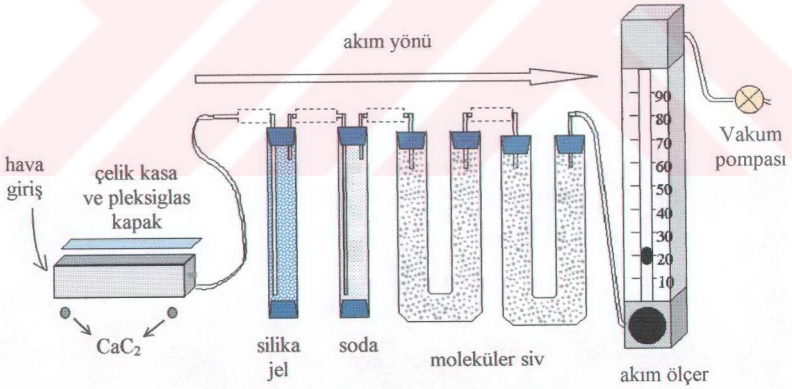
Deneme kurulduktan sonra, toprakta N mineralizasyonu belirlemek amacıyla belirli dönemlerde, özellikle sulamaları takip eden günlerde (10-15 günde), 0-20, 20-40, 40-60 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır.

Her uygulama parselinden alınan toprak örneklerinde nitrat, nitrit, amonyum analizleri yapılmıştır. Biyolojik aktivitenin göstergesi olarak yüzey topraklarında (0-20 cm) dehidrogenaz enzimi aktivitesi ile CO_2 üretimi değerleri belirlenmiştir. Yine sözü edilen toprak örneklemesi sırasında tüm parsellerden denitrifikasyon yoluyla oluşan azot kaybını belirlemek amacıyla Bölüm 3.2.4.'te detaylı olarak anlatılan "Asetilen İnhibisyon Yöntemi" ile gaz örnekleri alınmış ve bu gaz örnekleri laboratuvarda G.C. kullanılarak analiz edilmiştir (Benckiser ve ark., 1995). Böylece topraktan denitrifikasyon yoluyla kaybolan azot miktarı bulunarak yılda dekara verilen azotlu gübrelerin ne kadarının denitrifikasyon yoluyla kaybolduğu hesaplanmıştır. Ölçüm günlerinde, ölçüme başladıktan sonraki maksimum hava sıcaklığı, 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerdeki maksimum toprak sıcaklıkları ölçülmüştür.

3.2.4. Asetilen İnhibisyon Tekniği İle Arazide Denitrifikasyon Kaybının (N_2O) Belirlenmesi

Bu çalışmada kullanılan yöntemin adı Asetilen İnhibisyon Yöntemi olup, yöntemin esası, toprakta denitrifikasyon olayı süregelirken N_2O'nun N_2'ye dönüştüğü basamağın asetilen gazı tarafından kesilmesi ve N_2O'nun bloke edilmesi, biriktirilmesi ve N_2O miktarının tespit edilmesidir. Toprakta %0.2 ile %1

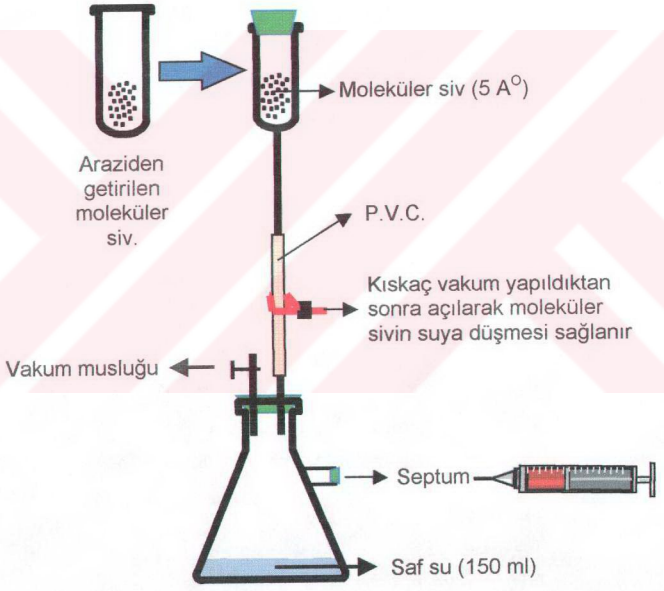
konsantrasyonda asetilen gazı bulunduğu zaman mikroorganizmalardaki N_2O redüksiyonu tamamen inhibe edilir. Bu amaçla parsellere 50x10 cm boyutundaki çelik kasalar, toprağın içerisine 5 cm girecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu kasanın dört bir tarafına (5 cm uzaklığına) asetilen kaynağı olarak kullanılan CaC_2 + vazelin + parafin karışımı 20 cm derinliğe gömülmüştür. CaC_2, parafin ve vazelin karışımının oranları sırasıyla 100:15:10'dur. CaC_2, parafin ve vazelin karışımı hazırlanırken önce CaC_2 1-5 mm çapında olacak şekilde kırılmış, parafin ve vazelinle karıştırıldıktan sonra parafin erime sıcaklığına kadar ısıtılarak iyice karıştırılmıştır. Daha sonra soğumaya bırakılan bu karışım soğuma sırasında da karıştırılarak homojen olması sağlanmıştır. Karışım katılaşmaya başladığında 12-13'er gram olacak şekilde el ile küre haline getirilmiştir. Bu granüle kimyasal, toprak nemi ile reaksiyona girerek asetilene dönüşmektedir. Granülleri koyduktan 1-3 saat sonra kasaların açık olan deliklerinden birine (hava çekmek için) sırasıyla; hava nemini tutmak için silika jel, CO_2'i tutmak için soda, N_2O'yu tutmak için moleküler tutucu (siv), akım ölçer ve vakum pompası bağlanmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Denitrifikasyon Ölçümünde Arazide Kullanılan Ölçüm Düzeneği

Çelik kasa içerisindeki hava, 20 lt/saat hızla, 5 saat boyunca düzenekten geçirilerek N_2O gazı moleküler sivde tutulmuştur. Beş saatin sonunda içerisinde moleküler siv bulunan "U" biçimindeki cam borular labaratuvara getirilmiş ve özel

olarak hazırlanmış düzenekte vakum altında 150 ml saf suyun içerisine konmuştur (Şekil 3.4). Moleküler tutucuların suyla temasından 2 saat sonra düzeneğin atmosferinden enjektörle alınan 0.5 ml örnek G.C.'de, ECD (Electron Capture Detector) kullanılarak analiz edilmiştir. Ölçüm sırasında taşıyıcı olarak N_2 gazı kullanılmıştır. Sıcaklıklar, injector için 60 °C, fırın için 54 °C ve detektör için 300 °C olarak ayarlanmıştır. Ölçümler sonunda ng olarak tesbit edilen değerler kg N-N_2O/da.yıl çevrilerek yılda 1 da alandan kg olarak kaybolan azot miktarı bulunmuştur.



Şekil 3.4. Denitrifikasyon Ölçümünde, Laboratuvarda Kullanılan Ölçüm Düzeneği

3.2.5. Deneme Öncesi ve Sonrası Yapılan Bitki ve Toprak Analizleri

3.2.5.1. Bitki Analizleri

Total Karbon Tayini

Denemede kullanılacak organik atıkların karbon içeriğini belirlemek amacıyla alınan örneklerde modifiye edilmiş Lichterfelder yaş yakma yöntemine göre karbon tayini yapılmıştır (Schlichting ve Blume, 1966).

Total Azot Tayini

Denemede kullanılacak organik artıkların ve soya danesinin azot içeriğini belirlemek için alınan örneklerde Kjeldahl yöntemine göre total N analizi yapılmıştır (Bremner, 1965).

3.2.5.2. Toprak Analizleri

Deneme öncesi, deneme alanından alınan toprak örneklerinde bazı rutin analizler ile deneme boyunca, soya hasadına kadar her parselden alınan toprak örneklerinde bazı mikrobiyolojik analizler (CO_2 üretimi ve Dehidrogenaz enzim aktivitesi) yapılmıştır. Toprak örneklerinde yapılan analizler aşağıda verilmiştir.

Tekstür

Toprakların bünye analizleri, Bouyoucos (1951) tarafından esasları verilen, hidrometre yöntemiyle yapılmıştır.

Kireç

Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Çağlar, 1949).

Organik Madde

Modifiye edilmiş Lichterfelder yaş yakma yöntemine göre yapılmıştır (Schlichting ve Blume, 1966).

Total Tuz

Örneklerin doygunluk çamurları hazırlanarak toprak suyu ekstraksiyonları vakum yoluyla çıkarılmış ve bu ekstraktlarda total tuz Wheatstone köprüsü yöntemi ile saptanmıştır (U.S. Salinity Labaratory Staff, 1954).

Toprak Reaksiyonu (pH)

Cam elektrodlu Beckman pH metresiyle ölçülmüştür (U.S. Salinity Labaratory Staff, 1954).

Yararlı Fosfor

Olsen (1954)' in tanımladığı yönteme göre analiz edilmiştir. Ekstraktta oluşan renk Kaya (1982)' nın tanımladığı şekilde giderildikten sonra fosfor kolorimetrik olarak Murphy ve Riley (1962)' in yöntemiyle belirlenmiştir.

Mineral Azot (Nmin)

Toprakların mineral azot içeriğini bulmak için deneme öncesi 2 mm' den geçirilmiş toprak örneklerinde, deneme sırasında ise belirli aralıklarla yapılan ölçüm dönemlerinde alınan ve uygun koşullarda laboratuvara getirilen taze toprak örneklerinde nitrat, nitrit ve amonyum tayinleri yapılmıştır. Nitrat; Na-salicylat (Fabig ve ark., 1978), Nitrit; Naphtylamin (Nicholas ve Nason, 1957), Amonyum; Na-nitroprussid (Deutsche Einheitsverfahren, 1983) yöntemine göre analiz edilmiştir.

Biyolojik Analizler

Yüzey topraklarında biyolojik aktivitenin göstergesi olarak yapılan analizlerden dehidrogenaz, Thalman (1967)'e, CO_2 üretimi, Isermayer (1952)'e göre yapılmıştır.

3.2.6. İstatistiki Değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuş, Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. Varyans analizleri bölünmüş parseller deneme deseni modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Anız yakımı ve farklı dozlardaki tütün atığı uygulamalarının tarla koşullarında toprağın mineral azot içeriğine, denitrifikasyonla azot kaybına, biyolojik aktivite parametrelerine (CO_2 üretimi ve dehidrogenaz enzimi aktivitesi), kök ve kök üstü biyomas verimi ile dane verimine ve kök, kök üstü ve dane azot içeriklerine etkisine yönelik 2 yıl süreyle yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda ilgili alt başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Toprağın Mineral Azot İçeriğine Etkisi

Anız yakımı ve faklı dozlardaki tütün atığı uygulamalarının toprağın mineral azot içeriğine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, farklı derinliklerden (0-20, 20-40, 40-60 cm) alınan toprak örneklerinde nitrat, nitrit ve amonyum azotu analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem 0-60 cm toplam derinlik için hem de 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinlikler için ayrı ayrı olmak üzere kg/da cinsinden, uygulama sonrası günler itibariyle Çizelge 4.1.-4.16. ve Şekil 4.1.-4.17'de verilmiştir.

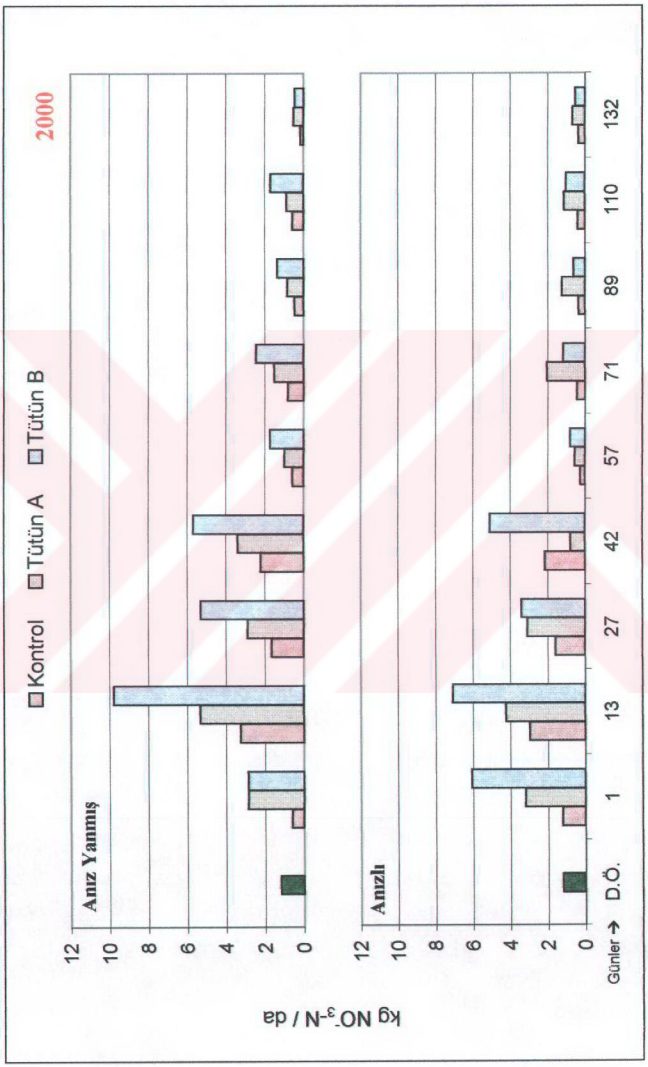
Denemenin birinci ve ikinci yılına ait topraktaki nitrat azotu miktarları değerleri sırasıyla Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de, bu değerlere ait akış diyagramları ise Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de görülmektedir. Toprağın amonyum azotu içeriğine yönelik denemenin birinci ve ikinci yılına ait değerler ise sırasıyla Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.'te, akış diyagramları yine sırasıyla Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te görülmektedir. Alınan toprak örneklerinde nitrit analizi yapılmış ancak, nitrit değerleri sıfır ve sıfıra yakın sonuçlar verdiğinde Çizelgelere alınmamıştır.

Uygulamaların toprağın nitrat azotu içeriğine etkisine yönelik, denemenin birinci yılı değerleri incelendiğinde, denemenin ilk 4 ölçüm döneminde (42. güne kadar) mineralizasyonun diğer ölçüm dönemlerine oranla oldukça yoğun olduğu görülmüştür. Mineralizasyonu yoğun olduğu 1. ve 42. ölçüm günlerini içine alan

Çizelge 4.1. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2000)

		1. Gün*	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.60	3.26	1.66	2.22	0.58	0.81	0.45	0.56	0.15	**1.14** d
	Tütün A	2.85	5.32	2.87	3.38	0.98	1.51	0.83	0.88	0.50	**2.12** c
	Tütün B	2.86	9.77	5.30	5.66	1.73	2.44	1.36	1.69	0.46	**3.47** a
Ort. (A. yanmış)		2.10 d-f	6.12 a	3.28 cd	3.75 bc	1.09 fg	1.59 e-g	0.88 fg	1.04 fg	0.37 g	**2.25** A
Anızlı	Kontrol	1.21	2.99	1.57	2.16	0.25	0.44	0.34	0.40	0.34	**1.08** d
	Tütün A	3.21	4.25	3.09	0.77	0.55	2.03	1.23	1.12	0.66	**1.88** c
	Tütün B	6.06	7.07	3.41	5.09	0.80	1.16	0.62	1.01	0.52	**2.86** b
Ort. (Anızlı)		3.50 c	4.77 b	2.69 c-e	2.67 c-e	0.53 g	1.21 fg	0.73 g	0.84 fg	0.51 g	**1.94** A
Ortalama		**2.80** B	**5.44** A	**2.98** B	**3.21** BC	**0.81** C	**1.40** C	**0.80** C	**0.94** C	**0.44** C	

* Deneme öncesi toprağın nitrat içeriği 1.18 kg NO^{-}_{3}-N/da'dır.

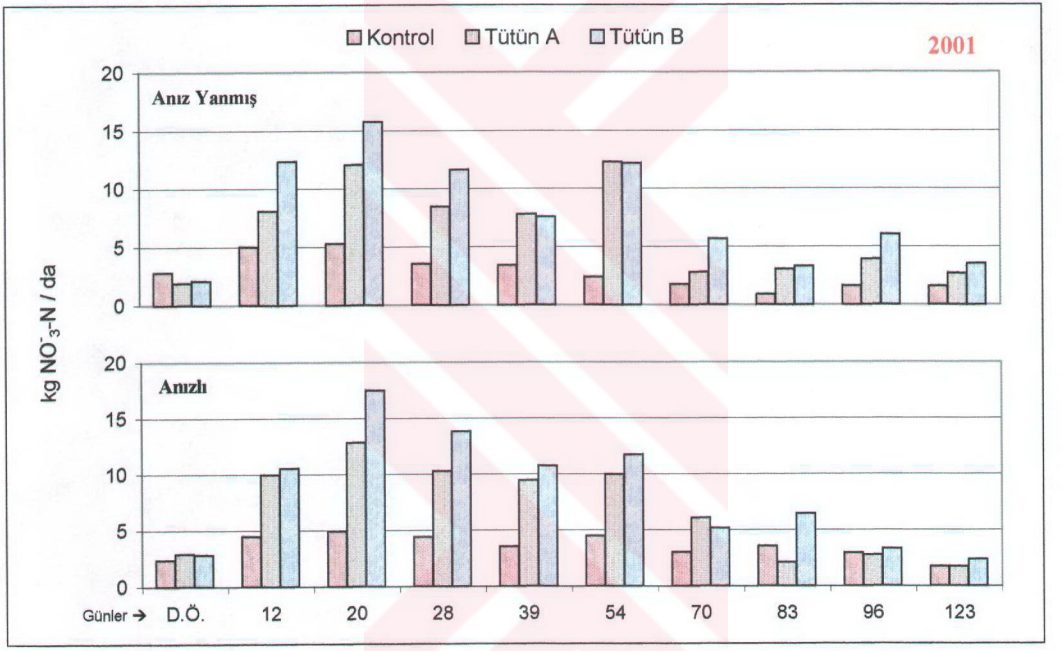


Şekil 4.1. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.2. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	2.81	4.97	5.27	3.51	3.40	2.39	1.75	0.87	1.63	1.59	**2.82** c*
	Tütün A	1.90	8.04	12.05	8.43	7.77	12.26	2.78	3.03	3.87	2.69	**6.77** b
	Tütün B	2.08	12.33	15.75	11.60	7.55	12.18	5.64	3.29	6.02	3.53	**8.65** a
Ort. (A. yanmış)		2.26	8.45 c	11.02 ab	7.85 cd	6.24 de	8.94 c	3.39 f-h	2.40 gh	3.84 f-h	2.60 gh	6.08 A
Anızlı	Kontrol	2.37	4.47	4.91	4.39	3.53	4.48	3.00	3.55	2.93	1.71	**3.66** c
	Tütün A	2.91	9.95	12.81	10.26	9.44	9.96	6.09	2.12	2.74	1.73	**7.23** b
	Tütün B	2.81	10.55	17.49	13.81	10.72	11.73	5.14	6.43	3.31	2.36	**9.06** a
Ort. (Anızlı)		2.69	8.32 c	11.74 a	9.49 bc	7.90 cd	8.72 c	4.74 ef	4.03 fg	2.99 f-h	1.93 h	6.65 A
Ortalama		**2.48**	**8.38** B	**11.38** A	**8.67** B	**7.07** B	**8.83** B	**4.07** C	**3.22** C	**3.41** C	**2.27** C	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

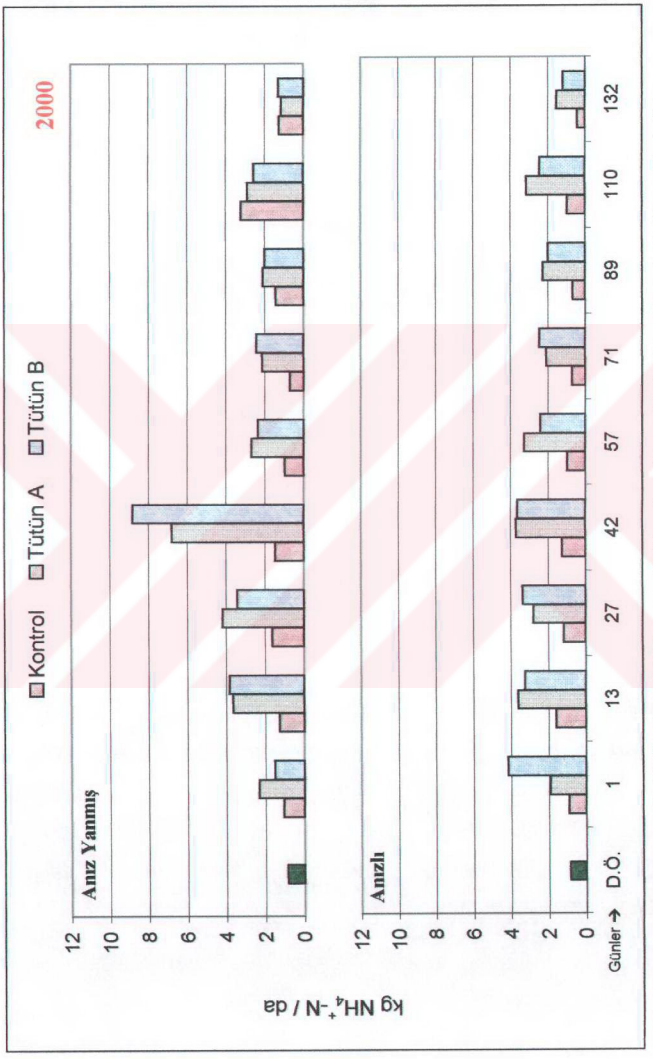


Şekil 4.2. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.3. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2000)

		1. Gün*	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	1.05	1.27	1.62	1.46	0.96	0.69	1.44	3.22	1.25	**1.44** c
	Tütün A	2.34	3.66	4.18	6.78	2.67	2.14	2.08	2.87	1.15	**3.10** a
	Tütün B	1.52	3.82	3.43	8.81	2.35	2.42	2.00	2.55	1.30	**3.13** a
Ort. (A. yanmış)		1.64 hı	2.92 bc	3.08 b	5.68 a	1.99 e-h	1.75 g-ı	1.84 f-h	2.88 bc	1.23 ıj	**2.56** A
Anızlı	Kontrol	0.91	1.60	1.17	1.25	0.95	0.70	0.67	0.96	0.40	**0.96** d
	Tütün A	1.92	3.60	2.80	3.70	3.27	2.08	2.27	3.13	1.54	**2.70** b
	Tütün B	4.15	3.25	3.37	3.63	2.40	2.45	1.99	2.42	1.19	**2.76** b
Ort. (Anızlı)		2.33 d-f	2.82 b-d	2.44 c-e	2.86 b-d	2.21 e-g	1.74 g-ı	1.64 hı	2.17 e-h	1.04 j	**2.14** B
Ortalama		**1.98** D	**2.87** B	**2.76** B	**4.27** A	**2.10** CD	**1.75** D	**1.74** D	**2.52** BC	**1.14** E	

* Deneme öncesi toprağın amonyum içeriği 0.85 kg NH^{+}_{4}-N/da'dır.

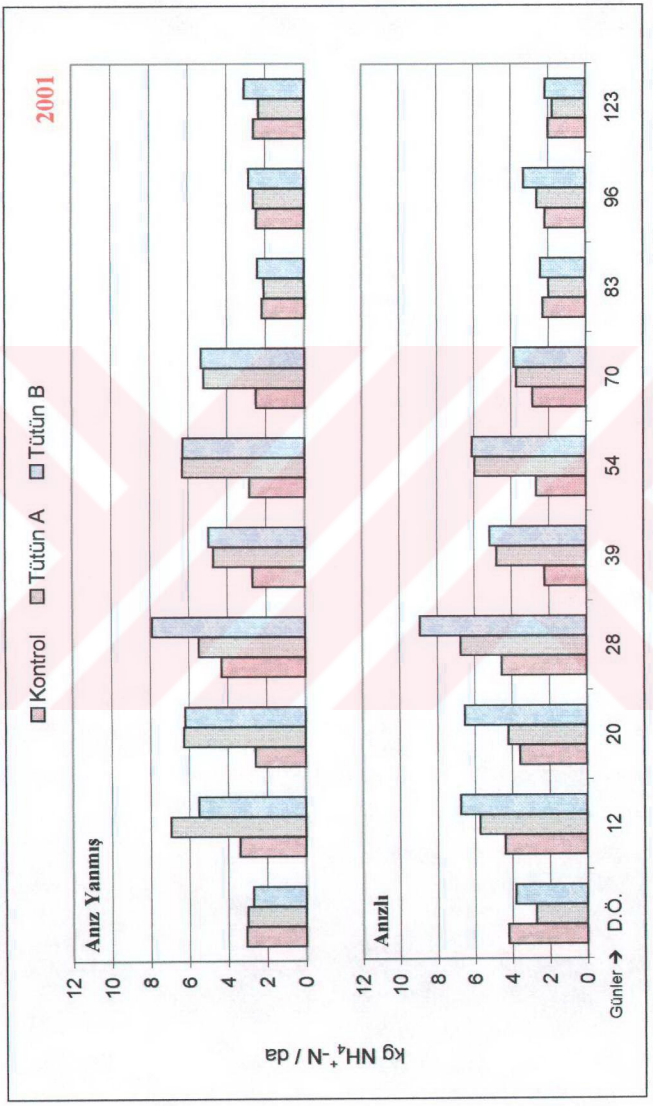


Şekil 4.3. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.4. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	3.06	3.39	2.57	4.30	2.68	2.83	2.49	2.18	2.43	2.58	**2.83** c*
	Tütün A	2.99	6.93	6.27	5.48	4.69	6.32	5.19	2.07	2.59	2.33	**4.65** ab
	Tütün B	2.69	5.50	6.20	7.89	4.95	6.29	5.33	2.39	2.83	3.08	**4.94** a
Ort. (A. yanmış)		2.92	5.28 b-d	5.01 b-d	5.89 ab	4.11 de	5.14 b-d	4.34 c-e	2.21 fg	2.62 fg	2.67 fg	4.14 A
Anızlı	Kontrol	4.22	4.38	3.56	4.54	2.22	2.65	2.85	2.30	2.15	1.98	**2.96** c
	Tütün A	2.72	5.73	4.20	6.74	4.79	5.95	3.71	1.96	2.60	1.77	**4.16** b
	Tütün B	3.82	6.76	6.52	8.90	5.16	6.10	3.85	2.40	3.30	2.15	**5.01** a
Ort. (Anızlı)		3.59	5.62 a-c	4.76 b-e	6.73 a	4.06 de	4.90 b-d	3.47 ef	2.22 fg	2.68 fg	1.97 g	4.05 A
Ortalama		**3.25**	**5.45** B	**4.89** B	**6.31** A	**4.08** C	**5.02** B	**3.90** C	**2.22** D	**2.65** D	**2.32** D	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.



Şekil 4.4. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

dönemde en yüksek nitrat azotu değeri Anız yanmış, 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış (Tütün B) varyantta (13. ölçüm günü; 9.77 kg NO^-_3-N/da), en düşük nitrat değeri ise anız yanmış, tütün atığı uygulanmamış kontrol varyantında (1. gün; 0.60 kg NO^-_3-N/da) belirlenmiştir. Denemenin 5. ölçüm gününden sonraki dönemde (57.-132. günler) toprağın nitrat azotu belirgin biçimde azalmıştır (Çizelge 4.1., Şekil 4.1.).

Genel ortalamalar itibariyle en yüksek nitrat azotu değeri 3.47 kg NO^-_3-N/da ile Anız yanmış, Tütün B varyantında tesbit edilmiş, bunu sırasıyla Anızlı Tütün B, Anız yanmış Tütün A, Anızlı Tütün A, Anız yanmış Kontrol ve Anızlı Kontrol uygulamaları izlemiştir (2.86, 2.12, 1.88, 1.14, 1.08 kg NO^-_3-N/da) (Çizelge 4.1.).

Denemenin ikinci yılında elde edilen toprağın nitrat içeriğine etkisine ilişkin sonuçlar mineralizasyonun deneme kurulduktan sonraki yaklaşık 6-8 hafta süreyle yoğun devam ettiğini, mineralizasyonun yoğun olduğu 12. ile 54. günler arasında nitrat azotu değerinin 17.49 kg NO^-_3-N/da (Anızlı Tütün B)'a kadar ulaştığını göstermiştir. Sözü edilen dönem içerisinde en düşük değer ise 2.39 kg NO^-_3-N/da ile Anız yanmış Kontrol varyantında tesbit edilmiştir (Çizelge 4.2.).

İkinci yılda, deneme süresince elde edilen tüm verilerin ortalaması itibariyle, en yüksek nitrat azotu değerinin Anızlı Tütün B varyantında ölçüldüğü (9.06 kg NO^-_3-N/da), bunu sırasıyla Anız yanmış Tütün B, Anızlı Tütün A, Anız yanmış Tütün A, Anızlı Kontrol, Anız yanmış Kontrol uygulamalarının izlediği (8.65, 7.23, 6.77, 3.66, 2.82 kg NO^-_3-N/da) belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yılında ilk yıla oranla daha yüksek nitrat azotu değerleri ölçülmüştür. Bu durum birinci yıl uygulanan organik substratların tamamının mineralize olmadığının, bu nedenle sonraki yıllarda da etkisini devam ettirdiğinin göstergesi olabilir. Bir başka deyişle uygulanan organik substratların ikinci yılda "artık etkileri" söz konusu olabilmektedir.

İstatistiksel açıdan önemli olmamakla birlikte, nitrat azotu içerikleri bakımından birinci yılda anız yanmış parsellerde daha yüksek değerler tesbit edilmiştir (Çizelge 4.1.). Denemenin ikinci yılında ise anızlı parsellerde daha yüksek değerler bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Nitrat azotu içeriği yönünden anızlı parsellerde, anız yanmış parsellere oranla birinci yıl düşük, ikinci yıl ise yüksek değerlerin

ölçülmüş olması yüksek olasılıkla ilk yıl topraktaki azotun anız varlığında biyomasta immobilize olmasından, ikinci yılda ise immobilize olan azotun yeniden mineralizasyonundan kaynaklanmıştır.

Denemenin her iki yılından elde edilen sonuçlar (Çizelge 4.1. ve 4.2.; Şekil 4.1. ve 4.2.), toprakların nitrat azotu içeriği yönünden Anız yanmış ve Anızlı parseller arasında istatistiksel önemli ($p=0.05$) bir farkın olmadığını göstermiştir. Hasat sonrası toprakta kalan anızın yakılmadan olduğu gibi toprağa karıştırıldığı parsellere uygulanan anız miktarı oldukça düşük düzeydedir (170-200 kg/da). Bu miktar organik substratın kısa sürede olumlu veya olumsuz etkilerinin tarla denemeleriyle belirlenmesi, gerek uygulanan organik substratların homojen dağılımlarının sağlanamaması, gerek lokal alanlardaki farklı biyolojik aktivite potansiyelleri nedenleriyle son derece güçtür. Nitekim aşağıda belirlenen bazı parametrelerde de uygulamaların birinci yılında Anız yanmış ve Anızlı varyantlar arasında belirgin farklılıklar bulunmazken ikinci yılda bazı parametrelerde istatistiki önemli farklılıklar bulunabilmektedir. Bu durum, özellikle anız gibi hasat sonrası toprakta çok düşük miktarlarda kalan organik substrat uygulama denemelerinin süresinin oldukça uzun tutulması gerekliliğinin önemli belirtisi olarak kabul edilebilir.

Kontrol varyantlarıyla tütün atığı uygulamaları karşılaştırıldığında, hem anız yanmış hem de anızlı parsellerde tütün atığı uygulamasının toprağın nitrat azotu içeriğini önemli derecede artırdığı, tütün B dozunun ise tütün A dozuna oranla toprağa daha yüksek nitrat azotu sağladığı görülmüştür (Çizelge 4.1., 4.2.; Şekil 4.1., 4.2.).

Denemenin birinci ve ikinci yıllarında ölçülen amonyum azotu değerlerinin yer aldığı Çizelge 4.3. ve 4.4., Şekil 4.3. ve 4.4. incelendiğinde nitrat azotu değerlerine oranla oldukça düşük amonyum azotu değerleri ölçüldüğü, tüm ölçüm dönemleri boyunca ölçülen amonyum azotu miktarlarının zamana ve uygulamalara göre değişiklik gösterdiği, deneme öncesi topraklara uygulanan teşvik azotu ve mineralizasyon nedeniyle ilk ölçüm dönemlerinde yüksek amonyum azotu değerlerinin ölçüldüğü, birinci yılda 42., ikinci yılda ise 54. ölçüm gününden sonra

topraklarda ortalama değerler itibariyle istatistiksel olarak daha düşük düzeyde amonyum azotu bulunduğu görülmüştür.

Genel ortalama değerler bakımından denemenin birinci yıl verilerinin yer aldığı Çizelge 4.3. incelendiğinde, Anız yanmış parsellerde, Anızlı parsellere oranla daha yüksek amonyum azotu değerleri ölçüldüğü görülmektedir. Tütün atığı uygulaması yönünden değerler incelendiğinde, tütün atığı uygulamasının gerek anız yanmış ve gerekse anızlı parsellerde toprağın amonyum içeriğini belirgin biçimde artırdığı görülmektedir. Ancak hem anız yanmış hem de anızlı parsellerde Tütün A ve Tütün B dozları arasında istatistiki yönden anlamlı farklılıklar görülmemiştir (Çizelge 4.3.).

Denemenin ikinci yılında, birinci yıl verilerine oranla daha yüksek amonyum azotu değerleri ölçülmekle beraber birinci yıl verilerine benzer şekilde zamana ve uygulamalara göre amonyum azotunda belirgin değişmeler olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3. ve 4.4.).

Ortalama değerler itibariyle en yüksek amonyum azotu değerleri Anızlı Tütün B parselinde ölçülmüş (5.01 kg NH^{+}_{4}-N/da) bunu sırasıyla Anız yanmış tütün B, Anız yanmış tütün A, Anızlı tütün A, Anızlı Kontrol ve Anız yanmış Kontrol uygulamaları izlemiştir (4.94, 4.65, 4.16, 2.96, 2.83 kg NH^{+}_{4}-N/da) (Çizelge 4.4.).

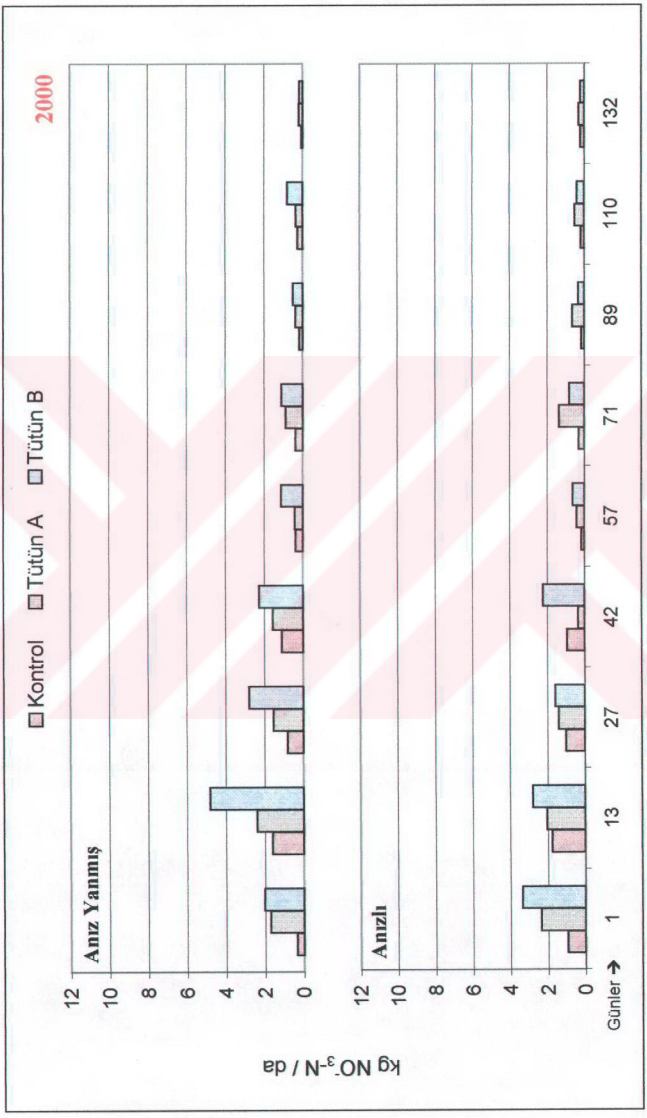
Topraklarda ölçülen amonyum azotu değerleri arasındaki farklar istatistiki yönden önemli bulunmuştur ancak tesbit edilen farklar birkaç ölçüm dönemi dışında pratikte çok önemli bir etkisinin beklenmeyeceği 1-2 kg NH^{+}_{4}-N/da düzeyindedir.

Toprağın 0-20, 20-40 ve 40-60 cm derinliklerindeki nitrat ve amonyum azotu içeriğine ilişkin denemenin birinci yıl değerleri Çizelge 4.5.-4.10.'da, bu değerlere ilişkin akış diyagramları Şekil 4.5.-4.10'da; ikinci yıl değerleri Çizelge 4.11.-4.16'da, akış diyagramları Şekil 4.11.-4.16'da verilmiştir.

Topraklardaki nitrat ve amonyum, toprak derinliğine bağlı olarak incelendiğinde mineralizasyonun yoğun olduğu organik ve mineral gübrelemeyi izleyen dönemde özellikle nitratın 0-20 cm'de diğer derinliklere oranla yüksek olduğu, derinliğe bağlı olarak belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Toprağın amonyum içeriği de nitrata ölçütle daha düşük değerler göstermekle beraber, benzer şekilde derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. Soya bitkisinin, *Bradyhizobium*

Çizelge 4.5. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2000)

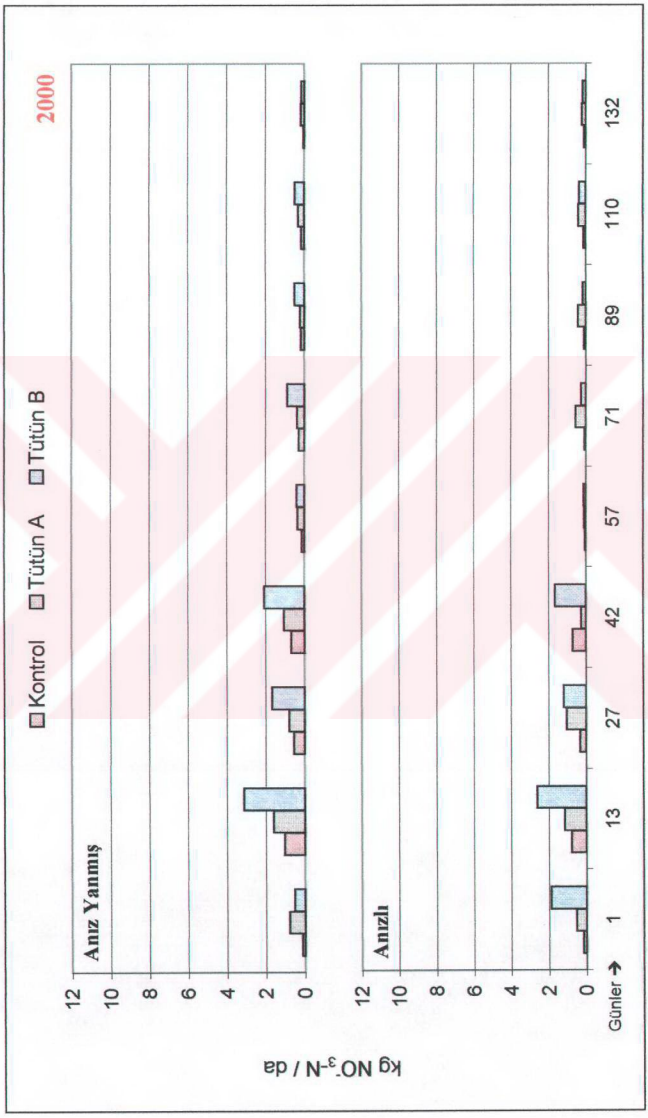
		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.36	1.60	0.82	1.09	0.37	0.37	0.17	0.26	0.06	**0.57** d
	Tütün A	1.72	2.39	1.53	1.56	0.42	0.88	0.38	0.35	0.19	**1.05** c
	Tütün B	2.02	4.81	2.79	2.27	1.12	1.10	0.51	0.79	0.18	**1.73** a
Ort. (A. yanmış)		1.37 cd	2.93 a	1.71 c	1.64 cd	0.64 g-ı	0.78 f-h	0.35 g-ı	0.47 g-ı	0.14 ı	1.12 A
Anızlı	Kontrol	0.95	1.76	1.01	0.94	0.17	0.30	0.17	0.19	0.20	**0.63** d
	Tütün A	2.35	2.04	1.41	0.35	0.41	1.36	0.65	0.50	0.30	**1.04** c
	Tütün B	3.37	2.78	1.57	2.22	0.62	0.80	0.32	0.39	0.22	**1.37** b
Ort. (Anızlı)		2.22 b	2.20 b	1.33 c-e	1.17 d-f	0.40 g-ı	0.82 e-g	0.38 g-ı	0.36 g-ı	0.24 hı	1.01 A
Ortalama		**1.80** B	**2.57** A	**1.52** B	**1.40** B	**0.52** CD	**0.80** C	**0.36** CD	**0.41** CD	**0.19** D	



Şekil 4.5. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi

Çizelge 4.6. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^-_3-N/da) (2000)

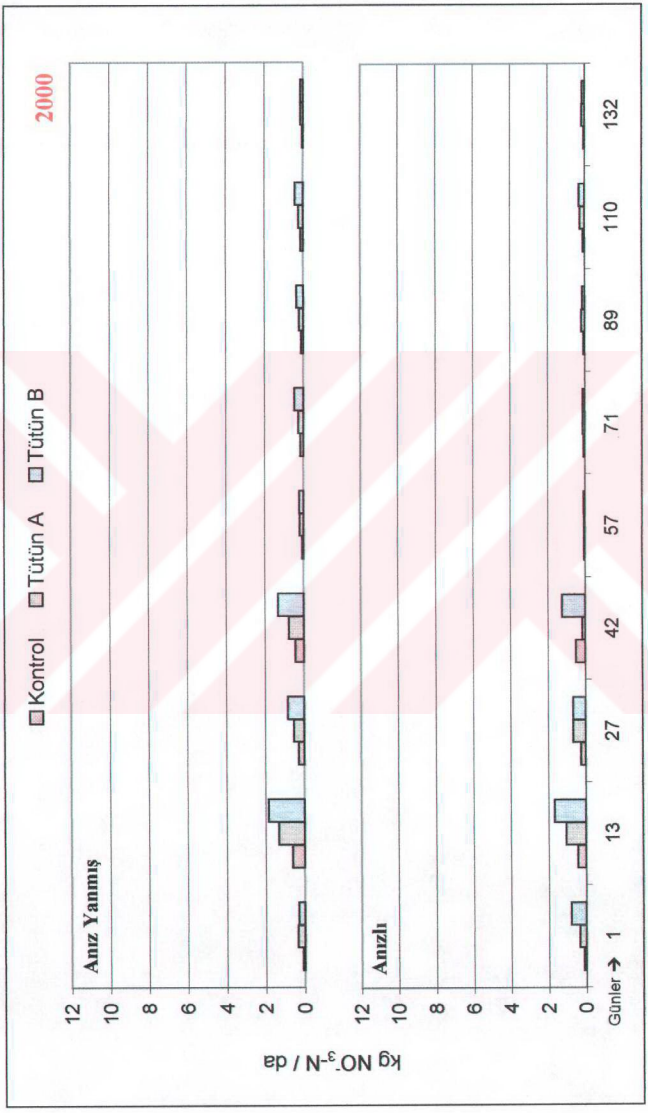
		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.14	1.04	0.56	0.69	0.13	0.29	0.17	0.16	0.05	**0.36** cd
	Tütün A	0.79	1.61	0.80	1.05	0.36	0.37	0.23	0.30	0.18	**0.63** b
	Tütün B	0.53	3.12	1.68	2.07	0.40	0.88	0.50	0.49	0.15	**1.09** a
Ort. (A. yanmış)		0.49 d-f	1.92 a	1.01 b-d	1.27 bc	0.30 f	0.51 d-f	0.30 f	0.32 ef	0.13 f	**0.69** A
Anızlı	Kontrol	0.15	0.78	0.32	0.71	0.04	0.08	0.10	0.12	0.09	**0.27** d
	Tütün A	0.52	1.16	1.03	0.26	0.08	0.55	0.40	0.39	0.21	**0.51** bc
	Tütün B	1.89	2.62	1.19	1.64	0.11	0.24	0.17	0.33	0.17	**0.93** a
Ort. (Anızlı)		0.85 c-e	1.52 ab	0.85 c-e	0.87 cd	0.08 f	0.29 f	0.22 f	0.28 f	0.16 f	**0.57** A
Ortalama		**0.67** BC	**1.72** A	**0.93** B	**1.07** B	**0.19** D	**0.40** C-D	**0.26** D	**0.30** CD	**0.14** D	



Şekil 4.6. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi

Çizelge 4.7. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2000)

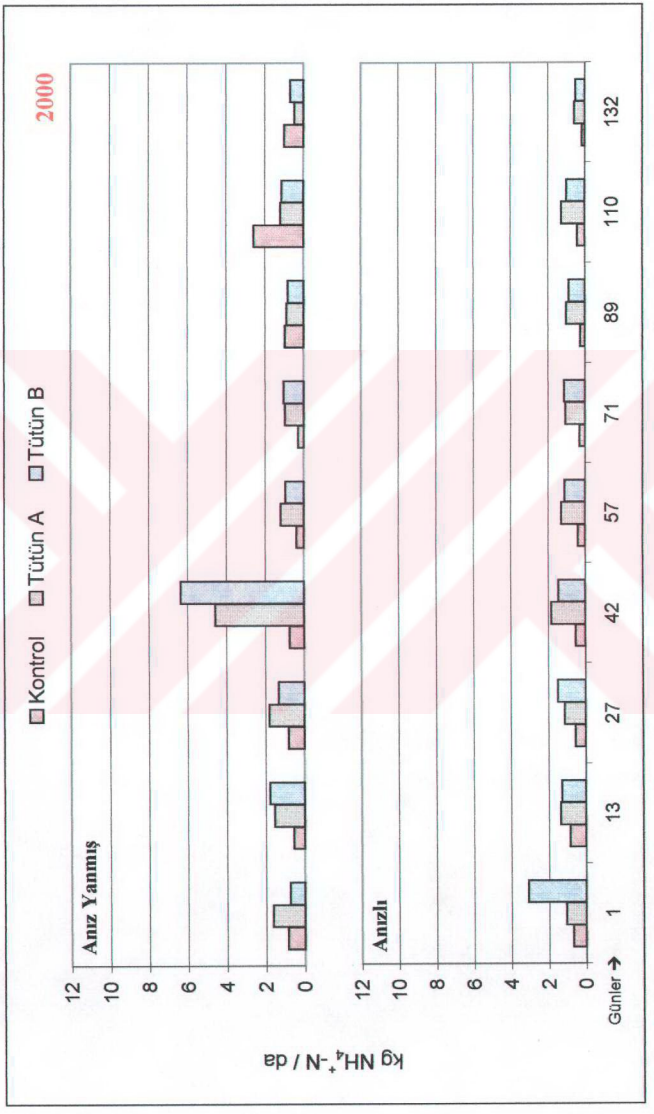
		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.10	0.61	0.28	0.44	0.07	0.15	0.12	0.14	0.04	**0.22** de
	Tütün A	0.34	1.32	0.54	0.77	0.21	0.27	0.22	0.23	0.13	**0.45** bc
	Tütün B	0.30	1.84	0.84	1.31	0.21	0.46	0.35	0.41	0.12	**0.65** a
Ort. (A. yanmış)		0.25 e-h	1.26 a	0.55 c-e	0.84 bc	0.16 gh	0.29 e-h	0.23 e-h	0.26 e-h	0.10 gh	**0.44** A
Anızlı	Kontrol	0.11	0.44	0.24	0.51	0.04	0.06	0.07	0.09	0.06	**0.18** e
	Tütün A	0.34	1.05	0.65	0.17	0.05	0.12	0.18	0.24	0.15	**0.33** cd
	Tütün B	0.81	1.67	0.65	1.23	0.07	0.11	0.14	0.29	0.14	**0.57** ab
Ort. (Anızlı)		0.42 d-g	1.05 ab	0.52 c-f	0.64 cd	0.05 h	0.10 gh	0.13 gh	0.21 f-h	0.11 gh	**0.36** A
Ortalama		**0.33** CD	**1.16** A	**0.54** BC	**0.74** B	**0.11** D	**0.19** D	**0.18** D	**0.23** D	**0.11** D	



Şekil 4.7. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi

Çizelge 4.8. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2000)

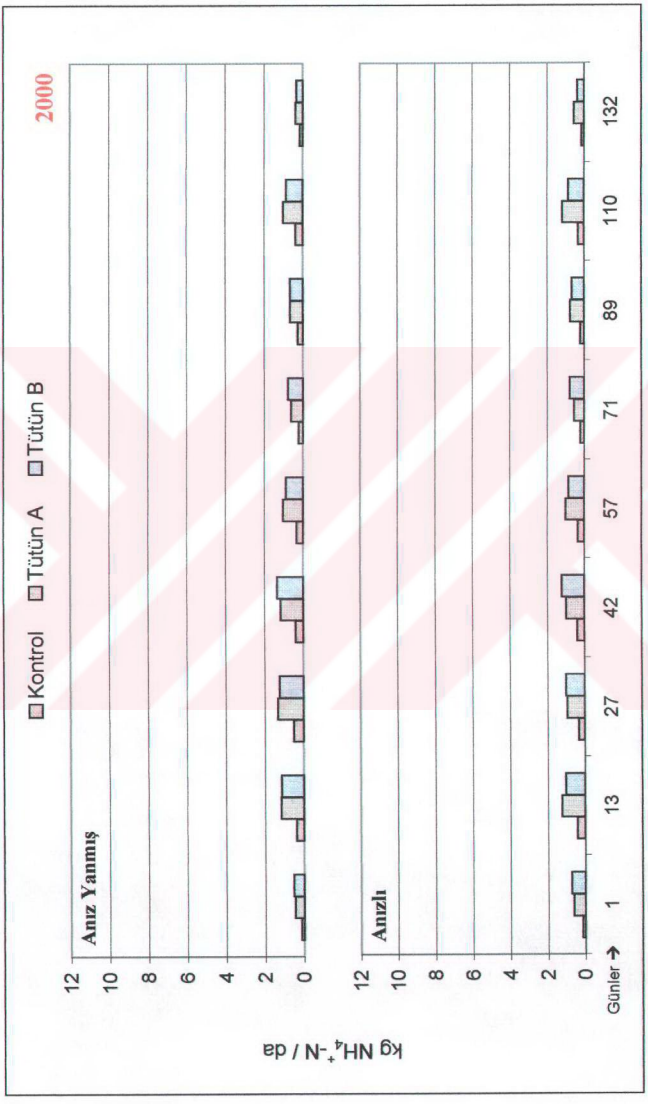
		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.85	0.54	0.81	0.75	0.37	0.28	0.96	2.57	0.98	**0.90** c
	Tütün A	1.62	1.54	1.80	4.56	1.18	0.97	0.89	1.18	0.47	**1.58** a
	Tütün B	0.75	1.79	1.32	6.35	0.96	1.04	0.80	1.11	0.68	**1.64** a
Ort. (A. yanmış)		1.08 c-f	1.29 b-d	1.31 bc	3.89 a	0.83 d-g	0.76 fg	0.88 c-f	1.62 b	0.71 fg	**1.37** A
Anızlı	Kontrol	0.69	0.85	0.56	0.53	0.39	0.30	0.26	0.42	0.17	**0.46** d
	Tütün A	1.06	1.35	1.12	1.83	1.29	1.05	1.00	1.26	0.56	**1.17** b
	Tütün B	3.10	1.28	1.49	1.44	1.09	1.13	0.86	0.99	0.51	**1.32** b
Ort. (Anızlı)		1.62 b	1.16 b-f	1.06 c-f	1.26 b-e	0.92 c-f	0.83 e-g	0.71 fg	0.89 c-f	0.41 g	**0.98** B
Ortalama		**1.35** B	**1.22** B	**1.18** B	**2.58** A	**0.88** C	**0.79** CD	**0.80** CD	**1.26** B	**0.56** D	



Şekil 4.8. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi

Çizelge 4.9. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2000)

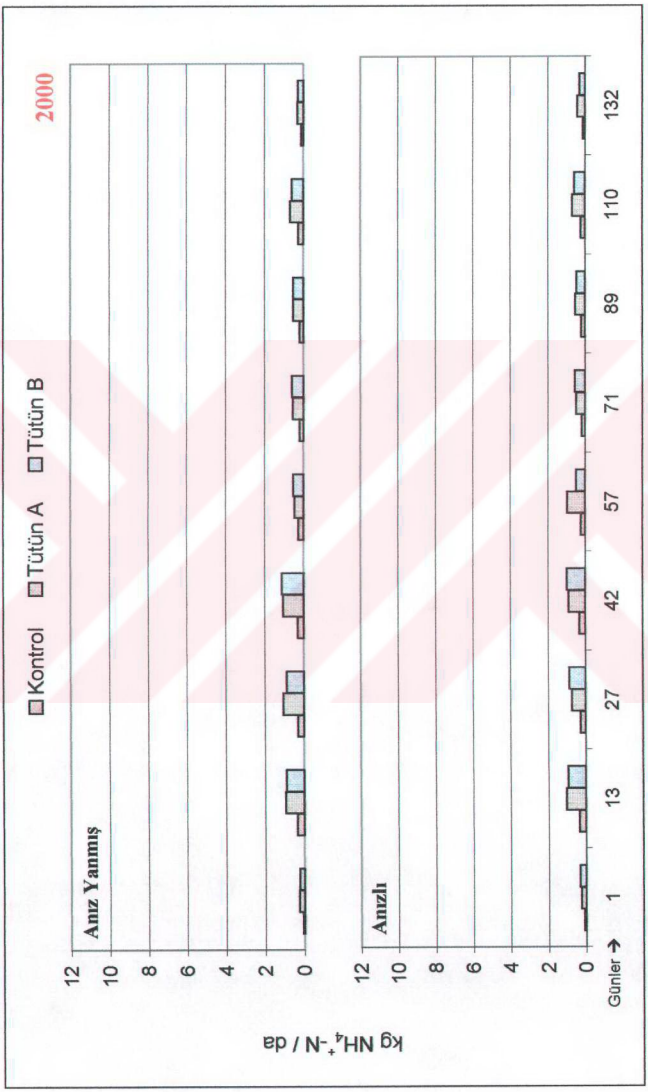
		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.13	0.38	0.50	0.39	0.32	0.23	0.27	0.37	0.16	**0.31** b
	Tütün A	0.46	1.17	1.33	1.17	1.03	0.62	0.66	1.00	0.38	**0.87** a
	Tütün B	0.53	1.13	1.23	1.34	0.87	0.78	0.67	0.85	0.33	**0.86** a
Ort. (A. yanmış)		0.38 fg	0.89 a-c	1.02 a	0.97 ab	0.74 cd	0.54 d-f	0.53 ef	0.74 cd	0.29 g	**0.68** A
Anızlı	Kontrol	0.13	0.41	0.33	0.40	0.34	0.22	0.21	0.31	0.13	**0.28** b
	Tütün A	0.62	1.23	0.95	0.99	1.01	0.55	0.75	1.17	0.56	**0.87** a
	Tütün B	0.73	1.02	1.02	1.21	0.85	0.77	0.67	0.86	0.36	**0.83** a
Ort. (Anızlı)		0.49 fg	0.89 a-c	0.76 c	0.87 a-c	0.73 c-e	0.51 f	0.54 d-f	0.78 bc	0.35 fg	**0.66** A
Ortalama		**0.43** DE	**0.89** AB	**0.89** AB	**0.92** A	**0.74** C	**0.53** D	**0.54** D	**0.76** BC	**0.32** E	



Şekil 4.9. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi

Çizelge 4.10. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2000)

		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.07	0.35	0.31	0.32	0.27	0.19	0.21	0.27	0.11	**0.23** b
	Tütün A	0.26	0.94	1.05	1.04	0.47	0.55	0.53	0.69	0.31	**0.65** a
	Tütün B	0.24	0.90	0.88	1.12	0.52	0.60	0.53	0.59	0.29	**0.63** a
Ort. (A. yanmış)		0.19 g	0.73 a-c	0.75 a-c	0.83 a	0.42 d-g	0.44 d-f	0.42 d-f	0.52 cd	0.24 fg	**0.50** A
Anızlı	Kontrol	0.09	0.34	0.28	0.32	0.22	0.19	0.20	0.23	0.10	**0.22** b
	Tütün A	0.24	1.02	0.72	0.89	0.96	0.48	0.52	0.69	0.42	**0.66** a
	Tütün B	0.33	0.95	0.87	0.98	0.47	0.55	0.46	0.58	0.31	**0.61** a
Ort. (Anızlı)		0.22 fg	0.77 ab	0.62 a-d	0.73 a-c	0.55 b-d	0.40 d-g	0.39 d-g	0.50 de	0.28 e-g	**0.50** A
Ortalama		**0.20** C	**0.75** A	**0.68** A	**0.78** A	**0.49** B	**0.42** B	**0.41** B	**0.51** B	**0.26** C	

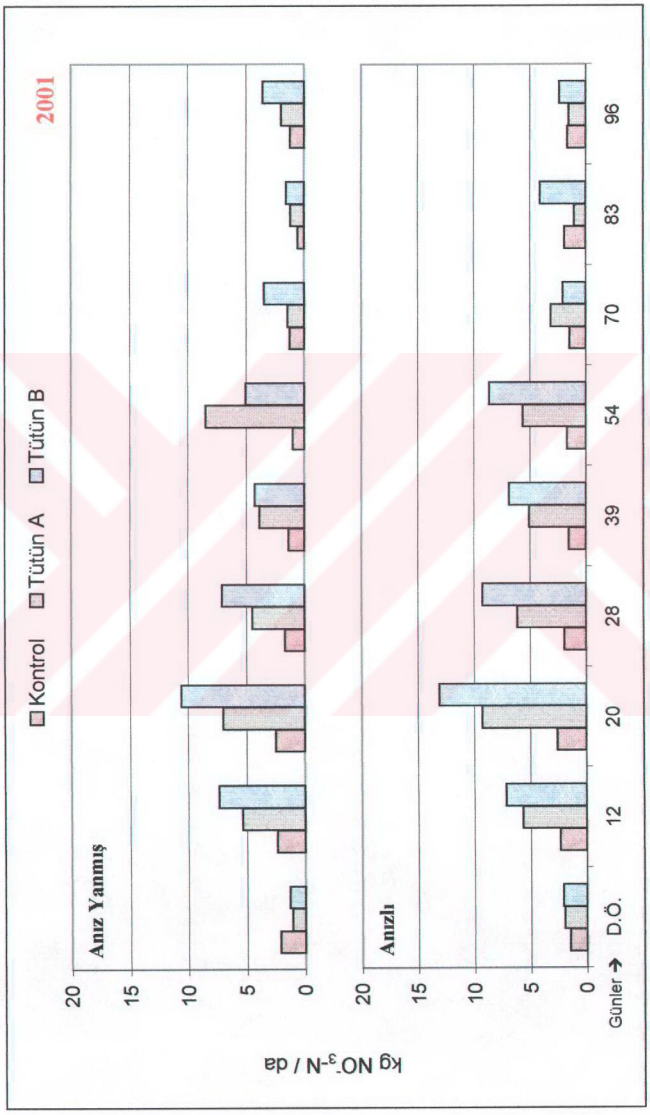


Şekil 4.10. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi

Çizelge 4.11. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	2.13	2.37	2.51	1.67	1.35	0.98	1.25	0.55	1.20	1.23	**1.46** d*
	Tütün A	1.11	5.34	6.98	4.47	3.84	8.47	1.43	1.19	1.97	1.18	**3.87** c
	Tütün B	1.30	7.38	10.57	7.08	4.26	5.03	3.43	1.53	3.56	1.97	**4.98** b
Ort. (A. yanmış)		1.51	5.03 cd	6.69 b	4.41 d	3.15 e	4.83 cd	2.04 ef	1.09 f	2.25 ef	1.46 f	**3.44** B
Anızlı	Kontrol	1.47	2.38	2.60	1.95	1.52	1.66	1.45	1.90	1.63	0.84	**1.77** d
	Tütün A	1.97	5.69	9.26	6.13	5.10	5.65	3.14	1.02	1.51	1.05	**4.28** bc
	Tütün B	2.08	7.17	13.09	9.23	6.87	8.64	2.05	4.10	2.38	1.24	**6.09** a
Ort. (Anızlı)		1.84	5.08 cd	8.32 a	5.77 bc	4.49 cd	5.32 cd	2.21 ef	2.34 ef	1.84 ef	1.04 f	**4.05** A
Ortalama		**1.68**	**5.06** B	**7.50** A	**5.09** B	**3.82** C	**5.07** B	**2.12** D	**1.72** D	**2.04** D	**1.25** D	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

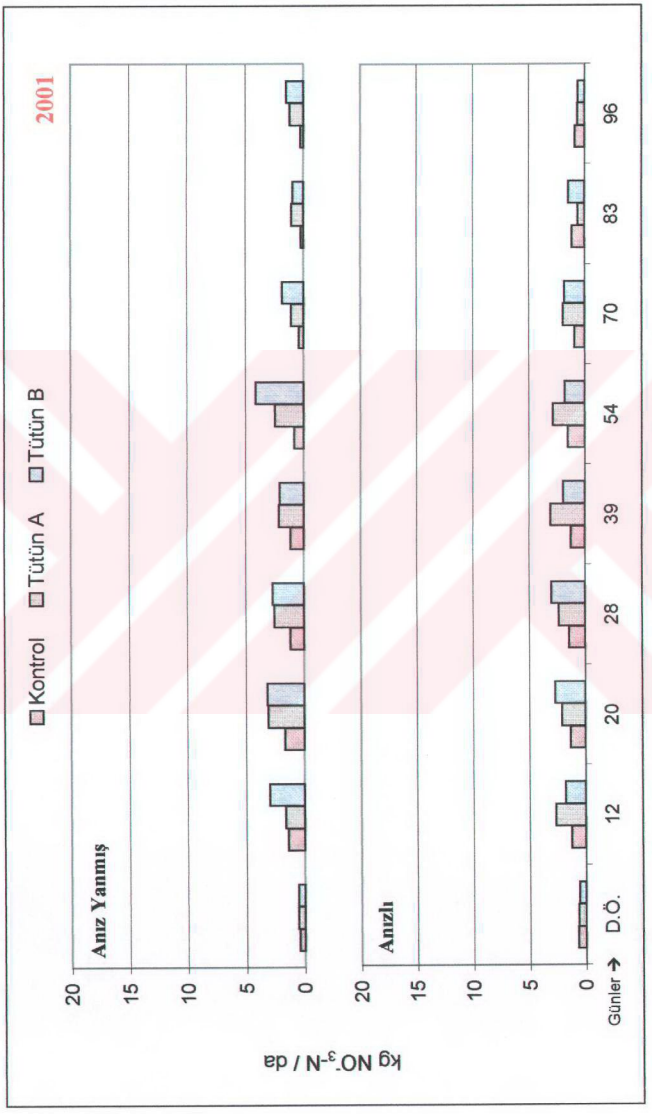


Şekil 4.11. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.12. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.43	1.41	1.64	1.17	1.14	0.81	0.40	0.24	0.27	0.19	**0.81** d*
	Tütün A	0.55	1.62	3.06	2.54	2.13	2.45	1.05	1.01	1.18	0.84	**1.76** b
	Tütün B	0.54	2.95	3.16	2.68	2.06	4.11	1.84	0.92	1.47	1.02	**2.25** a
Ort. (A. yanmış)		0.51	1.99 a-c	2.62 a	2.13 a-c	1.78 b-c	2.45 ab	1.10 d-f	0.72 f	0.97 ef	0.68 f	**1.61** A
Anızlı	Kontrol	0.70	1.26	1.32	1.47	1.27	1.54	0.90	1.15	0.88	0.66	**1.16** c
	Tütün A	0.65	2.68	2.10	2.36	3.11	2.86	1.93	0.61	0.65	0.54	**1.87** b
	Tütün B	0.57	1.81	2.70	3.02	1.94	1.80	1.83	1.46	0.62	0.65	**1.76** b
Ort. (Anızlı)		0.64	1.92 a-c	2.04 a-c	2.28 a-c	2.11 a-c	2.06 a-c	1.55 c-e	1.07 d-f	0.72 f	0.62 f	**1.60** A
Ortalama		**0.57**	**1.95** AB	**2.33** A	**2.21** A	**1.94** AB	**2.26** A	**1.32** DC	**0.90** C	**0.85** C	**0.65** C	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

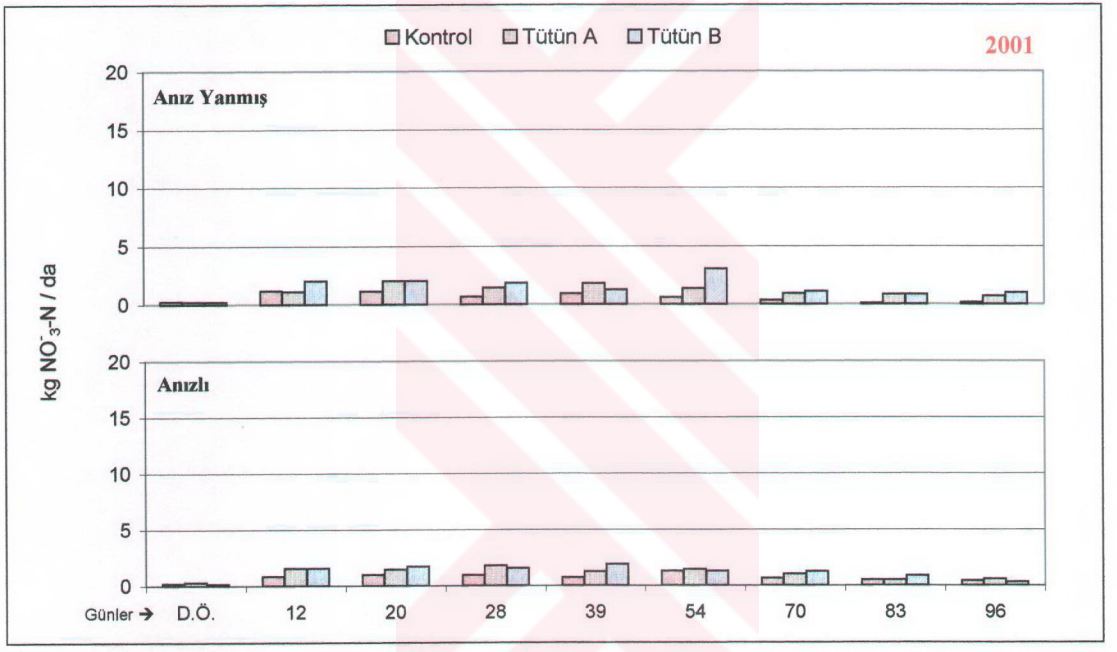


Şekil 4.12. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.13. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (kg NO^{-}_{3}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.26	1.19	1.13	0.67	0.90	0.60	0.32	0.09	0.16	0.17	**0.58** c*
	Tütün A	0.24	1.09	2.00	1.42	1.80	1.35	0.93	0.84	0.71	0.67	**1.20** b
	Tütün B	0.24	2.00	2.01	1.84	1.23	3.04	1.10	0.84	0.98	0.54	**1.51** a
Ort. (A. yanmış)		0.24	1.43 ab	1.71 a	1.31 ab	1.31 ab	1.66 a	0.78 cd	0.59 c-e	0.62 c-e	0.46 de	**1.10** A
Anızlı	Kontrol	0.20	0.82	1.00	0.97	0.74	1.28	0.65	0.50	0.42	0.21	**0.73** c
	Tütün A	0.29	1.57	1.45	1.78	1.24	1.45	1.01	0.49	0.58	0.14	**1.08** b
	Tütün B	0.15	1.57	1.71	1.55	1.91	1.29	1.26	0.87	0.31	0.47	**1.22** b
Ort. (Anızlı)		0.21	1.32 ab	1.38 ab	1.43 a	1.30 ab	1.34 ab	0.97 bc	0.62 c-e	0.43 de	0.27 e	**1.01** A
Ortalama		**0.23**	**1.37** A	**1.55** A	**1.37** A	**1.30** A	**1.50** A	**0.88** B	**0.60** BC	**0.53** BC	**0.37** C	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

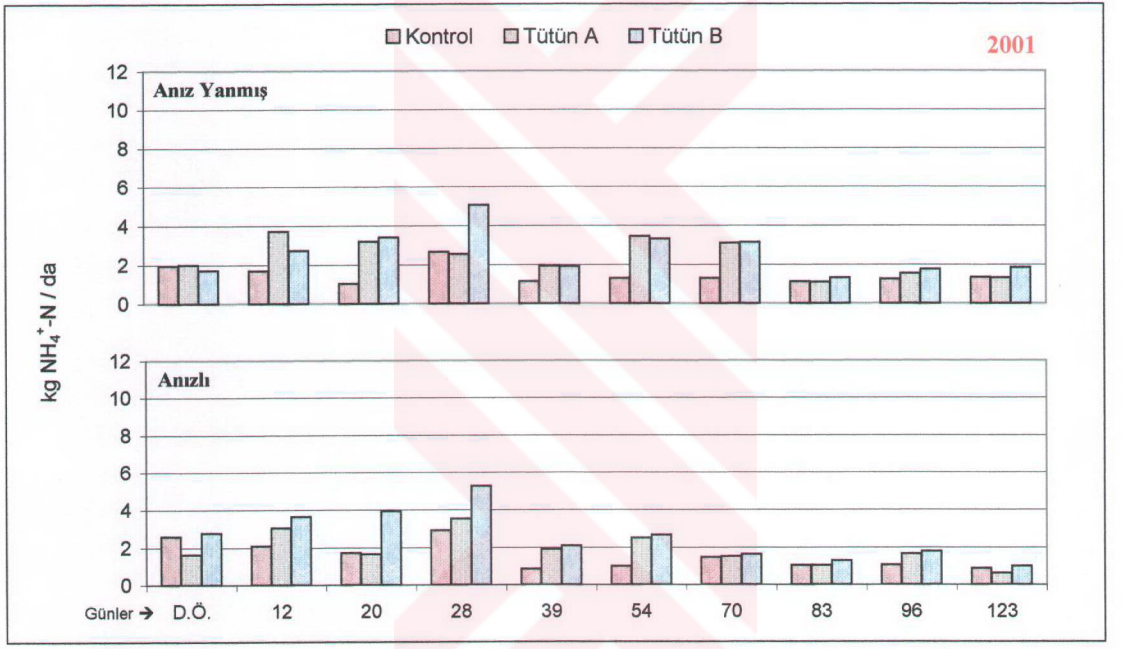


Şekil 4.13. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.14. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	1.95	1.68	1.04	2.65	1.15	1.31	1.29	1.13	1.24	1.33	**1.42** c*
	Tütün A	2.00	3.71	3.20	2.55	1.93	3.45	3.11	1.10	1.54	1.33	**2.44** a
	Tütün B	1.71	2.73	3.41	5.05	1.91	3.31	3.15	1.32	1.77	1.84	**2.72** a
Ort. (A. yanmış)		1.89	2.71 b-d	2.55 b-d	3.42 ab	1.67 de	2.69 b-d	2.52 b-d	1.18 e	1.52 de	1.50 de	**2.19** A
Anızlı	Kontrol	2.58	2.07	1.72	2.91	0.84	0.98	1.46	1.02	1.05	0.87	**1.44** c
	Tütün A	1.63	3.04	1.66	3.53	1.91	2.51	1.52	1.03	1.66	0.63	**1.94** b
	Tütün B	2.76	3.65	3.94	5.27	2.09	2.65	1.62	1.29	1.79	0.98	**2.59** a
Ort. (Anızlı)		2.32	2.92 a-c	2.44 b-d	3.90 a	1.61 de	2.04 c-e	1.53 de	1.11 e	1.50 de	0.83 e	**1.99** A
Ortalama		**2.11**	**2.81** B	**2.49** B	**3.66** A	**1.64** C-E	**2.37** BC	**2.02** B-D	**1.15** E	**1.51** DE	**1.16** E	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

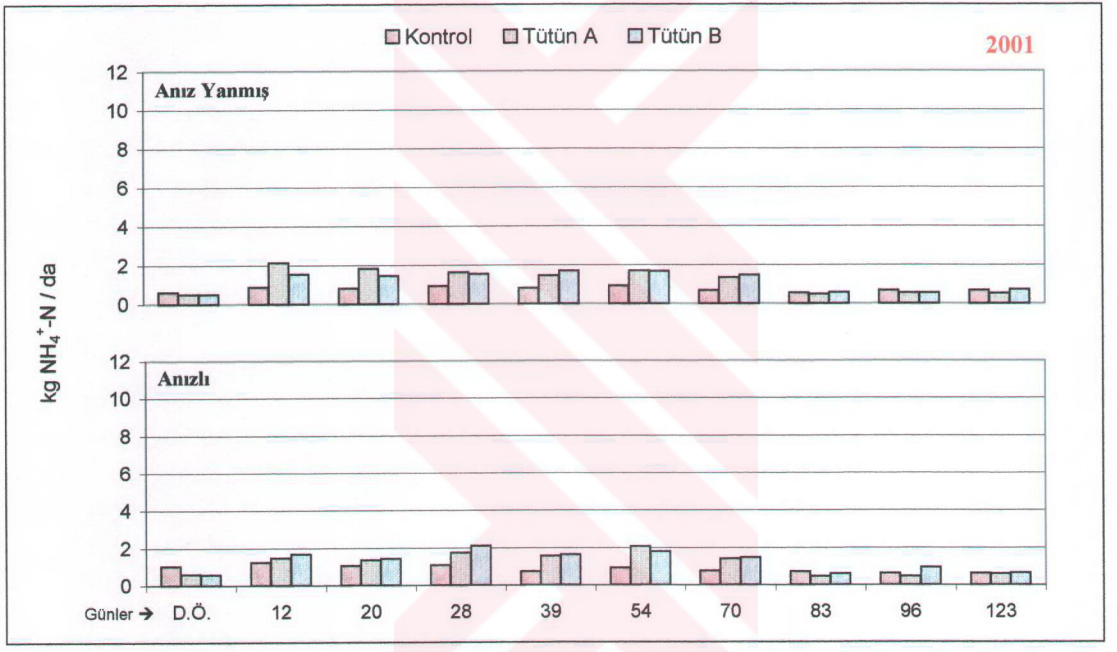


Şekil 4.14. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 0-20 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.15. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.62	0.89	0.81	0.91	0.82	0.92	0.69	0.56	0.68	0.69	**0.77** b*
	Tütün A	0.51	2.14	1.83	1.62	1.46	1.69	1.34	0.49	0.56	0.53	**1.30** a
	Tütün B	0.51	1.54	1.46	1.53	1.70	1.68	1.47	0.58	0.55	0.73	**1.25** a
Ort. (A. yanmış)		0.55	1.52 a-c	a-d	a-d	1.36 a-d	1.33 b-d	1.43 a-d	1.17 d	0.54 e	0.60 e	0.65 e	1.07 A
Anızlı	Kontrol	1.03	1.24	1.06	1.07	0.73	0.91	0.77	0.70	0.61	0.62	**0.86** b
	Tütün A	0.59	1.46	1.35	1.75	1.56	2.07	1.40	0.47	0.47	0.61	**1.24** a
	Tütün B	0.57	1.66	1.42	2.12	1.62	1.79	1.47	0.61	0.95	0.65	**1.37** a
Ort. (Anızlı)		0.73	1.46 a-d	1.28 b-d	1.64 a	1.30 b-d	1.59 ab	1.21 cd	0.59 e	0.68 e	0.63 e	1.15 A
Ortalama		**0.64**	**1.49** A	**1.28** AB	**1.50** A	**1.31** AB	**1.51** A	**1.19** B	**0.57** C	**0.64** C	**0.64** C	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

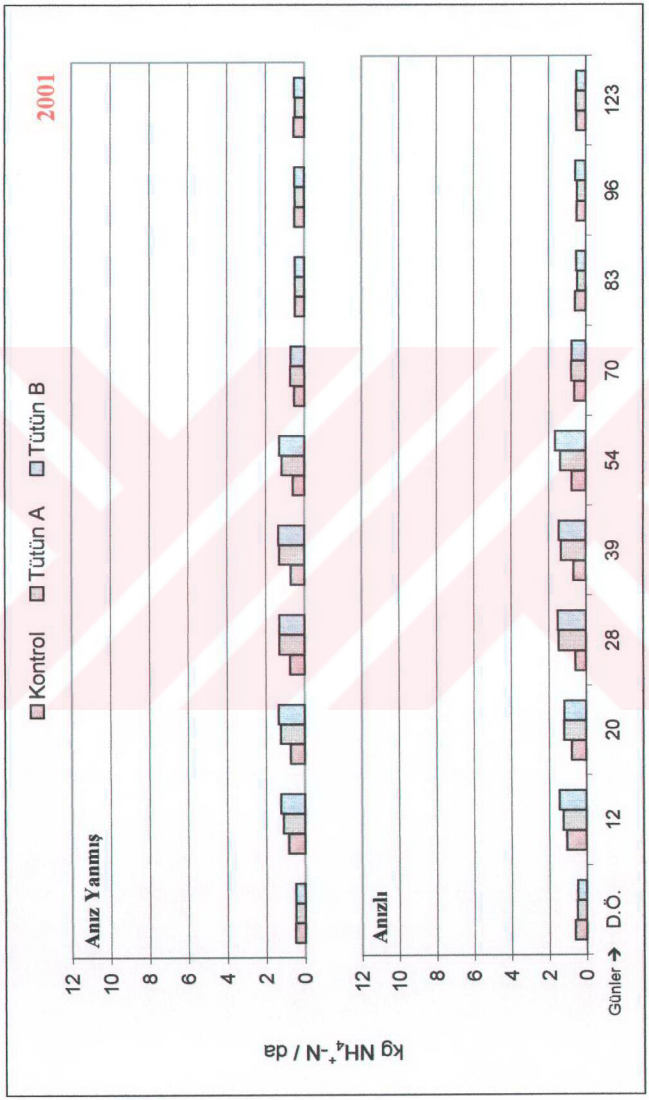


Şekil 4.15. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 20-40 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.16. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (kg NH^{+}_{4}-N/da) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	0.50	0.83	0.72	0.74	0.70	0.60	0.52	0.49	0.51	0.56	**0.63** c*
	Tütün A	0.48	1.09	1.24	1.31	1.30	1.17	0.74	0.48	0.48	0.48	**0.92** b
	Tütün B	0.47	1.23	1.33	1.30	1.34	1.30	0.71	0.49	0.51	0.52	**0.97** ab
Ort. (A. yanmış)		0.48	1.05 a	1.10 a	1.11 a	1.12 a	1.02 a	0.65 b	0.49 b	0.50 b	0.52 b	**0.84** A
Anızlı	Kontrol	0.61	1.06	0.79	0.56	0.65	0.77	0.62	0.57	0.49	0.49	**0.67** c
	Tütün A	0.50	1.24	1.20	1.47	1.32	1.38	0.79	0.47	0.47	0.53	**0.98** ab
	Tütün B	0.49	1.44	1.16	1.51	1.45	1.66	0.76	0.50	0.56	0.51	**1.06** a
Ort. (Anızlı)		0.53	1.25 a	1.05 a	1.18 a	1.14 a	1.27 a	0.72 b	0.51 b	0.50 b	0.51 b	**0.90** A
Ortalama		**0.51**	**1.15** A	**1.07** A	**1.15** A	**1.13** A	**1.14** A	**0.69** B	**0.50** B	**0.50** B	**0.52** B	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.



Şekil 4.16. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında 40-60 cm Derinlikte Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

japonicum bakterisi ile oluşturduğu simbiyotik yaşam neticesinde atmosfer azotunu bağlaması ve bitkinin kullanımına sunması nedeniyle daha az mineral azot girdisine ihtiyacı vardır. Bu nedenle denemede soya bitkisine mineral azot olarak sadece 3 kg N/da verilmiştir. Çukurova bölgesinde tarımı yapılan buğday ve mısır bitkisine ise 20-30 kg N/da azotlu gübre uygulanmaktadır. Tütün atığı uygulamalarında meydana gelen yoğun mineralizasyona karşın toprağa daha az mineral azot uygulanması, toprak derinliklerinde önemli miktarda nitrat azotu artışına neden olmamıştır. Buradan hareketle, bu denemede, profilde belirlenen nitrat azotunun taban suyu kirlenmesi açısından bir risk taşımayacağı söylenebilir. Bu yönde Gök ve ark. (1998) tarafından tütün atığı ile yapılan bir tarla denemesinde toprakta buğday vejetasyonu altında ölçülen nitrat azotunun 22 kg/da'a, Gök ve ark. (1999) tarafından yapılan diğer bir çalışmada 24 kg/da'a kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda, kontrol varyantında toprakta ölçülen nitrat azotu ise tütün atığı uygulamalarına oranla oldukça düşük düzeylerde bulunmuştur. Özgüven ve Kaya (1984) tarafından tütün atıkları ile Çukurova Bölgesi koşullarında mısır bitkisi ile yapılan bir çalışmada ve Durak ve Brohi (1986) tarafından saksı ortamında buğday ve çeltik bitkileri ile yapılan deneme sonuçları da tütün atıklarının tarımda gübre olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

4.2. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Toprakta Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi

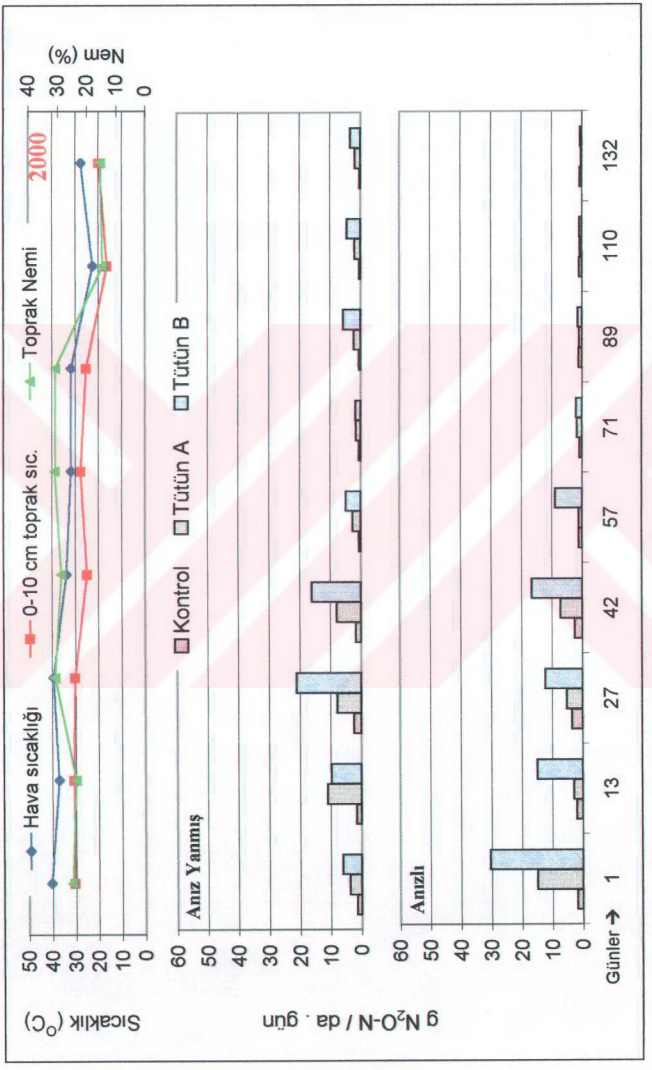
Anız yakımı ve faklı dozlardaki tütün atığı uygulamalarının toprakta denitrifikasyonla azot kaybına etkisine ait birinci yıl değerleri Çizelge 4.17'de, ikinci yıl değerleri Çizelge 4.18'de, bu değerlerin ölçüm tarihleri itibariyle zamana bağlı olarak akış diyagramları ise Şekil 4.17. ve 4.18.'de verilmiştir.

Birinci yıla ait N_2O-N kayıpları değerlerinin yer aldığı Çizelge 4.17. ve Şekil 4.17. incelendiğinde, mineralizasyonun yoğun olduğu 42. ölçüm gününe kadar topraktan önemli denitrifikasyon kayıpları meydana geldiği görülmüştür. Sözü edilen dönemde meydana gelen en yüksek denitrifikasyonla azot kaybı değeri organik substrat ve teşvik azotu gübrelemesinden hemen bir gün sonra, Anızlı Tütün B

Çizelge 4.17. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi (g N_2O-N / da.gün) (2000)

		1. Gün	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	1.41	1.56	2.42	1.69	0.61	0.56	0.59	0.36	0.29	**1.05** d
	Tütün A	3.79	10.97	7.85	7.93	2.66	1.56	2.19	1.99	1.76	**4.52** c
	Tütün B	6.19	9.71	21.08	16.11	4.89	1.64	5.72	4.51	3.30	**8.13** b
Ort. (A. yanmış)		3.80 de	7.41 bc	10.45 b	8.57 bc	2.72 e	1.25 e	2.83 e	2.29 e	1.78 e	**4.57** A
Anızlı	Kontrol	1.85	2.04	3.51	2.60	1.19	0.87	1.17	0.94	0.70	**1.65** d
	Tütün A	14.96	2.91	5.27	7.16	1.15	1.65	0.98	0.67	0.35	**3.90** c
	Tütün B	30.44	14.98	12.29	16.68	8.88	1.98	1.42	0.85	0.60	**9.79** a
Ort. (Anızlı)		15.75 a	6.64 cd	7.02 c	8.82 bc	3.74 de	1.50 e	1.19 e	0.82 e	0.55 e	**5.11** A
Ortalama		**9.78** A	**7.03** A	**8.74** A	**8.70** A	**3.23** B	**1.38** B	**2.01** B	**1.55** B	**1.17** B	

Hava sıcaklığı (°C)		38.8	40.3	37.0	39.5	33.7	31.7	31.7	22.4	27.5
Toprak sıc. (°C)	0-10 cm	30.0	31.3	31.8	31.3	25.7	29.4	26.8	18.4	21.4
	10-20 cm	26.9	29.2	29.5	29.0	24.1	25.7	23.4	14.2	18.1
Toprak Nemi (%)		29.1	25.2	23.7	31.0	28.8	31.0	30.8	14.6	15.3

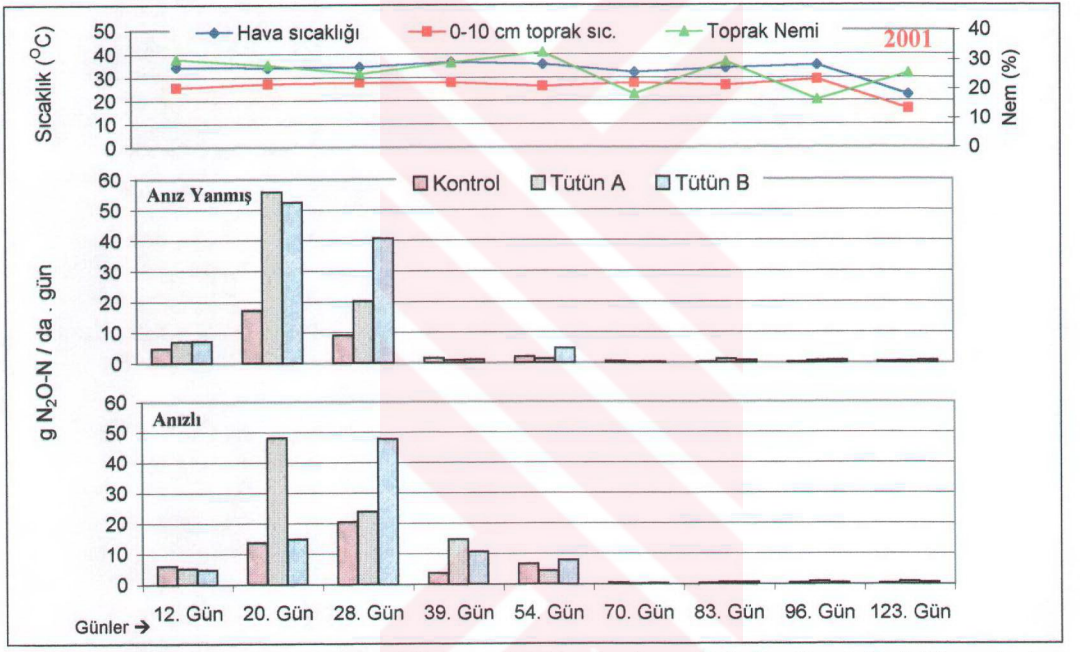


Şekil 4.17. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi

Çizelge 4.18. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi (g N_2O-N / da.gün) (2001)

		12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	4.70	17.20	9.10	1.60	1.90	0.40	0.18	0.20	0.22	**3.94** b
	Tütün A	6.95	55.84	20.16	0.90	1.22	0.13	1.17	0.59	0.48	**9.72** a
	Tütün B	7.18	52.35	40.59	0.99	4.77	0.09	0.64	0.75	0.66	**12.00** a
Ort. (A. yanmış)		6.27 de	41.80 a	23.29 c	1.16 ef	2.63 ef	0.21 f	0.66 f	0.51 f	0.45 f	**8.55** A
Anızlı	Kontrol	6.00	13.70	20.40	3.60	6.60	0.40	0.29	0.39	0.33	**5.75** b
	Tütün A	5.22	48.16	23.76	14.60	4.40	0.21	0.60	0.83	0.86	**10.96** a
	Tütün B	4.77	14.75	47.75	10.52	7.92	0.24	0.60	0.45	0.54	**9.73** a
Ort. (Anızlı)		5.33 d-f	25.54 c	30.64 b	9.57 d	6.31 de	0.28 f	0.50 f	0.56 f	0.58 f	**8.81** A
Ortalama		**5.80** C	**33.67** A	**26.96** B	**5.37** C	**4.47** C	**0.25** C	**0.58** C	**0.53** C	**0.52** C	

Hava sıcaklığı (°C)		34.5	34.2	34.5	36.5	35.6	32.1	34.0	35.2	22.6
Toprak sıc. (°C)	0-10 cm	26.9	28.8	29.2	28.9	27.2	29.2	28.6	31.2	17.4
	10-20 cm	24.1	25.7	26.3	26.5	25.1	25.8	24.3	27.0	15.3
Toprak Nemi (%)		30.2	28.2	25.2	29.1	32.5	18.2	29.4	16.4	25.4



Şekil 4.18. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi

uygulamasında ölçülmüştür (30.44 g N_2O-N/da.gün). Genel ortalamalar itibariyle, ölçüm günleri karşılaştırıldığında 1., 13., 27. ve 42. günlerde tesbit edilen denitrifikasyon kayıplarının diğer ölçüm günlerine göre istatistiksel olarak daha önemli ($p=0.05$) olduğu görülmüştür. Yine genel ortalamalar itibariyle, Anız yanmış ve Anızlı parseller karşılaştırıldığında değerler arasında anlamlı bir farkın olmadığı tesbit edilmiştir. Tütün atığı uygulamaları Kontrol uygulamasına oranla denitrifikasyonu teşvik etmiş, hem Tütün A hem de Tütün B dozları denitrifikasyonun Kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmasına neden olmuştur. Ayrıca Tütün B uygulaması Tütün A uygulamasından daha yüksek denitrifikasyonla azot kaybına yol açmıştır.

Denemenin ikinci yılı değerleri incelendiğinde ise (Çizelge 4.18., Şekil 4.18.) yine birinci yıl verilerine benzer şekilde mineralizasyonun yoğun olduğu dönemlerde denitrifikasyonun daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek denitrifikasyonla azot kaybı değeri 55.84 g N_2O-N/da.gün ile Anız Yanmış Tütün B uygulamasında bulunmuştur. Genel ortalamalar itibariyle 20. ve 25. ölçüm günlerinde elde edilen denitrifikasyonla azot kaybı değerleri diğer ölçüm günlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Anız yanmış ve anızlı parseller arasında denitrifikasyonla azot kaybı bakımından istatistiki önemli farklılıklar bulunmamıştır. Tütün dozları karşılaştırıldığında en yüksek ortalama N_2O-N kaybının Anız yanmış Tütün B uygulamasında olduğu görülmüştür (12.00 g N_2O-N/da.gün).

Birinci ve ikinci yıl verileri karşılaştırıldığında (Çizelge 4.17. ve 4.18.; Şekil 4.17. ve 4.18.) denemenin ikinci yılında genelde daha yüksek denitrifikasyonla azot kaybı meydana geldiği görülmüştür. Birinci yılda 42. günden itibaren hızlı düşüş gösteren denitrifikasyon kaybı ikinci yılda 28. günden itibaren azalma göstermiştir. Denemenin birinci yılında, gerek kontrol uygulamasıyla tütün dozları arasında, gerekse tütün dozları kendi içerisinde istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur (Çizelge 4.17.). Denemenin ikinci yılında ise Tütün dozları ile kontrol arasında fark bulunurken tütünün 2 dozu arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır (Çizelge 4.18.).

Denemenin her iki yılında da denitrifikasyon kaybı değerleri ile nitrat azotu değerleri arasında genelde paralellik olduğu görülmektedir. Toprakların nitrat

içeriğinin yüksek olduğu dönemlerde (birinci yılda 42., ikinci yılda 24. güne kadar) denitrifikasyon kayıpları da yüksek bulunmuştur.

Denitrifikasyon ölçümleri çoğunlukla sulamaları izleyen ilk birkaç gün içerisinde yapılmış bu nedenle ölçüm günlerindeki toprağın nem içeriği genelde yüksek bulunmuştur. Nem içeriği ile denitrifikasyon kayıpları arasındaki yakın ilişki bir çok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Parkin, 1987; Gök, 1988; Ottow, 1992; Benckiser ve Syring, 1992; Ottow ve Benckiser, 1994; Gök ve ark. 1995; Onaç ve ark. 1997). Denemenin son ölçüm günlerinde yüksek nem içeriğine karşın oldukça düşük denitrifikasyon kayıpları tesbit edilmiştir. Ancak sözü edilen dönemde toprakların nitrat içeriğinin son derece düşük olması denitrifikasyonu sınırlamıştır.

Toprakta denitrifikasyonla oluşan gazların miktarları ve cinsi (NO, N_2O, N_2), mineral gübreleme, gübre formu (NO^-_3-N, NH^+_4-N vb.), toprak nem içeriği, toprak havalanması ve toprak havasındaki O_2 konsantrasyonu gibi faktörler tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Gök (1988) tarafından bu yönde yapılan bir çalışmada, anız uygulaması ile genel olarak oluşan toplam denitrifikasyon ürünü gazlar içerisinde N_2O oranının azaldığı, ortamın oksijen konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ise N_2O üretiminde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Gök ve Ottow (1988) tarafından yapılan diğer bir çalışma da anız uygulamasının toprakta N-immobilizasyonunu artırdığını, dolayısı ile anız gübrelemesi yolu ile denitrifikasyonla azot kaybının azaldığını ortaya koymuştur. Gök ve ark. (1998) tarafından yapılan diğer bir başka çalışmada, farklı organik substrat uygulamasının toprakta N-mineralizasyonu, immobilizasyonu ve denitrifikasyonla azot kaybına etkisi araştırılmış, çalışma sonucunda yoğun mineralizasyon dönemlerinde uygun sıcaklık ve nem içeriğinden dolayı toprakta denitrifikasyonla azot kaybının arttığı görülmüştür. Denitrifikasyonla ölçülen N kayıplarının yıllık ortalamalar itibariyle buğday anızı için 8.55 kg, mısır anızı için 7.58 kg, tütün atığı için 17.40 kg ve kontrol için 7.68 kg N_2O-N/ha olarak bulunmuştur.

Çeşitli amaçlarla toprağa verilen organik maddenin topraktaki dekompozisyonu ve toprağın Nmin içeriğine etkisi, sözkonusu organik substratların C, N içeriğine, dolayısıyla C/N oranlarına bağlıdır (Moorhead et. al., 1987; Gök ve Sağlamtimur, 1991; Gök ve ark., 1995). Gök ve ark. (1995) ve Onaç ve ark. (1997)

tarafından Çukurova koşullarında yürütülen araştırmanın sonuçları, baklagil, tütün atığı vb. C/N içeriği düşük organik substratların önemli bölümünün uygun sıcaklık ve nem koşullarında toprakta çok hızlı bir şekilde (2-10 hafta) mineralize olduğunu göstermiştir. Organik substrat uygulanmış toprağa mineral gübre uygulanması da, organik madde yapısındaki azotun hızlı mineralizasyonu açısından topraktaki mikrobiyel faaliyet için teşvik görevi yapmakta ve bunun sonucu denitrifikasyon (N_2O-N) artış gösterebilmektedir (Gök ve ark., 1999). Toprağa organik madde ilavesi, özellikle de düşük C/N içeriğine sahip organik substrat girdisi, esas olarak toprakta mikrobiyel aktiviteyi artırmakta, hızlı mineralizasyon sonucu daha fazla H-akseptöre ihtiyaç duyulmakta, bunun sonucu olarak da moleküler O_2'nin bulunmasına karşın, ortamdaki nitrat alternatif H-akseptör olarak kullanılabilmektedir (=aerobik denitrifikasyon) (Gök ve Ottow, 1988; Ottow, 1992; Hutchinson ve ark., 1993; Ottow ve Benckiser, 1994). Yüksek sıcaklık ve yeterli toprak nemi (sulama, yağış) de denitrifikasyonla azot kaybını daha fazla teşvik etmektedir (Parkin, 1987; Ottow, 1992; Benckiser ve Syring, 1992; Ottow ve Benckiser, 1994).

Çizelge 4.19.'da birinci yıla ait, Çizelge 4.20.'de ikinci yıla ait toprağa uygulanan organik substrat, mineral ve organik substratlarla verilmiş olan azot toplamı, g N_2O-N/da.gün ve kg N_2O-N/da.yıl cinsinden ortalama denitrifikasyon kaybı değerleri ve vejetasyon süresi boyunca toprağa verilmiş olan toplam azottan meydana gelen denitrifikasyon kaybı %'leri yer almaktadır.

Çizelgelerden görüldüğü üzere, denitrifikasyon kaybı %'si değerleri toprağa verilen organik ve mineral toplam azot değerlerine bağlı olarak artış göstermemekte, hatta denemenin birinci yılı Anızlı Tütün A uygulaması istisna olmak üzere, uygulanan azot miktarına bağlı olarak azalmaktadır. Denemenin ilk yılında en düşük toplam azottan meydana gelen denitrifikasyon kaybı değeri % 3.0 ile Anızlı Tütün A uygulamasında hesaplanmıştır. İkinci yılda ise en düşük kayıp %'si % 4.1 ile Anızlı Tütün B uygulamasında hesaplanmıştır.

Çizelge 4.19. Uygulanan Organik Karbon ve Azotun Denitrifikasyon Kaybına Etkisi (2000)

Uygulamalar		Uygulanan organik substrat miktarı kg (kg C/da)	Verilen Mineral ve Organik Azot (kg N/da)	Ortalama Denitrifikasyon Kaybı		Toplam Azottan Meydana Gelen Denitrifikasyon Kaybı %'si[a)]
				(g N_2O-N/da.gün)	(kg N_2O-N/da.yıl)	
Anız Yanmış	Kontrol	-	3.0	1.05 D	0.38	4.6 B
	Tütün A	500 (213)	16.0	4.52 C	1.65	3.7 C
	Tütün B	1000 (426)	29.0	8.13 B	2.97	3.7 C
Anızlı	Kontrol	180 (73)	3.9	1.65 D	0.60	5.6 A
	Tütün A	680 (286)	16.9	3.90 C	1.42	3.0 D
	Tütün B	1180 (499)	29.9	9.79 A	3.57	4.3 B

[a)] Vejetasyon dönemi denitrifikasyon kaybı değerleri (132 gün) dikkate alınarak hesaplanmıştır

Çizelge 4.20. Uygulanan Organik Karbon ve Azotun Denitrifikasyon Kaybına Etkisi (2001)

Uygulamalar		Uygulanan organik substrat miktarı kg (kg C/da)	Verilen Mineral ve Organik Azot (kg N/da)	Ortalama Denitrifikasyon Kaybı		Toplam Azottan Meydana Gelen Denitrifikasyon Kaybı %'si[a)]
				(g N_2O-N/da.gün)	(kg N_2O-N/da.yıl)	
Anız Yanmış	Kontrol	-	3.0	3.94	1.44	16.2 A
	Tütün A	500 (207)	15.5	9.72	3.55	7.7 B
	Tütün B	1000 (413)	28.0	12.00	4.38	5.3 C
Anızlı	Kontrol	200 (86)	4.2	5.75	2.10	16.8 A
	Tütün A	700 (292)	16.7	10.96	4.00	8.1 B
	Tütün B	1200 (499)	29.2	9.73	3.55	4.1 D

[a)] Vejetasyon dönemi denitrifikasyon kaybı değerleri (123 gün) dikkate alınarak hesaplanmıştır

4.3. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Toprağın Biyolojik Aktivitesine Etkisi

Anız yakımı ve farklı dozlardaki tütün atığı uygulamalarının zamana bağlı olarak toprağın biyolojik aktivitesine etkisini belirlemek amacıyla 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde CO_2 üretimi ve Dehidrogenaz enzimi aktivitesi (DHA) değerleri belirlenmiştir. Denemenin birinci yıl CO_2 verileri Çizelge 4.21.'de,

bu verilere ait akış diyagramı Şekil 4.19.'da, dehidrogenaz enzimi aktivitesine ilişkin veriler Çizelge 4.22'de, bu değerlerin akış diyagramı ise Şekil 4.20.'de verilmiştir. İkinci yıla ait CO_2 ve DHA verileri ise sırasıyla Çizelge 4.23. ve 4.24.'te, bu değerlerin akış diyagramları Şekil 4.21. ve 4.22.'de verilmiştir.

Birinci yıla ait CO_2 üretimine ilişkin değerlerden görüldüğü üzere (Çizelge 4.21., Şekil 4.19.) organik substrat ve teşvik azotu uygulamalarından sonra CO_2 üretimi düzenli bir artış göstermiş ve vejetasyon süresi ortalarında maksimum değerlere ulaşmış (57. ve 71. günler), en yüksek CO_2 üretimi 74.2 mg CO_2/24h.100 gkt değeri ile Anızlı Tütün B uygulamasında tesbit edilmiştir. Denemenin 71. ölçüm gününden sonra ölçülen değerler düzenli bir azalma göstermiştir.

Anız uygulamaları ortalama değerler itibariyle karşılaştırıldığında Anızlı parsellerde istatistiksel olarak daha yüksek CO_2 üretimi değerleri bulunmuştur. Yine ortalama değerler itibariyle, artan tütün atığı dozlarına paralel olarak CO_2 üretiminin de arttığı belirlenmiştir.

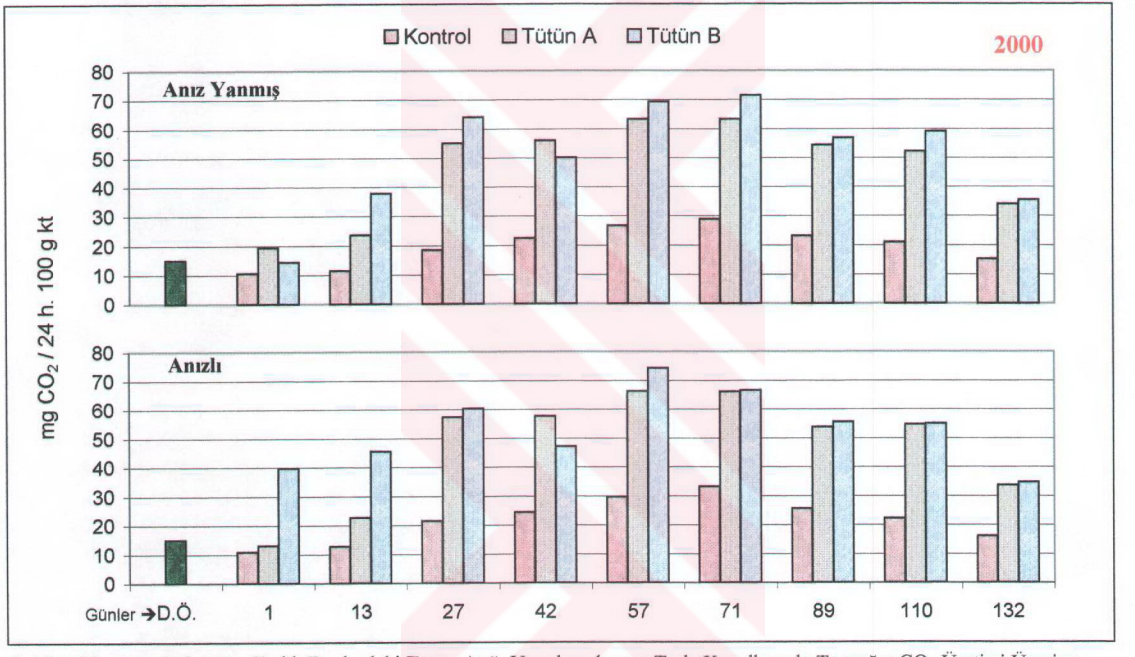
Birinci yılda ölçülen DHA değerleri anız uygulamalardan hemen sonra hızla artmış ve zamana bağlı olarak düzenli azalma göstermiştir (Çizelge 4.22., Şekil 4.20). Tüm ölçüm dönemleri boyunca en yüksek DHA aktivitesi Anızlı Tütün B uygulamasında, ilk ölçüm gününde belirlenmiştir (1664 µg TPF/10 gkt).

Anız uygulamaları ortalama değer itibariyle karşılaştırıldığında, CO_2 üretiminde elde edilen verilere benzer şekilde Anız uygulaması toprağın DHA aktivitesini istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmıştır. Yine CO_2 üretiminde olduğu gibi DHA aktivitesi artan tütün atığı dozlarına bağlı olarak artmış, her iki tütün dozu hem kendi içerisinde hem de kontrol uygulamalarına göre istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (mg CO_2 / 24h.100 gkt) (2000)

		1. Gün*	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	10.6	11.5	18.4	22.4	26.7	28.8	23.2	20.9	15.3	**19.8** c
	Tütün A	19.4	23.6	55.1	56.0	63.3	63.3	54.3	52.2	34.0	**46.8** b
	Tütün B	14.3	37.8	64.1	50.1	69.3	71.5	56.8	59.0	35.5	**50.9** a
Ort. (A. yanmış)		14.8 e	24.3 cd	45.9 b	42.8 b	53.1 a	54.5 a	44.8 b	44.0 b	28.3 c	**39.2** B
Anızlı	Kontrol	10.8	12.8	21.5	24.4	29.7	33.2	25.7	22.2	16.1	**21.8** c
	Tütün A	13.0	22.6	57.3	57.6	66.2	66.1	53.8	54.6	33.6	**47.2** b
	Tütün B	39.7	45.5	60.3	47.1	74.2	66.5	55.5	54.9	34.7	**53.2** a
Ort. (Anızlı)		21.2 d	27.0 c	46.4 b	43.0 b	56.7 a	55.3 a	45.0 b	43.9 b	28.1 c	**40.7** A
Ortalama		**18.0** E	**25.7** D	**46.2** B	**42.9** C	**54.9** A	**54.9** A	**44.9** BC	**44.0** BC	**28.2** D	

* Deneme öncesi toprağın CO_2 üretimi 14.9 mg CO_2/ 100 gkt'dır.

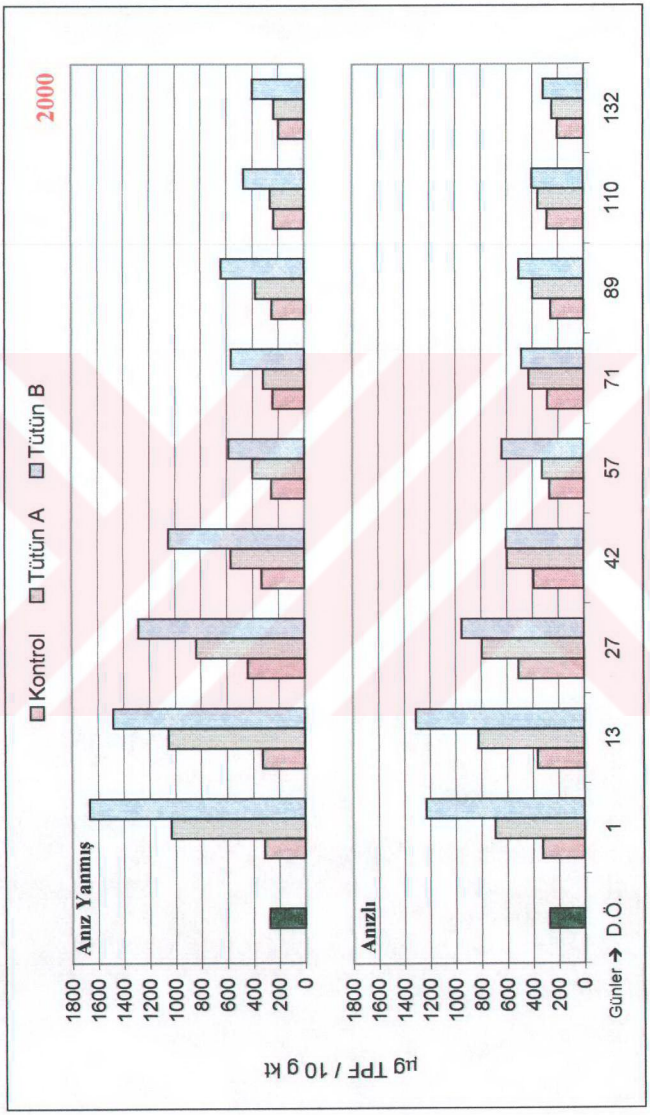


Şekil 4.19. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.22. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz (DHA) Aktivitesi Üzerine Etkisi (μg TPF/10 gkt) (2000)

		1. Gün*	13. Gün	27. Gün	42. Gün	57. Gün	71. Gün	89. Gün	110. Gün	132. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	312 *	325	440	330	253	245	250	233	198	**287** d
	Tütün A	1033	1053	833	568	399	317	376	262	235	**564** c
	Tütün B	1664	1481	1282	1047	582	563	640	465	400	**903** a
Ort. (A. yanmış)		1003 a	953 ab	852 bc	648 d	411 ef	375 fgh	422 ef	320 fgh	278 gh	**585** A
Anızlı	Kontrol	326	363	510	391	266	283	256	284	204	**320** d
	Tütün A	695	824	793	597	323	428	396	353	247	**517** c
	Tütün B	1229	1311	950	603	636	484	503	399	315	**714** b
Ort. (Anızlı)		750 cd	833 c	751 cd	530 e	408 ef	398 fg	385 fg	345 fgh	255 h	**517** B
Ortalama		**877** AB	**893** A	**802** B	**589** C	**410** D	**387** D	**404** D	**333** DE	**267** E	

* Deneme öncesi toprağın DHA aktivitesi 274 μg TPF/10 gkt'dır.

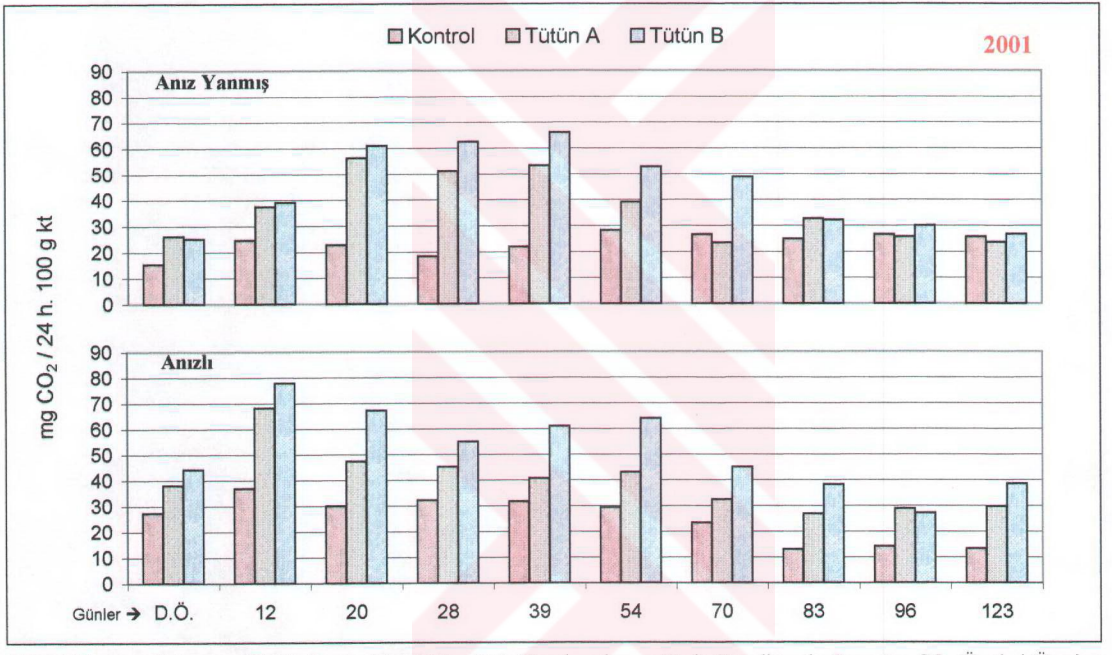


Şekil 4.20. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz (DHA) Aktivitesi Üzerine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.23. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (mg CO_2 / 24h.100 gkt) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	15.3	24.5	22.7	18.3	21.9	28.1	26.6	25.0	26.6	25.7	**24.4** d*
	Tütün A	26.1	37.4	56.2	51.1	53.3	39.1	23.5	32.6	25.7	23.5	**38.0** c
	Tütün B	25.0	39.1	61.0	62.4	66.1	52.8	48.8	32.2	30.1	26.7	**46.6** b
Ort. (A. yanmış)		22.1	33.7 e	46.7 bc	44.0 bc	47.1 bc	40.0 cd	33.0 ef	29.9 e-g	27.5 e-g	25.3 g	**36.3** B
Anızlı	Kontrol	27.4	36.8	30.1	32.2	31.7	29.3	23.3	13.0	14.2	13.3	**24.9** d
	Tütün A	38.0	68.2	47.3	45.2	40.6	43.1	32.3	26.9	28.9	29.7	**40.2** c
	Tütün B	44.2	77.9	67.1	55.1	61.0	63.9	45.0	38.2	27.2	38.6	**52.7** a
Ort. (Anızlı)		36.5	60.9 a	48.2 b	44.2 bc	44.5 bc	45.4 bc	33.6 de	26.0 fg	23.4 g	27.2 e-g	**39.3** A
Ortalama		**29.3**	**47.3** A	**47.4** A	**44.1** A	**45.8** A	**42.7** A	**33.3** B	**28.0** BC	**25.4** C	**26.3** C	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.

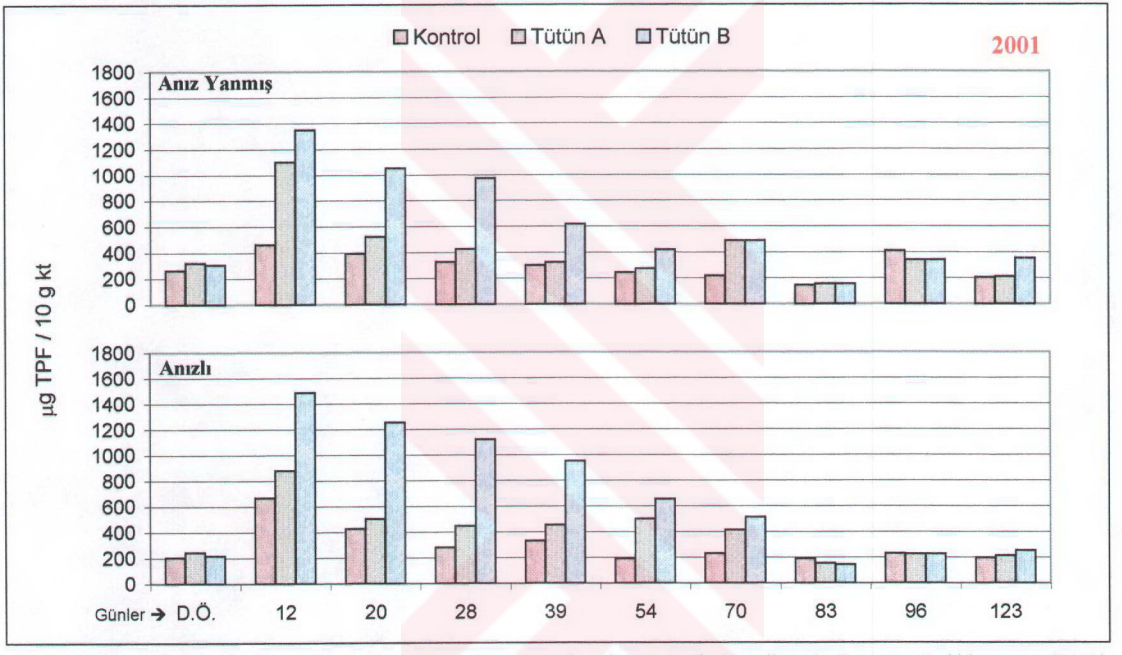


Şekil 4.21. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın CO_2 Üretimi Üzerine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Çizelge 4.24. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz (DHA) Aktivitesi Üzerine Etkisi (µg TPF/10 gkt) (2001)

		Deneme Öncesi	12. Gün	20. Gün	28. Gün	39. Gün	54. Gün	70. Gün	83. Gün	96. Gün	123. Gün	Ortalama
Anız Yanmış	Kontrol	264	461	392	328	300	243	219	144	408	205	**300** d*
	Tütün A	319	1100	521	424	322	272	486	156	339	212	**426** c
	Tütün B	305	1348	1053	974	616	420	486	156	339	354	**639** b
Ort. (A. yanmış)		296	970 a	655 bc	575 c	413 de	312 e-g	397 de	152 h	362 d-f	257 f-h	**455** A
Anızlı	Kontrol	205	668	426	280	332	189	232	189	229	196	**305** d
	Tütün A	244	880	504	447	453	501	414	154	228	214	**422** c
	Tütün B	216	1486	1254	1120	950	654	512	144	227	252	**733** a
Ort. (Anızlı)		222	1011 a	728 b	616 bc	578 c	448 d	386 de	162 h	228 gh	221 gh	**486** A
Ortalama		**259**	**991** A	**692** B	**596** C	**496** D	**380** E	**392** E	**157** G	**295** F	**239** F	

* Deneme öncesi değerler ortalamaya dahil edilmemiştir.



Şekil 4.22. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprağın Dehidrogenaz (DHA) Aktivitesi Üzerine Etkisi (D.Ö.=Deneme Öncesi)

Denemenin ikinci yılına ait CO_2 üretimi değerleri (Çizelge 4.23., Şekil 4.21.) incelendiğinde denemenin ilk yılında belirlenen değerlere büyük uyum gösterdiği, gerek anız uygulamasının gerekse artan tütün atığı dozlarının CO_2 üretimini istatistiksel anlamda önemli düzeyde artırdığını göstermiştir. En yüksek CO_2 üretimi değeri denemenin 12. ölçüm gününde Anızlı Tütün B uygulamasında olduğu, ortalama değerler itibariyle sözü edilen uygulamanın en yüksek CO_2 üretimine neden olduğu görülmüştür.

Denemenin ikinci yılına ait DHA aktivitesi değerleri (Çizelge 4.24., Şekil 4.22.) incelendiğinde birinci yıldaki denemede tesbit edildiği gibi uygulamalardan sonraki ilk ölçüm günlerinde en yüksek değere ulaştığı, izleyen dönemlerde ise zamana bağlı olarak azaldığı görülmüştür. Genel ortalamalar itibariyle, birinci yıldan farklı olarak anız uygulamaları arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Yine genel ortalamalar itibariyle en yüksek DHA aktivitesi değeri Anızlı Tütün B uygulamasında tesbit edilmiştir.

4.4. Toplam Denitrifikasyon Kaybı ile Toprağın Amonyum, Nitrat İçeriği, Toprak nemi ve Sıcaklık Değerleri Arasındaki İlişkiler

Denemenin her iki yılında elde edilen değerlerden toplam denitrifikasyon kaybı, ölçüm günlerinde tesbit edilen toprak nemi, hava ve toprak sıcaklığı ile toprağın 0-20 cm derinlikteki nitrat ve amonyum içerikleri arasındaki karşılıklı ilişkiler analiz edilmiş ve çoklu korelasyon tablosu çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Denitrifikasyon, Toprak nemi, Hava ve Toprak Sıcaklığı ile Toprağın Amonyum ve Nitrat İçerikleri Arasındaki Çoklu Karşılaştırma Tablosu

	Denitrifikasyon	*Toprak nemi*	*Hava sıcaklığı*	*Toprak Sıcaklığı*	*Nitrat*
Toprak nemi	0.2052				
Hava sıcaklığı	0.3032	0.4758*			
Toprak Sıcaklığı	0.3072	0.3826	0.9362***		
Nitrat	0.7378***	0.3138	0.3464	0.3137	
Amonyum	0.6429**	0.2090	0.3176	0.3049	0.7749***

Toprakların farklı uygulamalara bağlı olarak potansiyel denitrifikasyon kayıplarının belirlemek amacıyla, ölçümler genelde sulamaları takip eden ilk bir-iki gün içerisinde yapılmış bu nedenle de toprakların nem içerikleri hemen her ölçüm döneminde önemli derede yüksek bulunmuştur. Tüm ölçüm günlerinde toprağın nem içeriği, hava ve toprak sıcaklıkları belirgin biçimde yüksek ve birbirlerine yakın değerler gösterdiğinden çoklu karşılaştırma çizelgesinde denitrifikasyonun toprak nemiyle ilişkili olmadığı şeklinde yanlış bir tablo ortaya çıkmıştır. Ölçüm dönemlerindeki yeterli toprak nemi ve hava-toprak sıcaklıkları denitrifikasyon için genelde uygun koşulları oluşturmuştur. Bu nedenle, denemede denitrifikasyonu sınırlayan ana faktörün toprağın nitrat içeriği olduğu, toprağın nitrat içeriği ile denitrifikasyon arasında 0.001 düzeyinde önemli ilişki olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25.'ten ayrıca, toprağın nitrat içeriği ile amonyum içeriği arasında da 0.001 düzeyinde önemli ilişki bulunduğu görülmektedir. Bu ilişki büyük olasılıkla mineralizasyonun yoğun olduğu dönemlerde toprakta önce amonyum azotunun oluşması daha sonra amonyumun nitrit üzerinden nitrata dönüşmesi (nitrifikasyon) sonucu belirlenmiştir.

4.5. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Biyomas Verimine Etkisi

Uygulamaların soya bitkisi biyomas verimine etkilerini belirlemek amacıyla hasat döneminde kök ve kök üstü örnekleri alınmış ve kuru ağırlıkları belirlenmiş, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.26.'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Kök ve Kök Üstü Biyomas Verimine Etkisi (kg/da)

Uygulamalar		Birinci yıl (2000)		İkinci yıl (2001)		Ortalama	
		kök	kök üstü	kök	kök üstü	kök	kök üstü
Anız Yanmış	Kontrol	81 B	424 C	64 A	351 B	72 C	388 C
	Tütün A	78 B	423 C	70 A	399 A	74 BC	411 B
	Tütün B	105 A	539 A	60 A	408 A	83 A	473 A
Anızlı	Kontrol	72 B	334 E	63 A	331 C	67 C	332 D
	Tütün A	55 C	393 D	47 B	283 D	51 D	338 D
	Tütün B	99 A	488 B	61 A	325 C	80 AB	406 B

Çizelge 4.26. incelendiğinde denemenin birinci yılında en yüksek kök biyomas veriminin Anız yanmış, Tütün B uygulamasında (105 kg/da) olduğu görülmüştür. İkinci yılda ise en yüksek değer 70 kg/da ile Anız yanmış Tütün A uygulamasında tesbit edilmiştir. Anız yanmış ve Anızlı parseller arasında denemenin her iki yılında istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır ($p=0.05$). Tütün dozları bakımından karşılaştırıldığında ise denemenin birinci yılında uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunurken ikinci yıl verileri arasında farklılık bulunmamıştır.

Uygulamaların kök üstü biyomas verimine ait değerler incelendiğinde birinci yılda en yüksek kök üstü oluşumunun Anız yanmış Tütün B uygulamasında olduğu görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise Anız yanmış Tütün A ve Anız yanmış Tütün B uygulamarında elde edilen değerler diğer varyantlarda istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. İki yıllık ortalama değerler itibariyle sonuçlar incelendiğinde en kök ve kök üstü biyomas veriminin Anız yanmış, Tütün B parselinde olduğu tesbit edilmiştir.

4.6. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Kök, Kök Üstü ve Dane Azot İçeriğine Etkisi

Uygulamaların soya bitkisi azot içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla çiçeklenme döneminde kök ve kök üstü örneklerinde, hasat döneminde ise kök kök üstü ve danede total azot analizleri yapılmıştır. Çiçeklenme döneminde alınan kök ve kök üstü örneklerinde belirlenen azot içerikleri Çizelge 4.27.'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Çiçeklenme Döneminde Kök ve Kök Üstü Azot İçeriğine Etkisi (%)

Uygulamalar		Birinci yıl (2000)		İkinci yıl (2001)		Ortalama	
		kök	kök üstü	kök	kök üstü	kök	kök üstü
Anız Yanmış	Kontrol	0.83 D	2.83 B	1.11B	3.45A	0.97D	3.14AB
	Tütün A	0.73 E	2.93 AB	1.00C	3.17F	0.86E	3.05BC
	Tütün B	0.89 C	3.10 A	1.06B	3.37B	0.98D	3.23A
Anızlı	Kontrol	1.06 A	2.78 B	1.07B	3.22E	1.06B	3.00C
	Tütün A	1.00 B	2.76 B	1.09B	3.35C	1.04C	3.06BC
	Tütün B	0.96 B	2.83 B	1.22A	3.32D	1.09A	3.07BC

Uygulamaların soyada çiçeklenme döneminde kök ve kök üstü azot içeriğine etkisine yönelik değerlerin yer aldığı Çizelge 4.27. incelendiğinde denemenin birinci yılında en yüksek kök azot içeriğinin % 1.06 ile Anızlı Kontrol uygulamasında, en yüksek kök üstü azot içeriğinin ise Anız yanmış, Tütün B uygulamasında olduğu görülmektedir. Denemenin ikinci yılında en yüksek kök azot içeriği Anızlı Tütün B varyantında, en yüksek kök üstü azot içeriği ise Anız Yanmış Kontrol uygulamasında belirlenmiştir. İki yıllık ortalama değerler itibariyle uygulamalar karşılaştırıldığında en yüksek kök azot içeriğinin Anızlı Tütün B uygulamasında, en yüksek kök üstü azot içeriğinin ise Anız yanmış Tütün B uygulamasında olduğu tesbit edilmiştir.

Anız yanmış ve Anızlı parseller kök azot içerikleri yönünden karşılaştırıldıklarında denemenin her iki yılında da Anız yanmış parsellerde istatistiksel olarak daha yüksek değerler elde edilmiştir. Kök üstü azot içerikleri yönünden Anızlı parsellerle Anız yanmış parseller karşılaştırıldıklarında ise denemenin her iki yılında da önemli farklılık bulunmamıştır ($p=0.05$).

Kök azot içerikleri bakımından tütün dozları karşılaştırıldığında gerek dozlar gerek kontrol uygulamaları arasında istatistiki farklılıklar olduğu, denemenin birinci yılında kök azot içerikleri bakımından Kontrol uygulamalarında daha yüksek değerlerin elde edildiği, kök üstü aksamın azot içeriği bakımından ise Tütün B uygulamasında daha yüksek değerlerin tesbit edildiği görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise kök azot içeriği bakımından en yüksek değer Tütün B uygulamalarında tesbit edilirken kök üstünde Kontrol ve Tütün B uygulamalarında Tütün A uygulamasına oranla daha yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.27.).

Uygulamaların hasat döneminde alınan kök ve kök üstü örneklerinde belirlenen azot içeriklerine etkileri Çizelge 4.28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Hasat Döneminde Kök ve Kök Üstü Azot İçeriğine Etkisi (%)

Uygulamalar		Birinci yıl (2000)		İkinci yıl (2001)		Ortalama	
		kök	kök üstü	kök	kök üstü	kök	kök üstü
Anız Yanmış	Kontrol	0.85 AB	0.95 AB	0.73 B	0.62 BC	0.79 AB	0.79 C
	Tütün A	0.81 AB	0.91 B	0.74 B	0.66 BC	0.77 B	0.79 C
	Tütün B	0.80 B	0.78 C	0.86 AB	0.72 B	0.83 AB	0.75 C
Anızlı	Kontrol	0.77 B	0.98 A	0.95 A	0.54 C	0.86 AB	0.76 C
	Tütün A	0.79 B	0.98 A	0.96 A	0.93 A	0.87 A	0.95 A
	Tütün B	0.89 A	0.78 C	0.83 AB	1.03 A	0.86 AB	0.90 B

Çizelge 4.28.'de hasat döneminde alınan kök ve kök üstü aksamlardaki azot içerikleri görülmektedir. Çizelgede yer alan birinci yıla ait kök değerli incelendiğinde en yüksek azot değerinin Anızlı Tütün B varyantında tesbit edildiği görülmektedir. Birinci yıla ait kök üstü azot içerikleri bakımından ise en yüksek değerler Anızlı Kontrol ve Anızlı Tütün A uygulamalarında tesbit edilmiştir. Denemenin ikinci yıl kök sonuçlarından en yüksek değerlerin Anızlı Tütün A ve Anızlı Tütün B varyantlarında olduğu, kök üstünde ise en yüksek değerlerin Anızlı Tütün A ve Tütün B varyantlarında olduğu görülmüştür. İki yıllık ortalama değerler itibariyle varyantlar karşılaştırıldığında en yüksek kök ve kök üstü azot içeriklerinin Anızlı Tütün A uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Anız yanmış ve anızlı uygulamalar karşılaştırıldığında, denemenin birinci yılında hem kök hem kök sütü aksamdaki azot içeriklerinin istatistiki anlamda önemli farklılıklar göstermediği belirlenmiştir. İkinci yılda kök azot içerikleri Anız yanmış parsellerde daha yüksek bulunurken kök üstü aksamda belirgin farklılık tesbit edilememiştir.

Kontrol ve tütün atığı dozları birbirleriyle karşılaştırıldıklarında kök azot içerikleri bakımından denemenin iki yılında da istatistiksel farklılıklar tesbit edilmemiştir. Kök üstü aksamlardaki azot içerikleri birinci yılda Kontrol ve Tütün A uygulamalarında yüksek bulunurken ikinci yılda Tütün A ve Tütün B uygulamalarında Kontrol uygulamasına oranla daha yüksek değerler tesbit edilmiştir.

Uygulamaların danede belirlenen total azot içeriği ile total azottan hesap yoluyla tesbit edilen ham protein içeriklerine etkilerine ait değerler Çizelge 4.29.'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Anız Yakımı ve Farklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Danenin Azot ve Ham Protein İçeriğine Etkisi (%)

Uygulamalar		Birinci yıl (2000)		İkinci yıl (2001)		Ortalama	
		total N	ham protein [a)]	total N	ham protein	total N	ham protein
Anız Yanmış	Kontrol	6.60 B	41.3	6.60 C	41.3	6.60 D	41.3
	Tütün A	6.71 A	41.9	6.43 D	40.2	6.57 D	41.1
	Tütün B	6.68 A	41.8	6.73 B	42.1	6.70 B	41.9
Anızlı	Kontrol	6.72 A	42.0	6.63 B	41.4	6.67 BC	41.7
	Tütün A	6.72 A	42.0	6.95 A	43.4	6.84 A	42.8
	Tütün B	6.70 A	41.9	6.60 C	41.3	6.65 C	41.6

[a)] Ham protein değeri total azot değerlerinin 6,25 katsayısıyla çarpımından bulunmuştur.

Çizelge 4.29. incelendiğinde denemenin birinci yılında Anız yanmış Kontrol uygulamasında elde edilen danelerin azot içeriğinin diğer uygulamalara oranla istatistiksel anlamda daha düşük değer gösterdiği, diğer varyantlar arasında ise önemli farklılıklar bulunmadığı görülmektedir. Denemenin ikinci yılında ise varyantlar arasında azot içerikleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiş, en yüksek total azot içeriği Anızlı Tütün A uygulamasında belirlenmiştir. İki yıllık

ortalama değerler itibariyle de en yüksek azot içeriği Anızlı Tütün A uygulamasında tesbit edilmiştir.

Anız yakımı ve Anızlı uygulamalar karşılaştırıldığında, denemenin birinci yılında uygulamalar arasında varyantlar arasında farklılık bulunmamıştır. İkinci yılda ise Anızlı parsellerde Anız yanmış parsellere oranla daha yüksek total azot değerleri belirlenmiştir.

Kontrol uygulamaları ve tütün atığı dozları karşılaştırıldığında ise denemenin her iki yılında da varyantlar arasında istatistiki farklılıklar belirlenmemiştir (p=0.05).

4.7. Anız Yakımı ve Faklı Dozlardaki Tütün Atığı Uygulamalarının Soyada Dane Verimine Etkisi

Anız yakımı ve farklı dozlardaki tütün atığı uygulamalarının soyada dane verimine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.30.'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Anız Yakımı ve Farklı Dozlarda Tütün Atığı Uygulamalarının Soya Dane Verimine Etkisi

Uygulamalar		Dane verimi (kg/da)		Ortalama (kg/da)
		Birinci yıl (2000)	İkinci yıl (2001)	
Anız Yanmış	Kontrol	416 C	366 F	391 E
	Tütün A	421 B	474 C	448 C
	Tütün B	452 A	515 B	484 A
Anızlı	Kontrol	382 E	392 E	387 F
	Tütün A	394 D	431 D	413 D
	Tütün B	420 B	528 A	474 B

Çizelge 4.30.'dan görüldüğü üzere birinci yılda en yüksek verim Anız yanmış Tütün B uygulamasında, ikinci yılda ise en yüksek değer Anızlı Tütün B uygulamasında belirlenmiştir.

Denemenin birinci yılında Anız yanmış parsellerde tesbit edilen verim değeri anızlı parsellerden daha yüksek bulunurken ikinci yılda varyantlar arasında fark bulunmamıştır. Tütün dozları yönünden varyantlar karşılaştırıldığında ise denemenin her iki yılında da tütün atığı uygulaması verimi kontrol uygulamasına oranla artırmış,

tütün dozları içerisinde de Tütün B uygulaması Tütün A uygulamasına göre verimi olumlu yönde etkilemiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye'nin tahıl ambarı olarak nitelendirilen Çukurova bölgesinde, hasattan sonra tarlada kalan bitkisel artıklar çiftçiler tarafından çok yaygın biçimde uygulanan "anız yakımı" nedeniyle yok edilmektedir. Organik madde toprak canlılarının tek besin kaynağıdır ve toprak kalitesi ve verimliliği için önemi son derece yüksektir. Anızın yakılması nedeniyle toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştiren toprak organik maddesi yıldan yıla azalmakta ve dolaylı veya doğrudan çevre kirlenmesi teşvik edilmektedir. Ülkemizde, 1980'li yıllarda çiftçilere yönelik hazırlanan ve ulusal televizyon kanallarında sürekli yayımlanan anız yakımının teşvik edilmesi yönündeki programlar, çiftçileri hasat sonrası kalıntıları yakarak yok etmeğe yöneltmiştir. Günümüzde anız yakımının zararları anlaşılmıştır ve bu yanlış uygulamanın önüne geçilmesine ilişkin bir dizi önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Tütün yetiştiriciliği özellikle Türkiye'nin doğu ve güneydoğu illerinde geçimin ana kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak tütün üretim miktarı ihtiyacın üzerindedir. Bölgede tütün kadar ekonomik getirisi yüksek olacak alternatif üretimin gerçekleştirilememesi tütün üretimine kota getirilmesindeki en büyük engeldir. Tekel, yapısı gereği, üretilen her tütünü satın almaktadır ve bu nedenle kimi zaman ihtiyacın üzerinde satın alımlar yapmak zorunda kalmaktadır. İhtiyaç fazlası tütünler yakılarak imha edilmekte, bu da anız yakımında olduğu gibi organik maddenin kaybına neden olmaktadır. Tekel sadece ihtiyaç fazlası aldığı ürünleri değil, üretim sonucu kullanılmayan bitkisel artıkları da yakarak imha etmektedir. Oysa bu bitkisel artıkların tarımda değerlendirilmesi olasıdır.

Bu çalışmada, anız yakımı ve farklı dozlardaki tütün atığının tarım alanlarına uygulanmasının toprakların mineral azot içeriğine, denitrifikasyonla azot kaybına, biyolojik aktivite parametrelerine (CO_2 üretimi ve dehidrogenaz enzimi aktivitesi), kök ve kök üstü biyomas verimi ile dane verimine ve kök, kök üstü ve dane azot içeriklerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2 yıl süreli tarla denemesi yürütülmüştür.

Sözü edilen uygulamaların toprağın nitrat azotu içeriğine etkisine yönelik elde edilen değerlerin ortalamaları incelendiğinde, genel ortalamalar itibariyle birinci yılda en yüksek nitrat azotu değerinin 3.47 kg NO^-_3-N/da ile yakılmış anız üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan parsellerde ölçüldüğü görülmüştür. En düşük değer ise 1.08 kg NO^-_3-N/da ile tütün atığı uygulanmayan, anızın yakılmadan toprağa karıştırıldığı varyantta belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek değer 9.06 kg NO^-_3-N/da ile anız üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan parselde, en düşük değer ise 2.82 kg NO^-_3-N/da ile anız yakılmış, tütün atığı uygulanmamış parsellerde belirlenmiştir.

Denemenin her iki yılında, nitrat azotu içeriği bakımından tütün atığı uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunurken, anız yakımı uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenememiştir ($p=0.05$).

Amonyum azotu yönünden bulgular incelendiğinde birinci yılda en yüksek ve en düşük genel ortalama değerlerinin sırasıyla anız yanmış, 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış varyant (3.13 kg NH^+_4-N/da) ile anız uygulanmış, tütün atığı uygulanmamış (0.96 kg NH^+_4-N/da) varyantta olduğu belirlenmiştir. İkinci yılda ise en yüksek değer 5.01 kg NH^+_4-N/da ile anız üzerine 1000 kg/da tütün atığı uygulanan parselde belirlenirken en düşük değer 2.83 kg NH^+_4-N/da ile anız yanmış, tütün atığı uygulanmamış varyantta belirlenmiştir.

Amonyum azotu içeriği bakımından tütün atığı dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuş, artan tütün atığı dozlarının toprağın amonyum içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Anızın yakımı uygulamaları karşılaştırıldığında denemenin birinci yılında anız yanmış parsellerde istatistiksel olarak daha yüksek değerler belirlendiği, denemenin ikinci yılında ise bu farkın kaybolduğu belirlenmiştir ($p=0.05$).

Denemenin ikinci yılında ilk yıla oranla daha yüksek nitrat ve amonyum azotu değerleri ölçülmüştür. Bu durum, birinci yıl uygulanan organik substratların tamamının mineralize olmadığının, bu nedenle sonraki yıllarda da etkisini devam ettirdiğinin göstergesi olabilir. Bir başka deyişle uygulanan organik substratların ikinci yılda "artık etkileri" söz konusu olabilmektedir.

İstatistiksel açıdan önemli olmamakla birlikte, nitrat azotu içerikleri bakımından birinci yılda anız yanmış parsellerde daha yüksek değerler tesbit edilirken, denemenin ikinci yılında anızlı parsellerde daha yüksek değerler bulunmuştur. Nitrat azotu içeriği yönünden anızlı parsellerde, anız yanmış parsellere oranla birinci yıl düşük, ikinci yıl ise yüksek değerlerin ölçülmüş olması yüksek olasılıkla ilk yıl topraktaki azotun anız varlığında biyomasta immobilize olmasından, ikinci yılda ise immobilize olan azotun yeniden mineralizasyonundan kaynaklanmıştır.

Topraklardaki nitrat ve amonyum, toprak derinliğine bağlı olarak incelendiğinde mineralizasyonun yoğun olduğu organik ve mineral gübrelemeyi izleyen dönemde özellikle nitratın 0-20 cm'de diğer derinliklere oranla yüksek olduğu, derinliğe bağlı olarak belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Toprağın amonyum içeriği de nitrata ölçütle daha düşük değerler göstermekle beraber, benzer şekilde derinliğe bağlı olarak azalmaktadır. Soya bitkisinin, *Bradyhizobium japonicum* bakterisi ile oluşturduğu simbiyotik yaşam neticesinde atmosfer azotunu bağlaması ve bitkinin kullanımına sunması nedeniyle daha az mineral azot girdisine ihtiyacı vardır. Bu nedenle denemede soya bitkisine mineral azot olarak sadece 3 kg N/da verilmiştir. Çukurova bölgesinde tarımı yapılan buğday ve mısır bitkisine ise 20-30 kg N/da azotlu gübre uygulanmaktadır. Tütün atığı uygulamalarında meydana gelen yoğun mineralizasyona karşın toprağa daha az mineral azot uygulanması, toprak derinliklerinde önemli miktarda nitrat azotu artışını önlemiştir. Buradan hareketle, bu denemede, profilde belirlenen nitrat azotunun taban suyu kirlenmesi açısından bir risk taşımayacağı söylenebilir. Bu yönde Gök ve ark. (1998) tarafından tütün atığı ile yapılan bir tarla denemesinde toprakta buğday vejetasyonu altında 0-60 cm derinlikte ölçülen nitrat azotunun 22 kg/da'a, Gök ve ark. (1999) tarafından yapılan diğer bir çalışmada 24 kg/da'a kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda, kontrol varyantında toprakta ölçülen nitrat azotu ise tütün atığı uygulamalarına oranla oldukça düşük düzeylerde bulunmuştur. Özgüven ve Kaya (1984) tarafından tütün atıkları ile Çukurova Bölgesi koşullarında mısır bitkisi ile yapılan bir çalışmada ve Durak ve Brohi (1986) tarafından saksı ortamında buğday

ve çeltik bitkileri ile yapılan deneme sonuçları da tütün atıklarının tarımda gübre olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Denitrifikasyonla azot kaybı değerleri incelendiğinde, birinci yılda en yüksek kaybın 9.79 g N_2O/da.gün ile anızlı, 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta olduğu, en düşük değerin ise 1.05 g N_2O/da.gün ile anız yanmış, tütün atığı uygulanmamış varyantta olduğu belirlenmiştir. İkinci yılda en yüksek değer 12.0 g N_2O/da.gün ile anız yanmış 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış varyantta belirlenirken en düşük değer 3.94 g N_2O/da.gün ile birinci yılda olduğu gibi anız yanmış, tütün atığı uygulanmamış parselde belirlenmiştir. Bu değerler itibariyle soya bitkisi vejetasyon dönemi (birinci yılda 132 gün, ikinci yılda 123 gün) için denitrifikasyonla kaybolan azot miktarları hesaplandığında birinci yılda en yüksek ve en düşük değerlerin 3.57 ve 0.38 kg N_2O-N/da olduğu, ikinci yılda en yüksek ve en düşük değerlerin ise 4.38 ve 1.44 kg N_2O-N/da olduğu söylenebilir.

Denemenin her iki yılında da anız yanmış ve anızlı parseller arasında denitrifikasyonla azot kaybı yönünden istatistiksel anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Denemenin birinci yılında tütün atığı uygulamaları kontrol uygulamasına oranla denitrifikasyonu teşvik etmiş, hem 500 kg/da hem de 1000 kg/da tütün atığı dozları denitrifikasyonun kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmasına neden olmuştur. Ayrıca 1000 kg/da dozu 500 kg/da dozuna oranla daha yüksek denitrifikasyonla azot kaybına yol açmıştır. Denemenin ikinci yılında tütün dozları karşılaştırıldığında tütün uygulamalarının kontrole oranla denitrifikasyonu artırdığı ancak dozlar arasında istatistiksel önemli farkların olmadığı belirlenmiştir.

Arazide yapılan (*in-situ*) denitrifikasyon ölçümü sonuçları denemenin her iki yılında da denitrifikasyon kaybı değerleri ile nitrat azotu değerleri arasında genelde paralellik olduğunu göstermiş, toprakların nitrat içeriğinin yüksek olduğu dönemlerde denitrifikasyon kayıplarının da yüksek olduğu bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında genelde daha yüksek denitrifikasyonla azot kaybı değerleri belirlenmiştir. Birinci yılda azot içeriğinin azaldığı, uygulamaları izleyen 42. günden itibaren, ikinci yılda ise 28. günden itibaren denitrifikasyon da hızlı düşüş göstermiştir.

Denitrifikasyon ölçümleri çoğunlukla sulamaları izleyen ilk birkaç gün içerisinde yapılmış bu nedenle ölçüm günlerindeki toprağın nem içeriği genelde yüksek bulunmuştur. Nem içeriğinin sürekli yüksek ve çoğunlukla birbirine yakın değerler göstermesi ve toprak nemi ile denitrifikasyon kaybı arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik ölçümler yapılmaması nedenleriyle bu çalışmada toprak nemi ile denitrifikasyonla azot kaybı değerleri arasında bir ilişki belirlenememiştir. Ancak toprağın nem içeriği ile denitrifikasyon kayıpları arasındaki yakın ilişki bir çok araştırma tarafından belirtilmiştir (Parkin, 1987; Gök, 1988; Ottow, 1992; Benckiser ve Syring, 1992; Ottow ve Benckiser, 1994; Gök ve ark. 1995; Onaç ve ark. 1997). Denemenin son ölçüm günlerinde yüksek nem içeriğine karşın oldukça düşük denitrifikasyon kayıpları tespit edilmiştir. Ancak sözü edilen dönemde toprakların nitrat içeriğinin son derece düşük olması denitrifikasyonu sınırlamıştır.

Topraklara uygulanan toplam azottan meydana gelen denitrifikasyonla azot kaybı değerleri incelendiğinde denemenin birinci yılında en yüksek kaybın %5.6 ile anızlı kontrol varyantında olduğu, en düşük kaybın ise %3.0 ile anızlı, 500 kg/da tütün atığı uygulanmış varyantta olduğu belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise en yüksek kayıp oranlarının sırasıyla %16.8 ve %16.2 ile anızlı ve anızsız kontrol varyantlarında, en düşük kaybın ise anızlı, 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta olduğu belirlenmiştir.

Uygulamaların toprağın biyolojik aktivitesine etkisini belirlemek amacıyla 0-20 cm toprak derinliğinden alınan toprak örneklerinde belirlenen CO_2 üretimi ve dehidrogenaz aktivitesi sonuçları hem tütün dozu hem de anız uygulamalarının biyolojik aktiviteyi artırdığını göstermiştir.

CO_2 üretimi yönünden değerler incelendiğinde denemenin her iki yılında da hem anızlı hem de anız yanmış uygulamalarda tütün atığı uygulanmayan parsellerin en düşük CO_2 üretimi değerleri verdiği belirlenmiştir. Denemenin birinci yılında en yüksek değerler 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış, anız yanmış ve anızlı parsellerde belirlenmiştir (50.9 ve 53.2 mg CO_2/24h.100 gkt). İkinci yılda ise en yüksek değer 1000 kg/da tütün atığı uygulanan anızlı parsellerde belirlenmiştir (52.7 mg CO_2/24h.100 gkt). En düşük değerler ise denemenin birinci yılında 19.8 ve 21.8 mg CO_2/24h.100 gkt ile anız yanmış kontrol ve anızlı kontrol parsellerinde

belirlenmiştir. İkinci yılda en düşük değerler yine kontrol parsellerinin anız yanmış ve anızlı uygulamalarında belirlenmiştir (24.4-24.9 mg CO_2/24h.100 gkt). Denemenin her iki yılında da anızlı parseller anız yanmış parsellere oranla istatistiksel olarak daha yüksek değerler göstermiştir.

Dehidrogenaz enzimi analizleri sonuçları yönünden değerler incelendiğinde CO_2 üretimi değerleriyle paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Artan tütün atığı dozu uygulamaları enzim aktivitesini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırmıştır. Birinci yılda en yüksek değer 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış anız yanmış parsellerde belirlenirken (903 µg TPF/10gkt), en düşük değerler kontrol uygulamasının anız yanmış ve anızlı uygulamalarında belirlenmiştir (sırasıyla, 287 ve 320 µg TPF/10gkt). İkinci yılda ise en yüksek değer 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış anızlı varyantta belirlenirken (733 µg TPF/10gkt) en düşük değer 300 ve 305 µg TPF/10gkt ile yine kontrol uygulamasının anız yanmış ve anızlı uygulamalarında belirlenmiştir. Anız yanmış ve anızlı parseller dehidrogenaz enzimi yönünden karşılaştırıldığında denemenin birinci yılında anızlı parsellerde istatistiksel olarak daha yüksek değerler belirlenirken ikinci yılda fark belirlenmemiştir.

Biyomas verimi yönünden uygulamalar karşılaştırıldığında birinci yılda en yüksek kök biyomas veriminin anız yanmış, 1000 kg/da tütün atığı uygulamış varyantta olduğu görülmüştür (105 kg/da). İkinci yılda ise en yüksek değer 70 kg/da ile anız yanmış, 500 kg/da tütün atığı uygulanmış varyantta belirlenmiştir. Anız yanmış ve anızlı parseller arasında, denemenin her iki yılında istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır ($p=0.05$). Tütün dozları bakımından karşılaştırıldığında ise denemenin birinci yılında uygulamalar arasında önemli farklılıklar bulunurken ikinci yıl verileri arasında farklılık bulunmamıştır.

Uygulamaların kök üstü biyomas verimine ait değerler incelendiğinde birinci yılda en yüksek kök üstü oluşumunun anız yanmış, 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış parselde olduğu (539 kg/da) görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise anız yanmış, 500 ve 1000 kg tütün atığı uygulanmış parsellerde elde edilen değerler diğer varyantlara oranla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. İki yıllık ortalama değerler itibariyle sonuçlar incelendiğinde en yüksek kök ve kök üstü

biyomas veriminin anız yanmış 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış parselde olduğu tesbit edilmiştir.

Uygulamaların soyada çiçeklenme döneminde kök ve kök üstü azot içeriğine etkisine yönelik değerler incelendiğinde denemenin birinci yılında en yüksek kök azot içeriğinin % 1.06 ile anızlı kontrol uygulamasında, en yüksek kök üstü azot içeriğinin ise % 3.10 ile anız yanmış, 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta olduğu görülmektedir. Denemenin ikinci yılında en yüksek kök azot içeriği %1.22 ile anızlı 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta, en yüksek kök üstü azot içeriği ise %3.45 ile anız yanmış kontrol uygulamasında belirlenmiştir. İki yıllık ortalama değerler itibariyle uygulamalar karşılaştırıldığında en yüksek kök azot içeriğinin anızlı 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış varyantta, en yüksek kök üstü azot içeriğinin ise anız yanmış 1000 kg/da tütün atığı uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Anız yanmış ve anızlı parseller kök azot içerikleri yönünden karşılaştırıldıklarında denemenin her iki yılında da anız yanmış parsellerde istatistiksel olarak daha yüksek değerler elde edildiği görülmüştür. Kök üstü azot içerikleri yönünden anızlı parseller anız yanmış parseller karşılaştırıldıklarında ise denemenin her iki yılında da önemli farklılık bulunmamıştır (p=0.05).

Kök azot içerikleri bakımından tütün dozları karşılaştırıldığında gerek dozlar gerek kontrol uygulamaları arasında istatistiki farklılıklar olduğu, denemenin birinci yılında kök azot içerikleri bakımından kontrol uygulamalarında daha yüksek değerlerin elde edildiği, kök üstü aksamın azot içeriği bakımından ise 1000 kg/da tütün atığı uygulamasında daha yüksek değerlerin tesbit edildiği görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise kök azot içeriği bakımından en yüksek değer 1000 kg/da tütün atığı uygulamasında tesbit edilirken kök üstünde kontrol ve 1000 kg/da tütün atığı uygulamalarında, 500 kg/da tütün atığı uygulamasına oranla daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Hasat döneminde alınan kök ve kök üstü aksamlardaki azot içerikleri yönünden birinci yıl verileri incelendiğinde en yüksek kökte azot değerinin %0.89 ile anızlı 1000 kg/da tütün atığı uygulamasında tesbit edildiği görülmüştür. Birinci yıla ait kök üstü azot içerikleri bakımından ise en yüksek değerler %0.98 ile anızlı kontrol ve anızlı 1000 kg/da tütün atığı uygulanan varyantlarda belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yıl kök analizi sonuçlarından en yüksek değerlerin anızlı, kontrol ve 500 kg/da tütün atığı uygulanmış varyantlarında olduğu, kök üstünde ise en yüksek değerlerin anızlı 500 kg/da ve anızlı 1000 kg/da tütün atığı varyantlarında olduğu görülmüştür. İki yıllık ortalama değerler itibariyle varyantlar karşılaştırıldığında en yüksek kök ve kök üstü azot içeriklerinin anızlı 500 kg/da tütün atığı uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Anız yanmış ve anızlı uygulamalar karşılaştırıldığında, denemenin birinci yılında hem kök hem kök sütü aksamdaki azot içeriklerinin istatistiki anlamda önemli farklılıklar göstermediği belirlenmiştir. İkinci yılda kök azot içerikleri Anız yanmış parsellerde daha yüksek bulunurken kök üstü aksamda belirgin farklılık tesbit edilememiştir.

Uygulamaların, soya danesinin azot içeriğine etkisine yönelik değerler incelendiğinde, birinci yılda anız yanmış kontrol uygulamasında elde edilen soyada dane azot içeriğinin diğer uygulamalara oranla istatistiksel anlamda daha düşük değer gösterdiği (%6.60), diğer varyantlar arasında ise önemli farklılıklar bulunmadığı görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise varyantlar arasında azot içerikleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiş, en yüksek total azot içeriği %6.95 ile anızlı 500 kg/da tütün atığı uygulamasında belirlenmiştir. İki yıllık ortalama değerler itibariyle de en yüksek azot içeriği anızlı 500 kg/da tütün atığı uygulanan varyantta (%6.84) belirlenmiştir.

Anız yakımı ve anızlı uygulamalar karşılaştırıldığında, denemenin birinci yılında uygulamalar arasında farklılık bulunmadığı belirlenmiştir. İkinci yılda ise anızlı parsellerde anız yanmış parsellere oranla daha yüksek total azot değerleri belirlenmiştir. Kontrol uygulamaları ve tütün atığı dozları karşılaştırıldığında ise denemenin her iki yılında da varyantlar arasında istatistiki farklılıklar belirlenmemiştir ($p=0.05$).

Uygulamalar soya dane verimi yönünden karşılaştırıldığında birinci yılda en yüksek verimin anız yanmış 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış parselde (452 kg/da), ikinci yılda ise en yüksek değerin anızlı 1000 kg/da tütün atığı uygulanmış varyantta (528 kg/da) olduğu belirlenmiştir.

Denemenin birinci yılında anız yanmış parsellerde tesbit edilen verim değeri anızlı parsellerden daha yüksek bulunurken ikinci yılda varyantlar arasında fark bulunmamıştır. Tütün dozları yönünden varyantlar karşılaştırıldığında ise denemenin her iki yılında da tütün atığı uygulaması verimi kontrol uygulamasına oranla artırmış, tütün dozları içerisinde de 1000 kg/da tütün atığı uygulaması 500 kg/da uygulamasına göre olumlu yönde etkilemiştir.

Hasat sonrası toprakta kalan anızın yakılmadan olduğu gibi toprağa karıştırıldığı parsellere uygulanan anız miktarı oldukça düşük olması nedeniyle (170-200 kg/da) kısa sürede olumlu veya olumsuz etkilerinin tarla denemeleriyle belirlenmesi, gerek uygulanan organik substratların homojen dağılımlarının sağlanamaması, gerek lokal alanlardaki farklı biyolojik aktivite potansiyelleri nedenleriyle son derece güçtür. Nitekim belirlenen bazı parametrelerde de uygulamaların birinci yılında Anız yanmış ve Anızlı varyantlar arasında belirgin farklılıklar bulunmazken, ikinci yılda bazı parametrelerde istatistiki önemli farklılıklar bulunabilmektedir. Bu durum, özellikle anız gibi hasat sonrası toprakta çok düşük miktarlarda kalan organik substrat uygulama denemelerinin süresinin oldukça uzun tutulması gerekliliğinin önemli belirtisi olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada denitrifikasyon ölçümü amacıyla kullanılan asetilen inhibisyonu yöntemi son yılların en çok güvenilen yöntemi olmakla birlikte, kendi içerisinde de bazı sorunlar barındırmaktadır. Zira kurak dönemi izleyen ilk sulamadan birkaç dakika sonra önemli miktarlarda denitrifikasyon ürünü gazlar oluşmaya başlamaktadır (Davidson, 1992). Oysa arazi koşullarında ölçümler sulamadan en erken 1 gün sonra yapılabilmekte, bu da ölçümlerle belirlenen değerlerin gerçek değerlerden daha düşük olabileceği ihtimalini akla getirmektedir.

Yöntemde kullanılan asetilen gazının toprağın her noktasına eşit düzeyde nüfuz etmemesi yöntemle ilgili başka bir sorun kaynağıdır. Kullanılan organik substratlar yapılarına ve miktarlarına bağlı olarak uygulandıkları parseldeki hava hareketini kolaylaştırmaktadırlar. Bu nedenle kontrol parseline oranla bu parsellerde daha iyi asetilen yayılımı gerçekleşebilmekte, bu da organik substrat uygulanan alanlarda daha yüksek N_2O dolayısıyla denitrifikasyon kaybı belirlenmesine neden olabilmektedir.

Bu çalışma ile, farklı organik substratların denitrifikasyona etkisine yönelik uygulamaya aktarılabilecek bazı sonuçlar elde edilmiştir. İzleyen çalışmalarda ise faklı bölgelerde yükseklik, yönelim ve toprak özelliklerine bağlı olarak bölgede yer alan yaygın toprak serilerinin *in-situ* denitrifikasyon kapasitelerinin belirlenmesi, varsa doğal denitrifikasyon inhibitörlerinin saptanması ve bu inhibitörlerin kullanımı ile elde olunabilecek yararlara yönelik çalışmalar yapılabilir. Günümüzde denitrifikasyon inhibitörleri ticari olarak piyasada bulunmaktadır (N-Serve, 4-amino 1,2,4-triazole, dicyandiamide, parafinle kaplanmış CaC_2, XDE-474, carboxymethyl pyrazole). Ancak denitrifikasyonun inhibe edilmesi amacıyla kullanılacak maddelerin de çevre kirlenmesine etkileri söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle kullanılacak inhibitörlerin toprakta hızla parçalanarak topraklarda birikmeyen, zararlı etki yapmayan türden seçilmesi gereklidir. Özellikle salma sulama yapılan bu bölgelerde, denitrifikasyonun inhibe edilmesi gerek ekonomik gerekse ekolojik yönden bu çalışmada da sözü edilen zararların ortadan kaldırılması açısından yarar sağlayabilir. Ayrıca, bu çalışma ile elde edilen, tütün atıklarının tarım alanlarında önemli azot ve organik madde kaynağı olarak değerlendirilebileceği yönündeki bulgular, doğrudan uygulamaya yönelik olarak çiftçilere önerilebilir. Uygun doz uygulaması ile bu şekilde, baklagillerde teşvik azotu uygulaması, diğer kültür bitkilerinde ise mineral azot uygulaması ortadan kaldırılabilir.

KAYNAKLAR

AKSOY, T., 1980. Türk Tütünlerinin P, Ca, Mg ve Na Kapsamları. A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı. Cilt 29. Fasikül 1'den Ayrı Basım. S.6-14.

ALEXANDER, M., 1977. Introduction Soil Microbiology. Second Edition p.242.

ANONYMOUS, 1983. Technical Handbook on Symbiotik Nitrogen Fixation Legume/Rhizobium FAO, Rome.

ANONYMOUS, 1996. Yaprak Tütün İşletmeleri ve Ticareti Müessesesi Müdürlüğü, 1995 Yılı Faaliyet Raporu, İstanbul.

ARIOĞLU, H., 1989. Yağ Bitkileri (Soya ve Yerfistığı). Cilt 1, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 35. Adana.

ASMUS, F., HÜBNER, C., 1985. Untersuchungen zur N-Immobilizierung nach Strohdüngung. Arch. Acker-Pflanzenb. Bodenkd. 29, 39-45.

AUBERT, C., 1981. Organischer Landbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 102-113.

AVŞAR, F., 1996. Trakya'da Tarım ve Gümrük Birliği, Trakya'nın Bugünü ve Geleceği İçin Trakya' da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Yayın No: 183, Çorlu.

AVŞAR, F., Kanburoğlu, İ., 1996. Meriç Havzası Eğimli Tarım Arazilerinde Anız Yakmanın Su Erozyonuna ve Ürün Verimine Etkisi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 184-193, Mersin.

BARROW, C. J., 1994. Land Degradation. Cambridge University Press. 196., Cambridge.

BEK, Y., 1983. Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yay. No: 92. Adana.

BENCKISER, G., G. GAUS, K.-M. SYRING, K. HAIDER, D. SAUERBECK, 1987. Z. Pflanzenernahr. Bodenk. 150, 241-248.

BENCKISER, G., H.J. LORCH, J.C.G. OTTOW, 1995. Quantification of Total Denitrification Losses from Undisturbed Field Soils by the Acetylene Inhibition Technique. Field Methods Chapter 10. p 473-478.

BENCKISER, G., SYRING, K.-M., 1992. Denitrifikation in terrestrischen Agrarökosystemen. Bedeutung, Quantifrizierung und Modellierung. Bioengineering 8, 46-52.

BOUYOUCOS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. J., 43, p 434-438.

BOYLE, S., ARDILL, J., 1989. The Greenhouse Effect: A Partical Guide to the World's Changing Climate, London:Hodder and Stoughton.

BREIMER, T., 1981. Environmental Factors and Cultural Measures Affecting the Nitrate Content in Spinach. Ph. D. Thesis Dept. of Soil Science and Plant Nutrition. Agricultural Faculty. Wageningen. 102p.

BREMER, E., JANZEN, H. H., JOHNSTON, A. M., 1994. Sensitivity of Total, Light Fraction and Mineralizable Organic Matter to Management Practices in a Lethbridge soil. Canadian Journal of Soil Research 74, 131-138.

BREMNER, J.M., 1965. Inorganic forms of nitrogen. p. 93-149. In C.A. Black et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WI.

BROHİ, A.R., DURAK, A., 1986. Tütün Tozunun Organik Gübre Olarak Değerlendirilmesi. Türkiye Tütüncülüğü ve Geleceği Sempozyumu, Tokat. 12-14 Kasım. Tekel 366 YTİTM/AEKKM 5, 261-278.

BROWN, P.L., DICKEY, D.D., 1970. Losses of Wheat Straw Residue Under Simulated Field Conditions. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Vol 34, p 118-121.

BURNS, R.C., HARDY, R.W.F., 1975. Nitrogen Fixation in Bactera and Higher Plants. Springer-Verlag Berlin-Eidelberg. New York.

ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları:10, s 230.

ÇOLAK, A.K., 1979. Çukurova Bölgesinde Anız Yakımının Toprağın Mikroorganizma Populasyonuna, Biyolojik Aktivitesine ve Diğer Bazı Özelliklerine Etkisi. Doçentlik Tezi, Adana.

DAVIDSON, E. A., 1992. Sources of Nitric Oxide and Nitrous Oxide Following Wetting of Dry Soil. Soil Sci. Soc. Am. J., 56:95-102.

DEGROOT, P., 1990. Are We Missing the Grass for the Trees?. New Scientist, 118(1616), p.47.

DENİZ, N., 1988. Ankara Yöresinde Sulu Koşullarda Yetiştirilebilecek Soya Çeşitleri. Tarım Orman ve Köy İşl. Bak., Köy Hiz. Gen. Md., Toprak ve Gübre Araş. Enst. Md. Genel Yayın No: 148, Rapor Seri No: R-72. Ankara.

DERİCİ, R., 1980. Toprak Kimyası Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi.

DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN ZUR WASSER-ABWASSER UND SCHLAMMUNTERSUCHUNGEN, 1983. Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (ed.) Verlag Chemie, Weinheim / Bergstrasse (BRD).

DİE, 2000. Türkiye İstatistik Yıllığı, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yay. No: 2466, ISSN:082-691X, Ankara.

DREVON, J.J., 1983. Main Sources of Biologically Fixed Nitrogen in Major Ecosytem. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation Legume/Rhizobium. FAO-Rome. IB : Vol 3, No : 1/4.

DREVON, J.J., HECKMANN, M.O., SOUSSANA, J.F., SALSAC, L., 1988. Inhibition of Nitrogen Fixation by Nitrate Assimilation in Legume-Rhizobium Symbiosis. Plant Physiol. Biochem., 26(2), 197-203.

DURAK, A., BROHİ, A., 1986. Tütün tozunun organik gübre olarak değiştirilmesi. Türkiye Tütüncülüğü ve Geleceği Sempozyumu. 12-14 Kasım 1986. Tekel 366. YTİTM/AEKKM 5, 261-278.

ERGENE, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 635, 222-232.

FABIG, W., OTTOW, J.C.G., MÜLLER, F., 1978. Mineralization von 14C-Markiertem Benzoat mit Nitrat als Wasserstoff-Akseptor Unter Vollstaendig anaeroben Bedingungen sowie bei Verminderten Saurstoffpartialdruck. Landwitsch. Forsch. 35, 441-453.

FAO, 1998. Trade Yearbook, Vol:52, ISBN:92-5-0043420, ISSN:1014-7632.

FILSER, J., FROMM, H., NAGEL, R. F. and WINTER, K., 1995. Effect of Previous Intensive Agricultural Manegement on Microorganisms and the Biodiversity of Soil Fauna. Plant and Soil 170:123-129.

FRANCHINI, J., C., GONZALES-VILA, F.J. and RODRIGUEZ, J., 2002. Decomposition of plant residues used in no-tillage systems as revealed by flash pyrolysis. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 62:35–43.

FRITSCHE, W., 1985. Umweltmikrobiologie. Akademic-Verlag. Berlin.

FRITSCHE, W., 1990. Mikrobiologie. Gustav Fischer Verlag. Jena.

GÖK . M., ONAÇ. I., COŞKAN. A., SAĞLAMTİMUR. T., İNAL. İ., OTTOW. J.C.G., BENCKISER. G., 2000. Enifluss von organischer Düngung auf N-Mineralisierung, Denitrifikationsverluste sowie biologische Aktivitat im Boden unter Maisbewuchs. Türk- Alman Tarımsal Araştırma – 6.Sempozyumu . p 85- 90. 27 Eylül- 2 Ekim 1999. Stuttgart –2000

GÖK, M., 1987. Einfluss energiereicher Subsrate (Cellulose oder Stroh) und O_2-Partialdruck auf Quantitaet und Qualitaet der Denitrifikation eines sandigen Lehms. Doktora Tezi, Hohenheim Üniv. (BRD).

GÖK, M., 1988. Toprak Mikroorganizmalarının Ozon Parçalayıcı Bazı Gazların (N_2O, NO) Oluşumundaki Rolü. Çevre 89. Beşinci Bilimsel Ve Teknik Çevre Kongresi. Adana, 1989. S: 452-463.

GÖK, M., A.E. ANLARSAL, A.C. ÜLGER, C. YÜCEL, I. ONAÇ, 1995. Bazı Baklagil Yeşil Gübre Bitkilerinde N_2-Fiksasyonu ve Biyomas Verimi. Toprak İlmi Derneği, İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt 2. C.207-216. Ankara.

GÖK, M., MARTIN, P., 1993. Farklı Rhizobium Bakterileri ile Aşılamanın Soya, Üçgül ve Fiğde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etkisi. Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry 17, 753-761.

GÖK, M., ONAÇ, I., KARİP, B., SAĞLAMTİMUR, T., COŞKAN, A., TANSI, V., KIZILŞİMŞEK, M., 1998. Hasat artıkları, tütün atığı ve hayvan gübresi uygulamalarının toprakta azot mineralizasyonu, immobilizasyonu ve toprağın bazı biyolojik özelliklerine etkisi. M.Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soils. Menemen-İzmir-Turkey, 21-24 September 1998, p 551-557.

GÖK, M., OTTOW, J.C.G., 1988. Effect of Cellulose and Straw Incorporation in Soil on Total Denitrification and Nitrogen Immobilization at Initially Aerobic and Permanent Anaerobic Conditions. Biol. Fertil. Soils 5, 317-322.

GÖK, M., OTTOW, J.C.G., BENCKISER, G., SAĞLAMTİMUR, T., ONAÇ, I., COŞKAN, A., İNAL, İ., KARİP, B., TANSI, V., KIZILŞİMŞEK, M., 1999. The Effect of Different Plan Residues on Nitrogen Mineralization, Immobilization and Denitrification in Soils. Final Report of GIARA 94-4 (D-202) Project.

GÖK, M., SAĞLAMTİMUR, T., 1991. Çeşitli Yeşil Gübre Bitkilerinin Toprağın Nmin İçeriğine Etkisi. 11. TİD Bilimsel Toplantı Tebliğleri, 391-402.

GÖK, M., SAĞLAMTİMUR, T., COŞKAN, A., İNAL, İ., ONAÇ, I., TANSI, V., 2001. Organik ve Mineral Gübrelemenin Tarla Koşullarında Toprakta Azot Transformasyonuna ve Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi. Kesin Sonuç Raporu, Proje No:TARP-1785, TÜBİTAK.

GRIBBIN, J., 1988. The Greenhouse Effect. New Scientist, 120 (1635), Special Supplement (Inside Science No 13).

GÜZEL, N., 1982. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:168. Ders Kitabı No:13. Adana.

HARRISON, P. A., BUTTERFIELD R.E., DOWNING, T.E., 1995. Climate Change and Agriculture in Europe-Assesment of Impact and Adaptation. Environmental Change Unit, research report No:9. University of Oxford, Oxford

HERNANZ, J.L., LOPEZ, R., NAVARRETE, L., SANCHEZ-GIRON, V., 2002. Long-Term Effects of Tillage Systems and Rotations on Soil Structural Stability and Organic Carbon Stratification in Semiarid Central Spain. Soil & Tillage Research 66: 129–141.

HOUGHTON, J. T., JENKINS, G.J., EPHARAUMS J.J., 1990. Climate Change-The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge

HOUGHTON, J. T., MEIRA FILHO L.G., CALLANDER, B.A., HARRIS, N., KATTENBERG, A., MASKELL, K., 1996. Climate Change 1995-The Science of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge

ISERMEYER, H. (1952). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Böden. Z. Pflanzenaehr. Bodenkd 5. 56-60.

İLERİ, R., 2000. Çevre Biyoteknolojisi. Değişim Yayınları, Adapazarı. ISBN 975-82-89-13-7.

İLİSULU, K., 1983. Soyanın Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi. Soya Semineri ve Paneli, Adana.

İŞLER, N., 1992. GAP Bölgesinde Soya Yetiştiriciliğinde Olabilecek Sorunlar ve Çözüm Yolları. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde II. Ürün Tarımı ve Sorunları Sempozyumu, Şanlıurfa.

JAGNOW, G., H. SÖCHTIG, 1983. Plant Res. Develop. 17, 68-88.

JENKİNSON, D.S., 1977. Rothamstedt Exp. Sta. Report 1976. Part 2, 103-109.

JORDAN, D.C., 1984. Rihizobiaceae: Bergey's Manual of Systematik Bacteriology. Vol 1(Krieg, N.R., Holt, J.G., Murray, R.G.E., Brenner, D.J., Bryant, M.P., Moulder, J.W., Pfennig, N., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. " eds"). Williams and Wilkins Company, Baltimore. London.

KAÇAR, B., 1977. Bitki Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:637, S:124.

KAHNT, G., 1983. Gründüngung, DLG Verlag, Stuttgart, 67-105.

KASAP, Y., 1988. Sanayi Atıklarının Değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği, Sayı: 208, 8-10.

KAYA, Z., 1982. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Toprak Serilerinde Fosforun Statüsü ve Toprak-Bitki Sistemindeki Dinamiği. Doçentlik Tezi. Adana. s 103.

KEYSER, H.H., F. LI, 1992. Potential for Increasing Biological Nitrogen Fixation in Soybean. Plant and Soil. 141: 119-135.

KILLHAM, K. and FOSTER, R., 1995. Soil Ecology, Cambridge University Press, ISBN: 0-521-43521-8.

KNOWLES, R., 1982. Denitrification Microbial Rev. 46, 43-70.

KREMSER, U. and SCHNUG, E., 2002. Impact of Fertilizers on Aquatic Ecosystems and Protection of Water Bodies From Mineral Nutrients. Landbauforschung Volkenrode. 52:81-90.

KUCEY, R.M.N., P. Snitwongse, P. Chaiwanakupt, P. Wadisirisuk, C. Siripaibool, T. Arayangkool, N. Boonkerd, R.J. Rennie, 1988. Nitrogen Fixation (^{15}N-dilution) with Soybeans under Thai Field Conditions. Plant and Soil. 108: 33-41.

LA RUE, TH. A. and TH. G. PATERSON, 1981. Adv. Agron. 34: 15-38.

LETEY, J., N. VALORAS, D.D. FOCHT, J.C. RYDEN, 1981. Nitrous Oxide Production and Reduction During Denitrification as Affected by Redox Potential. Soil Sci. Soc. Am. J. 45, 727-730.

LIMON-ORTEGA, A., SAYRE, K.D., DRIJBER, R.A., 2002. Soil Attributes in Furrow-Irrigated Bed Planting System in Northwest Mexico. Soil & Tillage Research, 63:123-132.

MARTINEZ-ROMERO, E., 1994. Recent Development in Rhizobium Taxonomy. Plant and Soil. 161: 11-20.

MAYNARD, D.N., 1978. Critique of "Potential Nitrate Levels in Ediple Plant Parts" Nitrogen in the Environment Edits : Nielsen D.R. and Mc Donald, J.G., Vol 12, Academic Press New York. 221-233.

MCELROY, M.B., J.W. ELKINS, S.C. WOFSY, Y.L. YUNG, 1976. Sources and Sinks for Atmosferic N_2O Rev. Geophys Space phys. 14, 143-150.

MCKENNEY, D.J., WANG, S.W., DRURY, C.F. & FINDLAY, I. 1993. Dentrification and Mineralization in Soil Amended with Legume, Grass and Corn Residues. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 1013-1020.

MOORHEAD, K.K., D.A. GRAETZ AND K.R. REDDY, 1987. Decomposition of Fresh and Anaerobically Digested Plant Biomass in Soil. J. Environ. Qual. 16: 25-28.

MURPHY, J., RILEY, J.P., 1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Waters. Anal. Chem. Acta. 27: 31-36.

MYERS, N., 1988. Tropical Deforestation and Remote Sensing. Forest Ecology and Manegement, 23, 215-25.

NICHOLAS, D. S., Nason, A., 1957. Determination of Nitrate and Nitrite. In : Colowick, S. P.,Kaplan, N. O. (eds.) : Methods in Enzymology. Acad. Press. Inc. Publ., New York, 981-984.

OBATON, M., 1983. Legumes and Nitrogen Cycle. Technical Handbook on Symbiotic Nitrogen Fixation. Legume/Rhizobium FAO. Rome I Biol. 1, No:1/3.

OLSEN, S.R., V. COLE, F.S. WATANABE And L.A. DEAN, 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept. of Agric. Circ. 939.

ONAÇ, I., GÖK, M., ÜLGER, A.C., IŞIK, A., ANLARSAL, A.E., ÇAKIR, B., COŞKAN, A., GÖKSAL, C., 1997. Değişik Baklagil Yeşil Gübre Bitkilerinin Farklı Mekanizasyon Uygulamaları Altında Toprakta N-Mineralizasyonu, İmmobilizasyonu ve Mısırda Verime Etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül Samsun. Bildiriler Kitabı, 487-491.

OTTOW, J.C.G. AND G. BENCKISER, 1994. Effect of Ecological Conditions on Total Denitrification and N_2O Release From Soils. Nova Acta Leopoldina NF 288: 251-262.

OTTOW, J.C.G., 1992. Denitrifikation eine kalkulierbare Grösse in der Stickstoffbilanz von Böden? Wasser u. Boden 9, 578-581.

ÖĞÜŞ, L., 1986. Toprak Verimliliği Ders Notları. Atatürk Üniv. Yayınları. S:9-14

ÖZBEK, H., DİNÇ, U., KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüt ve Haritası. Ç. Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 73, Adana.

ÖZBEK, H., Z. KAYA, M. GÖK, H. KAPTAN, 1993. Toprak Bilimi. P. Schachtschabel, H.-P. Blume, G. Brummer, K.-H. Hartge, U. Schwertmann (Çeviri). Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitapları Yay. No: 16.

ÖZGÜVEN, M., KAYA, Z., 1984. Tütün Atıklarının Tarımda Gübre Olarak Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ulusal Çevre Sempozyumu Tebliğ Metinleri. Adana. TÜBİTAK Yayınları No: 12 (1986), 240-245.

ÖZGÜVEN, M., KAYA, Z., YILMAZ, M.A., KIRICI, S., TANSI, S., 1989. Sigara Fabrikası Atıklarının Gübre Olarak Değerlendirilmesi Olanakları Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG-576.

PARKIN, T.B., 1987. Soil Microsites as a Source of Denitrification Variability. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:1194-1199.

PARTON, W. J., OJIMA, COLE, C. V. VE SCHIMEL, D. S., 1994. A General Model for Organic Matter Dynamics: Sensitivity to Litter Chemistry, Texture and Management. In Quantitative Model of Soil Forming Processes, eds. R. B. Bryant and R. W. Arnold, pp. 147-167. Soil Science Society of America, Madison.

POSTGATE, J.R., 1982. The Fundementals of Nitrogen Fixation. Cambridge University Press.

PRASAD, P.V.V., SATYANARAYANA, V., MURTHY, V.R.K. AND BOOTE, K.J., 2002. Maximizing Yields in Rice-Groundnut Cropping Sequence Through Integrated Nutrient Management. Field Crop Research 75:9-21.

RAMBLER, M. B., MARGULIS, L., FESTER, R., 1989. Global Ecology: Towards a Science of Biosphere. London:Academic Press.

REGANOLD, J., 1989. Farming's Organic Future. New Scientist, 122 (1668), 49-52.

RENNIE, R.J., DUBETZ, S., 1987. ^{15}N Determined Nitrogen Fixation in Field-Grown Chickpea, Lentil, Fababean and Field Pea. Agronomy Journal USA. 78(4): 654-660. Canada.

ROBERT, L. TATE III,1995. Soil Microbiology. John Wiley and Soil Inc. New York.

ROHMANN, U., H. SONTHEIMER, 1985. Nitrat im Grundwasser: ursachen-Bedeutung-Lösungswege. DVGW Forschungstelle am Engler-Bunter-Institut der Üniversitöt Karlsruhe.

RUDEL, W.S., BONE, B.S., HİLL, M.J., WALTER, C.L., 1976. Gastric-Juice Nitrite Acid Factor for Cancer in the Hypachlorhydric Stomach. The Lancet. II, 1037-1039.

RUSSEL, E.W., 1961. Soil Conditions and Plant Growth. Logmans, Green and Co. Londan, New York, 315-327.

RUSSELL, E.W., 1973. Soil Conditions and Plant Growth. Longman. London.

SAĞLAM, M.T., 1994. Gübreler ve Gübreleme (Genişletilmiş Üçüncü Baskı) Trakta Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Yayınları.

SCHLICHTİNG, E., BLUME, E., 1966. Bodenkundliches Prakticum. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin.

SIMEK, M., AND COOPER, J.E., 2002. The Influence of Soil pH on Denitrification: Progress Towards the Understanding of this Interaction Over the Last 50 years. European Journal of Soil Science. Volume 53, Issue 3, p:345:354.

SMİTH, J., H. VE PECKENPAUGH, R. E., 1986. Straw Decompositon in Irrigated Soil Comparison of Twenty-three Cereal Straws. Soil Science Society of America Journal 50, 928-932.

SNAPP, S.S., ROHRBACH, D.D., SIMTOWE, F. AND FREEMAN, H.A., 2002. Sustainable Soil Management Options for Malawi: Can Smallholder Farmers Grow More Legumes? Agriculture, Ecosystems and Environment, 91:159-174.

ŞENCAN, N., 1991. Ege Bölgesinde İkinci Ürün Soyanın Karma Bakteri Kültürü ile Aşılanmış Koşullardaki Azotlu, Fosforlu ve Potasyumlu Gübre İhtiyacı. Tarım ve Köy İşl. Bak., Köy Hiz. Gn. Md., Menemen Arş. Enst. Md. Yay. Genel Yay. 169. Rapor Serisi No: 110.

TARIMSAL YAPI, 2000. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 2614 ISSN:1300-963X, Ankara.

THALMANN, A. (1967). Über die mikrobielle Aktivitaet und ihre Beziehungen zur Fruchtbarkeitsmerkmalen einiger Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivitaet (TTC-Reduktion) Diss. Giessen (FRG).

TIAN, G., KANG, B., BRUSSARD, L., 1992. Biolicigal Effects of Plant Residues with Contrasting Chemical Compositions under Humid Tropical Conditions Decomposition and Nutrient Release. Soil Biol. Biochem 24: 1051-1060.

TISDALE, S.L. AND NELSON, W.L., 1985. Soil Fertility and Fertilizer. 4th Edition, New York. USA.

TOPRAK-SU GN. MD., 1974. Seyhan Havzası Toprakları. Havza No: 18, Raporlar Serisi 70, Toprak-Su Genel Müd. Yayınları No: 286.

U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USDA No: 6.

WERNER, D., 1987. Pflanzliche und mikrobielle Symbiosen. George ThimeVerlag-Stuttgart New York, 48-102.

YALI, K., 1993. Farklı Bradyrhizobium japonicum İzolatlarının Değişik Soya Çeşitlerinde Verim, Azot Fiksasyonu ve Toprağın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Adana.

ZALDİVAR, R., 1976. Nitrate Fertilizer as Environmental Pollutants Possitive Correlation Between Nitrates used Unit are and Stomach Cancer Rates. Experienta 33/2, 264-265.

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Adana'da doğdum. İlk öğrenimimi Adana ve Gaziantep illerinde (dört yılda), orta öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1991 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü kazanarak lisans eğitimime başladım. 1995 yılında anılan fakülteden mezun olarak aynı yıl yüksek lisans eğitimime başladım. 1997 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandım.

1995-1998 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarında yürütülen, GIARA (German-Israel Agricultural Research Agreement) D-202 (94/4) nolu projede araştırıcı olarak görev aldım.

1998 yılında, DAAD (Alman Akademik Mübadele Kurumu) tarafından verilen bursla, Giessen-Justus Liebig Üniverstesinde, "inhibitörlerin denitrifikasyona etkileri" konusunda, 2 ay süreli staj yaptım. 1999 yılında, DRASME (Desertification Risk Assessment in Silvopastoral Mediterranean Ecosystems) projesi kapsamında, İspanyada arazi çalışmalarına katıldım.

Halen Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktayım ve Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası dalında, özellikle "mikrobiyel azot fiksasyonu, azot transformasyonu" konularında çalışmalarımı yürütmekteyim.

İyi derecede İngilizce ve bilgisayar bilmekteyim.

Evli ve bir çocuk babasıyım.