ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülden KOCA

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA EKİM ÖNCESİ TOPRAKTAKİ MİNERAL AZOTUN BİRİNCİ ÜRÜN MISIR GÜBRELEME PROGRAMINDA KULLANIM POTANSİYELİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA EKİM ÖNCESİ TOPRAKTAKİ MİNERAL AZOTUN BİRİNCİ ÜRÜN MISIR GÜBRELEME PROGRAMINDA KULLANIM POTANSİYELİ

Gülden KOCA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Bu Tez 30/07/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

…….....	……..	…….....
Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ	Prof. Dr. Mahmut ÇETİN	Doç. Dr. Emin Bülent ERENOĞLU
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2010YL75

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA EKİM ÖNCESİ TOPRAKTAKİ MİNERAL AZOTUN BİRİNCİ ÜRÜN MISIR GÜBRELEME PROGRAMINDA KULLANIM POTANSİYELİ

Gülden KOCA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
Yıl: 2013, Sayfa: 77
Jüri : Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ
: Prof. Dr. Mahmut ÇETİN
: Doç. Dr. Emin Bülent ERENOĞLU

Bu çalışmada, Çukurova koşullarında toprakta ekim öncesi bulunan mineral azotun, bölgenin tarımsal ekonomisine önemli katkı sağlayan 1. ürün mısırın gübreleme programında kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışma için, 2007, 2008 ve 2009 yıllarında mısır üretim alanlarında ekim öncesi ve hasat sonrası üç farklı derinlikten alınan (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) örnekler kullanılmış ve NH_4^+ ve NO_3^- ölçülerek, toplam mineral azot (N_{min}) değerleri hesaplanmıştır. Bununla birlikte, hasat edilen mısırda kimi bitkisel parametreler (sap verimi, tane verimi, sap ve tanede %N, sap, tane ve total bitki tarafından kaldırılan N) ölçülmüş ve bu bulguların topraktan elde edilen değerler ile ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada, çiftçinin ekim öncesi toprakta var olan azotu göz ardı ettiği görülmüştür. Bulgular, ekim öncesi toprakta bulunan azotun kısmen mısırın başlangıç azotunu karşılayacak düzeyde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, hasat sonrasında da toprakta önemli miktarda azot kaldığı tespit edilmiştir ki bu, çiftçinin ihtiyacından fazla azot gübrelemesi yaptığını göstermektedir. Toprak ve bitkisel parametrelerin birlikte değerlendirilmesi ile, kimi parametreler arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiş olup; bu ilişki istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Araştırma sonuçları, topraktaki mineral azotun mısırın gübreleme programında kullanılacak önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Ancak, topraktaki N_{min} ile mısır verimi arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mineral azot, gübreleme, mısır

ABSTRACT

MASTER THESIS

POTENTIAL USE OF PREPLANT SOIL MINERAL NITROGEN CONTENT IN FIRST CROP CORN FERTILIZATION PROGRAME IN CUKUROVA REGION

Gülden KOCA

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

Supervisor : Prof. Dr. Hayriye IBRIKCI
Year: 2013, Pages: 77
Jury : Prof. Dr. Hayriye IBRIKCI
: Prof. Dr. Mahmut CETIN
: Assoc. Prof. Dr. Emin Bülent ERENOGLU

In this research, potential usage of pre plant soil mineral nitrogen ($N_{\min)}$ in the first crop corn fertilization programme was studied in the Cukurova region. Corn, as a regional crop, provides a significant contribution to agricultural economy. The soil samples were taken at the pre plant and post harvest periods from three different depths (0-30, 30-60 and 60-90 cm) in 2007, 2008, 2009 years and NH_4^+ and NO_3^- concentrations were measured, and total N_{min} values were calculated. In addition, some parameters (shoot yield, grain yield, %N in shoot and grain, N uptake of shoot, grain and total plant) were measured and calculated to correlate with the soil values. This study was shown that, pre plant N_{min} level could contribute to corn production, and the farmers should consider this existing readily available nitrogen source in the profile. A significant amount of N_{min} was also determined in the soil profile at the post harvest stage, showing that farmers' fertilizer application are more than the plant needs. When soil and plant parameters were evaluated together, there were significantly important linear relationships. The research results showed that, the soil mineral nitrogen is an important factor that can be used in corn fertilization programe. However, there were no significant correlation was found between corn yield and the soil N_{min} values.

Key Words: Mineral nitrogen, fertilizer, corn

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her anında bilgi, deneyim ve tecrübelerini benden esirgemeyen, sabırla tezimin oluşması ve tamamlanması için beni yüreklendiren Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ'ye, tezimin çeşitli aşamalarında yol gösterici öğütlerde bulunan ve tez savunma jürime katılarak beni onurlandıran Sayın Prof. Dr. Mahmut ÇETİN ve Sayın Doç. Dr. Emin Bülent ERENOĞLU'na; tezimin arazi çalışmalarında ve laboratuar çalışmalarında beni yalnız bırakmayan Sayın Dr. Ebru KARNEZ'e teşekkür ederim.

Tezimin arazi ve laboratuar çalışmalarına maddi kaynak sağlayan ve tezimin her aşamasında desteğini gördüğüm yürütücülüğü Sayın Prof. Dr. Mahmut ÇETİN tarafından yapılan QUALIWATER (Akdeniz Sulu Tarım Alanlarında Tuzluluk ve Nitrat Kirliliğinin Tanımı ve Kontrolü (Diagnosis and Control of Salinity and Nitrate Pollution in Mediterranean Irrigated Agriculture) projesinin tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Tezimin oluşumu için laboratuar imkanlarından yararlandığım Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'na ve arazi çalışmalarında da beraber çalıştığımız Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalındaki arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tezimin oluşturulmasında desteğini benden esirgemeyen kıymetli eşim Yakup Kenan KOCA'ya, tez aşamamda daha az yaramazlık yapan kızım Elis Ada KOCA'ya ve manevi desteklerini her zaman arkamda hissettiğim annem, babam ve kardeşlerime teşekkürler ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: ZF2010YL75) içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ…… I

ABSTRACT…… II

TEŞEKKÜR…… III

İÇİNDEKİLER…… IV

ÇİZELGELER DİZİNİ…… VI

ŞEKİLLER DİZİNİ……..... VIII

1. GİRİŞ……... 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……... 5

2.1. Toprak ve Bitkide Azot……..... 5

2.2. Tarımsal Azot ve Çevresel Etkileri……. 11

2.3. Mısırın Azot Gübrelemesi……... 13

3. MATERAL VE YÖNTEM……. 17

3.1. Materyal……... 17

3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu……... 17

3.1.2. Çalışma Alanının İklimi…… 18

3.1.3. Çalışma Alanının Toprak Özellikleri…… 22

3.1.4. Çalışma Alanının Bitki Deseni…….. 26

3.2. Yöntem……..…….. 27

3.2.1. Toprak Örneklemesi ve Analizleri…… 27

3.2.2. Bitki Örneklemesi ve Analizleri……..…..... 28

3.2.3. Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Değerlendirilmesi. 28

3.2.4. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi……..... 28

4. BULGULAR VE TARTIŞMA……..…. 29

4.1. Toprakta Amonyum ve Nitrat Konsantrasyonları……..... 29

4.1.1. Tez Dönemi Öncesine ait Bulgular……... 29

4.1.1.1. 2007 Yılı Toprak Örneklerinde Nitrat ve Amonyum Konsantrasyonları……..... 29
4.1.1.2. 2008 Yılı Toprak Örneklerinde Nitrat ve Amonyum Konsantrasyonları……..... 34
4.1.2. Tez Dönemine (2009 Yılı) ait Toprak Örneklerinde Nitrat ve Amonyum Konsantrasyonları..... 37
4.1.3. Tüm Yıllar için Toprakta Mineral Azot……..... 40
4.1.3.1. Mineral Azot Miktarları…… 40
4.1.3.2. Çalışma Alanı Toprak Azotunun Yersel Dağılım Haritaları……. 44
4.2. Bitkide Azot..... 48
4.2.1.Bitkide ve Tanede Azot Konsanstrasyonları..... 48
4.2.2. Bitki ve Tane Tarafından Kaldırılan Azot..... 49
4.3. Verim……..……..... 49
4.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmeleri…….…… 54
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER……..…….. 61
KAYNAKLAR…… 65
ÖZGEÇMİŞ……. 77

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1.	Türkiye topraklarının toplam N içeriği……	5
Çizelge 2.2.	Türkiye topraklarının NO_3^-N'u düzeyleri……	6
Çizelge 2.3.	Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen kimi ürünler ve toplam üretim miktarları……..	7
Çizelge 2.4.	Akdeniz Bölgesinde azotlu gübreleme önerileri……..	9
Çizelge 3.1.	Çalışma alanına ait uzun yıllık iklimsel veriler……...	19
Çizelge 3.2.	Çalışma alanında yer alan meteoroloji gözlem istasyonuna ilişkin iklimsel veriler……..	21
Çizelge 3.3.	Toprak örneklemesi zamanı ve örnekleme amacı……	27
Çizelge 4.1.	Tez dönemi öncesi 2007 yılında topraktaki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değişimi……..	32
Çizelge 4.2.	Tez dönemi öncesi 2008 yılında topraktaki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değişimi……..	35
Çizelge 4.3.	2009 yılı topraktaki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değişimi……	38
Çizelge 4.4.	Yıllar içerisinde bitkide ve tanede azot konsantrasyonu……..	48
Çizelge 4.5.	Yıllar içerisinde bitki ve tane tarafından kaldırılan azot……..	49
Çizelge 4.6.	Yıllar itibari ile tane ve sap verimi……..	50
Çizelge 4.7.	Mısır bitkisinin 2007 yılındaki dikkate alınan bazı öğelerine ilişkin korelasyon matrisi…….	56
Çizelge 4.8.	Mısır bitkisinin 2008 yılındaki dikkate alınan bazı öğelerine ilişkin korelasyon matrisi…….	57
Çizelge 4.9.	Mısır bitkisinin 2009 yılındaki dikkate alınan bazı öğelerine ilişkin korelasyon matrisi…….	58

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1.	Çalışma alanının coğrafi konumu…….....	18
Şekil 3.2.	Akarsu sulama sahasındaki başlıca toprak serileri…….....	22
Şekil 3.3.	Çalışma alanına ait bitki deseni haritası…….....	26
Şekil 4.1.	Tez dönemi öncesi 2007 yılı ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta amonyum ve nitrat konsantrasyonları…….....	33
Şekil 4.2.	Tez dönemi öncesi 2008 yılı ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta amonyum ve nitrat konsantrasyonları…….....	36
Şekil 4.3.	2009 yılı ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta amonyum ve nitrat konsantrasyonları…….....	39
Şekil 4.4.	Yıllara göre ekim öncesi ve hasat sonrası yüzeyde (0-30 cm) ve toprak profilinde (0-90 cm) mineral azot……	42
Şekil 4.5.	2007-2008 ve 2009 yılları yüzey toprağı (0-30cm) N_{min} değerleri dağılım haritaları…….	46
Şekil 4.6.	2007-2008 ve 2009 yılları toprak profili (0-90cm) N_{min} değerleri dağılım haritaları…….	47
Şekil 4.7.	2007, 2008 ve 2009 yıllarında sap ve tane tarafından kaldırılan azot dağılım haritası……...	52
Şekil 4.8.	2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait sap ve tane verimi dağılım haritası…….	53
Şekil 4.9.	Mısır bitkisinde sap verimi ile sapça kaldırılan N ve sap verimi ile tane verimi arasındaki doğrusal ilişkiler…….	59
Şekil 4.10.	Mısır bitkisinde tane azotu ile bitki tarafından kaldırılan azot ve tane azotu ile profildeki N_{min} arasındaki doğrusal ilişkiler……...	60

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ile doğru orantılı olarak artan beslenme ihtiyacının karşılanması, kimyasal gübre kullanımının öneminin gerekliliğini de beraberinde getirmiştir. Artan bu beslenme ihtiyacının giderilmesi, ya tarım alanlarını arttırma yolu ile, ya da ekilen tarım alanlarında birim alandan daha fazla ürün elde etme ile mümkün olabilmektedir. Dünyada ekilecek tarım alanlarını arttırma olasılığının artık çok düşük seviyelere geldiği de görülmektedir. Bundan dolayı, artan beslenme ihtiyacının karşılanması amacıyla en uygun yaklaşımın, optimize edilmiş tarımsal girdiler ile birim alandan elde edilecek ürünün arttırılması yoluna gitme olduğu açıktır.

Birim alandan elde edilen ürünün arttırılması için yapılacak tarımsal uygulamaların başında sulama ve gübreleme gelmektedir. Her iki uygulamanın da verime olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Ancak bu uygulamaların, uygun olmayan şekillerde yapılması, olumlu etkinin tam tersine dönmesine; hatta tarım yapılan alanların tarım dışı alanlara dönüşmesine neden olabilmektedir.

Gübreleme, ürün miktarının arttırılmasına yönelik olarak yapılan uygulamaların başında gelmektedir. Azotlu gübrelerin verim ve verim unsurları üzerine etkisinin her geçen gün daha da fazla anlaşılmasından dolayı, en çok kullanılan gübre grubunun başında gelmektedir. Yeşil aksam büyümesine, fotosentez miktarına ve dolayısıyla verimde artış gibi etkilere bağlı olarak, üreticilerin de azotlu gübrelere yönelmesi bu bitki besin elementinin önemini daha da arttırmıştır.

Bitkinin gereksinim duyduğu elementler, makro ve mikro olarak ikiye ayrılmasına karşın, özellikle azot diğer tüm besin elementler ile karşılaştırıldığında bitkiler çok daha fazla azota ihtiyaç duymaktadır. Azotun, toprakları oluşturan ana kayadaki miktarının çok düşük oluşu, toprakta çok sık ve çabuk değişime uğraması, bitkinin vejetatif aksamının gelişmesi açısından oldukça önemli olması, verimi belirleyici en etkili besin elementi durumunda olması, yüzey ve yüzey altı sularında, çevresel zararlanmalar açısından önemli etkilerde bulunması azotu daha da önemli bir element haline getirmektedir (Özbek ve ark., 1993).

İnsanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri olan beslenme, artan dünya nüfusuna bağlı olarak daha da ciddi sorun haline gelmektedir. Dünya nüfusunun bir kısmının açlıkla mücadele ettiği, her platformda ortaya konmaktadır. Beslenme ise en temel olarak tahıl grubundaki bitkiler ile olmaktadır. Bu grup içerisinde buğday, çeltik ve mısır en önemli üç tarımsal üründür. Mısır, dünya çapındaki 820 milyon ton üretimiyle sahip olan en önemli tahıl bitkisidir (FAO, 2012). Yurdumuzda da önemli bir ekiliş alanına sahip olan mısırın su ve besin elementi istekleri oldukça yüksektir. En önemli besin elementi ise azottur.

Azot atmosferde fazlaca bulunmasına rağmen, bitkiler tarafından doğrudan kullanılamamaktadır. Bitki tarafından kullanılabilen azot formu N_2 olmayıp; amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) formlarıdır. Bitkinin kullanabilmesi için, litosferde ve atmosferde yer alan N_2'nin çok karmaşık bir döngü ile bitkiye yarayışlı hale gelmesi gerekmektedir. Azotu diğer elementlerden farklı yapan bir yanı da, bu döngünün oldukça karmaşık ve çok yönlü olmasıdır. Bu döngünün baklagiller ve baklagiller dışında bazı bitkilerle birlikte simbiyotik bir yaşam süren mikroorganizmalar tarafından önemli ölçüde gerçekleştirilmesinin yanı sıra, atmosferdeki elektriksel boşalmalar ve endüstriyel prosesler de bu dönüşümde etkili olmaktadır (Güzel ve ark., 2002).

En fazla NO_3^- formunda, daha az oranda da NH_4^+ formunda alınan ve bitkilerin bileşiminde genellikle %1-5 oranlarında bulunan azotun (Reuter ve ark., 1997) eksikliğinin bitkiye olumsuz etkisi çok büyüktür. Noksanlığında bitkide ilk dönemlerde belirgin gelişme noksanlıkları, ilerleyen dönemlerde gelişmede durma gözlenmektedir. Bunun yanı sıra, diğer elementlerin alımına etki etmesinden dolayı azotun noksanlığında bazı elementlerin alımı zayıflar ve yavaşlar. Azot eksikliğinde protein ve enzimlerin sentezinde yavaşlama, bitkinin gelişmesinde durma, bitkide bodurlaşma, bitki renginde solma ve sararma; dolayısıyla klorofil ve fotosentezde azalma görülür. Örneğin, hububatlarda sapa kalkma başlangıcında yapraklar açık yeşil bir renk alır. Saplar ince ve zayıf, başaklar ise kısa kalır, taneler iyi olgunlaşmaz ve dolayısıyla verim düşer. Bu ve buna benzer sorunların yaşanmaması için toprak analizleri yapılması mutlak gereklidir.

Bitkinin ihtiyacı kadar azot toprakta bulunmalı, yetersiz olması durumunda gerekli olan gübreleme yapılmalıdır. Ancak, analiz yaptırmadan gereğinden fazla verilen azot, toprakta, bitkide ve çevrede kullanım amacının tersine olumsuz etkilere neden olabilmektedir.

Toprağa gübre olarak verilen azotun optimum şartlarda en fazla %50'si bitki tarafından kullanılmaktadır. Geri kalan kısmı ise, hem ekonomi ve çiftçi açısından sorun teşkil eder; hem de çevre kirliliği açısından ciddi sorunlara neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar, birçok araştırıcı tarafından özellikle NO_3^- formu temel alınarak araştırılmıştır (Byrnes, 1990; Powlson, 1993; Shepherd ve ark., 1993; Jarvis, 1993) Bunun yanı sıra, fazla miktarda verilen azot bitkide hızla büyümeyi sağlarken, vejetatif aksam aşırı gelişir; bitkide dokular ve hücre zarları gevşek olur; bitkinin kurağa, soğuğa, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı azalır ve meyve kalitesi düşer. Bununla birlikte, azotun verilme dönemi de oldukça önem taşımaktadır. Toprak yapısına göre değişmekle birlikte, oldukça hareketli bir element olduğundan, bölünerek verilmesi daha uygundur. Azotun, ekimden kısa bir süre sonra tek seferde verilmesi, en düşük azot kullanım etkinliği ve en düşük tane verimi elde edilmesine sebep olmuştur (Anonim, 1984). Bunun aksine, azot uygulamalarının bir döneme kadar geç verilmesinin, olumsuz etkisinin minimum düzeyde olduğu belirtilmiştir (Scharf ve ark., 2002)

Aşırı gübrelemenin yarattığı ekonomik zararların yanı sıra, çevre üzerine olumsuz etkileri daha da önemli olabilmektedir. Yaşadığımız ortamda yaratılan her türlü olumsuzluk, doğrudan insan sağlığına etkili olmaktadır. Kimi etkiler, zaman içerisinde ortaya çıkarak geri dönüştürülemeyecek bir hal alırlar. Bu olumsuz etkileri yaratan besin elementlerinin başında, bitkiler için olmazsa olmaz kaynaklardan biri olan azot gelmektedir.

Bilinçli şekilde uygulanan gübrelerin olumlu etkisinin yanı sıra, son dönemlerde "*ne kadar fazla gübre verirsen, o kadar çok ürün alırsın*" veya "*gübre ürünün sigortasıdır*" mantığında yaklaşım üreticiler arasında sıklıkla kullanılan bir söylem olmuştur. Ancak, bitkinin ihtiyacından daha fazla miktarda verilen gübre, ekonomi,

çevre ve sağlık açısından çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu yaklaşımların doğru olmadığı, çeşitli bilimsel çalışmalarla da desteklenmiştir. Besin elementi konsantrasyonu kritik düzeye doğru yaklaştıkça verimde artış görülmektedir. Ancak, lüks tüketim düzeylerinde verilen gübrenin verim artışına hemen hemen hiç etkisi olmamaktadır. Besin elementinin aşırı düzeyde absorpsiyonu, bitkiye olumsuz etkide bulunabilmekte; verimde düşmeye neden olabilmekte ve hatta bitkide ölüme sebebiyet verebilmektedir (Prutskova ve Ukanova, 1976; Gillelan ve Macknis, 1983; Güzel ve ark., 2002). Başka bir açıdan bakıldığında, azotlu gübrelerin üretilmesi için harcanan enerji ve hammadde kullanımının, bitkisel üretimde gübre girdi maliyeti üzerine olumsuz etkileri olmaktadır. Bu durum, mikro düzeyde çiftçi ekonomisine, makro yönden ise ülke ekonomisine artan maliyet anlamına da gelmektedir.

Gübrelerin bu mantıkla hareket edilip, aşırı kullanılması bir dizi çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu çevresel sorunların çoğu NO_3^- kaynaklı olup; taban suyuna karışma ve atmosfere salınma şeklinde kayıplar meydana gelebilmektedir. Ancak tehlikenin daha büyüğü, özellikle insan sağlığı açısından etkisi olarak düşünülmektedir.

Taban suyuna karışan NO_3^-'ın temizlenmesi veya atmosfere karışan azotlu bileşiklerin temizlenmesi pratik olarak pek mümkün değildir. Bundan dolayı, gübreleme özellikle NO_3^- kaynaklı gübreleme sonucu oluşabilecek olumsuzlukların bertaraf edilmesinin en iyi yolu, toprak analizlerine dayalı bir gübreleme programı hazırlanarak gübrelemenin doğru şekilde, doğru zamanda ve doğru miktarda yapılmasının sağlanmasıdır.

Bu çalışmada, bitkiler için gerekli olan besin elementlerinin başında gelen azotun, mısır ekimi öncesi toprakta bulunma potansiyeli ve mısır verimine etkileri araştırılmıştır. Topraktaki mineral azotun gübreleme programında değerlendirilmesi ile fazla azot gübrelemesinin ve bu fazla gübrelemenin toprağa, taban suyuna ve dolayısıyla insan sağlığına etkisinin irdelenmesi hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprak ve Bitkide Azot

Topraklarda bulunan azot miktarları bölgeden bölgeye değişkenlik göstermekte (Çizelge 2.1), hatta aynı toprakların horizonları arasında da farklılıklar görülmektedir. Topraktaki azot miktarı, alt katmanlarında %0.02'den de az iken bu oran organik topraklarda %2.5'dan daha fazla olabilmektedir. Kültür topraklarında bu değer genellikle %0.03-0.4 arasında değişmekte olup, ortalama %0.15'dir (Güzel ve ark., 2002). Topraktaki azotun önemli bir kısmı (%95) humin maddeleri, bitki artıkları, biyokütle ve ölü organizmaların yapılarında organik formdadır. Ancak, çok küçük bir kısmı (%5) inorganik formdadır.

Çizelge 2.1. Türkiye topraklarının toplam N içeriği (Kacar ve Katkat, 2007)

Bölge	Toprak örneği sayısı	Toplam N, %		Kaynakça
		En düşük	En yüksek	
Orta Anadolu	34	0.031	0.156	Taban ve Kaçar (1991)
Karadeniz	56	0.048	0.349	Ülgen (1968)
Doğ Anadolu	71	0.019	0.426	Ateşalp (1968)
Çukurova	19	0.050	0.210	Kacar (1965)
Antalya Kıyı Yöresi	21	0.020	0.350	Kacar ve ark. (1973)
Gediz Havzası	42	0.020	0.180	Arat (1973)
Küçük Menderes Ovası	24	0.045	0.098	Çolakoğlu (1977)

Büyük bir kısmı organik formda olan azotun her yıl yalnızca küçük bir kısmı (%2-3) mineralize olmaktadır. Yüzey toprağında bulunan azotun %8 ve alt toprakta bulunanın ise %40 kadarı NH_4^+ şeklinde kil mineralleri tarafından fikse edilmiş durumda

olup, bu azottan bitkilerin yararlanması oldukça yavaş ve güçtür (Kacar ve Katkat, 2007).

Bitkisel üretim için çok önemli bitki besin elementlerinden biri olan azot, bitki tarafından NH_4^+ ve NO_3^- formlarında alınmakla birlikte, az da olsa organik azot bileşikleri şeklinde de alınabilmektedir. Bitki tarafından topraktan alınan nitrat azotu, fotosentez sonucu ortama verilen enerjiyi kullanarak bitki içinde NH_4^+ formuna dönüştürülür.

Toprak ve atmosferde bulunan azot, NH_4^+, NO_3^-, NO_2, N_2O, NO ve N_2 formlarında bulunur. Toprak verimliliği yönünden NH_4^+, NO_2 ve NO_3^- formları önemlidir. Ancak bu formlar toprakta oldukça düşük düzeylerdedir (Çizelge 2.2). Özellikle nitrat formu, kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinin yapıldığı topraklarda kolaylıkla yıkanabilmektedir. Amonyum, organik maddenin mikrobiyel parçalanması (amonifikasyon) yoluyla sürekli olarak ortama ilave edilmektedir. Ancak, ılıman iklim ve aerobik hava koşullarında nitrifikasyonun daha hızlı oluşmasından; amonyum nitrata hızlı bir şekilde dönüşerek topraktan yıkanmaktadır (Özbek ve ark., 1993). Azotun oksit formları ise, denitrifikasyonla bitkinin kullanamayacağı formlara dönüştürürler.

Çizelge 2.2. Türkiye topraklarının NO_3-N'u düzeyleri (Kacar ve Katkat, 2007)

Bölge	Toprak örneği sayısı	NO_3-N, mg kg^{-1}		Kaynakça
		En düşük	En yüksek	
Trakya	24	1.7	17.2	Aksoy (1967)
Çarşamba Ovası	17	2.5	27.0	Zabunoğlu (1967)
Karadeniz	56	0.5	25.0	Ülgen (1968)
Doğu Anadolu	71	1.0	64.5	Ateşalp (1968)
Orta Anadolu	36	1.2	23.7	Alganatay (1968)
Antalya Kıyı Yöresi	21	2.0	52.5	Kacar ve ark. (1973)
Gediz Havzası	42	6.3	44.0	Arat (1973)

Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için oldukça önemli olan azotun, bitki dokularındaki miktarı %1-5 arasında değişmekle birlikte, kuru ağırlıkta %1.5'luk azotun, bitki için yeter düzeyde olduğu bildirilmektedir (Brown ve ark., 1987; Kacar ve Katkat, 2007). Bitki öncelikle nitrat formundaki azotu tercih etmektedir. Nitratın yanı sıra amonyum ve üre ($[CO(NH_2)_2]$) formundaki azot da bitkiler tarafından alınabilmektedir. Toprakta hangi formun daha fazla bulunabildiği iklim ve toprak koşullarına bağlı olup; düşük toprak pH'sı koşullarında nitrat alımı oldukça hızlıdır. Alınan bu nitrata karşılık bitki bünyesinde organik anyon sentezinde ve inorganik katyonların (Ca, Mg, K) birikiminde artış yaşanmaktadır. Gelişme ortamı alkalin bir karakter kazanır ve bitki kökleri kök ortamına bir miktar HCO_3^- iyonu salarlar. Bunun tersine amonyum azotu uygulandığında bitkide daha fazla karbonhidrat ve daha yüksek oranda protein üretilir; enerji artımı sağlanır (Güzel ve ark., 2002).

Akdeniz Bölgesi, Türkiye'nin tarımsal üretim potansiyeli açısından oldukça önemli olup, yetiştirilen ürün çeşitliliği, birim alandan alınan ürün miktarı ve milli gelire katkısı oldukça yüksektir (Çizelge 2.3, Anonim, 2005a, b). Çizelge dikkatlice incelendiğinde, Adana ili açısından en önemli ürünün mısır olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.3. Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen kimi ürünler ve toplam üretim miktarları (ton) (Anonim, 2005 a, b)

İller	Pamuk	Mısır	Portakal	Mandalina	Limon	Zeytin	Domates
Adana	163.3	1,014.6	426.7	227.6	113.1	10.6	218.1
Antalya	25.7	63.0	366.2	23.9	58.1	44.2	1,679.6
Gaziantep	61.3	48.5	-	-	-	45.8	22.1
Hatay	283.6	188.4	264.6	193.3	21.3	113.7	298.9
İçel	9.2	347.6	252.3	94.2	363.8	84.1	761.3
K.Maraş	34.4	122.7	525	750	150	7.8	81.9
Toplam	577.6	1,785.2	1,310.4	539.8	556.6	306.6	3,062.2
Türkiye Toplamı	2,240.0	4,200.0	1,445.0	715.0	600.0	1,200.0	10,050.0

Adana ili yüzölçümünün %38.5'ini tarım toprakları oluşturmakta ve bu oran Türkiye tarım topraklarının %2.5'ine karşılık gelmektedir. Adana tarım topraklarının yaklaşık %85'ini ekilen tarla arazisi oluşturmaktadır (Anonim, 2005a). İlde yetiştirilen ürünler, pamuk, mısır, narenciye, zeytin ve karpuz başta olmak üzere kimi sebzelerdir. Bu ürünler içerisinde en önemli payı mısır almaktadır.

Tarımsal üretimin arttırılması için en önemli faktör, bilinçli gübre kullanımıdır. Ekilecek olan bitkinin ihtiyacına en uygun gübre cinsi seçilip, yeterli miktarda ve zamanında usulüne uygun kullanıldığı takdirde genellikle, %50-80 arası verim artışı sağlanabilmektedir. Gübreleme, bitki yetiştirilmesinde oldukça önemli bir konudur. Normal şartlarda toprakta bitki için gerekli besin maddeleri vardır. Ancak, uzun süre tarım yapılan topraklarda bu besin maddeleri hasat ürünleriyle beraber ortamdan uzaklaştırılma nedeniyle azalır ve toprak besin maddeleri yönünden fakirleşir. Gübre kullanılarak tarımsal üretim için toprağın ihtiyaç duyduğu bitki besin maddeleri takviye edilmek suretiyle bitkisel üretimde amaçlanan verim ve kaliteye ulaşılması hedeflenir. Akdeniz Bölgesinde eksikliği duyulan besin elementlerinin başında azot gelmektedir (Çizelge 2.4; Anonim, 2010).

Yalnızca toprak ya da bitkiden örnekleme yapmak, bazen hatalı sonuçlara ve uygulamalara neden olabilmektedir. Uygun bir gübreleme programının yapılabilmesi için, hem topraktan hem de bitkiden belirli dönemlerde örnekler alınıp analiz edilmelidir. Azotlu gübreler için de benzer bir durum söz konusudur. Çevre sağlığında önemli bir tehdit oluşturabilecek düzeyde bulunan azotun, gübreleme programında daha etkin bir şekilde bulunması için, etkili kök bölgesinde bulunan mineral azotun ekim öncesi dönemde tespit edilmesi gerekmektedir. Toprakta varolan mineral azotun belirlenmesi ile, verilecek azotlu gübre miktarının hesaplanması sonucu hem gübreden tasarruf edilecek; hem de fazladan verilecek azotlu gübrenin ekoloji yönünden olumsuz etkileri önlenmiş olunacaktır.

Çizelge 2.4. Akdeniz Bölgesinde azotlu gübreleme önerileri (kg da^{-1}) (Anonim, 2010)

Bitki Cinsi	**Azotlu Gübreler**			**Kompoze Gübreler**	
	Amonyum Sülfat %21 N	Amonyum Nitrat %26 N	Üre %46 N	Kompoze N-P-K 20-20-0	Diamonyum Fosfat 18-46-0
Buğday (kuru)	35	27	15	30	13
Buğday (sulu)	55	42	24	35	15
Pamuk (sulu)	55	42	24	30	13
Çeltik	45	35	20	30	13
Mısır	**55**	**42**	**24**	**30**	**13**
Patates	45	35	20	30	13
Çilek	45	35	20	30	13
Muz (ocağa)	2.5	2.0	1.0	2.0	0.9
Yer fıstığı	18	13	8	40	17
Bağ (kuru)	45	35	20	30	13
Bağ (sulu)	55	42	24	35	15
Sebzeler	65	50	28	40	17
Meyve(ağaç başına)	1.5	1.2	0.7	1.3	0.5
Narenciye (ağaç başına)	2.5	2.0	1.0	1.5	0.6
Zeytin(ağaç başına)	1.3	1.0	0.6	0.9	0.4
Bostan (kuru)	30	23	13	30	13
Bostan (sulu)	45	35	20	35	15

Azotlu gübreler, bitkinin gelişmesi ve büyümesinde, bitkilerin olgunlaşmasını çabuklaştırmada, ürünün kalitesini yükseltmede, tane dökümünü önlemede, verimi arttırmada, tanelerin olgunlaşmasını sağlamada olumlu etkilerde bulunmaktadır.

Çalışmaların birçoğunda, toprakta ekim öncesi bulunan nitrat ile mısır verimi arasında önemli bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Ekim öncesi toprakta 20 $mg\ kg^{-1}$ nitrat konsantrasyonunun bulunduğu topraklarda, mısır tohumunun çimlenmesi için başlangıç azotuna (taban azotuna) gerek olmamaktadır (Evanylo, 1998). Bu durum, mısırda olduğu gibi, derinlere ulaşan kök sistemine sahip bitkilerde daha fazla gözlenmektedir (Mullins and Burmester, 1990).

El Gharous (1993), bitkiye verilecek azotlu gübre miktarının hesaplanmasında topraktaki mineral azotun öneminden bahsetmiş olup, topraktan bitkiye geçecek olan

azot miktarını, büyüme döneminde organik maddeden mineralize olan azotun yanı sıra, ekim zamanında toprakta bulunan mineral azota da bağlamıştır.

Azotlu gübre uygulamalarındaki en önemli koşul, hasat edilen ürün miktarı ve topraktan kaldırılan azot miktarına göre gübre önerisi yapılmasının gerekliliğidir. İbrikçi ve ark. (2000), ekim öncesinde toprakta bulunan mineral azot miktarının değerlendirilmesinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Aynı konuda, ekim öncesinde toprakta bulunan azotun ölçülmesinin, azotlu gübre önerisinde bulunulmasına oldukça büyük katkısı olduğu belirtilmiştir (Wehrmann and Scharpf, 1986). Meisinger (1984) ise, modern tarımın en önemli bileşeni olarak, toprakta ekim öncesinde bulunan mineral azotun tespitini göstermiştir. İbrikçi ve ark. (2001), Çukurova Bölgesinin yaygın serilerinde yapmış oldukları mineral azot ölçümlerinde, mısır ekimi öncesi topraklarda 3-9 kg da^{-1} mineral azotun bulunduğunu belirlemişlerdir.

Tarım topraklarında bitkisel üretim için kullanılan azotun, toprak ve iklimsel etkilere bağlı olarak, önemli bir kısmı yer altı sularına karışmaktadır. Çukurova Bölgesi de yoğun tarımın yapıldığı bölgelerden biri olup, Türkiye tarımında önemli bir yeri bulunmaktadır ve bu alanda her yıl binlerce ton azotlu gübre kullanılmaktadır. İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlemiş olduğu 10 $mg\,kg^{-1}$'lık nitrat azotu konsantrasyonu, oldukça yoğun tarım yapılan ve gereğinden fazla azotlu gübre kullanılan Çukurova Bölgesi sularında bu değerin oldukça üzerindedir (İbrikçi ve ark., 2001).

Özçelik ve Usta (2008) tarafından yapılan çalışmada damla, karık ve yağmurlama sulama yöntemlerinin, topraktaki amonyum ve nitrat azotunun, etkili kök bölgesindeki hareketi ve taşınması araştırılmıştır. Bu çalışmada, mısır bitkisine ekimle birlikte tek seferde amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır. Deneme sonunda üç farklı sulama uygulaması arasında, amonyum-nitrat hareketine etkisi bakımından farklılıkların olmadığı; bunun da verilen su miktarlarının aynı olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. En fazla azot kaybı, ilk sulamada görülmüş olup; bundan dolayı azotun bölünerek uygulanmasının daha doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

Gül ve ark. (2008), yarı kurak koşullarda buğday, arpa, mercimek, Macar fiği ve nadas uygulamalarından sonra yetiştirilen silajlık mısırın azot uygulamalarına tepkisinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada, mısır için en uygun ön bitkinin Macar fiği olduğunu ve 200 $kg\ N\ ha^{-1}$ şeklindeki gübre uygulamasının yeterli olacağını belirlemişlerdir.

2.2. Tarımsal Azot ve Çevresel Etkileri

Gübrelerden kaynaklanan kirlilik kapsamı üzerinde en fazla durulması gereken ve en fazla risk unsuruna sahip olan kirlilik çeşidi, sulardaki nitrat kirliliğidir. Birim alandan daha fazla ürün almak için en önemli uygulamalardan biri olarak görülen azot kullanımının ihtiyaçtan fazla olması durumunda, kısmen de olsa taban suyuna karışan azot, yer altı suyunda nitrat konsantrasyonunda artışa neden olarak, insan sağlığında sorun yaratabilecek durumlara da gelebilmektedir (Andraski ve ark., 2000; Byre ve ark., 2001; Mahvi ve ark., 2005; Karnez, 2010). Son yıllarda artan azotlu gübrelerin kullanımı beraberinde nitratı da karşımıza çıkarmakta ve bu nitratın önemli bir kısmı yıkanma ile taban suyuna karışmakta ve kimi alanlarda insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmaktadır (Sönmez ve ark., 2008). Toprakta NO_3^-, negatif yüklü olması nedeniyle yıkanarak taban suyuna kolaylıkla ulaşır (Atılgan, 2007). Birçok çalışma, en ideal koşullarda bile toprağa uygulanan azotun yalnızca %50'sinin bitkiler tarafından kullanıldığını, %2-20'sinin volatilize olduğunu, %15-25'inin killi toprakta bulunan organik bileşikler ile birleştiği ve geri kalan %2-10' luk kısmının yüzey ve yer altı sularına karıştığını göstermektedir (Sönmez ve ark., 2008).

Genel olarak yoğun tarım yapılmayan alanlardaki sularda göreceli olarak daha düşük; tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda ise, daha yüksek nitrat düzeyleri gözlenmektedir. Tarım alanları dışında, yüzey ya da yer altı sularında tipik olarak 0 ila 10 $mg\ L^{-1}$ düzeyinde nitrat bulunmaktadır. Ülkemizde geçerli olan içme suyu standartlarında, nitrat için izin verilen en yüksek değer 45 $mg\ L^{-1}$ olarak

tanımlanmaktadır. Avrupa Birliği 50 $mg\ L^{-1}$'lik bir üst sınır getirirken, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından nitrat için 45 $mg\ L^{-1}$ üst sınır olarak verilmektedir. Kurak bölgeler de dahil olmak üzere, Dünyada tarım yapılan her alanda taban sularında aşırı miktarda nitrat kirliliği görüldüğü birçok çalışmada ortaya konmuştur (Vaclav ve ark., 1989; Power ve Scheders, 1989; Logan ve ark., 1980; Kaplan ve ark., 1999). Son yıllarda yapılan çalışmalar, tarımsal kaynaklı nitrat azotunun taban suyuna karışması ve oradan da çeşitli şekillerde insan bünyesine geçmesinin çeşitli sağlık sorunlarını meydana getirdiğini göstermektedir. Tarımsal aktivitenin yoğun olduğu kimi yerlerde söz konusu nitrat değerleri yüksek olarak bulunmuştur. Vaclav ve ark. (1989) yaptıkları araştırmada, Çekoslovakya'da içme sularında NO_3^- için müsaade edilebilir maksimum sınır değerinin 50 $mg\ L^{-1}$, çocuklar için ise bu değerin 15 $mg\ L^{-1}$ olarak sınırlandığını bildirmişlerdir. Araştırmada azotlu gübrelerin yanlış kullanımının yer altı sularında ve beslenme zincirinde NO_3^- içeriğinin artmasına neden olduğunu belirterek, içme suyu olarak tüketilen yer altı sularındaki yüksek düzeyde NO_3^-'ın bebeklerde ölümle sonuçlanabilen methemoglobinemiea hastalığı ile çok yakından ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Sulardaki yüksek nitrat seviyesi, canlılığın azalmasına, ölü çocuk doğumlarına, düşük doğum ağırlıklarına ve çiftlik hayvanlarında düşük ağırlıklara da neden olmaktadır (Anonim, 2004; Sönmez ve ark., 2008).

Türkiye'de nitrat kaynaklı kirlenmenin üzerinde yapılan birçok çalışma bulunmakla birlikte, bu çalışmalar bir bütün olarak değerlendirilmemektedir. Yahşi (1981) tarafından zamansal olarak taban sularındaki nitrat konsantrasyonundaki değişimlerin incelendiği çalışmada, Bursa Ovasında açılan sonda kuyusunda 16-20 $mg\ L^{-1}$ olarak tespit edilen nitrat içeriği, gübreleme döneminde ise 110-150 $mg\ L^{-1}$ düzeylerinde ölçülmüştür. Saatçi ve ark. (1988) tarafından Melendiz çayındaki kirlenmenin belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmada, çayın nitrat düzeyi yüksek bulunmuş ve 83.7-120.9 $mg\ L^{-1}$ arasında olduğu belirtilmiştir. Kumluca yöresinde yapılan bir çalışmada ise, 20 kuyudan alınan örneklerin önemli bir kısmında yüksek düzeyde nitrat konsantrasyonuna ulaşılmıştır. Maksimum 164.91 $mg\ L^{-1}$ olarak tespit

edilen örneklerin yarısında nitrat değerleri izin verilen değerin (45 $mg\ L^{-1}$) üzerinde bulunmuş; önlem alınması gereği üzerinde durulmuştur (Kaplan ve ark., 1999).

Kovancı (1979), İç Ege Bölgesi sulama sularının bitki besleme açısından nitelikleri ve kimyasal içerikleri üzerine yaptığı araştırmada yer altı sulama sularında NO_3^- içeriklerinin genel olarak tehlikeli düzeyde olmadığını, toplam 48 adet su örneği içerisinde sadece Selendi (Manisa) ilçesinden alınan su örneğinin diğer su örneklerine göre daha yüksek miktarda (448.3 $mg\ L^{-1}$) NO_3^- içerdiğini saptamıştır.

Bodrum İlçesi Mumcular kasabasında bulunan ve bölgenin içme suyunu karşılayan Mumcular barajında yapılan çalışmada, baraj suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada, suda nitrite rastlanmamıştır. Ancak, Baraj suyunun nitrat değerinin ise izin verilen değerler arasında, 10-25 $mg\ L^{-1}$ olduğu belirlenmiştir. Bu yönden baraj suyu kalitesi II ile IV değerleri arasında olarak tespit edilmiştir (Yılmaz, 2004). Her iki konsantrasyon da, İçme Suyu Yönetmeliğine göre, içme sularında güvenli değerden yüksek olduğu bildirilmiştir. Nitrit ise içme sularında %38 ve kuyu sularında %58 oranlarında yönetmeliğin izin verdiği limitin (0.05 $mg\ L^{-1}$) üzerinde ölçülmüştür.

Söz konusu tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğini önlemek, tarım yapılan toprağın özelliklerini ve yetiştirilen ürünün besin elementi isteklerini bilmenin yanı sıra, azotun topraktaki dinamiğinin iyi bilinmesi, uygulanan azotun formu, verilme sıklığı, verilme miktarı ve sulama suyu ile azotun interaksiyonunun iyi bilinmesi ve buna göre hareket edilmesi ile mümkün olabilmektedir.

2.3. Mısırın Azot Gübrelemesi

İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan mısır bitkisi, toprak isteği bakımından oldukça seçici bir bitkidir. Güneş ışığını en çok değerlendiren C4 bitkileri arasında yer alan mısır, genel olarak topraktan en fazla besin elementi adsorbe etme özelliğine sahip bitkilerin başında gelmektedir. Bundan dolayı, mısır bitkisinin tarımının yapılacağı

toprak, besin elementlerince zengin olmalı ve buna bağlı olarak da, söz konusu ürünün gübrelemesine oldukça dikkat edilmelidir. Mısırın gübrelemesi, özellikle de azotla gübrelemesi, bitkinin beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Mısır bitkisi azot noksanlığına maruz kaldığında, gelişimde gerileme, gövdede bodurlaşma, yaprakların normalden daha küçük boyda kalması ve daha açık yeşil renge sahip olması gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Saruhan ve Şireli (2005) tarafından mısır bitkisine uygulanan azotun etkisinin araştırıldığı çalışmada, uygulanan azot dozları ile bitkisel parametrelerin (dekara koçan sayısı, koçan boyu, koçan çapı, yaş koçan ağırlığı vb.) tümünde olumlu sonuçlar gözlenmiştir. Söz konusu sonuçlar birçok çalışmada da ortaya konmuştur (Podolak, 1980; Sade ve Çalış, 1993; Ülger ve ark., 1996; Subhan, 1987; Premachandra ve ark., 1990; Tüfekçi ve Karaaltın, 2001).

Warren ve ark. (1980) tarafından yapılan çalışmada, uygulanan azot dozlarındaki artışa paralel olarak, mısır çeşitlerinde tane protein içeriği ve tane veriminde artışlar görülmüştür. Bunun yanı sıra bitkisel parametrelerden koçan sayısı, koçan boyu ve tane sayısı gibi parametrelerde de önemli artışlar tespit edilmiştir.

Bayram ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, mısırın beslenmesinde önemli bir yer tutan azot, fosfor, potasyum ve çinko noksanlıklarının etkileri tek tek incelenmiş; diğerlerine nazaran azotun noksanlığında bitki boyu, bitkide yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, gövde çapı, gövde ve kök yaş ağırlığı, gövde/kök oranı gibi bitkisel parametrelerde daha önemli azalmalar gözlemlendiği belirtilmiştir.

Azotun mısır bitkisinin büyüme ve gelişmesine yönelik yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Di Fonzo ve ark. (1982) tarafından yapılan çalışmada, 10 ve 35 $kg\ N\ da^{-1}$ uygulanan mısır bitkisinde, yüksek azot uygulaması ile bitki tarafından kaldırılan azot, tane verimi ve toplam kuru madde gibi parametrelerde artış görüldüğü belirtilmiştir.

Celep (2006) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da, azotun mısır bitkisine öneminden bahsedilmiştir. Söz konusu çalışmada, 3 farklı azot dozunun (0, 12.5 ve 25 $kg\ N\ da^{-1}$) mısır bitkisi üzerine etkisi araştırılmış ve 25 $kg\ N\ da^{-1}$ uygulanan parsellerde,

koçan püskülü çıkış süresi, tepe püskülü çıkış süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu ve tane verimi gibi bitkisel parametrelerde en yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

Artan miktarlarda azot gübrelemesi, mısır bitkisinde verim ve verim unsurlarında olumlu etkilerde bulunmaktadır. Ancak belirli bir dozun üzerine çıkıldığında her bitki gibi kısmen de olsa olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Çokkızgın (2002) tarafından yapılan çalışmada mısır bitkisinde azot gübrelemesinin etkisinin irdelendiği çalışmada, mısır bitkisine 4 farklı azot dozu (20, 25, 30, 35 $kg\ N\ da^{-1}$) uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre artan azot dozları ile hemen hemen tüm bitkisel parametreler olumlu etkilenmiştir. 25, 30, 35 $kg\ N\ da^{-1}$ uygulanan parsellerde istatistiki açıdan bir fark bulunamamış ve gübre maliyetinin de gözönüne alınması ile optimum azot dozunu 25 $kg\ N\ da^{-1}$ olarak belirtilmiştir. Benzer bir diğer çalışmada da, artan azot dozlarının bitkisel parametrelere olumlu etkide bulunduğu belirtilmiş; ancak 25 $kg\ N\ da^{-1}$ üzeri yapılan uygulamaların istatistiksel anlamda önemli olmadığı ifade edilmiştir (Kaplan ve Aktaş, 1993).

Kara (2006) tarafından Çukurova koşullarında yapılan çalışmada, farklı sıra üzeri ve farklı azot dozlarının mısır bitkinsin verim ve verim unsurları üzerin olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, en yüksek verim 36 $kg\ N\ da^{-1}$ dozunda elde edilmesine rağmen, istatistiksel olarak 27 $kg\ N\ da^{-1}$ dozunun daha uygun olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada uygulanan farklı azot dozlarının tane azot içeriğinde artışa da olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir. Ancak, 27 $kg\ N\ da^{-1}$ dozundan daha yüksek uygulanan azot miktarlarının tanedeki azot içeriğine etkisinin önemli olmadığı, bundan daha fazla uygulanacak gübrenin yıkanarak ortamdan uzaklaşabileceği bildirilmiştir.

İbrikçi ve ark. (2001) tarafından yürütülen benzer bir çalışmada, Çukurova Bölgesinde toprakta, yer altı ve içme sularında NO_3^- birikimini engellemek amacıyla mısır bitkisine uygulanan azotun optimizasyonuna yönelik yapılan çalışmada, toprak profilindeki mineral azota bağlı olarak tane veriminde artış gözlemlenmiş ve optimum azot dozu, çeşit ve lokasyona bağlı olarak 24 ve 32 $kg\ N\ da^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Çalışmalar, genel olarak, uygulamada artan azot miktarına bağlı olarak, mısır bitkisinde gelişmeye olumlu etkilerin olduğunu göstermektedir. Ancak uygulanan gübre miktarındaki artış bitkinin doyum noktasından daha fazla olduğu durumlarda, bitkinin ihtiyaç duymadığı ve lüks tüketim değerlerinde yeralan azotun yapısal özelliğinden dolayı, başta yıkanma olmak üzere topraktan kaybının önemli düzeyde arttığı belirtilmiştir (Russelle ve ark. 1981; Ahmadi ve ark. 1993; Gözübenli 1997; Ülger ve ark. 1997, Lambert ve ark. 1998).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

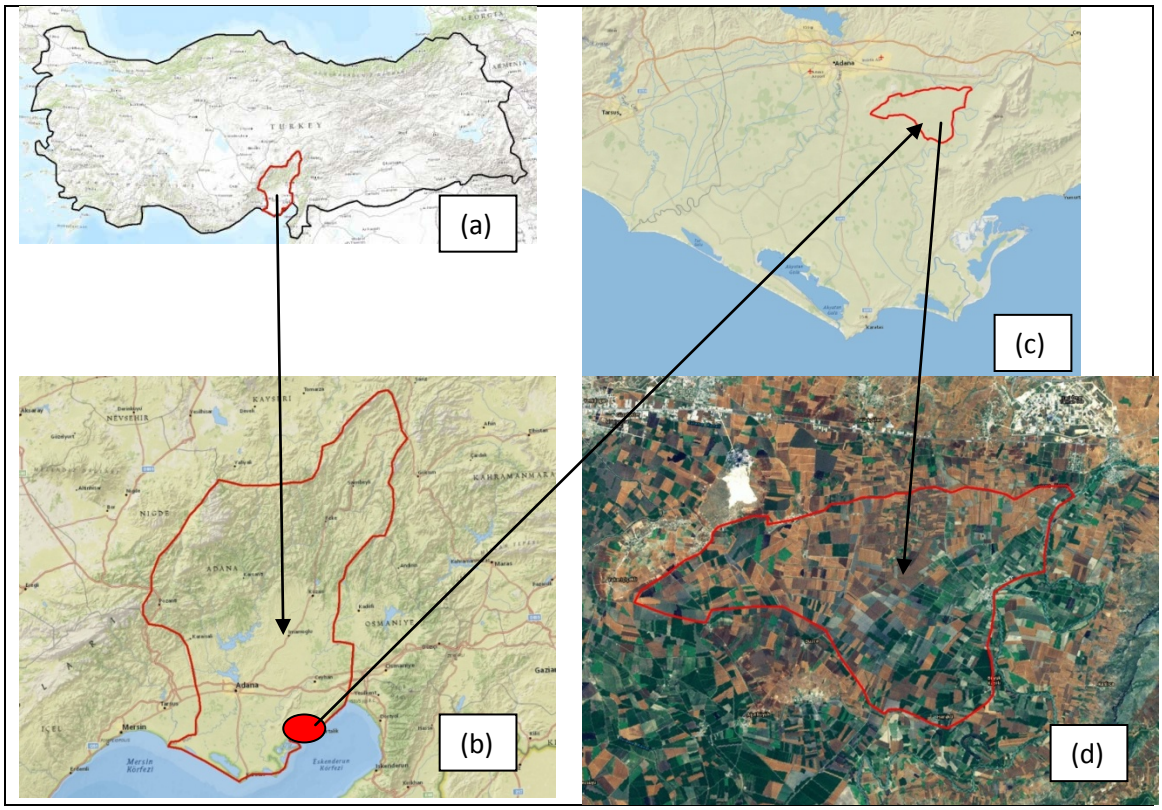
3.1. Materyal

Çalışma devam etmekte olan FP6, QUALIWATER (IAMZ, 2012) projesi kapsamında yapılmış olup, proje kapsamında 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait bitki ve toprak örneklemeleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin bir bütünlük içerisinde değerlendirilmesi amacıyla, arazi çalışmasının yapıldığı 2009 yılından önceki iki yılın (2007 ve 2008) verileri ile birlikte proje kapsamındaki üç yıllık veriler kullanılmıştır.

3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Çalışma alanı, Adana ili sınırları içerisinde; coğrafi olarak Doğu Akdeniz'de Akarsu Sulama Birliği sulama sahasında, olup, 36^{o} 51′ 46″-36^{o} 57′ 00″ kuzey enlemleri ve 35^{o} 24′ 10″-35^{o} 36′ 34″ doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Çetin ve ark., 2008). Güneyinde Büyükkapılı ve Herekli yerleşimleri; batısında Yukarıçiçekli köyü; Doğusunda ise Ceyhan Nehri yeralmaktadır.

Alan toplam 9,495 ha olup; yaklaşık toplamda 213,000 ha olan Aşağı Seyhan Ovasının küçük bir bölümünü oluşturmaktadır (Şekil 3.1). Söz konusu ovanın 174,088 ha'ı sulamaya uygun olup, sulanan alan 1960'dan 2002 yılına kadar 133,431 ha'a ulaşmıştır (Karnez, 2010).



Şekil 3.1. Çalışma alanının coğrafi konumu (a) Adana ilinin Türkiye'deki konumu, (b ve c) çalışma alanının Adana ilindeki konumu, (d) çalışma alanı uydu görüntüsü.

3.1.2. Çalışma Alanının İklimi

Adana ili meteorolojik verilerine göre, yazlar sıcak ve kurak; kışlar ılık ve yağışlı olmaktadır. Adana iline ait iklimsel değerlere bakıldığında yağışlar genellikle yağmur şeklinde olup; orta düzeydedir. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan 1970-2011 yılları arası uzun yıllar ortalaması toplam yıllık yağış 660.9 mm'dir (Çizelge 3.1; Anonim, 2012). Yıllık yağış ortalamasının aylara göre dağılımı ise, sulama mevsimi içinde (Mayıs-Eylül) toplam 104.8 mm, sulama mevsimi dışında ise 556.1 mm şeklindedir. Uzun yıllar sıcaklık ortalamaları, çalışma alanı sıcaklığının genellikle yüksek değerlerde olduğunu göstermektedir. 1970-2011 yılları arasında aylık ortalama

sıcaklık 19.1 ^{o}C olarak ölçülmüştür. Aynı yıllar içerisinde aylık minimum sıcaklık ortalaması 14.2 ^{o}C, maksimum sıcaklık ortalaması ise 25.3 ^{o}C olarak hesaplanmıştır. Bu veriler bize, çalışma alanı olan Aşağı Seyhan Ovasında sulama mevsimi içerisinde kuraklığın yüksek düzeyde olduğunu, su miktarının vejetatif üretim için önemli derecede kısıtlı olduğunu göstermektedir. Çalışma alanının toprak nem rejimi x*eric*, toprak sıcaklık rejimi *thermic* olarak tanımlanmıştır (Dinç ve ark., 1995).

Çizelge 3.1. Çalışma alanına ait uzun yıllık iklimsel veriler (Anonim, 2012)

ADANA	Ocak	Şbt	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1970 - 2011)											
Ortalama Sıcaklık (°C)	9.6	10.5	13.6	17.6	21.8	25.7	28.2	28.5	26.1	21.6	15.4	10.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	15.1	16.2	19.6	23.8	28.2	31.7	33.7	34.4	33.1	29.1	22.2	16.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.4	6.1	8.6	12.3	16.1	20.2	23.6	23.8	20.8	16.3	10.7	6.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.7	5.2	5.8	6.9	9.1	10.5	10.6	10.2	8.8	7.2	5.7	4.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9.7	9.9	10	9.9	6.5	3.4	1.9	1.8	3.2	5.7	7.8	10.6
Ortalama Yağış Miktarı (mm)	102.2	83.1	59	58.7	41	20.3	13.3	13.7	16.5	45.4	81.2	126.5
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1970 - 2011)											
En Yüksek Sıcaklık (°C)	26.5	25	32	37.5	40.6	41.3	44	43.8	43.2	39.4	33.3	30.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.2	-6.4	-3.6	-1.3	5.6	13.7	16.8	16.8	10.9	4.8	-1	-3.5

Çalışma alanına ait 2007, 2008 ve 2009 yıllarının iklimsel verileri incelendiğinde ise oldukça değişken sonuçlar tespit edilmiştir. Birinci yıl olan 2007 yılında toplam yağış 675.8 mm olarak ölçülürken, 2008 ve 2009 yıllarında ise sırasıyla 523.8 ve 807.6 mm olarak ölçülmüştür. Sulama mevsimi ve sulama mevsimi dışı yağışlar ise oldukça değişkenlik göstermiştir. 2007 yılında sulama mevsimi içinde oldukça düşük yağış ölçülmüşken (43.2 mm), 2008 yılında ise aynı dönemde 149.2 mm yağış düşmüştür.

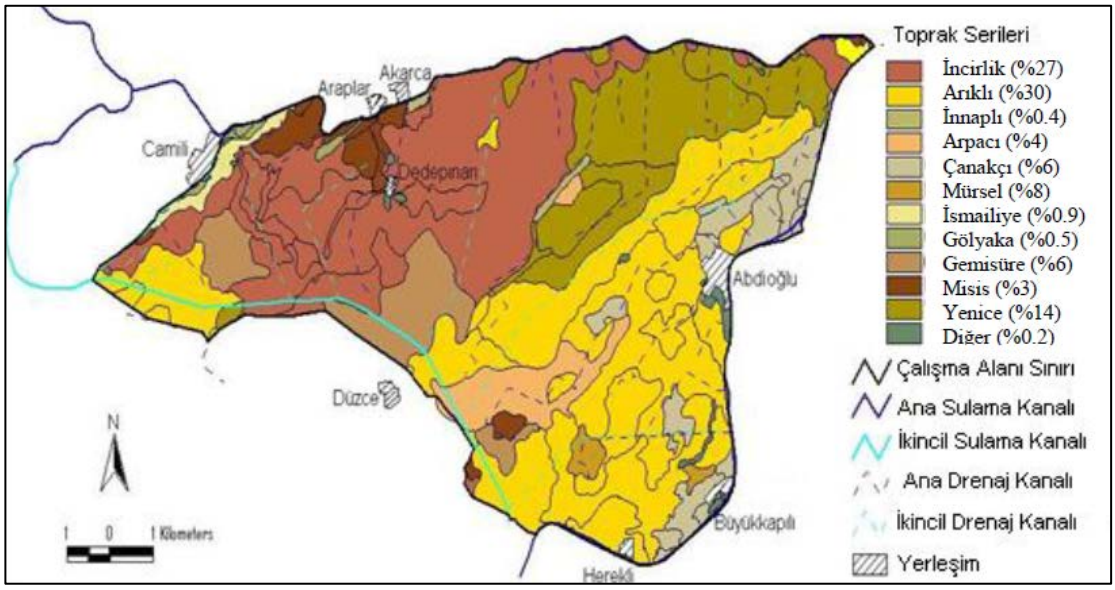
2009 yılında ise tekrar çok düşük (84.9 mm) bir değer tespit edilmiştir. Sulama mevsimi dışı yağışlarda da önemli farklılıklar meydana gelmiş olup, 2007'de 632.6 mm; 2008'de 374.6 mm ve 2009'da 722.7 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 3.2). Bilindiği gibi, iklimsel verilerden özellikle toplam yağış ve yağış dağılımı toprakta nitratın yıkanması için önem taşımaktadır.

Çizelge 3.2. Çalışma alanında yer alan meteoroloji gözlem istasyonuna ilişkin iklimsel veriler (Karnez, 2010; Anonim, 2012)

	Aylar	Maksimum Ort. Sıcaklık (^oC)	Minimum Ort. Sıcaklık (^oC)	Aylık Yağış (mm)		
	Ocak	16.42	0.67	42.4		
	Şubat	17.04	5.96	149.4		
	Mart	20.4	6.72	68.8	Toplam Yağış	675.8
	Nisan	23.07	8.54	126.8	Maksimum Sıcaklık Ort.	25.72
2007	Mayıs	30.4	16.12	29.4	Minimum Sıcaklık Ort.	11.33
	Haziran	32.53	18.18	13.8	Sulama Mevsimi Yağış	43.2
	Temmuz	35.34	21.19	0	Sulama Mevsimi Dışı Yağış	632.6
	Ağustos	34.76	20.09	0		
	Eylül	34.21	17.33	0		
	Ekim	25.37	13.73	112.6		
	Kasım	21.31	5.92	132.6		
	Aralık	17.79	1.53	0		
	Ocak	13.82	0	32.4		
	Şubat	16.67	2.63	69.6		
	Mart	22.85	8.97	51	Toplam Yağış	523.8
	Nisan	26.51	10.83	5.6	Maksimum Sıcaklık Ort.	25.92
2008	Mayıs	28.11	13.06	65.6	Minimum Sıcaklık Ort.	12.25
	Haziran	33.07	17.96	31.8	Sulama Mevsimi Yağış	149.2
	Temmuz	34.32	21.84	0	Sulama Mevsimi Dışı Yağış	374.6
	Ağustos	36	22.96	13		
	Eylül	32.79	20.04	38.8		
	Ekim	30.16	15.27	19.2		
	Kasım	21.3	9.22	79.4		
	Aralık	15.44	4.32	117.4		
	Ocak	14.7	5.6	145.7		
	Şubat	15.6	7.2	130.1		
	Mart	18.2	7.9	135.5	Toplam Yağış	807.6
	Nisan	24.1	11.2	34.3	Maksimum Sıcaklık Ort.	25.36
	Mayıs	28.4	15.2	28.7	Minimum Sıcaklık Ort.	14.47
2009	Haziran	33.1	20.9	0	Sulama Mevsimi Yağış	84.9
	Temmuz	33.5	23.7	22.7	Sulama Mevsimi Dışı Yağış	722.7
	Ağustos	35.1	23.7	0		
	Eylül	31.4	20.0	33.5		
	Ekim	31.4	18.2	15.2		
	Kasım	21.3	10.7	130.1		
	Aralık	17.5	9.3	131.8		

3.1.3. Çalışma Alanının Toprak Özellikleri

Akarsu Sulama Bölgesindeki en yaygın toprak serileri Arıklı (%30), İncirlik (%27) ve Yenice (%14)'dir. Bu üç toprak serisi tüm çalışma alanının %71'ine karşılık gelmektedir (Şekil 3.2). Yayılımı en az olan toprak serileri ise, İsmailiye (%0.9), Gölyaka (%0.5) ve İnnaplı (%0.4)'dır. Bu seriler ise toplam alanın ancak %1.8'ini oluşturmaktadır.



Şekil 3.2. Akarsu sulama sahasındaki başlıca toprak serileri (Dinç ve ark., 1995; Karnez, 2010)

Arıklı Serisi: Toplam araştırma alanının %30'unda görülen ve eski nehir teraslarının aluviyal depozitleri üzerinde gelişen bu seri toprakları, oldukça yüksek kil içeriğine sahiptirler. Kil içeriğine bağlı olarak kurak mevsimlerde en az 1 cm genişliğinde, derinliği 1 m'ye kadar ulaşan çatlaklar oluşmaktadır. A-C horizon dizilimine sahip bu toprakların profillerinde az da olsa kireç hareketi görülmektedir.

Profil Tanımlaması

Horizon	Derinlik (cm)	Tanımı
A_p	0–13	Koyu grimsi kahverengi (2,5YR 4/2) nemli; kil; orta kaba, yarı köşeli blok; çok sert kuru, sıkı nemli, yapışkan, çok plastik yaş; kireçli; zayıf saçak kökler; belirgin dalgalı sınır.
A_{12}	13–30	Koyu grimsi kahverengi (2,5YR 4/2) nemli; kil; masif; çok sıkı nemli; çok yapışkan, çok plastik yaş; kireçli; sıkışmış pulluk altı katı; geçişli dalgalı sınır.
A_{12}	30–57	Zeytuni kahverengi (2,5Y 4/4) nemli; kil; çok zayıf, yarı köşeli blok; sıkı nemli, çok yapışkan çok plastik yaş; kireçli; az belirgin kayma yüzeyleri, az yaygın ikincil kireç konkresyonları; geçişli dalgalı sınır.
AC	57–100	Zeytuni kahverengi (2,5Y 4/4) nemli; kil; çok zayıf, köşeli blok; hafif sıkı nemli, çok yapışkan, çok plastik yaş; kireçli; belirgin kayma yüzeyleri, az yaygın kireç konkresyonları; belirgin düz sınır.
C_1	100–114	Parlak zeytuni kahverengi (2,5YR 5/4) nemli; kil; masif; hafif sıkı nemli, yapışkan plastik yaş; çok kireçli; belirgin kayma yüzeyleri; belirgin dalgalı sınır.
C_2	114–150	Parlak zeytuni kahverengi (2,5YR 5/4) nemli; siltli kil; masif; sıkı nemli, çok yapışkan, çok plastik yaş; çok kireçli; belirgin kayma yüzeyleri.

İncirlik Serisi: Bajadalar üzerinde oluşan ve %27 yaygınlıkta bulunan bu topraklar A-C horizonludur ve profilleri boyunca yüksek oranda ince kil içermektedir. Bu nedenle kurak mevsimlerde 1 cm'den daha geniş ve oldukça derinlere ulaşan çatlaklar oluşmaktadır. Tüm profil kireçlidir.

Profil Tanımlaması

Horizon	Derinlik (cm)	Tanımı
A_p	0-13	Koyu sarımsı kahverengi (10YR 4/4) nemli, sarımsı kahverengi (10YR 5/4) kuru; kil; orta, orta yarı köşeli blok, çok sert kuru, çok sıkı nemli; çok yapışkan, çok plastik yaş; çok kireçli; 2-5 cm çaplı çatlaklar; belirgin düz sınır.
A_{12}	13-78	Kahverengi (10YR 4/3) nemli, sarımsı kahverengi (10YR 5/4) kuru; kil; masif; çok sert kuru, çok sıkı nemli, çok yapışkan, çok plastik yaş; çok kireçli; 2-5 cm çaplı çatlaklar, yüzeyle 60^o açı yapan çok belirgin kayma yüzeyleri; belirgin düz sınır.
C	78-150	Koyu sarımsı kahverengi (10YR 4/4) nemli, kahverengi (10YR 5/3) kuru; kil; masif; çok sert kuru, çok sıkı nemli, çok yapışkan çok plastik yaş; çok kireçli; 2-5 cm çaplı çatlaklar, yüzeyle 60^o açı yapan kayma yüzeyleri.

Yenice Serisi: Bajadalar üzerinde gelişen ve toplam alan içerisinde %14 yaygınlıkta olan bu seri toprakları, ince tekstürlü ve A-C horizonludur. Yüksek oranda kireç içeren bu toprakların profillerinde kirecin üst katmanlardan alt katmanlara doğru yıkandığı görülmektedir.

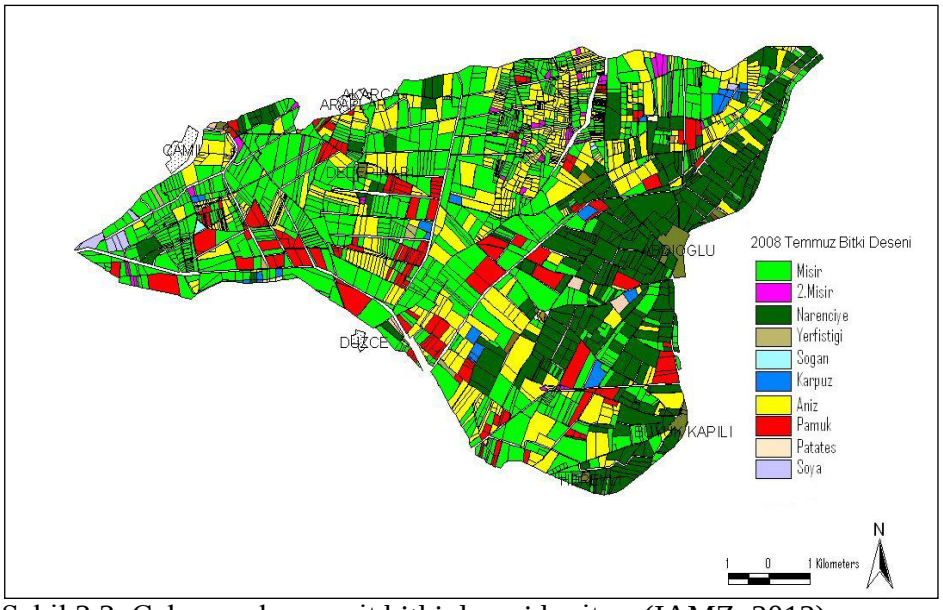
Profil Tanımlaması

Horizon	Derinlik (cm)	Tanımı
A_p	0-14	Koyu kahverengi (10YR 4/3) nemli, soluk kahverengi (10YR 6/3) kuru; kil; zayıf köşeli blok, ince granüler; çok sert kuru, sıkı nemli, yapışkan plastik yaş; yoğun saçak kök; kireçli; geçişli dalgalı sınır.
A_{12}	14-32	Koyu kahverengi (10YR 4/3) nemli; kil; masif; çok sert kuru, sıkı nemli, yapışkan plastik yaş; kireçli; yoğun saçak kökler; belirli dalgalı sınır.
A_{13}	32-92	Koyu sarımsı kahverengi (10YR 4/4) nemli; kil; zayıf, kaba, köşeli blok; sıkı nemli, yapışkan plastik yaş; kireçli; zayıf sürtünme yüzeyleri; seyrek ana kökler; belirli ana sınır.
C	92-118	Sarımsı kahverengi (10YR 5/6) nemli; kil; masif; dağılgan nemli, yapışkan plastik yaş; kireçli; 0.2-0.3 mm çaplı çakıllar.

3.1.4. Çalışma Alanının Bitki Deseni

Çalışma alanının ürün deseni mısır, pamuk, narenciye ve tahıldan (buğday ve arpa) oluşmakta olup, dönemsel olarak çeşitli bitkilerin de tarımı yapılmaktadır (Şekil 3.3). Çalışma alanında mısırın seçilmesinin en büyük nedeni; mısırın en fazla ekiliş alanına sahip olması ve bölge ekonomisi açısından sahip olduğu önemidir.

Çalışmanın ana bitkisi olan mısır, Çukurova Bölgesinde yetiştirilen ürünler içinde de ilk sırada yer almaktadır. 1960 ve 1970'li yıllarda bölgenin ana ürünü olan pamuk tarımı, sonraki yıllarda çeşitli sebeplerden dolayı yerini mısıra bırakmıştır. Tarımı yapılan ürünler içerisinde mısır, yaklaşık %40'lık bir paya sahiptir. Bölge çiftçilerinin en sık kullandığı gübre grubunu ise azotlu gübreler oluşturmaktadır. Kimi bitkilerde ekim öncesi, kimi bitkilerde ise hem ekim öncesi hem de ekim sonrası gübreleme yapılmaktadır. Çalışma alanında mısır tarımı yapılan arazi sahipleri ile görüşüldüğünde, farklı düzeylerde verilmekle birlikte, genellikle yarısı ekim döneminde, yarısı da 7-8 yapraklı iken olmak üzere toplam 340 $kg\ N\ ha^{-1}$ azotlu gübre uygulandığı belirlenmiştir (Karnez, 2010).



Şekil 3.3. Çalışma alanına ait bitki deseni haritası (IAMZ, 2012)

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklemesi ve Analizleri

Çalışmanın 3 yılında da (2007-2008-2009), mısır ekili arazilerden örneklemeler yapılmıştır. Koordinatları el GPS'i ile belirlenen ve 1. ürün mısır tarımı yapılan, 2007 yılında toplam 54 adet; 2008 yılında toplam 56 adet ve 2009 yılında da toplam 23 adet tarladan örnekleme yapılmıştır (IAMZ, 2012).

Ekim öncesi ve hasat sonrası olmak üzere 2 farklı dönemde ve mısır için en uygun örnekleme derinliği olarak kabul edilen 3 farklı derinlikten (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) toprak örnekleri alınmıştır (Çizelge 3.3). Homojenliğin sağlanması açısından, her tarlanın farklı noktalarından örnekleme yapılmış, bu örnekler karıştırılarak her farklı derinlik için tek bir alt örnek alınmıştır. Analiz yapılıncaya kadar mikrobiyal faaliyeti önlemek için örneklere birkaç damla toulen damlatılmış ve soğuk odada +4 ^{o}C'de saklanmıştır. Laboratuvara getirilen toprak örneklerinde amonyum ve nitrat analizleri yapılarak (Fabig ve ark., 1978), her katman ve profil için mineral azot ($kg\ Nmin\ ha^{-1}$) hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3. Toprak örneklemesi zamanı ve örnekleme amacı

Zaman (2007-2008-2009)	**Örnekleme Amacı**
Mart	Birinci ürün mısır için etkili kök derinliğinden (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) toprak örneklerinin alınması
Ağustos	Birinci ürün mısır hasadından sonra toprakta kalan azotu ölçmek amacıyla 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden toprak örneklerinin alınması

3.2.2. Bitki Örneklemesi ve Analizleri

Birinci ürün mısır hasadı, bölge şartlarında en uygun dönem olan Ağustos ayında yapılmıştır. Daha önce, ekim öncesi toprak örneklemesi yapılan noktalar GPS ile tekrar bulunmuş ve bu tarlalardan bitki örnekleri alınarak, hem sap hem de tane verimleri belirlenmiştir. Bitkiler toprak yüzeyinden itibaren hasat edilerek, analizler için random olarak alt örnek alınmış ve sabit ağırlığa gelinceye kadar 65 °C'de kurutulmuştur (Walsh ve Beaton, 1973). Toplam kuru madde ağırlıkları belirlendikten sonra öğütülerek kimyasal analiz için hazırlanmıştır. Öğütülmüş bitki örnekleri, 0.5 mm elekten geçirilmiş ve cam saklama kaplarına konulmuştur. Topraktan bitkinin kaldırdığı azotu bulabilmek için ayrı ayrı bitki, sap ve tanede total azot (Bremner, 1965) analizleri yapılmıştır.

3.2.3. Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Değerlendirilmesi

3.2.1. ve 3.2.2. de verilen yöntemlere göre elde edilen veriler, çeşitli standart dönüşümlere tabi tutulduktan sonra, Arc-GIS 9.2 ortamında değerlendirilmiştir. GPS ile örnekleme yapılan noktalara ait koordinatlar Arc-GIS 9.2 ortamına girildikten sonra Spatial Analysis modülü ile noktasal verilerin tüm alana yayılması sağlanmıştır. Spatial Analysis modülü, yersel verilerin çalışma alanının tümüne istatistiksel olarak dağılımını sağlamaktadır. Her noktaya ait hesaplanan azot değerleri ile aynı noktalardan elde edilen mısır verimlerine ait haritalar oluşturulmuştur. Bu aşamadaki tüm metodolojide ArcGIS 9.2'de yeralan Kriging yöntemi kullanılmıştır. Haritaların çıktıları söz konusu programda yeralan "Layout" ile oluşturulmuştur.

3.2.4. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Tüm yıllara ait ekim öncesi ve hasat sonrası olmak üzere toprak ve bitkisel parametreler SPSS 12.0 programında istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve söz konusu parametreler arasında istatistiksel olarak ilişkinin önem seviyeleri belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada 2007, 2008 ve 2009 yılı verileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk iki yılına ait veriler, arazi çalışmalarının yapıldığı 2009 yılında devam etmekte olan FP6, QUALIWATER (IAMZ, 2012) projesinin devamı niteliğinde olup; dataların yıllar arasındaki değişkenliğin bir bütün olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

4.1. Toprakta Amonyum ve Nitrat Konsantrasyonları

4.1.1. Tez Dönemi Öncesine ait Bulgular

4.1.1.1. 2007 Yılı Toprak Örneklerinde Nitrat ve Amonyum Konsantrasyonları

Çalışma alanından ekim öncesi ve hasat sonrası alınan örneklerde yapılan analizler sonucu topraklarda değişik düzeylerde amonyum ve nitrat değerleri tespit edilmiştir. 2007 yılı ekim öncesi toprak örneklerinde 0-30 cm derinlikte 5-57.51 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ bulunurken, bu düzey 30-60 cm' de 6.52-64.07 ve 60-90 cm de 0.97-24.25 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

2007 yılı ekim öncesi amonyum değerleri ise 0-30 cm derinlikte 0.34-9.63; 30-60 cm de 0.31-12.18 ve 60-90 cm derinlikte 0.05-1.82 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

2007 yılı hasat sonrası nitrat değerleri de değişik düzeylerde tespit edilmiştir. Bu değerler 0-30 cm derinlikte 3.05-96.56; 30-60 cm derinlikte 3.71-75.24 ve 60-90 cm derinlikte 0.56-28.33 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1; Şekil 4.1). 2007 yılı hasat sonrası amonyum düzeyleri ise derinliğe bağlı olarak 0.01-8.48 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ düzeyleri arasında belirlenmiştir. Bu değerler 0-30 cm'de 0.30-8.06 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ arasında, 30-60 cm derinlikte 0.01-8.48 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ arasında ve 60-

90 cm derinlikte ise 0.03-1.38 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ düzeyleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Literatür bildirişlerinde, mısır bitkisi için, toprakta bulunan nitratın yeterliliğine yönelik yapılan çalışmalarda 3 sınıf belirlenmiştir. Nitratın 10 *mg kg*$^{-1}$ den az olması durumunda uygulanacak azot miktarının tamamının üst gübre olarak verilebileceği belirtilirken; 10-20 *mg kg*$^{-1}$ arasında olması durumunda üst gübrenin bir miktar azaltılması gerektiği; 20 *mg kg*$^{-1}$ den daha fazla olması durumunda ise, üst gübrelemeye gerek olmadığı belirtilmiştir (Evanylo, 1998). Buna göre, çalışma alanına ait toprakların önemli bir kısmında üst gübrenin azaltılması hatta bazı alanlarda üst gübreye ihtiyaç olmadığı ortaya çıkmaktadır. Ancak böyle bir uygulamanın gündeme alınabilmesi için, Çukurova Bölgesinin yağış ve toprak koşullarının da dikkate alınması gerekmektedir. Her toprak koşulu için bu tür net rakamların gübre önerilerinde kullanılması sakıncalı olabilecektir.

Tüm analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; topraktaki amonyumun, nitrattan çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra derinliğe bağlı olarak değişimler dikkate alındığında, 0-30 ve 30-60 cm derinliklerde hem amonyum ve hem de nitrat azotunun 60-90 cm derinliğe göre daha yüksek düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Bu durum özellikle Akdeniz Bölgesi gibi orta derecede yağış alan bölgelerde azot elementinin yıkanmasının belirli bir düzeye kadar olduğunun göstergesidir. Söz konusu bölgedeki yağış, yüzeydeki azotu ancak belirli bir derinliğe kadar taşıyabilmektedir. Bundan dolayı yağış ile birlikte toprağın belirli bir derinliğine kadar hareket eden azot, suyun toprak içinde nüfuz edebildiği derinliğe kadar gitmekte, su hareketinin yavaşlaması ve buharlaşması ile bulunduğu derinlikte kısmen de olsa birikebilmektedir. Bunun yanı sıra, hem amonyum hem de nitrat olarak 30-60 cm derinlikte yüzeye göre daha fazla belirlenmiştir. Burada iklimin ve yağışın önemli etkisi görülmektedir. Toprakta hareketi oldukça fazla olan azot, yıkanma ile birlikte profilde belirli bir derinliğe kadar ilerleyebilmektedir. Çalışma alanı olan Akdeniz Bölgesinde yıkanmanın en fazla 60 cm olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, sıcaklığın fazla

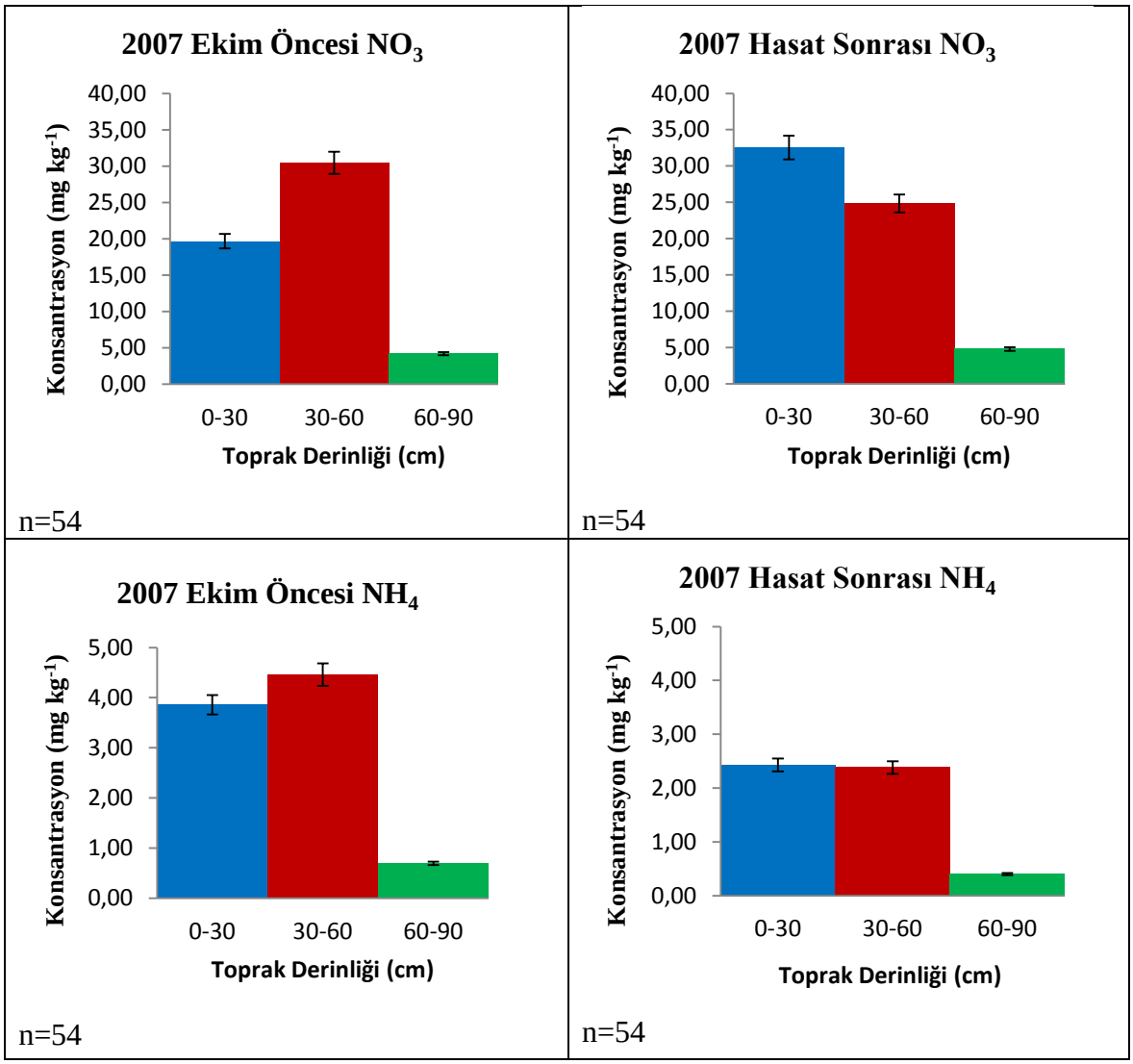
olduğu bölgede, yüzeyde volatilizasyonla hızlı bir azot kaybı olabilmekte ve bunun sonucu olarak da yüzeyde hem amonyum hem de nitrat, 30-60 cm den daha düşük olarak belirlenmiştir.

Ekim öncesi ve hasat sonrası topraktaki azot değerlendirildiğinde ise, ekim öncesi derinliğe bağlı olarak ortalama 19.67, 30.46 ve 4.18 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ olarak ölçülen nitrat azotu değerleri, hasat sonrasında ise ortalama 32.55, 24.84 ve 4.78 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Söz konusu bu değerlendirmeler, çiftçinin mısır bitkisine gereğinden fazla azot gübresi uyguladığını, bunun sonucu olarak da hasat sonrası halen toprakta bir miktar azotun kaldığını göstermektedir. Kalan azot hem çiftçiye ekonomik anlamda zarar olarak yansımakta; hem de zamanla yine yağışla birlikte taban suyuna karışarak çevresel olumsuzluklara yol açabilme riskini taşımaktadır.

Tarla tarımının yapıldığı topraklarda bitkiler tarafından alınabilir form olarak tanımlanan mineral azotun belirlenmesinde rutin analizlerde yalnızca nitrat azotu ölçülmektedir (Özbek ve ark., 1993; Liu ve ark., 2001, 2003). Ancak araştırma bulgularımız, topraklarda nitrata göre daha az miktarda amonyum bulunduğunu gösterse de; belirlenen bu amonyumun da mutlaka mineral azot hesaplanmasında değerlendirilmesi gereğini ortaya koymuştur.

Çizelge 4.1. Tez dönemi öncesi 2007 yılında topraktaki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değişimi ($mg\ kg^{-1}$)

	Konsantrasyon ($mg\ kg^{-1}$)					
	Derinlik	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
2007 ekim öncesi NO_3^-	0-30	5.07	57.51	19.67	14.3	72.69
	30-60	6.52	64.07	30.46	12.3	40.38
	60-90	0.97	24.25	4.18	3.63	86.84
2007 hasat NO_3^-	0-30	3.05	96.56	32.55	15.59	47.89
	30-60	3.71	75.24	24.84	25.42	102.33
	60-90	0.56	28.33	4.78	5.70	119.25
2007 ekim öncesi NH_4^+	0-30	0.34	9.63	3.86	2.37	61.40
	30-60	0.31	12.18	4.46	2.25	50.45
	60-90	0.05	1.82	0.69	0.38	55.07
2007 hasat NH_4^+	0-30	0.30	8.06	2.43	1.35	55.55
	30-60	0.01	8.48	2.38	1.34	56.30
	60-90	0.03	1.38	0.40	0.22	55.00



Şekil 4.1. Tez dönemi öncesi 2007 yılı ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta amonyum ve nitrat konsantrasyonları (I, barlar standart sapmayı göstermektedir)

4.1.1.2. 2008 Yılı Toprak Örneklerinde Nitrat ve Amonyum Konsantrasyonları

2008 yılı ekim öncesi nitrat konsantrasyonları derinliğe bağlı olarak 0-30 cm'de 1.98-63.00; 30-60 cm'de 12.15-80.10 ve 60-90 cm'de 1.55-18.24 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ düzeylerinde ölçülmüştür (Çizelge 4.2, Şekil 4.2). 2008 yılı ekim öncesi amonyum değerleri ise 0.00-11.45 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ düzeyleri arasında belirlenmiş olup; derinlik bazında değerlendirildiğinde ise, 0-30 cm derinlikte 0.03-11.45; 30-60 cm derinlikte 0.02-8.54 ve 60-90 cm'de 0.00-1.42 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

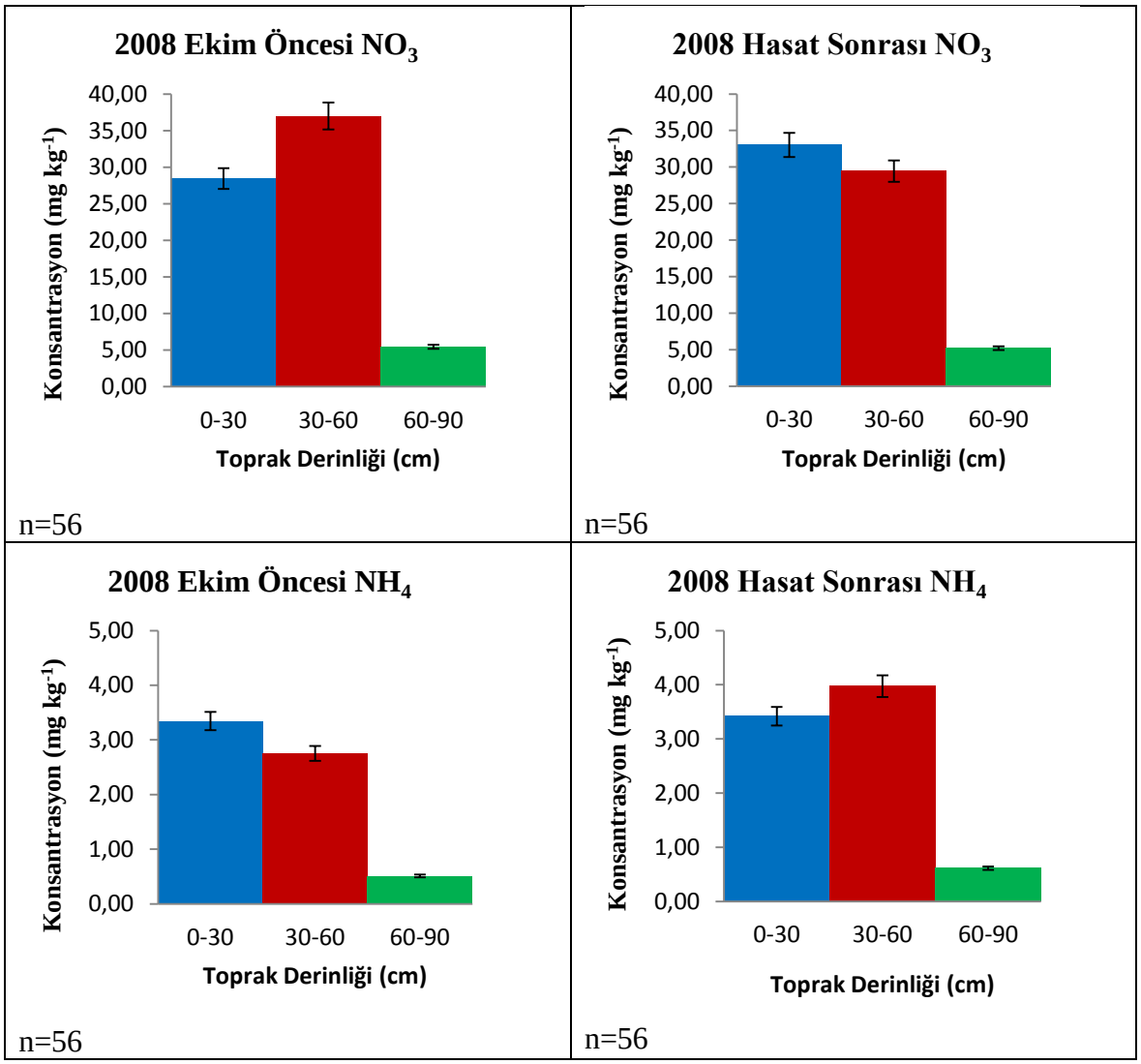
2008 yılı hasat sonrası nitrat konsantrasyonları 0-30 cm'de 0.80-79.58; 30-60 cm'de 0.05-78.3 ve 60-90 cm'de 0.26-46.38 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ düzeyleri arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.2). 2008 yılı hasat sonrası amonyum değerleri ise 0-30 cm'de 0.05-16.27; 30-60 cm'de 0.03-10.11 ve 60-90 cm'de 0.02-1.87 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ düzeyleri arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular, bir önceki yıla benzer bir durum ortaya koymaktadır. Yine toprakların ekim öncesi yeter düzeyde azota sahip olduğu (Evanylo, 1998) ve bundan dolayı üst gübrelemenin bir miktar azaltılması ve hatta nitrat düzeyinin yüksek bulunduğu arazilerde üst gübrenin verilmemesi durumu bu yıl için de düşünebilecek bir durumdur. Ekim öncesi ve hasat sonrası değerler dikkate alındığında, amonyum azotu değerlerinin, nitrat azotu değerlerine göre oldukça düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Nitrat için benzer sonuçlar Özçelik ve Usta (2008) tarafından farklı bir ekolojide yapılan çalışmada da bulunmuştur. Söz konusu çalışmada, ekim öncesi toprak yüzeyinde 50.8 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada, amonyum için de benzer sonuçlar bildirilmiştir. Derinliğe bağlı olarak, hem amonyum hem de nitrat ele alındığında 0-30 ve 30-60 cm derinlikteki değerlerin (nitrat için ortalama olarak 28.45 ve 36.98 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$; amonyum için ortalama olarak 3.34 ve 2.75 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$) 60-90 cm deki değerlerden (nitrat için ortalama olarak 5.45 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$; amonyum için ortalama olarak 0.51 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$) daha yüksek

olduğu görülmektedir. Söz konusu bu durum hem ekim öncesi hem de hasat sonrası için benzer özelliktedir. 2007 yılına benzer bir durum olarak, hasat sonrası topraktaki nitrat konsantrasyonu azımsanmayacak düzeydedir. Ekim öncesi 28.45 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ olarak belirlenen nitrat azotu konsantrasyonu, hasat sonrasında 33.03 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Tez dönemi öncesi 2008 yılında topraktaki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değişimi ($mg\ kg^{-1}$)

	Konsantrasyon ($mg\ kg^{-1}$)					
	Derinlik	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
2008 ekim öncesi NO_3^-	0-30	1.98	63.00	28.45	13.31	46.78
	30-60	12.15	80.10	36.98	15.8	42.73
	60-90	1.55	18.24	5.45	2.96	54.31
2008 hasat NO_3^-	0-30	0.80	79.58	33.03	16.9	51.16
	30-60	0.05	78.3	29.45	17.4	59.08
	60-90	0.26	46.38	5.21	6.79	130.33
2008 ekim öncesi NH_4^+	0-30	0.03	11.45	3.34	2.15	64.37
	30-60	0.02	8.54	2.75	1.60	58.18
	60-90	0.00	1.42	0.51	0.24	47.06
2008 hasat NH_4^+	0-30	0.05	16.27	3.42	2.89	84.50
	30-60	0.03	10.11	3.97	2.45	61.71
	60-90	0.02	1.87	0.62	0.40	64.52



Şekil 4.2. Tez dönemi öncesi 2008 yılı ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta amonyum ve nitrat konsantrasyonları (I, barlar standart sapmayı göstermektedir)

4.1.2. Tez Dönemine (2009 Yılı) ait Toprak Örneklerinde Nitrat ve Amonyum Konsantrasyonları

2009 yılı ekim öncesi nitrat değerleri 1.63-54.49 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$; amonyum değerleri de 0.01-10.74 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Ekim öncesi nitrat değerleri 0-30 cm derinlikte 1.63-49.35 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$; 30-60 cm derinlikte 5.79-54.49 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ ve 4.91-41.31 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ konsantrasyon değerleri arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.3, Şekil 4.3). Ekim öncesi amonyum değerleri de 0-30 cm derinlikte 2.52-8.80 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$; 30-60 cm de 2.20-10.05 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$; ve 60-90 cm derinlikte 2.55-7.34 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.3, Şekil 4.3).

2009 yılı hasat sonrası nitrat değerleri ise derinliğe bağlı olarak 0-30 cm'de 5.12-46.24 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$; 30-60 cm'de 10.25-43.66 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ ve 60-90 cm'de 7.82-38.63 $mg\ NO_3^-\ kg^{-1}$ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.3). 2009 yılı hasat sonrası amonyum değerleri de derinliğe bağlı olarak 0-30 cm'de 0.01-8.25 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$; 30-60 cm'de 0.01-7.44 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ ve 60-90 cm' de 0.01-10.74 $mg\ NH_4^+\ kg^{-1}$ konsantrasyon düzeyleri arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.3).

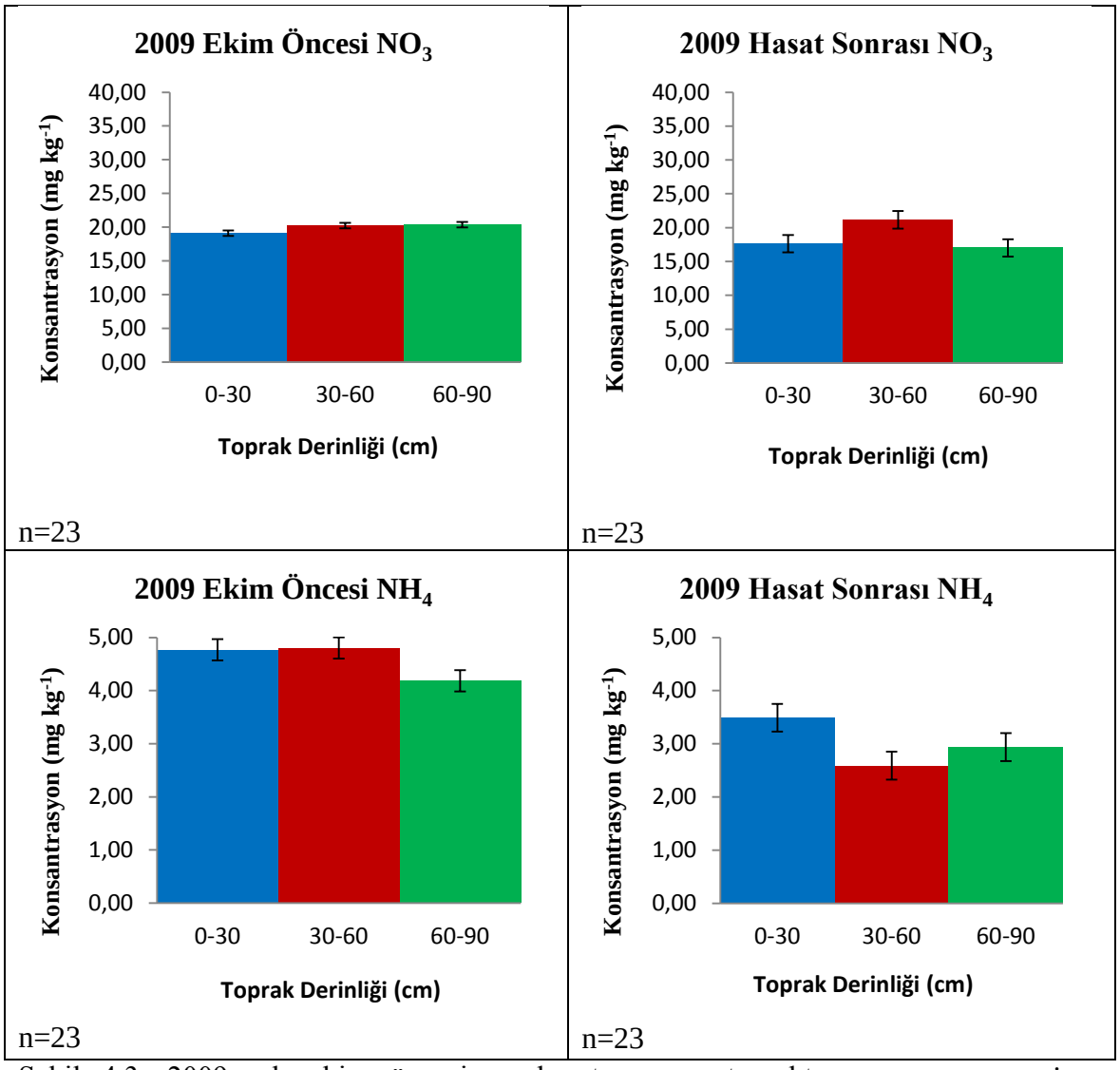
Önceki yıllardan farklı olarak, hem amonyumun hem de nitratın, derinlikler arasında pek farklı olmadığı görülmektedir. Her üç derinlikte de nitrat 17.01-21.15 *mg* kg^{-1}; amonyum ise 2.59-4.8 *mg* kg^{-1} arasında değiştiği görülmektedir. Bunun temel nedeni olarak 2008 yılı sonunda başlayan ve 2009 yılının Mart ayına kadar süren aşırı yağışların etken olduğu düşünülmektedir. Söz konusu yağış, su ile birlikte profil derinliğinde hareketi oldukça kolay olan azotun, önceki yıllarda belirlendiği gibi 30-60 cm'de birikmesine izin vermemiş ve daha alt katmanlara da yıkanmasına neden olmuştur. Bundan dolayı ekim öncesi her 3 derinlikte de yaklaşık değerler ölçülmüştür.

Önceki yıllara benzer olarak, Evanylo (1998) tarafından yapılan sınıflamaya göre toprakların başlangıç azotu orta-yeter düzeyde olup; başlangıç azotunun bir miktar

azaltılarak verilmesi uygundur. Söz konusu yılda ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta belirlenen amonyum ve nitrat konsantrasyonları, önceki yıllardan kısmen farklılıklar göstermiştir. Önceki yıllara benzer şekilde, her iki dönemde de amonyum konsantrasyonu, nitrat konsantrasyonundan oldukça düşük düzeydedir. Ancak derinliğe bağlı olarak değişim, önceki yıllardan belirgin şekilde farklı olup; derinliğe bağlı olarak konsantrasyonlarda düşüş görülmemiştir. Bu iklimsel bir faktörden, yani azotlu gübre uygulandığı dönemde ve mısır bitkisinin yetişme periyodundaki yağışların diğer yıllardan farklı olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.3. 2009 yılı topraktaki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarının derinliğe bağlı olarak değişimi ($mg\ kg^{-1}$)

	Konsantrasyon ($mg\ kg^{-1}$)					
	Derinlik	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma	CV (%)
2009 ekim öncesi NO_3^-	0-30	1.63	49.35	19.09	11.92	62.44
	30-60	5.79	54.49	20.23	9.96	49.23
	60-90	4.91	41.31	20.37	9.21	45.21
2009 hasat NO_3^-	0-30	5.12	46.24	17.64	10.03	56.86
	30-60	10.25	43.66	21.15	7.53	35.60
	60-90	7.82	38.63	17.01	6.35	37.33
2009 ekim öncesi NH_4^+	0-30	2.52	8.80	4.77	1.51	31.66
	30-60	2.20	10.05	4.80	1.69	37.55
	60-90	2.55	7.34	4.19	1.11	26.49
2009 hasat NH_4^+	0-30	0.01	8.25	3.49	2.65	75.93
	30-60	0.01	7.44	2.59	2.29	88.42
	60-90	0.01	10.74	2.94	3.20	108.84



Şekil 4.3. 2009 yılı ekim öncesi ve hasat sonrası toprakta amonyum ve nitrat konsantrasyonları (I, barlar standart sapmayı göstermektedir)

4.1.3. Tüm Yıllar için Toprakta Mineral Azot

4.1.3.1. Mineral Azot Miktarları

Çalışma alanı topraklarında, bitki yetiştiriciliği açısından ve kalan mineral azotun çevre açısından etkisinin belirlenmesi amacıyla yüzeyde ve toprak profilinde mineral azot düzeylerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Gübreleme ve bitki yetiştiriciliği açısından, üst toprak katmanı her zaman için önemini korumaktadır (Güzel ve ark., 2002). Bu nedenle de, tez çalışmalarının yürütüldüğü 2009 yılı faaliyetlerinin de dahil olduğu projenin 2007 ve 2008 yıllarına ait sonuçlar da 2009 yılı sonuçlarıyla beraber değerlendirilmiştir.

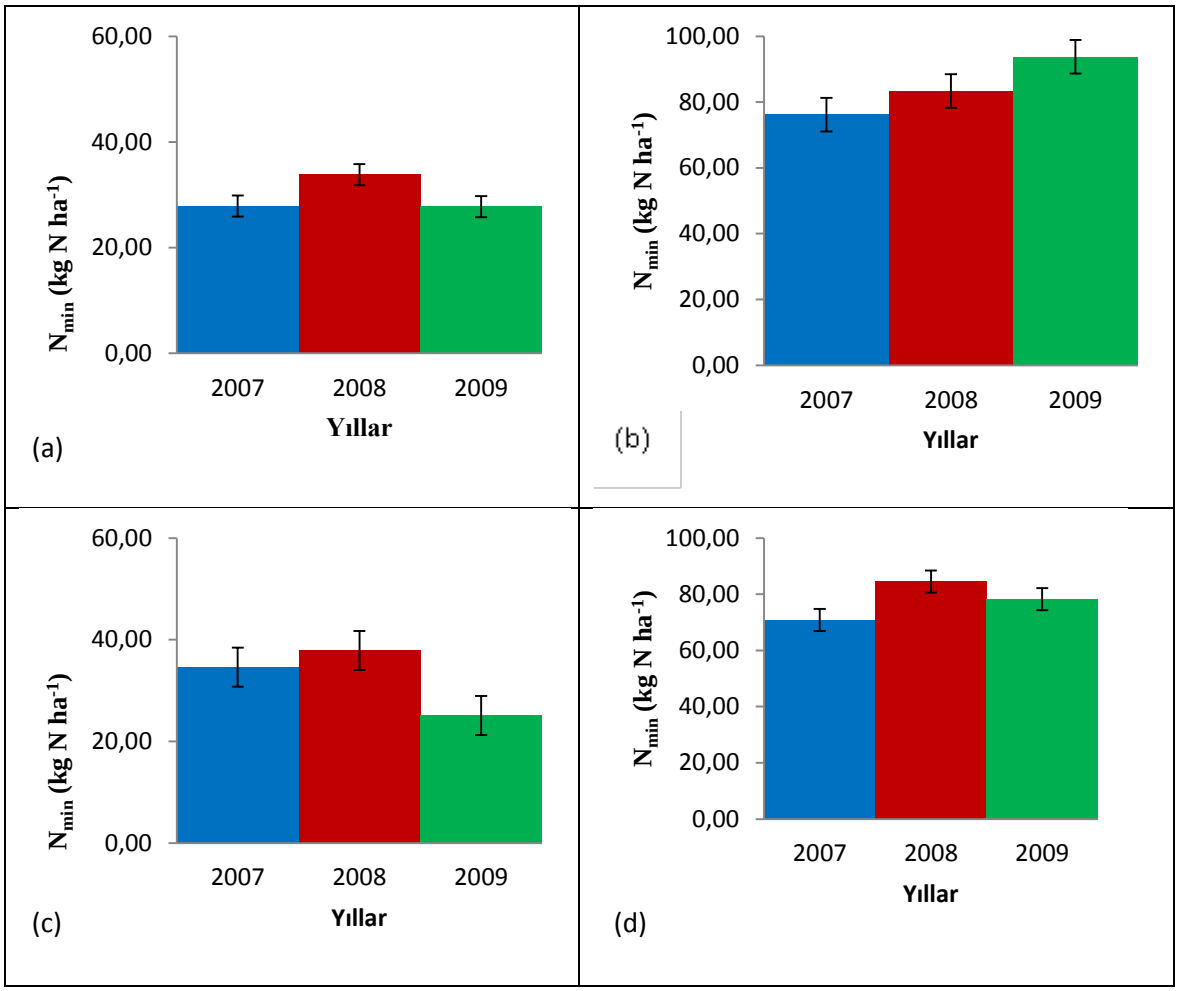
Ekim öncesi yüzeyde (0-30 cm) mineral azot düzeyleri 2007 yılında 27.87; 2008 yılında 33.80 ve 2009 yılında 27.75 $kg\ N\ ha^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4). Bu değerlerin birbirine yakın olması, söz konusu olan üç yıl içerisinde topraktaki mineral azot dengesinin genelde korunduğunu göstermektedir. Bu rakamsal değerler, daha önce İbrikçi ve ark. (2001) tarafından aynı bölgede yürütülen çalışmalarda da kaydedilmiştir. Bitki deseni ve toprağın organik madde içeriği değişmedikçe, N_{min} içeriğinin değişmesi de oldukça zordur (Berenguer ve ark., 2009).

Hasat sonrası 0-30 cm derinlikte mineral azot düzeyleri ise 2007 de 34.62; 2008 yılında 37.90 ve 2009 yılında 25.08 $kg\ N\ ha^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4). Her üç yıl için veriler değerlendirildiğinde, özellikle 2008 yılındaki kurak geçen iklimden dolayı, yüzey toprağındaki mineral azotun bitki tarafından alınamadığı ve diğer yıllara oranla yüzeyde daha fazla mineral azot olduğu belirlenmiştir. Ancak çiftçi şartlarında yapılan bu çalışmada, çiftçi uygulamalarından kaynaklanan değişimlerin de olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Dönemin kurak geçmesinden dolayı, bitkisel gelişimi optimum düzeye çıkarmak isteyen üretici, daha fazla azot gübresi kullanmıştır. Yağışın daha az olması nedeniyle, verilen bu azotun önemli bir kısmı toprakta kalmıştır. Alınımında en önemli rolü oynayan kütle akışı (yaklaşık %79'u bu yolla alınmaktadır), suyun

yokluğunda beslenmede önemli sorunlara yol açmaktadır (Foth ve Ellis, 1988; Kacar ve Katkat, 2007). Kütle akışı yolu ile bitkiye taşınamayan azot, toprakta birikime sebep olur. Diğer yıllara göre, özellikle yüzey toprağında azotun fazla olmasının bundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak burada sulama yönetiminin de oldukça önemli olduğu unutulmamalıdır. Ekim öncesi sulama dışı döneminde özellikle yağış etkili iken; ekim dönemi ve sonrasında ise sulama yönetimi topraktan azotun yıkanma veya birikimde etkili olmaktadır.

Ekim öncesi toprak profilinde (0-90 cm) mineral azot düzeyleri ise oldukça yüksek olup; 2007, 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 76.20; 83.34 ve 93.75 $kg\ N\ ha^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4). Büyük (2006) tarafından yapılan çalışmada da, Çukurova Bölgesi için benzer biçimde 87.2 $kg\ N\ ha^{-1}$ belirlenmiştir. Ülger ve ark. (1997) ve İbrikçi ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Ancak, Karnez ve ark. (2013)'nın çalışmasında profildeki N_{min} 110 $kg\ N\ ha^{-1}$'a kadar çıkmıştır. Yıllar içerisinde az da olsa bu artışların olması profildeki N_{min} düzeyinin artış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Wolf (1982) tarafından yapılan sınıflandırmada, topraktaki N_{min} düzeyinin 0-14 $mg\ kg^{-1}$ arasında olanlar fakir, 15-24 $mg\ kg^{-1}$ arası olanlar düşük ve 25 $mg\ kg^{-1}$'den fazla olanlar ise iyi olarak belirtilmiştir. Buna göre, çalışma alanı topraklarındaki azot genel olarak iyi düzeydedir. Ekim öncesi yüzeyde ve toprak profilinde belirlenen bu mineral azot mutlaka gübreleme programında yer almalı ve çiftçi tarafından verilen taban gübresi uygulamasında dikkate alınmalıdır.



Şekil 4.4. Yıllara göre ekim öncesi ve hasat sonrası yüzeyde (0-30 cm) ve toprak profilinde (0-90 cm) mineral azot (kg N ha^{-1}) (I, barlar standart sapmayı göstermektedir)

a) Ekim öncesi yüzeyde mineral azot
b) Ekim öncesi toprak profilinde mineral azot
c) Hasat sonrası yüzeyde mineral azot
d) Hasat sonrası toprak profilinde mineral azot

Hasat sonrası profildeki mineral azot değerleri ise 2007 yılında 70.83; 2008 yılına 84.49 ve 2009 yılında da 78.26 $kg\ N\ ha^{-1}$ olarak değişkenlik göstermektedir (Şekil 4.4). Her üç yıldaki hasat sonrası mineral azot değerleri ile ekim öncesi değerler birlikte değerlendirildiğinde, ekim öncesi N_{min}'in, hasat sonrasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerler genelde, üreticinin mısırın ihtiyacından daha fazla azot kullandığının açık ifadesidir. Bitkinin ihtiyacından daha fazla kullanılan azot, hasat sonrasında bile toprakta bulunmakta ve zamanla yıkanma ile taban suyuna karışmaktadır. Söz konusu bu azotun, mısır bitkisinden sonra tarımı yapılacak olan ürün için mutlak suretle değerlendirilmesi gerekmektedir. Scharf ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, kimi alanlara uygulanan azotlu gübrelerin 1/3'ünün bir sonraki yetiştirilmesi yapılacak bitkiye de etkisinin olabileceğini belirtmiştir. Hasat sonrası çalışma alanı topraklarında belirlenen hasat sonrası azot bu kapsamda değerlendirilmeli ve izleyen bitkinin gübrelemesinde mutlaka gübreleme programında değerlendirilmelidir. Ancak burada, özellikle hasat sonrası yüzeydeki (0-30 cm) mineral azotun Akdeniz bölgesi gibi sıcak iklime sahip bölgelerde hızlı şekilde toprak yüzeyinden kaybedileceği de unutulmamalıdır.

Doğada en karmaşık döngüye sahip olan azotun, topraktaki en önemli kazanımlarından birisi de organik maddenin amonyum ve nitrata dönüşmesinde etkili olan mineralizasyondur. Her üç yıla ait veriler incelendiğinde mineralizasyon sonucu toprağa bir miktar azot kazandırıldığı görülmektedir. Birbirini takip eden yıllarda, sonraki yılın ekim öncesi toprak profilinde belirlenen mineral azotun, bir önceki yılın hasat sonunda toprakta ölçülen mineral azottan daha fazla çıkmasının en önemli sebebinin mineralizasyon olduğu düşünülmektedir. Örneğin; 2007 yılı hasat sonrası profilde yaklaşık 70 $kg\ N\ ha^{-1}$ belirlenmiştir. 2008 yılı ekim öncesinde ise bu miktar yaklaşık 80 $kg\ N\ ha^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Benzer bir şekilde, 2008 yılı hasat sonrası profilde 80 $kg\ N\ ha^{-1}$ olarak belirlenen mineral azot, sonraki yılın ekim öncesi döneminde yaklaşık 90 $kg\ N\ ha^{-1}$ bulunmuştur. Bu bulgu, topraktaki organik maddenin

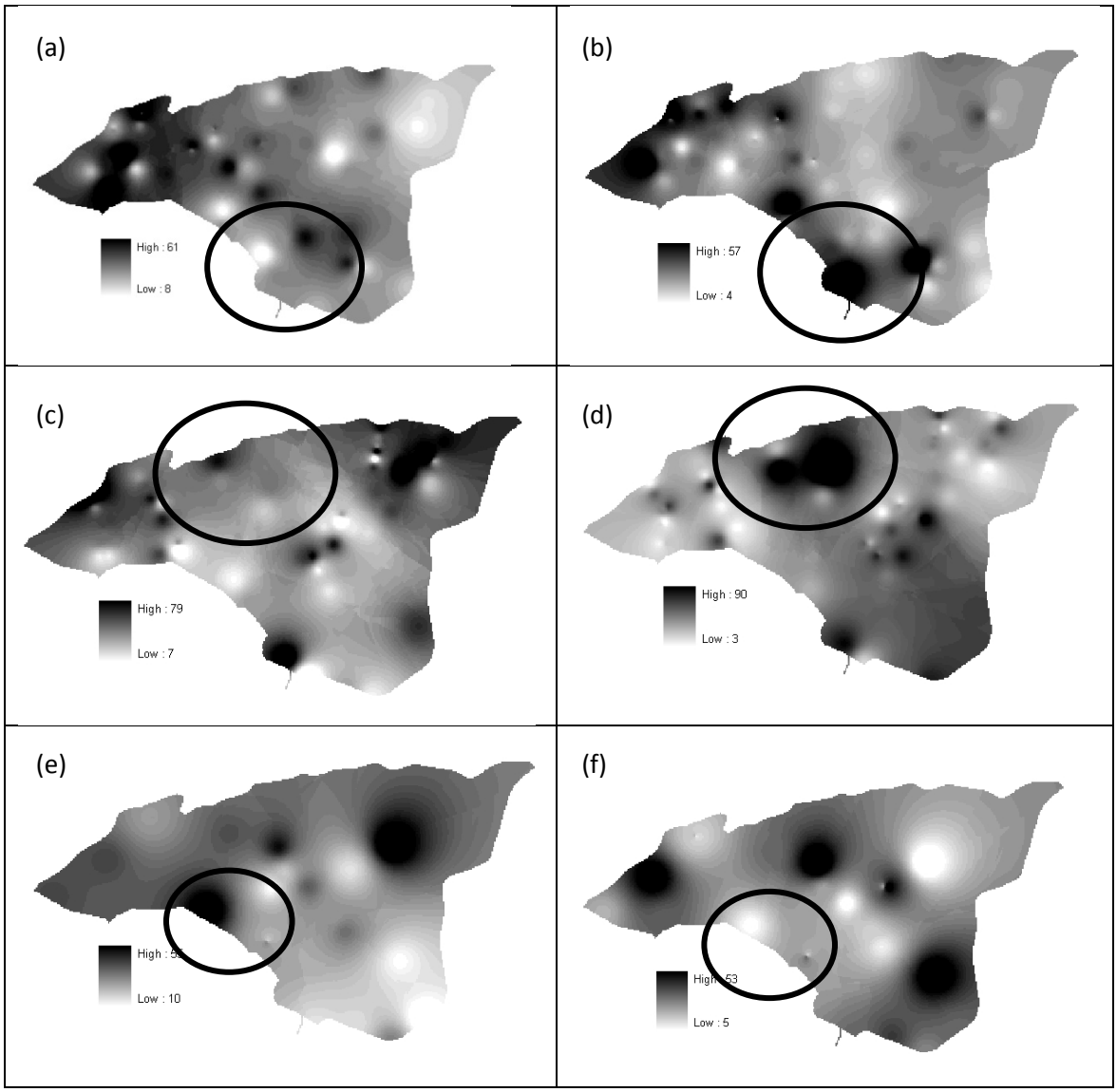
veya toprakta bırakılan hasat artıklarının önemini de ortaya koymaktadır. Hasat sonrası toprakta kalan sap parçalarının toprağa karıştırılarak sürülmesi, toprağın organik maddesini ve dolayısıyla da mineralize olacak organik azotun artmasına ve en nihayetinde, toprağa ve bitkiye yarayışlı hale dönüşecek olan mineral azotun, toprakta daha da fazla olmasına etken olacaktır. Bu artış, ekim öncesi yüzeyde ve toprak profilinde mineral azot olarak yansıyacak olup, çiftçinin taban gübresi olarak tanımladığı ve başlangıçta tohumun çimlenmesi için gerekli olan azotun, kimyasal yolla değil; organik olarak toprakta mevcut potansiyelden yararlanma yolunu açacaktır. Önceki yıllarda uygulanan azotlu gübre ile, mineralizasyon sonucu ortaya çıkan azot, izleyen dönemde üretimi yapılacak olan mısır bitkisi için, potansiyel bir gübre olarak karşımıza çıkmaktadır (Jokela ve Randall, 1989; Roth ve Fox, 1990; Gordon ve ark. 1993; Büyük, 2006; Karnez, 2013).

4.1.3.2. Çalışma Alanı Toprak Azotunun Yersel Dağılım Haritaları

Söz konusu yıllara ait yüzey toprağının ekim öncesi ve hasat sonrası mineral azot değerleri yersel olarak haritalanıp incelendiğinde, dönemlere ait farklılıklar göze çarpmaktadır (Şekil 4.5). 2007 yılında ekim öncesi düşük düzeylerde belirlenen iki noktadan (daire içerisine alınmış noktalar) hasat sonrası değerlerine bakıldığında en yüksek alanlar olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu durumun tam tersi 2009 yılında farklı noktada belirlenmiştir. Ekim öncesi yüzeyde en yüksek düzeyde belirlenen mineral azot değerleri, hasat sonunda en düşük değerlerde ölçülmüştür. Belirlenen her iki hususta da çiftçinin uygulamalarının etkili olduğu mutlak suretle göz önüne alınmalıdır. Dönemsel olarak toprakta mineralize olan azotun da varlığı söz konusudur. Ancak, ekim öncesi en alt düzeyde belirlenen azotun, hasat sonrası en üst seviyelerde tespit edilmesi, toprakta süreç içerisinde dönüşüme uğrayan azotun etkisi olmayıp; muhtemelen çiftçi tarafından uygulanan aşırı azotlu gübre uygulamalarından kaynaklanmaktadır.

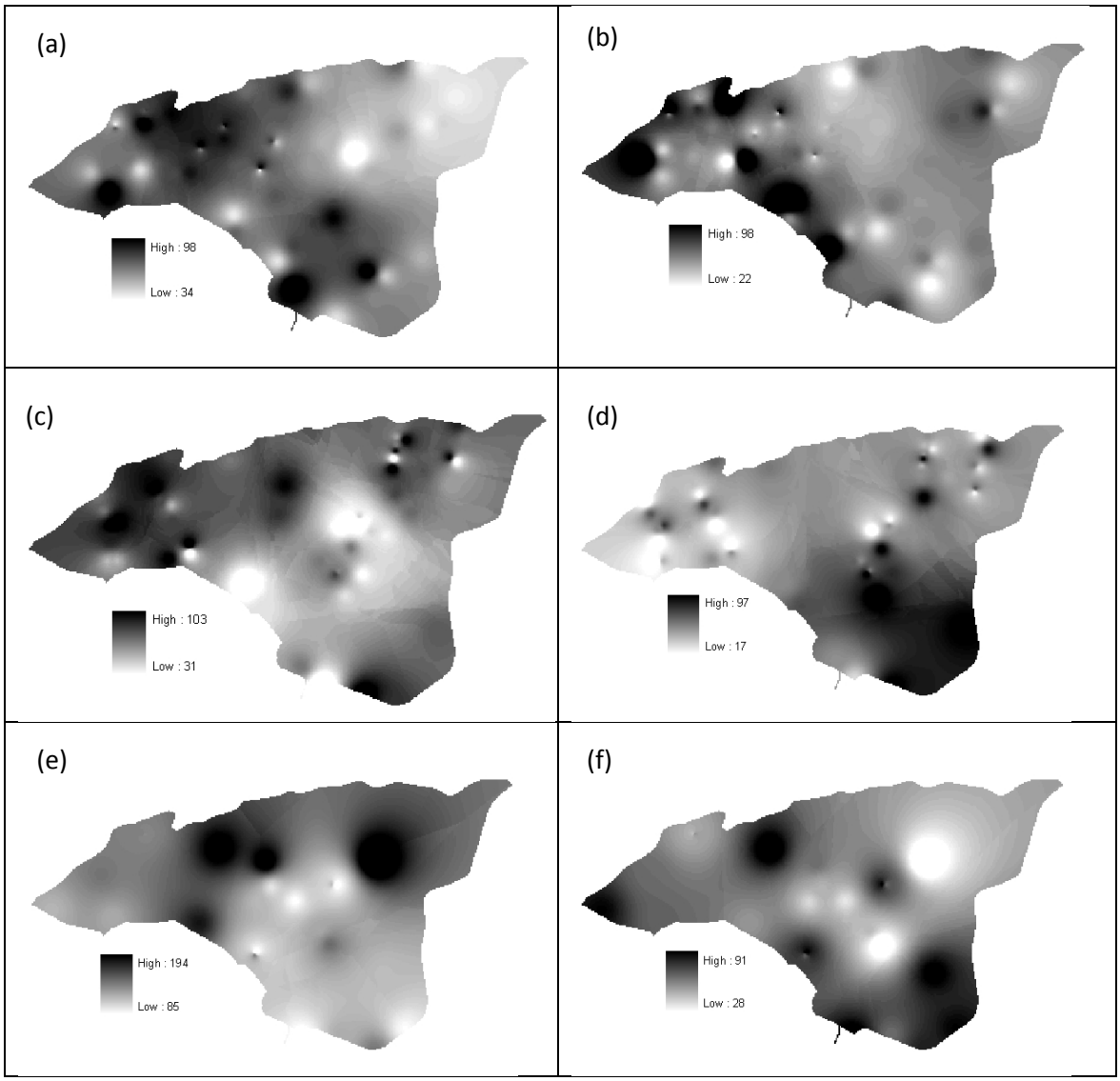
Her üç yıla ait haritalar incelendiğinde ise, değerlendirilen diğer bir sonuç ise, yüzeydeki mineral azot değerinin, profildeki azot ile paralel bir şekilde artıp azalmasıdır (Şekil 4.5; Şekil 4.6). Her 3 yılda da hasat sonrası yüzey ve toprak profili azot değerleri incelendiğinde, yüzeyinde yüksek mineral azot ölçülen noktaların, toprak profili bazında da yüksek olduğunu göstermektedir.

Toprak yüzey katmanı ve profilindeki N_{min} değerleri yersel dağılım açısından haritalansa da, bu görüntüler oldukça kaba ve hata içerecek durumdadır. Böyle bir haritanın tam ve detaylı olarak oluşturulabilmesi için, çok daha fazla noktanın örneklenmesi ve haritalamada kullanılması gerekmektedir. Sahanın tamamında mısır ekimi yapılmadığı düşünüldüğünde, üretilen haritaların göreceli kullanılmasının uygun olacağı açıktır. Öte yandan, toprakların N_{min} içeriklerinin yersel dağılımlarının göstermesi açısından bu haritaların pratikteki önemini görmek son derece avantajlıdır. Dolayısıyla, rakamsal içerik kadar, yersel dağılımın da önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. 2007-2008 ve 2009 yılları yüzey toprağı (0-30cm) N_{min} değerleri dağılım haritaları (kg N ha^{-1})

(a) 2007 yılı ekim öncesi yüzey toprağı (0-30cm) N_{min} değerleri
(b) 2007 yılı hasat sonrası yüzey toprağı (0-30cm) N_{min} değerleri
(c) 2008 yılı ekim öncesi yüzey toprağı (0-30cm) N_{min} değerleri
(d) 2008 yılı hasat sonrası yüzey toprağı (0-30cm) N_{min} değerleri
(e) 2009 yılı ekim öncesi yüzey toprağı (0-30 cm) N_{min} değerleri
(f) 2009 yılı hasat sonrası yüzey toprağı (0-30 cm) N_{min} değerleri



Şekil 4.6. 2007-2008 ve 2009 yılları toprak profili (0-90cm) N_{min} değerleri dağılım haritaları (kg N ha^{-1})

a) 2007 yılı ekim öncesi toprak profilinde (0-90cm) N_{min} değerleri
b) 2007 yılı hasat sonrası toprak profilinde (0-90cm) N_{min} değerleri
c) 2008 yılı ekim öncesi toprak profilinde (0-90cm) N_{min} değerleri
d) 2008 yılı hasat sonrası toprak profilinde (0-90cm) N_{min} değerleri
e) 2009 yılı ekim öncesi toprak profilinde (0-90cm) N_{min} değerleri
f) 2009 yılı hasat sonrası toprak profilinde (0-90cm) N_{min} değerleri

4.2. Bitkide Azot

4.2.1. Bitkide ve Tanede Azot Konsantrasyonları

Bitkide azot konsantrasyonu değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. 2007 yılında %1.1 olan azot konsantrasyonu 2008 yılında %0.8 ve 2009 yılında %0.7 olarak ölçülmüştür. Tanede konsantrasyon ise, %1.3 ile %1.5 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.4). Belirlenen düzeyler, benzer bölgede Büyük (2006) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. Bitkide %1-5 arasında olması beklenen azot (Millar 1959, Johnson ve Ulrich, 1959), çalışma sonuçlarına göre belirtilen sınırlar içerisinde yer almış; ancak alt sınıra yakın düzeylerde belirlenmiştir. Bu durum özellikle son yıllarda maksimum verim elde etmeye yönelik hibrit mısır çeşitlerinin kullanılmasından ileri gelmektedir. Maksimum verim alınan mısır tarlalarında azotun bitki dokularında seyrelmesi sonucu, bitkideki azot değerleri alt sınırlara yakın çıkmaktadır. Bitkide ve tanede azot konsantrasyonları değerlendirildiğinde, bitkinin hasat döneminde bünyesinde bulundurduğu azotun önemli bir kısmını taneye verdiği görülmektedir. Tanede protein oluşumu için gerekli olan azotun, fizyolojik olarak bitkiden taneye transfer edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, dönemsel yağışların ve farklı amenajman yöntemlerinden de kaynaklanan yıllar arası değişiklikler olmaktadır. Bu bulgular, Liang ve Mackenzie (1994) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.4. Yıllar içerisinde bitkide ve tanede azot konsantrasyonu (%)

Yıl*	Bitkide Konsantrasyon (%)	Standart Sapma	CV (%)	Tanede Konsantrasyon (%)	Standart Sapma	CV (%)
2007	1.1	0.36	32.72	1.4	0.26	18.57
2008	0.8	0.18	22.5	1.5	0.14	9.33
2009	0.7	0.12	17.14	1.3	0.08	6.15

* 2007 yılı için n=54; 2008 yılı için n=56 ve 2009 yılı için n=23

4.2.2. Bitki ve Tane Tarafından Kaldırılan Azot

Bitki ve tane tarafından kaldırılan toplam azot ($kg\ N\ ha^{-1}$) değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Yıllar itibari ile değişmekle birlikte bitki tarafından kaldırılan azot 227-307 $kg\ N\ ha^{-1}$ arasında değişmekte olup, Mengel ve ark. (2001) tarafından belirtilen (260 $kg\ N\ ha^{-1}$) değerlerle paralellik göstermektedir. İrget ve ark. (2010) tarafından farklı bir bölgede yapılan çalışma sonucu belirtilen ve mısır bitkisi tarafından 26.6 $kg\ N\ da^{-1}$ kaldırıldığını gösteren çalışma da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tane tarafından kaldırılan azot ise, 156-202 $kg\ N\ ha^{-1}$ arasında değişmektedir. Bu değerler yine Mengel ve ark. (2001) tarafından belirtilen değerler (150 $kg\ N\ ha^{-1}$) arasında yeralmaktadır. Ancak, Büyük (2006) tarafından yapılan çalışmada belirtilen değerlerden (372-449 $kg\ N\ ha^{-1}$) daha düşüktür. Buradaki farklılığın, söz konusu çalışmada kontrollü koşullarda bitkinin ihtiyacından daha fazla gübreleme yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.5. Yıllar içerisinde bitki ve tane tarafından kaldırılan azot

Yıllar*	Bitki tarafından kaldırılan toplam azot ($kg\ N\ ha^{-1}$)	Tane tarafından kaldırılan azot ($kg\ N\ ha^{-1}$)
2007	307	177
2008	293	202
2009	227	156

* 2007 yılı için n=54; 2008 yılı için n=56 ve 2009 yılı için n=23

4.3. Verim

Yıllar itibari ile hem tane veriminde hem de sap veriminde değişimler gözlemlenmiştir. Her üç yıla ait veriler aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.7). Veriler incelendiğinde her üç yılda da verimin dekara 1.3 tonun üzerinde olduğu görülmektedir.

Bu verim düzeyi, çalışma alanı olarak belirlenen Çukurova Bölgesi verimli toprakları için yeter düzeydedir.

Yapılan çalışma sonuçlarına göre değişmekle birlikte, bir ton mısır tanesinin topraktan kaldırdığı azot miktarı ortalama 13 ile 17 *kg ha*$^{-1}$ arasında değişmekte ve genel olarak 1 ton mısır üretmek için yaklaşık 16 *kg ha*$^{-1}$ azot kaldırması gerektiği varsayılmaktadır (Raun ve Johnson, 1999; Laegreid ve ark, 1999; Büyük, 2006). Çalışma sonuçlarına göre, yaklaşık 13.7-14.0 *ton ha*$^{-1}$ olan verim ve tane tarafından kaldırılan 156-202 *kg ha*$^{-1}$ dikkate alınırsa; bir ton mısır verimi için yaklaşık 13 *kg ha*$^{-1}$ azot kaldırdığı ortaya çıkmaktadır. Bu değerin literatürdeki bildirişlerden biraz daha düşük çıkmasının sebebi, her geçen gün artan ve azot kullanım etkinliğinin maksimum düzeye çıkarılması için geliştirilen hibrit tohumların, azotu daha efektif kullanmasından kaynaklanmış olabilmesidir.

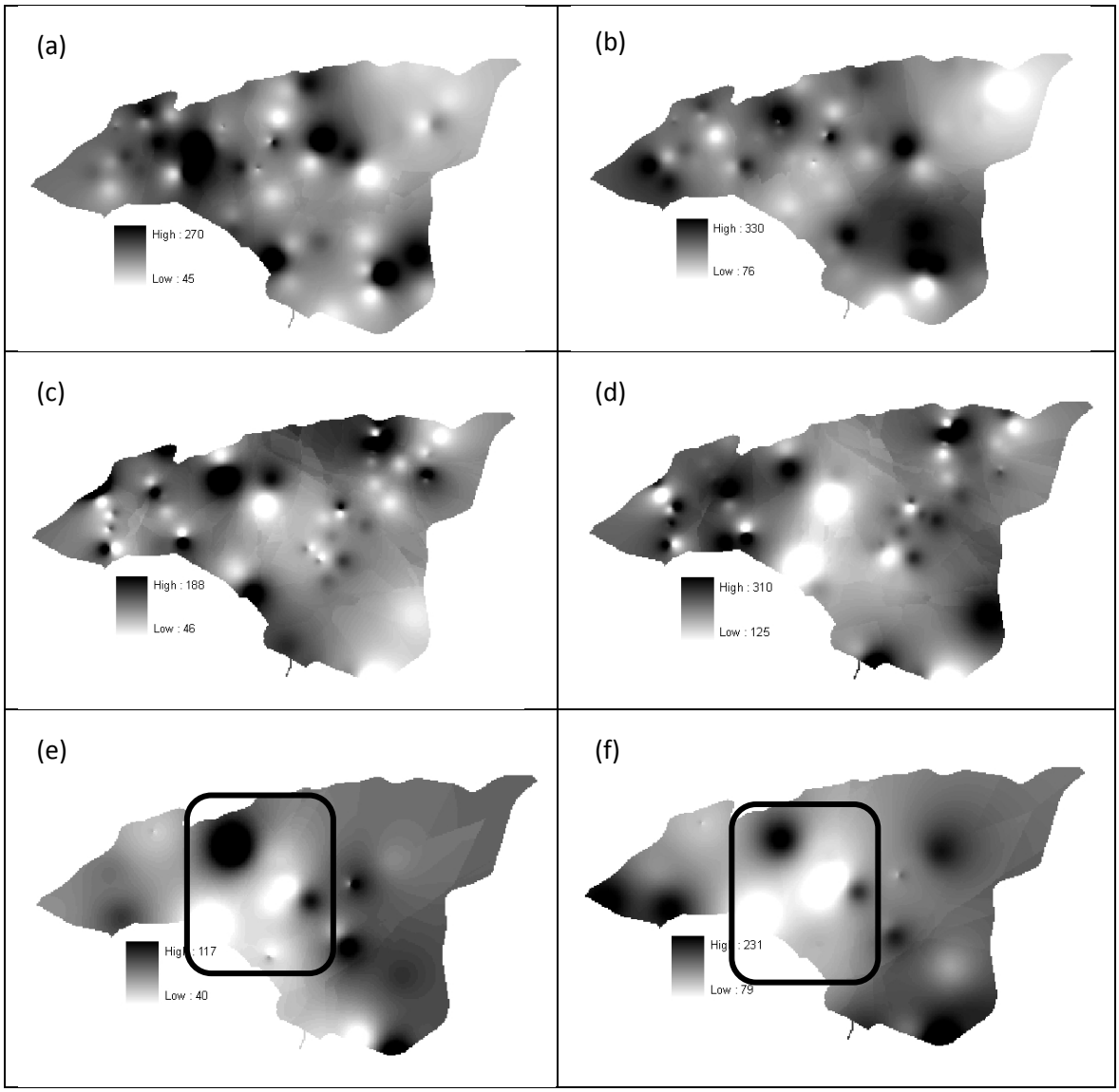
Çizelge 4.6. Yıllar itibari ile tane ve sap verimi

Yıllar	Tane verimi (*kg ha*$^{-1}$)	Sap verimi (*kg ha*$^{-1}$)
2007	13,739	12,015
2008	13,994	11,459
2009	13,806	10,450

Çalışma süresi içerisinde sap ve tane tarafından kaldırılan azot haritaları incelendiğinde ise, küçük değişimler olmakla birlikte, sap ile tane tarafından kaldırılan azot miktarları arasında paralellik görülmektedir (Şekil 4.7). 2009 yılında belirtilen noktalarda (kutu ile belirtilmiştir), sap tarafından kaldırılan azot miktarına bağlı olarak tane tarafından da kaldırılan azotun arttığı görülmüştür. Örnekleme yapılan noktalardan birinde de sap tarafından ve tane tarafından kaldırılan azotun düşük düzeylerde olduğu görülmüştür.

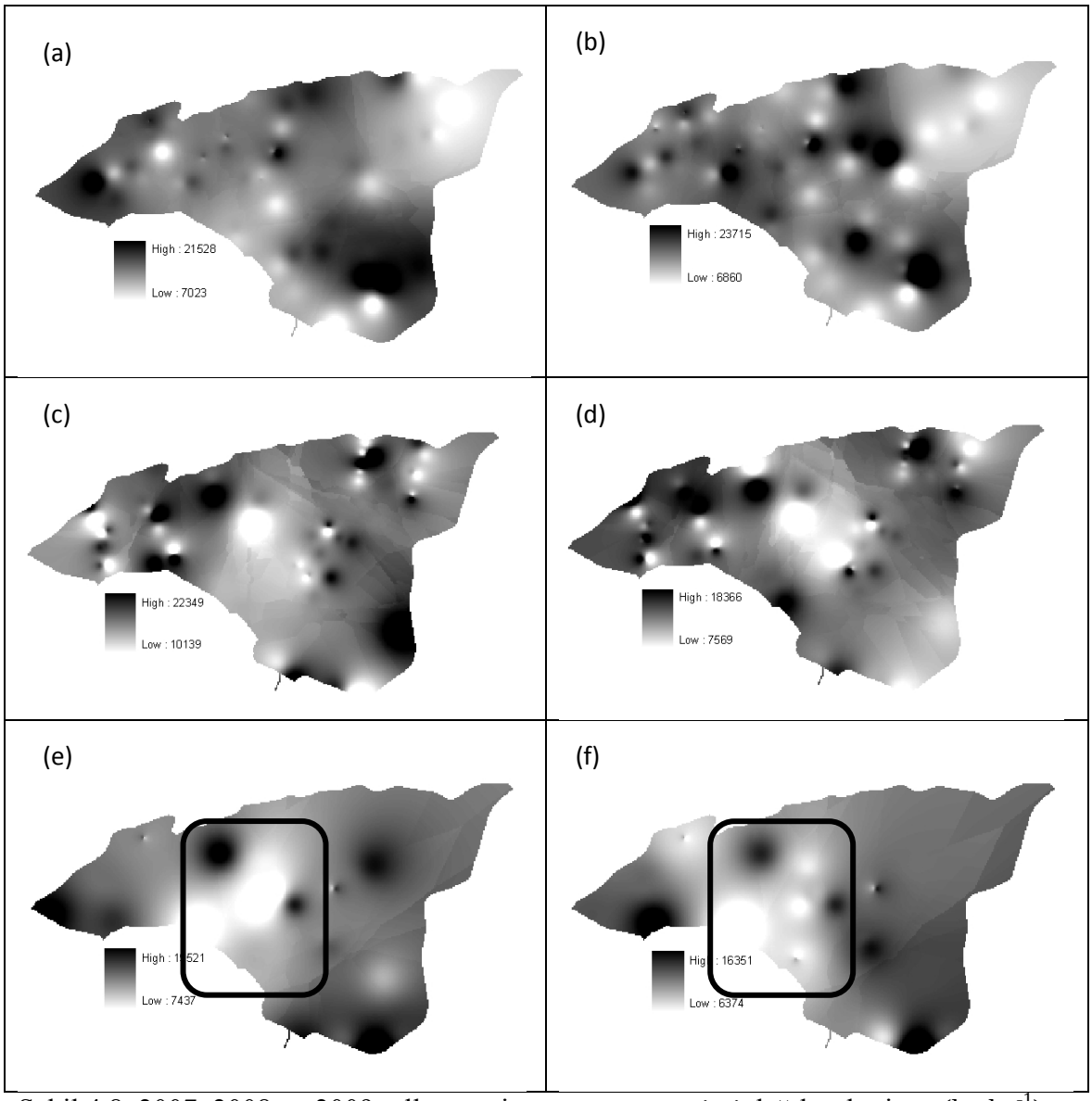
Dağılım haritaları incelendiğinde ise, kaldırılan azotun sap ve tane verimine olan etkisi ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.8). Küçük sapmalar olmakla birlikte, sap ve tane tarafından kaldırılan azota paralel olarak, sap ve tane verimlerinde de artış görülmüştür.

Mısıra uygulanan ve bitki tarafından kaldırılan azotun artması ile sap ve tane veriminde artışın görüldüğünü bildiren çok sayıda çalışma vardır (Banziger ve ark, 1992; Zhang ve ark, 1993; Jokela ve Randall, 1989; McCullaugh ve ark., 1994; William ve Randall, 1997). Çalışmada elde edilen veriler, benzer konularda yapılmış literatür bildirişleri ile paralellik göstermektedir. 2009 yılında örnekleme noktalarından elde edilen (kutu ile belirtilmiştir) veriler değerlendirildiğinde, sap ve tane tarafından kaldırılan azotun yüksek bulunduğu noktalardaki tane ve sap veriminin de yüksek olduğu; tane ve sap tarafından kaldırılan azotun düşük olduğu noktalardaki sap ve tane veriminin de düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler, istatistiksel olarak da değerlendirilmiş, sap ve tane tarafından kaldırılan azot ile sap ve tane verimi arasındaki ilişki istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bulgular, Bölüm 4.4.'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 4.7. 2007, 2008 ve 2009 yıllarında sap ve tane tarafından kaldırılan azot dağılım haritası (kg N ha^{-1})

a) 2007 yılında sap tarafından kaldırılan Azot
b) 2007 yılında tane tarafından kaldırılan Azot
c) 2008 yılında sap tarafından kaldırılan Azot
d) 2008 yılında tane tarafından kaldırılan Azot
e) 2009 yılında sap tarafından kaldırılan Azot
f) 2009 yılında tane tarafından kaldırılan Azot



Şekil 4.8. 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait sap ve tane verimi dağılım haritası (kg ha^{-1})

a) 2007 yılı tane verimi
b) 2007 yılı sap verimi
c) 2008 yılı tane verimi
d) 2008 yılı sap verimi
e) 2009 yılı tane verimi
f) 2009 yılı sap verimi

4.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirmeleri

Çalışmada kullanılan kimi bitkisel ve toprak parametreleri istatistiksel olarak SPSS 12.0 programında değerlendirilmiştir (Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9). Değerlendirmeye alınan toprak parametreleri ekim öncesi yüzeyde N_{min}, hasat sonrası yüzeyde N_{min}, ekim öncesi profilde N_{min} ve hasat sonrası profilde N_{min} 'dir. Değerlendirmeye alınan bitkisel parametreler ise, sap verimi, tane verimi, sap %N, tane %N, sap tarafından kaldırılan N, tane tarafından kaldırılan N ve bitki tarafından kaldırılan N'dir.

Her 3 yıla ait istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, kimi veriler istatistiksel olarak önemli iken kimi veriler birbirinden farklı bulunmuştur. Farklı yıllarda istatistiksel parametreler arasında farklı düzeylerde önem seviyeleri bulunmuştur. Örneğin; hasat sonrası yüzeyde N_{min} değeri ile tane tarafından kaldırılan N arasındaki önem seviyesine bakıldığında (Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.9), 2007 yılında 0.05 düzeyinde önemli bulunurken; 2008 ve 2009 yıllarında istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Aynı durum hasat sonrası yüzeyde N_{min} değerleri ile tane tarafından kaldırılan N arasında da elde edilmiştir. İstatistikî veriler genel olarak incelendiğinde ise, toprak ile bitkisel parametreleri arasında önemli düzeyde ilişki pek bulunamamıştır. Ancak, bitki parametrelerinin kendi içerisinde önem düzeyi oldukça yüksek bulunmuştur. Örneğin, sap verimi ile tane verimi arasındaki ilişki düzeyi her 3 yılda da 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Azotun bitkisel üretime olan etkisi ise kimi istatistiki parametrelere yansımıştır. Cerrato (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, uygulanan azot ile bitki tarafından kaldırılan azotun, tanede azot konsantrasyonunda da artışa etken olduğuna yönelik yapmış olduğu çalışma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sap verimi arttıkça sap, tane ve toplam bitki tarafından kaldırılan N düzeyinde önemli artışlar elde edilmiş ve bu artış istatistiksel anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu sonuca farklı bir açıdan bakılırsa, bitki tarafından kaldırılan azotun artması ile, sap veriminin de arttığını söylemek mümkündür. Bitki tarafından kaldırılan azot düzeyindeki artış ise hemen hemen bitkisel parametrelerin hepsinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Söz konusu bu durum her üç yılda da elde edilmiştir. Bu veriler, bitkisel üretimde azotun ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Toprak ve bitkisel parametrelere ilişkin değerlendirmeler sonucu, kimi parametreler arasında istatistiksel olarak önemli ilişki bulunmuş iken; kimi parametreler arasında da ilişki bulunamamıştır. Her üç yılda da aralarında önemli istatistiki sonuç belirlenen parametrelerden birisi de sap tarafından kaldırılan N ve sap verimi arasındadır. Analiz sonuçları ve değerlendirmeler sap tarafından kaldırılan azot düzeyinin artması ile sap veriminde artış görülmektedir. Aynı durum tane tarafından kaldırılan azot ile tane verimi arasında da gözlenmiştir. Tane tarafından kaldırılan azot ile tane verimi artmaktadır. Bu durum her üç yılda da belirlenmiştir. Tane verimi ile sap verimi arasında da istatistiki olarak önemli bir ilişki bulunmuştur. Her üç yıl verileri değerlendirildiğinde, sap verimi arttıkça tane veriminde de artış görülmüştür (Şekil 4.9). Benzer bir durum bitki tarafından kaldırılan azot ile tane azotu arasında da belirlenmiştir (Şekil 4.10).

Tüm bunlara karşın aralarında istatistiksel ilişki bulunamayan parametrelerde bulunmaktadır. Profildeki mineral azot ile tane azotu arasındaki ilişki değerlendirildiğinde her üç yılda farklı sonuçlar elde edilmiştir. 2007 yılında profilde azotun artması ile tanede azot artmış olarak görülmüştür. Ancak, 2008 yılında her iki parametre arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. 2009 yılında ise iki parametre arasında olumsuz bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.10). Ancak bu değerlendirme tek başına yeterli olmamalıdır. 2009 yılında örnekleme yapılan noktaların azlığı yanı sıra, örnekleme yapılan alanlardaki çitçi uygulamaları ile bu kadar büyük bir alandaki toprak özelliklerindeki farklılıklar da buna etken olabilmektedir. Oysa topraktaki mineral azot, bazı koşullarda mısır bitkisinde azot konsantrasyonu ve verimin bir indikatörü olarak görev yapmaktadır (Binford ve ark., 1992).

Çizelge 4.7. Mısır bitkisinin 2007 yılında dikkate alınan bazı öğelerine ilişkin korelasyon matrisi

Toprak ve Bitki Parametreleri	Ekim öncesi yüzeyde N_{min}	Hasat sonrası yüzeyde N_{min}	Ekim öncesi profilde N_{min}	Hasat sonrası profilde N_{min}	Sap verimi	Tane verimi	Sap N kons.	Tane N kons.	Sap tarafından Kaldırılan N	Tane tarafından kaldırılan N	Bitki tarafından kaldırılan N
Ekim öncesi yüzeyde N_{min}	-	-.127	.594**	-.167	.024	.170	-.020	.041	.011	.174	.108
Hasat sonrası yüzeyde N_{min}	-.127	-	.117	.846**	-.043	.132	.019	.255*	-.055	.269*	.123
Ekim öncesi profilde N_{min}	.594**	.117	-	-.032	-.079	.227	.017	.129	-.024	.272*	.142
Hasat sonrası profilde N_{min}	-.167	.846**	-.032	-	.052	.102	.176	.277*	.120	.251*	.218
Sap verimi	.024	-.043	-.079	.052	-	.616**	.187	.156	.742**	.579**	.795**
Tane verimi	.170	.132	.227	.102	.616**	-	.009	-.039	.365**	.793**	.686**
Sap	-.020	.019	.017	.176	.187	.009	-	.170	.784**	.086	.535**
Tane	.041	.255*	.129	.277*	.156	-.039	.170	-	.193	.564**	.447**
Sap tarafından kaldırılan N	.011	-.055	-.024	.120	.742**	.365**	.784**	.193	-	.390**	.845**
Tane tarafından kaldırılan N	.174	.269*	.272*	.251*	.579**	.793**	.086	.564**	.390**	-	.822**
Bitki tarafından kaldırılan N	.108	.123	.142	.218	.795**	.686**	.535**	.447**	.845**	.822**	-

**. Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

*. Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.8. Mısır bitkisinin 2008 yılında dikkate alınan bazı öğelerine ilişkin korelasyon matrisi

Toprak ve Bitki Parametreleri	Ekim öncesi yüzeyde N_{min}	Hasat sonrası yüzeyde N_{min}	Ekim öncesi profilde N_{min}	Hasat sonrası profilde N_{min}	Sap verimi	Tane verimi	Sap N kons.	Tane N kons.	Sap tarafından Kaldırılan N	Tane tarafından kaldırılan N	Bitki tarafından kaldırılan N
Ekim öncesi yüzeyde N_{min}	-	.029	.692**	.020	.059	.079	.126	.168	.135	.139	.148
Hasat sonrası yüzeyde N_{min}	.029	-	.099	.768**	-.067	-.113	.146	-.072	.060	-.124	-.063
Ekim öncesi profilde N_{min}	.692**	.099	-	.055	-.031	-.038	.087	.024	.050	-.023	.020
Hasat sonrası profilde N_{min}	.020	.768**	.055	-	.053	.061	.263*	-.016	.213	.050	.117
Sap verimi	.059	-.067	-.031	.053	-	.721**	.221	.086	.710**	.648**	.735**
Tane verimi	.079	-.113	-.038	.061	.721**	-	.253*	.070	.567**	.883**	.828**
Sap	.126	.146	.087	.263*	.221	.253*	-	.448**	.833**	.421**	.649**
Tane	.168	-.072	.024	-.016	.086	.070	.448**	-	.343**	.524**	.471**
Sap tarafından kaldırılan N	.135	.060	.050	.213	.710**	.567**	.833**	.343**	-	.640**	.866**
Tane tarafından kaldırılan N	.139	-.124	-.023	.050	.648**	.883**	.421**	.524**	.640**	-	.926**
Bitki tarafından kaldırılan N	.148	-.063	.020	.117	.735**	.828**	.649**	.471**	.866**	.926**	-

**. Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

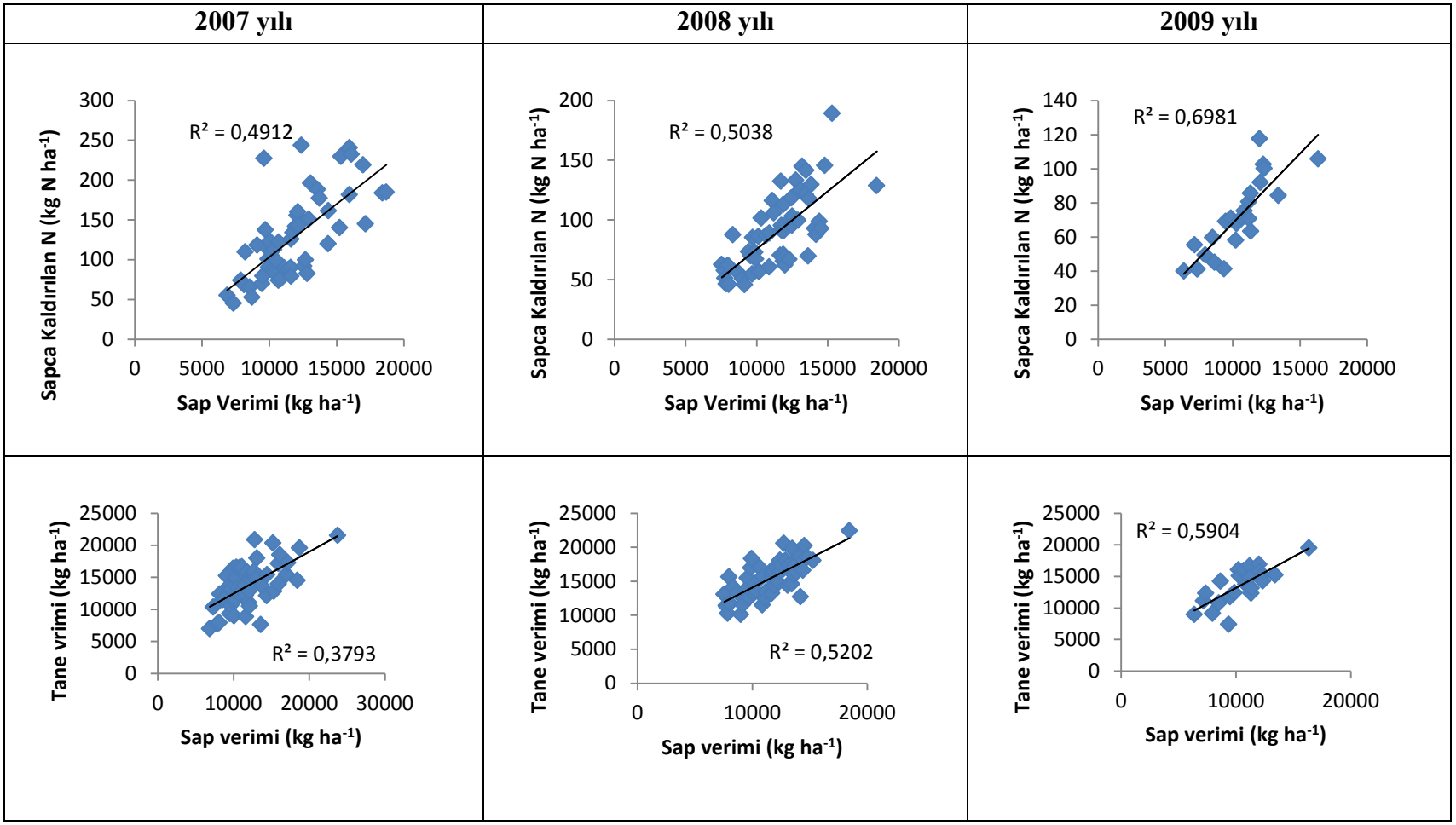
*. Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4.9. Mısır bitkisinin 2009 yılında dikkate alınan bazı öğelerine ilişkin korelasyon matrisi

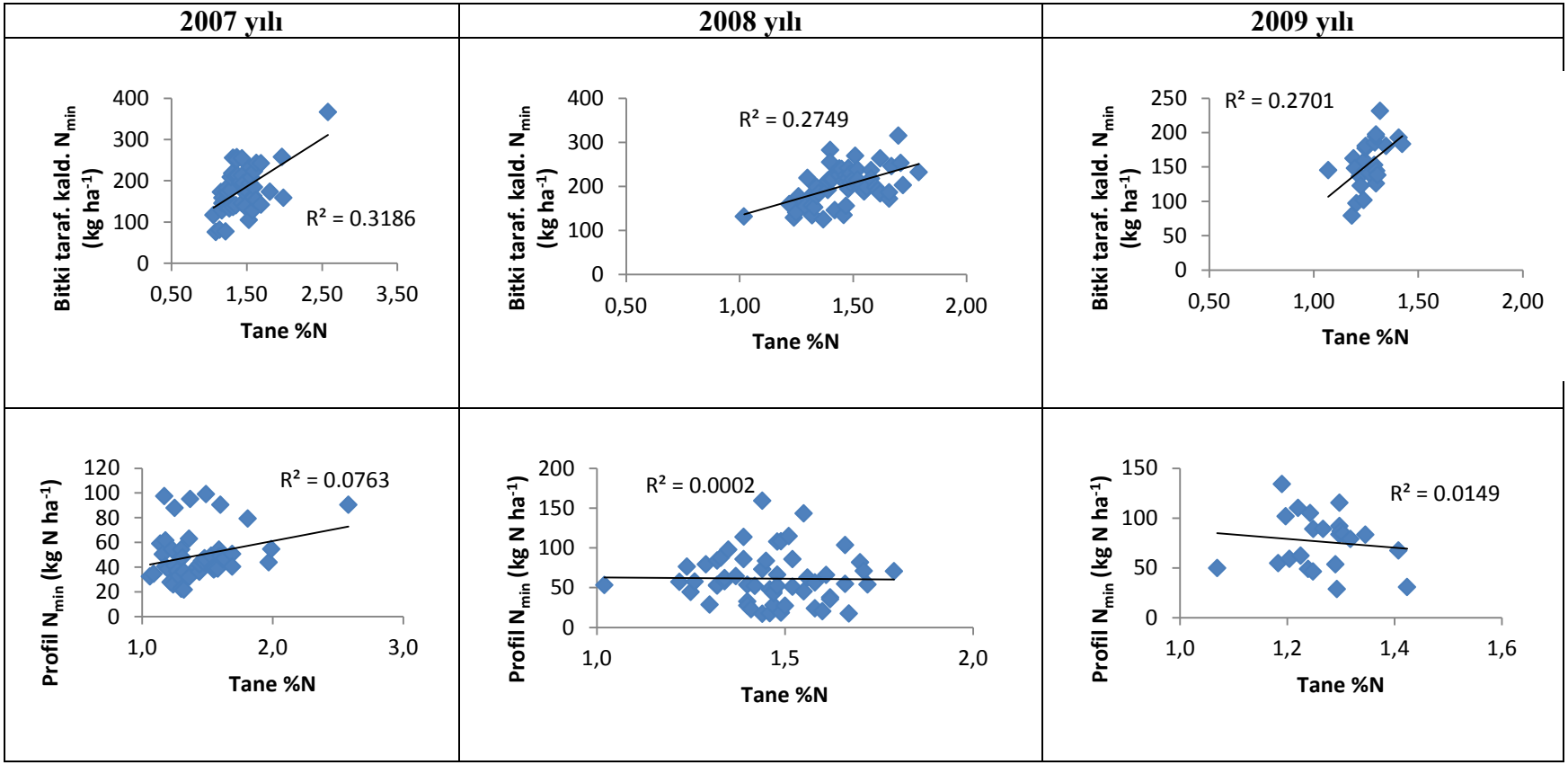
Toprak ve Bitki Parametreleri	Ekim Öncesi yüzeyde N_{min}	Hasat sonrası yüzeyde N_{min}	Ekim öncesi profilde N_{min}	Hasat sonrası profilde N_{min}	Sap Verimi	Tane verimi	Sap N kons.	Tane N kons.	Sap tarafından Kaldırılan N	Tane tarafından kaldırılan N	Bitki tarafından kaldırılan N
Ekim öncesi yüzeyde N_{min}	-	-.254	.789**	-.268	-.011	.091	.118	.056	.051	.105	.091
Hasat sonrası yüzeyde N_{min}	-.254	-	-.038	.795**	.139	-.004	.184	-.035	.194	-.026	.061
Ekim öncesi profilde N_{min}	.789**	-.038	-	-.175	-.034	.036	.287	.086	.130	.059	.092
Hasat sonrası profilde N_{min}	-.268	.795**	-.175	-	,001	.097	.186	-.113	.105	.045	.072
Sap verimi	-.011	.139	-.034	.001	-	.768**	.284	.422*	.836**	.804**	.873**
Tane verimi	.091	-.004	.036	.097	.768**	-	.325	.292	.700**	.965**	.926**
Sap	.118	.184	.287	.186	.284	.325	-	.214	.758**	.334	.528**
Tane	.056	-.035	.086	-.113	.422*	.292	.214	-	.398*	.529**	.514**
Sap tarafından kaldırılan N	.051	.194	.130	.105	.836**	.700**	.758**	.398*	-	.728**	.889**
Tane tarafından kaldırılan N	.105	-.026	.059	.045	.804**	.965**	.334	.529**	.728**	-	.961**
Bitki tarafından kaldırılan N	.091	.061	.092	.072	.873**	.926**	.528**	.514**	.889**	.961**	-

**. Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

*. Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir.



Şekil 4.9. Mısır bitkisinde sap verimi ile sapca kaldırılan N ve sap verimi ile tane verimi arasındaki doğrusal ilişkiler



Şekil 4.10. Mısır bitkisinde tane azotu ile bitki tarafından kaldırılan azot ve tane azotu ile profildeki N_{min} arasındaki doğrusal ilişkiler

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1) Çalışma amacına bağlı olarak, Aşağı Seyhan Ovası olarak tanımlanan yaklaşık 9,500 ha'lık bir alan içerisinde yalnızca mısır yetiştirilen alanlar değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma alanının yaklaşık %40'lık bir kısmını kaplayan mısır tarımının yapıldığı alanlarda ortalama 340 $kg\ ha^{-1}$ azotlu gübre uygulanmaktadır. Bitki tarafından alınan N dikkate alındığında, toprakta geriye kalan gübre ve toprak azotunun bir kısmının taban ve drenaj sularına karıştığı, bir kısmının atmosfere volatilize olduğu; önemli bir kısmının da toprakta biriktiği ortaya çıkmaktadır. Söz konusu azot, çevresel sorunlar yaratmakla birlikte, aynı zamanda mikro ölçekte çiftçi, makro ölçekte ülke ekonomisine zararlı olmaktadır. Çukurova koşullarında mısır tarımının yapıldığı alanlarda toprakta arta kalan bu azotun da, kendinden sonra gelen bitkinin gübreleme programına mutlaka dahil olması gerekmektedir. Bu çalışmada toprak profilinde kalan azot tespit edilmiş olup; ancak, belirtilen artık etkisinin kendinden sonra gelen ürün için etkisine araştırılmaya devam edilmemiştir. Sonraki çalışmalarda bu gündeme gelmeli, mısır sonrası tarımı yapılan çeşitli bitkilerin gübreleme programına mutlaka bakiye etkisi her ürün için belirlenmelidir.
2) Çalışma alanında mısır önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, bölgede mısır üretimi yanında başta turunçgil olmak üzere kimi tarım ürünlerinin de yoğun tarımı yapılmaktadır. Mısır üretimi yapılan alanlara, aşırı azotlu gübre uygulamalarının, diğer tarımsal faaliyetler için de söz konusu olduğu görülmüş; ancak çalışmanın amacı dışında olduğu için bu konu üzerinde detaylı çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada izlenen metodolojinin, aynı alanda diğer tarımsal faaliyetler için de uygulanması, söz konusu çalışmanın bütünlüğü açısından uygun olacaktır.

3) Çalışma 2007-2009 yılları arasında mısır tarımı yapılan alanlarda yürütülmüştür. Söz konusu yıllar arasında değerlendirmeye alınan parametreler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların kimi bitkisel parametrelerde; kimisi de topraktan alınan ve hasat sonrası toprakta kalan azota yönelik olarak tespit edilmiştir. Ancak, değerlendirmeye alınan yıllar arasındaki iklimsel farklılığın bunda en önemli etkenlerden biri olduğu düşünülmektedir. 2007 yılında toplam yağışın 675.8 ve sulama mevsimi yağışın 43.2 mm olduğu; buna karşın 2008 yılında 523.8 mm ve sulama mevsimi yağışın 149.2 mm ve 2009 yılında toplam yağışın 807.6 mm ve sulama mevsimi yağışın 84.9 mm olduğu düşünülürse, iklimsel parametrelerden yağışın oldukça düzensiz olduğu ve bununda azotun topraktaki hareketine ve dolayısıyla bitki tarafından alınmasına ve dolayısıyla sap verimi, tane verimi, sap ve tanede %N, sap ve tane tarafından kaldırılan N gibi bitkisel parametrelere ve ekim öncesi ve hasat sonrası yüzeyde ve toprak profilindeki mineral azot düzeylerindeki değişimlere çok az da olsa bir etkisi olduğu düşünülebilir. Elde edilen sonuçlar, mısırda sulama söz konusu olduğundan dolayı verime etkisi daha minimum görülmektedir. Bu çalışmanın buğday gibi kuru tarımda üretimi yapılan bir üründe olması durumunda daha fazla dikkat çekici bulgulara ulaşılacağı varsayılmaktadır. Çalışmanın daha uzun süreli farklı çalışmalar ile desteklenmesi, elde edilen sonuçların daha doğru ve daha güvenilir olmasına etken olacaktır.

4) Çalışma bölge ekonomisi üzerinde önemli bir yer tutan mısır bitkisinin tarımının yapıldığı alanlara yönelik olmuştur. Mısır tarımının yapıldığı alanlardan elde edilen verilerin tüm alana yayılması ile elde edilen dağılım haritaları, yıllar itibari ile çalışma alanı topraklarının genel durumunu vermektedir. 2007 yılında toplam 54 adet; 2008 yılında toplam 56 adet ve 2009 yılında da toplam 23 adet 1. ürün mısır tarlasından toprak örneklemeleri yapılmış ve koordinatları GPS kullanılarak belirlenmiş ve

büro ortamında ArcGIS-Spatial Analysis-Kriging yöntemi ile dağılım haritaları oluşturulmuştur. Literatürde yersel dağılımın belirlenmesi amacıyla yapılan noktasal örneklemelerde örnek sayısına yönelik net bilgiler verilmemiş olmakla birlikte; örnekleme noktalarındaki artış ile elde edilen haritalarının doğruluk düzeylerindeki artış ile birbirini paralel izlediği belirtilmiştir. Çalışmada örnekleme noktalarının sayısı hassasiyet açısından kesinlikle yeterli değildir. Daha fazla nokta ile daha doğru sonuçlar alınacağı muhakkaktır. Bu aynı zamanda istatistiksel analizler için de geçerlidir.

5) Azot gibi toprakta ve bitkide hareketliliği oldukça yüksek olan bir besin elementi üzerine yapılan çalışmalarda, çevresel etkinin önemi asla gözardı edilmemelidir. Çalışmada çiftçi anketlerine dayanarak belirlenen 340 $kg\ ha^{-1}$ azotlu gübre uygulamaları, ortalama bir değer olup; miktar üretimi yapılan bitkiye, beklenen toplam verime, toprağın potansiyeline, o dönemki yağış miktarına da bağlı olarak değişim göstermektedir. Çiftçi uygulamalarında, ortalama azot gübresinin üzerindeki tüm uygulamaların, mutlak suretle toprakta bakiye etkisinin daha fazla olacağı ve yağışla birlikte taban suyuna karışma ihtimalinin oldukça yüksek olduğu da değerlendirilmelidir.

6) Bu tür çalışmaların alansal toprak grupları ve bitkiler için yapılıp, sonuçların mutlaka çiftçi uygulamasına aktarılması bölgesel ve ekonomik bir gereklilik olmalıdır.

KAYNAKLAR

AHMADI, M., WIEBOLD, W.J. and BEUERLEIN, J.E., 1993. Grain Yield and Mineral Composition of Corn as Influenced by Endosperm Type and Nitrogen. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 24(17&18): 2409-2426.

AKSOY, T., 1967. Trakya Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Doktora Tezi, Ankara, 104s.

ALGANATAY, N., 1968. Orta Anadolu Kuzey Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarında Alınabilir Fosfor Miktarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Doktora Tezi, Ankara.

ANDRASKI, T.W., BUNDY, L.G. and BYRE, K.R., 2000. Crop Management and Corn Nitrogen Rate Effects on Nitrate Leaching. Journal of Environmental Quality, 29(4): 1095-1103.

ANONİM, 1984. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Annual Report. Ibadan, Nigeria.

ANONİM, 2004. Nitrate: Health Risks to Consumer. www.nitrate.com/nitrate1.htm.

ANONİM, 2005a. Türkiye Ziraat Odaları Birliği. http://www.tzob.org.tr/tzob_eng/tzob_eng_region4.htm.

ANONİM, 2005b. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. Tarımsal Yapı, Üretim, Fiyat, Değer.

ANONİM, 2010. İstanbul Gübre Sanayii A.Ş. http://www.igsas.com.tr/Akdeniz.aspx.

ANONİM, 2012. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ADANA.

ARAT, A., 1973. Gediz Havzası-Manisa, Turgutlu ve Salihli Ovaları Topraklarında Değişik Azotlu Gübrelerin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Doktora Tezi, Ankara, 134s.

ATEŞALP, M., 1968. Doğu Anadolu Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Radyo-Fizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Ankara.

ATILGAN, A. 2007. Seralarda Aşırı Gübre Kullanımı Çevreyi Tehdit Ediyor. Ekoloji Dergisi, http://ekolojimagazin.com/?s=magazin&id=308

BANZIGER, M., FEIL, B., SCHMID, J.E. and STAMP, P., 1992. Genotypic Variation in Grain Nitrogen Content of Wheat as Affected by Mineral Nitrogen Supply in the Soil. European Journal of Agronomy, 1(3): 155-162.

BAYRAM, G., TÜRK, M., BUDAKLI, E. ve ÇELİK, N., 2004. Azot, Fosfor, Potasyum ve Çinko Eksikliklerinin Mısır Bitkisinin Kök ve Gövde Gelişimi Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(33): 23-27.

BERENGUER, P., SANTIVERI, F., BOIXADERA, J. and LLOVERAS, J., 2009. Nitrogen Fertilisation of Irrigated Maize under Mediterranean Conditions. European Journal of Agronomy, 30(3): 163-171.

BINFORD, G.D., BLACKMER, A.M. and CERRATO, M.E., 1992. Nitrogen Concentration of Young Corn Plants as an Indicator of Nitrogen Availability. Agronomy Journal, 84(2): 219-223.

BREMNER, J.M., 1965. Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1149-1178.

BROWN, P.H., WELCH, R.M., CARY, E.E. and CHECKAI, R.T., 1987. Micronutrients: Beneficial Effects of Nickel on Plant Growth. Journal of Plant Nutrition, 10(9-16): 2125-2135.

BÜYÜK, G., 2006. Çukurova Koşullarında Mısır Çeşitlerine Değişik Dönemlerde Uygulanan Farklı Azot Dozlarının Azot Kullanım Etkinliğine, Tane Verimine ve

Kaliteye Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 143s.

BYRE, K.R., NORMAN, J.M., BUNDY, L.G. and GOWER, S.T., 2001. Nitrogen and Carbon Leaching in Agroecosystems and Their Role in Denitrification Potential. Journal of Environmental Quality, 30(1): 58-70.

BYRNES, B.H., 1990. Environmental Effects of N Fertilizer Use- An Overview, Fertilizer Research, 26(1-3): 209-215

CELEP, H., 2006. Mısır Bitkisinin Bazı Karakterlerine Ön Bitki ve Farklı Azot Dozlarının Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 48s.

CERRATO, M.E., 1990. Relationships Between Grain Nitrogen Concentrations and The Nitrogen Status of Corn. Agronomy Journal, 82(4): 744-749.

ÇETİN, M., KIRDA, C., İBRİKÇİ, H., TOPÇU, S., KARACA, Ö.F., KARNEZ, E., EFE, H., SESVEREN, S., ÖZTEKİN, M.E., DİNGİL, M. ve KAMAN, H., 2008. Sulu Tarım Alanlarında Su, Tuz ve Nitrat Bütçesinin CBS Ortamında Saptanması: Aşağı Seyhan Ovası Örneği. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Sulama – Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı. 173-183.

ÇOKKIZGIN, A., 2002. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Azot Dozları ile Sıra Üzeri Ekim Mesafelerinin II. Ürün Mısır Bitkisinde Verim, Verim Unsurları ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 73s.

ÇOLAKOĞLU, H., 1977. Küçük Menderes Ovası Genç Aluviyal Topraklarının Bitkiye Yarayışlı Potasyum Kapsamları ve Potasyum Yönünden Toprak-Bitki İlişkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Doçentlik Tezi, İzmir, 131s.

DI FONZO, N., MOTTO, M., MAGGIORE, T., SABATINO, R., and SALAMINI, F., 1982. N- Uptake, Translocation and Reletionships Among and Related Traits in Maize as Affected by Genotype. Agronomie, 2(9); 789-796.

DİNÇ, U., SARI, M., ŞENOL, S., KAPUR, S., SAYIN, M., DERİCİ, M.R., ÇAVUŞGİL, V., GÖK, M., AYDIN, M., EKİNCİ, H., AĞCA, N. ve SCHLICTING, E., 1995. Çukurova Bölgesi Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı. No: 26, Adana, 172s.

EL GHAROUS, M., 1993. Long-term N Fertilization Effect on N Mineralization Potential Under Different Cropping System and Different Environments. PhD Dissertation. Agron. Dep., Oklahoma State Univ. Stillwater, USA.

EVANYLO, G.K., 1998. Nitrogen Soil Testing for Corn in Virginia. Virginia Cooperative Extension. Crop&Soil Environmental Sciences, Publication 418-016. http://pubs.ext.vt.edu/418/418-016/418-016_pdf.pdf

FAO, 2012. FAOSTATE Agriculture Database. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

FABIG, W., OTTOW, J.C.G. and MUELLER, F., 1978. Mineralization von 14Cmarkiertem Benzoat mit Nitrat als Wasserstoff-akseptor unter Vollstaendig Anaeroben Bedingungen Sowie bei Vermindertem Sauerstoffpartialdruck. Land-wirtsch. Forsch, 35: 441-453.

FOTH, H.D. and ELLIS, B.G., 1988. Soil Fertility. John Wiley and Sons, New York, 212s.

GILLELAN, M.E. and MACKNIS, J., 1983. Nutrients. In: Chesapeake Bay: A Framework for Action. Environmental Protection Agency, Region III: 39-88, 205s.

GORDON, W.B., WHITNEY, D.A. and RANEY, R.J., 1993. Nitrogen Management in Furrow Irrigated, Ridge-Tilled Corn. Journal of Production Agriculture, 6: 213-217.

GÖZÜBENLİ, H., 1997. Değişik Azot Uygulamalarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Genotiplerinin Azot Kullanım Etkinliğinin Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 217s.

GUL, İ., YILDIRIM, M., AKINCI, C., DORAN, I. and KILIC, H., 2008. Response of Silage Maize (Zea mays L.) to Nitrogen Fertilizer after Different Crops in a Semi Arid Environment. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 513-520.

GÜZEL, N, GÜLÜT, K.Y. ve BÜYÜK, G., 2002. Toprak Verimliliği ve Gübreler, Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:246 Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana, 654s.

IAMZ, 2012. FP6, QUALIWATER Projesi, 2006-2009 yılları raporları. http://www.iamz.ciheam.org/qualiwater/contenidos/reports.htm.

İBRİKÇİ, H., YAĞBASANLAR, T., KEKLİKÇİ, Z., ÇAKMAK, İ., BÜYÜK, G., TOKLU F. ve GÜZEL, N., 2000. Çukurova Bölgesinde İnsan Sağlığı ve Çiftçi Ekonomisi Açısından Buğdayda Azot Gübrelemesinin Optimizasyonu. DPT Kesin Sonuç Raporu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Adana.

İBRİKÇİ, H., ÜLGER, A.C., ŞEN, H.M., BÜYÜK, G., GÜZEL, N., ÇAKIR, B. ve ÖZGENTÜRK, G., 2001. Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Mısır Yetiştiriciliğinde Azotlu Gübre Kullanımının Optimizasyonu. TÜBİTAK TARP-1951 Kesin Sonuç Raporu, Adana.

İRGET, M.E., TEPECİK, M., ÇAKICI, H., ANAÇ, D., ATALAY, İ.Z. ve ÇOLAKOĞLU, H., 2010. Farklı Taban Gübrelerinin Dane Mısır Üretiminde Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkisi. 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir, 6-11.

JARVIS, S.C., 1993. Nitrogen Cycling and Losses from Dairy Farm. Soil Use and Management, 9(3): 99-105.

JOHNSON, C.M. and ULRICH, A., 1959. Analytical Methods for Use in Plant Analysis. California Agricultural Expt. Sta. Bull., 766s.

JOKELA, W.E. and RANDALL, G.W., 1989. Corn Yield and Residual Soil Nitrate as Affected by Time and Rated of Nitrogen Application. Agronomy Journal, 81(5): 720-726.

KACAR, B., 1965. Çukurova Bölgesi Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara, 15(2): 18-44.

KACAR, B., AMİN, S.M.R., ÇELEBİ, G. ve TURAN, C., 1973. Antalya Sahil Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarında Alınabilir Fosfor Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. TÜBİTAK-TOAG, Proje No: 161, Ankara, 110s.

KACAR, B. ve KATKAT, V., 2007. Bitki Besleme. Nobel Yayın No: 849, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 29, Ankara, 659s.

KAPLAN, M. ve AKTAS, M., 1993. Amonyum Nitrat ve Üre Gübrelerinin Hibrid Mısırda Etkinliklerinin Karşılaştırılması ve Bu Bitkinin Azotlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi. Journal of Agriculture and Forestry, 17: 649-657.

KAPLAN, M., SÖNMEZ, S. ve TOKMAK, S., 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 309-313.

KARA, B., 2006. Çukurova Koşullarında Değişik Bitki Sıklıkları ve Farklı Azot Dozlarında Mısırın Verim ve Verim Özellikleri ile Azot Alım ve Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 162s.

KARNEZ, E., 2010. Aşağı Seyhan Ovasında Buğday ve Mısır Üretim Alanlarında Azot Bütçesine İlişkin Girdi ve Çıktıların İrdelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Adana, 137s.

KARNEZ, E., IBRIKCI, B., CETIN, M., RYAN, J., DINGIL, M., OZTEKIN, M.E. and KORKMAZ, K., 2013. Implications of Profile Mineral Nitrogen in an Irrigated Project Area of Southern Turkey. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 44: 1-4.

KOVANCI, İ., 1979. İç Ege Bölgesi Sulama Sularının Bitki Beslemesi Açısından Kimi Nitelikleri ve Kimyasal İçerikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 364, Bornova-İzmir.

LAEGREID, M., BOCKMAN, O.C. and KAARSTAD, E.O., 1999. Agriculture Fertilizers and the Environment. CABI Publishing, 294s.

LAMBERT, R.J., HOEFT, R.G., GONZINI, L.C. and WARREN, L.L., 1998. Monitoring Nitrogen Use of Corn Hiybrids Using Grain Protein Concentration. (R.G. HOEFT editors) Illinos Fertilizer Conference Proceedings, 97-104.

LIANG, B.C. and MACKENZIE, A.F., 1994. Corn Yield, Nitrogen Uptake and Nitrogen Use Efficiency as Influenced by Nitrogen Fertilization. Canadian Journal of Soil Science, 74(2): 235-240.

LIU, X.J., JU, X.T. and ZHANG, F.S., 2001. Effect of Basal Application of Urea on Inorganic Nitrogen in Soil Profile. Journal of China Agricultural University, 6(5): 63–68

LIU, X.J., JU, X.T., ZHANG, F.S., PAN, J.R. and CHRISTIE, P., 2003. Nitrogen Dynamics and Budgets in A Winter Wheat–Maize Cropping System in The North China Plain. Field Crops Resources, 83(2): 111–124

LOGAN, T.J., RANDALL, G.W. and TIMMONS, D.R., 1980. Nutrient Content of Tile Drainage From Cropland in The North Central Region. North Central. Ohio Agricaltural Research and Development Center, Regional Research Publications, 268s,

MAHVI, A.H., NOURI, J., BABAEI, A.A. and NABIZADEH, R., 2005. Agricultural Activities Impact on Groundwater Nitrate Pollution. International Journal of Environmental Science Technology, 2(1): 41-47.

MCCULLAUGH, D.E., GIRARDIN, P., MIHAJLOVIC, M., AGUILERA, A. and TOLLENAAR, M., 1994. Influence of N Supply an Development and Dry Matter Accumulation of an Old and A New Maize Hybrid. Canadian Journal of Plant Science, 74(3): 471-477.

MEISINGER, J.J., 1984. Evaluating Plant-Available Nitrogen in Soil-Crop System. (R.D. HAUCK editors). Nitrogen in Crop Production. Symposium Proc., Sheffield, American Society of Agronomy, Madison, WI., 391-416.

MENGEL, K., KIRKBY, E.A., KOSEGARTEN, H. and APPEL, T., 2001. Principles of Plant Nutritions. 5th edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherlands, 849s.

MILLAR, C.E., 1959. Soil Fertility. John Wiley and Sons, Inc. New York.

MULLINS, G. and BURMESTER, C.H., 1990. Dry Matter, Nitrogen, Phosphorus and Potassium Accumulation by Four Coton Varieties. Agronomy Journal, 82(4): 729-736.

ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M. ve KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:73 Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana, 816s.

ÖZÇELİK, G. ve USTA, S., 2008. Farklı Sulama Yöntemlerinin Topraktaki Amonyum ve Nitrat Azotu Kapsamlarına Etkisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara, 14(3): 267-275.

PODOLAK, M. 1980. Effect of Nitrogen Fertilizer Rates on Some Factors of Quality of Silage, Maize in The Production Region. Journal of Vedecké Práce Výskumného Ústavu Kukurice, Trnava, 9: 107-118.

POWER, J.F. and SCHEDERS, J.S., 1989. Nitrate Contamination of Groundwater in North America. Agriculture, Ecosystems and Environment, 26(3-4): 165–187.

POWLSON, D.S., 1993. Understanding the Soil Nitrogen Cycle. Soil Use and Management, 9(3): 86-94.

PREMACHANDRA, G.S., SANEOKA, H., MATHSUURA, H. and OGATA, S., 1990. Cell Membrane Stability and Leaf Water Relations as Affected by Nitrogen Aplication in Maize. Soil Science and Plant Nutrition, 36(4): 653-659.

PRUTSKOVA, M.G., and UKANOVA, O.I., 1976. New Varieties of Winter Wheat. Amerind Publishing Company, India., 250s.

RAUN, R.W. and JOHNSON, G.V., 1999. Improving Nitrogen Use Efficiency for Cereal Production. Agronomy Journal, 91: 357-363.

REUTER, D.J., ROBINSON, J.B. and DUTKIEWICZ, C., 1997. Plant Analysis an Interpretation Manual (second edition). CSIRO Publishing, Australia., 450s.

ROTH, G.W. and FOX, R.H., 1990. Soil Nitrate Accumulations Following Corn Fertilized at Various N Rates in Pennsylvania. Journal of Environmental Quality, 19(2): 243–248.

RUSSELLE, M.P., DEIBERT, B.J., HAUCK, R.D., STEVANIVIC, M. and OLSON, R.A., 1981. Effcets of Water and Nitrogen Management on Yield and 15N-Depleted Fertilizer Use Eficiency of Irrigated Corn. American Society of Agronomy, 45(3): 553-558.

SAATÇİ, F., ALTINTAŞ, Ü., ANAÇ, D. ve VURAL, S., 1988. Melez Çayı (İzmir) İçeriğindeki Bazı Organik ve İnorganik Kökenli Maddeler ile Ağır Metallerin Nitelik ve Nicelik Dağılımları Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir, 25(1): 137-151.

SADE, B. ve ÇALIŞ, A., 1993. Erdemli Ekolojik Şartlarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Cin Mısır Popülasyonlarının (*Zea Mays* L. Everta) Verim ve Verim Unsurları Üzerine Farklı Bitki Sıklıklarının Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(5): 34-45.

SARUHAN, V. ve ŞİRELİ, D., 2005. Mısır (*Zea Mays* L.) Bitkisinde Farklı Azot Dozları ve Bitki Sıklığının Koçan, Sap ve Yaprak Verimlerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Şanlıurfa, 9(2): 45-53.

SCHARF, P.C., WIEBOLD, W.J. and LORY, J.A., 2002. Corn Yield Response to Nitrogen Fertilizer Timing and Deficiency Level. Agronomy Journal, 94(3): 435-441.

SHEPHERD, M. A., DAVIES, D.B. and JOHNSON, P.A., 1993. Minimizing Nitrate Losses from Arable Soils. Soil Use and Management, 9(3): 94-99.

SÖNMEZ, İ., KAPLAN, M. ve SÖNMEZ, S., 2008. Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 25(2): 24-34.

SUBHAN, B., 1987. Effect of Nitrogen Fertilizer on Vegetative Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L,). Bastar Kuning Local, Buletin Penelitian Hortikultura 15(1): 161-166.

TABAN, S. ve KACAR, B., 1991. Orta Anadolu'da Çeltik Yetiştirilen Toprakların Mikro Element Durumu. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15: 129-145.

TÜFEKÇİ, A. ve KARAALTIN, S. 2001. Kahramanmaraş Koşullarında I. Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır *(Zea mays* L.) Bitkisinde Farklı Azot Dozlarının II. Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, 291-295.

ÜLGEN, N., 1968. Karadeniz Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Ankara.

ÜLGER, A.C., TANSI, V., SAĞLAMTİMUR, T., KIZILŞİMŞEK, M., ÇAKIR, B., YÜCEL, C., BAYTEKİN, H. ve ÖKTEM, A., 1996. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde İkinci Ürün Mısırda Bitki Sıklığı ve Azot Gübrelemesinin Tane ve Hasıl Verimi ve Bazı Tarımsal Karakterlerine Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, GAP Tarımsal İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi Kesin Sonuç Raporu, Proje No: 12/1**.** Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 153, GAP Yayınları No: 94.

ÜLGER, A.C., İBRİKÇİ, H., ÇAKIR, B. and GÜZEL, N., 1997. Influence of Nitrogen Rates and Row Spacing on Corn Yield, Protein Content and Other Plant Parameters. Journal of Plant Nutrition, 20(12): 1697-1709.

VACLAV, B., VLADIMIR, P., JAROSLAV, S. and JAROSLAV, U., 1989. Impact of Diffuse Nitrate Pollution Sources on Groundwater Quality Some Examples from Czechoslovakia. Environmental Health Perspectives, 83: 5–24.

WALSH, L.M. and BEATON, J.D., 1973. Soil Testing and Plant Analysis. Soil Science Society of America. Inc. Madison, Wisconsin, USA, 512s.

WARREN, H.L., HUBER, D.M., TSAI, C.Y. and NELSON, D.W., 1980. Effect of Nitrapyrin and N Fertilizer on Yield and Mineral Composition of Corn. Agronomy Journal, 72: 729-732.

WEHRMANN, J. and SCHARPF, H.C., 1986. The N_{min}- Method- an Aid to Integrating Various Objectives of Nitrogen Fertilization. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 149(4): 428-440.

WILLIAM, J.E. and RANDALL, G.W., 1997. Fate of Fertilizer Nitrogen an Affected by Time and Rate of Application on Corn. Soil Science Society of America, 61(6): 1695-1703.

WOLF, B., 1982. An Improved Universal Extracting Solution and Its Use for Diagnosting Soil Fertility. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 13(12): 1005-1033.

YAHŞİ, 1981. Su ve Toprak Kaynaklarının Kirlenmesi ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünün Su Kirliliği İle İlgili Çalışmaları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Cilt II: 661–679.

YILMAZ, F., 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Ekoloji, 13(50): 10-17.

ZABUNOĞLU, S., 1967. Çarşamba Ovası Topraklarının Fosfor Durumu ve Bu Bölge Topraklarının Fosfor İhtiyaçlarının Tayininde Kullanılacak Metodlar Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Radyofizyoloji ve Toprak Verimliliği Kürsüsü (Rota), Doçentlik Tezi, Ankara.

ZHANG, F., MACKENZIE, A.F. and SMITH, D.L., 1993. Corn Yields and Shifts Among Corn Quality Constituents Following Application of Different Nitrogen Fertilizer Sources at Several Times During Corn Development. Journal of Plant Nutrition, 16: 1317-1337.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlk, Orta ve Lise eğitimini Kahramanmaraş'ta tamamladı. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nü kazandı ve 2001 yılında mezun oldu. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Sarıçam İlçe Müdürlüğü'nde Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir kız çocuk annesidir.