



1976

**THE JOURNAL OF AGRICULTURAL FACULTY
OF ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY**

4440

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
The Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz
Mayis University



Sahibi / Publisher

OMÜ Ziraat Fakültesi Adına
Prof. Dr. Yunus PINAR

Yayın Kurulu / Editorial Board

Başkan
Prof. Dr. B. Zehra SARIÇİÇEK

Üyeler
Prof. Dr. Şükriye BİLGİNER
Prof. Dr. Zeki ACAR
Yrd. Doç. Dr. Selim AYTAÇ
Yrd. Doç. Dr. Erkut PEKŞEN

Cilt/Volume: 19 Sayı/Number: 3 Yıl/Year: 2004

Yazışma adresi / Adress

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi 55139 Kurupelit/SAMSUN
Tel: 0 (362) 457 60 86 Fax: 0 (362) 457 60 34

e-mail
zfyayin@omu.edu.tr

HAKEMLİ DERGİ

ISSN 1300 – 2988

OMÜ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ YAZIM KURALLARI

Aşağıda belirtilen yazım formatına uymayan makaleler işleme konulmadan yazar/yazarlarına geri gönderilecektir.

1. Gönderilecek eserin daha önce hiç bir yerde yayınlanmamış olması zorunludur.
2. Makaleler Word 7.0 programında A4 kağıt boyu seçilmiş olarak Times New Roman yazı karakteri ile yazılmalıdır. Metin yazımında 10 punto karakter büyüklüğü kullanılmalıdır. Tüm başlıklar koyu ve 10 punto ile yalnızca Özet, Abstract ve Kaynaklar kısmı 9 punto ile yazılmalı, Çizelge içindeki rakam ve yazılar en fazla 10 punto olmalıdır. Çizelgeler ve diğer metin kısımları 1 aralıkla yazılmalıdır. Makale başlığı, Özet ve Abstract bölümleri normal metin şeklinde, makalenin diğer bölümleri ise 2 sütun şeklinde (Word içinde Biçim menüsünde bulunan sütunlar seçeneği ile) yazılmalıdır. Sütunlar arasındaki açıklık 0.8 cm, metin içinde kullanılan paragraf girintisi 0.5 cm olmalıdır. Şekil ve çizelgeler sütuna sığmadığı takdirde normal metin şeklinde (tek sütun) yazılmalıdır. Sayfalar her dört kenardan 3'er cm boşluk bırakılacak şekilde düzenlenmelidir.
3. Dergiye gönderilecek yazılarda hakem değerlendirilmesi yapıldığı için 1 asıl, 2 kopya olarak verilmeli, kopyalarda yazar isimleri ve adresleri bulunmamalıdır.
4. Hakem görüşleri alınan yazılar yazara iade edilip düzeltmeler istenecek düzeltilmesi yapılan veya gerekli açıklamaları yapılan yazılar hakkında yayın kurulu basılıp basılmama kararı verecektir. Basımına karar verilen yazılar için yazar orijinal metin ile birlikte boş bir diskete yazıyı kopyalayarak belirtilen süre içinde teslim edecektir. Disket üzerine dosya ve yazının hazırlandığı programın adı yazılmalıdır.
5. Yazılar 10 sayfayı geçmemelidir.
6. Araştırma makaleleri aşağıdaki bölümler halinde yazılmalıdır.

Başlık büyük harflerle en çok 100 harften oluşmalıdır.

Yazar/yazarların adları ve bölümler veya kuruluş adları

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi:, En son düzeltmede yazara bildirilecektir.

ÖZET: Başlık 10 punto, metin 9 punto paragraf girintisi olmadan verilecek ve 200 kelimeli geçmeyecektir. Anahtar kelimeler özeti altında ve 6 kelimeli geçmeyecek şekilde verilmelidir.

ABSTRACT: Özet ile aynı özellikte olmalıdır.

1. GİRİŞ, Literatür bildirileri bu kısımda değerlendirilmelidir.

2. MATERYAL VE METOT

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4. KAYNAKLAR

7. Eserde resim, şekil ve grafik şekil adı altında verilmeli ve şekil, resim ve grafikler aydıngere çizilmeli veya orijinal programla çizilerek metin içinde yer almalıdır. Şekil başlıkları şeklin altında ve küçük harfle yazılmalıdır.

8. Çizelge başlıkları, çizelgenin üstünde ve her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır.

9. Metnin içinde kaynak bildirimi "Yazar-Yıl" esasına göre yapılmalı, yazar isimleri küçük harfle verilmeli, birden fazla kaynak noktalı virgülle ayrılmalı, üç veya daha çok yazar isimli bildirimlerde ise" .. ve ark." kısaltması kullanılmalıdır.

10. Kaynak listesi, yazarların soyadına göre alfabetik düzenlenmeli, numara verilmemeli ve koyu yazılmamalıdır. Kaynak bildiriminde sıra,"yazar soyadı, adının baş harfi, eserin yayın tarihi, eserin adı, basımevi ve basıldığı yer" şeklinde olmalıdır. Dergi alıntılarında cilt, parantez içinde sayı, iki noktayı takiben sayfa numaraları verilmelidir. Metnin içinde verilmemiş kaynaklar bu listede gösterilmemelidir. Kaynağın yazarı belli değilse yerine "Anonymous" deyimi yazılmalıdır.

11. Araştırması bir kurumca desteklenmiş eserlerle (Araştırma Fonu dahil), Yüksek Lisans veya Doktora Tezlerinin Türkçe başlığı* ile belirlenerek, ilk sayfada çizgi altında 10 punto ile dipnot yazılmalıdır. (O.M.Ü. Araştırma Fonunca Desteklenmiştir, Yüksek Lisans Tezi vs.). Gerekirse sayfa içi açıklamalarda da aynı yöntem kullanılmalıdır.

12. Derleme ve çeviri yazılara bir sayıda belirli oranları geçmeyecek şekilde yer verilecektir. Çeviri yazıların orijinaleri metinle birlikte verilmelidir.

13. Basımına karar verilen eserde ekleme ya da çıkartma yapılamaz.

14. Yayın süreci tamamlanan eserler geliş tarihi esas alınarak yayınlanır.

15. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla 2 (iki) eseri basılabilir.

16. Birden fazla araştırmacı tarafından hazırlanan eserlerde, eserin yayınlanabilmesi için tüm yazarların izni olmalıdır.

17. Dergi yılda üç sayı olarak yayınlanır.

18. Yayınlanan eserin tüm sorumluluğu yazar/yazarlarına aittir.

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

	Sayfa No (Page)
Bursa'da Ahududu Alanlarında Saptanan Coleoptera Türleri The Species of Coleoptera Occurred in Raspberry Areas in Bursa M. KAYA, B. KOVANCI	1
Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.) Çeşitlerinin Tane Verimi ve Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkiler ve Kalıtım Derecelerinin Belirlenmesi The Determination of Heritabilities and Correlations Between Seed Yield and Some Characters of Chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) Cultivars H. ÖZÇELİK, H. BOZOĞLU	8
Reverse Transkriptaz - Polimeraz Zincir Reaksiyon (RT-PCR) Yöntemi Kullanılarak <i>Hıyar Mozayik Virüsü</i> Enfeksiyonunun Belirlenmesi Determination of <i>Cucumber Mosaic Virus</i> Infection by Using Reverse Transcription – Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) Method M. ARLI SÖKMEN, M.A. ŞEVİK	14
Tarla Kapasitesi ve Devamlı Solma Noktasının Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile İlişkili Pedotransfer Eşitliklerle Belirlenmesi Determination of Field Capacity and Permanent Wilting Point With Pedotransfer Functions Related to Soil Physical and Chemical Properties C. GÜLSER	19
Düzenleyici Uygulamalarının Bazı Toprak Özellikleri ve Mısırdan N Kapsamına Etkileri Effects of Soil Amendment Applications on Some Soil Properties and Nitrogen Content of Corn N. ÖZDEMİR, A. HORUZ, S. ÖZKAPTAN	24
Kaba ve Kesif Yemlerde Kuru Madde, Organik Madde ve Ham Proteinin Rumen Parçalanma Karakteristikleri Arasındaki İlişkiler Relationships Between Rumen Degradation Characteristics of Dry Matter, Organic Matter and Crude Protein in Forages and Concentrates N. OCAK, A. V. GARİPOĞLU, Ü. KILIÇ, B. Z. SARIÇİÇEK	31
Bafra Ovasında Burley Tütünü ile Sebzelerin Girdi Kullanımı ve Kârlılık Yönünden Karşılaştırılması Comparison of Input Use and Profitability of Burley Type Tobacco and Vegetables in Bafra Plain O. KILIÇ, H. A. CİNEMRE, K. KEVSEROĞLU, A. K. AYAN, Ö. ÇALIŞKAN	36
Börülce (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.)'de Bitki Sıklığı ve Azotlu Gübrelemenin Verim ve Verim Ögelerine Etkisi The Effects of Row Spacing and Nitrogen Fertilization on Yield and Yield Components of Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) Y. ÖZTURAN, A. GÜLÜMSER	41
Sera Şartlarında Harç Ortamında Yetiştirilen Marul Çeşitlerinin Ürün Miktarları, NO_3^- , NO_2^- ve Mineral Madde Kapsamları Yield, NO_3^- , NO_2^- and Mineral Matter Contents of Different Lettuce Genotypes Growing in The Mixture Medium Under the Greenhouse Conditions A. KORKMAZ, A. HORUZ, B. ÇOLAK	50
Bitki Paraziti Nematodların Biyolojik Mücadelesinde Funguslar Fungi as a Biological Control Agents in Plant Parasitic Nematodes S. MENNAN	57

Azot Fikse Eden Bazı Mikroorganizmaların Sürdürülebilir Tarımdaki Yeri ve Baklagil Olmayan
Bitkilerde Kullanımı
The Importance of Some N-Fixing Microorganisms in Sustainable Agriculture and Using on
Non-Legumes
Y. ŞAVŞATLI, A. GÜLÜMSER

70

Su Ürünlerinde *Listeria monocytogenes*
Listeria monocytogenes in Aquatic Products
M. YILMAZ, E. M. KOCAMAN, M. ATAMANALP

78

Zararlılarla Mücadelede Entomopatojenik Nematod, *Steinernema* ve *Heterorhabditis*
(Nematoda:Rhabditoidae) Türlerinin Kullanımı
The Use of Entomopathogenic Nematode Species *Steinernema* and *Heterorhabditis* in Insect Control
F. AKYAZI, A. GÖKÇE, O. ECEVİT, K. KARA

84

BURSA'DA AHUDUDU ALANLARINDA SAPTANAN COLEOPTERA TÜRLERİ*

Mehmet KAYA

Bayer Türk Kimya Sanayi Ltd. Şti. 858 Sokak, No:5/1, 35250, Konak, İZMİR

Bahattin KOVANCI

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Görükle Kampüsü, 16384 BURSA

Geliş Tarihi: 01. 04. 2004

ÖZET: Bu çalışma 1995-2000 yıllarında Bursa'da yapılmıştır. Çalışmada gözle kontrol, atrap ve görsel tuzak yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmalar Mart-Eylül aylarında 15 günde 1-2 kez yapılan gözlemlerle gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonunda Coleoptera takımı Scarabaeidae familyasından *Cetonia aurata* (L.), *Potosia cuprea* F., *Netocia hungarica* Hbst., *Tropinota hirta* (Poda), *Oxythyrea funesta* (Poda), *Oxythyrea cinctella* (Schaum.), *Melolontha albida* Friv., *Polyphylla fullo* (L.), *Homalopia labrata* Burm.; Buprestidae familyasından *Coroebus rubi* (L.), *Coroebus elatus* (F.), *Agrilus aurichalceus* Redt., *Capnodis tenebrionis* (L.), *Capnodis tenebricosa* Ol., *Capnodis carbonaria* (Klug), *Chalcophora mariana* (L.), *Anthaxia muliebris* Oben., *Anthaxia bicolor* Fald., *Anthaxia nitidula* (L.), *Anthaxia millefolii* (Fabricius), *Anthaxia cichorii* Olivier; Elateridae familyasından *Agrypnus murinus* (L.), *Hemicrepidius hirtus* (Herbst), *Melanotus fusciceps* (Gyllenhal), *Melanotus crassicornis* Erichson; Curculionidae familyasından *Anthonomus rubi* Herbst, *Anthonomus brunnipennis* Curtis, *Polydrusus astutus* Gyllenhal, *Polydrusus ponticus* Faust., *Phyllobius canus* Gyllenhal; Attelabidae familyasından *Rhynchites hungaricus* (Herbst); Chrysomelidae familyasından *Clytra novempunctata* Ol., *Chrysochus* sp.; Cantharidae familyasından *Cantharis obscura* L., *Cantharis rustica* Fall.; Mordellidae familyasından *Mordellistena* sp. olmak üzere 8 familyadan toplam 36 tür saptanmıştır. Ayrıca bu türlerin ahudududa zararlı olup olmadıkları ve yayılış alanları üzerinde de gözlemler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ahududu, Coleoptera, Bursa, Türkiye

THE SPECIES OF COLEOPTERA OCCURRED IN RASPBERRY AREAS IN BURSA

ABSTRACT : This study was carried out in Bursa between 1995 and 2000. The Coleoptera species were collected by using visual inspection, sweep net and visual trap. The raspberry fields were monitored once or twice in 15 days from early March to late September. As a results of the study, a total of 36 species belong to 8 families of Coleoptera order was determined. These species were *Cetonia aurata* (L.), *Potosia cuprea* F., *Netocia hungarica* Hbst., *Tropinota hirta* (Poda), *Oxythyrea funesta* (Poda), *Oxythyrea cinctella* (Schaum.), *Melolontha albida* Friv., *Polyphylla fullo* (L.), *Homalopia labrata* Burm. of the family Scarabaeidae; *Coroebus rubi* (L.), *Coroebus elatus* (F.), *Agrilus aurichalceus* Redt., *Capnodis tenebrionis* (L.), *Capnodis tenebricosa* Ol., *Capnodis carbonaria* (Klug), *Chalcophora mariana* (L.), *Anthaxia muliebris* Oben., *Anthaxia bicolor* Fald., *Anthaxia nitidula* (L.), *Anthaxia millefolii* (Fabricius), *Anthaxia cichorii* Olivier of the family Buprestidae; *Agrypnus murinus* (L.), *Hemicrepidius hirtus* (Herbst), *Melanotus fusciceps* (Gyllenhal), *Melanotus crassicornis* Erichson of the family Elateridae; *Anthonomus rubi* Herbst, *Anthonomus brunnipennis* Curtis, *Polydrusus astutus* Gyllenhal, *Polydrusus ponticus* Faust., *Phyllobius canus* Gyllenhal of the family Curculionidae; *Rhynchites hungaricus* (Herbst) of the family Attelabidae; *Clytra novempunctata* Ol., *Chrysochus* sp. of the family Chrysomelidae; *Cantharis obscura* L. *Cantharis rustica* Fall. of the family Cantharidae; *Mordellistena* sp. of the family Mordellidae. The distribution and pest status of the species were also studied.

Key words: Raspberry, Coleoptera, Bursa, Turkey

1. GİRİŞ

Ahududu, Türkiye için yeni bir bitkidir. İlk olarak 1967 yılında Yalova ve daha sonra 1974 yılında Ankara'da adaptasyon çalışmaları yapılmıştır (Ağaoğlu, 1986). Ekonomik anlamda ilk ahududu bahçeleri 1986 yılından itibaren Uludağ (Bursa)'ın kuzey eteklerindeki köylerde tesis edilmiştir. Ahududu, özellikle 1990'lı yıllarda iyi gelir getirmesi, yetiştiriciliğinin kolay olması gibi nedenlerden dolayı önem kazanmıştır. Türkiye üretiminin büyük bir bölümü Uludağ'ın

kuzey eteklerindeki alanlardan sağlanmakta olup, üretim miktarının 3000-5000 ton/yıl arasında değiştiği kaydedilmektedir (Anonymous, 2000).

Ahududu bahçeleri, yukarıda da belirtildiği gibi Uludağ'ın kuzey eteklerindeki köylerde orman sınırında ya da orman içinde tesis edilmiştir. Bu durum zararlı bulaşmalarını oldukça kolaylaştırmıştır. Ahududu bahçelerinin tesis edilmesiyle böcekler için yeni yaşama alanları oluşmuş ve dolayısıyla ahududu, farklı böcek gruplarının saldırısına maruz kalmıştır. Bu

* Bu çalışma Mehmet KAYA tarafından hazırlanan ve 23.9.1999 tarihinde U. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen doktora tezinin bir bölümüdür

böcek gruplarından birisi de Coleoptera takımına ait türlerdir. Zira dünyada ahududunun en önemli zararlıları arasında bulunan *Coroebus rubi* (L.), *Agrilus aurichalceus* Redt. ve *Anthonomus rubi* Herbst bu grup içinde yer almaktadır. Nitekim Molinas (1922) ve Genieys (1927), *C. rubi*'nin Güney Fransa'da güllerin en ciddi zararlısı olduğunu ve zararlı nedeniyle gül bahçelerinin söküldüğü kaydetmektedir. Diğer yandan Vazyulya (1983) ve Batasheva (1984; 1988), *A. rubi*'nin Rusya'da, Yatsenko ve Gadzalo (1988), Ukrayna'da, Stäubli ve Höhn (1989), İsviçre'de ahududunun en önemli zararlılarından birisi olduğunu bildirmektedir.

Bursa'da yapılan bu çalışma ile ahududu alanlarında bulunan Coleoptera türleri ve bu türlerin yayılış alanlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu böceklerin ahududu bahçelerinde zararlılık durumları üzerinde de gözlemler yapılması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 1995-2000 yıllarında Bursa'da ahududu yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı 15 köyde yapılmıştır. Seçilen köylerin rakımı 30-1000 m, ahududu bahçelerinin büyüklüğü ise 0.5-5 da arasında değişmektedir.

Her köyde 3-5 adet bahçe seçilmiş ve 15 günde 1-2 kez gidilerek ahudududa bulunan Coleoptera takımı türleri ve yayılış alanları tespit edilmiş, zararlılık durumları üzerinde gözlemler yapılmıştır.

Coleoptera türlerinin tespit edilmesinde ve yayılış alanlarının belirlenmesinde gözle kontrol, atrap ve tuzak yöntemleri kullanılmıştır. Gözle kontrol yönteminde her bahçede en az 100 adet, 1 ve 2 yıllık ahududu sürgünlerinin tüm aksamı incelenmiştir. Atrap yönteminde her bahçede toplam 100 atrap sallanmıştır. Tuzak yöntemi ise buprestid'ler için kullanılmış ve dekara 3 adet tuzak asılmıştır (Höhn 1991, a ; b). Bunun için beyaz plastikten yapılmış, iki çapraz dikdörtgenden oluşan 15 x 20 cm boyutlarında "Rebell ®" tipi beyaz, yapışkan, görsel tuzaklar İsviçre (Swiss Federal Research Station for Fruit Growing, Viticulture and Horticulture, CH-8820 Wädenswil, Switzerland)'den satın alınmıştır. Yakalanan coleopter larva ve erginleri için laboratuvarında beslenme denemeleri yapılmış ve beslenme durumları izlenmiştir. Etiketlenen böcekler tür teşhişleri için konu uzmanı taksonomistlere gönderilmiştir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Ahududu alanlarında saptanan Coleoptera takımına ait türler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Coleoptera takımının 8 familyasına ait toplam 36 türün ahududu alanlarında bulundukları tespit edilmiştir. Bu türlerden *Cetonia aurata* (L.), *Potosia cuprea* F., *Netocia hungarica* Hbst., *Tropinota hirta* (Poda), *Oxytyrea funesta* (Poda), *O. cinctella* (Schaum.), *Melolontha albida* Friv., *Polyphylla fullo* (L.), *Homalopta labrata* Burm., *Coroebus rubi* (L.), *C. elatus* (F.), *Agrilus aurichalceus* Redt., *Anthonomus rubi* Herbst, *A. brunipennis* Curtis, *Polydrusus astutus* Gellenhal, *P. ponticus* Faust., *Phyllobius canus* Gyllenhal, *Rhynchites hungaricus* (Herbst) ve *Cantharis obscura* L. olmak üzere toplam 19 tür ahududu ile beslenmektedir. Diğer türler ise ahududu ile beslenmeyen önemsiz türlerdir (Çizelge 1).

Bursa ili ahududu alanlarında Coleoptera takımı içinde en çok zararlı türlerin saptandığı familya Scarabaeidae'dir. Bu familyaya ait tüm türler ahududu ile beslenmektedir (Çizelge 1). Bu türlerden *C. aurata*, *P. cuprea*, *N. hungarica*, *T. hirta*, *O. funesta*, *O. cinctella*'nın ahududunun çiçeklerinde beslendikleri saptanmıştır. Özellikle *O. cinctella* başta olmak üzere *O. funesta* ve *T. hirta*'nın çiçeklenme zamanında bazı bahçelerde yüksek popülasyonları tespit edilmiştir. Ancak ekonomik düzeyde bir zarar oluşturdıkları gözlenmemiştir. Lodos ve ark. (1978), *C. aurata*, *P. cuprea*, *N. hungarica*, *T. hirta*, *O. funesta* ve *O. cinctella*'ya birçok bitkinin çiçeklerinde rastlanıldığını, Erden (1988) ile Lodos (1989), *T. hirta*'nın polifag olduğunu, Kişmir (1992), ise kanolaya zarar verdiğini kaydetmektedir. Diğer yandan Lodos (1989), *C. aurata*, *P. cuprea*, *N. hungarica*, *T. hirta*, *O. funesta*, *O. cinctella*'ya Türkiye'nin her yerinde rastlanıldığını, Erol ve Karagöz (1996), *O. cinctella*'nın yoncada zararlı olduğunu, Lodos ve ark. (1999), *O. cinctella*'nın *Rubus* sp., *P. cuprea*'nın *Rosa* sp., *T. hirta*'nın *Rosa* ve *Rubus* sp. üzerinden toplandığını, Ulusoy ve ark. (1999), *C. aurata*, *P. cuprea*, *T. hirta*'nın Pozantı ve Ulukışla'da kirazda zararlı olduğunu bildirmektedir. Bursa ili ahududu alanlarında saptanan diğer Scarabaeidae familyası türleri olan *M. albida*, *P. fullo* ve *H. labrata*'nın ahududunun yapraklarında beslendikleri belirlenmiştir. Genel olarak üç türün de popülasyon düzeyleri düşük olmasına karşın nadiren de olsa *H. labrata*'ya bazı bahçelerde 3-5 ergin/bitki olarak rastlanılmıştır. Diğer yandan *H. labrata*'nın ahududu ile en iyi beslenen scarabaeid türü olduğu gözlenmiştir. Çok kısa bir zamanda ahududu yaprağının orta damarı dışındaki tüm kısmını tükettiği saptanmıştır. Türkmenoğlu (1967), *P. fullo*'nun polifag olduğunu, Tokmakoglu (1974), şeker pancarında beslendiğini, Lodos ve ark. (1978), yabanciotlar

Çizelge 1. Ahududu Alanlarında Tespit Edilen Coleoptera Takımına Ait Türler

Familyası	Tür adı	Beslenme durumu
Scarabaeidae	<i>Cetonia aurata</i> (L.)**	+
	<i>Potosia cuprea</i> F.**	+
	<i>Netocia hungarica</i> Hbst.**	+
	<i>Tropinota hirta</i> (Poda)**	+
	<i>Oxythyrea funesta</i> (Poda)**	+
	<i>Oxythyrea cinctella</i> (Schaum.)**	+
	<i>Melolontha albida</i> Friv.**	+
	<i>Polyphylla fullo</i> (L.)**	+
	<i>Homaloptia labrata</i> Burm.**	++
Buprestidae	<i>Coroebus rubi</i> (L.)	+++
	<i>Coroebus elatus</i> (F.)**	++
	<i>Agrilus aurichalceus</i> Redt.	+++
	<i>Capnodis tenebrionis</i> (L.)	-
	<i>Capnodis tenebricosa</i> Ol.	-
	<i>Capnodis carbonaria</i> (Klug)	-
	<i>Chalcophora mariana</i> (L.)	-
	<i>Anthaxia muliebris</i> Oben.	-
	<i>Anthaxia bicolor</i> Fald.	-
	<i>Anthaxia nitidula</i> (L.)	-
	<i>Anthaxia millefolii</i> (Fabricius)	-
	<i>Anthaxia cichorii</i> Olivier	-
Elateridae	<i>Agrypnus murinus</i> (L.)	-
	<i>Hemicrepidius hirtus</i> (Herbst)***	-
	<i>Melanotus fusciceps</i> (Gyllenhal)	-
	<i>Melanotus crassicornis</i> (Erichson)	-
Curculionidae	<i>Anthonomus rubi</i> Herbst**	+++
	<i>Anthonomus brunnipennis</i> Curtis**	+++
	<i>Polydrusus astutus</i> Gyllenhal**	+
	<i>Polydrusus ponticus</i> Faust.**	+
	<i>Phyllobius canus</i> Gyllenhal**	+
Attelabidae	<i>Rhynchites hungaricus</i> (Herbst)**	+
Chrysomelidae	<i>Clytra novempunctata</i> Ol.	-
	<i>Chrysochus</i> sp.	-
Cantharidae	<i>Cantharis obscura</i> L.**	+
	<i>Cantharis rustica</i> Fall.	-
Mordellidae	<i>Mordellistena</i> sp	-

* - beslenmiyor + nadiren besleniyor, ++ besleniyor, +++ iyi besleniyor

** İncelenen literatüre göre ahududu için Türkiye’de ilk kayıttır.

*** İncelenen literatüre göre Türkiye’de ilk kayıttır.

üzerinden toplandığını belirtmektedir. Lodos (1989), *M. albida* ve *P. fullo*’nun polifag olduğunu, Yıldırım ve Özbek (1992), *P. fullo*’nun Oltu ve Iğdır’daki şekerpancarı alanlarında bulunduğunu, Lodos ve ark. (1999), *M. albida*’nın *Rosa* sp.’den toplandığını, Ulusoy ve ark. (1999), *M. albida* ve *P. fullo*’nun Pozanti ve Ulukışla’da kirazda zararlı olduğunu kaydetmektedir.

Bursa ili ahududu alanlarında Coleoptera takımı içinde en çok türün saptandığı familya 12 tür ile Buprestidae’dir. Ancak, *C. rubi*, *C. elatus* ve *A. aurichalceus* olmak üzere sadece 3 tür ahudududa zarar yapmaktadır. Diğer türler ahudududa zararlı değildir (Çizelge 1). Bu türlerden *C. rubi* ahududunun en önemli zararlısı

olup hem ergini ve hem de larvası zararlıdır. Erginler ahududu yapraklarıyla beslenmekte, larvalar ise ahududu sürgünlerinde galeri açmaktadır. Ergin zararı ancak çok yüksek popülasyonlarda önemli olabilir. Ahududuya esas zararı veren ise larvadır. *C. rubi* larvası sürgünün ksilem dokusunda aşağıdan yukarıya doğru ve sürgün boyuna paralel galeri açmaktadır. Zarar gören sürgünlerin tomurcukları geç patlamakta ya da hiç patlamamaktadır. Bu bitkiler yeniden kök sürgünü vermektedir. Larva saldırısına uğrayan bitkiler zayıf ve verimsiz olmakta ya da kuvvetli rüzgarda kırılmaktadır. Ayrıca larvanın varlığından ve salgıladığı toksik maddelerden dolayı sürgünde şişkinlik oluşmakta ve böylece

de sürgünün iletim demetleri bozulmaktadır. Literatürde *C. rubi* erginlerinin konukçu bitkilerin yaprakları ile beslendiği, larvaların bitki özünde galeriler açtığı ve zarar şeklinin yukarıdaki gibi olduğu bildirilmektedir (Molinas, 1922; Genieys, 1927; Tillyard, 1927; Northcroft, 1928; Balachowsky ve Mesnil, 1936; Della Beffa, 1961; Steiner, 1962; Balachowsky, 1963; Lodos ve Tezcan, 1995). Molinas (1922) ve Genieys (1927), *C. rubi*'nin Güney Fransa'da güllerde, Tillyard (1927), ABD'de böğürtlen, Northcroft (1928), Yeni Zelanda'da ahududu ve böğürtlen, Paoli (1928), İtalya'da böğürtlen, Tillyard (1930), Yeni Zelanda'da böğürtlen, Thery (1942) Fransa'da böğürtlen ve gül, Coutin (1994), yine Fransa'da ahududunun en önemli zararlısı olduğunu bildirmektedir. Ahudududa zararlı olan ikinci buprestid türü *A. aurichalceus*'dur. Bu türün zarar şekli *C. rubi*'ye benzemekte ancak, *C. rubi*'den farkı, larvanın galeriyi kabuğun hemen altında ve floem dokusunda aşağıdan yukarıya doğru spiral şeklinde açmasıdır. Galerideki spiraller larva gelişimine bağlı olarak yukarıya doğru çıkıldıkça azalmaktadır. Ayrıca bu tür morfolojik olarak daha küçük olduğundan açtığı galeri de daha dardır. Literatürde *A. aurichalceus* erginlerinin ahududu ve diğer *Rubus* türlerinin yaprakları ile beslendiği, larvaların sürgünlerde yukarıya doğru spiral galeri açtığı ve sürgünde larvanın varlığından dolayı şişkinlik (gal benzeri) meydana geldiği bildirilmektedir (Balachowsky ve Mesnil, 1936; Nikolova 1972; Brussino ve Scaramozzino, 1983; Coutin 1994; Lodos ve Tezcan, 1995; Özbek ve ark., 1996). Diğer yandan Brussino ve Scaramozzino (1983), Turin (İtalya) yakınlarındaki San Mauro'da zararlı nedeniyle ahudududa büyük kayıpların meydana geldiğini ve sürgünlerin rüzgar nedeniyle kırıldığını bildirmektedir. Lodos ve Tezcan (1995), *A. aurichalceus*'un paleartik bölgede yaygın olduğunu, Türkiye'de *Rubus* cinsine bağlı bitkilerin, yabani ve kültür güllerinin bulunduğu her yerde bulunduğunu, esas konukçusunun ahududu ve böğürtlen, ikinci derece konukçusunun ise gül türleri olduğunu kaydetmektedir. Ahududuya zarar veren üçüncü buprestid türü ise *C. elatus*'dur. Bu türün zararı *C. rubi* ve *A. aurichalceus* göre daha az ve önemsizdir. *C. elatus*'un popülasyon düzeyi de oldukça düşüktür. Lodos ve Tezcan (1995), bu türün esas olarak çilekte zararlı olduğunu belirtmektedir. Bursa ili ahududu bahçelerinde tespit edilen *Capnodis tenebrionis* (L.), *C. tenebricosa* Ol., *C. carbonaria* (Klug.), *Chalcophora mariana* (L.), *Anthaxia muliebris* Oben., *A. bicolor* Fald., *A. nitidula* (L.), *A. millefolii* (Fabricius) ve *A. cichorii* (Olivier)

ahudududa zararlı değildir. Bu türler muhtemelen bahçelerin içinde ve yakınında bulunan meyve ve orman ağaçlarında beslenmektedir. Yapılan çalışmalarda bu türlerden sadece *A. nitidula*'nın yüksek popülasyonlar oluşturduğu ve diğer türlerin popülasyon düzeylerinin ise düşük olduğu saptanmıştır. Nizamlioglu (1957), *C. carbonaria*'nın antepfistiği ve kayısıda, Ulay ve Tezcan (1998), *Anthaxia* spp.'nin sert çekirdekli meyveler ile çeşitli süs ve orman ağaçlarında, Ulusoy ve ark. (1999), *C. tenebrionis* ve *C. carbonaria*'nın Pozantı ve Ulukışla'da kirazda zararlı olduğunu kaydetmektedir. Lodos ve Tezcan (1995), Türkiye'de *Capnodis* spp. içinde en çok *C. tenebrionis*'in bulunduğunu, başlıca konukçusunun Rosaceae familyasına bağlı sert çekirdekli meyve ağaçları olduğunu, *C. carbonaria*'nın ülkemizde geniş bir alana yayıldığını, badem, kayısı, şeftali, zerdali, erik, kiraz ve vişnenin başlıca konukçuları olduğunu, *C. tenebricosa*'nın polifag olduğunu, Türkiye'de geniş bir alana yayılmasına karşın Batı Anadolu Bölgesi'nde daha çok rastlandığını, *Anthaxia* türlerinin çiçekleri sevdiğini ve sıkça ziyaret ettiğini, *A. nitidula*'nın Türkiye'de en yaygın *Anthaxia* türü olduğunu bildirmektedir.

Elateridae familyası türlerinin ahududu üzerinde herhangi bir zararı gözlenmemiştir (Çizelge 1). Elaterid türlerinin Bursa ilinde incelenen sadece 3 bahçede bulundukları ve popülasyonlarının çok düşük olduğu belirlenmiştir. Bu türlerin bulundukları bahçeler otlu, ormana yakın ve diğer meyve ağaçlarıyla karışık olan bahçelerdir. Bu durum elaterid türlerinin konukçularının farklı olduğunu düşündürmüştür. Lodos (1999), *Agrypnus murinus* (L.)'un Türkiye'de geniş bir alanda bulunduğunu, Bonnemaison'a (1962) atfen çeşitli sebze, orman ve süs ağaçlarında beslendiğini, *Melanotus fusciceps* (Gyllenhal) ve *M. crassicolis* (Erichson)'ın ülkemizde ve Paleartik bölgede yaygın olduğunu ve *Melanotus* türlerinin birçok kültür bitkisinde zarar yaptığını bildirmektedir.

Curculionidae familyası türlerinin hepsi ahudududa zararlıdır (Çizelge 1). Bursa'da incelenen bahçelerde *A. rubi* ve *A. brunnipennis*'in hem ergin ve hemde larvalarının ahududunun çiçek tomurcuğu ve çiçeklerinde zararlı olduğu belirlenmiştir. Bu iki hortumluböcek türünün ilkbaharda (nisan ayı sonu ve mayıs ayı) çiçek tomurcukları açılmadan veya açılmak üzere iken beslenmek ve yumurta bırakmak için çiçek tomurcuklarını tomurcuk sapından keserek bir çok bahçede zararlı oldukları saptanmıştır. *A. rubi* ve *A. brunnipennis* ahududu için önemli zararlılardır. Bazı bahçelerde %50'ye

varan oranlarda zararlı oldukları tespit edilmiştir. *Anthonomus* türlerinin *Rubus*, *Rosa* ve *Fragaria* spp. üzerinde zararlı oldukları kaydedilmektedir (Balachowsky ve Mesnil, 1936; Lodos ve ark., 1978). Vazyulya (1983) ve Batasheva (1984; 1988), *A. rubi*'nin Rusya'da, Yatsenko ve Gadzalo (1988), Ukrayna'da, Stäubli ve Höhn (1989), İsviçre'de ahududunun, Höhn (1991 b), İsviçre'de çileğin, Paternotte (1997), Belçika'da ahududu ve beктаşi üzümünün önemli zararlılarından birisi olduğunu bildirmektedir. Ahudududa beslendikleri saptanan *P. astutus*, *P. ponticus* ve *P. canus* ise diğer curculionid türleridir. Bu üç türün sadece erginlerinin ahududu yaprakları ile beslendikleri saptanmıştır. Larvalarının nerede beslendiği tespit edilememiştir. *P. astutus*, *P. ponticus* ve *P. canus*'un popülasyon düzeyleri düşüktür. Balachowsky ve Mesnil (1936), *Polydrusus* ve *Phyllobius* türlerinin *Rubus*, *Rosa* ve *Fragaria* türlerinde zararlı olduklarını kaydetmektedir. Lodos ve ark. (1978), *P. astutus* ve *P. canus*'un konukçuları arasında *Rosa* ve *Rubus* spp.'ninde bulunduğunu bildirmektedir. Güçlü ve ark. (1995), *P. canus*'un Üzümlü'de ceviz ağaçlarından toplanan fitofag böcekler arasında bulunduğunu, Erkiliç ve ark. (1996), *P. ponticus*'un İçel'de çilek alanlarından, Varlı (1998) ise *P. astutus* ve *P. ponticus*'un *Rosa* türlerinden toplandığını kaydetmektedir.

Ahududu alanlarında Attelabidae familyasından tespit edilen tek tür *R. hungaricus*'dur. Bu tür ahududunun çiçek ve yaprakları ile beslenmektedir. İncelenen ahududu bahçelerinde ender olarak bulunmuştur. *R. hungaricus* ekonomik bir zararlı olmayıp, yoğunluğu oldukça düşüktür. *R. hungaricus*'un çeşitli bitkilerin çiçeklerinde ve özellikle de güller üzerinde bulunduğu belirtilmektedir (Acatay, 1948; Popov, 1962; Dirimanov ve Naçev, 1974).

Clytra novempunctata Ol. ve *Chrysochus* sp., ahududu alanlarında tespit edilen Chrysomelidae familyası türleridir. *C. novempunctata*'ya özellikle sert çekitdekli meyve ağaçlarıyla içiçe bulunan ahududu bahçelerinde, *Chrysochus* sp.'ye ise daha çok ahududu bahçelerindeki yabancıotlar üzerinde rastlanılmıştır. Yapılan gözlemlerde her iki türün de ahududu ile beslenmediği saptanmıştır. Anonymous (2004), *C. novempunctata*'nın Bulgaristan, Yunanistan ve Türkiye'de bulunduğunu bildirmektedir.

C. obscura ve *C. rustica* Fall. Bursa ili ahududu alanlarında saptanan Cantharidae familyası türleridir. Birinci türe daha çok rastlanılmıştır. *C. obscura* özellikle meyvelerde beslenmektedir. *C. rustica*'nın ise tüm alanlarda yaygın olmasına karşın ahududu ile beslenmediği

tespit edilmiştir. Gordon ve Woodford (1994) ile Gordon ve ark. (1997), *C. obscura*'nın Güney İskoçya'da ahudududa zararlı olduğunu kaydetmektedir. Lodos (1999), Cantharidae türlerinin beslenme rejiminin farklılık gösterdiğini, *C. obscura* ve *C. rustica*'nın fitofag olduğunu, Türkiye'de bulunduğunu ve Aguilar (1962) ile Mühlmann (1954)'e atfen bu türlerin Avrupa ülkelerinde çeşitli meyve ağaçlarının çiçek ve meyvelerinde önemli zararlara neden olduklarını bildirmektedir.

Ahududu alanlarında Mordellidae familyasından sadece *Mordellistena* sp. tespit edilmiştir. Bu türün ahududu alanlarında çok yoğun olarak bulunduğu ancak beslenmediği saptanmıştır. Lodos (1999), Türkiye'de Mordellidae familyasına bağlı 45 türün bulunduğunu, *Mordellistena* türlerinin fitofag olduğunu, özellikle Umbelliferae ve Compositae türlerinin çiçeklerinde sıkça rastlanıldığını kaydedilmektedir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile ahududu alanlarında Coleoptera takımına ait toplam 36 tür tespit edilmiştir. Bu türler az ya da çok, tüm ahududu alanlarında bulunmaktadır. Saptanan türlerin 19'u ahududu ile beslenmektedir. Saptanan türlerin bazılarının ülkemizde *Rubus* türleri üzerinde beslendiği kayıtlı ise de konukçu bitki tür düzeyinde belli değildir. Bu nedenle beslendikleri tespit edilen böcek türlerinden *C. rubi* ve *A. aurichalceus* hariç diğer türler incelenen literatüre göre ahududu için Türkiye'de ilk kayıt niteliğindedir. Diğer yandan *H. hirtus* Lodos (1999) tarafından cins düzeyinde kayıtlıdır. Bu nedenle *H. hirtus*, tür düzeyinde Türkiye için ilk kayıttır. Ahudududa zararlı Coleoptera takımı türleri içinde en önemlileri başta *C. rubi* olmak üzere *A. aurichalceus* ve *Anthonomus* spp.'dir. Bu türler ahududu alanlarının hepsinde bulunmakta ve önlem alınmayan bahçelere ciddi oranlarda zarar vermektedir. Ahudududa beslenen diğer türler ise ahududu alanlarında arizi olarak zararlı olmaktadır.

TEŞEKKÜR

Coleoptera türlerinin teşhisini yapan Prof. Dr. Esat PEHLİVAN, Prof. Dr. Serdar TEZCAN (Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İZMİR), Yrd. Doç Dr. Sakin Vural VARLI (Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, BALIKESİR) ve Dr. Giuseppe PLATIA (Via Molino Vecchio, 21 47030 Gatteo (Forlì) ITALIA)'ya teşekkür ederiz

4.KAYNAKLAR

- Acatay, A., 1948. Zararlı Orman Böcekleri. T. C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Özel Sayı:76, Ocak Matbaası, İstanbul, 114 s.
- Ağaoğlu, Y. S., 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara Üniv. Ziraat Fak., Yayın No: 220, Ankara, 377 s.
- Anonymous, 2000. Bursa Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymous, 2004. <http://www.biol.lu.se/systzool>
- Balachowsky, A. S. and L. Mesnil, 1936. Les Insectes Nuisibles Aux Plantes Cultivées. Leurs Moeurs, Paris, p. 1468-1472.
- Balachowsky, A. S., 1963. Entomologie Appliquée à L'Agriculture, Tome I, Coleoptères, Second Volume, Masson etc Editeurs, Paris, France, 1391 p.
- Batasheva, Z. N., 1984. The Polyphagous Noctuid on Raspberry. Zashchita Rastenii, 12: 44.
- Batasheva, Z. N., 1988. Weevils as Pests of Raspberry. Zashchita Rastenii, 16: 53.
- Brussino, G. ve PL. Scaramozzino, 1983. The Presenza in Piemonte di Agrilus aurichalceus Redt. (Coleoptera:Buprestidae) on Raspberry in Piedmont. Informatore Fitopatologico 32 (9-10): 55-58
- Coutin, R., 1994. La Faune Entomologique Du Framboisier Et Des Ronces. Insects, Guyancourt Cedex, France, p.,13-18.
- Della Beffa, G., 1961. Gli Insetti Dannosi All' Agricoltura Ed I Moderni Metodi E Mezzi Di Cotta. Milano, p. 635-636.
- Dirimanov, M. and P. Naçev, 1974. Entomologiya Izdatelstvo. Hristog Danov, Plovdiv, 475 p.
- Erden, F., 1988. Erzincan Bölgesi Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarının Böcek Kökenli Zararlıları, Tanınmaları ve Önemlilerinin Zararlılık Durumları Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tarım-Orman ve Köyişleri Bak. Kor. ve Kont. Gen. Müd. Mesleki Yayınlar No:4, Ankara, 96 s.
- Erkılıç, L., R. Yumruktepe ve C. Mart., 1996. İçel İli Çilek Alanlarında Bulunan Arthropoda Türleri. Türkiye 3.Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 440-447.
- Erol, T. ve M. Karagöz, 1996. Aydın İli Yonca Ekiliş Alanlarında Görülen Zararlı ve Yararlı Türler ile Önemlilerinin Popülasyon Değişimi Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 3.Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 29-37.
- Genieys, P., 1927. Un Ennemi des Rosiers. The Review of Applied Entomology, Series A: Agricultural, 16(10): 534-535.
- Gordon, S. C. ve J. A. T. Woodford, 1994. Cantharid Beetle Feeding Damage to Rubus Plants in Eastern Scotland. Journal of Horticultural Science, 69 (4): 727-730.
- Gordon, S. C., J. A. T. Woodford ve A. N. E. Birch, 1997. Arthropod Pests of Rubus in Europe: Pest Status, Current and Future Control Strategies. Journal of Horticultural Science, 72 (6): 831-862.
- Güçlü, Ş., R. Hayat ve H. Özbek, 1995. Erzurum ve Çevre İllerinde Ceviz (Juglans regia Linnaeus)'de Bulunan Fitofag Böcek Türlerinin Tespiti Üzerinde Araştırmalar. Türk. Entomol. Derg., 19 (2):137-145.
- Höhn, H., 1991 a. Coloured Traps for Monitoring Pests in Berry Crops. Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau, 127(9):249-252.
- Höhn, H., 1991b. Farbtafeln zur Schädlingsüberwachung im Beerenanbau. Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau, 127(9): 252-259.
- Kişmir, A., 1992. Akdeniz Bölgesi Kanola (Brassica napus var. oleifera D.G.) Alanlarında Zararlı ve Faydalı Fauna Üzerinde Çalışmalar. Türkiye II. Entomoloji Kongresi, 28-31 Ocak 1992, Adana, 693-704.
- Lodos, N., 1989. Türkiye Entomolojisi (Genel, Uygulamalı, ve Faunistik, Kısım II). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:493, Ege Üniv. Ziraat Fak. Ofset Basımevi, Bornova, İzmir, 250 s.
- Lodos, N., 1999. Türkiye Entomolojisi VI (Genel Uygulamalı ve Faunistik) I. Basım. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:529. Ege Üniv. Ziraat Fak. Ofset Atelyesi, Bornova, İzmir, 300 s.
- Lodos, N., F. Önder, E. Pehlivan ve R. Atalay, 1978. Ege ve Marmara Bölgesinin Zararlı Böcek Faunasının Tespiti Üzerinde Çalışmalar. T.C. Gıda - Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gen. Müd., Ankara, 301 s.
- Lodos, N., F. Önder, E. Pehlivan, R. Atalay, E. Erkin, Y. Karsavuran, S. Tezcan ve S. Aksoy, 1999. Faunistic Studies On Scarabaeoidea (Aphodiidae, Cetoniidae, Dynastidae, Geotrupidae, Glaphyridae, Hybosoridae, Melolonthidae, Ochodaeidae, Rutelidae, Scarabaeidae) (Coleoptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey. Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İzmir, 64 s.
- Lodos, N. ve S. Tezcan, 1995. Türkiye Entomolojisi V. Buprestidae (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Entomol. Derneği Yayınları No:8, Ege Ün. Basımevi, Bornova, İzmir, 138 s.
- Molinas, E., 1922. Les Parasites du Rosier, le Ver du Rosier. The Review of Applied Entomology, Series A : Agricultural, 10(10) : 490-492.
- Nikolova, V., 1972, Agrilus spp. as Pests of the Oil-Bearing Rosa. Rastitelna-Zashchita 20 (5): 20-23.
- Nizamlioğlu, K., 1957. Türkiye Meyve Ağacı Zararlıları ve Mücadelesi. Koruma Tarım İlaçları Yayını, 208 s.
- Northcroft, E. F., 1928. The Blackberry Pest. The Review of Applied Entomology, Series A: Agricultural, 16 (10) : 534-535.
- Özbek, H., Ş. Güçlü, ve G. Tozlu, 1996. Erzurum, Erzincan, Bayburt ve Artvin İllerinde Kuşburnu Bitkisinde Zararlı Olan Arthropoda Türleri. Kuşburnu Sempozyumu, 5-6 Eylül 1996, Gümüşhane, 219-230.
- Paoli, G., 1928. Casi Fitopatologici Osservati in Liguria Nella Primavera Estate. The Review of Applied Entomology, Series A : Agricultural. 16 (9) :471-472.
- Paternotte, E. 1997. The Major Pest Prickle Berries (gooseberries) and Raspberries and Their Control. Fruittelt-nieuws, 10 (7) : 18-19.

- Popov, V., 1962. Spetsialna Entomologiya. Zemizdat. Sofiya, 457 p.
- Stäubli, A. ve H. Höhn, 1989. Anthonome de Fraisier et ver des Farmboises. Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture, 21(2) :101-105.
- Steiner, H., 1962. Methoden zur Untersuchung des Population Dynamik in Obstenlagen. Entomophaga, 7 (3) : 207-214.
- Thery, A., 1942. Faune de France 41, Coleoptères Buprestides. Librairie de la Faculte des Sciences, Paris, 221 p.
- Tilyard, R. J., 1927. Summary of the Present Position as Regards Biological Control of Noxious Weeds. The Review of Applied Entomology, Series A : Agricultural, 16 (10) : 534-535.
- Tilyard, R. J., 1930. The Biological Control of Noxious Weeds. The Review of Applied Entomology, Series A : Agricultural, 18 (9) : 464.
- Tokmakoğlu, O., 1974. Şekerpancarı Hastalık ve Zararlıları Atlası. Türkiye Şeker Fab. A.Ş. Yay. No:190, Ankara, 145 s
- Türkmenoğlu, H., 1967. Haziran Böceği; Polyphyla fullo tuerkmenoglui Pet. Üzerinde Araştırmalar. Bornova Zir. Müc. Enst., İzmir, Teknik Bülten, No:16, 35 s.
- Ulay, S. M. ve S. Tezcan., 1998. Contribution to the Study of the Genus Anthaxia Escholtz, 1829 (subgenus Haplanthaxia Reitter, 1911) (Coleoptera: Buprestidae) of Turkey. Türk. Entomol. Derg. 22 (2): 109-121
- Ulusoy, M. R., G. Vatansever ve N. Uygun, 1999. Ulukışla (Niğde) ve Pozantı (Adana) Yöresi Kiraz Ağaçlarında Zararlı Olan Türler, Doğal Düşmanları ve Önemlileri Üzerindeki Gözlemler. Türk. entomol. derg., 23 (2): 111-120.
- Varlı, S.V., 1998. Balıkesir Geniş Yapraklı Ormanlarında Zarar Yapan Polydrusus Germ. (Coleoptera:Curculionidae) Türleri Üzerinde Araştırmalar. U.Ü. Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilimdalı, Doktora Tezi (Yayınlanmamış).
- Vazyulya, A.G., 1983. Pests and Diseases of Raspberry. Zashchita Rastanii, 8:53-55.
- Yatsenko, V. G. ve Y. A. M. Gadzalo, 1988. The Bramble Shoot Borer. Zashchita Rast., 6: 39.
- Yıldırım, E. ve H. Özbek, 1992. Erzurum Şeker Fabrikasına Bağlı Şekerpancarı Üretim Alanlarındaki Zararlı ve Yararlı Böcek Türleri. Türkiye II. Entomoloji Kongresi, 28-31 Ocak 1992. Adana, 621-635.

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) ÇEŞİTLERİNİN TANE VERİMİ VE BAZI ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER VE KALITIM DERECELERİNİN BELİRLENMESİ

Hüseyin ÖZÇELİK
Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, SAMSUN

Hatice BOZOĞLU
OMÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi: 24.04.2004

ÖZET: Bu çalışma son yıllarda tescilli yapılmış nohut çeşitlerinin verim ve bazı özelliklerini, bunlar arasındaki ilişkileri ve özelliklerin kalıtım derecelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma 1997 ve 1998 yıllarında, 3 tekrarlamalı tesadüf blokları deneme deseninde, 5 ayrı çevrede (Ladik, Gerze, Taşova, Gökhöyük ve Bulduklu) yürütülmüştür. Denemede 7 tescilli nohut çeşidi (Akçin-91, Aziziye-94, İzmir-92, Aydın-92, Menemen-92, Canitez-87 ve Damla-89) kullanılmıştır. İki yıl ve beş çevre üzerinden birleştirilerek yapılan varyans analizi sonucu bitki boyu, bitkide bakla ve bitkide tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimi kriterlerinin çeşit, çevre ve çeşit x çevre x yıl interaksyonunun çok önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerde verim, 62.15-120.84 kg/da arasında değişmiştir. Aydın-92 ve Damla-89 en yüksek verim veren çeşitler olmuştur. Çevreler içerisinde, dekara 143.96 kg tane verimi ile Amasya Gökhöyük ilk sırada yer almıştır. Verim ile bitki boyu, bitkide bakla ve bitkide tane sayısı arasında olumlu ve çok önemli ilişki bulunduğu, kalıtım değerlerinin ise 1000 tane ağırlığında %79, bitkide bakla sayısında % 63, bitkide tane sayısında % 62, bitki boyunda % 58, ve tane veriminde ise % 49 olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nohut, tane verimi, karakterler arası ilişkiler, kalıtım derecesi

THE DETERMINATION OF HERITABILITIES AND CORRELATIONS BETWEEN SEED YIELD AND SOME CHARACTERS OF CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) CULTIVARS

ABSTRACT: This study was carried out to determine heritability and correlation between seed yield and some characters of newly registered chickpea cultivars. The trials were arranged in randomised blocks designs with three replications for two years (1997 and 1998). Seven registered varieties of chickpea (Akçin-91, Aziziye-94, İzmir-92, Aydın-92, Menemen-92, Canitez-87 ve Damla-89) were grown at 5 locations (Ladik, Gerze, Taşova, Gökhöyük and Bulduklu). The analysis of variance combined over two years and five environments indicated that variety, environment and genotype x environment x year interactions were highly significant on plant length, number of pod per plant, number of seed per plant, 1000 seed weight and seed yield. The seed yield of varieties varied between 62.15 and 120.84 kg/da. The highest seed yield was obtained from Aydın-92 and Damla-89. The highest yield (143.96 kg/da) was obtained from Gökhöyük location. Positively and significant correlations were determined between seed yield and the number of seeds per plant, the number of seed per plant. It was established that heritabilities of 1000 seed weight, number of pod per plant, number of seed per plant, plant length and seed yield were 79 %, 63 %, 62 %, 58 % and 49%, respectively.

Key Words: Chickpea, seed yield, correlation coefficient, heritability,

1. GİRİŞ

Nohut hem ülkemiz hem de Karadeniz'in Kuzey Geçit bölgeleri için önemli bir baklagil bitkisidir. Dünyada nohut yetiştiren ve ihracatında önemli monopol olan Türkiye giderek bu özelliğini kaybetmektedir (Özdemir, 2002). Bugün dünyada 9 893 672 ha ekim alanı, 7 807 891 ton üretim miktarı olan nohut, ülkemizde 650 000 ha ekim alanı, 590 000 ton üretime sahiptir (Anon., 2002). Özellikle Kanada'da son yıllarda nohut ekim alanları önemli miktarda artış göstermektedir. Üretimdeki bu artışa ilaveten Kanada, İran, Avustralya gibi ülkelerde ihracatta da artış görülmektedir. Oysa Türkiye için nohut, baklagiller içerisinde hem iç tüketimde hem de ihracatta yıllardan beri mercimekten sonra ikinci sırayı alan önemli bir tarım ürünü olmuştur.

Bitkide gözlemlenen özelliklerin çoğu verimi

doğrudan, bir kısmı da dolaylı olarak etkiler. Seçmelerde tane veriminin tek başına bir özellik olarak alınması her durumda yeterli olmayabilir. Bu nedenle tane verimine etkili olan diğer özelliklerin ve aralarındaki ilişkilerinde belirlenmesi gerekmektedir. Doğu Anadolu bölgesinde nohut ıslah çalışmalarında 9 çeşit adayı hat ve 4 kontrol çeşitle 5 yıl sürdürülen çalışma sonucunda; verim unsurlarından bitki başına bakla sayısı ile tane verimi arasında pozitif ve çok önemli (Ağsakallı ve ark., 2001), Hindistan'da 60 nohut çeşidi üzerinde yapılan korelasyon çalışmalarında bitki boyu ile tane verimi, bitkide bakla sayısı ile 100 tane ağırlığı arasında pozitif ve çok önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Bhardwaj ve Sing, 1972).

Verim, çok sayıda faktörün etkisi ile ortaya çıkan kantitatif bir karakterdir ve genotip yanında

çevre koşulları ile genotip x çevre interaksyonunun etkisi altındadır. Verime etki edecek karakterin oluşumu üzerine genotip ile dış koşulların paylarının hesaplanması ıslahçı açısından önem taşır. Son yıllarda hızlı bir çeşit geliştirme çabası içinde olan araştırmacılar, olumsuz çevre şartlarından daha az etkilenen çeşitlere ulaşmak istemekte ya da geliştirdikleri çeşitlerin adaptasyon sınırlarını belirlemeleri gerekmektedir. Bu nedenle de değişik bölge ve yıllarda çalışmalar yapmaktadırlar. Bu şekilde genotip x çevre varyansları belirlenmekte ve buradan da genetik varyansın toplam varyansdaki payı olan kalıtım derecesine ulaşılmaktadır. Karakterlerin kalıtım derecesinin bilinmesi ve bu değeri yüksek olan özelliklerin seleksiyon kriteri olarak kullanılması ıslah çalışmalarında başarıyı artırmakta ve zamanı kısaltmaktadır.

1993-1997 yılları arasında Erzurum şartlarında nohutta yürütülen ıslah çalışmasında verime etki eden en önemli verim unsurlarının bitki başına bakla sayısı, çiçeklenme ve olgunlaşma süresi olduğu ve çeşit seçiminde bitki başına bakla sayısının 17-32 adet olması gerektiği tespit edilmiştir (Ağsakallı ve Olgun, 1999).

10 nohut genotipine ait verim ve bazı verim özellikleri arasındaki ilişkilerin iki farklı çevrede incelendiği çalışmada, değişen çevrelerde bitkide tane sayısı ve bitkide bakla sayısının verimi etkileyen özellikler olduğu tespit edilmiştir. Ancak ıslah popülasyonunda verimin iyileştirilmesinde seçim ölçütü olabilecek verim özelliklerinin farklı çevre koşullarında belirlenmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır (Altınbaş ve ark., 1999).

Bursa ili koşullarında 3 yıl süre ile yürütülen çalışmada 8 tescilli çeşit, 2 üretim izinli hat kullanılmıştır. Akçin-91, İzmir-92, Menemen-92, Canitez-87 çeşitlerinde bitkide bakla sayısı sırasıyla 20.5, 20.7, 19.6, 20.1 adet, bitkide tane sayısı 19.5, 19.9, 18.4, 19.2 adet, dekara tane verimi 186.9, 183.2, 182.4, 176.8 kg olarak tespit edilmiştir (Azkan ve ark., 1999).

Islah programlarının temel amaçlarından biri olan yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi, verim unsurlarının genetik yapılarının bilinmesi ve aralarındaki ilişkilerin ortaya konması ile mümkündür (Bozoğlu ve Gülümser, 1999). Ülkesel yemeklik baklagil projesi kapsamında da en önemli bitki olan nohudun problemlerinden biri de yetiştirileceği bölgelere uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Bu çalışmanın amacı ise bugüne kadar değişik bölgelerde tescil ettirilmiş mevcut nohut çeşitlerinin bazı özelliklerine ait kalıtım dereceleri ve genotip x çevre varyanslarını, böylece çeşitlerin yetiştirilebileceği sınırları belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

Denemede, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün tescil ettirdiği Damla-89, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün tescilli çeşitleri İzmir-92, Aydın-92, Menemen-92, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Canitez-87, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Aziziye-94 ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünün tescilli çeşidi Akçin-90 olmak üzere 7 çeşit kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerin verimleri yanı sıra dikkati çeken bazı özellikleri şöyledir: Damla-89 antraknoza toleranslı ve kuzey geçit tarım alanlarına uygun, İzmir-92 antraknoza toleranslı ve tohum rengi açık krem, Aydın-92 antraknoza dayanıklı, Menemen-92 antraknoza toleranslı ve tohum rengi açık krem, Canitez-87 antraknoza hassas ve tohum rengi koyu, Aziziye-94 yüksek rakımlarda yetiştirilebilecek ve Akçin-90 antraknoza toleranslı iç kesimlere uygundur.

Denemenin yürütüldüğü çevrelerden Gerze ilçesi, Sinop ilinin sahilinde yer almakta olup tipik Karadeniz iklimin özelliklerini taşımaktadır. Bütün yıl nemli, yağışların büyük kısmı sonbahar ve kış aylarında düşmekte ve mevsimler arasında sıcaklık farkları fazla değildir. Gökhöyük ve Bulduklu mevkilerinin yer aldığı Amasya ili ise Orta Karadeniz'in iç kesimlerinde yer alıp Karadeniz iklimi ile İç Anadolu'nun karasal iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Samsun'un Ladik ilçesi yine ilin iç kesiminde yer alıp yaklaşık 950 m rakıma sahip ve Amasya'nın iklim özelliklerine daha yakınlık gösteren bir çevredir.

Denemeler 3 tekrarlamalı tesadüf bloklarında, 1997 ve 1998 yıllarında, Samsun'un Ladik, Sinop'un Gerze, Amasya'nın Taşova, Gökhöyük ilçeleri ve Bulduklu mevki olmak üzere 5 ayrı bölgede yürütülmüştür. Ekimler ilk yıl yöredeki çiftçilerin hastalıktan kaçmak için geciktirdikleri ekim zamanı (6 Mayıs-hıdırellez) dikkate alınarak mayısın ilk haftası yapılmış, ikinci yıl ise ilk yılın verimlerinin düşük olduğu görülerek ekim zamanı nisanın ilk haftasına kaydırılmıştır.

7 çeşit, 5 farklı çevre ve 2 yıl süre ile yürütülen çalışmadan elde edilen veriler yıllar ve çevreler üzerinden birleştirilerek TARİST programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve karakterler arası ilişkiler belirlenmiştir. Etkili farklar DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılarak bulunmuştur. Denemede Comstock ve Moll (1963) tarafından önerilen metot kullanılarak geniş anlamda kalıtım derecesi, analiz sonucu elde edilen beklenen kareler ortalamaları üzerinden hesaplanan genotipik varyansın fenotipik varyansa oranı alınarak bulunmuştur (Sabancı ve Yıldırım, 1992).

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Beş farklı çevrede 2 yıl süre ile yetiştirilen 7 nohut çeşidinin bazı özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1' de, çeşit ortalamaları Çizelge 2'de, çevre ortalamaları Çizelge 3' de, genotip x çevre varyansları ile kalıtım dereceleri Çizelge 4' de ve özellikler arası ilişkiler Çizelge 5' de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu tüm özelliklere, yılların, çeşitlerin, çevrelerin ve bunların interaksiyonlarının istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) etkisi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Bitki boyu çeşitlerde 45.58 (Canitez-87) - 53.17 (İzmir-92) cm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çevrelerde ise boy, 42.41-59.40 cm arasında değişmiştir. Gökhöyük en uzun bitki boyunu verirken, Taşova ilçesi en kısa bitki boyunun görüldüğü çevre olmuştur (Çizelge 3). Farklı çevrelerde bitki boyu daha geniş bir değişim göstermiş ve bu durum da fenotipik varyans değerinin genotipik varyansdan büyük olmasıyla da ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Bitki boyunun kalıtım derecesinin %58 olduğu tespit edilmiştir. Sharma ve ark. (1990), 70 nohut genotipi ile yaptığı çalışmada verimi etkileyen 100 tane ağırlığı yanısıra bitki boyunun da kalıtım derecesinin yüksek olduğunu bildirmiştir.

Bitkide bakla sayısı kullanılan çeşitlerde 15.68 (Canitez-87) - 28.26 (Aydın-92) adet aralığında değişirken, bu değerler farklı çevrelerde 18.93 (Gerze) - 24.83 (Bulduklu) adet olarak saptanmıştır. Kullanılan çeşitlere göre bitkide bakla sayısındaki değişim aralığı çevrelere nazaran daha geniş olup bu durum hesaplanan genotipik varyansda da görülmektedir (Çizelge 4). Verimi belirleyen en önemli karakterlerden olan bitkide bakla sayısının kalıtım derecesi % 63 gibi nispeten yüksek olup (Çizelge 4), bitkide tane sayısı ve tane verimi ile istatistiksel olarak

çok önemli ve olumlu ilişkisi tespit edilmiştir (Çizelge 5). Bakla sayısı ile 1000 tane ağırlığı arasında olumsuz ve önemsiz bir ilişki belirlenmiştir. En yüksek bakla sayısı çeşitler arasında Aydın-92 (28.26 adet), çevreler arasında Bulduklu (24.83 adet) lokasyonundan elde edilmiştir. Çevreler içerisinde bu özellik bakımından Ladik ikinci sırada yer almıştır. Taşova ve Gerze ise istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir. Ağsakallı ve Olgun, (1999) çeşit seçiminde bitki başına bakla sayısının 17-32 adet olması gerektiği bildirmiştir. Canitez-87 çeşidi, 15.68 adet bakla sayısı ile verilen bu sınırın altında kalırken, diğer çeşitlerde belirlenen bakla sayısı bu sınırlar arasında yer almıştır. Bursa ili koşullarında 3 yıl süre ile yürütülen çalışmada Akçin-91, İzmir-92, Menemen-92, Canitez-87 çeşitlerinde bitkide bakla sayısı sırasıyla 20.5, 20.7, 19.6, 20.1 adet olarak tespit edilmiştir (Azkan ve ark., 1999). Yaptığımız bu çalışmada ise Menemen-92 çeşidinden daha fazla (22.75 adet), Canitez-87 çeşidinde ise daha az bakla sayısı (15.86 adet) elde edilmiştir.

Nohutta önemli bir diğer özellik olan bitkide tane sayısının, tane verimi ile olumlu ve çok önemli ($r=0.547^{**}$) ilişkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu özelliğin genotipik varyansı da istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Çeşitlerde 15.5 - 28.53, çevrelerde ise 18.69-24.48 adet tane sayısı elde edilmiştir (Çizelge 3). Bakla sayısında olduğu gibi bitkide tane sayısının da Canitez-87 çeşidinde en az, Aydın-92'de ise en fazla olduğu bulunmuştur. Değişen çevrelerde bitkide tane sayısı ve bitkide bakla sayısının verimi etkileyen özellikler olduğu, ancak ıslah popülasyonunda verimin iyileştirilmesinde seçim ölçütü olabilecek verim özelliklerinin farklı çevre koşullarında belirlenmesinin daha yararlı olduğu bildirilmektedir. (Altınbaş ve ark., 1999).

Çizelge 1. Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Nohut Çeşitlerinin Bazı Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VK	SD	Bitki boyu	Bitkide bakla sayısı	Bitkide tane sayısı	1000 tane ağırlığı	Tane verimi
		KO	KO	KO	KO	KO
Genel	209	97.7	83.3	89.9	2432.3	3279.2
Yıl	1	4145.2**	907.7**	992.8**	4207.6**	4901.9**
Çevre	4	1538.3**	225.4**	202.3**	25264.4**	32563.3**
YılxÇevre	4	1108.1**	1379.4**	1644.9**	10894.8**	33344.0**
Tekrar	20	9.4	13.3	15.3	963.5*	499.3
Çeşit	6	194.6**	446.9**	517.2**	27975.4**	18346.6**
YılxÇeşit	6	62.6**	127.4**	133.4**	5131.4**	7285.8**
ÇevrexÇeşit	24	66.4**	107.8**	113.0**	1815.9**	5475.1**
YılxÇevrexÇeşit	24	47.8**	71.5**	52.3**	1077.4**	3355.5**
Hata	120	10.10	17.28	18.60	601.26	342.46

** 0.01, *0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 2. Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Nohut Çeşitlerinin Bazı Özelliklerine Ait Çeşit Ortalamaları

Çeşitler	Bitki boyu (cm)	Bitkide bakla sayısı (adet)	Bitkide tane sayısı (adet)	1000 tane ağırlığı (g)	Tane verimi (kg/da)
Akçin-91	52.38 ab	21.67 bc	20.64 c	410.77 b	90.29 ab
Aziziye-94	50.33 b	20.25 c	19.11 c	440.70 a	68.90 b
İzmir-92	53.17 a	20.14 c	19.61 c	411.80 b	112.82 a
Aydın-92	52.02 ab	28.26 a	28.53 a	352.60 c	120.84 a
Menemen-92	52.15 ab	22.75 b	21.80 c	415.27 b	113.03 a
Canitez-87	45.58 c	15.68 d	15.50 d	446.33 a	62.15 b
Damla-89	51.27 ab	23.82 b	24.33 b	421.07 b	120.62 a

Çizelge 3. Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Nohut Çeşitlerinin Bazı Özelliklerine Ait Çevre Ortalamaları

Çevreler	Bitki boyu (cm)	Bitkide bakla sayısı (adet)	Bitkide tane sayısı (adet)	1000 tane ağırlığı (g)	Tane verimi (kg/da)
Taşova	42.41 d	20.52 c	20.95 bc	414.43 b	72.38 b
Gökhöyük	59.40 a	23.30 ab	22.40 ab	381.24 c	143.96 a
Bulduklu	52.16 b	24.83 a	24.48 a	399.81 b	99.47 ab
Ladik	50.14 c	21.42 b	20.29 bc	433.50 a	79.90 b
Gerze	50.84 b	18.93 c	18.69 c	441.41 a	96.17 b

Çizelge 4. İki Yıl Süre İle 5 Farklı Çevrede Yetiştirilen Nohut Çeşitlerinin Bazı Özelliklerine Ait Genotip x Çevre Varyansları Ve Kalıtım Dereceleri

Özellikler	Gen.xYer Varyansı	Gen.xYıl Varyansı	Gen.xYerxYıl Varyansı	Genotipik Varyans	Fenotipik Varyans	Kalıtım Derecesi(%)
Bitki boyu	3.09**	0.98	12.57**	3.780**	6.49	58
Bitkide Bakla Sayısı	6.05**	3.73**	18.06**	9.44**	14.89	63
Bitkide Tane Sayısı	10.12**	5.41**	11.24**	10.77**	17.24	62
1000 Tane Ağırlığı	123.09**	270.27**	158.71**	736.85**	932.50	79
Tane Verimi	353.26**	262.00**	1004.35**	298.04**	611.54	49

İncelenen özellikler arasında en yüksek kalıtım derecesine (%79) sahip olan 1000 tane ağırlığının, tane verimi ile olumsuz ve çok önemli ($r = -0.165^{**}$) ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Ayrıca 1000 tane ağırlığı ile bitkide bakla sayısı arasında da olumsuz, ancak önemsiz ilişkili olduğu görülmüştür. Güler ve ark. (2001) da 5 nohut genotipi ile yaptıkları çalışmada bitkide bakla sayısı ile 100 tane ağırlığı arasında olumsuz ve önemli ilişki belirlemişlerdir. Çalışmada çeşitlere göre 1000 tane ağırlığı 352.6 – 446.39 g arasında değişmiştir. Canitez-87 çeşidinde bitkide bakla ve tane sayısı en düşük bulunurken, 1000 tane ağırlığında durum tam ters olup en yüksek değere ulaşmıştır. Çevrelerden ise en yüksek değeri Gerze ve Ladik vermiştir (Çizelge 3).

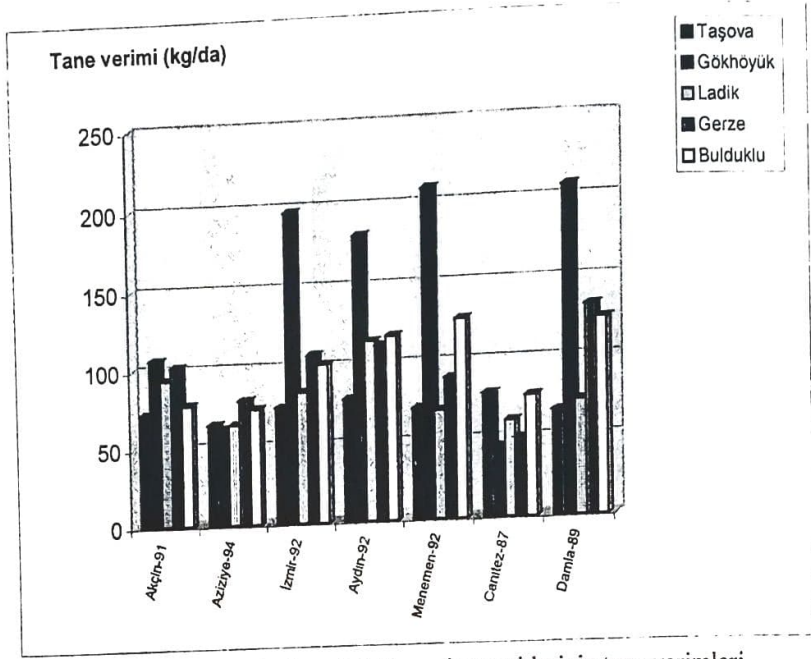
İslah programlarının temel amacı olan yüksek verimli çeşit geliştirilmesi, verim unsurlarının genetik yapılarının bilinmesi ve aralarındaki korelasyonların ortaya konması ile mümkündür. Çizelge 5' den de görüleceği gibi tane verimi, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ile olumlu ve çok önemli, 1000 tane ağırlığı ile ise negatif ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

Bitkide bakla sayısı artarken, verim de buna paralel olarak arttığı halde, bakla sayısının bitkide çoğalması bitkinin fazla ancak daha küçük taneler oluşturmaya neden olmuştur. En yüksek tane verimi Gökhöyük'ten (143.96 kg/da), en düşük ise Taşova (72.08 kg/da) ilçesinden elde edilmiştir. Ladik ve Gerze'de istatistiksel olarak Taşova'dan farklılık göstermemiştir (Çizelge 3). Çeşitlerden ise en yüksek tane verimi 120.84 kg/da ile Aydın-92'den alınırken, bunu 120.62 kg/da ile Damla-89 izlemiş, İzmir-92 ve Menemen-92 çeşitleri de istatistiksel olarak onlarla aynı grupta yer almıştır. Yapılan varyans analizi sonucu tane verimine genotip x çevre interaksyonunun çok önemli etkisi olduğu da tespit edilmiştir (Çizelge 1). Farklı çevrelerde çeşitlerin verim performansları değişmiştir. Tane veriminin kalıtım derecesi de % 58 gibi düşük bir değer olarak belirlenmiştir. Çevre x çeşit interaksyonu incelendiğinde; Gökhöyük, Canitez-89 ve Aziziye-94 çeşitleri haricinde diğer çeşitlerin en yüksek verim verdiği çevre olmuştur (Şekil 1). Bu durum da göstermektedir ki, çeşitlerin stabiliteleri belirlenerek bölgeler için öneride bulunmak daha gerçekçi olacaktır.

Çizelge 5. Nohut Çeşitlerine Ait Bazı Özelliklerin Korelasyonları

Özellikler	Bitkide bakla sayısı	Bitkide tane sayısı	1000 tane ağırlığı	Tane verimi
Bitki boyu	0.540**	0.520**	0.060	0.503**
BitkideBakla sayısı		0.930**	-0.082	0.509**
Bitkide tane sayısı			-0.070	0.547**
1000 tane Ağırlığı				-0.165**

** 0.01 olasılıkla önemli



Şekil 1. Farklı çevrelerde yetiştirilen nohut çeşitlerinin tane verimleri

4. SONUÇ

Ülkemizde çevre şartlarının yoğun olarak değişiklik göstermesi biyolojik zenginlik açısından çok önemli iken bu kadar çeşitliliğin olması bu bölgelere has ya da stabiliteyi yüksek çeşitlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Ülkemiz için önemli bir ürün olan nohutta da son yıllarda yapılan yoğun çalışmalarla çeşit sayısı bugün 19'a ulaşmış bulunmaktadır. Ülkesel proje kapsamında da koordineli olarak yapılacak çalışmalar bölge için uygun çeşitlerin geliştirilmesi ve problemlerinin çözülmesinde önemli katkı sağlayacaktır. Yaptığımız bu çalışmada da 1998 yılına kadar tescil ettirilmiş nohut çeşitlerinin genotip x çevre varyanslarını, önemli karakterlerin kalıtım derecelerini, stabilitelerini ve karakterler arası ilişkileri belirlemek hedeflenmiştir. İki yıl süre ile Orta Karadeniz bölgesinde 5 farklı çevrede yetiştirilen 7 tescilli çeşidin incelenen bazı özelliklerine ait ortalamalar, bunların birbirileri ile ilişkileri ve

kalıtım dereceleri bu makalede özetlenmiştir.

İncelenen özelliklerden bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitki boyu ile tane verimi arasında olumlu ve çok önemli ilişki belirlenirken, 1000 tane ağırlığı ile tane verimi arasında çok önemli ancak olumsuz bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi çeşitlerde dekara 62.15 – 120.62 kg, çevrelerde ise 72.38 – 143.96 kg olarak elde edilmiştir. İncelenen özelliklerin genotip x çevre x yıl etkileşimlerini istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Tüm özelliklerin genotip x çevre varyansları, genotip x yıl varyanslarından daha büyük bulunmuştur. Bu da bölgesel değişikliklerin özelliklere rakım, toprak ve iklim şartlarının yetiştirilecek çeşitlerin seçiminde önemli olduğunu göstermektedir. Nohut ülkemizde bir çok bitki gibi geniş alanlarda yetiştirilir. Geliştirilen yeni bir çeşidin her bölge için ve bölge içerisinde de çok farklı çevrelerin bulunması nedeni her çevre için

önerilmesi her zaman mümkün olamamaktadır. Bu durumda yeni çeşitlerin bölgenin farklılığına göre denenmesi ve bu arada stabilitelerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Damla-89 kuzey geçit bölgeleri için geliştirilmiş bir çeşittir ve bölgemizde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Aydın-92, İzmir-92 ve Menemen-92 çeşitleri de Damla-89 ile tane verimi bakımından istatistiksel olarak aynı gruba girip yüksek verime sahip olmuşlardır. Bu çeşitlerin bölgede tavsiyesi için stabilitelerinin ve antraknoza tepkilerinin de belirlenmesinin daha doğru olacağı kanısındayız.

5. KAYNAKLAR

- Ağsakallı, A., Olgun, M. 1999. Erzurum şartlarında nohut ıslahı için seleksiyon kriterlerinin tespiti. Tarla Bitkileri Kongresi. 15-18 Kasım. Adana. Cilt III. (Çayır Mera Yem Bitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller): 324-329.
- Ağsakallı, A., Yıldız, S., Kılıç, E., Babagil, G.E. 2001. nohut ıslah çalışmalarında çeşit adayı hatlarının verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ, Cilt I, (Tahıllar ve Yemeklik Tane Baklagiller): 345-351.
- Altınbaş, M., Sepetoğlu, H., Karasu, A. 1999. Nohutta verim öğelerinin çevre koşullarında verime etkileri üzerinde bir çalışma. Tarla Bitkileri Kongresi. 15-18 Kasım. Adana. Cilt III, (Çayır Mera Yem Bitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller): 348-353.
- Anonymous., 2002. <http://apps.fao.org>
- Azkan, N., Kaçar, O., Doğanüz, E., Sincik, M., Çöplü, N. 1999. Bursa ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının nohut hat ve çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Tarla Bitkileri Kongresi. 15-18 Kasım. Adana. Cilt III (Çayır Mera Yem Bitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller): 318-323.
- Bozoğlu, H., Gülümser, A., 1999. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin korelasyonları ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Kongresi. 15-18 Kasım. Adana. Cilt III, (Çayır Mera Yem Bitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller): 360-365.
- Bhardwaj, R.P., Sing. I.B. 1972. Corellation studies in gram (*Cicer arietinum* L.). Indian Agriculturist 16 (2): 205-207.
- Comstock, R.E., Moll, R.H. 1963. Genotype-environment interactions. in: statistical genetics and plant breeding. NAS-NSR. Pub. 982: 164-196.
- Güler, M., Adak, M.S., Ulukan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) European Journal of Agronomy Volume 14. (Issue 2 . March 2001): 161-166
- Özdemir, S. 2002. Yemeklik Baklagiller. Hasad Yayıncılık ve Reklamcılık Ltd. Şti. İst.
- Sabancı, O.C., Yıldırım, M.B. 1992. Adi fiğde (*Vicia sativa* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip x çevre interaksyonu ve kalıtım derecesi tahminleri. Doğa-Tr.J.of Agricultural Forestry, 16: 797-802.
- Sharma, B. D., Sood, B.C., Malhotra V.V. 1990. Studied on variability, heritability and genetic advance in chickpea. Indian Journal Pulses Research, 3 (1): 1-6.

REVERSE TRANSKRİPTAZ - POLİMERAZ ZİNCİR REAKSİYON (RT-PCR) YÖNTEMİ KULLANILARAK HİYAR MOZAYİK VİRÜSÜ ENFEKSİYONUNUN BELİRLENMESİ

Miray ARLI SÖKMEN Mehmet Ali ŞEVİK
O.M.Ü Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi: 01.05.2004

ÖZET: Son yıllarda moleküler yöntemlerin kullanılması ile bitki virolojisi alanında çok önemli gelişmeler elde edilmiştir. Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemi, bitki virüslerinin teşhisinde, viral genlerin enfeksiyon sırasındaki rollerinin araştırılmasında en fazla kullanılan moleküler yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada, Samsun ilinde hiyar üretim alanlarından toplanan örneklerden izole edilen *Hiyar mozayik virüsü* (CMV)' nün kapsid protein genini içeren bölge, reverse transkriptaz-polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: RT-PCR, Hiyar, CMV

DETERMINATION OF CUCUMBER MOSAIC VIRUS INFECTION BY USING REVERSE TRANSCRIPTION - POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR) METHOD

ABSTRACT: In recent years, significant developments have been obtained by using molecular methods in plant virology. Polymerase chain reaction (PCR) has become one of the most common used molecular techniques in virus detection and determination of viral genes and their functions. In this study, the sequences involving capsid-protein gene of *Cucumber mosaic virus* (CMV) was amplified by using reverse transcription - polymerase chain reaction (RT-PCR).

Key Words: RT-PCR, Cucumber, CMV

1. GİRİŞ

Kabakgiller pek çok virüs enfeksiyonuna duyarlı türleri içermektedir. Bu nedenle, kabakgillerin üretiminde bazı yıllarda virüs hastalıkları sebebiyle önemli kayıplar olmaktadır. Kabakgillere 30 farklı virüsün zarar verdiği saptanmıştır (Lovisolo, 1980). En yaygın olarak görülen virüslerin *Hiyar mozayik virüsü* (CMV), *Papaya halkalı leke virüsü* (PRSV), *Karpuz mozayik virüsü* (WMV) ve *Kabak sarı mozayik virüsü* (ZYMV) olduğu bildirilmektedir (Lisa ve ark., 1981).

Kabakgil bitkilerinde virüs enfeksiyonları sonucunda oluşan verim kayıpları diğer hastalık etmenlerinin yol açtığı kayıplardan daha fazla olabilmektedir (Yılmaz ve ark., 1995). Bu enfeksiyonlarda görülen mozayik semptomlarının birbirine benzemesi nedeniyle sadece belirtilere dayanılarak etmenlerin teşhisleri mümkün olmamaktadır. Bitki virüslerinin serolojik yöntemler ile teşhisi uzun zamandır kullanılmaktadır. Özellikle ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) yöntemi, örnek sayısının fazla olması durumunda oldukça kullanışlı bir yöntemdir (Abdalla ve ark., 1991). Ancak konukçu dokularında çok düşük konsantrasyonlarda bulunan ve düzensiz dağılım gösteren virüslerin belirlenebilmesi için ELISA yöntemi yeterince hassasiyet sağlamamaktadır. Ayrıca, antiserumu henüz üretilmemiş virüsler için serolojik testler uygulanamamaktadır.

Son yıllarda bitki virüs hastalıklarının teşhisinde, viral genlerin ve fonksiyonlarının araştırılmasında moleküler teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitki virüslerinin büyük bir çoğunluğu tek sarmal RNA yapısında genomu sahip olduğu için, reverse transkriptaz-polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR) yöntemi çok sayıda virüsün teşhisinde kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Henson ve French, 1993).

RT-PCR yöntemi kullanılarak kabakgil bitkilerinde CMV enfeksiyonunun varlığı daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir (Choi ve ark., 1999; Varveri ve Boutsika, 1999; Havelda ve Maule, 2000). Yine daha önceki yapılan çalışmalarda PCR yöntemi kullanılarak kabakgil bitkilerinde, ZYMV (Thomson ve ark., 1995; Zhao ve ark., 2003), WMV (Moreno ve ark., 2004), *Kabak yaprak kıvrıcılık virüsü* (SLCV) (Isakeit ve ark., 1994; Kon ve ark., 2003), *Kabakgil sarı cücelik virüsü* (CYSDV) (Desbiez ve ark., 2000), *Hiyar damar sararma virüsü* (CVYV) (Pico ve ark., 2003) saptanmıştır.

CMV' nin genom yapısı 3 genomik RNA ve 1 subgenomik RNA' dan oluşmaktadır. Moleküler ağırlığı 3.970 baz olan RNA 1 ve moleküler ağırlığı 3.530 baz olan RNA 2, virüs replikasyonu için gerekli replikaz enziminin sentezlenmesinden sorumludur. RNA 3 (2560 b) 3a proteininin ve kapsid proteininin sentezlenmesini sağlayan gen bölgelerini içermektedir. 3a proteinini virüs

partiküllerinin bitkide hücreden hücreye taşınmasını kontrol etmektedir (Taliensky ve Garsia-Arenal, 1995). Bazı CMV izolatları, satelit RNA veya CARNA 5 olarak isimlendirilen ekstra bir RNA'ya daha sahiptir. Satelit RNA, semptomların görünümünde farklılaşmaya neden olmaktadır (Lakshman ve Gonsalves, 1985).

Samsun ilinde yetiştirilen bazı kabakgill bitkilerinde yapılan semptomatolojik incelemeler ve ELISA testleri sonucunda, virüs hastalıklarının son yıllarda oldukça yaygın hale geldiği saptanmıştır (Şevik ve Arlı-Sökmen, 2003). Bu çalışmada, kapsid protein genine spesifik primerler kullanılarak kabakgill bitkilerinde CMV'nin, RT-PCR yöntemi ile de belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. RT-PCR Yöntemi İle CMV Kapsid Protein Geninin Amplifikasyonu

2.1.1. RNA Ekstraksiyonu

CMV ile enfekteli ve sağlıklı bitkilerin tepe yapraklarından toplam RNA'lar Verwoerd ve ark. (1989)'nin uyguladıkları yöntem kullanılarak ekstrakte edilmiştir. CMV ile enfekteli ve sağlıklı *Nicotiana glutinosa* bitkilerinin yapraklarından 5 mm çapında 1-5 adet yaprak diski alınarak 1,5 ml'lik steril apendof tüpler içerisinde konik uçlu plastik çubuk yardımıyla sıvı nitrojen içerisinde toz haline gelinceye kadar ezilmiştir. Daha sonra 500 µl RNA ekstraksiyon çözeltisi (0,1 M LiCl, 100 mM Tris-HCl (pH=8,0), 10 mM EDTA, %1 SDS: Fenol, [1:1]), 80 °C'de ısıtıldıktan sonra ezilen örnekler üzerine ilave edilmiştir. 30 sn. vorteks ile örneklerin iyice parçalanması sağlandıktan sonra 250 µl kloroform:isoamil alkol karışımından (24:1) ilave edilmiş ve tekrar vortekslenmiştir. RNA, proteinlerden 14.000 rpm' de 5 dk. santrifüj edilerek ayrılmıştır. Santrifüj sonrası üstte kalan süpernatant kısım alınmış ve temiz tüpe aktarılmıştır. Üzerine 1:1 oranında 4 M LiCl ilave edildikten sonra +4 °C'de 1 gece buzdolabında bekletilmiştir. Tüpler tekrar 5 dk. 14.000 rpm'de santrifüj edildikten sonra oluşan pelet kısmı 250 µl steril saf suda çözülür. Daha sonra 500 µl % 96'lık 2 hacim etanol, 0,1 hacim 3 M sodyum asetat (pH=5,2) çözeltisinden ilave edilmiş ve 14.000 rpm'de 5 dk. santrifüj sonrası RNA'lar çöktürülmüştür. Tüplere % 70' lik alkol ilave edilmiş ve tekrar santrifüje tabii tutulmuştur. Tüp içerisinde alkol tamamen kuruduktan sonra 20 µl RNase enzimi içermeyen steril su ilave edilmiş ve örneklerin UV spektrofotometrede absorpsiyon değerleri ölçülmüştür. Daha sonra, toplam RNA konsantrasyonları $A_{260} = 1 \approx 40 \mu\text{g/ml}$ değeri baz alınarak hesaplanmıştır.

2.1.2. cDNA (Complementary DNA) Sentezi

Bitki virüslerinin büyük bir bölümünde olduğu gibi, CMV genomu tek sarmal RNA (ssRNA) yapısındadır (Taliensky ve Garsia-Arenal, 1995). Bu nedenle 2.1.1' de belirtildiği şekilde ekstrakte edilen RNA'lar içerisinde virüse spesifik nükleotid dizilişlerin PCR yöntemi kullanılarak belirlenmesinden önce reverse transkriptaz enzimi ile tamamlayıcı DNA (cDNA) sentezlenmiştir. RT-PCR yönteminde CMV' nin kapsid protein genine spesifik kısa nükleotid dizilişleri (primerler) kullanılmıştır (Yang ve ark., 1997). Primerler Genosphere Biotechnologies (Fransa) tarafından sentezlenmiştir. 3' primer (CMV-DOWN): CMV RNA 3 üzerindeki 1998-2013 nükleotidler arasındaki bölgeyi tamamlayıcı özellikte ve 5'- CGTAAGCTGGATGGAC- 3' nükleotid dizilişine sahiptir (Yang ve ark., 1997). Reverse transkripsiyon reaksiyonu aşağıdaki gibi oluşturulmuştur: 5 µg toplam RNA ile 0,5 µl 3' primer (25 pmol) bir apendof tüpü içerisinde karıştırıldıktan sonra, steril RNase enzimi içermeyen su ile toplam hacim 11 µl olacak şekilde ayarlanmıştır. Örnekler 70 °C' de 5 dk. su banyosunda inkube edildikten sonra hemen buz içerisine konmuştur. Daha sonra 4 µl 5X reaksiyon buffer (Fermantas, Litvanya.), 2 µl 10mM dNTP, 20 U ribonükleaz inhibitörü (Fermantas, Litvanya) ilave edilerek RNase enzimi içermeyen su ile toplam hacim 18 µl' ye tamamlanmıştır. 37 °C' de 5 dk. inkube edildikten sonra 2µl M-MuLV (40 U/µl) (Fermantas, Litvanya) reverse transkriptaz enzimi (Fermantas, Litvanya) ilave edilmiştir. Daha sonra reaksiyon karışımı 37°C'de 1 saat inkube edilmiştir. Reaksiyon, örneklerin 70°C'de 10 dk. tutulması ile tamamlanmış ve hemen buz içerisine yerleştirilmiştir.

2.1.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

PCR yöntemi Yang ve ark. (1997)'nin kullandıkları yöntem reaksiyon ortamı içerikleri bakımından modifiye edilerek uygulanmıştır. Yukarıdaki metot ile sentezlenen cDNA' ların PCR yöntemiyle çoğaltılabilmesi için *Taq* DNA polimeraz enzimi (Fermantas, Litvanya) kullanılmıştır. CMV' nin kapsid protein genine spesifik 5' primer (CMV-UP), CMV RNA 3 üzerindeki 1151-1166 nükleotidleri arasındaki bölgeye karşılık gelmekte ve 5'- TTCTCCGCGAGTTAGC-3' nükleotid dizilişine sahiptir (Yang ve ark., 1997). Toplam hacim 50 µl olacak şekilde PCR tüpleri içerisindeki reaksiyon ortamı aşağıda olduğu gibi oluşturulmuştur: 5 µl 10 x PCR buffer (100mM Tris-HCl, 500 mM KCl, % 0.8 Nonidet P40, 25 mM MgCl₂, pH: 8.8), 1 µl primer CMV-DOWN

(50 pmol), 1 µl primer CMV-UP (50 pmol), 1 µl 10 mM dNTP, 1 µl *Taq* DNA polimeraz enzimi (5U), 2 µl cDNA, 41 µl steril destile su.

Reaksiyon, Hybaid (Hybaid Ltd., Ashford Road, Ashford, Middlesex, U.K) marka PCR Thermocycler' de gerçekleştirilmiştir. Örnekler önce 94 °C'de 2 dk. inkube edilmiş, daha sonra toplam 35 döngü olacak şekilde, her döngü için 93.5 °C'de 45 sn., 45 °C'de 45 sn., 72 °C'de 1 dk.'lık sıcaklık ve inkubasyon süreleri kullanılmıştır. Sıcaklığın 45°C'den 72 °C'ye yükseltilmesi kademeli olarak 2 dk.'lık bir sürede tamamlanacak şekilde ayarlanmıştır. Reaksiyon 72 °C'de 5 dk.'lık son bir inkubasyon aşamasından sonra tamamlanmıştır. Ethidium Bromid (0.5 µg/ml) ilave edilmiş % 1'lik agaroz jelde elektroforez sonrası oluşan DNA bandı analiz edilmiş ve UV transilluminatör üzerinde fotografi çekilmiştir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

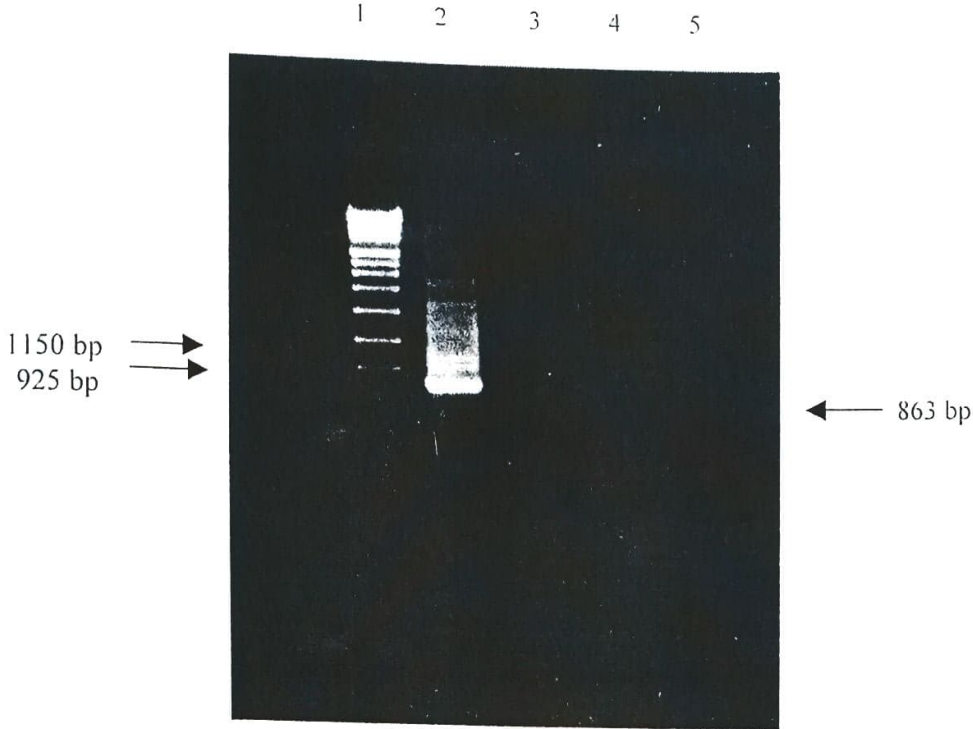
Bu çalışmada, *Hıyar mozayik virüsü* (CMV) hıyar bitkisinde RT-PCR yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle Samsun'da hıyar yetiştirilen alanlardan toplanan örneklerden izole edilen CMV ile enfekteli *Nicotiana glutinosa* bitkisinin yapraklarından toplam RNA'lar ekstrakte edilmiştir. Daha sonra reverse transkriptaz enzimi ile sentezlenen cDNA' lar ve kapsid protein genine spesifik primerler kullanılarak PCR yöntemi metod 2.1.3' de belirtildiği şekilde uygulanmıştır. Agaroz jel elektroforez ile analiz sonrası CMV kapsid protein gen bölgesini içeren 863 bp büyüklüğünde DNA fragmenti elde edilmiştir (Şekil 1).

Ülkemizde daha önce yapılan çalışmalarda bir çok bölgede kabakgil yetiştirilen alanlarda *Hıyar mozayik virüsü* (CMV) tespit edilmiştir (Kurçman, 1977; Nogay ve Yorgancı, 1984; Fidan, 1995; Yılmaz ve ark., 1995). Çıtır ve ark. (1998), Orta Karadeniz Bölgesi' nde yaptıkları çalışmada virüslerin test bitkilerinde oluşturduğu semptomları esas alarak, karpuzda *Karpuz mozayik virüsü* (WMV), hıyar ve sakız kabağında *Hıyar mozayik virüsü* (CMV), bal kabağında CMV ve WMV, sakız kabağı ve kavun da ise *Kabak sarı mozayik virüsü* (ZYMV)' nü tespit etmişlerdir. Daha sonraki bir çalışmada Samsun ilinde kabakgil bitkilerinin WMV ile %53.9, ZYMV ile %38.8, CMV ile %20.6 oranında bulaşık olduğu DAS-ELISA yöntemi ile saptanmıştır (Şevik ve Arlı-Sökmen, 2003).

Kabakgillerde zararlı virüslerin teşhis edilmesi ve moleküler özelliklerinin saptanmasında PCR yöntemi 90'lı yılların başından beri sıklıkla kullanılmaktadır. Beyaz sinek ile taşınan *Kabak yaprak kıvrıcılık virüsü* (Isakeit ve ark., 1994), *Kabak sarı cucelik virüsü* (Desbiez ve ark., 2000) ve CMV (Choi ve ark. 1999) enfeksiyonları RT-PCR ile belirlenmiştir. Immunocapture Polymerase Chain Reaction (IC-PCR) yöntemi ile de CMV'nin 29'u domatesten, 11'i diğer kültür bitkilerinden olmak üzere 40 izolata ait satellit RNA'sının belirlenmesi ve CMV izolatlarının alt gruplara ayrılması sağlanmıştır (Varveri ve Boutsika, 1999). Türkiye'de kabakgil alanlarında enfeksiyon oluşturan virüsler ile ilgili moleküler yöntemler kullanılarak yapılan az sayıda çalışma mevcuttur. Isparta yöresinde *Zucchini sarı mozayik virüsü* (Yardımcı ve Korkmaz, 2002) ve Çukurova Bölgesi'nde *Kabak mozayik virüsü* (Çağlar ve Yılmaz, 2002) enfeksiyonları dsRNA analizi yöntemi ile belirlenmiştir.

CMV'nin gerek kültür bitkisi gerekse yabancı ot konukçu çevresinin geniş olması (67 familyadan 470 tür bitki doğal konukçusudur) [Kaper ve Waterworth, 1981], 60'dan fazla afet türü ile taşınması (Gibbs ve Harrison, 1970; Hamilton, 1985) ve bazı kültür bitkileri ve yabancı ot tohumları ile taşınabilmesi sebebiyle kontrolü oldukça zordur. Tohumda düşük konsantrasyonlarda bulunması nedeniyle CMV gibi tohum ile taşınan virüslerin belirlenebilmesi için hassas yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. ELISA yöntemi hassas bir yöntem olarak bilinmesine rağmen bazen çok düşük konsantrasyonlardaki (ng) virüslerin belirlenmesi için yetersiz kalmaktadır. PCR esaslı yöntemler ELISA' ya göre daha hassas olarak bilinmekte (Henson ve French, 1993) ve özellikle virüslerin tohumdan bulaşmalarının belirlenmesi için kullanılmaktadır (Yang ve ark., 1997).

Bu çalışma, RT-PCR yöntemi ile hıyar bitkisinde CMV enfeksiyonunun belirlenmesine yönelik bir ön çalışmadır. Bundan sonraki araştırmalarda CMV'nin değişik bitki türlerinin tohumlarında taşınma durumunun belirlenmesi ve farklı bitki türlerinde enfeksiyon yapan CMV alt gruplarının (Subgrup I ve Subgrup II) ayrılmasında RT-PCR yönteminin kullanılması amaçlanmaktadır.



Şekil 1. CMV ile enfekteli *N. glutinosa* bitkilerinden ekstrakte edilen RNA'lar kullanılarak RT-PCR yöntemi ile CMV kapsid geninin amplifikasyonu. 1: Marker (Lambda-PUC), 2: CMV ile enfekteli *N. glutinosa* bitkisi, 3: Boş hücre, 4: Negatif kontrol 1 (sağlıklı *N. glutinosa*), 5: Negatif kontrol 2 (cDNA ilave edilmedi)

4. KAYNAKLAR

- Abdalla, O.A., P.R. Desjardins, and J.A. Dodds. 1991. Identification, disease incidence and distribution of viruses infecting peppers in California. *Plant Disease* 75: 1019-1023.
- Choi, S.K., J.K. Choi, W.M. Park, and K.H. Ryu. 1999. RT-PCR detection and identification of three species of cucumoviruses with a genus-specific single pair of primers. *Journal of Virological Methods*, 83: 67-73.
- Çağlar, B. K. ve M. A. Yılmaz, 2002. Detection of *Squash mosaic comovirus* (SqMV) of Cucurbits by biological, serological and advanced techniques methods in Çukurova region in Turkey. *J. Turk. Phytopath.* 31 (2):79-87.
- Çitir, A., N.D. Kutluk, N. Sağlam, ve H. İlbağı, 1998. Amasya, Çorum, Samsun ve Tokat illerinde hıyar ve kabak kültürlerinde görülen virüs hastalıklarının simptomatolojik ve biyolojik yöntemlerle tanıları. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi. Ankara s: 331-335.
- Desbiez, C., H. Lecoq, S. Aboulama, and M. Peterschmitt, 2000. First Report of Cucurbit Yellow Stunting Disorder Virus in Morocco. *Plant Disease* 84: 596.
- Fidan, Ü., 1995. Virus Diseases of Vegetables in Greenhouses in Izmir and Muğla. *J. Turkish Phytopathology*, 24: 7-14.
- Gibbs A.J., and B.D. Harrison. 1970. *Cucumber Mosaic Virus*. Descriptions of Plant Viruses. No: 1. C.M.I./A.A.B. Kew, Surrey, England.
- Hamilton, R.I., 1985. Virus Transmission In the Plant Viruses Volume I. Polyhedral Virions with Tripartite Genomes. Plenum Press New York. p: 309.
- Henson, J.M. and R. French, 1993. The polymerase chain reaction and plant disease diagnosis. *Annual Rev. Phytopathology*, 31: 81-109.
- Havelda, Z., and A.J. Maule, 2000. Complex Spatial Responses to Cucumber Mosaic Virus Infection in Susceptible *Cucurbita pepo* Cotyledons. *Plant Cell* 12 (10): 1975-1986.
- Isakeit, I., N.I. Robertson, J.K. Brown, and R.L. Gilbertson, 1994. First Report of Squash Leaf Curl Virus on Watermelon in Texas. *Plant Disease*, 78:1010.
- Kaper, J.M., H.E. Waterworth, 1981. *Cucumoviruses*. in Kurstak, E., ed. *Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis*. The Netherlands Elsevier/North Holland Biomedical Press, 257-263.

- Kon, T., L.M. Dolores, N. B. Bajet, S. Hase, H. Takahashi, and M. Ikegami, 2003. Molecular Characterization of a Strain of Squash Leaf Curl China Virus from the Philippines. *J. Phytopathology* 151: 535-539.
- Kurçman, S., 1977. Determination of Virus Diseases on Cultural Plants in Turkey. *J. Turkish Phytopathology*, 6: 25-46.
- Lakshman, D.K., and D. Gonsalves, 1985. Genetic Analyses of Two Large-Lesion Isolates of Cucumber Mosaic Virus. *Phytopathology* 75: 758-762.
- Lisa, V., G. Boccardo, G. D'Agostino, G. Dellavalle, and M. d'Aquilio, 1981. Characterization of a potyvirus that causes Zucchini yellow mosaic. *Phytopathology* 71: 667- 672.
- Lovisolo, O., 1981. Virus and Viroid Diseases of Cucurbits. *Acta Horticulture*. 88: 33-82.
- Moreno, I.M., J.M. Malpica, J.A. Diaz-Pendo'n, E. Moriones, A. Fraile, and F. Garcia-Arenal, 2004. Variability and genetic structure of the population of watermelon mosaic virus infecting melon in Spain. *Virology* 318: 451- 460
- Nogay, A., and Ü., Yorgancı, 1984. Investigations on the Identification, Transmission and Host Range of Viruses Infecting the Culture Plant of *Cucurbitaceae* in Marmara Region. 1- The Identification of Viruses Cucurbits in Marmara Region. *J. Turkish Phytopathology*, 13: 9-28.
- Pico, B., C. Villar, and F. Nuez, 2003. Screening *Cucumis sativus* landraces for resistance to cucumber vein yellowing virus. *Plant Breeding* 122, 426-430.
- Sevik, M.A and M. Arli-Sokmen., 2003. Viruses Infecting Cucurbits in Samsun, Turkey. *Plant Disease*, 87 (4): 341-344.
- Taliansky, M.E., and F. Garcia- Arenal, 1995. Role of Cucumovirüs capsid protein in long- distance movement within the infected plant. *American Society for Microbiology*. Vol 69: 1-20.
- Thomson, K.G., R.G. Dietzgen, A.J. Gibbs, Y.C. Tang, W. Liesack, D.S. Teakle, and E. Stackebrandt. 1995. Identification of Zucchini yellow mosaic potyvirus by RT-PCR and analysis of sequence variability. *Journal of Virological Methods*, 55 (1): 83-96.
- Varveri, C., and K. Boutsika. 1999. Characterization of cucumber mosaic cucumovirus isolates in Greece. *Plant Pathology*, 48: 95-100.
- Verwored, T.C., B.M.M. Dekker, and A. Hoekema. 1989. A Small Scale Procedure for the Rapid Isolation of plant RNAs. *Nucleic Acid Research* 17, 2362.
- Yang, Y., K.S. Kim, and E.J. Anderson, 1997. Seed Transmission of Cucumber Mosaic Virus in Spinach. *Phytopathology*, 87: 924-931.
- Yardımcı, N., ve S. Korkmaz, 2002. Isparta yöresinde üretilen kabaklarda enfeksiyon oluşturan viral etmenin dsRNA analiz yöntemi ile tanılanması üzerinde araştırmalar. *S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (2): 49-55.
- Yılmaz, M.A., S. Baloğlu, M. Özaslan, ve M.E. Güldür, 1995. GAP Bölgesi kültür bitkilerinde belirlenen virüsler. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu s: 241-250 Şanlıurfa/Türkiye.
- Zhao, M.F., J. Chen, H.Y. Zheng, M. J. Adams and J.P. Chen, 2003. Molecular Analysis of Zucchini yellow mosaic virus Isolates from Hangzhou, China. *J. Phytopathology* 151, 307-311.

TARLA KAPASİTESİ VE DEVAMLILIK SOLMA NOKTASININ TOPRAKLARIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE İLİŞKİLİ PEDOTRANSFER EŞİTLİKLERLE BELİRLENMESİ

Coşkun GÜLSER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 55139 Samsun

Geliş Tarihi:15.05.2004

ÖZET: Bu çalışmada sürekli tarım yapılan toprakların tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerleri pedotransfer eşitlikleri ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikler toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki çoklu regresyonu esas almaktadır. Toprakların tarla kapasitesi (TK) ve devamlı solma noktası (DSN) değerleri ile kil, organik madde ve elektriksel iletkenlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki bulunmuştur ($p < 0.01$). Toplam gözeneklilik ve kil içeriği; sırasıyla TK ve DSN üzerine en yüksek doğrudan ölçülen değerlerle daha yüksek ilişki vermiştir. Bu eşitliklerde toprakların fiziksel özelliklerinin kullanımı kimyasal özelliklere göre kullanılması ölçülen TK ($r = 0.924^{**}$) ve DSN ($r = 0.980^{**}$) değerleri ile olan ilişkilerin önem düzeyini artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarla Kapasitesi, Devamlı Solma Noktası, Pedotransfer Eşitlikler

DETERMINATION OF FIELD CAPACITY AND PERMANENT WILTING POINT WITH PEDOTRANSFER FUNCTIONS RELATED TO SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

ABSTRACT: In this study, field capacity and permanent wilting point of soils under continuous farming were estimated with pedotransfer functions. These functions define multiple regressions among some soil physical and chemical properties. Field capacity (FC) and permanent wilting point (PWP) values of soils gave statistically significant relations with clay, sand, total porosity, organic matter and electrical conductivity ($p < 0.01$). Total porosity and clay content showed the highest direct effects on FC and PWP, respectively. Using soil physical properties in pedotransfer functions gave the higher relations with measured values than using the chemical properties. In these equations, using soil physical and chemical properties together increased significance level of the relations with measured values of FC ($r = 0.924^{**}$) and PWP ($r = 0.980^{**}$).

Key Words: Field Capacity, Permanent Wilting Point, Pedotransfer Functions.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir tarımda toprak ve su kalitesinin devamlılığı için uygun toprak yönetim şeklinin seçimi, toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin bilinmesine bağlıdır. Toprak profili boyunca katıların transferi, bitkiye yararlı su kapsamı, çimlenme, besin elementi alımı, toprak sıcaklığı, sulama ve drenaj gibi çalışma konularında nem karakteristik eğrilerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulur (Rawls, 1982, Puckett ve ark. 1985). Tarla kapasitesi ve solma noktası gibi nem karakteristik değerlerinin doğrudan ölçümlü zaman alıcı laboratuvar çalışmalarını gerektirir (Rawls, 1982). Bu nem değerlerinin belirlenmesi için geliştirilen pedotransfer eşitlikler nem değerleri üzerinde önemli etkiye sahip olan ve kolayca ölçülebilen toprak özelliklerinin kullanımına ait çoklu regresyon eşitlikleridir (Salchow, 1996). Pedotransfer eşitliklerde kullanılan parametreler genelde tekstür, organik madde içeriği ve hacim ağırlığı gibi toprak özelliklerini kapsamaktadır (Basile, 1997; De Macedo ve ark. 2002; Mohammadi, 2002).

TK yağış veya sulama uygulamalarından sonra serbest drenajla uzaklaşan suyun hareketi tamamlandıktan sonra, 0.1 ile 0.33 bar (-33 kPa) basınçla toprakta tutulan yüzde nem miktarı olarak tanımlanır. DSN ise bitkinin toprakta

alabildiği suyun alt sınırı olup, 15 bar (-1500 kPa) basınçla toprak tarafından tutulan nem miktarına eşdeğerdir (Hillel, 1982). Hillel (1982) tarla kapasitesindeki nem miktarının tekstür, kil tipi, organik madde içeriği, ıslanma derinliği, geçirgen olmayan katmanların varlığı ve evapotranspirasyon gibi faktörlerden etkilendiğini bildirmiştir. Birçok çalışma tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerinin kil, silt, silt + kil ve organik karbon değerleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir (Hollis ve ark. 1977; Arya ve Paris, 1981; Minasny, 1999; de Macedo ve ark. 2002). Bu çalışmanın amacı; sürekli olarak üzerinde tarım yapılan toprakların, tarla kapasitesi ve solma noktası nem sabitelerinin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile olan ilişkilerini belirlemek ve pedotransfer eşitlikler ile bu nem sabitelerinin tahminini araştırmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kullanılan 31 adet yüzey toprak örneği Samsun'un Bafra ve Çarşamba, Amasya'nın Suluova ilçelerinde üzerinde sürekli olarak tarım yapılan toprakların 0-20 cm derinliğinden alınmıştır. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri, laboratuvarda havada kurutulup ve 2 mm'lik elekten elenen örnekler üzerinde yapılmıştır. Toprakların kil, silt ve kum

içerikleri hidrometre yöntemine göre (Demiralay, 1993), organik madde (OM) kapsamları "Walkley-Black" yaş yakma yöntemine göre saptanmıştır (Kacar, 1994). Toprakların pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ($EC_{25^{\circ}C}$) 1:1 toprak:su süspansiyonunda, hacim ağırlıkları (DB) bozulmuş toprak örneklerinde Tüzüner (1990)'e göre belirlenmiştir. Toprakların toplam gözenekliliği (F) tanecik yoğunluğu 2.65 g cm^{-3} kabul edilerek, $F = [1 - (DB/2.65)]$ eşitliğinden hesaplanmıştır. Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası nem sabiteleri sırasıyla 1 ve 15 bar'lık seramik tablalar üzerinde 24 saat süreyle doymuş hale getirilen toprak örneklerinin 0.33 ve 15 bar basınç altında nem içerikleri dengeye ulaşınca kadar 72 saat bekletilmesi ile belirlenmiştir (Klute, 1986).

Toprak nem sabiteleri ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki istatistiksel ilişkiler ve aralarındaki doğrusal ve dolaylı etkiler path analizi ile TARIST bilgisayar programında belirlenmiştir. Bağımlı değişken olarak nem sabiteleri alınmış ve toprak özellikleri ile olan çoklu regresyon eşitlikleri MINITAB-32 bilgisayar programı kullanılarak oluşturulmuştur. Elde edilen çoklu regresyon eşitliklerinin istatistiksel olarak önem dereceleri Yurtsever (1984)'e göre değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırma topraklarının büyük çoğunluğu ince bünyeli ve tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Organik madde içeriği çok az ile iyi, reaksiyon ise hafif asit ile hafif alkali arasında değişmektedir (Soil Survey Staff, 1993).

3.1. Nem Sabitelerinin Toprak Özellikleri ile İlişkileri

Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası nem sabitelerinin toprakların fiziksel ve kimyasal

özellikleriyle ilişkilerine ait regresyon katsayıları (r) Çizelge 2'de verilmiştir. Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerinin silt içeriği ve pH dışında tüm toprak özellikleriyle olan ilişkileri istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemlidir. Toprakların nem sabiteleri için en yüksek ilişkiler TK ile F (0.918**) ve DSN ile C (0.974**) arasında elde edilmiştir. Her iki nem sabitesi de toprakların fiziksel özellikleri olan kil, kum ve toplam gözeneklilik değerleri ile kimyasal özelliklere göre daha yüksek ilişkiler vermiştir. Toprakların kum içeriği TK ve DSN ile istatistiksel olarak önemli negatif ilişki vermiştir.

Nem sabiteleri ile istatistiksel olarak önemli derecede ilişkili olan toprak özelliklerinin, TK ve DSN üzerine olan doğrudan ve dolaylı etkileri path analizi ile elde edilmiş ve Çizelge 3'te verilmiştir. Path analizi sonuçlarına göre tarla kapasitesi üzerine toplam gözeneklilik en büyük doğrudan etkiye sahiptir. Önemli düzeyde ilişki gösteren diğer toprak özelliklerinin TK'si üzerine doğrudan etkisi ise artan düzeyde şu şekilde bulunmuştur; $EC < OM < C < S < F$. Devamlı solma noktası ile önemli düzeyde ilişkili olan özelliklerin doğrudan etkileri ise artan düzeyde şu şekildedir; $OM < EC < S < F < C$. Özdemir ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada; Samsun yöresine ait toprakların kil içerikleri ile toprak özellikleri arasındaki en yüksek ilişkiler TK ve DSN değerleri ile belirlenmiş olup, TK ve DSN üzerine en büyük doğrudan etkiyi de kil içeriği göstermiştir. Toprak özelliklerinin TK üzerine dolaylı etkileri genelde toplam gözeneklilik üzerinden ve SN değerlerine olan dolaylı etkileri ise kil içeriği üzerinden olmuştur.

Petersen ve ark. (1996) kil minerallerinin negatif yüklü geniş yüzey alanlarından kaynaklanan çekim kuvvetleriyle çift kutuplu yapıya sahip su moleküllerini adsorbe yeteneklerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. DSN değerleri üzerine en yüksek doğrudan ve dolaylı etkilerin kil içeriği üzerinden görülmesi, bu nem sabitesinde topraktaki suyun kil

Çizelge 1. Araştırma Topraklarına Ait Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikler (n=31)

Toprak Özellikleri	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. hata	Std. Sapma
Kil (C), %	9,44	68,73	42,46	2,75	15,30
Silt (Si), %	4,43	47,68	33,25	1,76	9,78
Kum (S), %	6,84	86,13	24,29	2,69	14,96
Organik madde (OM), %	0,38	3,87	1,94	0,16	0,87
pH (1:1)	6,45	7,55	7,18	0,05	0,25
$EC_{25^{\circ}C}$, dS m ⁻¹	0,21	1,22	0,72	0,04	0,24
Hacim ağırlığı (DB), g cm ⁻³	1,04	1,54	1,22	0,02	0,10
Toplam gözeneklilik (F)	0,42	0,61	0,54	0,01	0,04
Tarla kapasitesi (TK), %	10,91	45,06	34,21	1,18	6,60
Devamlı solma noktası (DSN), %	5,22	22,64	14,97	0,80	4,45

Çizelge 2. Bazı Toprak Özellikleri İle Nem Sabiteleri Arasındaki Regresyon Katsayıları.

	OM	C	Si	S	F	EC	pH
TK	0.567**	0.837**	0.022	-0.870**	0.918**	0.573**	-0.032
DSN	0.644**	0.974**	-0.337	-0.776**	0.875**	0.497**	-0.108

** İstatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli

Çizelge 3. Toprakların Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin Nem Sabiteleri Üzerine Etkileri

Nem sabitesi	Toprak özelliği	Doğrudan etki, %	Dolaylı Etki, %				
			OM	C	S	F	EC
TK	OM	12.12	-	17.50	16.50	50.33	3.58
	C	21.23	6.15	-	18.04	50.47	4.11
	S	22.36	5.29	16.49	-	52.03	3.83
	F	55.55	5.72	16.34	18.42	-	3.97
	EC	11.78	5.08	16.62	16.95	49.57	-
DSN	OM	2.86	-	59.13	10.92	25.16	1.93
	C	63.71	1.29	-	10.62	22.41	1.97
	S	14.85	1.25	55.78	-	26.05	2.07
	F	28.14	1.37	55.94	12.39	-	2.17
	EC	6.36	1.20	56.31	11.28	24.85	-

minerallerinden kaynaklanan mikro gözenekler içerisinde daha yüksek matrik potansiyellerle tutulmasıyla açıklanabilir.

Tarla kapasitesi üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerin en fazla toplam gözeneklilik üzerinden görülmesi ise TK'deki nemin mikro ve yoğunlukla da makro gözenekler içerisinde tutulmasıyla açıklanabilir. Toprakların organik madde içeriğindeki artışın su tutma kapasitesini artırdığı bilinmektedir (Klute, 1986; Kern, 1995). Toprakların organik madde ve kil içeriklerindeki artış hacim ağırlığını azaltarak toplam gözenekliliği artırmaktadır. İnce bünyeli topraklar kaba bünyeli olanlara göre daha fazla mikro gözenekliliğe ve su tutma kapasitesine sahiptirler (Hillel, 1982). Toprakların elektriksel iletkenlik değerlerinin su tutma kapasiteleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Kachanoski ve ark. 1988; 1990). Morgan ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada hacimsel su içeriği ile saturasyon ekstraktının EC değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulmuşlardır. Bu çalışmada da EC değerleri her iki nem sabitesi ile istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli ilişkiler bulunmuştur. OM ve EC değerleri en yüksek dolaylı etkiyi, TK'nde toplam gözeneklilik, DSN'nda ise kil içeriği üzerinden göstermişlerdir.

3.2. TK ve DSN için Pedotransfer Eşitlikler

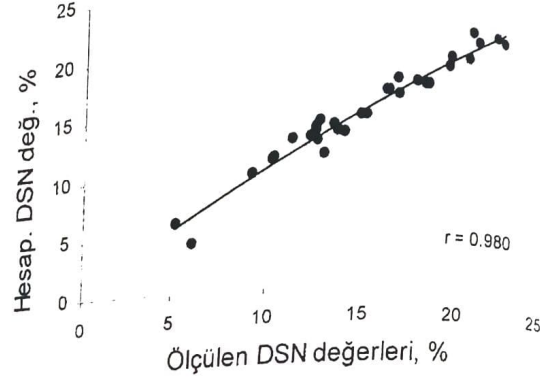
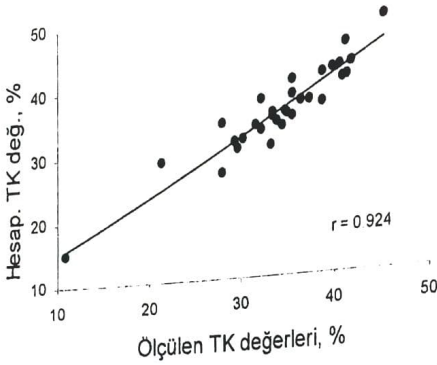
Tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası değerlerinin tahmini için pedotransfer eşitliklerinin oluşturulmasında doğrusal regresyon ve path analizi sonuçları dikkate alınmıştır. TK ve DSN ile istatistiksel olarak önemli düzeyde ilişki göstermeyen silt içeriği ve toprak reaksiyonu eşitliklerin oluşturulmasında kullanılmamıştır.

Toprakların kimyasal (1), fiziksel (2) ve kimyasal-fiziksel (3) özelliklerinin bir arada kullanılmasıyla elde edilen pedotransfer eşitliklerine ait katsayılar ve R^2 değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Elde edilen çoklu regresyon eşitliklerinin R^2 değerleri dikkate alındığında, TK ve DSN değerlerinin tahmininde en iyi eşitliklerin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bir arada kullanıldığı 3 numaralı eşitliklerle sağlandığı görülmektedir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerin bir arada kullanıldığı eşitlikten hesaplanan değerler ile ölçülen nem sabiteleri arasındaki ilişkiler Şekil 1'de verilmiştir. Tüm eşitliklerde kil içeriği ve toplam gözeneklilik katsayıları pozitif, kum içeriğinin katsayısı ise negatif değer almaktadır. Bu durum toprakların nem içerikleri üzerinde kil ve toplam gözenekliliğin artırıcı, kumun ise azaltıcı etkisinden kaynaklanmaktadır. De Macedo ve ark. (2002) toprakların nem karakteristiklerini belirlemek için elde ettikleri çoklu regresyon eşitliklerindeki katsayıların kil ve gözeneklilik için pozitif, kum için ise negatif değerler aldığını bildirmişlerdir. Kile ait katsayının DSN'nda TK'ndekine göre yüksek bulunması da kilin etkisinin hesaplanmasında da kilin etkisinin DSN üzerine TK'nden daha etkili olduğunu göstermektedir. Manrique ve ark. (1991) devamlı solma noktasındaki nem içeriğinin kil içeriği ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bauer ve Black (1992) devamlı solma noktası ve tarla kapasitesindeki nem değerlerinin, organik karbon, kum ve kil içerikleri ile önemli düzeyde ilişkili eşitlikler bulmuşlardır.

Çizelge 4. Pedotransfer Eşitliklere Ait Katsayılar Ve Önem Düzeyleri.

							R ²
			EC				0.507
1	Sabite	OM	+ 12.9				0.497
TK	+ 20.3	+ 2.54	+ 5.67				
DSN	+ 5.57	+ 2.74					
				F			0.840
2	Sabite	C	S	+ 145			0.960
TK	- 44.4	+ 0.012	- 0.009	+ 23.8			
DSN	- 7.81	+ 0.234	- 0.011				
					C	S	
3	Sabite	OM	+ 4.24	+ 0.020	- 0.005	+ 142	0.855
TK	- 44.6	- 0.865	- 1.10	+ 0.238	- 0.003	+ 27.6	0.962
DSN	- 8.94	- 0.111					



Şekil 1. Pedotransfer eşitliklerden hesaplanan ve ölçülen TK ve DSN değerleri arasındaki ilişkiler.

4. SONUÇ

Sürekli olarak tarım altında bulunan toprakların TK ve DSN değerlerinin, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri kullanılarak oluşturulan çoklu regresyon eşitlikleri ile hesaplanması mümkün gözükmemektedir. Elde edilen pedotransfer eşitliklerinde toprakların fiziksel özellikleri nem sabitelerinin belirlenmesinde kimyasal özelliklere göre daha etkin rol almaktadır. Toprakların toplam gözenekliliği TK, kil içerikleri ise DSN değerleri üzerine doğrudan etkili olan faktörlerdir. Kil, kum ve toplam gözeneklilik gibi fiziksel özellikler kullanılarak elde edilen eşitliklere, organik madde ve EC gibi kimyasal özelliklerinde ilave edilmesi, toprakların nem sabitelerinin hesaplanmasındaki ilişkilerin önemlilik derecesini artırmıştır. Bu çalışmada bulunan eşitlikler benzer özelliklere sahip örnekleme yapılan yöredeki tarım topraklarının TK ve DSN değerlerinin tahmininde kullanılabilir. Fakat, pedotransfer eşitliklerinin daha geniş toprak grupları için nem karakteristiklerini belirlemede ki başarısı, daha çok sayıda ve fiziksel-kimyasal açıdan farklı toprak tiplerini içeren örneklerle yapılacak olan çalışmaların sonucuna bağlıdır.

5. KAYNAKLAR

- Arya, L.M., Paris, J.F., 1981. A physicoempirical model to predict the soil moisture characteristic from particle-size distribution and bulk density data. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 1023-1030.
- Basile, A., D'urso, G., 1997. Experimental corrections of simplified methods for predicting water

retention curves in clay-loamy soils from particle-size determination. *Soil Technol.*, 10:261-272.

- Bauer, A., Black, A.L., 1992. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:248-254.
- De Macedo, J.R., Meneguelli, N.A., Filho, T.B.O., Lima, J.A.S., 2002. Estimation of field capacity and moisture retention based on regression analysis involving chemical and physical properties in Alfisols and Ultisols of the state of Rio de Janeiro. *Commun. Soil Sci. Plant An.* 33 (13 and 14): 2037-2055.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak fiziksel analiz yöntemleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları. Erzurum, 111-120.
- Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Press, Inc. San Diego, California.
- Hollis, J.M., Jones, R.J.A., Palmer, R.C., 1977. The effects of organic matter particle size on the water retention properties of some soils in the West Midlands of England, *Geoderma*, 17(3):225-238.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri:III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No.3, 89-98.
- Kachanoski, R. G., Gregorich, E. G., Van-Wesenebeck, I. J. 1988. Estimating spatial variations of soil water content using noncontacting electromagnetic inductive methods. *Can. J. Soil Sci.* 68:715-722.
- Kachanoski, R. G., De Jong, E., Van-Wesenebeck, I. J. 1990. Field scale patterns of soil water storage from non-contacting measurements of bulk electrical conductivity. *Can. J. Soil Sci.* 70:537-541.

- Kern, J.S., 1995. Evaluation of soil water retention models based on basic soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1134-1141.
- Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. In A. Klute (Ed.) *Method of Soil Analysis Part I*, Second Edition, Argon. Monog. No 9 ASA Madison WI pp 635-662.
- Manrique, L.A., Jons, C.A., Dyke, P.T., 1991. Predicting soil water retention characteristics from soil physical and chemical properties. *Commun. Soil Sci. And Plant Anal.* 22 (17and 18): 1847-1860.
- Minasny, B., Mcbratney, A.B., Bristow, K.L., 1999. Comparison of different approaches to the development of pedotransfer functions for water-retention curves. *Geoderma*, 93:225-253.
- Mohammadi, J., 2002. Testing an artificial neural network for predicting soil water retention characteristics from soil physical and chemical properties. 17th WCSS, 14-21 August, Thailand.
- Morgan, C.L.S., Wolkowski, R.P., Norman, J.M., 2000. Is it useful to measure soil electrical conductivity? *Fertilizer Algime and Pest Management Conference*, WI.
- Özdemir, N., Gülser, C., Aşkın, T., 2000. Determination of relations between some soil properties and some soil moisture constants using path analysis. *Proceedings of International Symposium on Desertification*. 13-17 June, Konya/Turkey.
- Petersen, G.W., Cunningham, R.L., Matelski, R.P., 1968. Moisture characteristics of Pennsylvania soils. I. Moisture Retention as Related to Texture, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 32(2):271-275.
- Puckett, W.E., Dane J.H., Hajek B.F., 1985. Physical and mineralogical data to determine soil hydraulic properties, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49(4):831-836.
- Rawls, W.J., Brakensiek, D.L., Saxton, K.E. 1982. Estimation of soil water properties, *Trans. ASAE*, 25(5): 1316-1320.
- Salchow, E., Lal, R., Fausey, N.R., Ward, A., 1996. Pedotransfer functions for variable alluvial soils in southern Ohio. *Geoderma* 73:165-181.
- Soil Survey Staff. 1993. *Soil Survey Manual* USDA Handbook No:18 Washington.
- Tüzüner, A., 1990. Bozulmuş örneklerde sıkıştırma yöntemiyle hacim ağırlığı tayini. Tüzüner, A. (Ed.) *Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı*. TC Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizm. Genel Müd. Ankara, sayfa 100.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneyisel istatistik metotlar*. TC Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizm. Genel Müd. Yayınları, Ankara.

DÜZENLEYİCİ UYGULAMALARININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ VE MISIRDA N KAPSAMINA ETKİLERİ

Nutullah ÖZDEMİR Ayhan HORUZ Semra ÖZKAPTAN
O. M. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 55139 SAMSUN

Geliş Tarihi: 01.06.2004

ÖZET: Bu çalışma topraklara ilave edilen kireç, atık çamuru, zeolit ve polyacrylamide gibi organik ve inorganik düzenleyicilerin bazı toprak özellikleri ve mısır bitkisinde toplam azot içeriğine etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilmiştir. Deneme Samsun-Terme yöresinden alınan yüzey toprak örnekleri üzerinde yürütülmüştür. Deneme konusu toprak ince tekstürlü, düşük pH'lı ve alkalilik sorunu bulunmayan topraklardır. Tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülen çalışmada organik ve inorganik artıklar dört farklı seviyede ve iki tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Toprak örnekleri 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyondan sonra bütün saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Sonuçta ilave edilen organik ve inorganik artıkların toprak özelliklerini olumlu yönde etkilediği ve mısır bitkisinin toplam azot içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Organik ve inorganik düzenleyicilerin etkinlikleri çeşitlerine ve uygulama düzeylerine bağlı olarak değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, Düzenleyici, Azot

EFFECTS OF SOIL AMENDMENT APPLICATIONS ON SOME SOIL PROPERTIES AND NITROGEN CONTENT OF CORN

ABSTRACT: The objective of the present investigation was to find out the effect of incorporating of various organic and inorganic matter sources such as lime (L), zeolit (Z), polyacrylamide (PAM), and biosolid (BS) into soil on the some soil properties and N content of corn plant. A bulk surface (0-20 cm depth) soil sample was taken from Samsun-Terme, in north part of Turkey. Some properties of the soil were determined as follows; fine in texture, modarete in organic matter content, low in pH, and free of alkaline problem. The soil samples were treated with the inorganic and organic materials at four different levels including the control treatments and each treatment was replicated two times in a randomized factorial block design. The soil samples were incubated for ten weeks. After incubation period, corn was grown in all pots. The results can be summarized as organic and inorganic matter treatment affected soil properties positively and increased the N content of corn significantly. Effectiveness of the treatments varied depending on the types and levels of organic and inorganic materials.

Key Words: Soil Properties, Amendment, Nitrogen

1.GİRİŞ

Sürdürülebilir tarımsal üretimde toprağın mineral besin maddeleri statüsü ile birlikte fiziksel ve kimyasal özellikleri de önem taşımakta olup bu özelliklerin geliştirilmesinde organik materyaller ile inorganik düzenleyiciler önemli etki yada katkılara sahiptirler. Bu amaçla çeşitli araştırmacılar değişik topraklara farklı düzeylerde ahır gübresi (Weeretna, 1978; Gür, 1981; Aran, 1986), buğday samanı (Gür, 1981; Christensen, 1986), yeşil gübre (Biswas ve ark., 1970; Havanagi ve Mann, 1970; Gür, 1981), çöp kompostu (Khaalel ve ark., 1981; Yalçuk, 1984; Pikul ve Allamaras, 1986), kireç (Sürücü, 1995) ile diğer bir takım organik artıkları (Epstein ve ark., 1976; Guidi ve. ark., 1981) ve bazı araştırmacılar yapay organik düzenleyicileri uygulayarak (Rawitz ve Hazan, 1978; Gabriels, 1971) söz konusu gelişme ve değişmeyi araştırmışlardır.

Tarım arazilerine uygulanan atık su, atık çamuru ve ticari inorganik gübrelerin etkinlikleri üzerinde yapılan araştırmalarda atık çamurlarının ticari inorganik gübreler kadar etkili oldukları,

bitkilere besin elementi sağladıkları ve organik materyal kaynağı görevi yaptıkları, etkinliklerinin ilgili materyalin özelliği ile uygulama dozuna bağlı olarak değiştiği saptanmıştır (Henry ve Harrison, 1991; Clapp ve ark., 1994). Bununla beraber organik gübrelerde azotun elverişliliğinin tahmini zordur (Wilson ve Gilmour, 1998) ve atık çamuru araziye uygulandığı zaman dengelenmemiş olan besin elementleri kompozisyonu önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu materyal araziye uygulandığı zaman toprakta iz elementlerin birikimi ile karşı karşıya kalılabilmektedir (Chang ve ark., 1984; Chang ve Page, 1990; McGrath ve ark., 1995). Bu süreç bitkiler, toprak organizmaları, hayvanlar ve insanlar için potansiyel risk oluşturmaktadır (Clapp ve ark., 1994; NRC, 1996).

Organik materyaller eğer geniş alanlara uygulanacaksa çözülmesi gereken bir problem de kaynağın lokal olduğunun anlaşılmasıdır. Ayrıca artan kompostlanmış atık çamurları miktarı daha fazla uygulama alanı gerektirir. Bu nedenle organik materyal kaynağı olarak kompostun üretim alanında (outlet) garanti altına alınması

gerekir (Leege 1993). Bu durum taşıma maliyetlerini sınırlandırdığından dolayı lokal bitkisel üretim sahaları ideal uygulama alanları olarak görünmektedir.

İslah maddelerinin uygulanması (kireç, zeolit, PAM, atık çamuru) toprak verimliliğini geliştirerek vejetatif örtüyü ve verimi artırır. Cole ve ark. (1986) yaptıkları bir araştırmada atık çamuru uygulamalarının orman ürünlerinde artış sağladığını ortaya koymuşlardır. Denis ve Fresquez (1989) atık çamuru uygulamasına paralel olarak toprağın kimyasal özelliklerinin yanında biyolojik özelliklerinin de iyileştiğini belirtmektedirler. İslah maddelerinin uygulanmasından sonra bitki örtüsünde meydana gelen artış yağmurun darbe etkisini ve toprak parçacıklarının sıçratılarak taşınmasını da azaltmaktadır (Thurrow ve ark., 1987).

Kompostlanmış ve taze gübre uygulamasının mısır bitkisinin verimine olan etkilerini belirlemek üzere yürütülen araştırmalarda bu iki ıslah maddesinin aynı zamanda uygulanması durumunda sonucun benzer olduğu ifade edilmektedir (Reider ve ark., 2000; Eghball ve Power, 1999; Ma ve ark., 1999; Xie ve MacKenzie, 1986). Bununla birlikte, N kullanım etkinliğine ilişkin bulgular komposttan sağlanan azotun taze gübreden sağlanana oranla eşit veya daha az olduğu tespit edilmiştir. İslah maddelerinin uygulanma zamanı bitkilerin cevabını etkilemekte olup iklimsel koşulların etkisiyle önem taşımaktadır (Warman, 1995; Talarczyk ve ark., 1996; Sanchez ve ark., 1997).

Toprak özelliklerinin düzeltilmesi ve verimin artırılmasında toprak özellikleri ile kullanılacak olan materyallerin özellikleri önem taşımaktadır. Alkaline stabilize edilmiş atık çamuru ile diğer maddelerinin (kireç, apatit, doğal zeolit, ve demirce ile zenginleştirilmiş apatit) çinkonun yararlılığı ve ekstrakte edilebilirliğinin azaltılması üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yürütülen çalışmada (Chlopecka ve Adriano, 1989) Fe ile zenginleştirilmiş apatit ve doğrudan azot uygulamasının Zn elverişliliğinin azaltılmasında kireç yada zeolitten daha etkili olduğu belirlenmiştir. Uygulanan organik düzenleyicilerin toprağın organik madde içeriğini, su tutma kapasitesini, KDK (Einspahr ve ark., 1984), N ve P yararlılığını, değişebilir Ca ve Mg miktarını (Logan ve Esmaeilzadeh, 1985), toprak reaksiyonunu ve dolayısıyla bitkisel üretimi artırdığı ortaya konulmuştur (Logan ve Esmaeilzadeh, 1985; Bockheim ve ark., 1988a). Ayrıca toprağa uygulanan çeşitli organik atıklar şelatlama etkisi ile bitkiler için elverişsiz formlarda bulunan mikro besin elementlerinin yararlılığını artırarak bitkisel üretimi olumlu yönde etkilemektedir.

Bu araştırma; kireç, atık çamuru, poliakrilamid (PAM) ve zeolit gibi organik ve inorganik kökenli toprak düzenleyicilerin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mısır bitkisinde azot içeriğine etkisini belirlemek üzere yürütülmüştür.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Denemede kullanılan toprak örneği Samsun ilinin Terme ilçesi Köybucağı yöresinde tarla tarımı yapılmakta olan alandan ve yüzeyden (0-20 cm derinlikten) alınmıştır.

Kullanılan kireç, atık çamuru, zeolit ve poliakrilamid (PAM) farklı kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir.

2.2. Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Bu denemede üç farklı seviyede kireç uygulanan killi toprağa zeolit ve iki farklı organik artık dört değişik düzeyde uygulanmıştır. Deneme iki paralelli olarak kurulmuş (2X3x3X4) ve bölünen bölünmüş parseller düzeninde yürütülmüştür.

Sera koşullarında yürütülen bu denemede, havada kurutulup 2 mm'lik elekten geçirilen topraktan 4'er kg'lık alt örnekler alınarak plastik kaplar içerisine konulmuştur. SMP yöntemine göre kireç ihtiyacı belirlendikten sonra (Kacar, 1994) kaplara kireç ihtiyacı giderilmeden (K_1), kireç ihtiyacının yarısı kadar (K_2) ve kireç ihtiyacını karşılayacak kadar (K_3) kireç uygulanmıştır. Daha sonra saksılara kuru ağırlık esasına göre yüzde 0.0, 2.0, 4.0 ve 8.0 organik madde içerecek şekilde atık çamuru (AÇ), yüzde 0.0, 0.5, 1.0 ve 2.0 zeolit materyali (Z) ve 0, 15, 30, 60 ppm PAM ilave edildikten sonra plastik saksılara aktarılmıştır. Deneme topraklarına 8 kg/da azot ve 5 k/da P_2O_5 hesabı ile kimyasal gübre uygulanmıştır. Saksılara Denetler ve karışımlar tarla kapasitesine getirilinceye kadar saksılara damla damla çeşme suyu damlatılmıştır. Saksılar her iki günde bir kez tartılmıştır. Saksılardaki elverişli nemin % 75 i tükenince tekrar tarla kapasitesine gelinceye kadar saksılara çeşme suyu ilave edilmiştir. Bu işlem 8 hafta sürdürülmüştür. Bu süre sonunda saksılara 5 adet mısır bitkisi tohumu ekilmiş ve çıkış döneminden sonra saksılardaki mısır bitkisi sayısı 3'e düşürülmüştür. Deneme mısır bitkisinde tepe püskülü oluşumuna kadar sürdürülmüş ve bu aşamada deneme sonlandırılmıştır. Deneme sonunda saksılardaki toprak ve karışımlar (ortam) elle ufalandıktan sonra havada kurutulmuş ve analizlere hazır hale getirilmiştir.

2.3. Laboratuvar Analiz Yöntemleri

Mekanik analiz, Bouyoucos Hidrometre yöntemi; Agregat Stabilitesi (AS), ıslak eleme yöntemi; kireç, Scheibler Kalsimetresi; organik madde, Smith Weldon yöntemi; toprak reaksiyonu (pH), cam elektrotlu pH metre; değişebilir sodyum, Amonyum Asetat ile ekstrakte edilebilir sodyum miktarından suda çözünabilir sodyum miktarı çıkarılarak; Katyon Değişim Kapasitesi (KDK), Bower yöntemi; toplam azot, yaş yöntemi ile belirlenmiştir (Demiralay 1995; Kacar 1994 Soil Survey Manuel 1993; Lindsay ve Norvell, 1969).

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Bazı Toprak Özellikleri Ve Verim

Toprakların deneme öncesi saptanan bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de ve deneme sonrasında belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprağın Deneme Öncesi Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri .

Tekstür (%)	Kum (S)	23,3
	Silt (Si)	36,5
	Kil (C)	40,2
Tekstür sınıfı		Killi (C)
pH, (1:2,5)		5,2
OM, %		2,93
KDK, me 100g ⁻¹		21,2
ESP, %		6,40

Toprak ince tekstürlü (kil %40,2, silt %36,5 ve % 23,3 kum) ve asit reaksiyonlu olup, pH (1:2,5 toprak-su süspansiyonunda) değerleri 5.2 düzeyindedir. Toprakta serbest kireç bulunmamaktadır. Katyon değişim kapasitesi 21 me/100 g civarındadır. Toprakta değişebilir

sodyum yüzdesi 15'in altında olup alkalilik sorunu yoktur (Soil Survey manuel, 1993).

Çizelge 2' in incelenmesinden de anlaşılabileceği üzere uygulanan kireç ve diğer düzenleyiciler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Kireç uygulamalarına paralel olarak hasat dönemi sonunda kontrolde 5.2 olan pH kireç ihtiyacının % 50 giderildiği örneklerde ilave edilen düzenleyicilerin çeşit ve dozuna bağlı olarak değişmekle birlikte ortalama 6,7 'ye ve kireç ihtiyacının tamamının giderildiği örneklerde ise 7,1 e yükselmiştir. Diğer taraftan kolloidler üzerinde tutulan değişebilir katyonların miktarının kireçlemeye paralel olarak azaldığı ve bu durumun muhtemelen pH'daki değişimden kaynaklandığı ifade edilebilir. Topraktaki organik maddenin de uygulanan kireç seviyesi ve artıkların çeşit ve dozuna bağlı olarak değişmiştir. Topraklarda tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinde meydana gelen değişimlerin düzenleyicilerin dozuna ve çeşidine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Topraklardan elde edilen toplam kuru madde verimleri artan doz uygulamalarına paralel olarak artış göstermiş olup artış düzeyi kullanılan materyallerin çeşidine bağlı olarak değişim göstermiştir. Diğer taraftan toplam kuru madde veriminin kireç uygulama düzeyine paralel olarak azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Diğer taraftan toprakların agregat stabilitesi değerlerinin kireç ihtiyacının giderilmesine paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu artış uygulama düzeyine paralel olarak toprak yapısının ve kimyasal özelliklerin iyileşmesi ile bitki gelişiminin ve artan biyolojik aktivitenin artışı ile ilişkili olabilir. Düzenleyicilerin çeşit ve dozlarına bağlı olarak agregat stabilitesinde meydana gelen artış kireç ihtiyacın giderilmediği ve zeolit uygulanan topraklarda daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. Topraklarda Deneme Sonrasında Belirlenen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.

Kireçleme Seviyesi	Düzenleyici	Dozların Ortalaması						
		pH 1:2,5	KDK me/100g	TK, %	SN, %	OM, %	TKM* g/saksı	AS, %
K ₁	Atık Çamuru	5.5	28.5	35,4	26,7	4,82	19,7	60,5
	Zeolit	5,8	28,7	35,7	23,9	5,64	10,5	48,0
	PAM	5,7	26,6	32,8	24,6	5,85	9,9	53,0
K ₂	Atık Çamuru	6.5	26.2	35,8	27,0	6,0	16,8	65,6
	Zeolit	6,9	22,0	32,8	24,8	4,58	10,2	55,3
	PAM	6,9	19,5	32,7	24,9	4,57	12	69,5
K ₃	Atık Çamuru	6.8	27.3	35,3	27,1	5,12	14,2	68,6
	Zeolit	7.3	22.2	32,5	24,9	4,64	9,2	65,5
	PAM	7.3	21.1	32,4	26,6	4,79	8,91	74,3

3.2. Toplam Azot Miktarları (N)

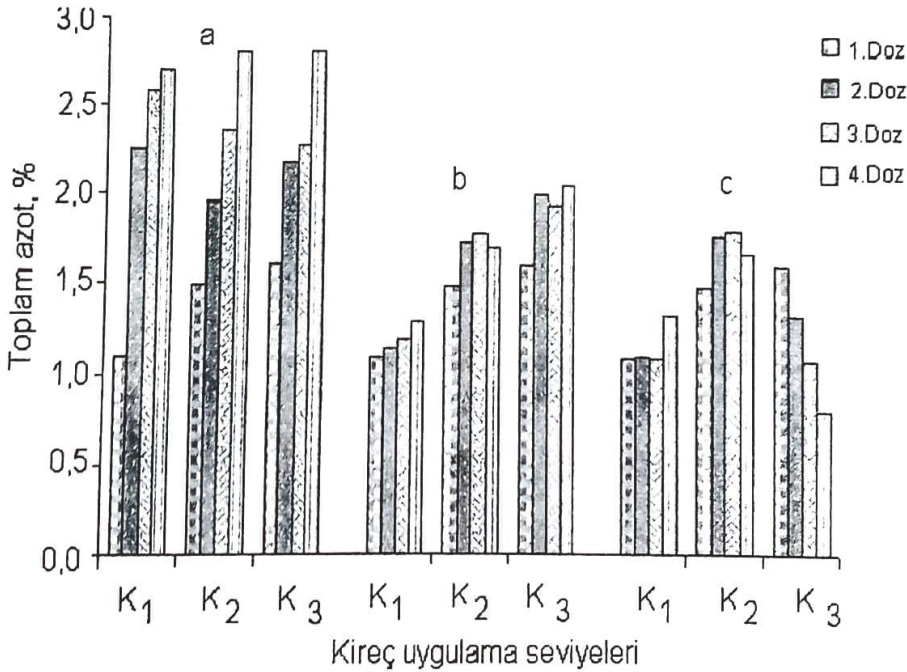
Araştırma konusu topraklara değişik düzeylerde kireç, atık çamuru, zeolit, ve polyacrylamide karıştırılıp sera koşullarında 8 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Yetiştirilen mısır bitkisinde hasat sonrasında belirlenen toplam azot içerikleri ve uygulamaların etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Şeklin incelenmesinden anlaşılabileceği üzere kireç ve kullanılan düzenleyiciler uygulama düzeyine bağlı olarak mısır bitkisinin toplam azot kapsamında önemli değişimler meydana getirmiştir.

Kireç uygulamalarının etkinlikleri değerlendirildiğinde artan uygulama düzeyine paralel olarak bitkilerdeki azot miktarının da arttığı görülmektedir. Bu durum muhtemelen pH'daki değişime paralel olarak toprağın biyolojik ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimlerden kaynaklanmaktadır. Yine aynı şekilde; atık çamuru, zeolit ve PAM'ın etkilerinin kireç uygulama düzeylerine göre farklılık gösterdiği ve en belirgin artışların atık çamuru uygulamasından elde edildiği materyallerin uygulama dozlarının etkileri görülmektedir. Diğer taraftan söz konusu incelendiğinde, artan uygulama dozlarına paralel olarak mısır bitkisinin azot içeriğinin de arttığı ve

bu artışın atık çamurunda diğer materyallerden daha yüksek düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Kireçlemenin üçüncü seviyesinde PAM'ın artan dozlarına paralel olarak elde edilen ürün miktarı ve bitkideki azot miktarında bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum muhtemelen toprak özelliklerindeki değişim ve mineralizasyondaki değişimden kaynaklanmış olabilir.

Elde edilen mısır bitkisinde belirlenen toplam azot değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları çizelge 2'de sunulmuştur. Bu analiz sonuçlarının incelenmesinden görüleceği gibi, deneme topraklarından elde edilen mısır bitkisindeki toplam azot miktarlarına ait kireç uygulamalarının etkisi önemsiz çıkmıştır. Başka bir deyişle, mısır bitkisindeki azot içeriği kireç uygulamasından önemli ölçüde etkilenmemiştir.

Yine aynı çizelgeden anlaşılabileceği üzere düzenleyicilerin ($p < 0.01$) ve uygulama düzeylerinin de ($p < 0.001$) çok önemli olduğu görülmektedir. Bu sonuç, denemede kullanılan atık çamuru, zeolit ve polyacrylamide gibi gübreler ile uygulanan düzeylerinin toplam azot alımı üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Varyans analizi sonuçlarından kireç x düzenleyici, doz x düzenleyici, kireç x doz ve kireç x atık x doz interaksyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Asit toprakta pH düzenlemesi (Kireçleme) ile atık çamuru (a), zeolit (b) ve poliakrilamid (c) uygulamalarının mısır bitkisinde azot kapsamına etkisi.

Çizelge 3. Farklı düzeylerde kireç ve düzenleyici karıştırılan topraklardan elde edilen mısır bitkisinde toplam azot miktarı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesap. F	Alfa tipi Hata ihtimali
Tekerrür	1	0.103	0.103	1.211ön	0.3869
Kireç (A)	2	1.439	0.719	8.478ön	0.1114
Hata 1	2	0.170	0.085		
Düzenleyiciler(B)	2	11.415	5.707	59.761***	0.0004
A*B	4	4.180	1.045	10.942**	0.0073
Hata 2	6	0.573	0.096		
Dozlar (C)	3	2.060	0.687	4.842**	0.0081
A*C	6	2.800	0.467	3.291*	0.0146
B*C	6	7.562	1.260	8.887***	0.0001
A*B*C	12	2.039	0.170	1.198ön	0.3329
Hata	27	3.829	0.142		
Genel	71	36.168	0.509		

ns : önemsiz , * : %5 alfa seviyesinde önemli, ** : %1 alfa seviyesinde önemli, *** : %0.1 alfa seviyesinde önemli

Deneme topraklarında yetiştirilen mısır bitkisine uygulanan düzeylerin ve kirecin mısır bitkisinin toplam azot miktarı ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere uygulanan LSD çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Mısır bitkisinin toplam azot miktarı değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Kireç doz.	K ₁	K ₂	K ₃	
Toplam azot	1.629a	1.967a	1.862 a	
Düzenleyici çeşitleri	AÇ	Z	PAM	
Toplam azot	2.368 a	1.654b	1.435c	
Düzenleyici dozları	0	1	2	3
Toplam azot	1.613 a	1.784 a	1.796 a	2.084 b

Yukarıdaki verilerden anlaşılacağı üzere mısır bitkisinin toplam azot içerikleri kireç uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmemiştir. LSD testi sonuçlarına göre kullanılan atık çamuru zeolit ve PAM gübre ve düzenleyicilerinin deneme sonundaki azot içeriği ortalamaları üzerindeki etkilerinin birbirinden farklı olduğu anlaşılmaktadır.

Yine topraklara ilave edilen gübre ve düzenleyici dozlarının bitkideki toplam azot içeriği ortalamaları üzerindeki etkilerine göre farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır.

Bu grupta düzendirilmede kireç düzeyleri ve gübre dozları arasındaki farklar ($p < 0.01$) çok önemli bulunmuştur (ayrı harflerle gösterilen değerler LSD testi değerlerine göre % 1 düzeyinde önemlidir). Gübre dozlarının etkileri değerlendirildiğinde ise iki ve üçüncü dozların

etkilerinin birbirinden farklı olmadığı anlaşılmaktadır.

Epstein (1974), Horuz (2002), Guidi ve ark.. (1983), Canbolat (1990), Nakaya ve Motomura (1984), Hanay (1990) yaptıkları çalışmalarda da burada elde edilen sonuçlara benzer bulgular saptamışlardır.

Yapılan değerlendirmeler sonu-cunda ilave edilen kireç düzeyine paralel olarak toprakların pH'nın yükseldiği ve buna bağlı olarak toprağın diğer bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bundan olumlu yönde etkilendiği ifade edilebilir. Yine kullanılan atık çamuru, zeolit ve PAM gibi düzenleyicilerin toprak özellikleri ve verim üzerindeki etkilerinin kireçleme düzeyi ve ilgili materyalin uygulama dozuna bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Etkinlik açısından zeolitin etkisi daha düşük düzeyde bulunmuştur.

4. KAYNAKLAR

- Aran, A., 1986, Organik maddece fakir kaba bünyeli topraklara çiftlik gübresinin etkileri. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Konya Araş. Ens. Yayınları
- Benbi, D.K., C.R. Biswas, S.S. Bawa, and K. Kumar. 1998. Influence of farmyard manure, inorganic fertilizers and weed control practices on some soil physical properties in a long-term experiment. Soil Use Manage. 14:52-54.
- Campbell, A.G., R.R. Engebretson, and R.R. Tripepi. 1991. Composting a combined RMP/CMP pulp and paper sludge. Tappi J. 74: 183-191
- Biswas, T.D., Roy, M.R. and Sahu, B.N., 1970, Effect of different sources of organic manures on the physical properties of the soil growing rice. J. of the Indian Soc. of Soil Sci., 18 (3), 233-242.
- Bockheim, J.G., T.C. Benz, Rui-Lin Lu, and D.A. Thiel. 1988. Sludge increases pulpwood production. BioCycle. 29:57-59.
- Chang, A. C. and A. L. Page. 1990. Long-Term Environmental Effects Associated With Land

- Application of Municipal Sludges. In: A Review. Solid/Liquid Separation: Waste Management and Productivity Enhancement, H.S. Muralidhara (Editor). Batelle Press, Columbus, Ohio, pp. 440-454.
- Chang, A. C. and A. L. Page, 1990. Long-Term Environmental Effects Associated With Land Application of Municipal Sludges. In: A Review. Solid/Liquid Separation: Waste Management and Productivity Enhancement, H.S. Muralidhara (Editor). Batelle Press, Columbus, Ohio, pp. 440-454.
- Chang, A. C., J. E. Warneke, A. L. Page and L. J. Lund, 1984. Accumulation of Heavy Metals in Sewage Sludge-Treated Soils. *J. Environ. Qual.* 13:87-90.
- Chlopecka, A., and Adriano, D.C. (1997) Zinc Uptake by Plants on Amended Polluted Soils. *Soil Sci. Plant Nutr. (Jap.)*, 43, 1031.
- Christensen, B., 1986, Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregates and particle size parates. *J. of Soil Sci.*, 37: 125-135.
- Clapp, C. E., W. E. Larson, and R. H. Dowdy (Editors), 1994. *Sewage Sludge: Land Utilization and the Environment*. SSSA Miscellaneous Publication, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 247 pp
- Cole, D.W., C.L. Henry, and W. Nutter. 1986. The forest alternative for treatment and utilization of municipal and industrial wastewater and sludge. Univ. of Washington Press, Seattle, WA.
- Denis, G.L., and P.R. Fresquez. 1989. The soil microbial community in sewage-sludge-amended semi-arid grassland. *Biol. Fertil. Soils* 7:310-317.
- Eghball, B., and J.F. Power. 1999. Composted and noncomposted manure application to conventional and no-tillage systems: Corn yield and nitrogen uptake. *Agron. J.* 91:819-825.
- Einspahr, D., M.H. Fiscus, and K. Gargan. 1984. Paper mill sludge as a soil amendment. p. 253-257. In TAPPI Proceedings, 1984 Environmental Conference. TAPPI Press, Atlanta, GA.
- Epstein, E., Taylor, J.M. and Chaney, R.L., 1976. Effect of sewage sludge and sludge kompost applied to soil on some soil physical and chemical properties. *J. of Environmental Quality*, 5(4),422-426.
- Foley, B.J. 2001. Paper mill residuals and composts effects on soil physical properties, soil fertility and crop production. M.S. thesis. Dep. of Soil Science, Univ. of Wisconsin, Madison.
- Foley, B.J., and Cooperhand, L.R.; 2002. Paper mill residuals and compost effects on soil carbon and physical properties *Journal of Environmental Quality*; Madison; Nov/Dec;
- Gabriels, D., 1971, Response of Different Soil Conditioners to Soils. M.S. Thesis, Iowa State Univ. Ames, Iowa, USA.
- Guidi, G., Pagliai, M. and Giachetti, M., 1981, Modification of some physical and chemical soil properties following sludge and kompost application. D. Reidel publishing Company (ed) by, G. Catroux, 122-130.
- Gür, K., 1981, Muş ve Van yöresi topraklarında mantar dağılımı ve bunların *Aspergillus versicolor* ile *Penicillium schyrsogenum*'un toprakların agregat stabilitesi ileşkırılma değeri üzerine etkisi. Doçentlik Tezi, Atatürk üni. Ziraat Fak., Erzurum (yayınlanmamış).
- Hanay, A., 1990, çöp kompostunun toprakların bazı yapıssal özellikleri ve toprak-su ilişkilerine olan etkilerinin ahır gübresi ile karşılatırılması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Atatürk üni Ziraat Fak., Erzurum.
- Havanagi, G.M. and Mann, H.S., 1970, Effect of rotation and continious application of manures and fertilizers on soil properties under dry farming conditions. *J. of Indian Soc. Soil Sci.*, 18, 45-50.
- Henry, C. L. and R. B. Harrison, 1991. *Literature Reviews on Environmental Effects of Sludge Management: Trace Metals; Effects on Wildlife and Domestic Animals; Incinerator Emissions and Ash; Nitrogen; Pathogens; Trace Synthetic Organics*. University of Washington, Seattle, Washington.
- Horuz, A., 2002. Bafra ve Çarşamba Ovalarında toprakların azot durumlarını belirlemede kullanılan bazı kimyasal yöntemlerin mısır bitkisi yetiştirilerek tarla denemeleri ile kalibrasyonu. OMÜ. Fen Bilm. Enst. Doktora Tezi.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü.Ziraat Fak.Eğ.Arş. Vak .Yay. No. 3:
- Khaalel, R., Reddy, K.R. and Overcas, M.R., 1981, Changes in soil physical properties due to organic waste application. *J. of Environmental Quality*, 10 (2), 133-141.
- Leege, P. 1993, Composting infrastructure in the United States. p. 100-110. In H.A.J. Hoitink and H.M. Keener (ed.) *Science and engineering of composting: Design, environmental, microbial, and utilization aspects*. Renaissance Publ., Worthington, OH.
- Lindsay, B.J., and T.J. Logan. 1998. Field response of soil physical properties to sewage sludge. *J. Environ. Qual.* 27:534-542.
- Martens, D.A., and W.T. Frankenberger, Jr. 1992. Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated soil. *Agron. J.* 84:707-717.
- Logan, T.J., and H. Esmailzadeh. 1985. Utilizing papermill sedge: Use on cropland. *BioCycle*. July/August:52-53.
- Ma,B.L.,L.M.Dwyer, and E.G. Gregorich. 1999. Soil nitrogen amendment effects on nitrogen uptake and yield of maize. *Agron. J.* 91:650-656.
- McGrath, S. P, A. M. Chaudri, and K. E. Giller. 1995. Long-Term Effects of Metals in Sewage Sludge on Soils. *Microorganisms and Plants. J. Indust. Microbiol.* 14:94-104.
- National Research Council (NRC), 1996. Use of Reclaimed Water and Sludge in Food Crop Production. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., 178 pp.
- Pikul, J.L. and Allamaras, R.R., 1986, Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years of residue management. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 50(1), 214-219.
- Rawitz, E., Hazan, A., 1978, The Effect of Stabilized, Hydrophobic aggregate layer properties. On Soil Water Regime and Seedling Emergence. *Soil Sci. Soc.Amer. Proc.*, 42(5): 787-793.

- Sanchez, L., J.A. Diez, A. Polo, and R. Roman. 1997. Effect of timing of application of municipal solid waste compost on N availability for crops in central Spain. *Biol. Fertil. Soils* 25:136-141.
- Sommerfeldt, T.G. and Chang, C., 1985, Changes in soil properties under annual application of feedlot manure and different tillage practices. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 49(4), 983-987.
- Sürücü, A., 1995. Asit toprakların kireç ihtiyaçlarının belirlenmesinde kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. OMÜ Fen Bil. Enst.
- Talarczyk, K.A., K.A. Kelling T.M. Wood, and D.E. Hero. 1996. Timing of manure application to cropland to maximize nutrient value, p. 257-263. In *Proc. 1996 Wisconsin Fert., Aglime, and Pest Manage. Conf.*, Madison, WI. Univ. of Wisconsin, Madison.
- Talashilkar, C.S. and Kadrekar, S.B., 1984, Effect on soil amendments on manat soil of Konkan. *Indian J. of Agr. Res.*, 18(4), 233-234.
- Thurrow, T.L., W.H. Blackburn, S.D. Warren, and C.A. Taylor, Jr. 1987. Rainfall interception by midgrass, shortgrass, and live oak mottes. *J. Range Manage.* 40:456-460.
- Warman, P.R. 1995. Influence of rates and timing on incorporation of dairy manure compost on sweet corn yield, composition and soil fertility. *Compost Sei. Util.* 3:66-71.
- Weeretha, C.S., 1978, The influence of different organic matter, soil type and time incubation on the stability of soil aggregate. *Soil and fertilizer, Abs. Vol.* 31(3), 1036.
- Wei, Q.F., B. Lowery, and A.E. Peterson. 1985. Effect of sludge application on physical properties of a silty clay loam. *J. Environ. Qual.* 14:178-180.
- Wilson, S. and J. Gilmour, 1998. Nitrogen Management Protocols for Biosolids Beneficial Use - WERF Project Status Report. In: *Proceedings of the 12th Annual Residuals and Biosolids Management Conference*. Water Environment Federation, Alexandria, Virginia, pp. 579-582.
- Reider, C.R., W.R. Herdman, L.E. Drinkwater, and R. Janke. 2000. Yields and nutrient budgets under composts, raw dairy manure and mineral fertilizer. *Compost Sei. Util.* 8:328-339.
- Xie, R., and A.F. MacKenzie. 1986. Urea and manure effects on soil nitrogen and corn dry matter yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1504-1509.
- Yalçuk, H., 1984, İzmir ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen gübrenin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. Menemen Toprak-Su Araş. Ens. Yayınları, Rapor Serisi No 67.

KABA VE KESİF YEMLERDE KURU MADDE, ORGANİK MADDE VE HAM PROTEİNİN RUMEN PARÇALANMA KARAKTERİSTİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Nuh OCAK A. Vaiz GARİPOĞLU Ünal KILIÇ B. Zehra SARIÇİÇEK
O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi: 01.06.2004

ÖZET: Toplam 67 kaba yem (çayır, yonca, korunga ve fiğ kuru otları) ve 56 kesif yemin (soya, tam yağlı soya, soya küspesi, fındık küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, balık unu, arpa, buğday ve mısır) rumen kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham protein (HP) parçalanabilirliği *in situ* naylon torba tekniği ile incelenmiştir. Her bir yemin parçalanabilirliği 2 - 3 kanüllü Karayaka koçunda incelenmiş ve KM, OM ve HP'nin parçalanma karakteristikleri (a: hızlı çözünebilen kısım, b: potansiyel olarak parçalanabilen kısım, a + b: toplam parçalanabilirlik, c: parçalanma hızı) ve bu karakteristikler arasındaki ilişkiler hesaplanmıştır. Kaba ve kesif yemlere ait rumen KM, OM ve HP'nin a, b ve a + b parametreleri arasında yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. Kaba yemlerde HP'e ait c parametresi ile KM ve OM'ye ait c parametreleri arasında da önemli ilişki bulunurken, kesif yemlere ait HP'nin c parametresi ile KM ve OM'nin c parametresi arasında ilişki bulunmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar, yemlerin KM, OM ve HP'nin rumende parçalanma hızının HP'nin doğal ve yapısına bağlı olarak değiştiğini gösterir.

Anahtar Kelimeler: Parçalanabilirlik, Parçalanma Karakteristikleri, Kaba Yem, Kesif Yem

RELATIONSHIPS BETWEEN RUMEN DEGRADATION CHARACTERISTICS OF DRY MATTER, ORGANIC MATTER AND CRUDE PROTEIN IN FORAGES AND CONCENTRATES

ABSTRACT: Rumen degradabilities of dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) were evaluated with the *in situ* technique for total of 67 forages (mixed grass, lucerne, sainfoin and vetch hays) and 56 concentrates (soybean grain, full-fat soybean, soybean meal, hazelnut cornel oil meal, cottonseed meal, sunflower meal, fish meal, barley, wheat and corn). The degradability of each feedstuff was studied separately, each forage being used in turn as the main component of the diet offered to 2-3 cannulated Karayaka rams, and degradation characteristics (a: rapidly soluble fraction, b: potentially degradable fraction and c: rate constant of degradation) of DM, OM and CP and relationships between these characteristics were calculated. High correlations were observed between a, b and a + b fractions of DM, OM and CP in both forages and concentrates. While the rate constant of degradation (c) of CP was dependent of that of DM and OM in forages, that of CP was not correlated with those of DM and OM in concentrates. These results indicate that the rate constants of degradation of DM, OM and CP in feedstuff changes depend on the natural structure of CP.

Key Words: Degradability, Degradation Characteristics, Forage, Concentrate

1. GİRİŞ

Ruminantlarda yem hammaddelerinin kullanılabilirliğini belirleyen en önemli faktörlerden birisi rumende besin maddelerinin parçalanma karakteristikleridir. Bu nedenle, ruminal parçalanabilirlik her hangi bir yemin besleyici değerini belirlemede dikkate alınacak önemli kriterdir (Offner ve ark., 2003). Kaba ve kesif yemlerin kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham proteinlerinin (HP) rumende parçalanabilirliği *in situ* naylon torba tekniği (Ørskov ve McDonald, 1979) ile gerek ülkemizde (Ocak, 1997; Kılıç, 2000; Garipoğlu, 2001; Turgut ve Yanar, 2004) gerekse diğer ülkelerde (Susmel ve ark., 1990; Rao ve ark., 1992; Adesogan ve ark., 1998) yoğun şekilde incelenmiştir. Bu metot, yem değeri taktirinde kullanılan parametrelerin (a: hızlı çözünebilen kısım, b: potansiyel olarak parçalanabilen kısım, a + b: toplam parçalanabilirlik ve c: parçalanma hızı) elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu

parametrelerden b ve a + b'nin yemlerin sindirilebilirliğinin (Ørskov ve ark., 1988), c yemlerin tüketilebilirliğinin (Ørskov ve ark., 1988; Keyserlingk ve Mathison, 1989) ve b x c'nin ise etkin parçalanabilirliğin (Susmel ve ark., 1990) tahmininde kullanılabilecek parametreler olduğu bildirilmiştir.

Bir çok çalışmada elde edilen veriler yemlerin rumende parçalama parametrelerinin büyük varyasyonlar gösterdiğini ortaya koymaktadır (Huntington ve Givens, 1995; Vanzant ve ark., 1998; Offner ve ark., 2003). Bu varyasyonların muhtemel nedenleri Ocak (1997) ile Kılıç ve Sariçiçek (2004) tarafından ayrıntılı şekilde tartışılmıştır. Bununla birlikte, bir yemin KM, OM ve HP'lerine ait parçalanma dereceleri onları oluşturan birimlerin doğal yapısına bağlı olabilir. Nitekim, KM'yi, dolayısıyla OM'yi oluşturan besin maddelerinin kompozisyonu, OM'nin yapısal ve yapısal olmayan karbonhidrat içeriği, nişastaca zengin ürünlerde nişastanın kristal

yapısı, granül büyüklüğü ve biçimi, amiloz ve amilopektin içeriği ve bir protein matriksinin varlığı ile ham proteini oluşturan protein ve protein tabiatında olmayan bileşiklerin oranı o yemin rumende parçalanma parametrelerini ve hayvana sağlayacağı besin maddelerini kalite ve kantite olarak etkileyebilmektedir (Adesogan ve ark., 1998; Sauvant, 1999 Offner ve ark., 2003).

Kaba yemlerde (Susmel ve ark., 1990) ve kaba-kesif yem birleştirilerek (Ocak, 1997) KM, OM ve nitrojen veya HP'in rumen parçalanma karakteristikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ancak, hala farklı kaba ve kesif yemler için bu parametreler arasındaki ilişkiler hakkında araştırmalara gereksinim vardır. Dolayısıyla, bu çalışma ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan kaba ve kesif yemlerin KM, OM ve HP'lerine ait a, b, a + b ve c parametreleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada kaba yem olarak çayır (n = 9), yonca (n = 22), korunga (n = 18) ve fiğ (n = 18) kuru otları kullanılırken, kesif yem olarak soya (n = 3), tam yağlı soya (n = 3), soya küspesi (n = 3), fındık küspesi (n = 6), pamuk tohumu küspesi (n = 3), ayçiçeği tohumu küspesi (n = 6), balık unu (n = 9), arpa (n = 12), buğday (n = 12) ve mısır (n = 3) kullanılmıştır. Bu yem materyalleri Ocak (1997), Kılıç (2000) ve Garipoğlu (2001) tarafından yürütülen araştırmalardan sağlanmıştır. Her bir yemin rumende KM, OM ve HP parçalanabilirliklerini belirlemek için *in situ* naylon torba tekniği (Orskov ve McDonald, 1979) uygulanmıştır. Yem örnekleri, 8.0 x 14.5 cm ebatlarında 40-45 µm gözenek çapına sahip (Rowett Research Institute Aberdeen, UK) naylon torbalarda 4, 8, 12, 24, 48 ve kaba yemler için ayrıca 72 saat süre ile kanüllü 2 (Ocak, 1997) ve 3 (Kılıç, 2000; Garipoğlu, 2001) Karayaka koçunun rumeninde inkübasyona bırakılmıştır. Kanüllü hayvanlar deneme süresince yaşama payı KM ihtiyacının 1.25 katı düzeyinde 1 kg çayır kuru otu ve 400 g kesif yem ile yemlenmişlerdir (Bhargava ve Orskov, 1987). Inkübasyon sonrası torbada kalan materyallerde kimyasal analizler yapılmış (AOAC, 1990) ve her bir hayvan, torba ve süre için KM, OM ve HP parçalanabilirlikleri ve parametreleri $Y = a + b(1 - e^{-kt})$ formülü ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar PC paket programı (NEWAY, Rowett Research Institute, Aberdeen, UK) ile yapılmıştır (McDonald, 1981). Burada, a: hızlı çözünebilen kısım, a + b: toplam parçalanabilen kısım, a + b: toplam parçalanabilirlik, c: parçalanma hızı, k: proteinin rumenden akış hızı (0.06/saat olarak alınmıştır) ve t: inkübasyon zamanıdır.

Toplam 67 kaba (Çizelge 1) ve 56 kesif yem (Çizelge 2) ait KM, OM ve HP parçalanma parametreleri alınarak KM ile OM ve HP veya OM ile HP parçalanma parametreleri arasındaki korelasyonlar linear regresyon analizi ile belirlenmiştir (Regrassion Proc; SPSS, 1999).

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan kaba ve kesif yemlerin rumen parçalanabilirliklerine ait detaylı sonuçlar Ocak (1997), Kılıç (2000) ve Garipoğlu (2001) tarafından sunulmuş ve tartışılmıştır. Kuru madde, OM ve HP'e ait rumen parçalanabilirlik parametreleri arasındaki korelasyon katsayıları ve dereceleri kaba yemler için Çizelge 3'de, kesif yemler için Çizelge 4'de verilmiştir. Bu sonuçlar kaba ve kesif yemlerde KM, OM ve HP'nin a, b ve a + b değerleri arasında yüksek korelasyonlar olduğunu ve ayrıca, HP'e ait c parametresi ile KM ve OM'ye ait c parametreleri arasındaki ilişkinin kaba yemlerde önemli, kesif yemlerde ise önemsiz olduğunu göstermektedir.

Susmel ve ark. (1990) kaba yemlerde nitrojenin a + b değeri ile KM ve OM'nin a + b değeri arasında yüksek ilişki olduğunu, ancak nitrojenin c değerinin KM ve OM'nin c değerinden bağımsız olduğunu bildirmiştir. Ocak (1997) ise kaba ve kesif yemleri birlikte değerlendirdiği çalışmada HP'e ait b ve a + b değerleri ile KM ve OM'nin b ve a + b değerleri arasında ilişki olmadığını bildirmiştir. Bu ve diğer iki araştırma (Susmel ve ark., 1990; Ocak, 1997) arasındaki farklılık kullanılan yem maddelerinden kaynaklanabilir. Nitekim, Susmel ve ark. (1990) araştırmalarında buğdaygil ağırlıklı kaba yemler kullanırken bu çalışmada çayır kuru otu hariç baklagil ağırlıklı yemler kullanılmıştır. Bilindiği gibi buğdaygiller enerji bakımından, baklagiller ise protein bakımından zengindir. Ocak (1997) ise kaba ve kesif yemlere ait parametreler arasındaki ilişkiyi kaba ve kesif yem verilerini birleştirerek incelemiştir. Böylece, bu çalışmanın sonuçları ele alınan yemlerin her bir besin maddesinin parçalanabilirliğinin, besin maddelerinin doğal yapısına bağlı olduğu fikrini (Susmel ve ark., 1990; Offner ve ark., 2003) desteklemektedir.

In situ teknikler basit ve direkt sonuçlar vermesine rağmen, sonuçları etkileyen bazı faktör vardır. Bu faktörlerden birincisi, rumen içeriği ile naylon torba içeriğinin mikrobiyal popülasyon bakımından farklılığıdır (Huntington ve Givens, 1995; Noziere ve Michalet-Doreau, 2000). *In situ* çalışmalarda hayvanlar genellikle yaşama payı düzeyinde (Madsen ve Hvelplund, 1994) veya %25 fazlası ile yemlenmektedir (Bhargava ve Orskov, 1987). Kaba yem ağırlıklı yemlenen

Çizelge 1. Kaba yemlerde kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham proteinin (HP) rumen parçalanma karakteristikleri ve etkin parçalanabilirlikleri (EP)

	n	a, %	b, %	a + b, %	c, %/saat	EP, k=0.06/saat
KM						
Çayır kuru otu	9	13.7-17.3	60.9-58.3	74.6-75.6	2.69-3.45	35.2-35.3
Yonca kuru otu	22	13.0-49.5	23.3-56.3	62.5-85.1	3.30-11.3	39.3-63.4
Korunga kuru otu	18	14.9-38.9	19.3-56.4	47.6-76.7	2.46-7.65	31.4-52.6
Fiğ kuru otu	18	22.7-35.2	32.7-56.0	63.6-83.3	5.06-9.56	46.4-56.7
OM						
Çayır kuru otu	9	14.6-19.1	56.5-60.2	73.5-73.8	3.27-4.86	38.0-40.5
Yonca kuru otu	22	5.87-45.3	24.9-59.1	60.4-77.4	2.83-14.67	32.6-56.4
Korunga kuru otu	18	9.5-33.8	20.6-67.2	46.2-92.5	2.80-8.43	32.4-69.3
Fiğ kuru otu	18	20.4-31.6	33.5-49.6	65.1-74.4	4.80-10.52	44.2-53.5
HP						
Çayır kuru otu	9	24.8-28.7	64.3-68.2	92.0-92.9	8.12-9.72	65.7-66.6
Yonca kuru otu	22	9.14-61.4	30.6-83.5	78.1-94.3	2.94-30.5	51.5-82.6
Korunga kuru otu	18	14.4-59.6	22.6-70.6	74.2-97.9	2.69-8.43	39.3-71.4
Fiğ kuru otu	18	32.3-58.6	32.4-49.8	80.7-91.0	3.16-13.3	52.7-76.7

Çizelge 2. Kaba yemlerde kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham proteinin (HP) rumen parçalanma karakteristikleri ve etkin parçalanabilirlikleri (EP)

	n	a, %	b, %	a + b, %	c, %/saat	EP, k=0.06/saat
KM						
Soya	3	56.5-59.9	39.8-40.1	95.8-97.9	5.80-6.71	77.6-80.9
Tam yağlı soya	3	28.5-30.1	66.8-71.2	94.1-98.4	3.57-4.87	56.5-64.5
Soya küspesi	3	9.8-11.9	78.8-83.2	89.3-91.0	11.7-13.3	60.2-66.8
Fındık küspesi	6	9.7-23.5	69.12-80.6	90.3-92.6	7.80-12.4	62.6-64.0
Pamuk tohumu küspesi	3	17.8-20.1	59.8-63.7	76.4-80.2	5.97-7.45	50.5-51.2
Ayçiçeği tohumu küspesi	6	13.6-22.2	46.2-63.9	68.5-77.5	10.7-18.9	54.5-56.6
Balık unu	9	17.3-18.5	25.4-32.3	43.8-50.6	3.26-4.83	26.5-32.3
Arpa	12	12.0-40.7	47.8-69.0	85.3-88.6	17.4-20.7	67.4-74.2
Buğday	12	31.2-53.4	38.2-62.1	90.5-94.6	11.8-29.8	73.5-80.9
Mısır	9	32.5-36.5	43.3-49.8	78.1-82.5	8.21-10.23	60.2-64.8
OM						
Soya	3	55.8-56.2	40.5-43.1	88.7-99.1	5.92-7.01	76.5-80.2
Tam yağlı soya	3	26.5-28.2	70.1-71.3	96.8-99.0	3.97-4.87	55.8-61.7
Soya küspesi	3	9.7-11.2	82.5-88.7	94.4-96.5	10.1-14.3	65.8-69.1
Fındık küspesi	6	10.2-23.3	71.3-85.2	94.5-95.8	7.52-12.4	61.8-67.5
Pamuk tohumu küspesi	3	19.8-21.5	60.5-67.7	80.3-84.2	5.81-7.96	50.4-56.1
Ayçiçeği tohumu küspesi	6	16.7-20.6	46.5-63.2	67.2-78.8	11.03-19.5	53.1-56.9
Balık unu	9	16.8-27.6	21.6-31.6	40.3-49.2	2.66-7.68	26.7-39.0
Arpa	12	16.1-20.0	67.4-72.3	85.1-92.0	16.00-20.43	67.4-75.7
Buğday	12	32.9-43.6	50.9-64.7	89.5-97.5	12.88-28.84	76.7-80.7
Mısır	9	26.8-31.2	60.1-62.4	88.7-92.1	7.89-9.02	64.3-64.9
HP						
Soya	3	55.1-60.2	36.4-42.5	88.7-99.0	5.74-6.89	75.8-83.5
Tam yağlı soya	3	10.2-14.5	86.1-87.0	97.1-99.2	3.78-5.21	48.5-49.2
Soya küspesi	3	15.8-19.1	75.2-79.8	94.1-94.8	8.21-9.85	62.3-66.5
Fındık küspesi	6	21.3-24.7	72.7-74.3	94.0-99.1	5.45-8.45	53.7-63.8
Pamuk tohumu küspesi	3	20.7-24.8	66.7-67.0	80.1-91.8	9.21-9.88	66.1-66.8
Ayçiçeği tohumu küspesi	6	11.7-32.3	58.5-82.5	90.8-94.2	10.94-12.12	66.9-70.1
Balık unu	9	18.1-25.6	26.6-31.7	47.5-52.1	3.51-6.84	30.4-39.8
Arpa	12	14.6-51.1	44.1-81.8	95.4-96.5	5.47-13.26	69.1-72.2
Buğday	12	23.8-56.1	42.0-73.4	95.0-98.1	6.10-13.19	69.2-77.4
Mısır	9	30.1-38.2	46.5-46.7	88.7-90.1	8.01-10.51	60.2-64.8

Çizelge 3. Kaba yemlerde kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham proteinin (HP) rumen parçalanma karakteristikleri arasındaki ilişkiler

		OM				HP			
		a	b	a + b	c	a	b	a + b	c
KM	a	0.916***				0.578**			
	b		0.885***				0.512**		
	a + b			0.860***				0.727***	
	c				0.876***				0.630**
OM	a					0.576**			
	b						0.553**		
	a + b							0.620**	
	c								0.720***

***: P<0.001, **: P<0.01

Çizelge 4. Kesif yemlerde kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham proteinin (HP) rumen parçalanma karakteristikleri arasındaki ilişkiler

		OM				HP			
		a	b	a + b	c	a	b	a + b	c
KM	a	0.879***				0.754***			
	b		0.920***				0.786***		
	a + b			0.955***				0.826***	
	c				0.952***				0.366
OM	a					0.680**			
	b						0.760***		
	a + b							0.838***	
	c								0.329

***: P<0.001

kanüllü hayvanların rumen mikroorganizma popülasyonu ile kaba yem içeren torbanın mikroorganizma popülasyonu muhtemelen değişmeyecek (Dehority ve Tirabasso, 1998; Sarıçiçek ve Özel, 2004) ve sonuçta bu çalışmada olduğu gibi kaba yemin protein parçalanma hızı KM ve OM'nin parçalanma hızına bağlı olacaktır. Çünkü torbadaki yemin rumende tutulma şartları, mikroorganizmaların miktar ve aktivitesinde farklılıklara neden olabilmektedir (Akkan ve Özkan, 1987; Sauvant ve ark., 1994). Ancak, bu çalışmada torba ve rumen içeriğinin mikroorganizma popülasyonu belirlenmemiştir.

İkincisi, mikrobiyal hücrelerde (bakteri veya protozoa) nişasta geçici olarak depolanmakta ve *in situ* çalışmalarda mikrobiyal bulaşmalar (Olubobokun ve ark., 1990) dikkate alınmamasına rağmen, torbada önemli miktarda nişasta (Offner ve ark., 2003) ve nitrojen (Olubobokun ve ark., 1990) atık olarak kalabilmektedir. Bu durum, kesif yemlerde KM ve OM'nin c değeri ile HP'nin c değeri arasında ilişki bulunmamasının nedeni olabilir. Kesif yemlerin kolay çözünebilir karbonhidrat içeriği kaba yemlerden daha yüksektir. Dolayısıyla, selüloz içeriği yüksek yemlerde N'nin parçalanma hızı ile zor çözünen karbonhidratların (hemiselüloz, selüloz ve lignin) parçalanma hızları arasında yüksek korelasyonlar belirlenmiş olması (Susmel ve ark., 1990) da kesif yemlerde

HP'nin c değeri ile KM ve OM'nin c değeri arasında ilişki olmamasını açıklayabilir.

Son olarak, yıkama ile çok ince öğütülmüş partiküllerin torbadan hızla kaybolarak a değerini artırması nedeniyle (Michalet-Doreau ve Cerneau, 1991), naylon torba tekniği ile parçalanabilirliği belirlenen yemin öğütme derecesi ve partikül büyüklüğü (elek çapı) yemin hızla çözünebilen kısmını ve parçalanma hızını etkileyebilmektedir. Yıkama kaybının (a değerinin) yüksek olması b parametresini etkilemekte (Orskov ve ark., 1988b; Sudakun ve ark., 1996) ve sonuçta potansiyel olarak parçalanabilen kısmın hızla parçalandığı kabul edilmektedir (Offner ve ark., 2003). Böylece, kesif yemlerde KM ve OM'nin c değeri ile HP'nin c değeri arasında ilişki bulunmamasının bir nedeni de öğütme derecesi olabilir. Bu çalışmada kullanılan kesif yemler ruminant karmalarında kullanıldığı şekilde, kaba yemler ise 2.5 mm'lik elek çapına sahip değirmenlerde öğütülmüştür (Ocak, 1997; Kılıç, 2000).

Bu çalışmanın sonuçları kaba ve kesif yemlere ait rumen KM, OM ve HP'nin a, b ve a + b parametreleri arasında yüksek korelasyonlar olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, ayrıca HP'e ait c parametresi ile KM ve OM'ye ait c parametreleri arasındaki ilişkinin kaba yemlerde önemli, kesif yemlerde ise önemsiz olduğunu da göstermiştir. Böylece, yemlerin KM, OM ve HP'nin rumende

parçalanma hızının bu besin maddelerinin yemde bulunma yoğunluklarına ve özellikle doğal yapısına bağlı olarak değiştiği söylenebilir.

4.KAYNAKLAR

- A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Adesogan, A.T., Owen, E., Givens, D.I., 1998. Prediction of the in vivo digestibility of whole crop wheat from in vitro digestibility, chemical composition, in situ rumen degradability, in vitro gas production and near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Sci. And Tech.*, 74: 259-272.
- Akkan, S., Özkan, K., 1987. Rasyonun kaba-yoğun yem oranının süt miktar ve kalitesi ile rumen içeriğine etkileri. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.* 24: 261-273.
- Bhargava, P.K., Orskov, E.R., 1987. Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. The Rowett Research Institute, Aberdeen AB2 9SB, Scotland.
- Dehority, B.A., Tirabasson, P.A., 1998. Effect of ruminal cellulolytic bacterial concentration on in situ digestion of forage cellulose. *J. Anim. Sci.*, 76: 2905-2911.
- Garipoğlu, A.V., 2001. Karadeniz Bölgesinde yetiştirilen bazı kaba ve dane yemlerin parçalanma karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora tezi. O. M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Huntington, J.A., Givens, D.I., 1995. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. *Nutr. Abstr. Rev.* (Ser. B) 65 (2), 63-93.
- Keyserlingk, M.A.G. von, Mathison, G.W., 1989. Use of the in situ technique and passage rate constant in predicting voluntary intake and apparent digestibility of forages by steers. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 973-987.
- Kılıç, Ü., 2000. Hayvan beslemede kullanılan bazı yem hammaddelerinin protein naylon torba tekniği ile karşılaştırılması. Yüksek Lisans tezi. O. M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Kılıç, Ü., Sarıççek, B.Z., 2004. Naylon torba tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. 4. ulusal Zootečni Bilim Kongresi, II: 222-229, 1-3 Eylül Isparta.
- Madsen, J., Hvelplund, T., 1994. Prediction of in situ protein degradability in the rumen results of an Euran ringtest. *Livest. Prod. Sci.*, 39: 201-212.
- McDonald, I., 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.* 96: 251-252.
- Michalet-Doreau, B., Cerneau, P., 1991. Influence of foodstuff particle size on in situ degradation of nitrogen in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 35, 69-81.
- Nozière, P., Michalet-Doreau, B., 2000. In Sacco Methods. In: D'Mello, J.P.F. (Ed.), *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. CAB International, UK, pp. 233-253.
- Ocak, N., 1997. Ruminant beslemede kullanılan bazı yem hammaddelerinin ve kesif yem karmalarının korunmuş protein ve enerji değerlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Doktora tezi. O. M. Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Offner, A., Bach, A., Sauvant, D., 2003. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106, 81-93.
- Olubobokun, J., Graig, W.M., Pond, K.R., 1990. Effects of mastication and microbial contamination on ruminal in situ forage disappearance. *J. Anim. Sci.* 68:3371-3381.
- Orskov, E.R., McDonald, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric.Sci., Camb.* 92: 499-503.
- Orskov, E.R., Ojwang, I., Reid, G.W., 1988b. A study on consistency of differences between cows in rumen outflow rate of fibrous particles and other substrates and consequences for digestibility and intake of roughages. *Animal Prod.* 47: 45-51.
- Orskov, E.R., Reid, G.W., Kay, M., 1988a. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. *Animal Prod.* 46: 29-34.
- Rao, M.S., Krishna, N.D., Prasad, D.A., 1992. Determination of effective protein degradability of some unconventional protein sources in cattle by nylon bag technique. *Indian J. Anim. Sci.*, 63:280-291.
- Sarıççek, B.Z., Özel, O.T., 2004. Farklı yem hammaddelerinin rumen mikroorganizma popülasyonu üzerine etkisi. 4. ulusal Zootečni Bilim Kongresi, II: 230-235, 1-3 Eylül Isparta.
- Sauvant, D., 1999. Influences of feeding level and type of starch on its digestion in cattle. *Sci. Aliments* 19, 499-503.
- Sauvant, D., Chapoutot, P., Archimède, H., 1994. La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. *INRA Prod. Anim.* 7, 115-124.
- SPSS Inc. 1999. SPSS for Windows. (Release 10.0) Standard Version. SPSS Inc. Headquarters, 233 S. Wacker Drive, 11th floor Chicago, Illinois 60606.
- Susmel, P., Stefanon, B., Mills, C.R., Spenghero, M., 1990. Rumen degradability of organic matter, nitrogen and fibre fractions in forages. *Animal Prod.* 51: 515-526.
- Südekum, K.-H., Thordsen, J.P., Stangassinger, M., 1996. Effect of wheat silage maturity on in situ degradation of organic matter, crude protein, starch and fiber. *J. Appl. Anim. Res.* 10, 1-14.
- Turgut, L., Yanar, M., 2004. In situ dry matter and crude protein degradation kinetics of some forages in Eastern Turkey. *Small Rumin. Res.* 52: 217-222.
- Vanzant, E.S., Cochran, C., Titgemeyer, E.C., 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J. Anim. Sci.* 76:2717-2729.

BAFRA OVASINDA BURLEY TÜTÜNÜ İLE SEBZELERİN GİRDİ KULLANIMI VE KÂRLILIK YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Osman KILIÇ, Hüseyin Avni CİNEMRE
O.M.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun

Kudret KEVSEROĞLU
O.M.Ü.Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun

Ali Kemal AYAN, Ömer ÇALIŞKAN
O.M.Ü.Bafra Meslek Yüksek Okulu, Samsun

Geliş Tarihi: 07.06.2004

ÖZET:Araştırma, Samsun İli Bafra İlçesinin ova kesiminde yapılmıştır. Araştırmada, Burley tütünü ile geniş bir ekiliş alanına sahip kavun, karpuz, biber ve domates girdi kullanımı, maliyet ve kârlılık yönünden karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucuna göre, Burley tütününün işletmelerdeki aile işgücünü değerlendirmesi ve kârlılık yönünden sebzelere göre daha avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Burley tütünü, üretim maliyeti, kârlılık, karşılaştırmalı analiz, sebze

COMPARISON OF INPUT USE AND PROFITABILITY OF BURLEY TYPE TOBACCO AND VEGETABLES IN BAFRA PLAIN

ABSTRACT: This research has been carried on the plains of Bafra district. Input use, cost and revenues of Burley type tobacco were compared to melon, water melon, green pepper, and tomato. Research results have been revealed that Burley type tobacco better utilised family labor and also more profitable than vegetable production.

Key Words: Burley type tobacco, production costs, profitability, comparative analysis, vegetable farming

1.GİRİŞ

Türkiye’de 1984 yılından sonra sigara ithalatına izin verilmesiyle, iç piyasadaki yabancı sigara kullanımı artmıştır. Böylece ülkemizde sigara içim zevki, blended tipi olan ve çoğunluğunu Virginia ile Burley tütünlerinin oluşturduğu sigaralara kaymıştır. Bu durum karşısında Tekel ve daha sonra sigara üretmelerine izin verilen özel sigara fabrikaları, yerli tütünlerle birlikte Virginia ve Burley tütünlerini ithal ederek harmanlama yoluna gitmişlerdir. Bunun sonucunda sigara yapımında kullanılan Virginia ve Burley tütünlerinin ithalat miktarı, önemli boyutlara ulaşmıştır.

Türkiye’de sigara üretim izni almış olan yabancı sigara üreticileri, üretimleri için ihtiyaç duydukları Virginia ve Burley tütünlerini, özellikle Adapazarı ve Düzce’deki çiftçilerle sözleşmeli olarak yetiştirmeye başlamışlardır. Yabancı sigara üreticileri son birkaç yılda üretim alanlarını daha da genişleterek Trakya bölgesinde de faaliyete geçmişlerdir. En büyük sigara üreticisi konumunda olan Tekel ise, ihtiyaç duyduğu Virginia ve Burley tütünlerini ithal etmeye devam etmektedir.

Samsun İli Bafra İlçesi, topoğrafik yapısı itibariyle ova ve yamaç araziden oluşmaktadır. İlçede yetiştirilen ürünler de bu topoğrafik yapıya göre şekillenmektedir. Ovadaki tarım işletmelerinin büyük kısmında sebze üretimi yapılmaktadır. Yazlık olarak yapılan sebze

üretiminin büyük bir kısmını kavun, karpuz, biber ve domates oluşturmaktadır. Yamaç arazide ise uzun yıllardır üretimi yapılan şark tipi tütün, çiftçilerin en önemli gelir kaynağı olmuştur. Türkiye’de Virginia ve Burley tipi tütünlerin adaptasyonu konusunda ilk kapsamlı araştırma, Devlet Planlama Teşkilatı tarafından desteklenen ve TÜBİTAK’ca yürütülen “Virginia ve Burley Tipi Tütünlerin Türkiye’de yetiştirilmesi imkanlarının Araştırılması” konulu projedir. Bu projeye; Marmara, Çukurova ve Orta Anadolu bölgelerinin yanı sıra Karadeniz Bölgesinde Bafra, Çarşamba, Erbaa ve Boyabat’ta 46 da arazide çalışma yürütülmüş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Esendal ve ark., 1995).

Bafra Ovasında bugün için çiftçiler tarafından Virginia ve Burley tipi tütün üretimi yapılmamaktadır. Ancak bu tütünleri işleyen özel sektör işletmelerinin artması ve Tekel’in özelleştirilmesinden sonra bölgede Virginia ve Burley tütünlerinin üretimi artabilecektir.

Bafra Ovasında taban arazide yetiştirilen Burley tütünü ile sebzelerin, girdi kullanımı ve kârlılık yönünden karşılaştırmalı olarak analiz edildiği araştırmalara rastlanmamıştır. Bölgede şark tipi tütünün bazı tarla ürünleriyle karşılaştırmalı maliyet analizinin yapıldığı bir araştırmada, tütünün bölgede üretimi yapılan sebzelere göre daha kârlı olduğu tespit edilmiştir (Esendal ve ark., 1997). Bölgede şark tipi tütün konusunda yapılan başka bir araştırmada da, elle

ve makine ile tütün dikiminde işgücü talebi karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Araştırmaya göre tütün dikiminin makine ile yapılması, elle dikime göre işgücünde dekara 37 saat tasarruf sağlamaktadır (Kılıç ve Cinemre, 2003).

Türkiye’de son yıllarda yabancı tütünlere ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu araştırma ile, Bafra ovasında verim ve kalite açısından büyük bir adaptasyona sahip olan Burley tütününü ile ovada yaygın olarak üretimi yapılan bazı sebzeler, girdi kullanımı ve kârlılık yönünden karşılaştırılarak önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın başlıca materyalini, sebze üreticilerinden anket yoluyla elde edilen bilgiler ile araştırmacılar tarafından Bafra Ovasında Burley tütününde yapılan deneme sonuçları oluşturmaktadır. Bölge hakkındaki genel bilgiler konusunda da Tarım İlçe Müdürlüğü’nün kayıtları ile bazı araştırmalardan yararlanılmıştır.

Bafra Ovasında sebze üretimi yapan 10 işletme gayeli olarak seçilmiştir. İşletmelerin, uygulanan üretim tekniği ve arazi büyüklüğü yönünden ovadaki benzer işletmeleri temsil etmelerine dikkat edilmiştir. İşletmeler üretim dönemi süresince ziyaret edilerek gerekli bilgiler alınmıştır. Burley tütün denemesi ise, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Bafra Meslek Yüksek Okulu tarafından bölgedeki Köy Hizmetleri Araştırma İstasyonu arazisinde yürütülmüştür. Denemede TN 97 Burley tütün çeşidi kullanılmıştır. Denemede tütün yetiştiriciliği, üretim tekniği açısından çiftçi şartlarına benzer şekilde yürütülmüştür.

Araştırmada ürünlerle ilgili girdi-çıkıtı katsayıları 2002-2003 üretim dönemine aittir. Ürünlerin işgücü istekleri, erkek işgücü saati olarak hesaplanmıştır. Girdi masrafları belirlenirken, çiftlik avlusu fiyatları dikkate alınmıştır. Makine masrafları, piyasada geçerli olan makine kiralama ücretlerine göre hesaplanmıştır. Sebze yetiştiriciliğinde kullanılan aile işgücü karşılığı hesaplanırken, benzer iş için yabancı işçiye ödenen ücret dikkate alınmıştır. Tütün üretimi ise bu amaçla kiralanan işgücü ile yapılmıştır. Ürünlerin üretim maliyetlerini hesaplarken kullanılan reel faiz oranı %4 alınmıştır. Faiz oranı, üretim dönemine göre aylık masraflar dikkate alınarak hesaplanmıştır. Genel idare giderleri olarak, faiz masrafı hariç toplam masrafların %3’ü alınmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Araştırma Bölgesi Hakkında Genel Bilgiler

Bafra İlçesi, Samsun İline 50 km uzaklıkta olup, 175 bin hektar yüzölçüme sahiptir. İlçenin doğusu ve kuzeyi Karadeniz, batısı Alaçam, güneyi ise Kavak ilçeleriyle çevrilidir. Bafra ovası, Kızılırmak nehrinin getirdiği zengin alüvyonlu topraklardan oluşan bir delta ovasıdır. Karadeniz bölgesinin en büyük ovası olan Bafra ovası, 40 km uzunluğundadır. Türkiye’nin en uzun akarsuyu olan Kızılırmak, ovanın güneyindeki dağları geçerek ovaya ulaşmaktadır. Bafra İlçesi, tipik Karadeniz iklimine sahip olup, yazları serin, kışları ılık ve yağışlıdır. Yıllık nispi nem ortalaması %70’in üzerindedir. İlçede yıllık yağış miktarı 750-1000 mm arasında değişmektedir. İlçenin toplam nüfusu 157 bin olup, nüfusun %47’si köylerde yaşamaktadır. İlçede 115 köy ve 4 belde bulunmaktadır. İlçe ekonomisi, büyük ölçüde tarıma dayalıdır. İlçede küçük ölçekli un sanayisi ile Tekel’e bağlı tütün işleme tesisi ve sınırlı sayıdaki küçük çapta gıda sanayisinin dışında tarıma dayalı sanayi gelişmemiştir (Anonymous, 2003).

Bafra İlçesi; ova, yayla ve yamaç araziden oluşmaktadır. İlçe yüzölçümünün en büyük kısmını ovalık bölüm oluşturmaktadır. Ovadaki arazinin topoğrafyası genellikle düz olup eğimi %0-2, yamaç arazinin eğimi ise %2-20 arasındadır (Apan ve Kara, 1998). İlçe topraklarının üçte biri, her türlü bitkisel ürünün kolaylıkla yetiştirilebileceği 1. ve 2. sınıf araziden oluşmaktadır. İlçedeki bitkisel ürün deseni, genellikle topoğrafyaya bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tarım arazisinin önemli bir kısmı, ovadaki taban araziden meydana gelmektedir. Polikültür tarım yapılan ilçede, geniş bir bitkisel ürün çeşidi bulunmaktadır. 2002 yılı itibarıyla 69 bin hektar olan tarım arazisinin %14’ü yazlık sebzelerle ayrılmıştır. Yazlık sebzelerin büyük çoğunluğu ise (%88) kavun, karpuz, biber ve domatesten meydana gelmektedir. Yazlık sebzelerin dışında 7,7 bin hektar da kışlık sebze ekiliş alanı söz konusudur. İlçede sebze üretimi, hem aile tüketimini karşılamak amacıyla hem de ticari amaçla yapılmaktadır. Ancak bölgede sebze işleyen büyük tesislerin olmaması, sebzelerin pazarlamasını zorlaştırmaktadır. Üretilen sebzeler, yerel halk pazarlarında ve toptancı hallerinde pazara arz edilmektedir (Anonymous 2003).

Bafra ovasında çiftçilere tarımsal yayım hizmeti veren kuruluşlar; Bafra Tarım İlçe Müdürlüğü, ilçede deneme çalışmaları yürüten Samsun Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Bafra Meslek Yüksek Okuludur.

3.2.Üretim Tekniği ve Girdi Kullanımı

3.2.1.Tütün

Burley tütün üretimi, öncelikle fide yetiştirme ile başlamaktadır. Daha sonra yetiştirilen fideler önceden hazırlanan tarlaya dikilmektedir. Denemede kullanılan tütün fideleri, Düzce'de faaliyet gösteren özel bir şirketten temin edilmiştir.

Fide dikiminden önce dekara 60 kg 20-20-20 kompoze ve dikimden sonra temmuz ayında 40 kg kalsiyum amonyum nitrat olmak üzere 2 defa gübre atılmaktadır. Dikimle beraber ve dikimden sonra 3 defa olmak üzere toplam 4 defa böcek ve mantar zararlılarına karşı ilaçlama yapılmaktadır. Üretim döneminde 2 defa çapalama, 4 defa sulama yapılmaktadır. Dip sıyırma arkasından tepe kırma ve filiz köreltme ile tütün hasadı yapılmaktadır. Hasattan sonra tütün kurutulup balyalanarak satışa hazır hale getirilmektedir. Tütün üretiminde dekara toplam 149,3 saat işgücü, 12,7 saat çekigücü kullanılmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1.İşgücü ve Çekigücü Kullanımı

	İnsan (saat)	Makine (saat)
Tütün	149,3	12,7
Domates	111,4	6,7
Biber	97,6	6,0
Kavun	92,5	7,6
Karpuz	85,6	7,1

Toplam işgücünün %5'i fide yetiştirme, geriye kalanı üretim aşamasında kullanılmaktadır. Tütün üretiminde yılın 9 ayında işgücüne ihtiyaç vardır. İşin %94'ü haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim aylarında yapılmaktadır. Bu dönemdeki işgücünün de önemli bir kısmı, hasat ve hasat sonrası işlemler için kullanılmaktadır.

3.2.2.Domates

Bafra İlçesinde domates yetiştiriciliği, çiftçilerin en önemli gelir kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Domates üretimi, mart ayında yapılan tarla hazırlığı ile başlamaktadır. Domates fideleri genellikle işletme avlusunda yüksek tünel altında yetiştirilmektedir. Bazı küçük işletmeler, fideleri çoğunlukla dışarıdan satın almaktadırlar. Mayıs ayında fideler tarlaya dikilmektedir. Domates yetiştiriciliğinde sulama, verime en çok etki eden faktörlerden birisidir. İklim şartlarına bağlı olarak ortalama 3-5 defa sulama

yapılmaktadır. Hastalıklar, zararlılar, yabancı ot ve küflenmeye karşı mücadele yapılmaktadır. Dikimden sonra yabancı otları temizlemek ve toprağı havalandırmak amacıyla en az 2 defa çapalama yapılmaktadır. Ağustos ayında hasat edilmeye başlanan domateslerin hasadı, seçilen çeşide göre 2-3 defada tamamlanmaktadır. Hasat edilen domatesler, çoğunlukla Samsun olmak üzere İstanbul ve Ankara'daki yaş meyve ve sebze toptancı hallerinde satışa arz edilmektedir. Domates üretiminde dekara toplam 111,4 saat işgücü ve 6,7 saat çekigücü kullanılmaktadır. Üretim dönemi 6 ay olup, en fazla işgücü %30 ile hasatta kullanılmaktadır.

3.2.3.Biber

Sıcak ve ılık iklim bitkisi olan biber, hava neminin yüksek olmasından hoşlanmaktadır. Biber yetiştirilen toprakta %65-70 oranında nem bulunmalıdır. Biber üretimi için toprak hazırlığına mart ayında başlanır. Fidler çeşitli şekillerde farklı ortamlarda yetiştirilir. Fide yetiştiriciliği sıcak veya ılık yastıklarda yapılabildiği gibi, plastik tünel altında veya seralarda da yapılmaktadır. Fidler 6-8 yapraklı olduklarında tarlaya şaşırtılır. Dikim öncesi bitkinin ihtiyacı olan gübre toprağı atılarak iyice karıştırılır. Biber sudan hoşlandığı kadar, kökleri fazla suya çok hassastır. Bu nedenle biberin ihtiyaç duyduğu suyu yeterli ve düzenli vermek gereklidir (Vural ve ark., 2000). İncelenen işletmelerde biber üretiminde 2 defa çapalama, 3 defa ilaçlama ve 4 defa sulama yapılmaktadır. Bölgemizde en çok üretimi yapılan salçalık biberlerde hasat işlemi, birkaç defada gerçekleşmektedir. Biber üretiminde 97,6 saat işgücü ve 6 saat çekigücü kullanılmaktadır. İşgücü kullanımı, %36 ile en fazla hasat işleminin yapıldığı ağustos ayında gerçekleşmektedir. Hasat edilen biberler çoğunlukla Samsun yaş meyve ve sebze toptancı halinde pazara arz edilmektedir.

3.2.4.Kavun

Kavun, ılık ve sıcak iklimi seven bir bitkidir. Gelişme dönemi boyunca yeterli gün ışığı ve rutubete ihtiyaç vardır. Kavun yetiştiriciliği fide üretimi ile başlamaktadır. Fidler genellikle seralarda veya plastik tünel altında yetiştirilmektedir. Fidler 6-8 yapraklı oldukları zaman üretim yapılacak araziye şaşırtılır. Kavun üretimi için toprak hazırlığı mart ayında yapılmaktadır. Üretim aşamasında arazi, yağış durumuna bağlı olarak ortalama 4 defa sulanmakta ve bitkiler toprak yüzünü örtünceye kadar 2 defa da çapalama yapılmaktadır. Kavun tarımında hastalık ve zararlılara karşı 2 defa ilaçlama yapılmaktadır. Kavun üretimi için dekara toplam 92,5 saat işgücü ve 7,6 saat

çekigücü kullanılmaktadır. Üretim dönemi 7 ay olup, işgücünün %31'i hasat işleminin yapıldığı ağustos ve eylül aylarında kullanılmaktadır. Hasat edilen kavunlar çoğunlukla Samsun, İstanbul ve Ankara'daki yaş meyve ve sebze toptancı hallerinde satışa arz edilmektedir.

3.2.5.Karpuz

Karpuz ve kavun, üretim teknolojisi yönünden birbirine benzemektedir. İlçede karpuz üretimi için ihtiyaç duyulan fideler, çiftçiler tarafından sera veya alçak plastik tünellerde yetiştirilmektedir. Atılacak gübre miktarı toprağın durumuna göre belirlenmektedir. Dikimden sonra bitkiler 5-10 yapraklı olduklarında çapalama işlemi başlamaktadır. Toprak yapısı, ot durumu ve bitkinin gelişme durumuna bağlı olarak 1-3 kez çapalama yapılmaktadır. Karpuzun düzenli olarak sulanması gerekmektedir. Karpuz üretiminde kullanılan işgücü miktarı dekara toplam 85,6 saat, çeki gücü kullanımı ise 7,1

saattir. Ağustos ve eylül aylarındaki hasat işleminden sonra elde edilen karpuzlar, çoğunlukla Samsun, İstanbul ve Ankara'daki yaş meyve ve sebze toptancı hallerinde satışa arz edilmektedir.

3.3.Üretim Maliyeti ve Kârlılık Durumu

Araştırmadaki ürünler içinde dekara en fazla toplam masraf 475,8 Milyon TL ile tütünde söz konusudur. Tütünü, sırasıyla domates, kavun, karpuz ve biber takip etmektedir.

Bütün ürünlerin kilogram satış fiyatları, maliyetlerinin üzerindedir. En kârlı ürün dekara 551,7 Milyon TL ile tütündür. Tütünü sırasıyla domates, karpuz, biber ve kavun izlemektedir (Çizelge 2).

Araştırmada toplam masrafların yüzdesi olarak, en yüksek masraf kalemini tütün, domates ve biberde işgücü, kavunda makine, karpuzda ise materyal masrafları almaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 2.Üretim Masrafları, Maliyet ve Kârlılık Durumu

		Tütün	Domates	Biber	Kavun	Karpuz
Toprak hazırlama	(Bin TL/da)	42.640	34.000	34.000	34.000	34.000
Ekim/dikim	(Bin TL/da)	78.720	72.720	41.600	76.480	73.000
Bakım	(Bin TL/da)	156.120	138.120	120.344	125.060	119.360
Hasat	(Bin TL/da)	57.600	32.400	33.600	24.000	21.600
Nakliye	(Bin TL/da)	37.600	44.360	25.560	46.080	43.280
Arazi kirası	(Bin TL/da)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Faiz	(Bin TL/da)	9.540	6.463	5.615	7.254	6.875
Genel idare giderleri	(Bin TL/da)	13.580	12.048	10.053	11.569	11.137
Toplam masraflar	(Bin TL/da)	475.800	420.111	350.772	404.443	389.252
Verim	(kg/da)	250	4700	2250	2700	3800
Maliyet	(TL/kg)	1.903.200	89.385	155.899	149.794	102.435
Satış fiyatı	(TL/kg)	4.110.000	150.000	225.000	200.000	150.000
Gelir	(Bin TL/da)	1.027.500	705.000	506.250	540.000	570.000
Kâr	(Bin TL/da)	551.700	284.889	155.478	135.557	180.748

Çizelge 3.Toplam Masraflar İçinde Masraf Kalemlerinin Payları (%)

	Tütün	Domates	Biber	Kavun	Karpuz
İşgücü	34,8	29,9	31,3	25,2	24,2
Makine	25,5	18,7	22,7	28,6	24,8
Materyal	18,0	27,9	18,7	21,8	25,8
Sabit masraf (*)	21,7	23,5	27,3	24,4	25,2
Toplam masraflar	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(*) Sabit masraf; arazi kirası, sermayenin faizi ve genel idare giderlerinden oluşmaktadır.

4.SONUÇ

Bafra Ovasında çeşitli yazlık ve kışlık sebzeler üretilmektedir. Ancak sebzelerde bazı yıllar ürün satış fiyatları çok düştüğü için, pazarlamada önemli sıkıntılar yaşanmaktadır. İlçede ve Samsun'da sebze işleyen tesislerin olmaması, bu sıkıntıyı daha da artırmaktadır.

Bafra Ovasında sebze yerine geçebilecek en önemli alternatif ürün Burley tütünüdür. Türkiye'de son yıllarda şark tipi tütün üretimindeki fazlalık nedeniyle, şark tipi tütün üretim alanlarına kısıtlama getirilmiştir. Buna karşılık Tekele ait işletmelerde yabancı tütün kullanımı günden güne artmaktadır. Buna bağlı olarak bu tütünlerin ithalatı da artmaktadır. Bu bakımdan ithalat yoluyla meydana gelen döviz kaybını önlemek için, Virginia ve Burley tipi tütün üretiminin artırılması gerekmektedir.

Bafra'daki çiftçiler uzun yıllardır şark tipi tütün üretimi nedeniyle, tütünün üretim tekniği konusunda yeterli bilgiye sahiptirler. Burley üretim tekniği konusunda da bilgilendirildikleri takdirde, sebze yerine gerek işgücünü daha iyi değerlendirmesi gerekse kârlılık açısından daha avantajlı olan Burley tütün üretimi yaygınlaşabilecektir.

5.KAYNAKLAR

- Anonymous 2003. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Bafra Tarım İlçe Müdürlüğü Kayıtları. Bafra.
- Apan, M. ve Kara, T., 1998. Bafra Ovası Tarımsal Potansiyelinin Toprak ve Su Kaynaklarının Etkin Biçimde Kullanılması Yönünden Değerlendirilmesi. Bafra Ovası Tarım Sempozyumu, 2 Ekim, Samsun.
- Esental, E., Ayan, A.K., Aytaç, S., 1995. Karadeniz Bölgesinde Flue Cured Tütün Yetiştiriciliği ve Bölge Tütüncülüğü Üzerine Etkileri. Karadeniz Bölgesi Tarımının Geliştirilmesinde Yeni Teknikler Kongresi, 10-11 Ocak, Samsun.
- Esental, E., Kevseroğlu, K., Cinemre, H.A., Aytaç, S., Kılıç, O., 1997. Alternative Crops to Tobacco in Bafra District-Safflower, Sunflower, Soybeans, Corn and Wheat. IVth International safflower Conference, Bari-Italy.
- Kılıç, O. ve Cinemre, H.A., 2003. Samsun İli Merkez İlçesinde Makine ve Elle Fide Dikiminde Tütün Maliyetinin Karşılaştırmalı Analizi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:18, sayı:1, Samsun.
- Vural, H.,D. Eşiyok., İ. Duman., 2000. Kültür Sebzeleri. Sebze Yetiştirme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 440 s., Bornova İzmir.

BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)'DE BİTKİ SIKLIĞI VE AZOTLU GÜBRELEMENİN VERİM VE VERİM ÖĞELERİNE ETKİSİ*

Yeliz ÖZTURAN Ali GÜLÜMSER
O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, SAMSUN

Geliş tarihi: 29.06.2004

ÖZET: Bu çalışma Akkız ve Karagöz börülce çeşitlerinde dört farklı sıra aralığı (25, 50, 75 ve 100 cm) ve üç farklı azot dozu (0, 5 ve 10 kg N/da) kullanılarak, 2001 ve 2002 yıllarında tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı yürütülmüştür. Araştırmada bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitki başına tane verimi, kuru tane verimi, bin tane ağırlığı ve ham protein oranı gibi özellikler incelenmiştir. Kuru tane verimi üzerine farklı sıra aralıklarının çok önemli derecede etkisi olmuş ve en yüksek kuru tane verimi dekara daha fazla bitki girmesini sağlayan 25 cm sıra aralığından (273.1 kg/da) alınmıştır. Bitki başına en yüksek tane verimi Karagöz çeşidi (69.0 g) ve 100 cm sıra aralığında (69.7 g) sağlanmıştır. Değişik azot dozlarının ise tanenin ham protein oranına çok önemli derecede etkisi bulunmuştur. En yüksek ham protein oranı (% 22) dekara 5 kg azot dozu uygulamasından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Börülce, azotlu gübreleme, bitki sıklığı, verim

THE EFFECTS OF ROW SPACING AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD AND YIELD COMPONENTS OF COWPEA (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

ABSTRACT: This study was carried out with Akkız and Karagöz cowpea cultivars four different row spacing and three different nitrogen fertilization in 2001 and 2002 years. The study was arranged to be split split plots with three replications. In the research plant height, pod number per plant, grain yield per plant, dry grain yield, 1000-seed weight and crude-protein ratio were investigated. The effect of different row spacing on dry grain yield was very significant and the highest dry grain yield was obtained from 25 cm row spacing providing presencet more plant in per unit. The highest grain yield in per plant was obtained from Karagöz cultivar and 100 cm row spacing. The effects of different nitrogen doses on crude-protein percentage of seed was very significant. The highest crude-protein percentage (%22) was obtained from 5 kg/da nitrogen dose.

Key Words: Cowpea, nitrogen fertilization, row spacing, yield

1. GİRİŞ

Besin ihtiyacını bitkisel ve hayvansal kaynaklı ürünlerden sağlayan insanoğlu, beslenme sorununa çözüm bulmak için ilk planda daha ucuza mal olan ve daha uzun süre bozulmadan saklanabilen bitkisel gıdaların üretimini artırma olanaklarını aramak zorundadır.

Börülce yeşil sebze ve kuru tane olarak insan beslenmesinde, yem bitkisi olarak da hayvan beslenmesinde kullanılan, toprağın yapısını düzelter ve azotça zenginleştiren bir baklagil bitkisidir. Taze baklalarında % 2.0-4.3, taze tanelerinde % 4.5-5.0 protein bulunduğu halde, kuru börülce tanelerinin protein kapsamı çeşit ve çevre koşullarına bağlı olarak % 20.4-34.6 arasında değişiklik göstermektedir (Şehirli, 1988). Önemli bir bitkisel protein kaynağı olan börülce genellikle taze sebze ve kuru tane olarak tüketilirken, Afrika ülkelerinde kahve ve çorba yapımı ile un sanayiinde geniş ölçüde kullanılmaktadır (Azkan, 1994).

Toprak şartlarına adaptasyonu oldukça geniş, kurağa nispeten dayanıklı olan börülce, nemli şartlara uymuş tek yıllık bir sıcak iklim bitkisidir. Sonbahar donlarına karşı hassastır. Aşırı kuraklık bir çok varyetenin tohum bağlamasını önler.

Yemeklik baklagiller ekim alanı içerisinde börülcenin payı dünyada % 10'dan fazla olduğu halde Türkiye'de % 0.2'den daha azdır (Anonymous, 2001). Bu durum; bu bitkinin ekim ve bakım isteklerinin fazlalığı, birim alandan kaldırılan ürün miktarının ve elde edilen gelirin düşük olması, yemeklik tane baklagil olarak ülkemizde pek fazla tanınmamasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla üreticinin birim alandan daha fazla gelir temin edeceği ürünleri üretme çabası, börülce ekiminin sadece belirli illerde yapılmasına neden olmuştur. Börülce bölgelerimizden en fazla Ege Bölgesinde üretilmekte bunu Orta Kuzey ve Akdeniz bölgeleri izlemektedir. İllerden en fazla 1148 ha ile Uşak, 600 ha ile Manisa, 350 ha ile Isparta ve 294 ha ile Muğla'da yetiştirilmektedir (Özdemir, 2002). Diğer bölgelerimiz ile Samsun, Sinop, Kastamonu ilinde ve Çarşamba ilçesinin bazı köylerinde aile ihtiyacı için çok az miktarda yetiştirilmektedir (Gülümser ve ark., 1989). Sadece üretici illerdeki insanların tüketim alışkanlıkları nedeni ile buralarda üretilen börülce kolay alıcı bulmaktadır (Karasu, 1999).

Karadeniz Bölgesi'nde börülce üzerine yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır (Gülümser

* Yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ve ark., 1989; Akdağ ve ark., 1996; Pekşen ve ark., 2000; Pekşen ve ark., 2002).

Bu çalışmalar börülcenin yetiştiricilik ve adaptasyon özelliklerinin belirlenmesine yöneliktir. Karadeniz bölgesi koşullarına uygun börülce genotiplerinin belirlenmesi amacıyla araştırma ve denemeler devam etmektedir.

Börülce fazla miktarda kuru madde ürettiğinden topraktan kaldırdığı mineral madde miktarı yüksektir. Ekimle birlikte 4-6 kg/da P_2O_5 , toprakta yetersiz ise 5 kg/da K_2O ve bitkinin ilk dönemlerinde hızlı vejetatif gelişmeyi destekleyecek 1.5-3 kg/da azotlu gübrenin verilmesi gerekmektedir. Çukurova koşullarında ekim sıklığı ile birlikte dekara 0-6 kg azotlu gübre dozlarını deneyen Bıçakçı (1987) 6 kg/da azot kullanımının verimi artırdığını bildirmektedir.

Birim alandan en yüksek verimin elde edilebilmesi amacıyla belirlenmesi gereken kültürel önlemlerden birisi her tür için en uygun ekim sıklığının saptanmasıdır. Ekimde uygulanacak sıra arası ve sıra üzeri mesafeler bitkinin oluşturacağı habitusa ve ürünün kullanım amacına göre değişir. Fazla büyüyen ve yatık gelişen çeşitlerin seyrek ekilmesi, dik büyüyen ve yem amacıyla üretilecek çeşitlerin daha sık ekilmesi gereklidir. Bahçeci ve Engin (1989)'in Çukurova koşullarında yayılcı ve yatık formdaki iki börülce çeşidi ile yaptığı çalışmada, verim bakımından 50 cm sıra arası ve 25 cm sıra üzeri ekim mesafesinde en iyi sonuç alınmıştır. Ege Bölgesi'nde Sepetoğlu ve Ceylan (1979), bodur tiplerde en uygun ekim sıklığının 60x10 cm olduğunu bildirmektedir. Ekim sıklığı çeşitlere göre değiştiği gibi yetiştirildiği bölgelere ve yetiştirme şartlarına göre de farklılıklar göstermektedir.

Bu nedenle Samsun koşullarında yetiştirilen börülcede en uygun ekim sıklığı ve azotlu gübrelemenin verim ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek üzere bu çalışma yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinden temin edilen ve ülkemizin tescilli

çeşitleri olan Akkız ve Karagöz çeşitleri kullanılmıştır. Denemede gübre olarak % 26 N içeren Kalsiyum Amonyum Nitrat (CAN) gübresi, 0, 5 ve 10 kg N/da dozlarında ekimle birlikte uygulanmıştır.

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çeşitler (Karagöz ve Akkız) ana parsellere, azot dozları (0, 5 ve 10 kg N/da) alt parsellere, sıra aralıkları (25, 50, 75 ve 100 cm) alt alt parsellere yerleştirilmiştir. 25 cm sıra aralığında dekara 40 bin bitki, 50 cm sıra aralığında 20 bin bitki, 75 cm sıra aralığında 13.3 bin bitki ve 100 cm sıra aralığında 10 bin bitki tekabül etmiştir. Ana, alt ve alt alt parseller arasında 1'er metre boşluk bırakılmıştır. Gübrelerin yerleştirildiği alt parseller 5 m x 18 m = 90 m² dir. Sıra sayısı her parselde 6 sıra olmak üzere alt alt parseller sabit tutulmuş olup, 25 cm sıra aralığındaki parsel boyutu 5 m x 1.5 m = 7.5 m², 50 cm sıra aralığındaki parsel boyutu 5 m x 3 m = 15 m², 75 cm sıra aralığındaki parsel boyutu 5 m x 4.5 m = 22.5 m², 100 cm sıra aralığındaki parsel boyutu 5 m x 6 m = 30 m² olmuştur. Sıra üzeri mesafe ise tüm denemede aynı olup 10 cm alınmıştır.

Ekimler birinci yıl 10 Haziran 2001, ikinci yıl 19 Mayıs 2002 tarihlerinde elle yapılmıştır. Azotlu gübre uygulaması ekimle birlikte yapılmıştır.

Bitkilerin hasat olgunlukları, sap ve yaprakların sararması, tohumların olgunlaşması ile tespit edilmiştir. Birinci yıl hasat 4-10 Ekim 2001, ikinci yıl 25 Eylül-1 Ekim 2002 tarihleri arasında yapılmıştır. Hasat parsel kenarlarından birer sıra, başlarından ise 50'şer cm kenar tesiri olarak atıldıktan sonra, kalan net alandan yapılmıştır.

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde MSTAT-C paket programı kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA YERİNİN ÖZELLİKLERİ

3.1. İklim Özellikleri

Börülce yetiştirme dönemi dikkate alınarak aylık sıcaklık, yağış ve nispi nem verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. 1974-2000 Yılları ile 2001 ve 2002 Yıllarında Börülce Yetiştirme Dönemine Ait Bazı İklim Değerleri *

İklim özellikleri	Yıllar	Aylar						Vej Dönemi Ort./Top.	Yıllık Ort./Top.
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim		
Ortalama sıcaklık (°C)	1974-2000	15.3	20.0	23.1	23.2	19.8	15.8	19.5	14.2
	2001	15.0	19.9	25.8	26.2	22.4	16.0	20.8	15.5
	2002	15.8	20.8	25.6	23.6	21.5	17.3	20.7	14.9
Yağış toplamı (mm)	1974-2000	50.5	49.4	31.1	32.4	49.4	83.7	296.5	663.6
	2001	83.9	16.3	00.0	11.2	32.3	61.6	205.3	648.0
	2002	10.9	53.8	79.9	14.3	34.6	42.2	235.7	572.4
Ortalama nispi nem (%)	1974-2000	80.7	76.6	73.4	73.7	74.6	76.0	75.8	73.8
	2001	78.3	74.0	74.0	74.0	78.0	78.8	76.1	74.4
	2002	74.2	74.4	73.5	73.3	74.7	71.3	73.5	71.1

*Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü

İklim verileri içerisinde en dikkat çekici olan ve denemenin yürütüldüğü yıllarda aylar bazında en önemli farklılıkların rastlandığı yağış değerleri olmuştur. Börülce'nin yetiştirme periyodunda ise uzun yıllar ortalaması olarak yağış miktarı 296.5 mm, 2001 yılında 205.3 mm, 2002 yılında ise 235.7 mm'dir. 2001 yılında Temmuz ayında hiç yağış olmazken, 2002 yılında en fazla yağış Temmuz ayında (79.9 mm) olmuştur.

3.2. Toprak Özellikleri

Bu çalışma 2001 ve 2002 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazilerinde yürütülmüştür. Köy Hizmetleri Samsun Araştırma Enstitüsü laboratuvarında yapılan analizlerde deneme alanı topraklarının her iki yılda da killi, nötr, az kireçli, organik maddece orta, tuzsuz, alınabilir fosfor miktarının yüksek, potasyum miktarının ise yeterli olduğu belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu

Bitki boyu genotip tarafından belirlenen bir özellik olup, ekolojik şartlara göre değişmektedir (Akulov, 1988). Bitki boyuna çevre ve yetiştirme şartları çok etkili olmakla beraber, asıl belirleyici unsur çeşit özelliğidir. Genotipin fenotipte en belirgin görüldüğü bu özellik çeşit belirlenmesinde önemli bir karakterdir.

İki yıl süre ile dört farklı sıra aralığı ve üç farklı gübre dozunun denediği çalışmada bitki boyuna yılların, sıra aralıklarının etkisi önemli görülmez iken çeşitlerin bitki boyuna etkisi 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Akkız çeşidi ortalama 194.3 cm ile Karagöz çeşidinden 14.7 cm daha fazla boylanmıştır. Bu farklılık çeşitlerin genetik yapısından kaynaklanmaktadır.

Azot dozlarının bitki boyuna etkileri istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli

bulunmuştur. En yüksek bitki boyu (199.4 cm) dekara 5 kg azot uygulamasından elde edilmiş, 0 ve 10 kg azot uygulamaları arasında ise istatistiksel fark bulunmamıştır. Dekara 10 kg azot dozunda bitki boyu 184.6 cm ile 5 kg azot dozundan daha kısa olmuştur. Fazla azotun *Rhizobium* faaliyetini yavaşlatmış ve ileriki devrelerde gelişmeyi olumsuz etkilemiş olması bu farklılığı yaratmış olabilir.

Bulgularımız, aynı yörede yapılan ve karnı kara ve sarı göbek çeşitlerine ait ortalama bitki boyu uzunluklarının 74-136.67 cm arasında değiştiğini bildiren Gülümser ve ark. (1989), Bornova ekolojik koşullarında yarı dik ve yatık iki börülce çeşidi ile yaptıkları değişik sıra arası ve sıra üzeri mesafe denemesinde bitki boyunun 65.7-122.3 cm arasında değiştiğini bildiren Sepetoğlu ve Ceylan (1979) ve börülcede bitki boyunun 116.0-122.1 cm arasında değişim gösterdiğini bildiren Büyükkılıç (1995)'in çalışmalarından daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi Samsun ekolojik şartlarının yarı nemli ve bitkinin yetiştirme döneminde havaların yağışlı olması yanında, sıcaklıkların Ege ve Akdeniz bölgelerine nazaran daha düşük olup generatif döneme geçişin daha uzun olması olabilir.

İstatistiki anlamda önemsiz olmakla beraber bu çalışmada sıra arası mesafeler arttıkça bitki boyu buna paralel olarak artmıştır. Birim alanda bitki sayısı azaldıkça bitki boyunda artış sağlandığını bir çok çalışma ile ortaya koymuştur (Mohdnoor, 1980). Bunu bitkiler arasındaki uzaklığın artmasıyla, kendi yaşam bölgelerindeki besin elementlerinden, sudan, hava ve güneşten daha fazla yararlanması, optimum gelişmeyi ve büyümeyi sağlayabilmek için gerekli ihtiyaçlarını daha yeterli düzeyde karşılayabilmesiyle bitki boylarının uzamasına neden olduğu şeklinde açıklayabiliriz.

Çizelge 2. Farklı azot dozları ve sıra aralıkları uygulanan börülcede bitki boyu ortalamaları (cm)

Çeşit	Azot Dozları (kg N/da)	Sıra Aralıkları (cm)				Çeşit x Azot İnt. Ortalaması
		25	50	75	100	
Karagöz	0	168.5	166.4	168.7	190.8	173.6 b
	5	184.8	196.5	193.3	201.1	193.9 a
	10	172.4	158.9	176.4	165.7	168.4 b
	Ortalama	175.3	174.0	179.5	185.9	178.6
Akkız	0	158.8	175.7	185.3	188.9	177.2 b
	5	208.8	200.0	205.9	204.5	204.8 a*
	10	216.7	187.9	205.4	193.4	200.9 a
	Ortalama	194.8	187.5	198.9	195.7	194.3
Sıra Aralıkları Ortalamaları		185.0	180.9	189.2	190.7	Azot Dozları Ort.
Azot Dozları (kg N/da)	0	163.7 d	171.0 d	177.0 cd	189.8 abc	175.4 b
	5	196.8 a	198.3 a	199.6 a	202.9 a*	199.4 a**
	10	194.6 ab	173.4 d	190.9 abc	179.6 bcd	184.6 b
Yıllar	2001 ortalaması					179.5
	2002 ortalaması					193.4
	İki yıl ortalaması					186.5

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ** P<0.01 ve * P<0.05 olasılıkla farklılık yoktur.

Sıra aralığı x azot interaksyonunun biki boyuna etkisi 0.05 düzeyinde etkili çıkmıştır. 5 kg/da gübrelemenin yapıldığı tüm sıra arası mesafeler istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir. Bu da gübrenin sıklıktan daha önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Biki boyu ile diğer özellikler arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır. Biki boyu ile biki başına tane verimi ve kuru tane verimi haric diğer incelenen özellikler arasında önemli ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Biki boyu ile bikiide bakla sayısı ($r=0.462^{**}$) ve ham protein oranı ($r=0.310^{**}$) arasında olumlu ve çok önemli ilişkiler bulunmuştur. Bunlardan bin tane ağırlığı ile ilişki ($r=-0.342^{**}$) olumsuz bulunmuştur (Çizelge 8).

4.2. Bikiide Bakla Sayısı

Bitkide bakla sayısında birleştirilmiş yıllar ortalaması 30.0 adet olarak belirlenmiştir. Bitkideki bakla sayısının 2002 yılında (34.1 adet) 2001 yılına (25.8 adet) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). 2002 yılında iklim şartlarının özellikle de yağışın bakla bağlama döneminde daha uygun olması nedeniyle bitkideki bakla sayısı daha yüksek olmuştur.

Bitkideki bakla sayısı çeşide ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak değişik sayıda olabilir (Ceylan ve Sepetoğlu, 1983; Bıçakçı, 1987; Gülümser ve ark., 1989; Büyükkılıç, 1995).

Bitkide bakla sayısı bakımından çeşitler arasında 0.05 düzeyinde önemli fark bulunmuştur. Akkız çeşidi ortalama 32.4 adet ile Karagöz çeşidinden 4.9 adet daha fazla bakla bağlamıştır.

Azot dozlarının bitkide bakla sayısına etkisi 0.01 seviyesinde çok önemli olmuştur. Dekara 5 kg N uygulanan bölülide, biki başına ortalama bakla sayısı 32.2 adet olmuştur. Azotun artan

dozunda bitkide bakla sayısı azalmıştır (28.0 adet).

Sıra aralıklarının bitkide bakla sayısına etkisi 0.01 düzeyinde çok önemli olmuştur. Biki başına en yüksek bakla sayısı 100 cm sıra aralığından elde edilirken, 25, 50 ve 75 cm sıra aralıklarında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak sıra aralığının artmasına paralel olarak bitkide bakla sayısı da doğrusal bir artış göstermiştir.

Bitkide bakla sayısı ile biki başına tane verimi ($r=0.598^{**}$) ve kuru tane verimi ($r=0.242^{**}$) arasındaki ilişkiler olumlu ve çok önemli olurken, bin tane ağırlığı ($r=0.308^{**}$) ile ilişkisi olumsuz ve çok önemli olmuştur (Çizelge 8).

Bitkide bakla sayısının verimi artıran bir özellik olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda bitkide bakla sayısı çevre şartlarının etkisi altındadır (Akulov, 1988). Nitekim 2001 yılında çiçeklenme zamanında Temmuz ayının çok kurak olması (0.00 mm) bakla oluşumunu azaltmış, 2002 yılında ise Temmuz ayında düşen fazla yağış (79.9 mm) bakla oluşumunu arttırmıştır.

Bu çalışmada bitkideki bakla sayısına, azotlu gübrelemenin 0.01 düzeyinde etkisi olmuştur. Çeşit x sıra aralığı interaksyonunun bitkide bakla sayısına etkisi 0.05 düzeyinde, çeşit x azot dozları interaksyonu ise 0.01 düzeyinde etkili olmuştur. 5 kg azot dozunun uygulandığı Akkız 36.7 adet ile en yüksek bakla sayısına sahip olmuştur. Birim alanda toplam biki sayısının azalması ile biki başına bakla sayısının artması, bikiinin besin elementleri, su, hava ve güneşten daha fazla faydalanması, optimum gelişmeyi ve büyümei sağlayabilmek için gerekli ittiyaçlarını daha yeterli düzeyde karşılayabilmesi ve verim kapasitesini daha iyi değerlendirebilmesi ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Farklı azot dozları ve sıra aralıkları uygulanan bölülide bitkide bakla sayısı ortalamaları (adet/biki)

Çeşit	Azot Dozları (kg N/da)	Sıra Aralıkları				Çeşit x Azot İnt. Ortalamaları
		25	50	75	100	
Karagöz	0	24.9	25.6	26.1	36.5	28.3 bc
	5	22.8	26.0	29.2	32.6	
	10	24.5	23.1	26.1	32.9	
Akkız	Ortalama	24.1 d	24.9 d	27.1 cd	34.1 a*	26.6 c
	0	30.1	31.2	33.0	29.8	31.0 b
	5	31.6	38.1	36.2	41.0	
	10	27.3	27.8	31.6	31.0	
Ortalama		29.7 bc	32.4 ab	33.6 ab	33.9 a	27.5
Sıra Aralıkları Ortalamaları		26.9 b	28.6 b	30.4 b	34.0 a**	29.4 bc
Azot Dozları (kg N/da)	0	27.5	28.4	29.6	33.1	29.6 ab
	5	27.2	32.0	32.7	36.8	
	10	25.9	25.4	28.8	31.9	
Yıllar	2001 ortalaması					32.2 a**
	2002 ortalaması					
İki yıl ortalaması						28.0 b
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ** P<0.01 ve * P<0.05 olasılıkla farklılık yoktur.						25.8 b
						34.1 a**
						30.0

Çizelge 4. Farklı azot dozları ve sıra aralıkları uygulanan börtülcede bitki başına tane verimi ortalamaları (g/bitki)

Çeşit	Azot Dozları (kg N/da)	Sıra Aralıkları					Çeşit x Azot İnt Ortalamaları
Karagöz	0	25	50	75	100		
	5	65.2	66.3	62.0	90.0		70.8
	10	54.0	64.0	69.0	80.2		66.6
	Ortalama	67.0	57.0	66.0	88.2		69.4
Akkız	0	38.6	47.5	46.1	45.2		69.0
	5	45.7	58.3	52.0	61.5		44.4
	10	42.4	43.2	48.1	53.0		54.3
	Ortalama	42.2 d	49.7 d	48.7 d	53.2 cd		46.6
Sıra Aralıkları Ortalamaları		52.1 b	56.0 b	57.0 b	69.7 a**		48.4
Azot Dozları (kg N/da)	0	52.0	57.0	54.0	67.6		57.6
	5	50.0	61.0	60.0	71.0		60.5
	10	55.0	50.0	57.0	70.5		58.0
Yıllar	2001 ortalaması						49.0 b
	2002 ortalaması						68.4 a**
	İki yıl ortalaması						58.7

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ** P<0.01 olasılıkla farklılık yoktur.

4.3. Bitki Başına Tane Verimi

Denemelerde kullanılan faktörlerin ortalaması olarak bitki başına tane verimi 58.7 g olarak belirlenmiştir. 2001 yılında uygulanan işlemlerin ortalaması olarak bitki başına tane verimi 49.0 g olurken, 2002 yılında 68.4 g'a yükselmiştir. İki yıl arasında bitki başına 19.4 g'lık fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4). 2002 yılında ekimin 2001 yılına göre daha erken yapılması daha uzun bir büyüme periyodu sağlaması ve bitki gelişme döneminde görülen iklimsel değişimler bu farkın oluşmasına neden olmuş olabilir.

Karagöz çeşidinin (69.0 g/bitki) Akkız çeşidinden (48.4 g/bitki) bitki başına 20.6 g daha yüksek tane verimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum 1000 tane ağırlığının Karagöz çeşidinde daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim 1000 tane ağırlığı ile bitki başına tane verimi arasında belirlenen $r=0.419^{**}$ korelasyon değeri de bunu doğrulamaktadır (Çizelge 8).

Farklı azot dozları uygulaması bitki başına tane verimi üzerine etkili olmamıştır.

Farklı sıra aralıklarında bitki başına en yüksek tane verimi 100 cm sıra aralığından (69.7 g/bitki), en düşük tane verimleri ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 25, 50 ve 75 cm sıra aralıklarından (sırasıyla 52.1, 56.0, 57.0 g/bitki) elde edilmiştir. Birim alanda bitki sayısı azaldıkça bitki başına tane veriminin arttığı, buna karşılık birim alanda bulunan bitki sayısının azalmasına bağlı olarak ta düştüğü bir çok araştırıcı tarafından belirtilmiştir (Bahçeci ve Engin, 1989).

Bitki başına tane verimi ile kuru tane verimi ($r=0.184^{*}$) arasında olumlu ve önemli, bin tane ağırlığı ($r=0.419^{**}$) arasında ise olumlu ve çok önemli ilişki bulunmuştur. Bitki başına tane verimi ile ham protein oranı ($r=-0.400^{**}$)

arasındaki ilişki ise olumsuz ve çok önemli olmuştur (Çizelge 8).

Genellikle bitkide bakla sayısında olduğu gibi, bitki başına tane verimi de, birim alandaki bitki sayısı azaldıkça artmıştır. Bu iki karakter arasında çok sıkı bir ilişkinin olduğu ($r=0.598^{**}$) çizelge 8'den de anlaşılmaktadır. Işık, ısı, nem ve toprak faktörlerinden daha iyi yararlanan ve seyrek ortamda bulunan bitkilerin meyveleri daha dolgun ve tane sayısında daha çok olmaktadır. Bu da bitki başına verimi artırmaktadır. Sıcak ve kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde bu sonuçların aksine sıra arası genişledikçe bitkide tane sayısı azalmaktadır (Bahçeci ve Engin, 1989). İklimi daha nemli ve güneşlenme süresi daha kısa olan bölgelerde bitki başına tane verimi sıklıkla ters orantılı olarak gözükmemektedir.

4.4. Kuru Tane Verimi

Uygulanan işlemlerin ortalaması olarak 2001 yılında kuru tane verimi 164.7 kg/da iken, 2002 yılında bu değer 254.8 kg/da'a yükselmiştir. İki yıl arasında dekar başına 90.1 kg'lık fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur (Çizelge 5). 2002 yılında ekimin 2001 yılına göre daha erken yapılması ve 2002 yılının bitki yetiştirme için daha uygun geçmesi bu farkın oluşmasına neden olmuş olabilir.

Kuru tane verimi bakımından çeşitler arasında bir fark görülmemiştir. Aynı zamanda uygulanan azot dozlarının tane verimine etkisi olmamıştır.

En yüksek kuru tane verimi 25 cm sıra aralığında (273.1 kg/da) elde edilmiş, bunu 50 cm sıra aralığı (212.0 kg/da) izlemiştir. En düşük ise 75 cm (186.4 kg/da) ve 100 cm sıra aralığında (167.5 kg/da) belirlenmiştir. Bu çalışmada sıra arası mesafe azaldıkça kuru tane veriminde artış tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Farklı azot dozları ve sıra aralıkları uygulanan börülcede kuru tane verimi ortalamaları (kg/da)

Çeşit	Azot Dozları (kg N/da)	Sıra Aralıkları				Çeşit x Azot İnt Ortalamaları
		25	50	75	100	
Karagöz	0	255.9	194.1	223.1	168.8	210.5
	5	278.7	210.9	196.8	179.2	216.4
	10	267.5	213.8	186.1	168.3	208.9
	Ortalama	267.4 a	206.3 b	202.0 b	172.1 c	211.9
Akkız	0	260.9	210.3	164.5	158.7	198.6
	5	326.1	236.2	160.1	168.4	222.7
	10	249.7	206.9	188.0	161.5	201.5
	Ortalama	278.9 a*	217.8 b	170.9 c	162.8 c	207.6
Sıra Aralıkları Ortalamaları		273.1 a**	212.0 b	186.4 c	167.5 c	Azot Dozları Ort
Azot Dozları (kg N/da)	0	258.4	202.2	193.8	163.8	204.5
	5	302.4	223.6	178.5	173.9	219.5
	10	258.6	210.3	187.1	164.9	205.2
						164.7 b
Yıllar	2001 ortalaması					254.8 a**
	2002 ortalaması					209.9
	İki yıl ortalaması					

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ** P<0.01 ve * P<0.05 olasılıkla farklılık yoktur.

Nitekim 25 cm sıra aralığında dekara 40 bin bitki yer alırken, 50 cm'de bu değer yarıya düşmektedir. Bitkilerin rekabete girmeden birim alanda fazla sayıda bulunması verimi artırıcı bir sebep olabilir. Böyle bir durumda belli bir miktarda azotlu gübre verilmesi de olumlu bir sonucun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Aynı zamanda çeşitlerin yarı yatık formda olması da dar sıra aralıklarında güneşlenme açısından bir sorun yaratmamıştır. Birim alandaki bitki sayısının fazlalığı, bitki başına da verimin normale yakın olması dar sıra aralığındaki tane verimine olumlu etki yapmıştır.

Çeşit x sıra arası interaksyonunda kuru tane verimi 0.05 seviyesinde etkilenmiştir. En yüksek kuru tane verimi Karagöz çeşidinde 25 cm sıra aralığı ile Akkız çeşidinde yine 25 cm sıra aralığından tespit edilmiştir.

Bahçeci ve Engin (1989) Çukurova koşullarında dekara tane verimini bitki sıklığının önemli ölçüde etkilemediğini, buna karşın en yüksek değerlerin her iki çeşitte de 25 cm ekim aralığından (karagöbek-140.15 kg/da ve kırmızı-132.50 kg/da) elde edildiğini tespit etmişlerdir. Gülümser ve ark. (1989) Samsun ekolojik şartlarında, genotiplere göre değişen 129.4-168.5 kg/da tane verimi elde ettiklerini bildirmektedirler.

Diğer bitkilerde olduğu gibi börülce tane veriminin de, çıkıştan olgunlaşmaya kadar bitkinin büyüme-gelişme sürecinde bir çok fizyolojik ve morfolojik etkinin fonksiyonları ve karşılıklı etkileri ile oluşan oldukça karmaşık bir genetiğe sahip özellik olduğu bilinmektedir (Altınbaş ve Sepetoğlu, 1993).

Bu araştırmada elde edilen tane verimi bir çok araştırmacının bildirdiği tane veriminden daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi de yetiştirme dönemlerinde sulama ile birlikte yöreye börülce

için yeterli yağışların düşmesi yanında, deneme yerinin iklim özellikleri ve toprak yapısı bakımından börülce yetiştiriciliği için uygun olması gösterilebilir.

4.5. Bin Tane Ağırlığı

Bin tane ağırlığı uygulanan işlemlerin ortalaması olarak 2001 yılında 197.3 g ve 2002 yılında 186.9 g olmuştur (Çizelge 6). Yıllar arasındaki bu fark istatistiki anlamda önemli olmuştur. Yıllar arasında özellikle bitki gelişme döneminde görülen iklimsel farklılıklar 2001 yılına ait bin tane ağırlığının, 2002 yılı ortalamasından önemli düzeyde yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

Bin tane ağırlığı bakımından çeşitler arasında çok önemli derecede farklılık bulunmuştur. Karagöz çeşidi (244.7 g) Akkız çeşidinden (139.6 g) 105.1 g daha fazla bin tane ağırlığına sahip olmuştur. Kalıtım derecesi çok yüksek bir özellik olan bin tane ağırlığı çeşitlere göre büyük değişim gösterebilir.

Azot dozları uygulamasında bin tane ağırlığı artan azot dozlarına paralel olarak az da olsa artmış, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli olmamıştır.

Farklı sıra arası mesafeleri uygulamasında da bin tane ağırlığı istatistiksel bir değişim göstermemiş artan sıra aralıklarına paralel olarak az da olsa artmıştır.

Bin tane ağırlığı ile bitki başına tane verimi arasında olumlu çok önemli ($r=0.419^{**}$); bitki boyu ve bitkide bakla sayısı arasında ise olumsuz ve çok önemli ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 8).

Bin tane ağırlığının farklılığı üzerine bir çok tohumlu bitkide olduğu gibi börülcede de çeşit ile yetiştirme koşul ve metotları önemli etkisi bulunmaktadır (Ceylan ve Sepetoğlu, 1983; Gülümser ve ark., 1989; Azkan, 1994).

Çizelge 6. Farklı azot dozları ve sıra aralıkları uygulanan börtülcede bin tane ağırlıkları ortalamaları (g)

Çeşit	Azot Dozları (kg N/da)	Sıra Aralıkları				Çeşit x Azot İnt Ortalamaları
		25	50	75	100	
Karagöz	0	241.7	237.7	247.4	241.8	242.1
	5	240.0	242.5	245.3	253.1	245.2
	10	245.9	242.9	242.8	255.3	246.7
	Ortalama	242.5	241.0	245.2	250.1	244.7
Akkız	0	129.4	145.3	137.7	136.3	137.2
	5	138.7	140.8	136.9	144.8	140.3
	10	143.5	139.0	138.4	144.4	141.3
	Ortalama	137.2	141.7	137.6	141.8	139.6
Sıra Aralıkları Ortalamaları		189.8	191.3	191.4	196.0	Azot Dozları Ort
Azot Dozları (kg N/da)	0	185.5	191.5	192.5	189.0	189.6
	5	189.3	191.6	191.1	199.0	192.8
	10	194.7	190.9	190.6	199.8	194.0
	Ortalama	189.8	191.3	191.4	196.0	192.8
Yıllar	2001 ortalaması					197.3 a*
	2002 ortalaması					186.9 b
	İki yıl ortalaması					192.1

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ** P<0.01 ve * P<0.05 olasılıkla farklılık yoktur.

4.6. Tanenin Ham Protein Oranı

Tanenin ham protein oranı tüm işlemlerin ortalaması olarak % 21.8 olarak belirlenmiştir. Yılların tane proteini üzerine etkisi görülmemiştir (Çizelge 7).

Tanenin ham protein oranı bakımından çeşitler arasında çok önemli derecede farklılık bulunmuştur. Akkız çeşidi ortalama % 22.5 ile Karagöz çeşidinden (% 21.1) % 1.4 daha fazla ham proteine sahip olmuştur.

Tanenin ham protein oranı üzerine azot dozları da çok önemli derecede etki etmiştir. En yüksek ham protein oranı dekara.5 kg (% 22.0) azot dozu uygulamasından elde edilmiştir. Fazla miktarda azot uygulamak protein oranda etkili olmamıştır (Çizelge 7).

Sıra aralıklarının farklı olması protein oranında bir değişikliğe neden olmamıştır. Ancak çeşit x sıra arası x azot dozları interaksyonu 0.05 olasılıkla önemli çıkmıştır.

Bilindiği gibi baklagiller tanelerindeki zengin protein içerikleri nedeniyle hayvansal ürünlerden sonra en önemli protein kaynağıdır. Bu nedenle yüksek protein oranı içeren çeşitlerin belirlenmesi önemli bir husustur. Ancak protein kalıtımının oldukça karmaşık olduğu bilinmektedir.

Börtülcenin taze baklasında %2-4; taze tanelerinde %4.5-5.0 ve kuru tanesinde %20-35 arasında protein olduğu bir çok araştırma ile ortaya konmuştur (Şehirli, 1988; Akçin, 1988). Bu çalışmada da benzer sonuç ortaya çıkmıştır.

Çizelge 7. Farklı azot dozları ve sıra aralıkları uygulanan börtülcede tanenin ham protein oranı ortalamaları (%)

Çeşit	Azot Dozları (kg N/da)	Sıra Aralıkları				Çeşit x Azot İnt. Ortalamaları
		25	50	75	100	
Karagöz	0	20.5 f	20.6 f	20.6 f	20.8 f	20.6 c
	5	21.5 cd	21.6 c	21.3 de	21.4 cde	21.5 b
	10	21.5 cd	21.4 cde	21.4 cd	21.1 e	21.4 b
	Ortalama	21.2	21.2	21.1	21.0	21.1
Akkız	0	22.6 a*	22.6 a	22.2 b	22.6 a	22.5 a**
	5	22.5 a	22.5 a	22.5 a	22.5 a	22.5 a
	10	22.5 a	22.6 a	22.4 ab	22.6 a	22.5 a
	Ortalama	22.5	22.5	22.4	22.6	22.5
Sıra Aralıkları Ortalamaları		21.9	21.9	21.8	21.8	Azot Dozları Ort
Azot Dozları (kg N/da)	0	21.6	21.6	21.4	21.7	21.6 b
	5	22.0	22.1	21.9	21.9	22.0 a**
	10	22.0	22.0	21.9	21.9	21.9 a
	Ortalama	21.6	21.6	21.4	21.7	21.8
Yıllar	2001 ortalaması					21.8
	2002 ortalaması					21.8
	İki yıl ortalaması					21.8

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında ** P<0.01 ve * P<0.05 olasılıkla farklılık yoktur.

4.7. İncelenen Agronomik Özellikler Arası Korelasyonlar

Farklı azot dozları ve sıra aralıklarında yetiştirilen börülcede agronomik özellikler ve verim ögeleri arasındaki ilişkiler ve önemlilik seviyeleri Çizelge 8'de verilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Samsun koşullarında farklı sıra aralıkları ve azotlu gübrelemenin börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)'de verim ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1- İki yılın ortalamasına göre börülcede agronomik özelliklerden olan bitkide bakla sayısı (30.0 adet), bitki başına tane verimi (58.7 g), kuru tane verimi (209.8 kg/da) ve bin tane ağırlığı (192.1 g) yıllara göre değişiklik göstermiştir. Bu özelliklerden bin tane ağırlığı hariç diğerleri yetiştirme dönemindeki yağışla orantılı olarak yağışın daha fazla olduğu yılda artış göstermiş, bin tane ağırlığı ise azalmıştır.

2- Bitki başına tane verimi ve bin tane ağırlığı bakımından Karagöz çeşidi Akkız çeşidinden daha iyi sonuç verirken, Akkız bitki boyu, bitkide bakla sayısı ve tanenin ham protein oranı bakımından Karagöz'den daha iyi sonuç vermiştir. Kuru tane verimi bakımından çeşitler arasında istatistiksel bir fark olmamıştır. Her iki çeşit de beyaz tane kabuğu rengine sahip olup yemeklik olarak kullanılabilir özelliktedir. Bölgede kullanılacak çeşitlerde tane renginin beyaz ve 1000 tane ağırlığının yüksek olması kuru tanesi için yetiştirilecek çeşitlerde önemli olmaktadır.

3- Bitki başına tane verimine, kuru tane verimine ve bin tane ağırlığına, uygulanan azot dozlarının istatistiksel bakımdan bir etkisi olmazken, bitki boyunda en yüksek değer dekara 5 kg azot dozu uygulamasından (199.4 cm) elde edilmiştir. Tanenin ham protein oranında 5 ve 10 kg N/da dozu uygulamaları arasında istatistiksel

bir fark olmamıştır. Bitkide bakla sayısı baklagiller için en önemli özelliklerden olması nedeni ile bu kriter dikkate alınarak börülce için bitkinin gelişmesi için gerekli olan başlangıç azotu olarak dekara 5 kg azot dozunun yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

4- Uygun sıra aralığı mesafesinin belirlenmesine yönelik çalışmalar, seçimlerin sadece verim değerlerine bakarak değil, bitkinin özelliği, yetiştirilme olanakları ve amaçları gibi durumları da göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada istatistiki analizler incelendiğinde sıra arası mesafenin, bitkide bakla sayısı (34 adet), bitki başına tane verimi (69.7 g) ve kuru tane (273.1 kg/da) verimleri üzerinde çok önemli derecede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Diğer özelliklere sıra arası uygulamalarının istatistiksel olarak bir etkisi olmamıştır.

Bitkide bakla sayısı ve bitki başına tane verimi 100 cm sıra arası mesafede en yüksek olmuştur.

Kuru tane veriminde ise 25 cm sıra aralığı en yüksek değerleri vermiştir. Dekarda en fazla bitki sayısı (40 bin bitki/da) 25 cm sıra aralığında olması nedeniyle dekara kuru tane değeri yükselmiştir. Ancak bitki başına tane verimi dikkate alındığında 100 cm sıra aralığı en yüksek değeri vermiştir. Bitkinin morfolojisi de göz önüne alındığında 25 cm sıra aralığında yetiştirilmesinin uygun olmadığı görülmüştür.

Özellikle çapalama, sulama, gerektiğinde taze hasat ve diğer kültürel uygulamaların daha kolay yapılabilmesi nedeniyle dekara kuru tane veriminde 25 cm'den sonra gelen en iyi sıra aralığı 50 cm'in (212.0 kg/da) bu bölgede börülce yetiştiriciliği için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Orta Karadeniz Bölgesinde tane için börülce yetiştiriciliğinde sıra arasının 25-50 cm arasında ve azotlu gübrenin de 5 kg N/da olacak şekilde uygulanması en uygun sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

Çizelge 8. Farklı azot dozları ve sıra aralıklarında yetiştirilen börülcede agronomik özellikler ve verim ögelerinin korelasyonu

Özellik	Bitki boyu	Bitkide bakla sayısı	Bitki başına tane verimi	Kuru tane verimi	Bin tane ağırlığı	Ham protein oranı
Bitki boyu	1	0.462**	0.113	0.159	- 0.342**	0.310**
Bitkide bakla sayısı		1	0.598**	0.242**	- 0.308**	0.162
Bitki başına tane verimi			1	0.184**	0.419**	- 0.400**
Kuru tane verimi				1	- 0.040	- 0.016
Bin tane ağırlığı					1	- 0.726**

** : 0.01 olasılık düzeylerinde önemli

6. KAYNAKLAR

- Akçin, A., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Selçuk Üniv. Yay: 43, Ziraat Fakültesi Yayın No: 8, Konya.
- Akdağ, C., Gül, K. ve Düzdemi, O., 1996. Börülce (*Vigna sinensis* (L.) Endl.) Tokat-Kazova şartlarına adaptasyonu ve uygun ekim zamanının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:13, Sayı:1, 343-357.
- Akulov, A.S., 1988. Variation in certain quantitative traits in peas grown under different conditions. Horticultural Abstracts. Vol: 58. No : 9. 468.
- Altınbaş, M. ve Sepetoğlu H., 1993. Börülce (*Vigna unguiculata* L.) populasyonunda tane verimini etkileyen öğelerin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Doğa Tr. J. of Agr. and Forestry, 17 : 775-784.
- Anonymous, 2001. Tarım İstatistikleri Özeti. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Azkan, N., 1994. Yemeklik Tane Baklagiller. Uludağ Üniv., Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:40, Bursa.
- Bahçeci, B. ve Engin M., 1989. İki börülce çeşidinde farklı ekim sıklığının bazı bitkisel ve tarımsal özelliklere etkileri üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 3, 21-27.
- Bıçakçı, M.E., 1987. Börülce bitkisinde (*Vigna sinensis* (L.) savı) azotlu gübreleme ve farklı ekim sıklıklarının bazı bitkisel ve tarımsal özelliklere etkisi üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 47, Adana.
- Büyükkılıç, M.C., 1995. Şanlıurfa'da ikinci ürün olarak yetiştirilen börülce (*Vigna sinensis* L.)'de bitki sıklığının bazı tarımsal karakterlere etkisinin araştırılması. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 29, Şanlıurfa.
- Ceylan, A. ve Sepetoğlu H., 1983. Börülcede (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) çeşit-ekim zamanı üzerinde araştırma. E. Ü. Z. F. Dergisi, 20(1): 25-40.
- Gülümser, A., Tosun F. ve Bozoğlu H., 1989. Samsun ekolojik koşullarında börülce yetiştirilmesi üzerine bir araştırma. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1-2): 49-65.
- Karasu, A., 1999. Isparta ekolojik koşullarında bazı börülce (*Vigna unguiculata* L.) çeşit ve ekotiplerinin agronomik karakterlerinde araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999 Adana, Cilt 3. Çayır-Mera Yembitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller, 371-376.
- Mohdnoor, R.B., 1980. Effects of density treatments and fertilization levels on the productivity of Cowpea. Agric. Research Review 58 (3): 77-78.
- Özdemir, S., 2002. Yemeklik Baklagiller. Hasad Yayıncılık, 142, İstanbul.
- Pekşen, E., Pekşen, A., Bozoğlu, H. ve Gülümser, A., 2000. Değişik börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotiplerinde bazı tohum özelliklerinin belirlenmesi. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (2): 65-72.
- Pekşen, A., Pekşen, E. and Bozoğlu, H., 2002. Effects of sowing dates on yield quality of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes grown in greenhouse. Acta Horticulturae, vol. 579, pp.351-354.
- Sepetoğlu, H. ve Ceylan A., 1979. Bornova ekolojik koşullarında bitki sıklığının börülcede verim ve verim komponentlerine etkileri üzerine bir araştırma, Ege Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2):17-40, İzmir.
- Şehirali, S., 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı 314, 435, Ankara.

SERA ŞARTLARINDA HARÇ ORTAMINDA YETİŞTİRİLEN MARUL ÇEŞİTLERİNİN ÜRÜN MİKTARLARI, NO_3^- , NO_2^- VE MİNERAL MADDE KAPSAMLARI

Ahmet KORKMAZ Ayhan HORUZ Buğra ÇOLAK
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi : 30.06.2004

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, aynı harç ortamında yetiştirilen marul çeşitlerini taze ürün miktarları ile akümüle ettikleri nitrat ve nitrit miktarları yönünden karşılaştırmaktır. Ayrıca marul yapraklarının N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamlarını belirleyerek çeşitlerin kullanılan harç ortamında beslenme durumlarını ortaya koymaktır. Aynı harç ortamında ekimden sonra 50 gün yetiştirilen marul çeşitlerinin NO_3^- kapsamları yönünden oldukça ayrımlı oldukları tespit edilmiştir. Marul çeşitleri arasında en düşük nitrat akümüle eden çeşit Tasna olup 48.31 mg NO_3^- /kg taze materyal içermiştir. Yedikule, Arapsacı ve Kıvırcık marul çeşitleri nitrat kapsamları yüksek (>650 mg NO_3^- /kg taze ağırlık), Olenka ve Tasna çeşitleri ise düşük bulunmuşlardır (<650 mg NO_3^- /kg taze ağırlık). Avrupa Birliği'nin besin maddelerinin kontrollü için oluşturduğu bilimsel komitenin önerdiği değere göre ise (575 ppm NO_3^-) Yedikule, Arapsacı ve Kıvırcık çeşitleri nitrat kapsamları yönünden yüksek, Olenka ve Tasna ise düşük bulunmuşlardır. Marul çeşitleri NO_2^- içerikleri bakımından farklı bulunmamıştır. Diğer yandan Yedikule hariç harç ortamında yetiştirilen çeşitlerin N yönünden yeterli beslenmedikleri, buna karşın harç ortamının çeşitlere yeterli oranda P, Fe, Mn ve Zn sağladığı tespit edilmiştir. Harç ortamının K, Ca ve Mg beslenmesi yönünden yetersiz kaldığı görülmüştür. Ayrıca, harç ortamının Cu ve B beslenmesi yönünden bazı çeşitler için yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marul, genetik varyasyon, NO_3^- ve NO_2^- birikimi, mineral madde kapsamı, harç ortamı.

YIELD, NO_3^- , NO_2^- AND MINERAL MATTER CONTENTS OF DIFFERENT LETTUCE GENOTYPES GROWING IN THE MIXTURE MEDIUM UNDER THE GREENHOUSE CONDITIONS

ABSTRACT: The objective of this study was to compare the amount of fresh yield, NO_3^- and NO_2^- accumulations of lettuce genotypes growing in the same mixture medium. Furthermore, nutritional statues of lettuce genotypes in the mixture medium were obtained by determining N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B contents in the plants. NO_3^- contents of the lettuce genotypes showed the big differences each other at the end of 50 days growing period. The lowest NO_3^- accumulation (48,31 mg NO_3^- kg⁻¹ fresh material) among the lettuce genotypes was in Tasna. Yedikule, Arapsacı and Kıvırcık had high nitrate content, however, Olenka and Tasna had low nitrate content (<650 mg NO_3^- kg⁻¹ fresh matter). According to suggested NO_3^- content in vegetables by the scientific committee for food testing of European United (EU), while nitrate content of Yedikule, Arapsacı and Kıvırcık lettuce genotypes were high, nitrate content of Olenka and Tasna were determined as low. The lettuce genotypes did not showed any differences according to their NO_2^- contents. On the other hand, except Yedikule genotype, the mixture medium did not supply enough nitrogen to the other lettuce genotypes. However, the lettuce genotypes were supplied enough P, Fe, Mn and Zn nutrient by the mixture of medium. The mixture medium was not enough for K, Ca and Mg nutrition of the lettuce genotypes. In addition, the mixture medium was not enough for Cu and B nutrition of some genotypes.

Key words: Lettuce, genetic variation, NO_3^- and NO_2^- accumulation, mineral content, mixture medium.

1. GİRİŞ

Bazı bitki türleri indirgeyebilecekleri miktarın üzerinde nitrat azotu almaları sonucu NO_3^- iyonunu akümüle ederler (Schrader, 1978). Özellikle insanların NO_3^- alımlarında en büyük kaynağı sebzeler oluşturmaktadır, bu nedenle sebzelerde NO_3^- akümülesyonu üzerine araştırmalara önem verilmiştir. Sebzelerin sindiriminde NO_3^- 'in indirgenmesiyle oluşan NO_2^- 'in methaemoglobinemia'ya sebep olduğu bilinmekte (Wright ve Davison, 1964); ayrıca kanda NO_2^- bulunması karsinogenik olan nitroz

aminlerin oluşumuna da neden olmaktadır (Craddock, 1983).

Bitkiler tarafından akümüle edilen NO_3^- miktarının aşırı azotlu gübreleme, ışık intensitesi, sıcaklık ve sulama gibi bir çok çevre faktörlerine bağlı olduğu belirtilmiştir (Goodman, 1979). Bu faktörlerin etkileri çok açık değildir. Sebzelerde NO_3^- miktarındaki değişim çevresel faktörlerden ileri gelebileceği gibi genetik farklılıklardan da ileri gelebilmektedir (Griffith ve Johnston, 1961; Subramanya ve ark., 1980).

Maynard ve ark. (1976) akümüle edilen NO_3^- miktarı çevresel şartlara bağlı olmakla birlikte, genotip farklılıkların NO_3^- akümülyasyonunda daha önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Goodman (1979) tarafından azotun asimilasyon etkinliğinin çeşitlere göre değiştiği belirtilmiştir. Akümüle edilen NO_3^- miktarının bitkilerin nitrati indirgeyebilme kapasitelerine bağlı olduğu belirtilerek, nitrat redüktaz enzim aktivitesi düşük olduğunda bitkilerde nitratin NO_3^- iyonu şeklinde akümüle edildiği bildirilmiştir.

Diğer yandan nitrat birikiminin marulda çeşitlere göre önemli ölçüde değiştiği belirtilerek en düşük nitrat kapsayan çeşitlerin tespit edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Blom-Zandstra ve Eenink, 1986). Araştırmacılar 1 kg taze marulda 650 mg'dan fazla nitrat kapsayan çeşitleri NO_3^- kapsamı yüksek çeşitler olarak, 650 mg'ın altında nitrat kapsayan çeşitleri ise NO_3^- kapsamı düşük çeşitler olarak gruplandırmışlardır.

Ülkemizde 1997 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğine göre, marul ve taze ispanakta en fazla bulunabilecek nitrat miktarı 805 ppm olarak bildirilmiştir (Anon., 1997). Avrupa Birliği'nin besin maddelerinin kontrolü için oluşturduğu bilimsel komite ise hasat dönemindeki marul için nitrat kapsamının 575 ppm olması gerektiğini belirtmiştir (Anon., 1995).

İçerdiği vitamin ve mineral maddeler ile iştah açıcı sebzeler gurubunda yer alan ve diyet sebzezi olan salata ve marul yaprakları % 94-95 oranında su içermektedir (Ryder, 1979). Besleyici değerinin diğer sebzelerle göre düşük olduğunun belirtilmesi yanında 100 g taze salata veya marul yaprağının 6-8 mg askorbik asit, 1.0-1.5 g ham protein, 0.2-0.4 g yağ ve 1.5-2.5 g karbonhidrat, 330 i.u. vitamin A, 20-25mg Ca, 40 mg P ve 1.5 mg Fe içerdiği bildirilmektedir (Ryder, 1979; Günay, 1993). Alpaslan ve ark. (1998) kuru madde ilkesine göre marul yapraklarının % 4-5 N, % 0.40-0.60 P, % 6-7 K, % 2.30-3.5 Ca, % 0.50-0.80 Mg, 25-60 ppm B, 8-25 ppm Cu, 50-100 ppm Fe, 15-250 ppm Mn ve 25-250 ppm Zn içermeleri halinde marul bitkilerinin beslenme durumlarının yeterli kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Bitkinin sebze olarak değerlendirilen kısmı olan salata-marul yaprakları çeşitlere göre oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Yapraklar renk, şekil, irilik, düz yapı, kıvrıkcık yapı, uzunluk, genişlik ve etlilik gibi karakterler bakımından çok farklı formlara sahiptir. Salata-marul yapraklarının görünüşü açısından çeşit ve

formların ayrılmasında önemli bir anahtar olan kıvrıkcılık açısından yapraklar düz, hafif kıvrıkcık (dalgalı), orta kıvrıkcık ve tam kıvrıkcık olarak gruplandırılmaktadır (Eşiyok, 1994).

Marul bitkisi N, P ve K gibi ana besin elementleri yanında B, Mn, Mg ve Cu gibi elementlere de gereksinim duyar (Thompson ve Kelly, 1957).

Üretimi yapılan salata-marulun tip ve çeşitlere göre olgunluk zamanları ve olgunluk kriterleri farklılık göstermektedir. Yine çeşitlere ve yetiştirilme zamanına göre dikim tarihinden itibaren erkenci çeşitler 55-60 günde, orta ve geçici çeşitler ise 90-120 günde hasat olgunluğuna gelirler. Baş ve göbek oluşturmamayan kıvrıkcık salata çeşitlerinde ortalama çeşit iriliğine gelen bitkiler hasat olgunluğuna gelmiş sayılırlar (Vural ve ark., 2000).

Bu çalışmanın amacı, aynı harç ortamında yetiştirilen farklı marul çeşitlerini taze ürün miktarları ile akümüle ettikleri nitrat ve nitrit miktarları yönünden karşılaştırmaktır. Ayrıca, marul yapraklarının N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamalarını belirleyerek çeşitlerin kullanılan harç ortamında beslenme durumlarını ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Bitki Gelişme Şartları

Denemede beş farklı marul çeşidi toprak+ahır gübresi ile hazırlanmış ve % 40.53 organik madde içeren harç ortamında sera şartlarında saksılarda yetiştirilmiştir. Saksılara 2706 g mutlak kuru harç konulmuştur. Her saksıda 4 bitki bulunacak şekilde çimlenmeden sonra seyreltme yapılmıştır. Harç ortamının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Deneme süresince ortam tarla kapasitesinde olacak şekilde sulanmıştır. Bitkiler ekimden 50 gün sonra hasat edilmiştir. Her saksıdan hasat edilen 4 marul bitkisinin taze ürün ağırlığı tartılmıştır. Hasat edilen bitkiler saf su ile yıkanarak kurulanmış, 2 bitki taze olarak ezildikten sonra, püre halindeki taze marul örneklerinde nitrat Consort P903 iyonmetresi ile potansiyometrik olarak belirlenmiştir (Anon., 1998). Taze marul örneklerinde nitrit analizleri ISO-2918'e göre yapılmıştır (Anon., 1975).

Diğer 2 marul bitkisi 65 °C' de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru madde oranı % olarak belirlenmiş, daha sonra öğütülerek kuru maddede toplam N, P, K, Na, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu ve B analizleri yapılmıştır. Marul bitkisinde toplam N Kacar (1972) tarafından bildirildiği gibi

Çizelge 1. Harç Ortamının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Harç ortamının özellikleri	Analiz sonuçları	Kaynak
Organik madde (%)	40.53	Mustin (1987)
Saturasyon (%)	67.5	Richards (1954)
PH	7.4	Jackson (1958)
$\text{EC}_{25^\circ\text{C}}$ (micromhos/cm)	333	Richards (1954)
Suda eriyebilir P (ppm)	48.52	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir K (me/100 g)	0.50	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Ca (me/100 g)	1.25	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Mg (me/100 g)	0.60	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Na (me/100 g)	0.55	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir S (ppm)	10.68	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Fe (ppm)	0.18	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Mn (ppm)	0.92	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Zn (ppm)	0.16	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998
Suda eriyebilir Cu (ppm)	0.13	Kacar (1994); Alparslan ve ark. 1998

kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Bitkiler yaş yakma yöntemine göre mineralize edildikten sonra toplam P kolorimetrik olarak, toplam S türbidimetrik olarak spektrofotometre ile belirlenmiştir (Kacar,1972). Marul bitkisinde toplam B kuru yakma yöntemine göre mineralize edildikten sonra Azometin-H yöntemine göre spektrofotometre ile belirlenmiştir (Bayraklı, 1987).

Marul bitkisinde toplam K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu Kacar (1972) tarafından bildirildiği gibi yaş yakma yöntemine göre mineralize edildikten sonra A.A.S. ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarının varyans analizleri Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Marul Çeşitlerinin Taze Ürün ve Kuru Madde Miktarları, Toplam N, NO_3^- ve NO_2^- Kapsamları

Sera şartlarında aynı harç ortamında yetiştirilen marul çeşitlerinin kuru madde ve taze ürün miktarları, toplam N, NO_3^- ve NO_2^- kapsamları üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere aynı ortam ve şartlarda yetiştirilen marul çeşitleri arasında taze ürün ve kuru madde miktarları yönünden sırasıyla % 5 ve % 1 düzeylerinde istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde NO_3^- ve toplam N

kapsamları yönünden marul çeşitleri arasında % 1 ve % 5 düzeylerinde istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir. Nitrit kapsamları yönünden marul çeşitleri aynı bulunmuştur.

Marul çeşitlerine ilişkin kuru madde ve taze ürün miktarları, taze üründe NO_3^- ve NO_2^- kapsamları ve kuru maddede toplam N kapsamları Çizelge 3'de verilmiştir. Marul çeşitleri arasında en az nitrat akümüleden çeşit Tasna olup nitrat kapsamı 48.31 mg/kg (taze ağırlık) olarak bulunmuştur. Nitrat kapsamları yönünden çeşitler Yedikule > Arapsaçı > Kıvırcık > Olenka > Tasna şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 3). Blom-Zandstra ve Eenink. (1986) 1 kg'lık taze ağırlıkta nitrat kapsamı 650 mg'dan fazla ise bu marul çeşitlerinin yüksek, 650 mg'dan az ise düşük olduklarını ifade etmişlerdir. Buna göre Yedikule, Arapsaçı ve Kıvırcık marul çeşitleri nitrat kapsamları yönünden yüksek, Olenka ve Tasna çeşitleri ise düşük bulunmuşlardır. Diğer yandan, Türk Gıda Kodeksi marulda nitrat kapsamının 805 ppm (Anon.,1997), Avrupa Birliği ise hasat dönemindeki marul için nitrat kapsamının 575 ppm olması gerektiğini belirtmişlerdir (Anon., 1995). Avrupa Birliğinin önerdiği değere göre, Yedikule, Arapsaçı ve Kıvırcık çeşitleri nitrat kapsamları yönünden yüksek, Olenka ve Tasna ise düşük bulunmuşlardır.

Çizelge 2. Marul Çeşitlerinin Kuru Madde ve Taze Ürün Miktarı, NO_3^- ve NO_2^- ve Toplam N Kapsamlarına Etkilerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması				
		Kuru madde (g/4 bitki)	Taze ürün miktarı (g/4 bitki)	NO_3^- kapsamı (mg/kg taze ağırlık)	NO_2^- kapsamı (mg/kg taze ağırlık)	Toplam N (KM'de %)
Tekerrür	2	2.28 ns	351.78 ns	143087.52ns	13.40ns	0.64ns
Çeşit	4	9.25**	2767.17*	485678.06**	44.63ns	1.53*
Hata	8	0.55	403.35	77497.67	14.54	0.24
Genel	14	3.28	1071.36	203490.62	22.97	0.67

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Çizelge 3. Marul Çeşitlerinin Kuru Madde ve Taze Ürün Miktarları, NO_3^- , NO_2^- ve Toplam N Kapsamları

Marul Çeşidi	Kuru madde miktarı (g/4 bitki)	Taze ürün miktarı (g/4 bitki)	NO_3^- kapsamı (mg/kg taze ağırlık)	NO_2^- kapsamı (mg/kg taze ağırlık)	Toplam N (KM'de %)
Olenka	9.97bc*	225.36ab	382.77bc	4.47	3.80a
Yedikule	8.60c	188.41bc	1052.07a	11.20	4.05a
Kıvırcık	13.33a	228.41a	775.27ab	5.65	3.40a
Tasna	9.96bc	162.87c	48.31c	0.67	2.23b
Arapsacı	10.86b	231.53a	851.71ab	7.31	3.71a
	$\text{LSD}_{0.05}=1.39$	$\text{LSD}_{0.05}=37.83$	$\text{LSD}_{0.05}=524.38$		$\text{LSD}_{0.05}=0.92$

*: Aynı harfle gösterilmeyen ortalamalar arasında istatistiksel olarak % 5 seviyesinde farklılık bulunmaktadır.

Kuru maddede toplam N Tasna çeşidinde % 2.23 olup en düşük, Yedikule çeşidinde ise % 4.05 olup en yüksek olarak belirlenmiştir. Marulda azotun yeterli sayılabilmesi için % 4-5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Alparslan ve ark., 1998). Buna göre Yedikule hariç Tasna, Arapsacı, Kıvırcık ve Olenka marul çeşitlerinin azot beslenmesi açısından yeterli olmadıkları tespit edilmiştir.

3.2. Marul Çeşitlerinin P, K, Na, Ca, Mg ve S Kapsamları

Marul çeşitlerinin kuru maddede P, K, Na,

Ca, Mg ve S kapsamları üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4'te, marul çeşitlerine ilişkin P, K, Na, Ca, Mg ve S kapsamları Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden anlaşılabileceği üzere, fosfor ve kükürt kapsamları yönünden çeşitler arasında % 5 seviyesinde, potasyum ve magnezyum kapsamları yönünden % 1 seviyelerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur. Sodyum ve kalsiyum kapsamları yönünden çeşitler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4. Marul Çeşitlerinin Kuru Maddede P, K, Na, Ca, Mg ve S Kapsamları Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması					
		Bitkide P (%)	Bitkide K (%)	Bitkide Na (%)	Bitkide Ca (%)	Bitkide Mg (%)	Bitkide S (%)
Tekerrür	2	0.023ns	0.002ns	0.010ns	0.016ns	0.002ns	0.012ns
Çeşit	4	0.037*	0.018**	0.016ns	0.025ns	0.007**	0.022*
Hata	8	0.005	0.001	0.007	0.016	0.001	0.004
Genel	14	0.017	0.006	0.010	0.016	0.003	0.010

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

Çizelge 5. Marul Çeşitlerinin Makro Element Kapsamları

Çeşit	Makro element kapsamları, KM'de %					
	P	K	Na	Ca	Mg	S
Olenka	0.68ab*	1.31c	0.39	0.72	0.31b	0.37a
Yedikule	0.73ab	1.43b	0.42	0.57	0.28bc	0.42a
Kıvırcık	0.67b	1.43b	0.28	0.54	0.25cd	0.21b
Tasna	0.51c	1.52a	0.48	0.75	0.24d	0.25b
Arapsacı	0.81a	1.45b	0.41	0.64	0.36a	0.30ab
	LSD _{0.05} =0.14	LSD _{0.05} =0.06			LSD _{0.05} =0.04	LSD _{0.05} =0.12

*: Aynıharfle gösterilmeyen ortalamalar arasında istatistiksel olarak % 5 seviyesinde farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 5'in incelenmesinden anlaşılabacağı üzere, en yüksek fosfor kapsayan çeşit Arapsacı olup % 0.81 P kapsadığı, en düşük fosfor kapsayan çeşit Tasna olup % 0.51 P kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda fosforun yeterli sayılabilmesi için % 0.40 ile % 0.60 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Alparslan ve ark., 1998), buna göre çeşitler fosfor beslenmesi açısından yeterli bulunmuşlardır.

En yüksek potasyum kapsayan çeşit Tasna olup % 1.52 K kapsadığı, en düşük K kapsayan çeşit Olenka olup % 1.31 K kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda potasyumun yeterli sayılabilmesi için % 6.0-7.0 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Alparslan ve ark., 1998) buna göre çeşitler potasyum beslenmesi açısından yetersiz bulunmuşlardır.

En yüksek kalsiyum kapsayan çeşit Tasna olup % 0.75 Ca kapsadığı, en düşük Ca kapsayan çeşit Kıvırcık olup % 0.54 Ca kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda Ca yeterli sayılabilmesi için % 2.30-3.50 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Alparslan ve ark., 1998).buna göre çeşitler Ca

beslenmesi açısından yetersiz bulunmuşlardır (Alparslan ve ark., 1998).

En yüksek magnezyum kapsayan çeşit Arapsacı olup % 0.36 Mg kapsadığı, en düşük Mg kapsayan çeşit Tasna olup % 0.24 Mg kapsadığı bulunmuştur. Marulda magnezyumun yeterli sayılabilmesi için % 0.50-0.80 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Alparslan ve ark., 1998) buna göre çeşitler Mg beslenmesi açısından yetersiz bulunmuşlardır.

4.3. Farklı Marul Çeşitlerinin Mikro Element Kapsamları

Farklı marul çeşitlerinin kuru maddede Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamları üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 6'da, marul çeşitlerine ilişkin Fe, Mn, Zn, Cu ve B kapsamları Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 6'nın incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere, demir kapsamları yönünden çeşitler arasında % 5 seviyesinde istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmuştur. Marul bitkilerinde Mn, Zn, Cu ve B kapsamları yönünden çeşitler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 6. Marul Çeşitlerinin Kuru Maddede Fe, Mn, Zn, Cu ve B Kapsamları Üzerine Etkilerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması				
		Bitkide Fe (ppm)	Bitkide Mn (ppm)	Bitkide Zn (ppm)	Bitkide Cu (ppm)	Bitkide B (ppm)
Tekerrür	2	12990.27ns	47.15ns	1256.50ns	4.59ns	25.61ns
Çeşit	4	146412.14*	490.76ns	2858.15ns	12.21ns	57.38ns
Hata	8	23231.11	180.51	1594.40	3.97	22.48
Genel	14	56962.71	250.10	1907.20	6.41	32.90

*P<0.05

**P<0.01

Çizelge 7. Marul Çeşitlerinin Mikro Element Kapsamları

Çeşit	Mikro element kapsamı (mg/kg KM)				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Olenka	246.30bc*	48.18	73.79	4.79	18.22
Yedikule	129.88c	28.01	106.32	4.79	27.62
Kıvırcık	621.94a	55.69	117.86	4.95	24.71
Tasna	109.13c	44.42	66.87	7.59	18.95
Arapsaçı	455.25ab	61.56	140.91	9.18	26.63
	LSD _{0.05} =287.10				

*: Aynı harfle gösterilmeyen ortalamalar arasında istatistiksel olarak %5 seviyesinde farklılık bulunmaktadır.

En yüksek demir kapsayan çeşit Kıvırcık olup 621.94 ppm Fe kapsadığı, en düşük demir kapsayan çeşit Tasna olup 109.13 ppm Fe kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda demirin yeterli sayılabilmesi için 50-100 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiş (Alparslan ve ark., 1998) buna göre çeşitler Fe beslenmesi açısından yüksek bulunmuşlardır.

En yüksek mangan kapsayan çeşit Arapsaçı olup 61.56 ppm Mn kapsadığı, en düşük mangan kapsayan çeşit Yedikule olup 28.01 ppm Mn kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda manganın yeterli sayılabilmesi için 15-250 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiş (Alparslan ve ark., 1998) buna göre çeşitler Mn beslenmesi açısından yeterli bulunmuşlardır.

En yüksek çinko kapsayan çeşit Arapsaçı olup 140.91 ppm Zn kapsadığı, en düşük çinko kapsayan çeşit Tasna olup 66.87 ppm Zn kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda çinkonun yeterli sayılabilmesi için 25-250 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiş (Alparslan ve ark., 1998) buna göre çeşitler Zn beslenmesi açısından yeterli bulunmuşlardır.

En yüksek bakır kapsayan çeşit Arapsaçı olup 9.18 ppm Cu kapsadığı, en düşük bakır kapsayan çeşit Olenka ve Yedikule olup 4.79 ppm Cu kapsadığı tespit edilmiştir.

Marulda bakırın yeterli sayılabilmesi için 8-25 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiş (Alparslan ve ark., 1998) buna göre Arapsaçı hariç diğer çeşitler Cu beslenmesi açısından yetersiz bulunmuşlardır.

En yüksek bor kapsayan çeşit Yedikule olup 27.62 ppm B kapsadığı, en düşük bor kapsayan çeşit Olenka olup 18.22 ppm B kapsadığı tespit edilmiştir. Marulda borun yeterli sayılabilmesi için 25-60 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiş (Alparslan ve ark., 1998) buna göre Kıvırcık marul çeşidinde B kritik seviyeye yakın bulunmuştur. Olenka ve Tasna çeşitleri bor

beslenmesi açısından yetersiz, Yedikule ve Arapsaçı ise yeterli bulunmuşlardır

5.KAYNAKLAR

- Alparslan, M., Güneş, A., ve İnal, A., 1998. Deneme Tekniği A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı 455. Ankara.
- Anonymous, 1975. Meat and meat products determination of nitrit. ISO-2918.
- Anonymous, 1995. European Commission Scientific Committee For Food. (SCF. Opinion on Nitrate and Nitrite. Anex 4 to Document III/5611/95).
- Anonymous, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Yabancı Madde ve Bileşikler (Ek- 16), sayfa 130 (16 Kasım 1997 tarihli T.C. Resmi Gazete).
- Anonymous, 1998. Consort P903. Manual Hanleiding. Consort nv Parklaan 36 B2300, Turnhout, Belgium.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. O.M.Ü. Yayınları, Yayın No:17. Samsun.
- Blom-Zandstra, M., and Eenink, A.H., 1986. Nitrate Concentration and Reduction in Different Genotypes of Lettuce. J. Amer.Soc. Hort. Sci. 111(6): 908-911.
- Craddock, V.M., 1983. Nitrosamines and human cancer: proof of an association. (London) 306: 638.
- Eşiyok, D., 1994. Bornova Koşullarında İlkbahar Ürünü Olarak Yetiştirilmeye Uygun Salata-Marul Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 31. (2-3): 153-159. Bornova-İzmir.
- Goodman, P.J., 1979. Genetic Control of Inorganic Nitrogen Assimilation of Crop Plants. p. 165-176. In: E.J. Hewitt and C.V. Cutting (eds.). Nitrogen Assimilation of Plants. Academic, New York.
- Griffith, G., and Johnston, T.D., 1961. The nitrate-nitrogen content of herbage: III. The mineral nitrate content of rape and kale. J. Sci. Food Agr. 12: 348-352.
- Günay, A., 1993. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt V. A.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. pp: 38-47.

- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:453,Uygulama Kılavuzu: 155. Ankara.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara.
- Maynard, D.N., Barker, A.V., Minotti, P.L., and Peck, N.H., 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.
- Mustin, M., 1987. Le Compost. Gestion de la Matière Organique. Editions François DUBUSC. 35, rue Mathurin- Regnier, Paris.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook. 60: 105-106.
- Ryder, E.J., 1979. Leafy salad vegetables. The AVI Publishing Company, Inc. ABD.
- Schrader, L.E., 1978. Uptake, Accumulation, Assimilation and Transport of Nitrogen in Higher Plants, pp: 101-141. In: D.R. Nielsen and J.G. MacDonald (eds.) Nitrogen in Environment 2. Academic, New York.
- Subramanya, R., Vest, G., and Honma, S., 1980. Inheritance of nitrate accumulation in lettuce. Hortscience 15: 525-526.
- Thomson, C.H., and Kelley, W.C., 1957. Vegetable Crops. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York, Toronto, London.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Bornova – İzmir.
- Wright, M.G. and Davison, K.L., 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning of animals. Adv. Agron. 16: 197-247.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Teknik Yayın No: 56, Ankara.

ÖZET: Bitki paraziti nematodlarla mücadelede önemli bir yöntem olan biyolojik mücadele içinde, fungusların yeri oldukça fazladır. Pek çok değişik fungus doğada nematodlara saldırır. Bu derlemede, nematofag funguslar fungusların nematodları yakalamada kullandıkları mekanizmalar, nematofag funguslar ve nematodlar arasındaki ilişkiler, nematofag fungusların kitlesel üretimi ve nematofag fungusların biyolojik mücadelede kullanımlarını sınırlandıran faktörler ile Türkiye’de ve dünyada bu konudaki çalışmalar literatür ışığında toplanarak, özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, nematofag fungus, nematod

BIOLOGICAL CONTROL AGENTS IN PLANT PARASITIC NEMATODES

FUNGI AS A BIOLOGICAL CONTROL AGENTS IN PLANT PARASITIC NEMATODES

ABSTRACT: Fungi have a great deal in biological control that has a big importance against plant parasitic nematodes. Lots of different fungi attack nematodes in nature. In this article, nematophagous fungi, processes that are being used to catch nematodes by fungi and relations between nematophagous fungi and nematodes, techniques in order to be using for rising fungal parasitism, relations between nematodes and nematophagous fungi, mass production of fungi, limiting factors for using nematophagous fungi and studies in Turkey and the world are summarized by using literature.

Key Words: Biological control, nematophagous fungi, nematode

1. GİRİŞ

1. GİRİŞ
Bitki paraziti nematodlar dünya genelinde bitkisel üretimde ortalama olarak % 10-20 oranında yıllık kayba sebep olmaktadır (Lamberti, 1981). Bir başka kaynakta ise bu zararın % 12.3 ve zararın mali değerinin de 100 milyar dolar kadar olduğu belirtilmektedir (Sasser, 1987). Günümüze değin, nematodların kontrolünde önerilen rotasyon uygulaması ile ürün kayıplarının önlenmesine çalışılmıştır. Toplumlardaki yapısal değişiklikler, üretim-ışleme tekniklerindeki gelişmeler ve dünyanın artan gıda ihtiyacı ise, geniş alanlarda sürekli ekimi zorunlu hale getirmeye başlamıştır. Nadas ya da nematosit uygulamaları ile bitki paraziti nematod problemi lokal olarak çözülsede, nematodlar konukçu çevrede pek çok şekilde uzun zaman canlı kalabilmeye adapte olmuşlardır. Ayrıca, ülkemiz gibi ilaçların yurtdışından temin edildiği koşullarda, kimyasal mücadele ekonomik olmamakta ve uygulanışı da genellikle çok zor olmaktadır. Bunlara ek olarak, günümüzde kimyasal kullanımının yasaklandığı (Örn. Metilbromide) ve kimyasallara karşı bitki paraziti nematodlarda dayanıklılık oluştuğu durumlar da söz konusudur (Butt ve ark., 2002). Bu nedenlerle, bitki paraziti nematodlara karşı alternatif mücadele metotları özellikle son yıllarda ağırlık kazanmıştır (Jaffee, 1992). Kimyasal mücadelenin üretim, taşıma ve kullanımı sırasında çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinden de kurtulabilmek için, biyolojik mücadele anlayışı içinde nematodların topraktaki antagonistleri olan parazit ya da predatörlerinden faydalanılması üzerinde çok fazla durulmaktadır (Jaffee, 1992).

Nematodların predatörleri: Tardigrat, Turbellaria, Enchytraeid, Insecta (Böcekler), Arachnida (Akarlar) ve yine diğer predatör nematodlardır (Anonymous, 2003a). Nematodlarının parazitleri ise funguslar ve bakterilerdir (Webster, 1972).

2. NEMATOFAG FUNGUSLAR

2. NEMATOFAG FUNGUSLAR
Doğadaki zararlı nematodlar üzerinde etkili olan doğal düşmanlar arasında funguslar % 76 başarı oranı (tuzak oluşturan funguslar için % 57 ve endoparazitler için % 19) ile birinci sırada gelmektedir (Kery, 1987). Bitki paraziti nematodlar üzerinde ya da içinde beslenerek, onların popülasyonlarını baskı altında tutan nematofag funguslar, farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır (Webster, 1972; Anonymous, 2003a). Aşağıdaki sınıflandırma pek çok yazar tarafından kabul edilen bir sınıflandırmadır (Anonymous, 2003a):
1. Tuzaklayıcı funguslar (Tuzak

- sınıflandırmadır (Anonymous, 2003a):
1. Nematod tuzaklayıcı funguslar (Tuzak oluşturanlar)
 - a. Yapışkan ağ oluşturanlar,
 - b. Yapışkan yumru oluşturanlar,
 - c. Boğucu olmayan halka oluşturanlar,
 - d. Boğucu halka oluşturanlar
 2. Zoosporik funguslar,
 3. Nematod yumurtalarında parazit olan funguslar.

Bu gruplandırma, fungus filogenisi ile alakalı olmayıp, daha çok beslenme alışkanlıkları ile ilgilidir. Mankau (1980a)'ya göre ise nematodların fungal antagonistleri: tuzak oluşturanlar, endoparazitler, kökte koloni oluşturanlar, nematodlara karşı toksik metabolitler oluşturanlar olarak 4 ayrı gruptur. Bu

funguslar sistematikleri ile de aynı geniş dağılımı sergilerler ve *Phycomycetes*'ten *Basidiomycetes*'e kadar her grup içinde bulunabilirler (Mankau, 1980a). Her bir grup fungus; nematodları yakalamada ya da onların vücutlarına yapışmada, değişik tipte yapılardan yararlanır. Bu funguslar nematodu yakalamaya özelleşmiş yetenekte modifiye olmuş seyrek misellerden ibaretirler. Yakalayıcı bu organlar yapışkan hif, hif demeti, düğümçük ya da ağ gibi yapışan yapılar da içerir. Örneğin tuzak oluşturan funguslar, konidi, ağ ya da yumrularının yakınından nematodun geçmesini pasif olarak beklerler ve o anda nematoda yapışırlar. Halka oluşturan funguslar ise nematodu halka şeklindeki yapılarının içinde yakalarlar. Nematodların başlarını neden bu halkanın içine doğru uzattıkları ise tam olarak aydınlatılamamıştır. Nematod hareketi boyunca bu halkaların içinden geçer ve arasında sıkılır. Yüzük şeklindeki uzantıdan çıkan bir hif çabucak nematodun kütikulasından giriş yapar ve nematodun vücut içeriğini absorbe etmeye başlar. Bu arada nematodun temel maddelerini yenebilmek ve konukçunun yüzeyine dar bir enfeksiyon kancası ile girerken başarısız olmamak için basınç yaratmak amacıyla enzim salgılanabilir. Yakalanan nematod sıkıca tutulur ancak bazen bu tuzaktan kurtulup serbest kalabilir. Nematodun kurtulup serbest kalması durumunda da, vücutuna yapışan hifler kısa zaman sonra vücutunun içine girer ve onu öldürür (Holland ve ark., 1999). Yüzük şeklindeki bu yapıların oluşumu ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır ve yüzük hücrelerinin iç yüzeyinin thigmotaktik özellikte oldukları, dokunularak uyarıldıklarında, hücre duvarının yapısının aniden değiştiği, hücre duvarının suya karşı geçirgenliğinin arttığı, bazı hücrelerin genişleyerek yüzük şeklini aldığı sonucuna varılmıştır. Bazı nematofag funguslar, doğal çevre içinde zayıf bir rekabet sergilerler. Bu funguslar nematodun kütikulasını, diğer organizmalardan korunmak için kullanırlar (Webster, 1972). Neredeyse bütün topraklarda bu mikrobiyal komünite, bir çok biyolojik ve biyokimyasal adaptasyonlar aracılığıyla, nematodlarla beslenir ve böylece doğal denge sağlanmış olur. Bu antagonistik ilişki bazen "baskılama" şeklinde gelişir ve zararlı nematod, bitkide zarar meydana getireceği seviyenin altına düşer (Anonymous, 2003b).

Oluşan bu yakalama mekanizması, özellikle nematod yoğunluğunun fazla olması durumunda daha da etkilidir. Yüzük şeklindeki bir tuzakla, büyük bir nematod yakalandığında, nematod kuvvetli bir şekilde özgür olmak için çabalar, fakat enerjisi çok sayıdaki esnek hifin arasında dağılır. Böylece nematodun çabalaması sonucu

genellikle yüzük yapısı daha da dayanıklı ve sert bir hal alır. Predatör fungusların yapışkan hiflerinin, toksinler üretebildiği ve böylece kütikuladan giriş yapılmadan önce de nematodun öldürülebildiği bilinmektedir (Webster, 1972).

Tuzak oluşturmayan endoparazit funguslar, genellikle yapışkan sporlara sahiptir. Bu sporlar hareketi esnasında nematoda yapışır ve çimlenme borusu ile vücutun içine girerler. Nematoda hiflerin tutunmasından 2 saat sonra, nematod hareketsizleşir. Nematodun vücutunun içinde ise, hifler enfeksiyon yumruları şeklinde gelişir ve bu yumrular çok sayıda trofik hif üretirler. Trofik hifler, nematodun vücut içeriğini absorbe eder ve onu öldürür. Nematodun vücutu içindeki spor taşıyan hifler, ölü nematod vücutundan dışarı çıkar (Anonymous, 2003a; Webster, 1972; Jaffee, 1999; Mankau, 1980a; b).

Topraktaki pek çok fungus türü nematodlara saldırır (Webster, 1972; Chen ve Chen, 2002). Bunlardan bazıları ve önemli özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonymous, 2003c).

Çizelge 1. Önemli nematofag funguslar ve bazı özellikleri

Fungus	Taxonomisi	Özelligi
<i>Verticillium chlamidosporium</i> Goddard	Hypomycetes	Yumurta paraziti
<i>Hirsutella rhossiliensis</i> Minter ve Brady	Hypomycetes	Endoparazit
<i>Catenaria auxilliaris</i> (Kuhn) Tribe	Phycomycetes	Kistlerde endoparazit
<i>Catenaria anguillulae</i> Sorokin	Phycomycetes	Endoparazit
<i>Arthrobotrys</i> sp.	Hypomycetes	Tuzak oluşturan
<i>Monacrosporium ellipsosporum</i> (Grove)	Hypomycetes	Tuzak oluşturan

Bu funguslar içinden *Catenaria* gibi bazıları endoparazittir. Endoparazitlerden *C. anguillulae*, *Aphanomyces* sp., *Lagenidium caudatum* Barron gibi hareketli zoospor üretenler genellikle sağlıklı nematodlarda zayıf patojeniteye sebep olurlar. Yapışkan konidi üreten diğer endoparazitik funguslar, konidiler nematod kütikulasına yapıştığında, enfeksiyonu başlatırlar. Örn. *Verticillium*, *Drechmeria*, *Hirsutella*, *Nematoctonus* türlerinde çimlenen sporlar, nematotoksik bileşikler üretirler. Bu bileşikler nematodun kısa sürede hareketsizleşmesine ve ölümüne sebep olurlar. *Catenaria auxila* (Kühn) Tribe ve *Nematophthora gynophila* Kery ve Crump gibi çok az türde nematodun larvası değil, ergin dişi ya da nematod yumurtası parazitlenir (Webster, 1972; Hay, 1995).

Nematodları yakalayan bir çok fungus, konukçuya özelleşmiş değildir ve genellikle dünyada geniş bir dağılım gösterir. Pek çok nematofag fungus saprofitik gelişme yeteneğine de sahiptir ancak bu faz, toprakta sınırlı olarak gerçekleşir (Anonymous, 2003a).

Zoosporik funguslar, nematodu arayan, yüzen sporlara sahiptirler. Bu sporlar, nematod kütikulasına yapışır ve daha sonra nematod üzerinde beslenen hifler gelişir (Anonymous, 2003a).

Bitki paraziti nematodlara karşı biyolojik mücadelede etmen olarak kullanılabilecek diğer potansiyel funguslar, bazı kimyasal salgıları ile nematodların gelişimini yavaşlatırlar. Jorgenson (1970), şeker pancarında *Fusarium oxysporum* Schlet ile *Heterodera schachtii* (Schmidt) birarada olduklarında, zararın daha az olduğunu saptamıştır. Fungus, şeker pancarına nematodun saldırısını ve gelişimini azaltır, böylece nematodun üremesi yaklaşık olarak 3 kat azalır. Nematod-fungus ilişkilerinde bunun tam tersi olduğu durumlar da kayıtlıdır. Örn., *Leptosphaeria salvinii* Catt fungusunun çeltikte beyaz uç nematodu *Aphelanchoides besseyi* Christie ile birlikte bulunduğu durumlarda, fungus populasyonunun arttığı ve bitkinin daha fazla zarar gördüğünü bildirilmiştir. Bu konudaki en büyük eksiklik, fungus-nematod komplekslerinin fizyolojik ilişkilerinin anlaşılmasındaki zorluklardır (Webster, 1972).

3. YUMURTA PARAZİTLERİ

Bitki paraziti nematodların yumurtalarındaki parazit fungusların tespiti 1970'li yıllarda olmuştur. Bunun sebebi, topraktan nematod yumurtalarının elde edilmesinin zor olmasıdır. Toprakta nematod yumurtalarının elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem şekerli su-santrifüj yöntemidir. Ancak, yumurtalarda parazit olan fungusların, genellikle dışarıdan görülebilir değişikliklere sebep olmamaları, teşhis ve izolasyonlarının zor olması bu konuda karşılaşılan zorlukların başında gelmektedir. Bu nedenlerle, yumurtaları diğerlerine oranla son derece kolay elde edilen kök-ur ve kist nematodlarının yumurtalarındaki parazit funguslar üzerinde yapılmış çalışmalar daha yoğundur. Bitki paraziti nematodların yumurta ve dişilerindeki fungal parazitlerin ilk tespiti 1877 yılında Kühn'ün, *H. schachtii* dişilerindeki *Catenaria auxillaris*'i kayıt etmesi ile olmuştur (Chen ve Chen, 2002). Daha sonraki yıllarda da *Heterodera* sp. yumurtalarında *Verticillium chlamidosporium* Goddard, *Cylindrocarpon destructans* (Zinssmeister) Scholten, kök-ur nematodları yumurtalarında ise *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson, tespit

edilen en yaygın funguslardır (Mankau, 1980a; b).

Heteroderidae familyasının pek çok kist ve yumurtasından, funguslar yaygın olarak elde edilmektedir. Bu funguslardan bazıları canlı yumurtalara saldırırken, diğerleri saldırmaz ve üzerlerinde kolonize olmadan önce onları öldürecek zehirli bazı maddeler üretirler. Nematod, toprak ve bazı bitkilerden elde edilen funguslar ise, yumurta açılımını inhibe eder ya da nematodları öldürür (Chen ve ark., 2000). 1980'li yılların başlarında, Kery ve ark. (1982a;b), Avrupadaki *Heterodera avenae* Woll. populasyonlarının, funguslar tarafından doğal olarak baskı altında tutulduğunu bildirmişlerdir. Bundan sonra da, nematodlar ile ilişkili olan funguslar ve bu fungusların biyolojik mücadeledeki potansiyelleri üzerindeki çalışmalara olan ilgi artmıştır (Chen ve Chen, 2002). Yumurta paraziti olarak bilinen en önemli fungusların başında *Verticillium chlamidosporium* gelmektedir. Bu fungusun, İngiltere tahıl üretim alanlarında *H. avenae*'nin üremesini baskılamada büyük rolü vardır (Kery ve ark., 1982a). *V. chlamidosporium* fakültatif bir parazittir ve nematod yumurtalarında kolonize olan endoparazitlerdendir. Yumurta kabuğundan hifin içeri girişi appressorium ile gerçekleşir. Nematodun vücudu içine giren misel dallanarak yumurtanın içine tamamen doldurur. Penetrasyonun gerçekleşmesi için, fiziksel basınç ve enzimatik aktivite gereklidir. Serine proteaze ve subtilisin'in bu konuda etkili enzimler olduğu bilinmektedir. Enzimler yumurta kabuğunun dış vitellin membranını zedeler ve girişi kolaylaştırır. Tamamen olgunlaşmamış yumurtalar, olgun yumurtalara oranla daha fazla infekte edilir. Ayrıca sıcaklık 30° C'ye ulaşırsa, pek çok yumurta çabucak gelişeceğinden ikinci dönem larvalar dışarı çıkar ve böylece fungusun bulaşmasından kurtulmuş olurlar (Kerry, 2002).

Ürdün'de *H. schachtii* ve *Meloidogyne javanica* Chitwood yumurtaları üzerinde *Acremonium sclerotigum*, *Pressia* sp., *V. chlamidosporium*, *F. solani*'nin % 82-72 oranlarında, *Aspergillus versicolor* (Vuill) Tirab, *Aspergillus fumigatus* Fresenius, *Cylindrocarpon olidum*, *F. oxysporum*, *Fusarium equiseti*(Cardo) Saccardo ve *F. solani*'nin % 25-46 oranında infeksiyon meydana getirdiği, saksı denemelerinde ise *V. chlamidosporium* 'un % 84, *A. flavus*'un % 75, *Pressia* sp.'nin % 62, *A. versicolor*'un % 55 ve *F. solani*'nin % 46 oranlarında kist miktarını azalttığı ve toprağa eklenen bu 5 fungusun *M. javanica* Chitwood eklenen bu 5 fungusun *M. javanica* Chitwood bulaştırılan domates bitkilerinde gal indexini belirgin oranlarda düşürdüğü bildirilmiştir (Qadri ve Saleh, 1990).

Bilinen diğer yumurta parazitlerinden *Paecilomyces lilacinus*, *M. incognita* (Kofoid ve White) ve *H. zaei* Koshy, Swarup ve Sethi yumurtalarını parazitlerken; *Dactylella oviparasitica* Stirling ve Mankau Kalifornia şeftali bahçelerinde kök-ur nematodlarının yumurtalarını parazitler ve doğal kontrolünden sorumludur (Gray, 1988; Anonymus, 2002c).

4. DOĞAL İNFEKSİYONLAR

Nematofag funguslar üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde bunların; doğal enfeksiyonların tesbiti ile laboratuvarda belli etmenler kullanılarak yapılan denemelerin sonuçları olarak iki ayrı grup olduğu görülebilir. Dünyanın pek çok yerinde, değişik agroekosistemlerde bitki zararlısı nematodlar üzerinde doğal fungal enfeksiyonlar tespit edilmiştir. Örneğin, Minnesota'da soya fasulyesi kist nematodları (*Heterodera glycines* Ichinohe)'nın fungal parazitlerinin 62 ayrı tür fungus olduğu, bu funguslar içinden *C. destructans*, *F. solani*, *Pyrenochaeta terrestris* (E. M. Hans.), *F. oxysporum*'un incelenen kistlerin % 55'inde tespit edildiği Chen ve Chen (2002) tarafından bildirilmiştir.

Hay (1995)'e göre, Yeni Zelanda'da nematodlar üzerindeki endoparazit funguslar, *Verticillium balanoides* (Drechsler) Dowsett, Reid ve Hopkin, *Drechmeria coniospora* (Drechsler) Gams ve Jansson, *Harposporium bysmatosporum* Drechsler, *Harposporium helicoides* Drechsler, *Harposporium leptospira* Drechsler, *Haptoglossa heterospora* Drechsler, ve *Hirsutella rhossiliensis*'tir.

Hay ve Skipp (1993) *Heterodera trifolii* Goffart kistlerindeki fungusları ve rastlanma yüzdelarını *Fusarium* % 26, *Verticillium* % 16, *Gliocladium* % 14, *Mortiella* % 9, *Paecilomyces* % 8, *Phialophora* % 7, *Penicillium* % 6, *Exophila* % 5, *Acremonium* % 3, *Cylindrocarpon* % 2 ve *Tricholaidium* % 2 olarak bildirmişlerdir.

Arthrobotrys oligospora Fresenius, Kanada'da çok yaygın olarak bulunan nematofag funguslardan biridir ve incelenen 175 arazinin 108'inde varlığı tespit edilmiştir (Webster, 1972).

5. LABORATUVAR ARAŞTIRMALARI

Nematodlara karşı biyolojik mücadele çalışmalarında, laboratuvar denemeleri şeklinde yapay bulaştırmalar yapılarak etkinlikleri denenilen funguslardan başlıcaları *H. rhossiliensis*, *Verticillium* sp., *Fusarium* sp., *Drechmeria* sp., *P. lilacinus* ve *Trichoderma* sp.'dir (Kery ve Jaffee, 1997; Mankau, 1980a; b).

H. rhossiliensis bulunduğu açık alanlarda ve tüm laboratuvar denemelerinde bitki paraziti nematod popülasyonlarında büyük oranda

ölümlere sebep olmaktadır. Bu fungus epidemiyolojik çalışmalar için özellikle çok uygundur; çünkü sayım ve ölçüm metotları bilinmektedir ve yaşam döngüsü de son derece basittir. *H. rhossiliensis* biyolojik kontrol çalışmaları için, popülasyon biyolojisi ve epidemiyolojisini anlamada da çok kullanışlı bir modeldir. Uygulama açısından biyolojik kontrol yapıldığında ise, pek çok önemli bitki paraziti nematod konukçusu olduğundan, değerlendirme Buna ek olarak, genellikle yüksek seviyede fungus, topraklarda doğal olarak bulunur. Nematodun içine giren *H. rhossiliensis* sporları hareketsizleşir ve uçları şişe şeklindeki yapışkan sporlar verirler. *H. rhossiliensis*'in sporları adhesin ile çevrilmiş, şişe şeklindeki phialidler üzerinde oluşur. Sporlar yakınından geçen nematoda yapışır, kütikuladan içeri girerler. Fungus, nematodun vücut boşluğunda gelişip onu öldürür, kolonileşmeye devam eder ve yeniden sporulasyon olur. Ayrıca, nematodun kütikulası arkasında, kendisi de korunmuş olur. Ancak rekabetin olmadığı laboratuvar ortamlarında ise, fungus yavaş ürer ve steril olmayan topraklarda saprofitik özelliğe sahip değildir. Bu fungusun etkinliği üzerinde özellikle toprak gözeneklerinin çapı büyük etkiler gösterir (Jaffee ve Zehr, 1982; Jaffee ve ark., 1990; Jaffee, 1992).

H. rhossiliensis, nematodlara karşı biyolojik mücadele ajanları arasında en fazla üzerinde çalışılanlardan biridir ve vermiform nematodlara saldırır (Kery ve Jaffee, 1997). *H. rhossiliensis*'in parazitlediği tespit edilen bazı bitki paraziti nematodlar şunlardır: *Mesocriconema xenoplax* (Eayree ve ark, 1987), *Pratylenchus penetrans* (de Man, 1880) (Timper ve Brodie, 1993; 1994), *H. schachtii* ve *M. javanica* (Jaffee ve Muldon, 1989; Lackey ve ark, 1994; Tedford ve ark, 1995). Bu fungus üzerinde yapılan çok sayıda çalışma vardır. Örn., Hay ve Bateson (1996), yonca kist nematodu *H. trifolii*'ye karşı *H. rhossiliensis*'in etkisini araştırdıkları çalışmalarında, fungus uygulaması yapıldığında, bitki kuru ağırlığı başına düşen kist miktarının azaldığını, saksı başına elde edilen bitki kuru madde ağırlığının arttığını ve böylece bu fungusun, yoncalarda, *H. trifolii* kontrolünde ümitvar olduğunu bildirmişlerdir. Aynı cinse bağlı *H. minnesotensis* türünün de kist ve kök-ur nematodlarını parazitlediği saptanmıştır (Chen ve ark., 2000).

Liu ve Chen (2001a), *Hirsutella rhossiliensis* ve *H. minnesotensis*'in *Heterodera glycines*'in biyolojik kontrolündeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 93 *H. rhossiliensis* ve 25 *H. minnesotensis* izolatu kullanmışlar ve *H. rhossiliensis* izolatlarının çoğunun soya kist nematodu ikinci dönem larvalarında yüksek

oranda parazitlenmeye sebep olduğunu ayrıca, soya kist nematodu popülasyonunun düştüğünü, bitki gelişiminin kontrole oranla belirgin seviyede arttığını belirtmişlerdir.

Jaffee (2000), *H. rhossiliensis* ve *Arthrobotrys haptotyla* Drechsler'ı toprağa, hazırlanmış fungus hifleri ve fungus ile bulaştırılmış ikinci dönem kist nematodu larvaları şeklinde 2 ayrı uygulamada bulaştırmış ve larvalar üzerinde verilme şeklindeki uygulama ile fungusun çok daha uzun süre canlılığını koruyabildiğini bildirmiştir.

Nematofag funguslardan yumurta paraziti olan *Verticillium* üzerinde de çok sayıda çalışma mevcuttur. *V. chlamidosporium*'un nematod paraziti olduğu ilk defa Willcox ve Tribe tarafından 1974 yılında bildirilmiştir. *V. chlamidosporium*'un *M. incognita* ve *Meloidogyne hapla* Chitwood üzerine etkilerini saksı deneyleri şeklinde domates bitkilerinde araştıran Leij ve ark. (1993a;b) değişik toprak tiplerinde fungusun etki oranının da değiştiğini, en yüksek nematod kontrolünün ise (% 59) kumlu topraklarda olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yapay yolla toprağa bulaştırılan fungusun 123 gün kadar toprakta canlı kalabildiğini ve Aldicarp ile aynı oranda kontrol sağlayarak etkin bir biyolojik mücadele ajanı olabileceğini bildirmişlerdir.

Laboratuvar da *V. chlamidosporium*'un opt. büyümesi 32° C ve opt. spor üretimi ise 22° C de olmaktadır. *Meloidogyne* sp.'nin yumurta ve larvaları üzerinde % 90 oranında kontrolün sağlandığı sıcaklık ise 25 ° C 'dir (Leij ve ark., 1992).

Kery ve ark. (1986) *V. chlamidosporium*'un değişik ırklarının kist nematodlarının yumurtaları üzerindeki parazitizminin de farklı olduğunu ve biyolojik mücadele çalışmalarında bu hususun unutulmaması gerektiğini vurgulamışlardır.

Nematofag funguslar arasında üzerinde fazla çalışma yapılanlardan bir diğeri de *Drechmeria* türleridir. *Drechmeria coniospora*'nın 9 değişik bitki paraziti nematod üzerindeki etkisini araştıran Janssons ve ark. (1987), fungusun konidilerinin özellikle baş ve kuyruk bölgesine ya da tüm vücuda çok sık yapışmalar şeklinde penetre olduğunu tespit etmişlerdir.

Nematofag funguslardan *Fusarium* türleri üzerinde de çok çalışma mevcuttur. Örn., Nitao ve ark. (2000), *F. equiseti* 'nin *M. incognita* ve *H. glycines* yumurtalarının açılımını inhibe ettiğini tespit ederek, bunun sebebinin 2 değişik toksik madde olduğunu ve bu maddelerin kimyasal açılımlarını bildirmişlerdir.

Trichoderma spp.'de nematofag funguslar içinde önemli bir yere sahiptir. Meyer ve ark. (2000), *Trichoderma virens* (Miller, Giddens ve Foster) Arx'in *M. incognita* üzerindeki etkisini

araştırmış ve fungustan hazırlanan kültür filtratlarının yumurta açılımı ile ikinci dönem larvaların hareketini engellediğini tespit etmiştir. Domates bitkisinin ekili olduğu saksılarda ise, bitkilerde belirgin bir fark ortaya çıkmamış ve etmenin bu ortamda başarılı olamayacağı sonucuna varılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları ile bitki paraziti nematodlara karşı etkinliği denenmiş bir başka fungus ise yine bir yumurta paraziti olan *Paecilomyces lilacinus*'tur. Preparatı da hazırlanan ancak dermatolojik sakıncaları olabileceğinden fazla yaygınlaşmayan, *P. lilacinus*'un *M. javanica* üzerindeki parazitizmi ile ilgili Holland ve ark. (1999)'nın bir çalışmada, yapay bulaştırma yapılan yumurta kümesi içindeki tüm yumurtalarda fungus enfeksiyonuna rastladıklarını, pek çok yumurtanın tamamen fungus hifleri ile dolduğunu, bulaşık yumurtalarda yumurta yüzeyinde appresoryum oluştuğunu ve yine yumurta yüzeyinde hiflere de rastlandığını belirterek, bulaşık yumurtaların ışık ve taramalı elektron mikroskopundaki fotoğraflarını da vermişlerdir. *P. lilacinus* üzerinde Jatala'nın çok sayıda çalışması vardır (Jatala, 1985). Araştırmacı, bu fungusun, kök-ur nematodlarının entegre mücadelesi içinde kullanılması ile başarılı sonuçlar alınacağını bildirmiştir.

6.NEMATOFAG FUNGUSLAR VE NEMATODLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Nematofag funguslar ve nematodlar arasındaki ilişkiler son derece karışıktır ve genellikle anlaşılması zordur. Bu ilişki, fungusların aktiviteleri, toprağın pH'sı, nemi, sıcaklığı ve besin maddesi içeriği tarafından etkilenmektedir (Jatala, 1985; Jaffee, 1992).

Toprak gibi son derece kompleks bir agroekosistemde, funguslar ve nematodların birbiri ile olan ilişkileri üzerinde şüphesiz toprağa ait özellikler belirleyici niteliktedir. Bu özelliklerin başında toprağın yapısı, toprakta bulunan diğer canlılar ve toprağın su miktarı gelmektedir. *H. rhossiliensis*'in kist nematodlarına ve kök-ur nematodlarından *M. javanica*'ya etkisi üzerine toprak nemi ve textürünün etkisi araştırılmış ve fungusun nematodu bulmasının kumlu topraklarda, ağır topraklara oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu farkın sebebi büyük olasılıkla, fungusun nematodu bulması üzerine etkili olan toprak porlarının büyüklüklerinden ileri gelmiştir (Tedford ve ark., 1992). Bir başka çalışmada da *H. rhossiliensis* ve *Monacrosporium geophyropagum*'un topraktaki gelişimini Enchytraeidler ve mikro arthropodların etkilediği bildirilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda bol

miktarda Enchytraeid, Collembola ve toprak akarı bulunan topraklarda fungus yoğunluğunun, bu organizmaların bulunmadığı topraklara oranla daha az olduğu tespit edilmiştir (Jaffee, 1999). Yine Jaffee ve ark. (1997), laboratuvarda yaptıkları çalışmalarında, *Enchytraeus crypticus* Westheide ve Graefe'un *H. rhossiliensis* kolonilerine zarar verdiğini tespit etmişlerdir. Böylece, *H. rhossiliensis*'in *M. javanica*'nın biyolojik mücadelesindeki başarısı düşmüştür. Enchytraeid, ayrıca nematod tuzaklayıcı fungus *M. geophyropagum*, *Arthrobotrys thauomasia* Drechsler ve *A. haptotyla*'ya da zarar vermiştir. Pelet formunda toprağa uygulanan hifler, Enchytridin hızla, fazla sayıda üremesine sebep olmuş ve böylece funguslar üzerinde beslenen Enchytraeid onları tüketerek, biyolojik mücadelenin başarısını düşürmüştür.

Topraktaki nematod ve fungus ilişkileri üzerinde etkili bir diğer faktör de bitkilerdir. Örneğin, kültür bitkilerinin ekiliş sırası bile *H. rhossiliensis*'i çok etkilemektedir. Soya fasulyesi kist nematodunun ikinci dönem larvaları üzerinde *H. rhossiliensis* parazitizminin en yüksek olduğu ekim sırası; soya fasulyesini mısırın takip ettiği ekimdir. Soyayı yine soyanın izlediği durumlarda, fungusun ikinci dönem larvalar üzerindeki parazitizmi azalmaktadır. Ayrıca soya tarlalarında fungusun varlığı, mısırla rotasyona tutulduğunda mevsim ortasında artmakta, bu da nematod popülasyonunu azalttığından soyada ürün kaybı da azalmaktadır (Chen ve Chen, 2002).

Nematod patojeni funguslar ve onların konukçuları ile interaksiyonları üzerinde yapılmış pek çok çalışma vardır. Nematofag fungus *H. rhossiliensis* üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, fungus-nematod arasındaki ilişkilerin anlaşılabilmesi açısından çok faydalı bilgiler vermiştir. Bu fungus, nematodun popülasyonuna bağlı olarak gelişir ve bir nematod *H. rhossiliensis*'in sporuna dokunduğu ve infekte olduğu zaman, spor yoğunluğu büyük rol oynar. Spor yoğunluğu düşük olduğu zaman büyük olasılıkla, nematoda temas eden spor da az olacaktır ve fungus, nematod popülasyonuna düşük bir negatif basınç uygulayacaktır. Eğer diğer faktörlerde de bir sınırlandırma yoksa, pek çok nematod canlı kalacak, üreyecek ve nematod popülasyonu artacaktır. Nematod popülasyonu arttığında spor yoğunluğu da nematod popülasyonuna bağlı olarak artacağından, nematoda temas eden spor sayısı da artar. Bu ilişki bir çok denemelerle de ispatlanmış ve desteklenmiştir. Toprak başına düşen bulaşık nematod sayısı arttığında, spor yoğunluğu ve böylece büyük olasılıkla fungusların bulaşması da artar. Gerçekte spor yoğunluğu, çok yüksek seviyelere ulaştığında ise nematod popülasyonu

da çok düşük seviyelere iner. Ancak bunun sonucunda besinsiz kalan sporların da popülasyonu birden azalır. Bu hipotez fungusun nematod popülasyonunu tamamen bitirmedigini, sadece regüle ettiğini örneğin, konukçu yoğunluğu az olduğunda konukçuya az bir baskı uyguladığını, konukçu yoğunluğu fazla iken yüksek seviyede baskı uyguladığını, böylece konukçu yoğunluğunu dengeli bir seviyede tutma eğiliminde olduğunu gösterir. Fungus, nematod popülasyon yoğunluğunu baskıladığı halde, lokal bir alanda nematodun tamamen yok olmasına asla sebep olmaz. Buradaki önemli husus, konukçu yoğunluğunu regüle etme ile baskılamanın asla sinonim olmamasıdır. Aslında yoğunluğa bağımlı ve yoğunluktan bağımsız etki şekillerinin her ikisinde de tıpkı pestisitlerde de olduğu gibi, konukçu yoğunluğu baskılanabilir. Ancak sadece yoğunluğa bağımlı etki şeklinde konukçunun yoğunluğu regüle edilebilir (Jaffee ve ark., 1992).

Toprakta nematodlara zarar veren funguslar, karbon, azot ve diğer önemli elementlerin çevriminde de rol oynarlar. Böylece funguslar, yoğun nematod kümecikleri halindeki atıkların, mikrobiyal yığıncılara dönüşmesine yol açarak, onların ve daha pek çok temel materyalin bitkiler tarafından yararlanılabilir bir hale gelmesini sağlarlar. Bitki paraziti nematodlar toprakta yeni konukçu bulmak için hareket ederken, ortamdaki pek çok düşman fungusla karşılaşma riski ile karşı karşıyadır. Ancak bitki içine girdiklerinde bu düşmanlarından korunmuş olurlar. Bu durum, pek çok önemli bitki paraziti nematodun neden endoparazit olduğunun en güzel açıklamasıdır (Mankau, 1980a).

Nematod-fungus arasında değişen faktörlere bağlı olarak çok değişik ilişkiler meydana gelebilir. Örn. bazı fungus sporları, parazit etkisini gösterebilmek için mutlaka nematod tarafından yutulmalıdır. Daha sonra sporlar genellikle ösephagusta çimlenir ve gelişerek, nematodu öldürür. Bu tip funguslar, genellikle bitki paraziti nematodlara bulaşmazlar, çünkü bitki parazitlerinde beslenme son derece ufak yapılarıdaki stilet yardımıyla olur ve sporların stiletten emilmesi mümkün değildir. O nedenle bu tip funguslar, bitki paraziti nematodların biyolojik mücadelesinde göz ardı edilirler (Mankau, 1980a;b).

7.TOPRAKLARDA NEMATODLAR ÜZERİNDEKİ FUNGAL PARAZİTİZMİN ARTTIRILMASI

Bitki paraziti nematodların tamamının ve pek çok fungusun da yaşama alanı topraktır. Bu funguslar içinden bazıları, nematodları besin olarak kullanır ve böylece nematod kontrolünde gizli bir rol üstlenmektedir. Nematofag fungusların, bu özelliklerinden yararlanabilmek

için, öncelikle korunmaları ve farklı şekillerde desteklenmeleri gereklidir.

Bitki paraziti nematodların predatörü olan funguslarda, tuzak oluşumunun başlangıcı ve fungusun büyümesini etkileyen temel faktör besinsel ihtiyaçlarıdır (Mankau, 1980a,b) ve bu konu üzerinde yoğun olarak çalışılmıştır. Böylece, nematod tuzaklayıcı fungusların, topraklarda organik maddenin dekompozisyonu boyunca, sadece büyümelerini sağlayacak miktardaki karbon kaynaklarının bulunması durumunda tuzak oluşturabildiklerini tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda tüm fungusların iyi gelişebilmek için, hexose ve pentoz ihtiyaçları olduğu, hif ağları oluşturan fungusların tamamının polysakkaritler ile daha iyi geliştiği ancak yüzük oluşturanların bu ortamlarda gelişmediği ve onların karbondihidratlardan yararlanma yeteneklerinin çok düşük olduğu saptanmıştır. *Monacrosporium bembicodes* (Dreschler) Subram maltoz, sukroz, selüloz, nişasta ve glikojenden yeterince yararlanamaz ve bu da onu tuzak oluşturmada yeteneksiz hale getirir. Kabak bitkisi ve sukrozun toprağa ileva edilmesiyle, nematod popülasyonu ve tuzak oluşturan fungus aktivitesi artarken, bu uygulamanın yapılmadığı topraklarda ise, yok denecek kadar az predatör aktiviteye rastlanmıştır. Böylece genel olarak, nematod tuzaklayıcı fungusların predatör aktivitesi ile nematod popülasyonunun birbirinden bağımsız olduğu, ancak predatör aktivitenin çözünebilir karbondihidrat miktarı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Webster, 1972).

Bilinen, yaygın pek çok nematofag fungus, gelişimleri için thiamine gereksinim duyarlar. *Dactylaria thomasia* ise biotine ihtiyaç duyar. *Arthrobotrys oligospora*, *Dactylaria clavispora* ve *D. thomasia* gibi yapışkan ağlara sahip olan funguslarda gelişimleri için nitrit, nitrat, amonyum ve organik azota ihtiyaç duyarlar. Buna karşın, *A. anchonia* Dreschler ve *Monacrosporium bembicodes* gibi boğucu halka oluşturanlar, nitritten yararlanamaz ve azot kaynağı olarak nitrat bulunduğu zaman bu fungusların gelişme yetenekleri azalır. Substratların, predatör aktivite üzerindeki etkileri, *Arthrobotrys* türünde 2 izolat ile araştırılmış ve substrat içindeki enerji kaynağı değiştiği zaman, besin maddesi ilavesi sonucunda predatörlük oranının da arttığı tespit edilmiştir. *A. oligospora*'nın predatörlüğü, nitrojen ilavesinde, nitrat ilavesinden daha az olmuştur. Yapılan pek çok araştırmada ortama ilave edilen değişik maddeler sonucunda funguslarda predatörlük artmış yada azalmıştır. Örn. *Arthrobotrys dactyloides* ve *D. deodycoides*'in predatörlüğünü ortama ilave edilen at serumu arttırmıştır. Her iki

fungus da bu durumda daha fazla halka oluşturmuşlardır (Webster 1972).

Tuzak oluşturan fungusların başarısı hakkında doğru sonucu varabilmek için, mutlaka onların rekabet yeteneklerini ve toprakta ne kadar süre canlı kalabildiklerini bilmek gereklidir. Bu amaçla yapılan bu araştırmanın sonucunda, nematod tuzaklayıcı bir fungus, mikotag nematod ve *Aphelenchus avenae* Bastian'ı kullanarak ikili bir model sistem oluşturulmuştur. *A. avenae* nin kültürde bulunması, ağarda fungal koloni gelişimini belirgin olarak etkilememiştir. Agarın yüzeyi tamamen fungus ile kaplandıktan sonra, tuzak oluşturulan kısa bir periyot gerçekleşmiştir fakat, nematod popülasyonu artmaya devam etmiş ve neredeyse fungusu öldürmüştür. Bu model nematodun popülasyon gelişiminin, yapay ortamlarda fungusu belirgin olarak etkilemediğini ortaya koymuştur (Webster, 1972).

Nematod tuzaklayıcı fungusların zararlı nematodların biyolojik mücadelesinde başarılı olabilmeleri için 2 faktöre gerek olduğu belirtilmiştir. Bunlar, fungusun tuzak oluşturduğu periyodun artırılması ve bu periyot süresince nematod tuzaklama aktivitesinin yoğunlaştırılması olarak belirtilmiştir. Böylece, büyük olasılıkla topraklara yapılacak yüksek enerji içeren maddelerin ve aktif fungusların ilavesi ile bitki paraziti nematodların kontrolünde başarıya ulaşılabilecektir (Webster, 1972).

Biyolojik kontrol programlarında, predatör fungusların kullanılması üzerinde pek çok denemeler yapılmıştır. Bu denemelerde özellikle organik maddeler gibi toprağa uygulanan bazı maddeler ile fungal gelişme ve tuzak oluşturma uyarılmaya çalışılmıştır. Predatör funguslarda, predasyon başlamadan önce misel gelişmesi ve tuzak oluşumu gerçekleşir. Her ikisinde de enerjiye gereksinim duyulur ki, toprağa yapılacak organik madde ilaveleri, tuzak oluşumunu artırır. Yapılan pek çok araştırmada, toprağa taze bitki materyali ilavesi sonucunda, toprakta serbest yaşayan nematod popülasyonunda birdenbire bir artış gözlenmiştir. Ancak yaklaşık 21 gün sonra nematod popülasyonu büyük oranda azalmıştır. Bu olay genellikle şöyle yorumlanmıştır: organik madde ilavesi ile topraktaki hem serbest yaşayan ve hem de bitki paraziti nematod popülasyonu aniden artar, bunun devamında da topraktaki predatör nematod, nematod tuzaklayıcı fungus ve predatör akar popülasyonu da artış gösterir. Böylece, gübrenin ayrışmasının ilk haftalarında, toplam nematod popülasyonunda düşme olur. Tuzaklayıcı organların oluşumunun başlaması için, nematod gereklidir, fakat fungusun predatörlük aktivitesini sürdürebilmesi için, topraktaki organik enerji kaynaklarının bulunması şarttır. Böylece bu ilişkide organik materyal,

fungusu doğrudan etkiliyor ve nematod popülasyonunu ise dolaylı etkiliyor denilebilir. Topraktaki fungus aktivitesi ile organik madde ilavesi üzerinde diğer pek çok araştırmacı da aynı sonuçlara ulaşmıştır. Örn. *Heterodera schachtii* ile bulaşık şeker pancarı alanında, *D. thomasi* fungusunun bulunması durumunda organik gübrenin ilavesi ile, pancar ürününde artış olduğu bildirilmiştir. Fungus tek başına, hasattaki kist miktarı üzerinde belirgin azalmaya sebep olmamış, ancak organik gübre ilavesi ile kist miktarında belirgin azalma tespit edilmiştir. Diğer bazı araştırmalarda da toprağa yapılan yağ, kültüze, üre, selüloz ve kitin ilavesinin de aynı etkilere sebep oldukları belirtilmiştir. Büyük olasılıkla bu maddelerin etki tarzı şudur; bu maddeler topraktaki mikrobiyal aktiviteyi artırır, buna bağlı olarak başlangıçta nematod miktarı ve sonuçta nematod parazit ve predatörlerinin de miktarlarının artmasına sebep olur. Ancak bu maddelerin çoğunun ticari olarak geniş alanlara uygulanması pratikte mümkün görünmemektedir (Webster, 1972).

Entegre mücadele programlarında, bu özellik nematod yakalayıcı fungusların kimyasal nematisitli topraklara uygulandıklarında bile canlı kalabilmeleri şeklinde sonuçlar veren büyük bir avantajdır. Yapılan pek çok denemede geniş çaplı kullanılan nematisitlerden 1,2 Dibromo-3-chloropropane (DBCP) predatör funguslara zehirli etki göstermemiştir. Ethylene dibromide, fungal gelişmeyi durdurmuş ancak öldürücü etki göstermemiştir. Buna karşın 1,3 - dichloropropene- 1,2 - dichloropropene(DD), chloropicrin, sodyum methyldithiocarbamate, 1,3 Dichloropropene ise tamamen öldürücü etkiler göstermiştir. Bazı denemelerde de, değişik funguslar, DBCP ve EDB'nin düşük konsantrasyonlarını karbon kaynağı olarak kullanmışlar ve gelişme göstermişlerdir. Bununla ilgili en güzel örnek, Kaliforniya'da *Tylenchulus semipenetrans* Cobb'ın önemli sorun olduğu turunçgil alanlarındaki predatör fungusların DBCP uygulamasından sonra bile, turunçgil nematodu larva popülasyonu üzerinde sebep oldukları belirgin azalmadır (Webster, 1972).

Topraktaki fungusların, nematodlar üzerindeki parazitizmini etkileyen faktörlerden bir diğeri de şüphesiz toprağın su içeriğidir. V.

chalamidosporium 'un topraktaki dağılımı ve *M. incognita* yumurta kümeleri üzerinde kolonileşmesine sulamanın etkisini araştıran Leij ve ark. (1993a), aşağıdan yapılan sulamanın, *M. incognita* yumurta gelişimini arttırdığını, fungusun gelişimini ise azalttığını ancak üstten yapılan sulamanın fungusu olumlu şekilde etkileyerek nematod üzerindeki baskısını arttırdığını saptamışlardır. Özellikle, doğal olarak toprakta mevcut nematopatojen fungusların, nematodlar üzerindeki parazitizmi, toprağın su içeriği ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

8. NEMATOFAG FUNGUSLARIN KİTLESEL ÜRETİMİ

Pek çok predatör fungusun yapay olarak kitlesel üretimi yapılabilmektedir. Cayrol ve ark. (1978), *Arthrobotrys robusta* Duddington'nın yapay üretimle elde ettikleri izolatlarını kültür mantarı ortamlarındaki, *Ditylenchus myceliophagus* Goodey'a karşı denemişler ve "Royal 300" ticari ismi ile preparat haline getirmişlerdir. Bu biopreparatın kullanışı ile mantar üretiminde % 20 artış ve *D. myceliophagus* popülasyonunda % 40 azalma olduğunu bildirmişlerdir. Cayrol ve Frankowski, (1979) yine *Arthrobotrys*'in bir başka izolatının da seri üretimini yaparak, "Royal 350" ticari ismi ile domateslerdeki kök-ur nematodlarına karşı üretmişlerdir (Mankau, 1980b).

Biyolojik mücadelede kullanılmak üzere, funguslardan hazırlanmış biopreparatlar da mevcuttur (Çizelge 2).

Bunlardan "Di-Tera" ticari adıyla bilinen preparat, *Myrothecium* sp.'den üretilmiştir. Bu preparatın etkinliği üzerinde yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Twomey ve ark. (2000), Di-tera uygulanan alanlarda *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) ve *G. pallida* (Stone)'nın yumurta açılımının engellendiğini ve kök exudatlarının verildiği ortamda bile, yumurta açılımının teşvik edilemediğini saptamışlardır. Di-Tera, tarla çalışmalarında da pek çok nematod üzerinde başarılı bir kontrol sağlayabilmiştir. Örn., endoparazitlerden *H. glycines*, *H. schachtii*, göçedici ektoparazitlerden *Xiphinema* sp., göçedici endoparazitlerden *Radophulus* sp. (Warrior ve ark., 1999).

Cizelge 2. Günümüzde Dünyanın Değişik Yerlerinde Nematofag Funguslardan Hazırlanmış Ticari Preparatlar (Mankau, 1980b; Butt ve ark., 2002; Anonymous, 2003a; , 2003b)

Emen	Ticari isim	Firma	Hedeflenen nematod
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Paecilomyces 50	Ago Biocontrol	Bitki paraziti nematodlar
<i>P. lilacinus</i>	Bio-Act	Bioact Coop. USA	Hiyarlardaki <i>M. incognita</i> ve <i>M. javanica</i>
<i>P. lilacinus</i>	Paecil	Technological Coop. Avustralya	Bitki paraziti nematodlar
<i>P. lilacinus</i>	PL Plus	Innovation Biological Control Products, Zuid Afrika	Bitki paraziti nematodlar
<i>Myrothecium verrucaria</i>	Di Tera WDG Di Tera WP	Valent Biosciences Coop. USA	Bitki paraziti nematodlar
<i>Arthrobotrys robusta</i>	Royal 300	-	Bitki paraziti nematodlar
<i>Arthrobotrys</i> sp.	Royal 350	-	Kültür mantarında <i>D. myceliophagus</i>
<i>Fusicillium</i>	Çalışmaları sürüyor	DeCeuster, Belçika	Kök-ur nematodları
<i>Helminthosporium</i>	ZOOO31	Minesota Üniversitesi	Bitki paraziti nematodlar
<i>Hirsutiella rhossiliensis</i>			Bitki paraziti nematodlar

9. NEMATODLARA KARŞI FUNGUSLARIN KULLANILMASINI SINIRLANDIRAN FAKTÖRLER

Bitki paraziti nematodlara karşı biyolojik mücadele içinde nematofag fungusların etkili olarak kullanımını sınırlandıran faktörlerin başında taksonomik problemler gelmektedir. Endoparazit funguslar, genellikle çok küçüktür ve obligat parazittir, bu nedenle üzerlerinde çalışılması çok zordur. Sınıflandırmada kullanılan fungal taksonomik karakterler, bol miktarda örneğe sahip olmayı da gerektirebilir. Predatör fungusların başlıcalarının içinde bulunduğu *Arthrobotrys*, *Dactylaria* gibi cinsler 100'ün üzerinde türe sahip olup, tür teşhisi genellikle zahmetli ve zaman alıcıdır (Mankau, 1980b). Ayrıca topraktan nematod elde etmede kullanılan yöntemlerin bazıları, nematofag fungusların elde edilmelerine imkan vermemektedir. Persmak ve ark. (1992)'de, topraktan nematod elde etmek için kullanılan 6 değişik metodu endoparazit fungusların elde edilmesi bakımından karşılaştırmışlar ve Seinhorst Elütriator, Whitehead elek, silis ile santrifüj etme ve şeker ile santrifüj etmenin nematodlardaki endoparazit fungusları elde etmede en iyi sonucu verdiğini ancak, $MgSO_4$ ile santrifüj etme ve Cobb çökeltme metodları ile ise fungusların elde edilemediğini tespit etmişlerdir.

Pek çok toprak fungistazis ya da mycostazis denen bir olay ile fungusların gelişmesini baskılar. Bu olayın büyük olasılıkla iki ana nedeni vardır. Mankau (1980a), Kuzey Karolina'daki deneme topraklarında fungusların çimlenmesini sınırlandıran maddelerden kuşkulandırılmıştır. Diğer bir çalışma da ise besin maddeleri ve organik materyal gibi (Webster, 1972) toprak gelişicilerinin uygulanışının ardından fungal aktivitenin arttığı; başka bir ifadeyle, topraklarda

bu maddelerin eksikliği durumunda fungistazis ortaya çıktığı belirlenmiştir (Mankau, 1980a; b).

Aslında doğada pek çok fungus devamlı olarak nematodlara zarar vermektedir, ancak bunun saptanması, fungusların elde edilmesi, spor sayımlarının yapılabilmesi, ve özellikle öneminin toprak gibi kompleks bir agroekosistemde değerlendirilebilmesi gelişmiş teknikler gerektirir (Jaffee, 1992). Ayrıca her toprakta bulunabilmeleri bir avantajları ise de; çoğunun konukçuya özelleşmemiş olmaları, yavaş gelişmeleri, gelişmeleri için yüksek konukçu seviyesine ve bazı özel besin maddelerine ihtiyaç duymaları biyolojik mücadelede yaygın olarak kullanılmalarını sınırlandıran dezavantajlarıdır (Jatala, 1985).

Bitki paraziti nematodlara karşı fungusların kullanıldığı çoğu biyolojik mücadele uygulamalarında, başarılı olmak için gerekli anahtarın, parazit ve konukçunun populasyon biyolojilerinin bilinmesi olduğu saptanmış ve bu konulardaki çalışmalara ağırlık verilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Ancak bu konuda karşılaşılan zorluklar; başta nematod antagonistlerinin aktivite ve miktar olarak değerlendirmelerinde karşılaşılan sıkıntılar, ilişkiler arasındaki komplekslikler ve derinlemesine çalışmaların son derece zaman alan, ileri bilgi seviyesi gerektiren ve buna rağmen sonuçlarının her zaman biyolojik mücadeleye hizmet edemeyecek olmasıdır. Biyolojik mücadele, parazit, predatör gibi antagonistlerin populasyonlarının, zararlı populasyonunu baskıladığı kontroldür. İşte bu nedenlerle, hem zararlı hem de yararlı populasyon biyolojisinin anlaşılması şarttır. Ancak pek çok araştırma populasyon biyolojisinden yoksun olup, sadece etki ve sonuçlardan ibarettir. Buna ilave olarak, fungusun miktarının tespiti ve aktivitesinin oluşum

mekanizmasının anlaşılması zordur. Nematofag fungusların populasyon biyolojisi üzerinde derinlemesine yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmakta ve etkili araştırmaların mutlaka tarla gözlemleri ve denemeleri ile kombine edilmesi gerekmektedir (Jaffee, 1992; Kery ve Jaffee, 1997). Bu konuların çalışılması "kara kutu"ların çözülmesi gibidir ki, funguslar kullanılarak nematodlarla biyolojik mücadelenin gizemi de ancak böylelikle aydınlatılabilecektir (Jaffee, 1992).

10. ÜLKEMİZDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Ülkemizde nematod paraziti funguslar üzerinde çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan ilki 1986 yılında Ökten ve Uğur tarafından hazırlanan nematodların asalak ve avcıları isimli derlemidir. Bu derlemenin bir bölümünde bitki paraziti nematodlardaki funguslar üzerinde de durulmuştur. Aynı şekilde Elekçioğlu ve Uygun (1990) tarafından nematodlara karşı biyolojik mücadele üzerinde hazırlanan bir başka derleme de tuzak oluşturan funguslar ve endoparazit funguslar ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Ülkemizde konu ile ilgili ilk araştırma ise, Enneli ve ark. (1994)'nın, Orta Anadolu Bölgesinde kist nematodlarının fungal parazitlerini saptadıkları çalışmalarıdır. Bu çalışma sonucunda, *Globedera* sp. yumurta ve kistlerinde *F. oxysporum* ve *Ulaclodium tuberculatum* Simmons funguslarının en yaygın olarak bulunduğu ve bu funguslarla parazitli yumurtaların % 29- 60.5 oranında olduğu bildirilmiştir. Bu funguslar ülkemiz için kist nematodlarında ilk tespit niteliğindedir.

Elekçioğlu (1995), Doğu Akdeniz Bölgesindeki sürveylerinde bitki paraziti nematodlar üzerinde *Pasteuria* sp. bakterisini tespit ettiğini bildirmiştir. Yine Elekçioğlu ve Gözel (1995), Doğu Akdeniz Bölgesinde 1993-1995 yılları arasında yürüttükleri sürveylerin sonucunda *Aphelenchus avenae* Bastian, *Dorylaimus* ve bazı saprofit nematodlar üzerinde *Catenaria anguillulae* Sorokin ve *Monacrosporium ellipsosporum* (Grove) fungus türlerini tespit ettiklerini bildirmişler ve bu fungusların nematodlar üzerinde Türkiye'de ilk defa kendi çalışmaları ile ortaya çıkarıldığını belirtmişlerdir.

Ülkemizde bu konuda yapılan az sayıda çalışmalardan bir diğeri ise, Öztürk ve ark. (1999)'nın Konya ili hububat ekim alanlarındaki önemli kist nematodları (*Heterodera avenae* Wollenweber grubu)'nın fungal parazitlerini tespit ettikleri çalışmalarıdır. Bu çalışmada, kistlerdeki yumurtalarda % 36,6-59,7 oranında parazitizme sebep olduğu tespit edilen funguslar:

Fusarium *hughesii* Chabelsko-Frydman, *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme* Sheldon, *Ulacladium atrum* Preuss ve *Verticillium chlamidosporium*'dur.

Mennan ve ark., (2004), Samsun ve çevresindeki lahanada ekili alanlarının ana zararlılarından biri olan *Heterodera cruciferae* Franklin'in fungal ve bakteriyel patojenlerini tespit ettikleri çalışmalarında, *F. oxysporum* ve *Thallospora* sp'nin kistlerdeki doğal bulaşıklık oranlarını sırasıyla % 35 ve % 20 olarak bildirmişlerdir.

11. SONUÇ

Mikroorganizmalar arasında, nematodları parazitleyen ve populasyonlarını azaltan antagonistik özellikteki funguslar büyük önem taşımakta olup biyolojik mücadelede etmen olarak yüksek bir potansiyeldedir. Bütün topraklarda funguslar çoğu zaman açıkça belli olmayan ama devamlı olarak nematodlara zarar veriler, çünkü rizosferde fungusların nematodlarla olan ilişkileri daimidir. Çok sayıda fungus, nematodların avcısı ya da tuzaklayıcısı olarak bilinir. Nematod parazitleyen en önemli funguslar *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hirsutella*, *Nematophthora*, *Arthrobotrys*, *Drechmeria*, *Fusarium* ve *Monacrosporium* cinsleri arasındadır. Hassas bitkilerde nematodların üremesini engelleyen baskılayıcı toprakların tanımlanması, nematodların kontrolünde biyolojik mücadeleyi potansiyel haline getirmiştir (Westphal ve Becker, 2000). Pek çok araştırmacı, fungal parazit ve predatörlerin bitki paraziti nematodların biyolojik mücadelesindeki en yararlı potansiyel olduğu görüşündedir. Bu funguslar her yerde mevcut olup doğal çevre içinde bulunurlar. Nematodların kontrolünde kullanılabilecek funguslar üzerinde çok sayıda çalışma ve bazı ticari preparatlar da bulunmasına rağmen, bu uygulamalar genellikle çok zordur ve geniş alanlara yaygınlaşamamıştır. Ayrıca, nematofag fungusların çoğaltılması ve infektif nematod larvalarının köke göç etmesi sırasında tuzak oluşumunun devamlılığının sağlanması çok zordur. Üstelik bol miktarda inokulum ihtiyacı duyulur ve çoğu kez zaman içinde yeni inokulum ilaveleri şarttır. Üreticiler açısından bakıldığında ise, uygulamalarının kolay olmaması, özellikle kontrolün elde edilmesi için zamana gerek duyulması ve bu kontrolün daimi olmaması gibi dezavantajları vardır. Tüm bunlara karşın, nematofag fungusların kullanılması ile kist ve kök-ur nematodları gibi kalıcı endoparazit türlere karşı başarılı sonuçlar alınmıştır (Kerry, 2002). En kısa zamanda geniş alanlarda kullanılabilecek, tarla uygulamaları için ticari seviyede ekonomik ve kolay uygulanabilecek formülasyonlarının yine

zahmetsiz, ucuz ve kısa zamanda seri üretim tekniklerinin geliştirilmesi gereklidir (Siddiqui ve Mahmood, 2002).

Bitki paraziti nematodlara karşı fungusların kullanımı ile ilgili belki de en önemli husus, doğada mevcut nematofag fungusların korunması ve aktivitesinin artırılmasıdır. Bu amaçla ilk yapılması gereken ise, topraklardaki nematofag fungus varlığını tesbitidir. Yukarıda da görüldüğü gibi, ülkemizde de bu konu üzerinde fazla durulmamıştır. Ülkemizin nematofag fungus varlığı bir an önce ortaya konmalı ve planlanan mücadele programları içinde bu husus da göz ardı edilmemelidir. Özellikle, nematofag fungusların bulunduğu alanlarda fungusit kullanımı sınırlandırılmalıdır.

Biyolojik mücadelede kullanılacak fungal etmenlerin, rekabet yeteneklerinin, yetiştirme koşullarının, enzim aktivitelerinin, toksik maddeler sentezleyebilme kapasitelerinin bilinmesi, biyolojik mücadelede kullanımları açısından şarttır. Potansiyel biyolojik mücadele etmenlerinin konukçu-parazit ilişkileri, ekolojik özellikleri bilinmeli, kitle halinde yetiştirilebilmeli, depolanabilir ve taşınabilir olmalı ve geniş alanlara uygulanacak pratik uygulama tekniklerinin olması istenir. Tüm bu faktörlerin bilinmesi ve araştırılması ile bitki paraziti nematodların biyolojik mücadelesinde fungusların daha yaygın ve etkili kullanımı gerçekleştirilecektir.

12. KAYNAKLAR

- Anonymous, 2003a. <http://ucdnema.ucdavis.edu/imagemap/nemmap/Ent156htm/1/204NEM/IBIO>
- Anonymous, 2003b. <http://www.area.ba.cn.it/~eo85acol/nematode.html>
- Anonymous, 2003c. <http://www.ptm.umn.edu/LT/lt-detail-ZOOO31.htm>
- Anonymous, 2003d. <http://www.Gewasbescherming.nl/bijlage.pdf>
- Butt, M.T., C. Jackson and N. Magan, 2002. Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential, Cabi Pub., Oxon.
- Chen, S., X.Z. Liu, F. J. Chen, 2000. *Hirsutella minnesotensis* sp. nov., a new pathogen of the soybean cyst nematode. *Mycologia*, 92(5); 819-824.
- Chen, S. Y., D. W. Dickson and D. J. Mitchell. 2000. Viability of *Heterodera glycines* exposed to fungal filtrates. *Journal of Nematology*, 32(2); 190-197.
- Chen, F. and S. Chen. 2002. Mycofloras in cysts, females and eggs of the soybean cyst nematode in Minnesota. *Applied soil ecology*, 19; 35-50.
- Eayre, C.G., B.A., Jaffee and E.I. Zehr, 1987. Suppression of *Criconebella xenoplax* by the nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Plant Disease*, 71; 832-834.
- Elekçioğlu, I. H. ve Uygun, N., 1990. Bitki paraziti nematodlara karşı biyolojik savaş. *Türk. Entomol. Derg.*, 14(4): 251-258.
- Elekçioğlu, I.H., 1995. Occurrence of *Pasteuria* bacteria as a parasites of plant-parasitic nematodes in the East Mediterranean Region of Turkey. *Nematol. Medit*: 23: 213-215.
- Elekçioğlu, I. H. ve U. Gözel, 1995. Occurrence of fungal parasites of nematodes in the East Mediterranean Region of Turkey. *J. Turk. Phytopath.* 24 (3): 139- 143.
- Enneli, S., D. Crump, S. Maden ve G. Öztürk. 1994. Orta Anadolu Bölgesinde kist nematodlarının fungal parazitlerinin saptanması. *Türkiye III. Biyolojik Muc.Kongresi*, 25-28 Ocak, 289-297
- Gray, N. F. 1988. Fungi attacking vermiform nematodes. In *Diseases of Nematodes*. Vol.II, G. O. Poinar and H. B. Jansson. CRS Press, USA. 3-38.
- Hay, F.S. and R.A. Skipp, 1993. Fungi and actinomycetes associated with cysts of *Heterodera trifolii* Goffard (Nematoda: Tylenchida) in pasture soils in New Zealand. *Nematologica*, 39; 376-384.
- Hay, F.S., 1995. Endoparasites infecting nematodes in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 33; 401-407.
- Hay, F. S. and L. Bateson. 1996. Biological control of clover cyst nematode (*Heterodera trifolii*) with fungi parasitic to nematodes or their eggs. *N. Z. J. Plant Protection*, 1-5.
- Holland, R. J., K. T. Williams and A. Khan. 1999. Infection of *Meloidogyne javanica* by *Paecilomyces lilacinus*. *Nematology*, 1(2); 131-139.
- Jaffee B.A. and E.I. Zehr, 1982. Parasitism of the nematode *Criconebella xenoplax* by the fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Phytopathology*, 72; 1378-1381.
- Jaffee, B.A. and A.E. Muldoon, 1989. Suppression of cyst nematode by natural infestation of nematophagous fungus. *Journal of Nematology*, 21; 505-510.
- Jaffee, B.A., A.E. Muldoon, R. Philips and M. Mangel. 1990. Rates of spore transmission, mortality and production for the nematophagous fungus, *Hirsutella rhossiliensis*. *Phytopathology*; 80; 1083-1089.
- Jaffee, B. A., 1992. Population biology and biocontrol of nematodes. *Canadian Journal of Microbiology*, 38 (5); 359-364.
- Jaffee, B.A., R. Phillips, A. E. Muldoon and M. Mangel, 1992. Density-dependent host-pathogen dynamics in soil microcosms. *Ecology*, 73; 495-506.
- Jaffee, B. A., A. E. Muldoon and B. B. Westerdahl. 1996. Failure of mycelial formulation of nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis* to suppress the nematode *Heterodera schachtii*. *Biol. Control*. 6(3); 340-346.
- Jaffee, B. A., A. E. Muldon and W. A. M. Didden. 1997. Enchthraeids and nematophagous fungi in

- soil microcosms. *Biology and Fertility of Soil*, 25(4); 382-388.
- Jaffee, B. A., 1999. Enchyraeids and nematophagous fungi in tomato fields and vineyards. *Phytopathology*, 89(5); 398-406.
- Jaffee, B. A. 2000. Augmentation of soil with nematophagous fungi *Hirsutella rhossiliensis* and *Arthrobotrys haptotyla*. *Phytopathology*, 90(5); 498-504.
- Janssens, H.B., C. Dackman and B.M. Zuckerman 1987. Adhesion and infection of plant parasitic nematodes by the fungus *Drechmeria coniospora*. *Nematologica*, 33; 480-487.
- Jatala, P., 1985. Biological control of nematodes. In *Advanced Treatise on Meloidogyne*, Biology and Control. Ed. J. N. Sasser, C.Carter. 1: 303-308. North Carolina State Graphics.
- Kerry, B.R., D.H. Crump and L.A. Mullen, 1982a. Natural control of cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* Woll., by soil fungi at three sites. *Crop protection*, 1; 99-109.
- Kerry, B.R., D.H. Crump and L.A. Mullen, 1982b. Studies of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* under continuous cereals, 1975-1978. Part II. Fungal parasitism of nematode females and eggs. *Ann. Appl. Biol.* 100; 489-499.
- Kerry, B. R., F. Irving and J. C. Hornsey. 1986. Variation between strains of the nematophagous fungus *Verticillium chlamidosporium* Goddard. I. Factors affecting growth in vitro. *Nematologica*. 32; 461-473.
- Kerry, B.R., 1987.
- Kerry, B.R., and B.A. Jaffee, 1997. Fungi as biological control agents for plant-parasitic nematodes. In: *The Mycota: D.T. Wicklow and B. Söderstrom*, 203-218. Berlin: Springer-Verlag.
- Kerry, B.R. 2002. Exploitation of the nematophagous fungal *Verticillium chlamidosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) In *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*, Ed. by Butt, M.T., C. Jackson and N. Magan, 2002., Cabi Pub., Oxon.
- Lackey, B.A., B.A. Jaffee and A.E. Moldoon. 1994. Effect of nematode inoculum on suppression of root-knot and cyst nematodes by the nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Phytopathology*, 84; 415-420.
- Lamberti, F., 1981. Plant nematode problems in Mediterranean Region. *Helminthological Abs. Series-B*, 50(4); 145-166.
- Leij, F.A.A.M., J. A. Dennehy and B.R. Kerry. 1992. The effect of temperature and nematode species on interactions between the nematophagous fungus *Verticillium chlamidosporium* and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Nematologica*, 38; 65-79.
- Leij, F.A.A.M., J. A. Dennehy and B.R. Kerry. 1993a. Effect of watering of the distribution of *Verticillium chlamidosporium* in soil and the colonisation of egg masses of *Meloidogyne incognita* by the fungus. *Nematologica*, 39; 250-265.
- Leij, F.A.A de M., B. R. Kerry and J.A. Dennehy, 1993b. *Verticillium chlamidosporium* as a biological control agent for *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* in pot and micro-plot tests. *Nematologica*, 39; 115-126.
- Liu, X. Z. and S. Y. Chen, 2001a. Screening isolates of *Hirsutella* sp. for biocontrol of *Heterodera glycines*. *Biocontrol Science and Technology*, 11(1); 151-160.
- Liu, X. Z. and S. Y. Chen, 2001b. Parasitism of *Heterodera glycines* by *Hirsutella* sp. in Minnesota soybean fields. *Biological Control*, 19(2); 161-166.
- Mankau, R., 1980a. Biocontrol fungi as nematode control agents. *Journal of Nematology*, 12, 244-252.
- Mankau, R., 1980b. Biological control of nematode pests by natural enemies. *Ann. Rev. Phytopathol* 18: 415-440.
- Mennan, S., H.M. Aksoy and O. Ecevit, 2004. Occurrence of bacterial and fungal pathogens of cysts nematodes (*Heterodera cruciferae* Franklin) in cabbages growing areas of Samsun, Turkey. *Pakistan Journal of Nematology*, 22(1); 111-116.
- Meyer, S. L. F., S. I. Massoud, D. J. Chitwood and D. P. Roberts. 2000. Evaluation of *Trichoderma virens* and *Burkholderia cepacia* for antagonistic activity against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Nematology*, 2(8); 871-879.
- Nitao, J.K., Meyer, S.L. F., Schmidt, W. C., Fetting, J. C. and Chitwood, D., 2000. Nematode-antagonistic trichothecenes from fungus *Fusarium equiseti*. *Nematology*, 2(7); 779.
- Ökten, M.E. ve Uğur, A., 1986. Bitki paraziti nematodların asalak ve avcıları. Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları, Derlemeler: 27. Ankara.
- Öztürk, G., H. Aktaş, İ. Kepenekçi ve A.F. Yıldırım. 1999. Konya ili hububat ekim alanlarındaki önemli kist nematodları (*Heterodera avenae* Wollenweber grubu)'nın fungal patojenlerinin tespiti. Türkiye 4. Biyolojik Müc. Kongresi. 26-29, Ocak, Adana, 597-601.
- Persmak, L., Jansson, H. B., A. Banck and S. Andreson. 1992. Evaluation of methods for extraction of nematodes and endoparasitic fungi from soil. *Nematologica*; 520-530.
- Qadri, A.N. and H. M. Saleh. 1990. Fungi associated with *Heterodera schachtii* (Nematoda) in Jordan. II. Effect of *H. schachtii* and *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*. 36; 104-113.
- Sasser, J.N., 1987. A perspective on nematode problems worldwide. In: Saxena, M.C., Sikora, R.A. and Srivastava, J.P. (eds). *Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions*. ICARDA, Syria: 1-2.
- Siddiqui, Z. A. and I. Mahmood, 2002. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi. *Biosource Technology*, 58 (3); 229-239.
- Tedford, E.C., B. A., Jaffee and A.E. Muldoon. 1992. Effect of soil moisture and texture on transmission of the nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis* to cyst and root-knot nematodes. *Phytopathology*, 82: 1002-1007.

- Tedford, E.C., B.A. Jaffee and A.E. Moldoon. 1995. Suppression of the nematode *Heterodera schachtii* by the fungus *Hirsutella rhossiliensis* as affected by fungus population density and nematode movement. *Phytopathology*, 85: 613-617.
- Timper, P. and B.B. Brodie, 1993. Infection of *Pratylenchus penetrans* by nematode- pathogenic fungi. *Journal of Nematology*, 25; 297-302.
- Timper, P. and B.B. Brodie, 1994. Effect of *Hirsutella rhossiliensis* on infection of potato by *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology*, 26; 304-307.
- Twomey, U., P. Warrior, B. R. Kerry and R. N. Perry. 2000. Effects of the biological nematicide, Di-Tera, on hatching of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Nematology*, (3); 355-362.
- Warrior, P., L. A. Rehberger, M. Beach, P. A. Grau, G. W. Kirsfman and J. M. Conley. 1999. Commercial development and introduction of Di-Tera, a new nematicide. *Pesticide Science*, 55, 343-389.
- Webster, J. M., 1972. Nematodes and Biological Control, In; *Economic Nematology*, Ed Webster, J.M., Academic Press, London, New York.
- Westphal, A. and J.O. Becker, 2000. Transfer of biological soil suppressiveness against *Heterodera schachtii*. *Phytopathology*, 90: 401-406.

AZOT FİKSE EDEN BAZI MİKROORGANİZMALARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ YERİ VE BAKLAGİL OLMAYAN BİTKİLERDE KULLANIMI

Yusuf ŞAVŞATLI Ali GÜLÜMSER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri SAMSUN

Geliş Tarihi: 21.07.2003

ÖZET: Tarımda özellikle azotlu kimyasal gübrelerin aşırı ve bilinçsizce kullanılması topraklarımızın üretkenliğini uzun vadede tehlikeye düşürmektedir. Son yıllarda ağırlıklı olarak üzerinde durulan organik tarım çerçevesinde, suni gübre kullanımının azaltılmasına yönelik pek çok araştırma yapılmaktadır. Topraklarımızın üretkenliğini korumak ve bunun sürekliliğini sağlamak için göz ardı edilmemesi gereken konulardan biri de biyolojik azot fiksasyonudur. Baklagil bitkileri azot fiksasyonunda küçümsenmeyecek kadar büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak, sınırlı tüketiminden dolayı ekiliş alanlarının da az olması, asıl hedefe ulaşmada yalnız başına yeterli olmamaktadır. Bu derlemede, yaygın olarak kullanılan azotlu gübrelerin en aza indirilmesine katkıda bulunmak amacıyla baklagil olmayan bazı bitkilerde, azot fikse eden mikroorganizmalardan yararlanma imkanları üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Azot fiksasyonu, sürdürülebilir tarım

THE IMPORTANCE OF SOME N-FIXING MICROORGANISMS IN SUSTAINABLE AGRICULTURE AND USING ON NON-LEGUMES

ABSTRACT: Application of N-fertilizers in agriculture, especially too much and unconsciously, occurs a risk for our soils productivity in a long period. Recently, a lot of researches have been studied intensively as a regard to organic agriculture to decrease the chemical fertilizer using. One of the topics need not to be forgotten is also biological nitrogen fixation for saving the productivity of our soils and achievement to continue that. Legumes have a great potential in N-fixation. But, because of limited consumption, its sowing area is low, so it is not enough to obtain the main aim with only these plants. In this review, using possibilities from N-fixing microorganisms on some non-legumes have been researched for helping to decrease minimum the chemical N-fertilizers used very intensively.

Key Words: Nitrogen fixation, sustainable agriculture

1. GİRİŞ

Nüfusun hızlı bir şekilde artış göstermesi ve buna karşılık sınırlı alanlarda üretim yapılma zorunluluğu, özellikle bitkisel üretimde verimliliğin artırılmasına yönelik yapılan çalışmalara önemli bir ivme kazandırmıştır. Birim alandan daha yüksek miktarda ürün alma hedef haline gelmiş ve zamanla geliştirilen teknolojik bilgiler tarım alanlarında yoğun bir kimyasal gübre kullanımına yol açarak toprak kirliliği ile birlikte birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir.

Tarımsal üretim kaynaklı toprak kirlenmesi daha çok aşırı gübreleme, tarım ilaçlarının hatalı uygulanması ve yanlış sulama sonucu oluşmaktadır. Bu tür uygulamalar tarımsal üretimi kuşkusuz önemli ölçüde artırmaktadır; ancak, bunların bilinçsiz olarak uygulanması çevrenin ve diğer bileşenlerinin kirlenmesine neden olmaktadır.

Bitkisel üretimde verimi kısıtlayan en önemli faktörlerden biri azottur. Kültür bitkilerinin birim alandan kaldırdıkları azot miktarının dekara 10 ile 50 kg arasında değiştiği dikkate alındığında, azotun besin elementi olarak değeri açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır (White, 1983). Bitkiler için bu kadar önemli olan bir besin elementinin

toprakta tutunamaması, her seferinde takviye edilme zorunluluğu ve bunun yanında çiftçilerin gereğinden fazla gübre kullanması tarımda maliyeti yükseltmekte ve birtakım tarımsal problemlere neden olmaktadır.

Bitkilerin, özellikle bakteri, aktinomiset ve mavi-yeşil algler aracılığı ile atmosfer azotundan yararlanma imkanları geliştirildikçe, yanlış gübre kullanımından kaynaklanan problemlerin en aza indirilmesi ve toprağın üretkenlik yeteneğinin korunması mümkün olabilecektir. Ülkemizde bitkisel üretimin büyük bir kısmının baklagil olmayan bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, bu bitkilerde azot fikse eden bazı bakterilerin ve mavi-yeşil alglerin kullanılması ve bunun çiftçi bazında yaygınlaştırılması yönünde sağlanacak olumlu gelişmeler, topraklarımızın üretkenliğinin korunmasında büyük bir kazanç sağlayacaktır.

2. AZOT FİKSE EDEN MİKROORGANİZMALARIN TARIMDAKİ ÖNEMİ

Aşırı kimyasal gübrelemenin etkisi ile toprağın pH dengesi bozulabilmekte ve toprak canlıları bundan olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Aşırı gübre kullanımı sonucu toprakta kadmiyum, kurşun, nikel gibi ağır metaller birikebilmekte ve denitrifikasyon olayı

sonucunda oluşan nitroz oksit gazları ozon tabakasını olumsuz etkilemektedir (Kızılkaya ve Askin, 2000).

Toprak ve iklim faktörleri, topraktan yıkanan azot miktarını büyük ölçüde etkilemektedir. Bu faktörlere bağlı olarak, topraktaki toplam azot içerisinde yıkanan nitrat formundaki azot miktarı %99'a kadar çıkabilmektedir (Kacar, 1984).

Toprakta yıkanmak suretiyle veya erozyon nedeniyle su kaynaklarına ulaşan azot ve fosfor, çevre kirliliği açısından önemli iki sorunu ortaya çıkarmaktadır. Bunlardan birincisi, özellikle durgun sulara azot ve fosfor miktarının artmasıyla birlikte, alg gelişiminin hızlanması, su ekosisteminde dengelerin bozulması; ikincisi ise özellikle nitrat formundaki azotun yer altı sularındaki konsantrasyonunun artması sonucunda yeraltı sularının nitratla kirlenmesi ve bu suların içme suyu olarak kullanılması durumunda da, insan ve hayvan sağlığı açısından bazı problemlere yol açmasıdır (Ağca, 1999).

Ayrıca, yoğun gübre kullanımı, elde edilen ürünlerde kalite ve aromayı da bozabilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda su kaynaklarına ulaşan çoğu gübre elementleri suda yaşayan canlıların besin zincirine girerek onları olumsuz etkilemekte; ayrıca, çoğu kuş türü toprak yüzeyinde erimeden kalan gübreleri yiyerek zehirlenebilmektedir (Bayraklı ve Balkaya, 2000).

Bu ve benzeri sorunların en aza indirilerek tarıma sürdürülebilir bir nitelik kazandırılması, öncelikle çevre ve insanlara zararlı olan birtakım girdilerin kullanımının azaltılması, bitki ve hayvan kaynaklarının daha verimli kullanılması, en uygun ekim nöbeti sistemlerinin uygulanması, toprak, su, enerji ve biyolojik kaynakların korunarak bunların büyük bir titizlik içerisinde yönetilmesiyle sağlanacaktır.

Tarım topraklarımızın korunması ve verimliliklerinin artırılması yönünde üzerinde önemle durulması gereken konulardan biri de biyolojik azot fiksasyonudur. Simbiyotik yolla atmosfer azotunu toprağa bağlayan baklagil bitkileri, azot fiksasyonunda hiç şüphesiz önemli bir yere sahiptir. Ancak, bu yolla atmosferdeki azottan yararlanılması baklagil bitkilerinin ekilişleri ile sınırlı kalmaktadır.

Günümüzde, tane baklagillerin ekiliş alanı 1.357.150 ha; baklagil yem bitkilerinin ekiliş alanı ise yaklaşık 602.225 ha (Anonymous, 2002f) civarındadır. Tane baklagillerin ekim alanını artırma hiç şüphesiz iç tüketime, ihracat imkanlarına ve sanayiye bağlıdır. Baklagil yem bitkilerinde ise hayvancılığın geliştirilmesine yönelik atılacak adımlar ekim alanlarının artırılmasında önemli rol oynayacaktır. Çeşitli kaynaklar dikkate alınarak, toprağa bağladıkları minimum azot miktarları üzerinden bir

değerlendirme yapıldığında, Türkiye'de kültürü yapılan baklagil bitkileri aracılığı ile bir yıl içerisinde besin maddesi olarak en az 134.432 ton azotun toprağa bağlandığı hesaplanabilmektedir (White, 1983; Heichel, 1985; Akalan, 1998; Kızıloğlu, 1995; Gülümser ve ark., 1998; Açıkgöz, 2001 ve Anonymous, 2002f). Türkiye'de 2000 yılında bitki besin maddesi olarak tüketilen saf azot miktarının 1.378.289 ton (Anonymous, 2002g) olarak gerçekleştiği dikkate alındığında, *Rhizobium* bakterileri ile işbirliği halinde N fikse eden bu bitkilerin tek başına münavebeye girmesinin, atmosferdeki azot gazının en iyi şekilde değerlendirilmesi bakımından yeterli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle baklagil olmayan bitkilerden de azot fiksasyonundan yararlanılarak, sürdürülebilir tarım çerçevesinde özellikle bazı bakterilerin tarımda kullanılmasına yönelik yapılacak çalışmalar, hiç şüphesiz uzun vadede ülkemiz tarımına büyük katkılar sağlayacaktır.

Toprakta serbest yaşayan bazı mikroorganizmalar tarafından havanın serbest azotunun toprağa bağlanmasına asimbiyotik azot fiksasyonu adı verilmektedir. Bu mikroorganizmalar, yüksek oranda enerji harcamak suretiyle havanın moleküler azotunu (N_2) kendi hücre proteinlerinin sentezi için kullanmaktadır. Bu proteinler bir süre sonra hücrelerin ölümüyle birlikte toprakta mineralize olmakta ve böylece bünyelerindeki azotlu organik bileşikler bitkilerin faydalanabileceği forma geçmektedir (Anonymous, 2002a; Sturz ve ark., 2000).

Toprağa asimbiyotik yolla azot fikse eden mikroorganizmalar içerisinde *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Clostridium*, *Bacillus polymyxa*, *Azotomonas*, *Acetobacter*, *Aulosira*, *Beijerinckia*, *Klebsiella*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Chlorobium*, *Chromatium*, *Rhodospirillum*, *Derxii*, *Rhodospirillum*, *Thiokapsa*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Desulfotomaculum*, *Methanobacillus omelianskii*, ve *Rhodopseudomonas* gibi bakteriler ile *Anabaena*, *Nostoc*, *Anabaenopsis*, *Calothrix*, *Cylindrospermum*, *Tolypothrix* gibi mavi-yeşil algler ve bunlara ek olarak *Frankia* cinsi *Aktinomisetler* yer almaktadır (Kızıloğlu, 1995; Gülümser ve ark., 1998; Aksoy ve Altındişli, 1998; Anonymous, 1982).

Azot fikse eden bazı bakteriler sadece rizosferde değil, aynı zamanda kök, sap, yaprak ve organik artıklar gibi farklı bitki dokularında da kolonize olabilmektedir. Baklagil olmayan bitkilerin farklı kısımlarında görülen bu bakteriler Çizelge 1'de verilmiştir (Reis ve ark., 2000).

Toprakta serbest yaşayan ve atmosferdeki dinitrojen formundaki (N_2) azotu fikse eden

Çizelge 1. Baklagil Olmayan Bitkilerde Görtlten Diazotroflar		Görlüdüğü Bitki Kısmı
Bitki	Diazotrof	
Tahıllar	<i>Azospirillum brasilense</i> <i>A. lipoferum</i> <i>A. amazonense</i> <i>Herbaspirillum seropedicae</i> <i>Burkholderia brasilense</i>	Kök, sap, tohum Kök, sap, tohum, ksilem özsuğu Kök, sap, tohum Kök, sap, tohum, yaprak Kök, sap, yaprak
Çeltik	<i>Azospirillum irakense</i> <i>Azoarcus spp.</i>	Kök Bitki
Yumrulu bitkiler	<i>Azospirillum lipoferum</i> <i>Burkholderia brasilense</i>	Yumru, kök Yumru, kök
Tatlı patates	<i>Acetobacter diazotrophicus</i>	Kök, sap, yumru
Şeker kamışı	<i>Azospirillum brasilense</i> <i>Azospirillum lipoferum</i> <i>A. amazonense</i> <i>Herbaspirillum seropedicae</i> <i>H. rubrisubalbicans</i> <i>Acetobacter diazotrophicus</i> <i>Burkholderia brasilense</i> <i>Burkholderia "tropcalis"</i>	Kök, sap, yaprak Kök, sap, yaprak Kök, sap Kök, sap Kök, sap, yaprak Kök, sap, yaprak Kök, sap, yaprak Kök, sap
Yem bitkileri	<i>Azospirillum brasilense</i> <i>Azospirillum lipoferum</i> <i>Herbaspirillum seropedicae</i>	Kök, sap Kök, yaprak Kök, sap, yaprak

Kaynak : Reis ve ark. (2000)

bakteriler içerisinde en fazla öneme sahip olanlar *Azotobacter* ve *Azospirillum* cinsleridir (Aksoy ve Altındışli, 1998). *Azotobacter* 'ler, 11 türe ayrılmaktadır. Bunlar: *A. chroococcum*, *A. beijerinckii*, *A. vinelandii*, *A. macrocytogenes*, *A. agilis*, *A. armeniacus*, *A. indicum*, *A. miscellum*, *A. nigricans*, *A. paspali*, ve *A. salinestris*'dir (Anonymous, 2003b).

Genel olarak, *Azotobacter* 'ler, bitkilerin kullanamadığı formda olan atmosferik dinitrojeni fikse ederek toprakta organik-N şeklinde bünyelerinde bulundurlar ve bunlar da topraktaki mineralizasyon süreçleri sonunda NH_4^+ ve NO_3^- formundaki azota dönüşürler. Ayrıca, *Azotobacter* 'ler, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* gibi inorganik fosforun çözünürlüğünü artıran mikroorganizmaların da etkinliklerini artırarak, bitki büyüme düzenleyicileri (indol asetik asit, tiamin, gibberellin, riboflavin, ve nikotin) salgılayarak köklenmeyi teşvik ederler ve erken dönemde güçlü bir fide oluşumu sayesinde verimde %25 kadar artış sağlarlar (Anonymous, 2002d). Direk olarak tohuma uygulandığında tohumun çimlenmesini önemli ölçüde iyileştirirler. *Alternaria*, *Helminthosporium* ve *Fusarium* gibi

bitki patojenlerini kontrol eden bazı antibiyotikler de salgılayarak, bir biyolojik kontrol ajanı olarak da rol oynarlar (Anonymous, 2002a).

Tarımda kullanılan bir diğer önemli azot fikse eden bakteri cinsi ise *Azospirillum*'dur. *Azospirillum* 'lar aerob heterotrofik bakteriler olup, 7 türe ayrılırlar: *A. amazonense*, *A. brasilense*, *A. doebereineriae*, *A. halopraeferens*, *A. irakense*, *A. largimobile* ve *A. lipoferum*. (Anonymous, 2003a). Bu bakterilerin optimum sıcaklık isteğı 30-41 °C'dir. 24 °C'nin altında gelişmeleri azalmakta; 18 °C'nin altında ise tamamen durmaktadır. *Azospirillum* 'lar bitki gelişimini teşvik eden çok yönlü ırkları içermektedir. Bu ırklar sayesinde bitkinin ihtiyaç duyduğu azotun % 30-50'si karşılanmaktadır. Çeltik, mısır, sorgum, pamuk, ayçiçeğı, şeker kamışı ve sebzelerde kullanılabilir (Anonymous, 2002d).

Azospirillum türlerinin indolasetik asit, oksin, gibberellin ve sitokinin gibi bitki büyüme düzenleyicilerini ürettiğı bilinmektedir (Reis ve ark., 2000; Sturz ve ark., 2000). Bu bakteriler, tohumların çimlenme etkinliğini, erken safhada fide kuvvetini ve bitkinin bağışıklığını artırmakta;

verimde %25'lik bir artış sağlamaktadır. Ayrıca, bitki hastalıklarının kontrolünde *Pseudomonas* ile karıştırılarak bu bakteriler kullanılabilir (Anonymous, 2002d).

Son yıllarda enflasyonun dünya çapında bir yükseliş eğilimi göstermesiyle dünya petrol fiyatlarındaki dengesizlik, fiyatları olumsuz yönde etkilenen kimyasal azotlu gübreler karşısında tarımsal açıdan büyük değer taşıyan bu bakterilerin önemini giderek artırmıştır. Bununla birlikte, artan nüfusa paralel olarak topraklarımızın üretkenliğinin de sürdürülmesi gerekliliği, bitkilerin besin maddesi ihtiyaçlarını karşılamada daha ucuz ve çevreyle dost olan azot kaynaklarının araştırılmasını kaçınılmaz kılmıştır (Anonymous, 2002a). Bunlar arasında toprakta serbest olarak yaşayan azot fikse eden bakteriler ve mavi-yeşil algler ile ilgili yapılan araştırmalar ayrı bir önem taşımaktadır. Bu araştırmaların bir araya getirilerek değerlendirilmesi pratikte uygulama imkanlarının ortaya konulması açısından faydalı olacaktır.

3. KONUSYLA İLGİLİ OLARAK YAPILAN ÇALIŞMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Azot fikse eden bazı mikroorganizmaların çeltik başta olmak üzere şeker kamışı, şeker pancarı, buğday, arpa, yulaf, mısır, sorgum, patates, börülce, kolza, tütün, domates, havuç ve patlıcan gibi kültür bitkilerinde kullanıma imkanları üzerine pek çok araştırma yapılmıştır. Oldukça yoğun bir ekiliş alanına sahip olması ve pirincin dünya nüfusunun %40'ından fazlasını besleyen çok önemli bir gıda ürünü olması bu tür araştırmaların çeltik üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Sürekli artan dünya nüfusu karşısında, önümüzdeki 30 yıllık süre içerisinde çeltik üretimi de %70 kadar artmak zorunda kalacaktır. Bu kaygılar karşısında yürütülen araştırmalar ise son derece ümit verici sonuçlar ortaya koymaktadır (Reis ve ark., 2000).

Çeltik üzerinde önemle durulan mikroorganizmalar içerisinde önemli *Cyanobacteria*'lar (Mavi-yeşil algler) yer almaktadır.

Yağışa bağlı olarak yapılan çeltik tarımında (wetland rice), *Cyanobacteria* yoluyla fikse edilen azot miktarının dekara 1-8 kg N arasında değiştiği (Anonymous, 2002e) ve ortalama 3 kg N'da olduğu hesaplanmış ve bu miktarın dekara 7,1 kg'a kadar çıkabileceği belirlenmiştir (Reis ve ark., 2000).

Çin, Hindistan, Mısır ve Filipinler'de uygun *Cyanobacteria* ırklarının çeltik tarımında biyogübre olarak kullanımını kapsayan küçük çapta biyoteknolojik çalışmalar yapıldığı belirtilmektedir (Zaccaro, 2000).

Cyanobacteria'nın önemli özelliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür (Zaccaro, 2000):

1) *Cyanobacterial* ayrışmanın çeltiğin çinko (Zn) alımını iyileştirdiği ve çoğu ekosistemde toprak verimliliğine katkıda bulunduğu bildirilmektedir.

2) Bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkileyen çok sayıda madde salgılamaktadır. Bu mikroorganizmaların, gibberellin ve oksin benzeri maddeler, vitaminler, aminoasitler, polipeptidler, antibakterial ve antifungal maddeler üreterek bitkilere faydalı oldukları bildirilmektedir. Tohumun çimlenmesini hızlandırdığı ve fide gelişimini teşvik ettiği gözlenmiştir.

3) Ağır metalleri akümüle etme özelliğinden dolayı kurşun bulaşmış toprak ve sulara, bozulmuş yapıyı düzeltmede yüksek bir etkinliğe sahiptir.

Yürütülen araştırmalarda, mavi-yeşil algler içerisinde yer alan ve havanın serbest azotunu fikse eden *Anabaena azolla* ile yeşil gübre olarak kullanılan *Azolla*'nın fosforlu gübrelerin de etkisi ile çeltikte %20-25 oranında bir verim artışı sağladığı belirtilmektedir. *Azolla-anabaena* işbirliği ile yılda 100-200 kg N/ha civarında azot fikse edilebilmektedir (Köycü ve ark., 1994). Ayrıca Gevrek (2000), Menemen 2. ürün koşullarında *Azolla*'nın kullanılması ile azot gübrelemesinden en az 1/3 oranında bir tasarruf sağlanabileceğini bildirmektedir.

Bir başka araştırmada ele alınan bakteri türlerinden *Bacillus megaterium* ile mavi-yeşil alglerden *Nostoc calcicola* birlikte nispeten daha fazla azot fikse ederken; *Agrobacterium radiobacter*, *Streptomyces albus* ve *Rhizobium* gibi mikroorganizmalar da azot fiksasyonunda artış sağlamıştır (İsmailçelebioğlu, 1969).

Çeltik üzerine yapılan araştırmalarda *Rhizobium* ve *Azospirillum* ile ilgili çalışmalar da dikkat çekmektedir.

Filipinler'de Uluslararası Çeltik Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan bir araştırmada, Pankaj çeltik çeşidinde farklı bakteri ırkları ile hem tohumla hem de fideleme esnasında köklere aşılama yapılmıştır. Sulamanın 2 günde bir yapıldığı bu araştırma sonucunda, büyümeyi teşvik edici etkilerini araştırmak üzere kullanılan *Rhizobium leguminosarum* ve *Bradyrhizobium* ırklarının (sp. IRBG-271), çeltikte tane verimini %8-22; sap verimini %4-19 oranında artırdığı belirlenmiştir. Bitkilerde azot, fosfor ve potasyum alımı *Rhizobium* aşılmasından dolayı %10-28 oranında artış göstermiştir. Yapılan bu çalışmada, verimdeki artışın bakterilerin kaynaklandığı tespit alımını iyileştirmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bitkinin kök çevresinde indol-3-asetik asit (IAA) biriktiği gözlenmiş; aşılama ile birlikte çeltikte demir (Fe) alımını %15-64 oranında

artmıştır (Biswas ve ark., 2000). Bu sonuç, bitkilerin büyüme ve gelişmesini teşvik etmek amacıyla *Rhizobium*'lardan yararlanılabileceğini ortaya koyması açısından ayrı bir önem taşımaktadır.

Ayrıca, 1990 yılında Science dergisinin Kasım sayısında "Araştırma Haberleri" başlığı altında belirtildiğine göre *Rhizobium* bakterileri kullanılarak İngiltere'de, Avustralya'da ve Çin'de çeltik, buğday ve kolza köklerinde küçük ve dağınık halde nodüller meydana getirilmesi de başarılmıştır (Kırbağ ve Baltepe, 1997).

Hindistan dahil pek çok ülkede, yapılan çalışmalar sonucunda tohumla yapılan *Azotobacter* aşılması ile sağlanan faydanın organik madde içeriği fakir olan topraklarda sınırlı, buna karşın zengin topraklarda çok cesaret verici olduğu ortaya çıkmıştır. Rusya'da yapılan tarla denemelerinde buğday, arpa, yulaf, mısır ve şeker kamışında biyogübre olarak *Azotobacter* kullanılmış ve bu bakterinin performansının orta-zayıf düzeyde olduğu bildirilmiştir (Anonymous, 2002a).

Ülkemizde de *Azotobacter* kültürleri ile tohumu veya toprağı aşılayarak, ürün miktarını artırmaya yönelik araştırmalar yapılmaktadır.

İsmailçelebioğlu (1969), muhtelif bölgelerden izole edilen *Azotobacter chroococcum* ile aşılamının, Erzurum Kan siltli killi ve Palandöken çakıl içeren tınlı topraklarda yetiştirilen buğday ve patates bitkilerinin verimi üzerine etkilerini incelemiş ve olumlu sonuçlar almıştır. Kan toprağında buğdayın tane verimi artışı %47.08, patates verimi artışı ise %9.87 iken; Palandöken toprağında buğdayda tane verimindeki artış %40.86, patates verimindeki artış ise %63.96 olarak gerçekleşmiştir.

İsmailçelebioğlu (1990), değişik kökenli *Azotobacter chroococcum* kültürleriyle farklı aşılama işlemlerinin iki ayrı toprakta yetiştirilen şeker pancarı ve domates bitkilerinin ürün verimine etkisini incelediği bir başka araştırmasında, aşılama ile birlikte kontrole göre sağlanan verim artışları, şeker pancarında %57.04-69.67; domateste ise %48.32-107.04 arasında değişiklik göstermiştir. Deneme sonucunda, mikrobiyolojik gübrelemenin topraklara azot kazandırma bakımından önemli bir role sahip olduğu kanıtlanmıştır.

Türkiye'de tüketilen toplam azotlu gübrenin %42'sinin sadece buğdayda kullanıldığı göz önüne alındığında, buğdayda azot fiksasyonu ile ilgili sağlanacak olumlu gelişmeler, azotlu kimyasal gübre gereksinimini de önemli ölçüde azaltacaktır (Babaoğlu ve Yorgancılar, 1999).

Erzurum'da sera ve tarla şartlarında, yazlık Tokak arpası ve Sonja şeker pancarında azot (*Bacillus polymyxa*) ve fosfat bakterileri (*Bacillus*

megatherium var. *Phosphaticum*) ile yapılan tohum aşılamasının, mineral gübreleme ile karşılaştırıldığı bir denemede olumlu sonuçlar alınmıştır (Çakmakçı ve ark., 1997).

Brezilya ve İsrail'de yapılan çalışmalarda, buğday, kanola, ayçiçeği ve domateste *Azotobacter paspali* aşılamasının bitkilere olan olumlu etkileri, *Azospirillum brasilense* ve *Lipoferum* aşılamasıyla elde edilen sonuçlarla da benzerlik göstermiş ve bu bakteri bitki büyümesini teşvik edici bir rol oynamıştır (Reis ve ark., 2000).

Dokuyucu ve ark. (1997), buğdayda *Azospirillum brasilense* Sp246 aşılamasının, Cavellat ve ark. (2000), mısır tohumlarında *Azospirillum* spp. (Graminante) aşılamasının, Babaoğlu ve Yorgancılar (1999), Kızıltan-91 makarnalık buğday çeşidinde *Azorhizobium caulinodans* bakterisi ile aşılamının olumlu gelişmelere neden olduğunu bildirmektedirler.

Azospirillum'lar tropik bölgelere adapte olmuş bakteriler içerisinde yer aldıklarından mevcut ırklarının ülkemiz topraklarında yaşaması sınırlı olmakla birlikte, dünyada *Azospirillum* aşılamasıyla sağlanan olumlu gelişmelerin örnek olması açısından bazı literatürlerin değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür.

Yapılan tarla denemelerinde çeltik, buğday, sorgum ve diğer tahıllarda *Azospirillum brasilense* (*Azospirilla*) ile yapılan aşılama verimde artış sağlamıştır. *Azospirillum*, fikse ettiği azotu ve önemli bitki hormonlarını bitkilere sağlayarak, bitkilerin mineral beslenmesini de iyileştirmek suretiyle tahıllarda büyümeyi teşvik etmektedir (Jouline, 1996).

Ganguly ve Manna (2000), *Azospirillum* aşılamasının çeltik, buğday, arpa, yulaf, mısır, sorgum ve börtücece büyüme, verim ve yem kalitesi üzerine etkisinin tartışıldığını ve 20 yıldan beri dünya çapında elde edilen veriler ışığında bu bakterilerin farklı topraklarda ve farklı iklim bölgelerinde tarımsal açıdan önemli bitkilerin verimini artırma kapasitesine sahip olduğunu belirtmektedirler.

Azotlu kimyasal gübrelere alternatif olarak, biyolojik azot fiksasyonundan yararlanılması konusunda Brezilya bugün dünya lideri konumuna gelmiştir. Tarımsal üretimi ana ihracat faaliyetlerinden biri olan Brezilya, bitki besin elementleri içerisinde en az seviyede azot (ortalama 1 kg/da) kullanan ülke durumundadır. Azotlu gübrelerin kullanılmadığı topraklardan üretilen soyalar ülkenin en fazla ihracat edilen ürünü haline gelmiştir. Diazotrof bakteriler ile işbirliği içinde olan tahıllar kullanılarak üretimin yapılması durumunda, yeterli miktarlarda fosfor, potasyum ve mikro element içeren gübrelerin de uygulanması ile ihtivaç duyulan azotun %30'unun

biyolojik azot fiksasyonundan karşılanabilmesi mümkün olmuştur. Bu şekilde en iyi etki, şeker kamışında dekara 15 kg azot fikse edilmesi ile ortaya çıkmıştır (Döbereiner, 1998).

Bütün bu araştırmalar, gerek toprakta asimbiyotik yolla azot fikse eden bazı mikroorganizmaların, gerekse simbiyotik yolla azot fikse eden *Rhizobium* 'ların, baklagil olmayan bitkilerde verimi önemli ölçüde etkileyebildiğini ortaya koymaktadır. Yapılacak detaylı araştırmalar sonucunda elde edilecek bilgiler ışığında, kötü çevre şartlarına toleranslı, patojenik bakteriler ile rekabette daha üstün ve pek çok bitki türünde etkili olabilen geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip bakteri ırklarını geliştirmek mümkün olabilecektir. Bu yönde sağlanacak olumlu gelişmeler tarımda kimyasal gübrelere olan bağımlılığın azalmasında büyük katkılar sağlayacaktır (Jouline, 1996).

Nitekim, bazı ülkelerde çiftçi bazında, özellikle *Azospirillum* bakterilerinden yararlanıldığı açık bir şekilde ifade edilmektedir. Bu bakteriler çeltik ve mısır başta olmak üzere bir çok bitkide azotlu kimyasal gübrelere uygulanmasını azaltacak yönde kullanılmaktadır. Bunun en çarpıcı örneği ise Filipinler'de görülmektedir. Bu ülkede ticari adı Biyo-N olan bir mikrobiyal gübre, çiftçilerin büyük ilgisini çekmiştir. Üstelik, bu teknolojiyi benimseyen 500'ü aşkın çiftçi Bio-N'dan memnun olduklarını ifade etmektedir (Anonymous, 2002c).

Bio-N, 1984 yılında Filipinler Los Baños Üniversitesi Mikrobiyoloji ve Biyoteknoloji Enstitüsü'nde (UPLB-Biotech), *Azospirillum* bakterileri kullanılarak geliştirilmiştir. (Anonymous, 2001a). Bio-N, talahib (*Saccharum spontaneum*) köklerinden izole edilen 2 önemli bakteri ırkından birini içermektedir (Anonymous, 2002c). Talahib, şeker kamışının bir akrabası olup köklerinde verimsiz topraklarda kolonize olan ve birlikte yaşayan *Azospirillum* bakterilerini barındırmaktadır (Anonymous, 2001b).

Filipinler'de Laguna civarında çeltik verimi Bio-N kullanımı ile birlikte 4865 kg/ha'dan 6302 kg/ha'ya yükselmiştir. Bu mikrobiyal gübrenin başlıca özellikleri aşağıda belirtilmiştir (Anonymous, 2002b):

1) Ekim öncesinde tohumlara aşılanarak kolaylıkla uygulanabilmektedir. Azot kaynaklı inorganik gübrelere yerini alarak, çeltik ve mısırdaki kök gelişimini ve verimi artırmaktadır (Anonymous, 2002c). Azot sağlama oranı mısırdaki %50; çeltikte ise %80'e kadar çıkabilmektedir.

2) Bio-N sadece çevre güvenliğini değil, aynı zamanda çiftçilerin net gelirini de artırmaktadır (Anonymous, 2002c). Azotlu gübrelere

kaynaklanan masrafı, hektar başına 1600 Pound'dan 300 Pound'a düşürmekte ve sadece bir kez uygulama ile işçilik giderlerini de azaltmaktadır.

3) Toprağın doğal özelliğini ve verimliliğini korumaktadır. Verimsiz ve kurak alanlarda dahi mısır verimini iyileştirmektedir.

4) Yapılan araştırmalar bu ürünün mısır, çeltik ve şeker kamışının yanı sıra marul, domates, patlıcan gibi yüksek öneme sahip bitkilerde (Anonymous, 2001b) ve yumru bitkilerde de kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Sadece Filipinler'de değil, ülkemiz de dahil olmak üzere pek çok ülkede azot fikse eden mikroorganizmalar önemle üzerinde durulan konular içerisinde yer almış ve ticari ürünleri piyasaya sürülmüştür. Bu ürünlerin kullanım imkanları üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir.

4.SONUÇ

Gelişmekte olan ülkelerde giderek artan açlık ve yetersiz beslenme sorunlarının tehlikeli boyutlara ulaşmaması için bilim adamlarına büyük sorumluluklar düşmektedir. Hiçbir zaman unutulmamalıdır ki, tarımda asıl ekonomik kazanç, doğal dengeyi görmezden gelerek elde edilen kısa vadeli üretim artışıyla değil, mevcut kaynakların üretkenlik yeteneklerinin orta ve uzun vadede korunması ile sağlanabilecektir. Sürdürülebilir tarım anlayışını benimsemedikçe, insan yaşamını uzun vadede tehlikeli günlerin beklediği açıkça ortadadır.

Kimyasal gübrelere çevreye olan olumsuz etkisini en aza indirerek, tüketilen gübre miktarının bitkilerin lehine olacak şekilde azaltılması, tarıma sürdürülebilir bir nitelik kazandırılması açısından önem taşımaktadır. Bu amaçla yürütülen araştırmalar sonucunda çeltik, mısır ve şeker kamışı başta olmak üzere buğday, arpa, patates, şeker pancarı, ayçiçeği, kolza ve domates gibi bir çok kültür bitkisinde olumlu gelişmeler sağlanmış; *Azospirillum* veya *Azotobacter* ırklarını içeren birtakım ticari ürünler geliştirilerek, çiftçi bazında kullanılmaya başlanmıştır (Reis ve ark.,2000).

Ülkemizde de *Azotobacter* ırkları ile ilgili benzer olumlu adımların atılması, ülkemiz koşullarına uygun, geniş bir adaptasyon kabiliyetine ve yüksek derecede azot fikse etme kapasitesine sahip yeni bakteri tiplerinin geliştirilip çiftçi bazında kullanımının yaygınlaştırılması, hiç şüphesiz sürdürülebilir tarım çerçevesinde doğal dengenin korunarak gelecek kuşaklara devredilebilmesi konusunda büyük katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü. 3. Baskı, Bursa.
- Ağca, N., 1999. Topraklarda Kimyasal Kirlenme ve Yaratıldığı Çevre Sorunları. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 3(3-4); 107-116, Şanlıurfa.
- Akalan, İ., 1998. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. No:1058. Ders Kitabı. No:309, Ankara.
- Aksoy, U., Altındişli, A., 1998. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO). Bornova-İzmir.
- Anonymous, 1982. Application of nitrogen-fixing systems in soil improvement and management. Soils resources, management and conservation service land and water development division. FAO Soils Bulletin, Rome.
- Anonymous, 2001a. An Effective Microbial Fertilizer. www.google.com/search?q=cache:MJnLkMlIRwwJ:www.philstar.com/philstar/show
- Anonymous, 2001b. Dr. Mercedes Garcia A scientist With Roots. Interview by Joe Lontoc. www.google.com.tr/search?q=cache:RLZY1vnmnOUJ:www.up.edu.ph/forum/2001/10/garcia
- Anonymous, 2002a. Azotobacter. www.google.com.tr/search?q=cache:qrTiGVctaJ4J:www.indiaagronet.com/indiaagronet/Manuers_fertilizers/azotobacter
- Anonymous, 2002b. BIO-N: A Joint Venture Project of UPLB-BIOTECH-TLRC. www.tlrc.gov.ph/bio_n
- Anonymous, 2002c. www.google.com.tr/search?q=cache:AOUA-db_9v4J:www.unesco.org.id/apgest/pdf/philippines/phi-bp-bt.pdf
- Anonymous, 2002d. Biological Nitrogen (N₂) fixers & Growth Promoters. www.google.com.tr/search?q=cache:dmwA2sSX1nsJ:www.bioag.com/bioferts
- Anonymous, 2002e. Biological Nitrogen Fixation and Its Use in Agriculture. www.google.com.tr/search?q=cache:0qn-f8wVAv4J:www.asahi-et.or.jp/~it6i-wtnb/BNF
- Anonymous, 2002f. Tarım İstatistikleri Özeti (1982-2001). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonymous, 2002g. Türkiye İstatistik Yıllığı (2001). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Anonymous, 2003a. Genus Azospirillum. www.google.com/search?q=cache:1rcAhNblmk8J:www.dsmz.de/bactnom/nam0365.htm
- Anonymous, 2003b. List of Microbial Genera: Azotobacter (Bacteria). www.google.com/search?q=cache:sMgOxYLoUblJ:www.dsmz.de/species/gn304261.htm
- Babaoğlu, M., Yorgancılar, M., 1999. Buğdayın *Azorhizobium caulinodans* ile Aşılınması: Ekolojik Bir Yaklaşım. Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu 21-23 Haziran. İzmir.
- Bayraklı, F., Baklaya, N., 2000. Fosforlu ve Azotlu Gübre Kullanımı ve Gübre Çevre Etkileşimi. Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Samsun İl Müdürlüğü. Samsun.
- Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B., 2000. Rhizobia Inoculation Improves Nutrient Uptake and Growth of Lowland Rice. SSSAJ. Soil Science Society of America Journal. September-October. Vol.64, No:5. USA.
- Cavallat, L.E., Pessoa, A.C., Dos. P., Helmich, J.J., Helmich, P.R., Ost., C.F., 2000. Corn Productivity in Response to Nitrogen Application and Seed Inoculation with *Azospirillum* spp. Maize Abstracts, Vol. 16, No.6.
- Çakmakçı, R., Kantar, F., Oral, E., 1997. *Bacillus polymyxa* ve *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* Aşılmasının Şeker Pancarı ve Arpa Verimine Etkisi. Türkiye II Tarla Bitkileri Kongresi. O.M.Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü. Tarla Bitkileri Bilimi Derneği. Sy 274-278. Samsun.
- Dokuyucu, T., Akkaya, A., Kırtok, Y., 1997. Bakteri Aşılmasının (*Azospirillum brasilense* Sp. 246). Ekmeklik Buğday (*T. aestivum* L.) Çeşidi Gemini'nin Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Türkiye II Tarla Bitkileri Kongresi. O.M.Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü. Tarla Bitkileri Bilimi Derneği. Sy 56-60. Samsun.
- Döbereiner, J., 1998. Biological Nitrogen Fixation in The Tropics: Social and Economic Contributions. Soybean Abstracts. Vol:21, No:2.
- Ganguly, T.K., Manna, M.C., 2000. *Azospirillum brasilense*-An Associative Organism in Agriculture-A Review. Maize Abstracts, Vol. 16, No.6.
- Gevrek, M.N., 2000. Çeltik Tarımında Azot Kaynağı Olarak Azotların Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi. 24(2), Ankara.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., Pekşen, E., 1998. Yemeklik Tane Baklagiller (Uygulama Kitabı). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ders Kitabı. No:27, 1. Baskı, Samsun.
- Heichel, G.H., 1985. Symbiosis: Nodule Bacteria and Leguminous Plants. Forages. The Science of Grassland Agriculture. Fourth Edition, Iowa, USA.
- İsmailçelebioğlu, Y.N., 1969. Muhtelif Bölgelerden İzole Edilen *Azotobacter chroococcum* ile Aşılmanın Erzurum Kan Siltli killi ve Palandöken Çakıllı Tınında Yetiştirilen Buğday ve Patates Bitkilerinin Verimi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Yay. No:274, Ziraat Fakültesi Yay. No:136, Erzurum.
- İsmailçelebioğlu, Y.N., 1990. Değişik Kökenli *Azotobacter chroococcum* Kültürleriyle Farklı Aşılama İşlemlerinin İki Ayrı Toprakta Yetiştirilen Şeker Pancarı ve Domates Bitkilerinin Ürün Verimine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Yay. No:668, Ziraat Fakültesi Yay. No:298, Erzurum.
- Jouline, I.B., 1996. Behavioral Responses of *Azospirillum brasilense* Involved in Nitrogen Fixation. Loma Linda University. Department of Microbiology and Molecular Genetics. Loma Linda. www.google.com.tr/search?q=cache:6BgQRyEcd_oJ:www.reesda.gov/nri/pubs/archiv/e/abstracts/abstract96/nitrogen
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 899, Ankara.

- Kırbaç, F., Baltepe, Ş., 1997. Yüksek Bitkilerde Simbiyotik Azot Bağlanması. Ekoloji. Çevre Dergisi. Sayı:22, İzmir.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T., 2000. Tarım Topraklarında Ağır Metal Kirliliği ve Çevre Sağlığı Üzerine Etkileri. Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Samsun İl Müdürlüğü. Samsun.
- Kızıloğlu, T.F., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No:180, Erzurum.
- Köycü, C., Sezer, İ., Dere, Ş., 1994. Çeltik Tarımında Yeşil Gübre Olarak Azolla. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt:1, Tarla Bitkileri Bilimi Derneği. TÜBİTAK ve ÜSİGEM, İzmir.
- Reis, V.M., Baldani, J.I., Baldani, V.L.D., Dobereiner, J., 2000. Biological Dinitrogen Fixation in Gramineae and Palm Trees. Critical Reviews in Plant Science. Vol.19, Issue.3, London.
- Sturz, A.V., Christie, B.R., Nowak, J., 2000. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. Critical Reviews in Plant Sciences. Vol.19, Issue 1, London.
- White, R.E., 1983. Introduction to The Principles and Practice of Soil Science. Australia.
- Zaccaro, M. C., 2000. Plant Growth-Promoting Cyanobacteria. (PGPR Conference, November 2000) Laboratorio de Fisiología Vegetal Biología de Cyanobacteria. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Pabellón II. 4° P. www.google.com.tr/search?q=cache:294tsJWpwWYJ:www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/zaccaro.pdf

SU ÜRÜNLERİNDE *Listeria monocytogenes*

Mehtap YILMAZ E. Mahmut KOCAMAN Muhammed ATAMANALP
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Erzurum.

Geliş Tarihi: 01.10.2003

ÖZET: *Listeria monocytogenes* hem karasal hemde sucul habitatlarda bulunan bir organizma olup dünyanın değişik bölgeleri ve farklı su ürünlerinden izole edilmiştir. Dünya genelinde bu patojenin yol açtığı Listeriosis hastalığının tehdi arttıkça bu konuda yapılan araştırma sayısında da artış görülmüştür. Bu derlemede *L.monocytogenes*'in dünyada ki su ürünlerinde bulunma durumu, özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar esas alınarak özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Listeria monocytogenes*, tütülenmiş balık, karides, su ürünleri

Listeria monocytogenes IN AQUATIC PRODUCTS

ABSTRACT: *Listeria monocytogenes* is an ubiquitous organism occurring in both terrestrial and aquatic habitats, isolated from various regions of the world and aquatic products. With the growing threat of Listeriosis, which is caused by this pathogen, research is increasing. Studies, especially those carried out in recent years on the incidence of *L. monocytogenes* in aquatic products around the world, were summarized in this paper.

Key Words: *Listeria monocytogenes*, smoked fish, shrimp, seafood

1. GİRİŞ

Listeria monocytogenes (Eubacteriales, Corynebacteriaceae) süt, peynir, et ve balık ürünleri gibi çeşitli gıda maddelerinde bulunabilmektedir (Sheridan ve ark. 1995). *Listeria monocytogenes* doğada oldukça yaygın olarak bulunan bir bakteri olup son yıllarda gıda kaynaklı listeriosis vakalarının ortaya çıkması nedeni ile gıda endüstrisi için endişe kaynağı olmuştur. İnsanlarda görülen listeriosisde hamile kadınlar, yeni doğan bebekler, yaşlılar ve çeşitli hastalıklar nedeniyle bağışıklık sistemi zayıf düşen kişiler genelde risk grubunu oluşturmaktadır (Norrung, 2000; Elliot ve Kvenberg, 2000; Rocourt ve ark., 2000; Schlech, 1996). Bağışıklık sistemi zayıf olanlarda, kanser ve AIDS hastalarında ölüm oranı % 75'in üstündedir (Norrung, 2000).

Listeria monocytogenes 1929'dan beri insan patojeni olarak bilinmesine rağmen gıda kaynaklı olduğunun belirlenmesi ancak 1981 yılında gerçekleşmiştir (Karunasagar ve Karunasagar, 2000). Dünya nüfusunun yaklaşık % 6'sının hastalık belirtisi olmaksızın, bağırsaklarında *L. monocytogenes*'i taşıdıkları ve bu bakterinin ciddi enfeksiyonlarının septisemi ve menenjitte sebep olduğu ve nihai olarak ölüme yol açtığı bilinmektedir (Farber, 2000).

Elliot ve Kvenberg (2000), Amerika'da 1986-1993 yılları arasında 6507 gıda kaynaklı listeriosis vakası görüldüğünü ve bunlardan 1554'ünün ölümle sonuçlandığını bildirmişlerdir. Bu durum tüketicilerin tercihlerini etkiler hale gelmiş, yakın zamana kadar tüketiciler tarafından yoğun bir şekilde talep edilen tütülenmiş salmon ürünleri *L.*

monocytogenes tehdi ile beraber eski cazibesini kaybetmiştir (Duffes, 1999).

Listeria monocytogenes spor oluşturmayan, gram (+), 0.4-0.5 µm uzunluğunda, kısa çubuk şeklinde, katalaz (+), 20-25 °C'de oldukça hareketli, fakültatif anaerob, psikrotrofik karakterde patojen bir bakteridir (Seeliger ve Jones, 1986; Berrang ve ark., 1989). *Listeria monocytogenes*'in gelişebildiği sıcaklık limitlerinde alt sınır -2 ile +4 °C, üst sınır ise 45 °C'dir. Optimum çoğalma sıcaklığı 30-37 °C olarak bildirilmiştir (Seeliger ve Jones, 1986). Vakum uygulanarak ambalajlanmış etlerde (pH ≥ 6 ve yukarısı) 0 °C'de *L. monocytogenes*'in çoğaldığı belirlenmiştir (Grau ve Vanderlinde, 1988; Gill ve Reichel, 1989). Ayrıca bu patojenin dondurma işlemine oldukça dayanıklı olduğuda belirtilmiştir (Kaya ve Schmidt, 1989; Johnson ve ark., 1990). Organizmanın geliştiği su aktivitesi (a_w) değeri ise 0.92'nin üzeri değerlerdir (Norrung, 2000). *Listeria monocytogenes*'in gelişme sınırları Çizelge 1'de özetlenmiştir (Ross ve ark., 2000).

Çizelge 1. *Listeria monocytogenes*'in Gelişme Limitleri (Ross ve ark., 2000).

Faktör	Alt Sınır	Üst Sınır
Sıcaklık (°C)	- 2 ile + 4	~ 45
Tuzluluk (%)	13 – 16	< 0.5
PH	4.2 – 4.3	9.4 – 9.5

Listeria monocytogenes, balığın da içinde bulunduğu birçok gıdadan izole edilmiş yaygın bir mikroorganizmadır. Et ve süt ürünlerinde gelişimi ile ilgili çok sayıda çalışma bulunurken, balık ürünlerinde bu organizma ile yapılan araştırma sayısı sınırlı bulunmaktadır (Farber, 1991). İnsanlar, hayvanlar ve genel olarak çevre

L. monocytogenes için kaynak olarak görev yapmaktadır. Organizma, yüzey suları ve göllerden, kıyısulardan, kanalizasyon, nehir ve endüstriyel atık sulardan kolayca izole edilebilmektedir (Colburn ve ark., 1990; Ababouch, 2000). Kirlenmemiş deniz, yer altı kaynak sularında ve bu sulardan yakalanan balıklarda ise bu organizmaya rastlanılmamıştır (Huss ve ark., 2000).

2. SU ÜRÜNLERİNDE BULUNMA DURUMU

Listeria monocytogenes dünyada ki birçok su ürününde görülmektedir. Bu mikroorganizma çeşitli kabuklu su ürünlerinden (Kvenberg, 1988), tütülenmiş salmon ve tütülenmiş alabalıktan (Jemmi ve Keusch, 1992) ve diğer çiğ balıklardan izole edilmiştir (Guyer ve Jemmi, 1991; Farber, 1991; Jemmi ve Keusch, 1992). Ayrıca, dondurulmuş kabuklu su ürünlerinden de *L. monocytogenes* ve diğer *Listeria* türleri izole edilmiştir (Weagant ve ark., 1988). Eklund ve ark. (1995)'da salmonlarda mukoza, deri ve karın boşluğunda bu patojeni belirlemişlerdir.

Weagant ve ark. (1988), farklı birkaç ülkeden topladıkları su ürünlerinin (çiğ karides, pişirilmiş ve kabuğu soyulmuş karides, pişirilmiş yengeç, çiğ istakoz, mürekkep balığı ve surimi edilmiş su ürünleri) % 26'sında *L. monocytogenes* ve % 46'sında *L. innocua*'yı tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Listeria monocytogenes genellikle tütülenmiş balık (Cortesi ve ark., 1997), istakoz ve yengeçten (McCarthy, 1997) izole edilmiştir. Ayrıca kür edilmiş su ürünlerinde (salamura karides ve surimi, yağlı salamura edilmiş ringa) % 4 oranında bulunmaktadır. Tüketime hazır balık ürünleri *L. monocytogenes* ile yaygın olarak kontamine olmaktadır ve normal depolama şartlarında depolama süresince organizmanın gelişmesi devam etmektedir (Jorgensen ve Huss, 1998).

Bu mikroorganizmanın; taze, donmuş ve işlenmiş balıklarda, taze ve tütülenmiş midyede, yengeç, karides ve salmonlardan elde edilen işlenmiş gıdalarda bulunduğu belirlenmiştir (Hudson ve ark., 1992; Simon ve ark., 1996).

Rorvik ve ark. (1991), *L. monocytogenes* ile düşük (6 CFU/g) ve yüksek (6×10^2 CFU/g) düzeyde kontamine edildikten sonra tütülenmiş, vakum ambalajlanmış salmon örneklerinde *L. monocytogenes*'in gelişme durumunu incelemişler ve 4 °C'de 5 haftalık muhafaza sırasında organizmanın tüm örneklerde geliştiğini belirlemişlerdir. Gökkuşluğu alabalığında 4 °C'de depolanan örneklerde *L. monocytogenes* sayısında değişim

gözlenmezken, 8 °C'de önemli bir artış meydana geldiği bildirilmiştir (Jemmi ve Keusch, 1992). Russo ve ark. (1995)'nın yaptıkları çalışmada, tütülenmiş salmonlarda bu patojenin 8 °C'de ki gelişiminin 4 °C'den daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

ABD'deki ithal ve yerli su ürünlerinde % 5-6 oranında *L. monocytogenes* bulunmaktadır (Kvenberg, 1988). Yine ABD'de marketlerde pazara sunulan taze gökkuşluğu alabalıklarında önemli ölçüde kontaminasyon (% 54) bulunduğu belirlenmiştir (Draughon ve ark., 1999).

Fuchs ve Surendran (1989), Hindistan'da taze balıklarda % 33 oranında *Listeria* spp. türleri bulunurken *L. monocytogenes*'in görülmediğini, aynı şekilde Manoj ve ark. (1991) Hindistan'da balık ve karideste örneklerin % 10.5'inde *Listeria* spp. tespit ettiklerini, *Listeria monocytogenes*'i belirleyemediklerini rapor etmişlerdir. Bunun yanı sıra bu türün Trinidad'dan alınan örneklerde % 2 (Adesiyun, 1993), Hindistan'da kabuklu su ürünleri ve balıklarda % 13.8 oranında bulunduğu belirlenmiştir (Jeyesekaran ve ark., 1996). Hindistan'da yapılan başka bir araştırmada ise, su ürünlerinden alınan toplam 360 örneğin 201'in de *Listeria* türleri izole edilirken, örneklerin hiçbirinde *L. monocytogenes*'e rastlanmadığı bildirilmiştir. İzolasyon sonunda çıkan *Listeria* türlerinin *L. ivanovii*, *L. innocua*, *L. seeligeri*, *L. murrayi* ve *L. grayi* olduğu tespit edilmiştir (Kamat ve Nair, 1994).

Soriano ve ark. (2001) İspanya'da restoranlarda hazır ve taze olarak tüketilen gıdalarda *Listeria* türlerinin varlığını araştırmışlardır. İspanya da Eylül 1999'dan Mart 2000 tarihine kadar restoranlardan topladıkları et (domuz eti, biftek ve tavuk), balık (salmon, mezzgit ve dil balığı), sebze (salata ve ıspanak) ve İspanya patates omleti gibi gıdalardan alınan örneklerde % 13.6 *L. grayi*, % 1.9 *L. innocua*, % 5.8 *L. ivanovii*, % 3.9 *L. seeligeri* ve % 1.9 *L. welshimeri* izole edilirken balık ve et örneklerinin hiçbirinde *L. monocytogenes* bulunmadığı bildirilmiştir. Davies ve ark. (2001) Avrupa'da ki ülkelerden (Fransa, Güneydoğu İngiltere, Yunanistan ve Kuzey Portekiz) aldıkları balık örneklerinde yaptıkları incelemede % 3 oranında *L. monocytogenes* tespit etmişlerdir. Hoffman ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada kullandıkları 315 çiğ balık örneğinin % 14'ünde *L. monocytogenes* izole ettiklerini bildirmişlerdir. Dauphin ve ark. (2001) üç farklı su ürünleri işleme fabrikasından aldıkları 141 örneğin (taze balık, donmuş ve tütülenmiş balık, pişirilmiş

balık) 59 (% 42)'unun *L. monocytogenes* ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir.

Yamazaki ve ark. (2000) Japonya'da ki işlenmiş su ürünleri ve perakende balıklardan aldıkları 110 örneğin 14 (% 12.7)'ünden *Listeria* türlerini izole ettiklerini ve bu örneklerin 7 (% 6.7)'sinde *L. monocytogenes*, 11 (% 10)'ünde diğer *Listeria* türlerinin olduğunu bildirmişlerdir. Ben Embarek (1994), Norveç'te 1991 yılından 1997 yılına kadar patojenin bulunma sıklığının % 9'dan % 3'e gerilediğini; İspanya, İtalya ve Fransa gibi Avrupa ülkelerinde ise *Listeria*'nın bulunma oranının çok düşük olduğunu bildirmiştir. Sıcak tütülenmiş salmolar için kontaminasyon oranını, Ben Embarek (1994) % 9, Fuchs ve Nicolaides (1994) ise % 6-8 aralığında olduğunu rapor etmiştir. Tütülenmiş salmolarla 21 günlük raf ömründe *L. monocytogenes*'in bulunma oranı yaklaşık % 10' dur (Jemmi, 1993).

Johansson ve ark. (1999), Finlandiya'da 12 üretim merkezinden yaptığı örneklemelerde, soğuk tütülenmiş gökkuşuğu alabalıklarında % 17, sıcak tütülenmişlerde ise % 2 oranında kontaminasyon olduğunu belirlemişlerdir. Meksika, Ekvator ve Çin'de toptan ve perakende satılan çiğ karideslerin mikrobiyal kalite karşılaştırmasında örneklerin % 6.7'sinde *Listeria* spp. ve *L. monocytogenes* bulunmuştur (Berry ve ark. 1994).

Naoh ve ark. (1991) inceledikleri 211 çiğ ve işlenmiş deniz ürününün 60 (31 işlenmiş ve 29 çiğ)'inde *Listeria* türlerini tespit ettiklerini bildirmişlerdir. McCarthy (1997), *L. monocytogenes*'in bütün olarak haşlanmış kerevitlerde % 3, az pişirilmiş vakum paketlenmiş kerevitlerde ise % 17 oranında bulunduğunu, tütülenmiş salmolar ve haşlanmış yengeçlerde ise belirlenemediğini bildirmiştir. Destro (2000), karideste bu bakterinin Kosta Rika'da % 50, Arjantin'de % 14.3 ve Ekvator'da % 4.0 oranında, Brezilya'da ki karides işleme tesislerinden yapılan örneklemelerde ise % 18 oranında *L. monocytogenes* bulunduğunu belirtmiştir.

Farber (2000), bu bakterinin 1996-1998 yılları arasında Şili, Çin, İngiltere, Hindistan, Japonya, Fransa, Norveç, Tayland ve ABD'de; pişirilmiş karideste 353, pişirilmiş yengeçte 256, tütülenmiş salmolarla 23, pişirilmiş istiridyede 13, tütülenmiş midyede 9, tütülenmiş ringa balığı 8, tütülenmiş morina balığında 4 ve tütülenmiş alabalıkta 4 örnekte belirlendiğini rapor etmiştir. 1987-1988'de pişirilip

dondurulmuş yengeçlerde ABD'de % 4.1, Kore'de % 18.2 oranında *L. monocytogenes* tespit edilirken; Şili, Kanada, Japonya, Meksika ve Venezuela'da incelenen örneklerde ise bu patojene rastlanılmamış, 1991-1996 yılları arasında ise ABD'de incelenen yengeç örneklerinin % 7.5'inde ve tütülenmiş balıklarda % 13.6 oranında bu patojenin varlığı belirlenmiştir (Elliot ve Kvenberg, 2000). Ng ve Seah (1995), Singapur'da ki gıdalardan 1.5 yıl boyunca aldıkları örneklerde *L. monocytogenes* bulunup bulunmadığını araştırmışlardır. İnceledikleri 606 yiyecek örneğinin (işlenmiş et ve sebzeler) 14 (% 2.3)'ünde bu patojenin varlığını tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Tham ve ark. (2000), *L. monocytogenes*'in işlenmiş gökkuşuğu alabalığı-salmolarla % 21-27, soğuk tütülenmiş ürünlerde ise % 11-14 oranında bulunduğunu rapor etmişlerdir. *Listeria monocytogenes*, salmolarla 22.2-30 °C'de yaşamını sürdürürken, 17.1-21.1 °C'de yapılıp soğuk tütüleme ile önüne geçilebilmektedir. 19-22 °C de soğuk tütüleme şartlarında ise patojen sayısında azalma görülmüştür (Rorvik, 2000).

Çin, Ekvator ve Meksika'da satılan çiğ karideslerin mikrobiyal kalite karşılaştırmasında, örneklerin % 6.7'sinde *L. monocytogenes* bulunmuştur. Latin Amerika orjinli su ürünlerinde *L. monocytogenes*'in ülkeler ve farklı su ürünlerinde bulunma durumu Çizelge 2'de sunulmuştur (Destro, 2000).

Listeria tropikal ülkelerde çok önemli bir problemdir. Şili'de araştırılan su ürünleri örneklerinin % 57.1'inde *L. innocua*, % 42.9'un da *L. monocytogenes* tespit edilmişken, Ekvator ve Meksika'da ki örneklerde ise bu türler belirlenememiştir. Brezilya'da ihraç edilen dondurulmuş karideslerden yapılan örneklemelerde patojenin bulunma oranının % 6.6, Kosta Rika'da bu oranın taze balıkta % 50, taze karideste ise % 33 olduğu bildirilmiştir (Destro, 2000).

Bazı ülkeler, gıdalarda *L. monocytogenes* için sıfır tolerans politikası geliştirirken diğerleri bu organizma için çeşitli seviyeler uygulamaya koymuşlardır. Bununla birlikte, uluslararası balık ticaretindeki risk ve kuralların tayin edilmesinde ihtiyaç duyulan antlaşma için FAO Su Ürünlerinde *Listeria* konusunda uzman ve karar verme durumunda bulunan kişilerle belirli periyotlarla toplantılar yapmaktadır.

Çizelge 2. Latin Amerika Orjinli Su Ürünlerinde *Listeria* spp. ve *L. monocytogenes*'in Bulunma Durumu (Destro, 2000).

Ülke	Örnek tipi ve sayısı	<i>Listeria</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>
Arjantin	Taze/Donmuş Karides (7)	1	1
	Balık (28)	0	0
	Midye ve Kalamar (22)	2	1
Brezilya	Donmuş Karides (45)	6	4
	Taze/Donmuş Karides (7)	1	0
	Taze Karides (178)	89	32
Şili	Taze Balık (20)	5	3
	Balık fileto (24)	6	2
	Salmon (15)	14	7
Kolombiya	Taze/Donmuş Karides (1)	0	0
Kosta Rika	Taze Balık (10)	5	5
	Taze Karides (12)	4	4
	Taze/Donmuş Karides (2)	1	1
Ekvator	Taze/Donmuş Karides (1)	1	1
Honduras	Taze/Donmuş Karides (3)	0	0
Meksika	Taze/Donmuş Karides (9)	1	0
Panama	Taze/Donmuş Karides (2)	0	0
Peru	Taze/Donmuş Karides (2)	0	0
Surinam	Taze/Donmuş Karides (1)	0	0
Venezuela	Taze/Donmuş Karides (4)	0	0

Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), tüketime hazır gıda ürünlerinde *L. monocytogenes* için sıfır toleransı şart koşarken, Avrupa ülkeleri ürün çeşidine (soğuk tütülenmiş, vakum ambalajlanmış salmonlarda 100 CFU/g'dan daha az) bağlı olarak farklı düzeylerde sınırlamalar getirmiştir. Bu patojenin kontrolü amacıyla, gama ışını (Andrews ve Grodner, 1997), organik asitler (Podolak ve ark., 1996), sodyum nitrat, sodyum laktat (Qvist ve ark., 1994) ve monogliseritler (Wang ve Johnson, 1997) gibi bazı sınırlayıcı uygulamalar test edilmiş, fakat bu uygulamaların ürünün aroma ve tekstürünü etkilediği belirlenmiştir (Duffes ve ark., 1999).

Ülkemizde, su ürünlerinde *Listeria monocytogenes* konusunda henüz literatürlerde yer alan bir çalışma olmadığı için patojenin durumu hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır.

3. KAYNAKLAR

- Ababouch, L., 2000. Potential of *Listeria* hazard in African fishery products and possible control measures. *International Journal of Food Microbiology*, 62: 211-215.
- Adesiyun, A. A., 1993. Prevalence of *Listeria* spp., *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. and toxigenic *E. coli* on meat and seafood in Trinidad. *Food Microbiology*, 10: 395-403.
- Andrews, L. S. and Grodner, R. M., 1997. Radiosensitivity of *Listeria monocytogenes* using split dose application of gama irradiation. *Journal of Food Protection*, 60: 262-266.
- Ben Embarek, P. K., 1994. Presence, detection and growth of *Listeria monocytogenes* in seafoods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 23: 17-34.
- Berrang, M. E., Brackett, R. E. and Beuchat, L. R., 1989. Growth of *Listeria monocytogenes* on Fresh Vegetables Stored Under Controlled Atmosphere. *Journal of Food Protection*, 52 (10): 702-705.
- Berry, T. M., Park, D. L. and Lightner, D. V., 1994. Comparison of the Microbial Quality of Raw Shrimp from China, Ecuador, or Mexico at Both Wholesale and Retail Levels. *Journal of Food Protection*, 57 (2): 150-153.
- Colburn, K. G., Kaysner, C. A., Abeyta, C. and Weekell, M. M., 1990. *Listeria* species in a California coast estuarine environment. *Appl. Environ. Microbiol.* 56: 2007-2011.
- Cortesi, M. L., Sarli, T., Santora, A., Murru, N. and Pepe, T., 1997. Distribution and behavior of *Listeria monocytogenes* in tree lots of naturally-contaminated vacuum packaged smoked salmon stored at 2 and 10°C. *International Journal of Food Microbiology*, 37: 209-214.
- Dauphin, G., Ragimbeau, C. and Malle, P., 2001. Use of PFGE typing for tracing contamination with *Listeria monocytogenes* in three cold-smoked salmon processing plants. *International Journal of Food Microbiology*, 64: 51-61.

- Davies, A. R., Capell, C., Jehanno, D., Nychas, G. J. E. and Kirby, R. M., 2001. Incidence of foodborne pathogens on European fish. *Food Control*. 12: 67-71.
- Destro, M. T., 2000. Incidence and significance of *Listeria* in fish and fish products from Latin America. *International Journal of Food Microbiology*. 62: 191-196.
- Draughon, F. A., Anthony, B. A. and Denton, M. E., 1999. *Listeria* species in fresh rainbow trout purchased from retail markets. *Dairy Food Environ. Sanit*. 19: 90-94.
- Duffes, F., 1999. Improving the control of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon. *Trends in Food Science & Technology*. 10: 211-216, 1999.
- Duffes, F., Corre, C., Lerol, F., Dousset, X. and Boyaval, P., 1999. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by in situ produced and semipurified bacteriocins of *Carnobacterium* spp. on vacuum-packed, refrigerated cold-smoked salmon. *J. Food Prot.* 62: 1394-1403.
- Eklund, M. W., Poysky, F. T., Paranjpye, R. N., Lashbrook, L. C., Peterson, M. E. and Pelroy, G. A., 1995. Incidence and sources of *Listeria monocytogenes* in cold smoking fishery products and processing plants. *J. Food Prot.* 58: 502-508.
- Elliot, E. L., and Kvenberg, J. E., 2000. Risk assesment used to evaluate the US position on *Listeria monocytogenes* in seafood. *International Journal of Food Microbiology*. 62: 253-260.
- Farber, J. M., 1991. *Listeria monocytogenes* in Fish Products. *Journal of Food Protection*. 54: 922-924.
- Farber, J. M., 2000. Present situation in Canada regarding *Listeria monocytogenes* and ready-to-eat seafood products. *International Journal of Food Microbiology*. 62: 247-251.
- Fuchs, R. S. and Nicolaides, L., 1994. Incidence of *Listeria* in hot-and cold smoked fish. *Lett. Appl. Microbiol.* 19: 394-396.
- Fuchs, R. S., and Surendran, P. K., 1989. Incidence of *Listeria* in tropical fish and fishery products. *Lett. Appl. Microbiol.* 9: 49-51.
- Gill, C. O. and Reichel, M. P., 1989. Growth of the Cold-Tolerant Pathogens *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* on High-pH Beef Packaged Under Vacuum of Carbon Dioxide. *Food Microbiology*. 6: 223-230.
- Grau, F. H. and Vanderline, P. B., 1988. Growth of *Listeria monocytogenes* on Vacuum Packaged Beef. 34th International Congress of Meat Science and Technology, Brisbane, Australia, Congress Proceedings. Part B, 518-519.
- Guyer, S. and Jemmi, T., 1991. Behavior of *Listeria monocytogenes* during fabrication and storage of experimentally contaminated smoked salmon. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 1187-1192.
- Hoffman, A. D. and Wiedmann, M., 2001. Comparative Evaluation of Culture and BAX Polymerase Chain Reactions-Based Detection Methods for *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes* in Environmental and Raw Fish Samples. *Journal of Food Protection*. 64 (10): 1521-1526.
- Hudson, J. A., Mott, S. J., Delacy, K. M., and Edridge, A. L., 1992. Incidence and coincidence of *Listeria* spp., motile aeromonads and *Yersinia enterocolitica* on ready-to-eat foods. *International Journal of Food Microbiology*. 16: 99-108.
- Huss, H. H., Jorgensen, L. V. and Vogel, B. F., 2000. Control options for *Listeria monocytogenes* in seafoods. *International Journal of Food Microbiology*. 62: 267-274.
- Jemmi, T. and Keusch, A., 1992. Behavior *Listeria monocytogenes* during Processing and Storage of Experimentally Contaminated Hot-smoked Trout. *International J. Food Microbiology*. 15: 339-346.
- Jemmi, T., 1993. *Listeria monocytogenes* in smoked fish. *Arch. Leb. Hyg.* 44: 10-13.
- Jeyasekaran, G., Karunasagar, I., and Karunasagar, I., 1996. Incidence of *Listeria* ssp. in tropical fish. *International Journal of Food Microbiology*. 31: 333-340.
- Johansson, T., Rantala, L., Palmu, L. and Honkanen-Buzalski, T., 1999. Occurrence and typing of *Listeria monocytogenes* strains in retail vacuum-packed fish products and in a production plant. *International Journal of Food Microbiology*. 47: 111-119.
- Johnson, J. L., Doyle, M. P. and Cassens, R. G., 1990. *Listeria monocytogenes* and Other *Listeria* spp. in Meat and Meat Products. *J. Food Prot.* 53 (1), 81-91.
- Jorgensen, L. V. and Huss, H. H., 1998. Prevalence and growth of *Listeria monocytogenes* in naturally contaminated seafood. *International Journal of Food Microbiology*. 42: 127-131.
- Kamat, A. S. and Nair, P. M., 1994. Incidence of *Listeria* Species in Indian Seafoods and Meat. *Journal of Food Safety*. 14: 117-1130.
- Karunasagar, I. and Karunasagar, I., 2000. *Listeria* in tropical fish and fishery products. *International Journal of Food Microbiology*. 62: 177-181.
- Kaya, M. and Schmidt, U., 1989. Verhalten von *Listeria monocytogenes* im Hackfleisch bei Kühl-und Gefrierlagerung. *Fleischwirtsch.* 69 (4): 617-620.
- Kvenberg, J. E., 1988. Outbreaks of listeriosis/*Listeria*- contaminated food. *Microbiol. Sci.* 5: 355-367.
- Manoj, Y. B., Rosalind, G. M., Karunasagar, I. and Karunasagar, I., 1991. *Listeria* ssp. in fish and fish handling areas. Mangalore. India. *Asian. Fish Sci.* 4: 119-122.
- McCarthy, S. A., 1997. Incidence and survival of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat seafood products. *J. Food Prot.* 60: 372-376.
- Naoh, C. W., Perez, J. C., Ramos, N. C., McKee, C. R. and Gipson, V. M., 1991. Dedection of *Listeria* ssp. In Naturally Contaminated Seafoods Using Four Enrichment Procedures. *J. Food Prot.* 54: 174-177.
- Ng, D. L. K. and Seah, H. L., 1995. Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* from a range of foods in Singapore. *Food Control*. 6 (3): 171-173.

- Norrung, B., 2000. Microbiological criteria for *Listeria monocytogenes* in foods under special consideration of risk assessment approaches. International Journal of Food Microbiology. 62: 217-221.
- Podolak, R. K., Zayas, J. F., Kastner, C. L. and Fung, D. Y. C., 1996. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 on beef by application of organic acids. J. Food Prot. 59: 370-373.
- Qvist, S., Sehested, K. and Zeuthen, P., 1994. Growth of *Listeria monocytogenes* in a meat product. International Journal of Food Microbiology. 24: 283-293.
- Rocourt, J., Jacquet, Ch. and Reilly, A., 2000. Epidemiology of human listeriosis and seafoods. International Journal of Food Microbiology. 62: 197-209.
- Rorvik, M. L., Yndestad, M. and Skjerve, E., 1991. Growth of *Listeria monocytogenes* in Vacuum-Packed, Smoked Salmon, During Storage at 4°C. International Journal of Food Microbiology. 14: 111-118.
- Rorvik, L. M., 2000. *Listeria monocytogenes* in the smoked salmon industry. International Journal of Food Microbiology. 62: 183-190.
- Ross, T., Dalgaard, P., and Tienungoon, S., 2000. Predictive modelling of the growth and survival of *Listeria* in Fishery products. International Journal of Food Microbiology. 62: 231-245.
- Russo, I., Bajard, S., Flandrois, J. P., Lahellec, C., Fournaud, J. and Veit, P., 1995. Differential Growth of *Listeria monocytogenes* at 4 and 8°C: Consequences for the Shelf Life of Chilled Products. J. Food Prot. 59: 944-949.
- Schlech, W. F., 1996. Overview of listeriosis. Food Control. 7 (4/5): 183-186.
- Seeliger, H. P. R. and Jones, D., 1986. Genus *Listeria*. In P. H. A., Sneath, N. S., Main, M. E., Sharpe, J. G., Holt (eds.) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Williams and Wilkins, Baltimore. 2: 1235-1245.
- Sheridan, J. J., Doherty, A., Allen, P., McDowell, D.A., Blair, I.S. and Harrington, D., 1995. Investigation on the Growth of *Listeria monocytogenes* on Lamb Packaged under Modified Atmospheres. Food Microbiology. 12: 259-266.
- Simon, M. C., Gray, D. I., and Cook, N., 1996. DNA extraction and PCR methods for the detection of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked salmon. Appl. Environ. Microbiol. 62: 822-824.
- Soriano J. M., Rico, H., Molto, J. C. and Manes, J., 2001. *Listeria* Species in Raw and Ready-to-Eat Foods from Restaurants. Journal of Food Protection. 64 (4): 551-553.
- Tham, W., Ericsson, H., Loncarevic, S., Unnerstad, H. and Danielsson- Tham, M. L., 2000. Lessons from an outbreak of listeriosis related to vacuum-packed gravad and cold-smoked fish. International Journal of Food Microbiology. 62: 173-175.
- Wang, L. L. and Johnson, E. A., 1997. Control of *Listeria monocytogenes* by monoglycerides in foods. J. Food Prot. 60: 131-402.
- Weagant, S. D., Sado, P. N., Colburn, K. G., Torkelson, J. D., Stanley, F. A., Krane, M. H., Shields, S. C. and Thayer, C. F., 1988. The incidence of *Listeria* species in frozen seafood products. J. Food Prot. 51: 655-657.
- Yamazaki, K., Tateyama, T., Kawai, Y. and Inoue, N., 2000. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in retail fish and processed seafood product in Japan. Fisheries Science. 66 (6): 1191-1193.

ZARARLILARLA MÜCADELEDE ENTOMOPATOJENİK NEMATOD, *STEINERNEMA* VE *HETERORHABDİTİS* (NEMATODA: RHABDİTOİDAE) TÜRLERİNİN KULLANIMI

Faruk AKYAZI
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

Ayhan GÖKÇE
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

Osman ECEVİT
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

Kenan KARA
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat

Geliş Tarihi: 09.12.2003

ÖZET: Zararlı böceklerle mücadelede kullanılan insektisitler çoğunlukla geniş spektrumlu olmaları nedeniyle hedef alınanların dışındaki organizmalara olumsuz etkide bulunmakta ve bazen insan, faydalı böcek ve çiftlik hayvanlarına karşı toksiktirler. Biyolojik mücadele kimyasal savaşıma alternatif olabilmektedir. Entomopatojenik nematodlardan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türlerinin kullanımı, kitlesel üretimi, formülasyon ve uygulama şekilleri ile çevresel faktörlerin etkileri üzerine yapılmış olan çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, doğal düşman, entomopatojenik nematodlar

THE USE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE SPECIES *STEINERNEMA* AND *HETERORHABDİTİS* IN INSECT CONTROL

ABSTRACT: Insecticides used to control insect pest often have broad spectrum impact on non-target organisms and they are sometimes toxic to man, beneficial insects and livestock. Biological control could be alternative to chemical control. Therefore in this paper, the use of entomopathogenic nematode species *Steinernema* and *Heterorhabditis*, their mass production, formulation and application technologies and effects of environmental factors on them are reviewed.

Key Words: Biological control, natural enemies, entomopathogenic nematodes

1. GİRİŞ

İkinci dünya savaşı ve sonrasında sentetik insektisitlerin keşfedilmesi ile zararlılara karşı kimyasal savaşında hız kazanılmıştır. Zararlılara karşı geniş spektrumlu ilaçların kullanılması sonucunda, zararlılarda ilaçlara karşı dayanıklılık kazanılması, yoğun ve bilinçsiz ilaç kullanımı, doğal düşman popülasyonunun yok olması ve doğal dengenin bozulması gibi problemler ortaya çıkmıştır. İlaçların yoğun kullanımı insan ve hayvan sağlığı problemleri yaratmıştır (Öncüler, 1993). Öztürk (1997), dünyada her yıl 80000 kişinin ilaçlarla zehirlenme sonucu öldüğünü bildirmektedir.

Kimyasal ilaçların yukarıda belirtilen etkilerinin ortaya çıkmasıyla birlikte alternatif mücadele yöntemlerine olan ilgi artmıştır. Ayrıca, son yıllarda ABD ve Avrupa ülkelerinde tüketicilerin pestisit kalıntısı olmayan ürünleri tercih etmesi de üreticileri değişik mücadele yöntemlerini kullanmaya yöneltmiştir. Zararlılarla mücadelede kullanılan alternatif mücadele yöntemleri sırasıyla fiziksel mücadele, mekaniksel mücadele, biyo-teknik savaşım yöntemleri ve biyolojik mücadeledir.

Biyolojik mücadele kapsamında yer alan faydalı organizmalar, predatör ve parazitoit böcekler ve faydalı akarlar, entomopatojen fungus, bakteri, virüs, protozoa ve nematodlardır. Entomopatojen nematodlar bir çok yönden diğer faydalılardan ayrılmaktadır. Bu organizmalar bakteri ve virüsler kullanılarak biyolojik mücadele yapılamayan toprakta yaşayan yada hayatlarının belirli bir kısmını toprakta geçiren zararlılarla mücadelede kullanılabilirler. Böceklerde fakültatif veya obligat parazit olan 19 nematod familyası belirlenmiştir. Bunlardan Allantonematidae, Diplogasteridae, Heterorhabditidae, Mermithidae, Neotylenchidae, Rhabditidae, Sphaerulariidae, Steinernematidae ve Tetradenematidae familyalarına ait nematodlar, böcekleri enfekte ederek onların ölümüne sebebiyet vermek, konukçu gelişimini yavaşlatmak veya kısırılaştırmak yoluyla etkili olmaktadır (Petersen, 1995).

Entomopatojenik Rhabditid nematodlar, 1935'den beri çeşitli zararlılara karşı laboratuvar ve tarla denemelerinde test edilmiştir. Son dönemde bu nematodların kitlesel üretiminde sağlanan gelişme ile birlikte bu takımın üyelerine

olan ilgi tekrar artmıştır. Özellikle *Steinernema* (Rhabditida: Steinernematidae) ve *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) cinslerine ait türler, böceklerle mücadelede diğer nematod gruplara göre son yıllarda artan bir önem kazanmışlardır (Kepenekci ve ark.,1999). Bu derleme ile yukarıda adı geçen cinslerle yapılan çalışmalar özetlenmiş, biyolojileri hakkında kısaca bilgi verilmiş, bunların etkinliklerini kısıtlayan çevresel faktörler, kitlesel üretimleri ve uygulama yöntemleri anlatılmıştır.

2. ENTEMOPATOJEN *STEINERMA* (STEINERNEMATIDAE) VE *HETERORHABDİTİS* (RHABDİTIDAE) TÜRLERİ HAKKINDA BİLGİLER

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait entomopatojenik nematodlar birçok böcek türünde obligat parazitler. Bu familyalara ait 33'den fazla türün farklı takımlara ait böceklerde enfeksiyonlara neden olmaktadır. Özellikle toprak zararlılarına karşı biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılmaları son yirmi yılda hızla artmıştır. (Ebssa ve ark., 2001).

Böcekler üzerinde parazit olan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinsine ait türler *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* cinsine ait bakteri türleri ile simbiyotik olarak yaşamaktadırlar (Ehlers ve Hokkanen,1996). Bu özelliklerinden dolayı böceklerin biyolojik mücadelesinde kullanılan diğer nematod gruplarından daha kullanışlı olduğu ve bu nematodların diğer avantajları Wouts (1991), tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

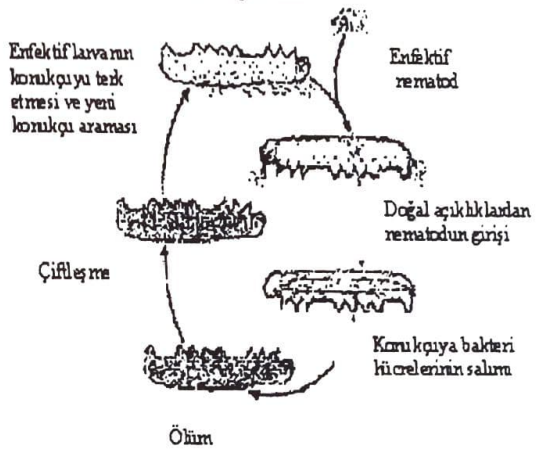
1. Geniş bir konukçu dizisine sahip olmaları
2. Kültürlerinin kolay ve ucuz olması, konukçu üzerinde veya suni ortamlarda yetiştirilebilmeleri
3. Kültürü yapılanlarının uzun süre saklanabilir olmaları
4. Açık alanlarda kolay uygulanabilir olmaları
5. Değişik çevre koşullarına dayanıklı olmaları
6. Hareketli olarak hassas konukçusunu bulup penetre edebilmeleri
7. Birkaç gün içinde konukçuda % 100 ölüme neden olmaları

2.1. *Steinernema* ve *Heterorhabditis* Türlerinin Hayat Döngüleri

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyasına ait entomopatojenik nematod türleri benzer hayat döngülerine sahiptirler (Şekil 1). Bu familyalardaki türlerin enfeksiyon yapan genç dönemleri (infektif juvenil) konukçularını aktif şekilde arama özelliğine sahiptirler. Konukçuyla karşılaşmalarında ya ağız ve anüs gibi doğal açıklıkları kullanarak yada kutikulayı direkt olarak delerek konukçunun vücut boşluğuna girerler. Vücut boşluğuna girdikten sonra taşımakta oldukları simbiyotik bakterileri (Sternematidler için *Xenorhabdus* spp.; Heterorhabditidler için *Photorhabdus* spp.) konukçunun vücut boşluğuna serbest bırakırlar. Bakteriler böcek vücudu içerisinde hızla çoğalarak konukçunun ölümüne neden olurlar. Nematodlar bakteri enfeksiyonu sonucu ölen ve sıvı haline dönüşen böcek dokuları ile beslenirler. Steinernematidlerde erkek ve dişi bireyler oluşurken Heterorhabditidlerde kendi kendini döleyen hermofrodit bireyler meydana gelir. Bazı durumlarda Heterorhabditidler de konukçu içerisinde erkek ve dişi bireyleri oluşturmaktadır. Uygun koşullar altında entomopatojenik nematodların hayat döngüsü birkaç gün içerisinde tamamlanır ve binlerce infektif juvenil yeni konukçusunu aramaya başlar (Gaugler, 2003).

2.2. Entomopatojen Nematodların Böcekler Üzerindeki Etkileri

Zararlı böceklerin % 90'dan fazlası hayat döngülerinin bir kısmını toprakta geçirmektedirler. Toprakta yaşayan yada toprakta hayat dönemlerinin belirli bir kısmını geçiren böceklerle karşı entomopathojenik nematodların başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur (Gaugler, 1988). Entomopatojen nematodlardan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türleri sürekli olarak toprakta besin



Şekil 1. *Steinernema* sp.'nin hayat döngüsü (Gaugler, 2003).

bulabilmektedirler. Bu özelliklerinden dolayı toprak, böcek-nematod etkileşimini sağlayan iyi bir ortam özelliğindedir. Hayatlarını toprakta geçiren zararlıların başında Scarabaeidae larvaları gelmektedir. Bu zararlılar dünyanın değişik yerlerinde farklı kültür bitkilerinde ve orman alanlarında önemli zararlara neden olmaktadır.

Curculionidae familyasına ait bireyler geniş Batı Avrupa ülkelerinde tarım alanlarıyla mera ve yeşil alanlarda yaptıkları zararlardan dolayı büyük öneme sahiptirler. Bu familyaya ait bireylerin gelişme dönemlerinin bir kısmını yada tamamını toprak altında geçirmelerinden dolayı kimyasal insektisitlerle kontrolü son derece güç olup alternatif mücadele yöntemlerinin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Entomopatojenik nematodlar bu zararlıların kontrolünde kullanılabilirliği yüksek olan biyolojik kontrol ajanlarının başında gelmektedir. Curculionidae familyasından entomopatojenik nematodlarla üzerinde en fazla çalışma yapılan tür *Otiorrhynchus* cinsine ait türlerdir. Bunlar seralarda ve fidanlıkarda büyük kayıplara neden olan önemli zararlılardır. Bu cinse ait önemli türlerden biri, birden fazla üründe zarar meydana getiren *Otiorrhynchus sulcatus* türüdür. Yapılan çeşitli çalışmalar bu zararlının entomopatojenik nematodlar tarafından başarılı bir şekilde kontrol edilebileceği ve insektisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir. Örneğin *Heterorhabditis bacteriophora* isimli nematodun asmalarda, ahududu'da ve porsuk ağacı alanlarında zarar yapan *Otiorrhynchus sulcatus* larvalarında %100'e yakın, çilek ve siklamen alanlarında ise %87 oranında ölüme neden olduğu görülmüştür (Bedding ve Miller, 1981). Bu konuda çalışmış bir araştırmacı olan Simons (1981), *Heterorhabditis* türleri ile yaptığı sera denemelerinde bu zararlının %100 kontrol altına alındığını belirtmiştir. Bir başka çalışmada Entomopatojen *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türleri *Otiorrhynchus sulcatus*'un larva ve pupa'sına karşı denenmiş ve yapılan deneme sonucunda *Heterorhabditis megidis*'in hem larvalarda hemde pupalarda %90'lara yakın ölüme yol açtığı, *Steinernema cassei*'nin ise %80'i aşan ölüm meydana getirdiği görülmüştür (Long ve ark., 2000).

Tarla bitkilerinde ve çim alanlarında önemli zarara neden olan *Graphognathus* spp., ile yapılan çalışmalarda *Steinernema* türlerinin bu zararlıda %24'e yakın enfeksiyon meydana getirdiği belirtilmiştir (Swain, 1943). *Steinernema carpocapsae*'nin ise daha etkili olduğu ve bu zararlının popülasyonunu %38 ile %50 arasında azalttığı görülmüştür (Harlan ve ark., 1971). Choo

ve ark. (2002)'nin yaptıkları çalışmada üç entomopatojenik nematod türünün *Ectinohoplia rufipes* ve *Examola orientalis* türlerine etkileri araştırılmış, *Steinernema galsleri*'nin her iki zararlının larva popülasyonlarını %60'lara varan oranlarda azalttığını bildirmişlerdir. *S. galsleri*'nin Uzakdoğu ülkelerinde önemli kayıplara neden olan *Popillia japonica* larvalarında da çok etkin olduğu ve larvalarda %80'i aşan bir ölüm meydana getirdiği bildirilmiştir (Selvan ve ark., 1994). Diğer araştırmacılar Sosa ve Hall (1989), *S. galsleri*'nin *Ligyrrus subtropicus* üzerinde etkisini belirlemek için laboratuvar çalışmaları yürütmüşler ve bu nematod'un etkinliğinin inkubasyon süresine paralel olarak arttığını, 8 hafta sonra ölüm oranının %51 olduğunu saptamışlardır. Pecan ağaçlarında önemli zarar neden olan *Curculio caryae* kontrolünde nematodların kullanılabilirliği üzerine yapılan araştırmada *H. indica*'nın uygulamadan 13 gün sonra %60 larva ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Shapiro-İlan, 2001).

Entomopatojenik nematodlar hayat dönemlerinin belirli bir kısmını toprakta geçiren zararlılara karşı etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bir çok meyve sineğinin pupa olmak için toprağa geçen larvalarında ve pupalarında entomopatojenik nematodlar önemli ölüme neden olabilmektedir. Meyvelerde büyük oranda zarar meydana getiren *Ceratitis capitata*, *Dacus cucurbitae* ve *Dacus dorsalis* türlerine karşı *Steinernema carpocapsae* kullanılmış ve sonuçta *S. carpocapsae*'nin *C. capitata*'da %92, *D. cucurbitae*'da % 85 ve *D. dorsalis*'te % 86 oranında ölüme neden olduğu görülmüştür (Lindgren ve ark., 1990). Yapılan arazi denemelerinde Akdeniz meyve sineğinin 500 nematod /cm² uygulanmasının bile %85 den fazla ölüme neden olduğu saptanmıştır (Lindgren ve ark., 1986).

Ülkemizde meyve sineklerine karşı benzer şekilde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. *S. carpocapsae*, *Heterorhabditis marelatus* ve *H. bacteriophora*'nın Akdeniz meyve sineği pupalarındaki etkilerine bakılarak *H. bacteriophora*'nın %66 oranında pupa ölümlerine neden olduğu bildirilmiştir (Kepenekci ve ark., 2002).

Entomopatojenik nematodlar pupa dönemini toprakta geçiren Lepidopterlere karşı da etkinlik göstermektedir. Meyvelerde önemli zararlar meydana getiren *Cydia pomonella* üzerinde *S. carpocapsae* ırklarının etkinlikleri üzerine yapılan çalışmada, *S. carpocapsae*'nin %82 oranında ölüm meydana getirdiği bildirilmektedir (Vega ve ark., 2000). Dört entomopatojen

nematod türünün *Sopodoptera littoralis* larvaları üzerinde etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada *H. bacteriophora*'nın %100 larva ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Shamseldeen ve ark., 1996) Wu ve Chow (1989) *Pieris rapae crucivora* larvalarının *Steinernema feltiae* enfeksiyonuna duyarlılığını test etmişler ve nematod uygulamasından 3 gün sonra larvalarda %97 oranında ölüm gerçekleştiğini bildirmişlerdir. *S. carpocapsae*'nin *Spodoptera exiqua* ve *Pseudaletia unipuncta* prepupalarında %90 oranında enfeksiyon meydana getirdiği bildirilmiştir (Kaya ve Grieve, 1982).

Yukarıda belirtildiği gibi *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinslerine ait olan nematod türleri ve ırkları tüm dünyada çeşitli tarım, orman ve yeşil alanlarda zarar yapan böceklerle karşı laboratuvar ve tarla denemeleri ile test edilmektedir. Bu çalışmalar nematodların zararlılarla mücadelede başarı ile kullanılabileceğini göstermiş olup entomopatojen nematodların biyolojik mücadelede kullanılabilirliğine olan ilgi artarak devam etmektedir.

2.3. Formülasyon Ve Uygulama Teknikleri

Biyolojik mücadele ajanlarının kimyasal ilaçlarla rekabet edebilmesi için bunların kitlesel üretiminin ucuz ve raf ömürlerinin ise uzun olması gerekmektedir. Son yıllarda tüm dünyada biyolojik mücadele ajanlarını üreten firmaların sayısı artmakla birlikte bu firmaların temel amacı daha ucuza daha fazla biyolojik mücadele ajanı üretmek ve bunları uzun süre raflarda tutabilmektir. Nematodların böceklerle karşı etkilerinin belirlenmesinden itibaren nematodlar in vivo olarak böcekler üzerinde yetiştirilmeye başlanmıştır. Gerek düşük miktarlarda üretim için gerekse laboratuvar çalışmaları için konukçu olarak genellikle *Galleria mellonella* kullanılmaktadır. Bu şekilde üretim gerçekleştirmek için sürekli olarak yüksek sayıda sağlıklı böcek kültürüne ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca çok yüksek miktarda işgücü gerektiren bu tip çalışmaların maliyeti de çok yüksek olmaktadır. Ancak farklı üretim teknikleri de yetiştiricilik çalışmalarını oldukça kolaylaştırmıştır. Son yıllarda teknolojik gelişme ile birlikte entomopatojenik nematodlar in vitro olarak yüksek miktarlarda üretilebilmektedir. *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türleri "Monoxenic Liquid Culture" tekniği ile fermentasyon tanklarında büyük miktarlarda üretilmektedir (Tillmann ve Peters, 2003). Bu metot diğer üretim teknikleri ile karşılaştırıldığında hem ekonomik olarak hem de iş gücü bakımından son derece etkilidir. 80.000 litre kapasiteli büyük fermentasyon tanklarında

üretimin gerçekleştirilmesi üretim maliyetini önemli derecede azaltmakta, ayrıca talep edilen miktarda

Çizelge 1. Zararlı Böceklerle Karşı Kullanılan Bazı Entomopatojen Nematodlar ve Ticari Preparat İsimleri

Entomopatojen Nematod Türü	Ticari Adı	Kullanılan Zararlı Böcek Türü
<i>Steinernema feltiae</i>	Nemasys M	<i>Lycoriella</i> spp.
	Nemasys	<i>Bradysia</i> spp.
	Nemacel	<i>Sciaridae</i> spp.
	Nemaplus	Bibionidae
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Nematac C	<i>Chrysoteuchia topiaria</i>
	Nemastar	<i>Agrotis ipsilon</i>
	Nemastar	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Nematop	<i>Otiorynchus sulcatus</i>
	Nema-Green	<i>Phylloperla horticola</i>
	Larvanem	<i>Hepialus lupulinus</i>
	Terranem	<i>Papillia japonica</i>
	Terranem	<i>Rhizotrogus majalis</i>
	Terranem	<i>Maladera castanea</i>
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Nemasys H	<i>Otiorynchus sulcatus</i>

ürünü piyasaya istenilen zamanda sunabilme imkanı sağlanmaktadır. Çizelge 1'de halihazırda ticari olarak üretilen entomopatojenik nematodlar, ticari isimler ve ruhsatlandırılmış olduğu zararlılar belirtilmiştir.

Entomopatojenik nematodların tarımsal zararlılara karşı kullanılmasını etkileyen bir diğer faktörde üreticilere bu organizmaların tanıtılmaması problemidir. Bununla birlikte nematod ürünlerinin halihazırda üreticilerin kullandığı ilaçlama aletlerine ve tekniklerine uygun bir şekilde formüle edilmesi entomopatojen nematodların kullanılabilirliğini arttıracaktır. *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinslerine ait olan nematod türlerinin infektif juvenil dönemleri 9 farklı materyal (Alginate, Clay, Activated Charcoal, Bait, Evaporetardant ve Ultraviolet Protectants, Gel-forming polyacrylamides, Absorbent pad, Peat, Polyether-polyurethane sponge and vermiculite) kullanılarak formüle edilebilmektedir. Yukarıda belirtilen materyaller kullanılarak formüle edilen nematodlar su ile karıştırılarak çeşitli aplikasyon araçları kullanılmak suretiyle uygulanmaktadır. Entomopatojen nematodlarını mevcut uygulama

araçları ile tatbik edilmesi organizmalar üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Infektif juvenillerin düşük basınçlı pülverizatörlerle sisleme aletleriyle yada fanlı pülverizatörlerle uygulandığında organizmaların kaplama alanlarını etkilediği ve buna bağlı olarak da etkilerini azalttığı, ve Spining disk teknolojisinin entomopatojen nematodların infektif juvenil döneminin uygulanması için en etkili yöntem olduğu ortaya koyulmuştur (Mason ve ark., 1999).

2.4. Entomopatojen Nematodların Başarısına Çevre Faktörlerinin Etkileri

Entomofag nematodlardan biyolojik mücadele etmeni olarak yararlanılan türler çok azdır. Bunun sebeplerinden biri nematodların belirli sıcaklık ve nemde yaşayabilmeleridir. Ayrıca nematod konukçu arasındaki ilişkiler, nematodun beslenme alışkanlıkları, konukçu böceğin davranışları ve biyolojisi ile nematodun biyolojisi çok iyi bilinmemektedir (Mennan ve Ecevit, 1999).

Entomopatojenik nematodlar canlı organizmalardır, bu sebeple canlılıklarını sürdürebilmek ve uygulandığı alanlarda etkin olabilmeleri için belirli bir toprak yapısı, toprak nemine ve sıcaklığına ihtiyaç duymaktadırlar. Entomopatojen nematodların arazi uygulamalarında bazı Lepidoptera ve Coleoptera takımı böceklerini kontrol ettiği, fakat çevre koşulları ve uygulama metodlarının bunların başarılarını sınırladığı görülmüştür (Hummel ve ark., 2002).

Entomopatojen nematodların etkinliği üzerinde toprak yapısının etkisi vardır. *S. glaseri* ile *Heterorhabditis* türlerinin konukçularını enfekte etmeleri üzerinde toprak tekstürünün etkisi olduğu saptanmıştır (Molyneux ve Bedding, 1984). Killi topraklarda kumlu topraklara oranla nematodların hareket kabiliyetinin azaldığı, buna bağlı olarak da enfeksiyon yeteneklerinin düştüğü bilinmektedir.

Toprak yapısıyla birlikte toprağın nemi de nematodların etkinliklerini kısıtlayan faktörlerdendir. Düşük su tutma kapasitesine sahip olan ince kumlu, killi-tınlı ve tınlı-kumlu topraklar ile yüksek su tutma kapasitesine sahip olan killi-tınlı topraklarda herhangi bir nematod enfeksiyonu gerçekleşmemektedir. Diğer nematod türleri ile karşılaştırıldığında büyük bir nematod türü olan *S. glaseri* küçük partikül çapına sahip killi-tınlı topraklarda daha küçük bireylerden oluşan *Heterorhabditis* türlerine göre daha az etkinlik göstermekte olduğu bildirilmiştir (Kaya, 1990). Nematodun türünün, toprak yapısı ve toprak neminin nematodların konukçularını

bulmada ve onları enfekte etmeleri üzerinde çok önemli etkileri bulunmaktadır. Nematodların enfeksiyon kabiliyetleri geniş su tutma kapasitesine sahip milli topraklarda tutma topraklara oranla daha yüksektir. Su ile doymuş topraklarda oksijen miktarının az olması ve nematodların hareket imkanlarının kısıtlı olmasından dolayı, bu organizmalar kısıtlı faaliyet gösterememektedir. Yukarıda belirttiğimiz koşullar böcekler için de olumsuz koşullar olduğu için böyle topraklarda konukçu sayısı oldukça kısıtlıdır.

Böcek paraziti nematodlar üzerinde etkin olan faktörlerden bir diğeri de sıcaklıktır. *S. feltiae* konukçularını toprak sıcaklığının 2-30°C olduğunda enfekte ederken, bu sıcaklık aralığı *Heterorhabditis* türleri için 7-35 °C arasındadır. Gökçe ve ark., (2003) tarafından yapılan çalışmada entomopatojenik nematodların etkilerinin sıcaklık arttıkça arttığı bildirilmiş ve *S. carpocapsae*'nin 25°C'de kiraz sineği pupalarında %84'lere varan oranda ölüme neden olduğu saptanmıştır. Bir diğer çalışmada 9 farklı entomopatojenik nematod türünün farklı sıcaklıklarda (20, 24 ve 29°C) *Diabrepes abbreviatus*'a karşı etkinlikleri denenmiş ve test edilen sıcaklık aralıklarında *Steinenema riobrave* nın %80'e yaklaşan ölümler meydana getirdiği belirtilmiştir (Shapiro ve McCoy, 2000). Menti ve ark. (2000), *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türlerinin enfeksiyon kabiliyetleri ile sıcaklık ilişkisi üzerine yaptıkları araştırmada kullanılan türler için optimum sıcaklığın 23°C olduğunu ve *H. megidis* in 35°C'ye kadar aktif olduğunu bildirmişlerdir.

Sıcaklık ile birlikte nematodların aktif olduğu sıcaklık aralıkları nematod ırkına ve nereden izole edildiğine de bağlı olmaktadır. İzole edildiği alandaki sıcaklık aralığı 7-20°C arasında olan *S. feltiae* ırk N-60, 2-20°C arasındaki sıcaklık aralığında konukçularının %70'ni öldürmektedir (Kaya, 1990).

3. SONUÇ

Kimyasal ilaçların çevreye, insanlara ve hayvanlara olumsuz etkileri sonucu biyolojik savaşım alternatif savaş yöntemi olarak ilk sıraya yerleşmiştir. Bu savaşımında entomopatojenlerin kullanımı 1980'li yıllardan önce birçok nedenden dolayı sınırlı idi. Fakat, son 20 yılda hız kazanmış olup, çok sayıda entomopatojen nematod türünün birçok familyaya ait bazı türlerin kontrolünde başarı sağladığı görülmüştür. Bu nematodlar özellikle de toprakta yaşayan zararlıların kontrolünde etkin bir şekilde kullanılmıştır.

Entomopatojen olarak kullanılan çok sayıda nematod familyası bulunmasına rağmen bunlardan yaygın olarak kullanılan Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyası içerisinde yer alan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinslerine ait türlerdir.

Bu derleme ile entomopatojenik nematodlardan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* ile dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalar özetlenmiş, ayrıca bu etkin biyolojik kontrol ajanlarının kitlesel üretimi ve formülasyonu, uygulama teknikleri ile çevresel etkenlerin bu faydalılar üzerine etkileri özetlenmiştir.

4. KAYNAKLAR

- Bedding, R. ve Miller L.A., 1981. Use of a nematode, *Heterorhabditis heliothidis*, to control black vine weevil, *Otiorynchus sulcatus*, in potted plants, Ann. Appl. Biol. 99: 211.
- Choo, H.Y., Kaya, H. K., Huh, J., Lee, D.W., Kim, H.H., S.M. Lee, ve Choo, Y.M., 2002. Entomopathogenic nematodes (*Steinernema* spp. and *Heterorhabditis bacteriophora*) and a fungus *Beauveria brongniartii* for biological control of the white grubs, *Ectinohopliarufipes* and *Exomala orientalis*, in Korean golf courses. BioControl. 47: 177-192.
- Ebssa, L., Borgemeister, C., Berndt, O. and Poehling, H. M., 2001. Impact of Entomopathogenic Nematodes on Different Soil-dwelling Stages of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), in the Laboratory and Under Semi-field Conditions. Biocontrol Science and Technology, 11, 515-525.
- Ehlers, R.U., Hokkanen, H.M.T., 1996. Insect Biocontrol with Non- endemic Entomopathogenic Nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.) Conclusions and Recommendations of Combined OECD and COST Workshop on Scientific and Regulatory Policy Issues. Biocontrol Science and Technology, 6, 295-302.
- Harlan, D.P., Dutky, S.R., Padgett, G.R., Mitchell, J.A., Shaw, Z.A. ve Bartlett, F.J., 1971. Parasitism of *Neoplectana dutkyi* in white fringed beetle larvae. J. Nematolo., 3-280.
- Hummel, R.L., Walgenbach, J.F., Barbercheck, M.E., Kennedy, G.G., Hoyt, G.D. and Arellano, C., 2002. Effects of Production Practices on Soil-Borne Entomopathogens in Western North Carolina Vegetable Systems. Population Ecology Environ. Entomol. 31 (1):84-91.
- Gaugler, R., 1988. Ecological considerations in the biological control of soil-inhabiting insects with entomopathogenic nematodes. Agric. Ecosys. Environt., 24, 351.
- Gaugler, R., 2003. Nematodes (Rhabditia: Steinernematidae & Heterorhabditidae). Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America, (Ed. Weeden, Shelton, Li ve Hoffmann), Cornell University, ABD.
- Gökçe, A., Kepenekçi, İ., Özdem, A., Kara, K. ve Susurluk, A., 2003. Infectivity of three entomopathogenic nematodes to European Cherry Fruit Fly. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group. 23-29 May, 2003 Kiel, Germany.
- Kaya, H.K., 1990. Soil Ecology. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control, Eds: Gaugler, R., and Kaya, H.K., CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, 93-115.
- Kaya, H.K. ve Grieve, B.J., 1982. The nematode *Neoplectana carpocapsae* and the beet armyworm *Sopodoptera exiqua*: infectivity of prepupa and pupae in soil and of adults during emergence from soil. J. Invertebr. Pathol., 39-192.
- Kepenekçi, İ., Babaroğlu, N.E., Öztürk, G. ve Halıcı, S., 1999. Türkiye için Yeni bir Entomopatojen Nematod: *Heterorhabditis bacteriophora* Pionar 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae). Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Ocak, 587-596.
- Kepenekçi, İ., Cevdet, Z., Özdem, A. ve Öztürk, G., 2002. Üç entomopatojen nematodun Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae) pupalarına etkileri. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, Erzurum. 279-286.
- Lindergen, J.E., ve Vail, P.V., 1986. Susceptibility of Mediterranean fruit fly, melon fly, and oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* in laboratory tests. Environ. Entomol., 15, 465.
- Lindergen, J.E., Wong, T.T. ve McInnis, D.O., 1990. Response of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* in the field tests (Hawaii, 1983 and 1984), Environ. Entomol.
- Long, S.J., Richardson, P.N. ve Fenlon, J.S. 2000. Influence of temperature on the infectivity of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.) to larvae and pupae of the vine weevil *Otiorynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). Vol. 2(3), 309-317.
- Mason, J.M., Matthews, G.A. ve Wright, D.J., 1999. Evaluation of Spinning Disc Technology for the Application of Entomopathogenic Nematodes against a Folia Pest. J. of Invertebr. Path. 73, 282-288.
- Mennan, S. ve Ecevit, O., 1999. Entomofag nematodlar ve biyolojik savaşta kullanıma olanakları. Ondokuzmayıs Üniv. Ziraat Fak. Derg., 14 (3): 219-236.
- Menti, H., Wright, D.J. ve Perry, R.N., 2000. Infectivity of population of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* in relation to temperature, age and lipid content. Nematology, Vol. 2(5), 515-521.
- Molyneux, A.S. ve Bedding, R.A., 1984. Influence of soil texture and moisture on the infectivity of *Heterorhabditis* sp. D1 and *Steinernema glaseri* for larvae of the sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. Nematologica 30, 358-363.
- Öncüer, C., 1993. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçlar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bitki Kor. Böl. Bornova-İZMİR, 326 s.

- Öztürk, S., 1997. Tarım İlaçları. 551s.
- Petersen, J. J., 1995. Nematodes as Biological Control Agents: Mermithidae.
- Sawain, R. B., 1943. Nematode parasites of the white fringed beetles, J. Econ. Entomol, 36, 671.
- Selvan, S., Grewal, P.S., Gaugler, R. ve Tomalak, M., 1994. Evaluation of Steinernematid Nematodes Against *Popillia japonica* (Coleoptera: Scarabaeidae) Larvae: Species, Strains, and Rinse After Application. J. Econ. Entomol. 87 (3): 605-609.
- Shamseldan, M.M., Abd-Elgawad, M.M. ve Atwa, A.A., 1996. Evaluation of four entomopathogenic nematodes against *Sopodoptera littoralis* (Lepid., Noctuidae) larvae under different temperatures. Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 69 (5): 111-113.
- Shapiro, D.I. ve McCoy, C.W., 2000. Virulence of Entomopathogenic Nematodes to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in the Laboratory. J. Econ. Entomol. 93(4): 1090-1095.
- Shapiro-İlan, D.I., 2001. Virulence of Entomopathogenic Nematodes to Pecan Weevil Larvae, *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae), in the Laboratory. J. Econ. Entomol. 94 (1): 7-13.
- Simons, W.R., 1981. Biological control of *Otiorynchus sulcatus* with heterorhabditid nematodes in the glasshouse, Neth. J. Plant. Pathol., 87, 149.
- Sosa, O. ve Hall, D. G., 1989. Mortality of *Ligrus subtrropicus* (Coleoptera: Scarabaeidae) by Entomogenous Nematodes in Field and Laboratory Trials. J. Econ. Entomol. 82(3): 740-744.
- Tillmann, F. ve Peters, A., 2003. Entomopathogenic Nematodes. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group. 23-29 May, 2003 Kiel, Germany.
- Vega, F. E., L. A. Lacey, A. P. Reid, F. Hérard, D. Pilarska, E. Danova, R. Tomov, and H. K. Kaya. 2000. Infectivity of a Bulgarian and an American strain of *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae) against codling moth. BioControl 45:337-343.
- Wouts, W. M., 1991. *Steinernema* (Neoaplectana) and *Heterorhabditis* Species. Manual of Agricultural Nematology.
- Wu, H.J. ve Chow, Y.S., 1989. Susceptibility of *Pieris rapae crucivora* (Lepidoptera: Pieridae) to the imported entomogenous nematode *Steinernema feltiae*. Vol.28, No.4: 237-244.

O.M.Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ YAYINLARI

Yayın No	Yayın Adı	Yazar - Yazarlar	Fiyatı
01	Tarımda Uygulamalı İstatistik Metodları	Prof. Dr. Fahrettin TOSUN	4 500.000
02	Yem Bitkileri Kültürü	Doç. Dr. Zeki ACAR Yrd. Doç. Dr. İlknur AYAN	3.250.000
03	Akarolojiye Giriş	Prof. Dr. Osman ECEVİT	1 000.000
04	Bıl. Sül. Kek. Et. Güv. Beç Tav. ve Deve Kuşu Yet.	Prof. Dr. Musa SARICA Prof. Dr. Erdoğan SELÇUK Doç. Dr. Ömer CAMCI	4.500.000
05	Bitki Yetiştiriciliğinin Fizyolojik Esasları	Prof. Dr. Fahrettin TOSUN	1.000.000
06	Buğdaygil Yem Bitkileri	Prof. Dr. İbrahim MANGA Doç. Dr. Zeki ACAR Yrd. Doç. Dr. İlknur AYAN	6.000.000
07	Baklagil Yem Bitkileri	Prof. Dr. İbrahim MANGA Doç. Dr. Zeki ACAR Yrd. Doç. Dr. İlknur AYAN	7.500.000
08	Tavşan Yetiştiriciliği	Prof. Dr. Musa SARICA Prof. Dr. Erdoğan SELÇUK	4 500.000
09	Çayır Mer'a Amenajmanı ve Islahı	Doç. Dr. İbrahim AYDIN Yrd. Doç. Dr. Ferat UZUN	6.000.000
10	Meteoroloji	Ahmet GEDİK	750.000
11	Tarım Ekonomisi	Doç. Dr. H. Avni CİNEMRE	3.500.000
12	Kültürteknik	Prof. Dr. Mehmet APAN Prof. Dr. Yusuf DEMİR Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK	3.500.000
13	Zehirli Çayır Mer'a Bitkileri	Doç. Dr. Metin TOKLUOĞLU	750.000
14	Hayvansal Üretim Mekanizasyonu	Prof. Dr. Yunus PINAR Arş. Gör. Abdullah SESSİZ	4.000.000
15	Hayvan Besleme Biyokimyası	Prof. Dr. B. Zehra SARIÇİÇEK	3.500.000
16	Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu	Prof. Dr. B. Zehra SARIÇİÇEK	1.750.000
17	Tarımsal Yayım ve Haberleşme	Doç. Dr. H. Avni CİNEMRE	3.000.000
18	Teknik Resim I	Prof. Dr. Yunus PINAR Arş. Gör. Ali TEKGÜLER	4.000.000
19	Mikroekonomi	Doç. Dr. H. Avni CİNEMRE	3.500.000
20	Bitki Koruma	Prof. Dr. Osman ECEVİT Doç. Dr. Celal TUNCER Yrd. Doç. Dr. Gürsel HATAT	4.000.000
21	Tarımsal Pazarlama I	Doç. Dr. H. Avni CİNEMRE	3.000.000
22	Toprak ve Su Koruma	Doç. Dr. Nutullah ÖZDEMİR	4.500.000
23	Su Kalitesi ve Türkiye Suları	Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI	3.000.000
24	Analitik Kimya	Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI	2.500.000
25	Toprak Minerolojisi	Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI	3.000.000
26	Toprak Kimyası	Prof. Dr. Fethi BAYRAKLI	4.000.000
27	Yemeklik Tane Baklagiller Uygulama Klav.	Prof. Dr. Ali GÜLÜMSER Yrd. Doç. Dr. Hatice BOZOĞLU Arş. Gör. Erkut PEKŞEN	3.000.000
28	İnsan ve Hayvan Zararlısı Arthropodalar	Prof. Dr. Osman ECEVİT	6.000.000
29	Kültürteknige Giriş	Prof. Dr. Mehmet APAN Dr. Tekin KARA Prof. Dr. Yusuf DEMİR Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK Yrd. Doç. Dr. Yaşar AYRANCİ	2.500.000
30	Toprak Fiziği	Doç. Dr. Nutullah ÖZDEMİR	4.000.000
31	Bitki Ekolojisi	Doç. Dr. Kudret KEVSEROĞLU	3.250.000
32	Tarımsal Müc. İlaç. ve Çevreye Olan Etk.	Prof. Dr. Osman ECEVİT	3.000.000

		Doç.Dr.Abdulkadir HURŞİT	Yok
		Prof.Dr.Osman ECEVİT	7.000.000
		Prof.Dr.Osman ECEVİT	3.500.000
33	Süt Bilimi ve Teknolojisi	Prof.Dr.Kudret KEVSEROĞLU	3.250.000
34	Böcek Sistematigi	Prof.Dr.B.Zehra SARIÇİÇEK	3.500.000
35	Entomolojide Laboratuvar Yöntemleri	Prof.Dr.Turgut ÖZTÜRK	4.000.000
36	Tarla Tarımı I	Prof.Dr.Yunus PINAR	1.000.000
37	Küçükbaş Büyükbaş Hayvan Besleme	Doç.Dr.H.Avni CİNEMRE	3.000.000
38	Meteoroloji	Doç.Dr.H.Avni CİNEMRE	3.000.000
39	Tarımsal Mekanizasyon Çözümü	Doç.Dr.H.Avni CİNEMRE	3.500.000
40	Gıda Pazarlama	Doç.Dr.Orhan KURT	6.000.000
41	Proje Hazırlama ve Değerlendirme	Doç.Dr.Orhan KURT	3.500.000
42	Makro Ekonomi	Prof.Dr.B.Zehra SARIÇİÇEK	3.500.000
43	Bitki Islahı	Prof.Dr.Şükriye BİLGİNER	1.750.000
44	Tarla Bitkileri Yetiştirme Tekniği	Prof.Dr.Erdoğan SELÇUK	3.500.000
45	Besicilik	Yrd.Doç.Dr.Mustafa OLFAZ	4.500.000
46	Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Tür.	Prof.Dr.Ali GÜLÜMSER	6.000.000
47	Kürk Hayvanları Yetiştiriciliği	Yrd.Doç.Dr.Hatice BOZOĞLU	4.500.000
48	Araştırma ve Deneme Metotları	Arş.Gör.Erkut PEKŞEN	6.000.000
49	Tarımsal Yapılar	Prof.Dr.Turgut ÖZTÜRK	4.500.000
50	İşletme Yönetimi	Doç.Dr.H.Avni CİNEMRE	5.000.000
51	Bakteriyoloji	Öğr.Gör.H.Murat AKSOY	4.500.000
52	Hidroloji	Prof.Dr.Mehmet APAN	1.000.000
	Bafra Ovası Sulama	Doç.Dr.Turgut ÖZTÜRK	3.000.000
	Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu	Bildiriler Kitabı(Cilt 1-2)	500.000
	Doğrusal Proğ.Tek.Tarımsal Mek.Kul.	Prof.Dr.Yunus PINAR	250.000
	Çiftçilerin Risk Davranışlarının		6.000.000
	Soya		

NOT : Kitap Siparişlerinden Önce Telefon İle Bilgi Alınmalıdır. Tlf. 0362 457 60 20 - 1151

Kayıt No. : 4440

Yazarı : O.M. Ü

Ziraat
Fakültesi

Kitap. Adı :

Konu No. : _____

Kayıt No. : 4440

