

ORDU İLİ PERŞEMBE İLÇESİNDE LEVREK (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPAN İŞLETMELERİN ÜRETİM VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Birol BAKI*¹

Göktuğ DALGIÇ²

¹Tarım İl Müdürlüğü-Yalova, ²KTÜ Su Ürünleri Fakültesi-Rize

*e-mail: birolbaki@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.01.2008

Kabul Tarihi: 19.11.2008

ÖZET: Bu çalışma, Ordu İli Perşembe ilçesinde levrek balığı yetiştiriciliği yapan işletmelerin üretim ve teknik özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Toplam yedi adet ruhsatlı işletmeden, faal olarak çalışan ve üretim kapasiteleri 60 ile 120 ton/yıl olarak değişen beşinin üst düzey yöneticileriyle yüz yüze görüşmeler yapılarak işletmelerin durumlarını belirlemeye yönelik veriler toplanmıştır. İşletmeler 5x5x5 m boyutlarında ahşap, 12.70 m çapında 8-10 m derinliğinde dairesel plastik malzemeden yapılmış kafeslerde yıllık 30 ila 60 tonluk üretim yapmaktadır. İşletmelerin ikinci tür olarak yetiştiriciliğine başladıkları levrek üretiminde doğal şartların zorluğu yanında, hastalık sonucu yaşanan ölümler ve genel pazarlama problemleri nedeniyle üretim miktarlarının sınırlı kaldığı belirtilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Karadeniz, Ordu, Levrek (*Dicentrarchus labrax*), Üretim

THE PRODUCTION AND TECHNICAL PROPERTIES OF SEA BASS (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) FARMS LOCATED AT ORDU-PERŞEMBE

ABSTRACT: This research was carried out to determine the production and technical properties of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) farms located at Ordu-Perşembe. The study was conducted through interviewing managers of five among seven forms whose capacities were between 60 and 120 tons per year. The structures of cages of the farms were 5x5x5 m square-wooden and 12.70 m in diameter and 8-10 m in depth plastic-circular with capacity of 30-60 ton/year. It was notified that the production of sea bass which was started as a second species was limited because of disease and marketing problems together with difficult natural conditions.

Key Words: Black Sea, Ordu, Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*), Production

1. GİRİŞ

Dünya su ürünleri avcılık karakterli olup (toplam 140 milyon ton), yetiştiricilik yoluyla yapılan üretim son 40 yılda hızlı gelişme göstererek yüksek üretim düzeyi ile 60 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2007). Dünyada yaşanan bu ilerlemeler paralelinde ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğindeki gelişmeler ile 2007 yılı yetiştiricilik üretim miktarı 2006 yılı üretimini %9 oranında artırarak yaklaşık 140 bin tona, toplam su ürünleri üretimini de %16.7 artırarak 772 bin tona ulaşmıştır. Ülkemizde 2007 yılında içsularda ve denizlerde üretilen toplam 139 873 ton kültür balıkları üretiminin %41.8'ini (58 433 ton içsularda, 2 740 ton denizlerde) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), %30'unu (41 900 ton) levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve %24'ünü (33 500 ton) çipura (*Sparus auratus*) oluşturmuştur. (TÜİK, 2008).

Akdeniz'e komşu olan ülkelerde uygun ortam koşullarında ekonomik değeri yüksek olan levrek ve çipura yetiştiriciliğinde hızlı bir gelişme kaydedilmiştir (Alpbaz, 1990). Türkiye'de genel üretim artışına paralel olarak son on yıl içerisinde çipura ve levrek üretiminde artış gözlenmiş, toplam üretim içinde kültür balıkları üretiminin payı %0.5'ten %18.1'e çıkmıştır (TÜİK, 2008). Ülkemiz gerek kıyıları, gerek iklim şartları bakımından yetiştiricilik konusunda oldukça avantajlıdır. Ülkemizde bu avantajı uygun bir şekilde kullanıldığı takdirde, önemli bir istihdam kaynağı ve ihracat yolu ile döviz girdisi sağlayabilecektir (Anonim, 2004). Zira Yunanistan'ın yetiştiricilik yolu ile elde ettiği su ürünleri üretimi

1984 yılında 2 500 ton iken bu rakam 2004 yılında 97 068 tona yükselmiş, aynı yıllar arasında Türkiye'deki üretim 2 226 tondan 94 010 tona ulaşmıştır.

Ülkemizde 1980'li yıllarda üretime başlayan işletmelerin, korumalı sahil alanları kullandığı ve Ege Denizi'nin girintili çıkıntılı kıyı özelliklerinin etkisiyle işletme sayısının kısa zamanda arttığını, Karadeniz'de Ege Denizindeki gibi korunmalı kıyı sahalarının fazla olmaması nedeniyle işletme sayısı ve üretim kapasitelerinin sınırlı düzeyde kaldığını belirtmektedir (Özden ve ark., 1997; Anonim, 2001). Ancak, Karadeniz'in ülkemiz sahil kesiminde koy ve korunaklı alanlarının az olmasına rağmen, açık deniz kafes sistemlerinin kullanılabilir olması ile deniz balıkları yetiştiriciliğinde avantajlı olduğu ifade edilmektedir (Atay, 1986).

Karadeniz bölgesi karada ve denizde kültür balıkçılığı açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Karadaki işletmelerin büyük çoğunluğu gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapmakta ve toplam yetiştiricilik üretiminin %10'u bu bölgeden sağlanmaktadır (Üstündağ ve ark., 2000; Deniz, 2007). Ayrıca, ülkemizde içsularda ve denizlerde faaliyet gösteren toplam 1 644 su ürünleri yetiştiricilik tesisinin 436'sı Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır (TÜGEM, 2008).

Karadeniz'de ilk olarak 1989 yılında araştırma amaçlı olarak Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından deniz kafeslerinde alabalık yetiştiriciliğine başlanılmış, bunun ardından 1991

yılında Trabzon, Rize, Ordu ve Sinop illerinde denizdeki kafeslerde üretime geçilmiştir. Bölgede alabalık üretimi dışında yetiştirilebilecek alternatif türler arasında üretim tekniği bilinen levrek balığı gelmektedir. Ege Denizi'nde ve Karadeniz'de levrek yetiştiriciliği yapan işletmeler Karadeniz'deki büyümenin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade etmektedir (Üstündağ ve ark., 2000). Ancak, Özden ve ark. (1997), 1980'li yıllarda üretime başlayan işletmelerin korumalı sahil alanları kullandığı ve Ege Denizi'nin girintili çıkıntılı kıyı özelliklerinin etkisiyle işletme sayısının kısa zamanda arttığını, Karadeniz'de Ege Denizindeki gibi korumalı kıyı sahalarının fazla olmaması nedeniyle işletme sayısı ve üretim kapasitelerinin sınırlı düzeyde kaldığını belirtmektedir.

Deneme amaçlı yapılan levrek yetiştiriciliğinden olumlu sonuçların alınmasından sonra, Karadeniz Bölgesinde birkaç alanda olduğu gibi, Ordu ili Perşembe ilçesindeki deniz kafes işletmelerinde gökkuşağı alabalığı yanında levrek balığı yetiştiriciliğine başlanılmıştır. Bununla birlikte Karadeniz Bölgesindeki işletmelerin denizdeki 2005 yılı gökkuşağı alabalığı üretimi 1 249 ton, levrek üretimi (Ordu-Perşembe) 590 ton olarak gerçekleşmiştir. Bölgede gerçekleşen 1 839 tonluk üretim ile ülkemiz toplam kültür balıkları üretiminin %1.56'sını karşılanmaktadır (TÜİK, 2006).

Akbulut ve ark., (2008) Karadeniz Bölgesi'nin kara ve deniz alanlarında su ürünleri yetiştiriciliği yapan mevcut işletmelerin kuruluş ve gelişimleri ile gelecek projeksiyonlarının değerlendirilmesini yaptıkları çalışmalarında, Karadeniz'de deniz kafeslerinde 3 500 ton/yıl alabalık ve 750 ton/yıl levrek üretim kapasitesine sahip 10 işletme bulunduğu, üretimde dalgalanmalar yaşanmasına rağmen 2030 yılında yetiştiricilik üretiminin 29 000 ton civarında olacağını tahmin edildiği belirtilmektedir.

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi için önemli üretim potansiyeline sahip olan Ordu ili Perşembe ilçesindeki levrek balığı yetiştiriciliği yapan işletmelerin faaliyetleri incelenerek mevcut üretim ve teknik özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Ordu İli Perşembe İlçesi Kışla Limanında levrek yetiştiriciliği yapan toplam 7 adet ruhsatlı işletme bulunmaktadır. Bu 7 işletmeden 2'sinin çeşitli nedenlerle üretim faaliyetini yapmadıkları tespit edildiğinden değerlendirme dışında tutulmuş ve çalışma 5 işletme üzerinde yürütülmüştür.

İşletmelerin üretim ve teknik özelliklerini belirlemek amacıyla; İşletmenin Adı, İşletme Sahibi, Tesisin Adresi, Tesisin Kuruluş Tarihi, Üretimi Yapılan Tür(ler), Üretim Kapasitesi (ton/yıl), Kafes Materyali Özellikleri, Ağ Materyali Özellikleri, Yavru Balık Özellikleri (Ağırlığı, Getirildiği Yer, Fiyatı), Stok Miktarı (kg/m³), Levrek Üretim Miktarı (ton/yıl), Tesisin Levrek Üretimi Oranı (%), Yem Materyali,

Yemleme Durumu, Deniz Suyu Özellikleri, Porsiyonluk Balık Yetiştirme Süresi, Pazarlama Ağırlığı (g), Pazarlama Zamanı, Porsiyonluk Balık Fiyatı (TL), İşletmede Görülen Hastalıklar, Uygulanan Tedavi Yöntemi ve Ölüm Oranı (%) gibi mevcut durumu ortaya çıkarılabilecek sorular sorularak işletme hakkında bilgi alınmıştır.

Tesislerin mevcut durumlarını ortaya koyan ve değerlendirmede kullanılan bu veriler, hasat dönemi sonunda işletmelerin üst düzey yöneticileriyle doğrudan yüz yüze görüşme yapılarak elde edilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmada Ordu İli Perşembe İlçesinde levrek yetiştiriciliği yapan 5 adet ruhsatlı işletmenin üretim ve teknik özellikleri belirlenmiştir. İncelenen işletmelerin özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de görüleceği üzere, bölgede işletmeler 1991 yılından sonra faaliyet göstermeye başlamışlardır. Toplam yıllık üretim kapasitelerinin çok farklılık göstermediği bölgede, 60-120 (ton/yıl) olarak belirtilmektedir. İşletmeler, başlangıçta gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği ile üretime başlamışken, daha sonraki yıllarda yapılan levrek büyütme çalışmalarından olumlu sonuçların alınmasıyla faaliyetlerine levrek yetiştiriciliğini de ekleyerek her iki türün üretimine devam etmektedir (Akbulut ve ark., 1999).

İşletmeler üretimin ilk yıllarında yaygın olarak galvanizli boru destekli 5x5x5 m kare formlu ahşap kafes materyali kullanılırken, daha sonra fiber destekli PVC borulardan imal edilen kare kafesler ile yüksek yoğunluklu polietilen borulardan imal edilen 12.70 çaplı 8-10 m derinliğinde yuvarlak kafesler kullanılmaktadır. İşletmelerde kullanılan kare ve yuvarlak formlu kafes sayısı toplam 407 adettir. Kafeslerde, göz açıklıkları balık büyüklüğüne bağlı olarak değişen, 4-18 mm boyutlarında düğümlü ve düğümsüz ağların kullanıldığı tespit edilmiştir. Akbulut ve ark., (2008) yapmış oldukları çalışmada, bölgede kurulu bulunan çiftliklerde kare formlu kafesler ile açık deniz şartlarına uyumlu 12-20 m çapındaki yuvarlak kafeslerin kullanıldığını, ağ göz açıklıklarının ise balık büyüklüklerine göre 12, 14, 16, 18 mm olan düğümlü ve düğümsüz ağların kullanıldığını belirtmektedir.

İşletmelerin yavru ihtiyacını Ege ve Akdeniz gibi levrek üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerden karşıladığı, çoğunlukla İzmir, Adana ve Muğla illerindeki tesislerden getirildiği belirtilmektedir. Yavru balıkların kafeslere alınma dönemlerinin yumurtadan çıkışı sonrasında büyüme süresi ve ağırlıkları ile doğrudan ilişkili olduğu, 1.5-2 g olan yavruların mayıs ayı sonunda, 2-3 g olan yavruların haziran ayı ortalarında, 5 g olanların ise temmuz ayının başında kafeslere stoklandığı belirtilmektedir.

Çizelge 1. İşletmelerin üretim ve teknik özellikleri

İşletme No	I	II	III	IV	V
Kuruluş Tarihi	1996	1991	1995	1992	1996
Yetiştiriciliği Yapılan Balık Türleri	G-Alabalığı ve levrek	G-Alabalığı ve levrek	G-Alabalığı ve levrek	G-Alabalığı ve levrek	G-Alabalığı ve levrek
Toplam Üretim Kapasitesi (Ton/Yıl)	120	70	60	100	60
Kafes Materyali	5 m x 5 m	80	50	70	60
(Adet)	12.70 m Ø	10	4	20	10
Ağ Materyali ve Ağ Göz Açıklığı (mm)	Düğümülü-Düğüm­süz 4-18	Düğüm­lü-Düğüm­süz 4-18	Düğüm­lü 4-18	Düğüm­lü-Düğüm­süz 4-12	Düğüm­lü-Düğüm­süz 4-12
Yavru Balık Temin Yeri ve Yavru Balık Ağırlığı (gr)	Izmir 1.5 - 4.5	Izmir ve Muğla 2-3	Izmir ve Adana 1.5 - 3	Izmir ve Adana 1.5 - 2	Izmir ve Adana 2-3
Stok Miktarı (kg/m ³) (Portiyonluk)	7.5	10	10-15	15	7.5
Tesisim Levrek Yetiştiriciliği Oranı (%)	40	60	55	65-70	50
Yıllık Levrek Üretimi (Ton)	40-50	40	30-40	60	30
Yemleme Oranı	300-400	Yem Fabrikalarının Tavsiye Ettiği Yemleme Oranında 350-400	300-400	400-500	350-400
Pazar Ağırlığı (g)	Temmuz-Eylül	Temmuz-Ekim	Haziran-Ekim	Temmuz-Eylül	Temmuz-Eylül
Hasat Ayları	%20-25 (Vibrio)	%20 (Vibrio)	%20-30 (Vibrio)	%15 (Vibrio)	%20 (Vibrio)
Ölüm Oranı					

Taş (2007) Karadeniz Bölgesi genelinde yetiştiricilik faaliyeti yürüten işletmeler üzerinde yapmış olduğu çalışmada, tesislerin yavru levrek ihtiyacının genellikle Muğla ilinden sağladığını ve yavru balıkların mayıs-haziran aylarında kafeslere stoklandığını belirtmektedir.

Balıkların beslenmesinde yurtiçinden temin edilen ve deniz balıkları yetiştiriciliğinde önerilen fabrika yemleri kullanılmaktadır. İşletmelerin tümü yemi aldıkları fabrikaların tavsiye ettikleri yemleme sıklığı (2-4öğün) ile yemleme oranlarında beslenme yaptıklarını ifade etmektedirler.

Yıllık üretim miktarlarında ise tesislerin kapasiteleri paralelinde gerçekleşmekte olduğu belirtilmektedir (%20'si 30 ton, %60'ı 30-60 ton ve %20'si 60 ton ve üzerinde). Pazarlama ağırlıkları işletmeler arasında farklılık göstermekle birlikte hasat mevsime göre 300g ile 500g arasında değişmektedir. Pazarlama ağırlıkları ile ilgili olarak Akbulut ve ark., (2008) genellikle 300-500g ağırlıkta hasat edildiğini belirtirken, Taş (2007) ise 300-550g olarak pazara sunulduğunu bildirmektedir. Pazarlama ayları yine işletmelerde farklılık göstermekle birlikte, genellikle temmuz-eylül ayları arasında olmaktadır.

Bölgedeki levrek yetiştiriciliği yapan işletmelerde görülen ölüm oranının %20-30 arasında olduğu, bunun nedenlerinin ise çoğunlukla hastalık etkenli veya su sıcaklığı ve tuzluluk gibi çevresel parametrelere adaptasyon sağlayamaması sonrasında ortaya çıktığı belirtilmektedir. Çağırğan ve Yürekli Türk (1996), kafeslerde kültüre alınan deniz balıklarında %30 ve yukarı oranlarda ölümlerin görüldüğünü, ortaya çıkan ekonomik kayıpların genel anlamda hastalıkların erken teşhis ile azaltılabileceği belirtmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada işletmelerin ikinci bir tür olarak yetiştiriciliğine başladığı levrek balığı üretim kapasitelerinin (60-120 ton/yıl), Ege Bölgesi'ndeki aile işletmeleri dışındaki büyük ölçekli (500-1000 tonluk) işletmelere oranla daha düşük kapasitelerde olduğu belirlenmiştir. İşletmeler kapasitelerini artırma çabası içinde olsalar bile, hakim rüzgar ve yüksek dalgalardan daha az etkilenen kısmen korunaklı alanların genişleme imkanı olmayacak derecede sınırlı olması nedeniyle bunu gerçekleştiremedikleri tespit edilmiştir. Karadeniz kıyılarının girinti ve çıkıntılarının az olması gerçeği göz önünde tutularak, Ege Bölgesi'ndeki işletmeler gibi üretim alanlarını Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 27.01.2007 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Tebliğ kapsamındaki kriterleri değerlendirerek açık deniz yetiştiricilik sistemlerine dönüştürülmesi sağlanmalıdır (Anonim, 2007). Ayrıca, işletmelerin kapasite artırma çalışmasında iyi bir planlama ve detaylı çevresel inceleme gerçekleştirilmelidir.

Bölgedeki işletmelerde özellikle yaz aylarında görüldüğü belirtilen balık ölümlerinin üretime dayalı (aşırı stok) oluşan çevre problemlerinin etkisi (su

sıcaklığı artışı ile çözülmüş oksijenin azalması, sudaki bakteriyel aktivitenin artması) ile oluştuğu belirtilmektedir (Taş, 2007). Bu gibi ekonomik kayıpları en aza indirmek amacıyla erken teşhis ile hastalık etkenlerini ortaya çıkarılması ve yetiştiriciliğin genel kaidelerine uyulması gerekmektedir.

Karadeniz'de kafeslerde en fazla üretim yapılan bu bölgede hasat süresinin Ege ve Akdeniz'deki zamandan daha uzun olması nedeniyle hem üretim maliyetleri hem de pazar olanakları bakımından problemler yaşandığı, bunun da işletmelerin üretim kapasiteleri artışını olumsuz yönde etkileyen bir unsur olarak ortaya çıktığı belirtilmektedir (Akbulut ve ark., 1999; Akbulut ve Şahin, 1999; Baki, 2000; Üstündağ ve ark., 2000; Akbulut ve ark., 2008).

Karadeniz'in hidrografik yapısından kaynaklanan mevsimsel sıcaklık varyasyonunda (7-28°C), kış aylarındaki düşük sıcaklık değerleri nedeniyle levreğin büyümesinin durduğu, su sıcaklığının artmaya başlaması ile büyüme hızında artış olduğu belirtilmektedir (Akbulut ve Şahin, 1999). Bu sebeple işletmelerin yaz döneminde mevcut kafes sistemlerinin tamamını kullanmak suretiyle levreğin üretiminde mevsimsel avantajları kullanması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bölgedeki üretimin kaliteli ve sürdürülebilirliğinin sağlanması ve işletmelerin genel sorunlarının (yem ve yavru balık temini, etkin pazarlama, finans) işletmelere ait birlik çatısında çözülmesi ve bu birlikliklerin her koşulda devam ettirilmesi sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, bölgede kapasite artırma gayretinde olan işletmelerin yasal düzenlemeye uygun olarak açık deniz kafesi yetiştiriciliğine yönelmesi, buna uygun teknoloji ve üretim tekniğini kullanması, üretici birliği aracılığı ile yem ve yavru balık maliyetlerinin en aza indirilmesi amacıyla yem yapım üniteleri ve kuluçkahane tesisi gibi üretimi destekleyen yapıların yapılması, yine ürüne yurt içinde ve yurt dışında pazar yollarının aranması ile ürünün çeşitliliğini ve değerlendirme zamanını arttıran işleme ve değerlendirme tesisi kurulması pazar olanaklarının genişlemesini ve dolayısıyla bölgedeki su ürünleri üretim potansiyelinin artmasını sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Akbulut B., Aksungur M., Aksungur, N., Şahin, T. ve Erteken, A., 1999. Karadeniz'de levrek balığı yetiştiriciliği. Proje Sonuç Raporu (1994-1999). Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon.
- Akbulut B., Kurtoğlu, İ. Z., Üstündağ, E. ve Aksungur M., 2008. Karadeniz bölgesindeki balık yetiştiriciliğinin tarihsel gelişimi ve gelecek projeksiyonu. Journal Fisheries Sciences.com, DOI: 10.3153/jfsc.com.2009011.
- Akbulut, B. ve Şahin, T. (1999). Karadeniz'de yetiştirilen levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) kış aylarında görülen ağırlık kaybının büyüme üzerine etkisi. Turkish Journal of Marine Sciences, 5:39-46.
- Alpbaz, A.G., 1990. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları No:20, Sayfa:110-139. İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi.

- Anonim, 2001. Deniz Kaynakları. T.C. Başbakanlık Denizcilik Müteşarlığı, Ankara Sayfa:50-51.
- Anonim, 2004. Su Ürünleri Ekonomisi, Üretim, Miktar, Fiyat ve Değer Değişimleri 2001-2002. Ankara, T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2007. Denizlerde Balık Çiftliklerinin Kurulamayacağı Hassas Alan Niteliğindeki Kapalı Koy ve Körfez Alanlarının Belirlenmesine İlişkin Tebliğ. www.cevreorman.gov.tr/yasa/teblig.asp.
- Atay, D., 1986. Su ürünleri yetiştiriciliği ve ölkemizdeki kurulu işletmelerin sorunları ve çözüm yolları. Su Ürünleri Sektörünün Bugünkü Durumu ve Sorunları Sempozyumu, 13-14 Ekim 1986, İzmir.
- Baki, B., 2000. Sinop içliman mevkiinde ağ kafeslerde deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax, L.,1758*) farklı yemleme metoduna göre büyüme performansının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Çağırgan, H. ve Yüreklitürk, O., 1996. Kültürü yapılan çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarında görölen bakteriyel hastalıkların teşhis ve tedavisi üzerine bir araştırma. Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi, Cilt:21, Sayı:35, Sayfa:113-122.
- Deniz, H., 2007. Aquaculture development in Turkey, Aquaculture and Fisheries Infoday and N Event, 14-15 November 2007, Brussels.
- FAO, 2007. Global Aquaculture Production 1950-2006, <http://www.fao.org>.
- Özden, O., Güner, Y., Altınok, M. ve Kırtık, A., 1997. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakóltesi Ağ Kafes Araştırma ve Uygulama Ünitesi Yetiştiricilik Çalışmaları. İzmir. Akdeniz Balıkçılık Kongresi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakóltesi, Bornova, Sayfa:761-769.
- Taş, B., 2007. Vona koyunda su ürünleri yetiştiriciliği. <http://www.fisheriessciences.com/tur/Journal/vol1/issue4/jfscm2007021.pdf>.
- TÜGEM, 2008. Su Ürünleri İstatistikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara. www.tugem.gov.tr.
- TÜİK, 2006. Su Ürünleri İstatistikleri, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. www.tuik.gov.tr.
- TÜİK, 2008. Su Ürünleri İstatistikleri, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. www.tuik.gov.tr.
- Üstündağ, E., Aksungur, M., Dal, S. ve Yılmaz, C., 2000. Karadeniz bölgesinde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi ve verimliliğinin belirlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporları No: 2000-1. Trabzon.

NOHUT (*Cicer arietinum* L.)' TA YABANCI OT MÜCADELE ZAMANLARI İLE HERBİSİT UYGULAMALARININ VERİM VE BAZI VERİM UNSURLARINA ETKİLERİ

Arif ŞANLI Muharrem KAYA* Burhan KARA

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 32260-Isparta

*e-mail: mkaya@ziraat.sdu.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.05.2008

Kabul Tarihi: 25.11.2008

ÖZET: Bu çalışma, “Gökçe” nohut çeşidinde yabancı otla en uygun mücadele yöntemini belirlemek amacıyla 2005 ve 2006 yıllarında Isparta’da ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Denemede, nohutta linuron-50 (çıkış öncesi), imazethapy (çıkış öncesi) ve aclonifen (çıkış sonrası) herbisitleri ve çapa uygulamasının (çıkıştan sonra 12, 24, 36, 48 ve 60. günlerde) verim ve verim unsurları üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda, nohutta en etkili yabancı ot mücadele yöntemi, çıkıştan sonra 36. günde yapılan çapa uygulamasında tespit edilmiştir. Herbisitlerden ise imazethapy yabancı ot kontrolü ve verim yönünden diğer herbisitlere göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Çalışmada, yabancı ot mücadelesi yapılan uygulamalarda mücadele yapılmayan kontrol parsellerine göre % 105 ile 142’ye varan verim artışı oluşmuştur.

Anahtar sözcükler: Nohut, linuron-50, imazethapy ve aclonifen

EFFECTS OF HERBICIDE APPLICATIONS AND HOEING TIMES OF WEED ON YIELD AND SOME YIELD COMPONENTS OF CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)

ABSTRACT: This study was conducted during 2005 and 2006 in Isparta ecological conditions to determine the most appropriate method for controlling weeds in chickpea cultivation areas. The cultivar “Gökçe” was used in the study. In the research, were observed effects on yield and yield components of linuron-50 (pre-emergence), imazethapy (pre-emergence) and aclonifen (post-emergence) herbicides and hand hoeing (12, 24, 36, 48 and 60 th days after crop emergence) in chickpea. The result of experiment, hand hoeing application at 36 th day after crop emergence was determined to be the most effective for control of weeds. imazethapy provided more effective weed control and higher yields than other herbicides. In the study, weed-free conditions for the entire growing season ensured 105-142 % grain yield increase when compared with the treatment that was weeded throughout the growing season.

Keywords: Chickpea, linuron-50, imazethapy and aclonifen

1. GİRİŞ

Nohut (*Cicer arietinum* L.), gerek diğer ülkelerde ve gerekse ülkemizde insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan önemli bir besin maddesidir. Kuru tanesinde yetiştirildiği çevre koşullarına ve çeşitliliğine göre değişmekle birlikte, % 16.4-31.2 protein, % 1.5-6.8 yağ, % 38.1-73.3 karbonhidrat ve % 1.6-9.0 oranında ise selüloz bulunur (Çiftçi, 2004). Nohut, ekim ve üretim bakımından ülkemizde yemelik tane baklagiller arasında ilk sırada yer almaktadır (Anonin a, 2005). Benzer şekilde Isparta ilinde nohut ekim alanı gittikçe genişlemekte (Anonim b, 2005) ve Türkiye nohut üretiminin % 5’ni karşılamaktadır.

Ülkemizde nohutta verim düşüklüğünün en önemli nedenleri; ekimin geç yapılması, birim alanda istenilen sıklıkta bitki çıkışının sağlanamaması, bazı yıllarda ve yerlerde ortaya çıkan antraknoz epidemisi ve yabancı otlarla etkin bir mücadelenin yapılamamasıdır. Yabancı otlar nohutta üretimi ve hasadı kısıtlayan problemlerin başında gelmektedir. Yabancı otlar nohut bitkisi ile rekabete girerek verim kayıplarına neden oldukları gibi, hasat-harman makinelerinin de çalışmasını engelleyerek makine hasadı güçleştirmekte, içine karıştığı ürünü kirleterek

kalitesini düşürmektedir. Yabancı ot rekabetinden kaynaklanan verim kayıpları mevcut yabancı ot yoğunluğuna ve türlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yabancı otların sebep olduğu verim kayıplarının Hindistan da % 40-94 (Bhan and Kukula, 1987), Batı Asya da % 40-75, Kuzey Afrika da % 13-98 (El-Brahli, 1988; Knott and Halila, 1988; ICARDA, 1981 to 1986) ve İtalya da %35 (Calcagno ve ark., 1987) olduğu çeşitli çalışmalarla tespit edilmiştir. Etkili bir yabancı ot kontrolü ile nohut verimi % 17-105 arasında artırılabilmektedir (ICARDA-FSP, 1986). Ahlawat (1981), nohut üzerine yapmış olduğu çalışmada, yabancı ot kontrolünün nohutta verimi % 107 oranında artırdığını ve en yoğun yabancı ot rekabetinin bitki gelişmesinin ilk 4. ve 6. haftalarında olduğunu belirtmiştir. Kuzeybatı Suriye de yapılan bir çalışmada, farklı yabancı ot yoğunluğu şartları altında nohut’un kuru madde birikiminin çıkıştan ilk 30 günden sonra önemli derecede azaldığı ve rekabetin 60 günden sonra çok ağır olmaya başladığı, sonuç olarak çıkıştan ilk 30 ve 60. günler arasındaki dönemin yabancı ot kontrolü için en kritik dönem olduğu belirtilmiştir (Sexana ve ark., 1976). Kantar ve ark. (1999) tarafından çeşitli herbisitlerin değişik kombinasyonlarının (linuron-50, methabenzthiazuron, terbutryne, imazethapyr,

fluazifop-P-butyl terbutryne+propyamide, methabenzthiazuron+propyamide, linuron+ Propyamide, terbutryne+fluazifop-P-butyl) denendiği bir çalışmada terbutryne+ fluazifop-P-butyl, imazethapyr, linuron-50+propyamide uygulamalarının daha etkili olduğunu ve önemli miktarda ürün artışı sağladığını, bununla birlikte bir kez elle mücadele ile de yabancı otların kontrol altına alınabileceğini belirtilmiştir. Demir ve ark. (2005) Nohut'da trifluralin, imazethapyr (çıkış öncesi ve çıkış sonrası), linuron-50, terbutryn ve cyanazin herbisitleri ile çapa uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, en etkili yabancı ot mücadele yönteminin çapa uygulaması olduğunu tespit etmişlerdir. Nohutta yabancı otlarla en uygun mücadele zamanını belirleyebilmek amacıyla İran da yapılan bir çalışmada, yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde % 66 oranında verim kaybı olduğu ve verim kaybını en aza indirmek için en uygun yabancı ot mücadele zamanının bitkilerin beş yapraklı dönem ile tam çiçeklenme dönemi arasındaki periyotta (çıkıştan 24 ve 48. günler arası) yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Mohammadi ve ark., 2005).

Nohut'un erken gelişme dönemlerinde yavaş gelişme oranı ve sınırlı yaprak alanı gelişimi nedeniyle yabancı otlara karşı rekabet gücü oldukça zayıf olmaktadır. Diğer ürünlerde olduğu gibi nohutta da yabancı ot kontrol metodları; ürün rotasyonu, kimyasal mücadele, kültürel mücadele ve mekanik mücadele olarak sıralanabilir. Herbisitlere hassas olmasından dolayı nohut tarımında kullanılacak en etkili herbisitler ekim öncesi ve çıkış öncesi toprağa uygulanan herbisitlerdir ve bunların etkinliği yüksek oranda toprak tipi, nem, sıcaklık ve yabancı ot florasına bağlıdır. Mekanik ve elle kontrol yöntemleri daha çok az gelişmiş ülkelerde uygulanmakla beraber bitki ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkilememesi yönünden önem arz etmektedir. Bu nedenle etkili ve ekonomik kontrol ölçütlerini geliştirmek için, kültürel

ve herbisit uygulamalarını kapsayan bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, nohutta yabancı otlarla en uygun mücadelede zamanın tespit edilmesi ile kimyasal mücadele ve el ile mücadelenin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada, erkenci (105-110 gün), orta boylu (hasat sırasında 30-35 cm), kurağa ve yatmaya dayanıklı, antraknoz hastalığına karşı orta dayanıklı, taneleri krem renginde, koç başı tipinde, 1000 tane ağırlığı 440-460 g, Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerine önerilen Gökçe nohut çeşidi ile linuron-50, imazethapyr ve aclonifen herbisitleri materyal olarak kullanılmıştır.

2.1.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü 2005 ve 2006 yıllarında Nisan-Ağustos aylarına ilişkin toplam yağış miktarı sırasıyla 176.2 mm ve 213.3 mm, uzun yıllar ortalaması ise 213.1 mm olarak gerçekleşmiştir.

Nisan-Ağustos ayları içerisinde ortalama sıcaklık 2005 yılında 17.2 °C ve 2006 yılında ise 17.7 °C olup, uzun yıllar ortalamasından (16.6 °C) yüksek olmuştur (Çizelge 1).

2.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Denemenin kurulduğu yerin toprak özelliklerine ilişkin veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Denemenin kurulduğu alanın toprakları; tekstür bakımından tınlı, alkali (pH değeri 8.1), katyon değişim kapasitesi % 36 ve toplam tuz içeriği % 0.025 olan, kireççe zengin (255 gr/kg), elverişli fosfor (199 mg/kg P₂O₅) ve azot (% 0.14 N) yönünden fakir, potasyum bakımından zengin (75.4 kg/da K₂O) ve organik madde bakımından fakir (13.4 g/kg) bir topraktır.

Çizelge 1. Denemenin yapıldığı dönemler ile uzun yıllar ortalamasına ilişkin bazı iklim verileri

İklim Faktörler	Yıllar	Aylar						Toplam ve Ortalama
		Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmu	Ağustos	
Yağış (mm)	2005	36.1	58.1	33.7	17.4	30.4	0.5	176.2
	2006	66.2	48.9	43.8	20.1	31.2	3.0	213.3
	1972-2006	64.3	56.6	50.8	24.4	11.4	5.6	213.1
Sıcaklık (°C)	2005	6.7	11.0	16.1	20.6	24.8	24.3	17.2
	2006	6.8	11.8	15.8	21.0	25.0	25.7	17.7
	1972-2006	6.3	10.8	15.6	20.1	23.9	23.0	16.6

Kaynak: Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Teks. sınıfı	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	pH 1:1	EC 10 ⁶ (dS/m)	CaCO ₃ (Kireç)	Organik madde (g/kg)	El. P. (mg/kg)	Azot (%)	Yararışıl nem (%)
Tınlı	23.1	33.9	43.0	8.1	400	255	13.4	199	0.14	8.35

*: Süleyman Demirel Üniversitesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

2.2. Metot

Tarla denemesi, SDÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama arazisinde 2005 ve 2006 vejetasyon dönemlerinde iki yıl süre ile yürütülmüştür. Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim, her iki yılda da Nisan ayının ilk haftasında, 8 m uzunluğunda ve 3 m genişliğinde (30 cm sıra arası x 10 sıra) olan 24 m²'lik parsellere 10 cm sıra üzeri mesafe ile el ile yapılmıştır. Yabancı ot denemelerinde minimum parsel büyüklüklerinin fazla olması ve büyük oranda homojen bir deneme alanı bulunamaması nedeniyle deneme 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Her parselde ekimle birlikte dekara 10 kg hesabıyla DAP (Diamonyum fosfat) gübresi elle serpilerek uygulanmıştır. Denemede kullanılan herbisitlerin etkili maddeleri, uygulama oranları, uygulama zamanı ve ticari adları Çizelge 3' de verilmiştir.

Linuron-50 (çıkış öncesi) , imazethapry (çıkış öncesi) ve aclonifen (çıkış sonrası) herbisitleri sırasıyla 200, 200 ve 125 cc/da dozlarında uygulanmıştır. Çıkış öncesi herbisitler ekimden hemen sonra, çıkış sonrası herbisitler ise yabancı otların 2-4 yapraklı olduğu dönemde sırt pülverizatörüyle deneme parsellerine püskürtme yöntemine göre dekara 30 litre su hesabı ile uygulanmıştır. Denemede kullanılan sırt pülverizatörü; yelpaze huzmeli meme tipinde olup, hava debisi 600 m³/h, hava çıkış hızı 100 m/sn'dir. Uygulama sırasında debi ayar musluğu 1.06 lt/dakika olacak şekilde ayarlanmış, parseller arasında bulaşmayı engellemek amacıyla 1.5 m yüksekliğinde naylon ile izolasyon yapılmıştır.

Çalışmada uygulanan elle yabancı ot mücadele zamanları ve bitkin gelişme devreleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çıkıştan itibaren bitkinin gelişme devreleri göz önüne alınarak 12., 24., 36., 48. ve 60. günlerde bir kere olmak üzere çapa uygulaması yapılmıştır.

Çalışmada; bitki boyu, bitkide bakla ve tane sayısı, bitki tane verimi, bin tane ağırlığı, hasat indeksi ve dekara tane verimi özellikleri incelenmiştir.

Parseldeki bitkiler hasat olgunluğuna geldiği dönemde her parselden tesadüfen seçilen 20 bitkide aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

Bitki boyu, kök boğazından bitkinin en üst uç noktasına kadar olan uzunluk metre ile cm olarak; bitkide bakla sayısı, seçilen bitkilerde baklaların sayılmasıyla; tane sayısı ise bitkideki baklaların harmanlanması ile elde edilen tanelerin sayılmasıyla adet olarak belirlenmiştir. Bitkide tane verimi, her bitkiden elde edilen tanelerin hassas terazide tartılmasıyla g olarak saptanmıştır.

Parsel kenarlarından birer sıra ile parsel başlarından 50 cm kenar tesiri olarak ayrıldıktan sonra her parselde ortada kalan bitkiler topluca hasat edilmiş ve ağırlıkları terazi ile belirlenmiştir. Daha sonra bu bitkiler harman makinesiyle harmanlanmış ve elde edilen taneler tartılarak parsel verimi hesaplanmış ve dekara tane verimine çevrilmiştir. Her parselden elde edilen tanelerden 4 x 100 sayılarak ağırlıklarının ortalaması 10 ile çarpılmak suretiyle 1000 tane ağırlığı g cinsinden saptanmıştır. Parselden elde edilen tane veriminin saplı olarak tartılan toplam parsel verimine oranlanmasıyla hasat indeksi % olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerin SAS istatistik paket programı kullanılarak varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırma, nohutta farklı zamanlarda yapılan çapalama ile herbisit uygulamalarının verim ve bazı verim öğelerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Deneme parsellerinde görülen yabancı otlar yoğunluklarına göre sırasıyla horoz ibiği (27 adet/m²) (*Amaranthus albus* L.), sirken (25 adet/m²) (*Chenopodium album* L.), tarla sarmaşığı (21 adet/m²) (*Convolvulus arvensis* L.), kekrek (20 adet/m²) (*Acroptilon repens* (L.) D.C.), yabani turp (14 adet/m²) (*Raphanus raphanistrum*), gökbaş (10 adet/m²) (*Centaurea depressa* M. Bieb.) çörtük otu (10 adet/m²) (*Echinophora tenuifolia* L.), yabani hardal (5 adet/m²) (*Sinapsis arvensis* L.),

Çizelge 3. Herbisitlerin etkili maddeleri, uygulama dozları, uygulama zamanı ve ticari adları

Etkili maddesi	Uygulama dozu (cc/da)	Uygulama zamanı	Ticari adı
Linuron-50	200	Çıkış öncesi	Afalon
İmazethapry	200	Çıkış öncesi	Pursuit
Aclonifen	125	Çıkış sonrası	Challenge

Çizelge 4. Nohutta çapalama zamanları ve bitkinin gelişme dönemleri

Çapalama zamanları (çıkıştan sonra)	Bitkinin gelişme dönemleri
12. Gün	2-3 yapraklı
24. Gün	5-6 yapraklı
36. Gün	Erken çiçeklenme
48. Gün	Tam çiçeklenme
60. Gün	Orta bakla bağlama

pıtrak (2 adet/m²) (*Xanthium strumarium* L.), loğusa otu (1 adet/m²) (*Aristolochia maurorum* L.) ve köpek dişi (1 adet/m²) (*Cynodon dactylon* L.) olarak tespit edilmiştir. Yabancı otlarla ilgili olarak kaplama alanı ve herbisitlerin etkinliği ile ilgili gözlem ve ölçümler alınmamıştır.

Çalışmadan elde edilen verilerle yapılan birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre; bitki boyu, bitkide tane sayısı, hasat indeksi ve birim alan tane verimi özelliklerinde uygulamalar arasındaki farklılıklar ile yıl x uygulama interaksyonu 0.01 düzeyinde; bitkide bakla sayısı, bitki tane verimi ve bin tane ağırlığında ise uygulamalar arasındaki farklılıklar 0.01, yıl x uygulama interaksyonu 0.05 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca 1000 tane ve dekara tane verimi dışındaki özelliklerde yıllar arasındaki farklılıklar da 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ele alınan özelliklere ilişkin değerlendirmeler ayrı başlıklar altında aşağıda incelenmiştir.

3.1. Bitki Boyu

Yabancı ot kontrolü amacıyla farklı herbisitlerin ve çapalama zamanlarının uygulandığı nohutta, kontrol parsellerine göre çapalama ve herbisit uygulamaları genellikle bitki boyunu arttırmış, ancak birinci yıl geç çapalama (çıkıştan itibaren 60. gün) uygulamasında ve her iki yılda da linuron-50 uygulamasında bitki boyu ortalamaları kontrol parsellerinden daha düşük olmuştur. Çalışmada, yıllar arasındaki farklılıklar da önemli çıkmış ve ikinci yılın bitki boyu ortalaması (33.9 cm) birinci yılın bitki boyu ortalamasından (29.8 cm) yüksek bulunmuştur (Çizelge 5). Bu farklılık ikinci yılda vejetasyon dönemindeki yağışların birinci yıla göre daha yüksek olmasından ve herbisit uygulamaları sırasındaki iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, imazethapyr uygulamasından sonra az bir yağış ve aclonifen uygulamasından sonra ise 6-8 saat güneşli havalar ilaçların etkinliğini arttırmaktadır.

Çalışmada, iki yıllık ortalamalara göre, en uzun bitki boyu 34.2 cm ile 24. günde yapılan çapa uygulamasından, en kısa bitki boyu ise 29.0 cm ile linuron-50 uygulamasından elde edilmiştir. Herbisitler arasında çıkış sonrası uygulanan aclonifen'in bitki boyuna etkisi diğer herbisitlerden daha yüksek olurken, çapalama uygulamalarında ise önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Anılan özellik bakımından, herbisit uygulamaları ile kontrol parsellerinin bitki boyları birbirine yakın çıkarken, tüm çapa uygulamalarında bitki boyu değerleri daha yüksek olmuştur. Çapa uygulamalarında bitki boyunun artması, yabancı ot rekabetinin daha az olması ve toprağın kabartılması sureti ile bitki kök gelişimi için daha uygun bir ortamın oluşturulmasından ileri gelmiş olabilir. Ayrıca, çıkış öncesi uygulanan herbisitlerin tohumlarda fitotoksik etki yaparak bitkinin çimlenme

kabiliyetini bozduğu ve dolayısıyla bodurlaşmaya neden olduğu da bildirilmektedir (Ashour, 1990; Solh ve Pala, 1990).

3.2. Bitkide Bakla Sayısı

Çizelge 5'te de görüldüğü gibi, nohutta hem çapalama yöntemleri hem de herbisit uygulamaları yabancı ot mücadelesi yapılmayan kontrol parsellerine göre bitkide bakla sayısını önemli düzeyde arttırmıştır. Bitki başına bakla sayısı ortalamalarının ikinci yılda (22.1 adet/bitki) birinci yıla (20.2 adet/bitki) göre yüksek bulunması, ikinci yılda vejetasyon döneminde alınan yağış fazlalığı ve artan bitki boyuna bağlı olarak bitki başına çiçek ve bakla sayısının artmış olmasından kaynaklanabilir.

İki yıllık ortalamalara göre en yüksek bakla sayısı erken çiçeklenme dönemine rastlayan 36. günde yapılan çapa uygulamasında (30.5 adet/bitki), en düşük bakla sayısı ise kontrol uygulamasından (11.1 adet/bitki) elde edilmiştir. Herbisitler arasında ise İmazethapyr uygulamasının diğer herbisitlere göre bitkide bakla sayısı artışı yönünden etkisi daha yüksek olmuştur. Herbisit uygulamaları ile çapa uygulamaları karşılaştırıldığında erken dönemde (12. gün) ve geç dönemde (60. gün) yapılan çapalama dışında, çapa uygulamalarının herbisit uygulamalarına göre bakla sayısına daha olumlu etki yaptığı söylenebilir. Nitekim, herbisitlerin fitotoksik etkileri nedeniyle bitki gelişmesinde duraksamalara neden olabileceği buna bağlı olarak ta bitki boyunda, dal sayısında ve bakla sayısında azalmaların olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Basler, 1981; Solh ve Pala, 1990; Uzun, 1992).

3.3. Bitkide Tane Sayısı

Nohutta yabancı ot kontrolü amacıyla farklı çapalama zamanları ile herbisit uygulamaları, bitkide tane sayısını önemli düzeyde arttırmıştır.

İki yıllık ortalamalara göre, nohutta farklı yabancı ot mücadele yöntemlerinde bitkideki tane sayısında önemli varyasyonlar (10.4-29.4 adet/bitki) ortaya çıkmıştır (Çizelge 5). Herbisitler arasında İmazethapyr uygulaması, çapa uygulamaları arasında ise 36. günde yapılan çapalama bitkide tane sayısı bakımından etkili uygulamalar olarak tespit edilmiştir. Geç dönemde (60. gün) yapılan çapalama dışında yabancı otla mücadele yöntemleri (herbisit ve çapalama) kontrol uygulamasına göre bitkide tane sayısını önemli derecede arttırmıştır. Çapalama ile herbisit uygulamaları karşılaştırıldığında ise, çok erken ve çok geç çapalama zamanı dışında 24 ve 48. günler arasında yapılan çapalamanın, herbisit uygulamalarına göre daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Tane sayısı bakla sayısı ve bakla içindeki tane adedi ile doğrudan ilişkili bir özelliktir. Dolayısıyla çapalama yapılan parsellerde bakla sayısının fazla olması tane sayısının da yüksek olmasına neden olmuştur.

Çizelge 5. Farklı çapalama zamanları ile herbisit uygulanan nohutta, bitki boyu (cm), bakla sayısı (adet/bitki) ve bitkide tane (adet/ bitki) sayısı ortalamaları

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)			Bakla sayısı (adet/bitki)			Tane sayısı (adet/ bitki)		
	2005	2006	Ort.	2005	2006	Ort.	2005	2006	Ort.
Afalon	28.9	29.0	29.0	19.6	21.2	20.4	18.4	19.6	19.0
Pursuit	29.3	30.5	29.9	25.9	25.9	25.9	25.7	24.6	25.1
Challenge	31.5	32.3	31.9	20.2	20.4	20.3	19.1	19.6	19.4
12. Gün	29.7	37.3	33.5	16.6	21.1	18.9	15.2	19.8	17.5
24. Gün	31.0	37.3	34.2	28.3	26.2	27.2	27.6	25.0	26.3
36. Gün	29.4	36.5	32.9	29.5	31.5	30.5	28.4	30.3	29.4
48. Gün	30.5	37.1	33.8	22.9	24.5	23.7	21.3	23.7	22.5
60. Gün	28.8	34.5	31.6	10.2	14.3	12.2	9.5	13.5	11.5
KONTROL	29.2	30.6	29.9	8.9	13.4	11.1	8.1	12.8	10.4
Ortalama	29.8	33.9	31.9	20.2	22.1	21.1	19.2	21.0	20.1
CV (%)	8.17	5.35	6.74	5.65	10.50	8.64	4.65	9.82	7.90
LSD _{yıl x uygulama}	2.78**			1.57*			2.06**		

*: 0.05, **: 0.01 seviyesinde önemli

3.4. Bitkide Tane Verimi

Yabancı ot kontrolü amacıyla farklı çapalama zamanları ve herbisit uygulanan nohutta, bitkide tane verimine ilişkin elde edilen ortalamalar Çizelge 6'da verilmiştir. Özellikle ilk gelişme dönemleri başta olmak üzere nohut'un yabancı otlarla rekabet gücü zayıf olduğundan yabancı ot mücadelesi yapılmayan ve geç dönemde (60. gün) yapılan çapalamada, bitkide tane verimi önemli düzeylerde azalmıştır. Benzer şekilde erken dönemlerde yapılan çapalama uygulamasında da ilerleyen dönemlerde düşen yağışlara bağlı olarak tekrar yabancı ot gelişimi olmakta ve bitki gelişimi yavaşlamaktadır. Denememizde de çıkıştan sonra 12. günde yapılan çapa uygulamasında bitki verimleri nispeten düşük gerçekleşmiştir. Çalışmada, ikinci yılın tek bitki tane verim ortalaması (8.42 g/bitki) birinci yılın bitki tek bitki tane verim ortalamasından (7.73 g/bitki) yüksek çıkmıştır. Bu farklılığın ikinci yılda bitki başına bakla ve tane sayısının birinci yıla göre daha yüksek olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

İki yıllık ortalamalara göre, en yüksek tek bitki tane verimi 36. günde yapılan çapalama uygulamasında (12.27 g/bitki), en düşük tek bitki tane verimi ise (4.02 g/bitki) kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Herbisitler içerisinde İmazethapyr uygulamasının tek bitki tane verimine etkisi diğer herbisitlerden daha yüksek olurken, çapalama uygulamalarında ise çok erken çapalama (12. gün) ve çok geç çapalama (60. gün) zamanları dışındaki çapalama uygulamalarında tek bitki tane verimi herbisit uygulamalarına göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Özellikle çıkış sonrası uygulanan aclonifen herbisitinin etkinliğinin artması ve kültür

bitkisine fitotoksik etki yapmaması amacıyla bitkilerin gelişme devrelerinin iyi ayarlanması ve havalının nispeten güneşli olması gerekmektedir. Uygulamada bu koşulların sağlanması zaman zaman kısıtlı olmaktadır. Çalışmada kontrole göre çok geç çapalama dışında tüm çapalama zamanlarının ve herbisit uygulamalarının tek bitki tane verimini artırdığı görülmüştür. Herbisitler, tohumlara yaptığı fitotoksik etkilere bağlı olarak; çimlenme düşüklüğü, köklerin ince ve kısa olması gibi nedenlerden dolayı bitkinin bodurlaşmasına ve dolayısıyla bitki boyunun kılmasına neden olmaktadır. Bu bodurlaşma bitkide dal sayısına ve bakla sayısına yansımakta, bunun sonucu olarak tek bitki verimi de azalmaktadır (Ashour, 1990; Solh ve Pala, 1990).

3.5. 1000 Tane Ağırlığı

Çizelge 6'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, çapalama ve herbisit uygulamaları nohutta 1000 tane ağırlığını önemli düzeyde etkilemiştir. Bin tane ağırlığı yönünden her iki yılın ortalamaları birbirine benzer (I. Yıl: 393 g II yıl: 395 g) olmuştur.

İki yıllık ortalamalara göre, nohutta farklı yabancı ot mücadele yöntemlerinde 1000 tane ağırlığı değerleri 378-418 g arasında bulunmuştur. 1000 tane ağırlığı bakımından en iyi sonuçlar herbisitler arasında İmazethapyr uygulaması, çapa uygulamaları arasında ise 36. günde yapılan çapalamadan elde edilmiştir. Tüm yabancı ot mücadele uygulamaları kontrole göre 1000 tane ağırlığını arttırmış, geç dönemde (60. gün) yapılan çapalama hariç diğer çapalama uygulamaları 1000 tane ağırlığını herbisit uygulamasına göre yükseltmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı çapalama zamanları ile herbisit uygulanan nohutta, bitki tane verimi (g/bitki), 1000 tane ağırlığı (g) ve hasat indeksi (%) ortalamaları

Uygulamalar	Tek bitki tane verimi (g/bitki)			1000 tane ağırlığı (g)			Hasat indeksi (%)		
	2005	2006	Ort.	2005	2006	Ort.	2005	2006	Ort.
Afalon	7.19	7.36	7.28	385	382	383	43.8	42.9	43.3
Pursuit	10.31	10.00	10.15	393	397	395	44.5	45.1	44.8
Challenge	7.68	7.46	7.57	395	383	389	43.2	41.2	42.2
12. Gün	6.07	7.80	6.93	395	394	394	43.4	46.8	45.1
24. Gün	11.17	10.33	10.75	404	404	404	44.9	49.8	47.4
36. Gün	11.74	12.80	12.27	411	424	418	46.7	52.7	49.6
48. Gün	8.55	9.80	9.17	397	411	404	44.1	48.1	46.1
60. Gün	3.75	5.33	4.54	379	380	380	39.4	46.3	42.8
KONTROL	3.08	4.96	4.02	379	378	378	39.0	44.1	41.6
Ortalama	7.73	8.42	8.08	393	395	394	43.2	46.6	44.8
CV (%)	5.54	11.72	9.43	1.45	1.57	1.51	2.25	3.28	2.85
LSD _{yıl x uygulama}	0.73*			5.74*			1.65**		

*: 0.05, **: 0.01 seviyesinde önemli

3. 6. Hasat İndeksi

Nohutta farklı yabancı ot çapalama zamanları ve herbisit uygulamalarının hasat indeksine etkisine ilişkin değerler Çizelge 6'da gösterilmiştir. Çalışmanın ikinci yılındaki hasat indeksi ortalamaları (% 46.6) birinci yıla (% 43.2) göre daha yüksek olmuştur. Nitekim yılların ortalaması da istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. İkinci yılda bakla sayısı, baklada tane sayısı ve tek bitki veriminin birinci yılın ortalamalarından yüksek olmasının hasat indeksinin de artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Çalışmada herbisit uygulamaları ile geç dönemde (60. gün) çapalama uygulamalarındaki hasat indeksi değerleri kontrol uygulamasına yakın belirlenirken, diğer çapa uygulamalarındaki hasat indeksi değerleri daha yüksek olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre en yüksek hasat indeksi 36. günde yapılan çapa uygulamasında (% 49.6), en düşük hasat indeksi ise kontrol uygulamasında (% 41.6) tespit edilmiştir. Herbisitler arasında İmazethapyr uygulamasının hasat indeksine etkisi diğer herbisitlerden daha yüksek olurken, çapalama uygulamalarında ise 36. günde yapılan çapa uygulaması diğerlerine göre daha etkili olmuştur. Herbisit uygulamaları ile çapa uygulamaları karşılaştırıldığında tüm çapa uygulamalarındaki hasat indeksi değerleri herbisit uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur. Bu durum, diğer verim unsurlarında belirtilen sebeplerden dolayı herbisit uygulamaları sonucu bitkilerin daha hassas duruma gelmesinin hasat indeksinin düşük olmasına neden olduğu şeklinde açıklanabilir.

3. 7. Tane Verimi

Nohut tarımında kimi yıllar ortaya çıkan hastalık (antraknoz hastalığı) ve zararlı epidemisi, yabancı ot sorunu, bakım, hasat-harmanın el emeğine dayalı olması ve pazarlama sorunları nedeniyle üretim azalmaları yaşanmaktadır. Özellikle gelişmenin ilk dönemlerinde nohut bitkisi yabancı ot rekabetine çok

duyarlı olması nedeniyle bu dönemde yabancı ot mücadelesi yapılmazsa verimde önemli kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Yetiştirme süresince yapılacak ot savaşında ve özellikle kışlık ekimlerde en uygun yöntem mekanik yabancı ot kontrolüdür. Yabancı ot öldürücü kimyasal uygulamalarında ise uygun ilaçların belirlenerek, ilaçlamada uygun koşulların sağlanması konusunda pratikte sorunlar yaşanması, herbisitlerin etki süresinin dışına çıkılması ve etkin bir yabancı ot kontrolü yapılamamasına neden olmaktadır

Araştırmamızda farklı çapalama zamanları ve herbisit uygulamalarının nohutta dekara tane verimine etkileri önemli bulunmuştur. Çıkıştan sonra 60. günde yapılan çapalama uygulaması dışında tüm uygulamalar her iki yılda da dekara tane verimini arttırmıştır. Yılların ortalamaları incelendiğinde; tane verimi ortalamalarının her iki yılda da (birinci yıl 101 kg/da ve ikinci yıl 103 kg/da) birbirine yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 7).

Denemede konu olan uygulamalar arasında iki yıllık ortalamaya göre en yüksek tane verimi erken çiçeklenme dönemine rastlayan 36. günde yapılan çapa uygulamasında (143 kg/da), en düşük tane verimi ise kontrol uygulamasında (59 kg/da) tespit edilmiştir. Ancak çok geç dönemde (60. gün) yapılan çapa uygulamasından elde edilen tane verimi ile kontrol uygulaması arasında istatistiksel olarak bir fark ortaya çıkmamıştır. Herbisitler arasında en yüksek tane verimi ekim öncesi verilen İmazethapyr uygulamasından (121 kg/da), çapa uygulamaları arasında ise 36. günde yapılan çapa uygulamasından elde edilmiştir. Nohutta gelişmenin ilk 4. ve 6. haftalarının yabancı ot rekabeti için en kritik periyot olduğu (Ahlavad ve ark., 1981) ve bu dönemlerden önce (12. gün) ve çok geç (60. gün) yapılan çapalama uygulamalarında tane veriminin düştüğü bildirilmektedir. Herbisit uygulamaları ile çapa uygulamaları karşılaştırıldığında tane verimi bakımından genel olarak çapa uygulamalarının daha olumlu sonuçlar verdiği söylenebilir.

Çizelge 7. Farklı çapalama zamanları ile herbisit uygulanan nohutta, birim alan tane verimi ortalamaları (kg/da)

Uygulamalar	Tane verimi (kg/da)		
	2005	2006	Ortalama
Afalon	101	102	101
Pursuit	127	115	121
Challenge	105	100	103
12. Gün	97	101	99
24. Gün	131	117	124
36. Gün	142	145	143
48. Gün	100	111	105
60. Gün	58	69	63
KONTROL	51	67	59
Ortalama	101	103	102
CV (%)	3.95	4.83	4.42
LSD _{yıl x uygulama}	5.87**		

** : 0.01 seviyesinde önemli

Çalışmada, yabancı ot mücadelesi yapılmayan kontrol parsellerine göre herbisit uygulamaları ile % 105'e, çapalama yöntemi ile % 142' ye varan verim artışları gözlenmiştir. Nohut ve mercimek üzerine yapılan çalışmalarda herbisitlerin, tohumun çimlenme kabiliyetini olumsuz etkileyerek çıkışın azalmasına, fidelerin bodurlaşmasına, köklerin kısa ve ince olmasına, bazı yaprak yanıklıklarına ve yaprak hastalıklarına neden olarak tane veriminin düşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Basler, 1981; Ahlavad ve ark., 1981; Uzun, 1992; Abdou and Ashour, 1990 ve Wall, 1994). ICARDA'da nohutta yabancı ot kontrolü üzerine yapılan çalışmalarda, yabancı ot kontrolünün verimi % 107 oranında artırdığını ve gelişmenin ilk 4. ve 6. haftalarının yabancı ot rekabeti için en kritik periyotlar olduğunu belirtilmiştir. Etkili bir yabancı ot kontrolü nohutta verimi % 17-105 arasında artırabilmektedir (ICARDA-FSP, 1986). Sexana ve ark., (1976) ise nohutta çıkıştan ilk 30 ve 60 gün arasındaki dönemin yabancı ot kontrolü için en kritik dönem olduğunu belirtmişlerdir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nohutta yabancı ot mücadele zamanları ile herbisit uygulamalarının verim ve bazı verim unsurları üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışma sonucunda, incelenen tüm özellikler, çapalama ve herbisit uygulamalarından kontrol uygulamasına göre olumlu yönde etkilenmiştir. Çalışmada iki yıllık ortalamalar yönünden en uygun yabancı ot mücadele zamanı 24. ve 36. günde yapılan çapalama uygulamalarından elde edilmiştir. Herbisitler arasında ise çıkış öncesi uygulanan imazethapyry'nin denemeye alınan diğer herbisitlere göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Araştırmamızda ele aldığımız özelliklere ilişkin elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonucunda tüm karakterlerde yıl x uygulama interaksyonunun önemli çıkması nedeniyle kesin yargılara varmak doğru olmayabilir. Bununla birlikte iki yıllık deneme sonuçlarına göre; nohutta yabancı ot mücadelesinin,

çıkışı takiben 4. ve 6. haftalar arasında çapalama şeklinde yapılmasını tavsiye edebiliriz. Ancak işgücünün kısıtlı olduğu yerlerde ya da ekim yönteminin çapalamaya uygun olmadığı durumlarda kimyasal ot öldürücülerden çıkış öncesi uygulanan imazethapyry 'in kullanılması önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

- Abdou, R.F. and Ashour, A.S., 1990. Developmental and cytological effects of herbicides prometryne, trifluralin, and EPTC in lentil. *Lens Newsletter*, 17, 1: 17-20.
- Ahlatwat, I.P.S., Singh, A. and Saraf, C.S., 1981. It pays to control weeds in pulses. *Indian Farming* 31: 11-13.
- Anonim a, 2005. FAO, Food and Agricultural Organization.
- Anonim b, 2005. Tarımsal Yapı ve Üretim, Ankara
- Basler, F. 1981. Weeds and their control. In: *Lentils*. (Eds: C. Webb and G. Hawtin). Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK, pp. 143-154.
- Bhan, V.M. and Kukula, S., 1987. Weeds and their control in chickpea. Pages 319-328 in *The Chickpea* (Saxena, C. and Singh, K.B., eds.). C.A.B. International, Wallingford. Oxen, U.K.
- Calcagno, F., Gallo, G., Venora, G. and Restuccia, G., 1987. Primi risultati di ricerca sperimentali sul diserbo chimico del cece. *Zn La Coltura Del Cece in Italia*. ENEA, Atti della giornata tenuta presso il Centro Ricerche Energia della Casaccia, Roma, Italy.
- Çiftçi, C., 2004. Dünya'da ve Türkiye'de Yemelik Tane Baklagiller Tarımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Teknik Yayınlar Dizisi No:5, Ankara
- Demir, A., Tepe, İ., Erman, M., 2005. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) farklı mücadele yöntemlerinin yabancı otlanmaya, verime, bazı verim unsurlarına ve nodülasyona etkisi(1) yüzüncü yıl üniversitesi tarım bilimleri dergisi. cilt: 15 , sayı: 1.
- El-Brahli, E., 1988. Lutte contre les mauvaises herbes dans la lentille elt e pois-chiche d'hiver en zone semi aride in proceedings of the seminar on food legumes in morocco, Settat, April 7-9, 1987. INRA/ICARDA.

- ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), 1981-1987. International Nursery Reports of Food Legume Improvement Program. No. 5 to 10. Aleppo, Syria.
- ICARDA-FSP (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas - Farming System Program), 1986. Annual Report. Aleppo, Syria.
- Kantar, F., Elkoca, E., Zengin, H., 1999. Chemical and agronomical weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Aziziye-94) Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) 631-635 © TÜBİTAK
- Knott, C.M. and Halila, M.H., 1988. Weeds in food legumes-problems, effects and control methods. In World Crops, Cool season Food Legumes (Summerfield, R.J., ed.). Proceeding of International Conference on Food Legume Research, July 6-11, 1986. Spokane, Washington, USA.
- Mohammedi, G.A., Javanshir, F.R., Khoorie, S.A., Mohammadi, S., Salmasi, Z., 2005. Weed Research, February 2005, vol. 45, no. 1, pp. 57-63 (7).
- Saxena, M.C., Subramaniyam, K.K. and Yadav, D.S., 1976. Chemical and mechanical control of weeds in gram. Pantnagar Journal of Research 1:112-116.
- Solh, M.B., Palk, M., 1990. International centre of agriculture research in the dry areas (ICARDA). Weed Control of Chickpea, Options Mediterranean - Serie Seminaires-no: 9 - 1990: 93-99.
- Uzun, A. 1988. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamına giren bazı illerde mercimekte yabancı ot ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. TÜBÜTAK 18-21 Ekim 1988, V. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Antalya, Bildiri Özetleri, 84.
- Wall D.A. 1994. Response of flax and lentil to seeding rates, depths and spring application of dinitroaniline herbicides. Canadian Journal of Plant Science, 74: 875-882.

YEŞİL GÜBRE UYGULAMALARININ MISIR-BUĞDAY MÜNAVEBESİNDE BİTKİLERİN VERİM VE BAZI TARIMSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet Arif ÖZYAZICI* Gülen ÖZYAZICI Osman ÖZDEMİR
Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, SAMSUN

*e-mail: arifozyazici@hotmail.com

Geliş Tarihi: 09.11.2007

Kabul Tarihi: 20.01.2009

ÖZET: Bu araştırma, sürdürülebilir tarım açısından büyük önem taşıyan yeşil gübrelemenin; kendisinden sonra yetiştirilen mısır ve buğday ana ürünlerinde kimyevi gübrelerin kullanımını azaltma olanaklarını belirlemek, yeşil gübrelemeyi ekim nöbeti sistemi içerisinde yerleştirmek amacıyla planlanmıştır. Araştırma, 2000-2004 yılları arasında Çarşamba Ovası koşullarında üç münavebe periyodu halinde yürütülmüştür. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve “yeşil gübreleme + mısır + buğday” münavebe sistemi uygulanmıştır. Yeşil gübre bitkisi olarak yem baklası (*Vicia faba L.*) kullanılmıştır. Araştırmada yeşil gübrenin iki farklı uygulama şekli ve her iki yeşil gübreleme uygulamasında yetiştirilen mısır ve buğday ürünlerine verilen 4 farklı azot dozları araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Buna göre; yeşil gübre yem baklasının tamamıyla toprağa gömülmesi ve yem baklasının otu biçilip parselden kaldırıldıktan sonra geriye kalan anızın toprağa gömülmesi suretiyle iki farklı yeşil gübre uygulaması yapılmıştır. Her iki yeşil gübre uygulamasından sonra münavebe dahilinde mısır ve buğday bitkileri yetiştirilmiş ve azot dozları olarak mısır için 0, 6, 12, 18 kg N/da, buğday için 0, 5, 10, 15 kg N/da uygulanmıştır. Ayrıca araştırma konusu olarak; münavebede yer alan mısır ve buğday bitkilerine toprak analiz sonuçlarına dayanan azot, fosfor ve potasyumlu gübre uygulayarak “geleneksel sistemde mısır ve buğday yetiştirilmesi” sistemi ile boş geçen (yeşil gübresiz) kışlık ara devreden sonra azot verilmeksizin mısır+buğday münavebe sistemini içeren uygulamalar da ele alınmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; Çarşamba Ovası koşullarında ele alınacak münavebe sistemi içerisinde kışlık ara devrede yeşil gübre olarak yem baklası bitkisi yetiştirme olanağı vardır. Yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilip toprağa gömülen yem baklası üzerine ekilen mısıra 12 kg/da N, mısırdan sonra yetiştirilen buğdaya ise 10 kg/da N verilmesinin, yeterli olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Baklagil, Yeşil gübreleme, Mısır, Buğday, Münavebe

THE EFFECTS OF GREEN MANURE APPLICATIONS IN MAIZE-WHEAT CROP ROTATION ON YIELD AND SOME AGRICULTURAL CHARACTERISTICS

ABSTRACT: This research has been planned; to show the effects of green manuring, which has a high importance in sense of sustainable agriculture, to determine the possibility of reducing the use of artificial fertilizers in maize and wheat main cropping planted after green manuring and to integrate green manuring in rotation cropping system. The research has been carried out between 2000-2004 at Çarşamba lowland conditions for three periods of rotation times. Experiments have been set up by using randomized complete block design with four replications and “green manuring + maize + wheat” rotation systems. Forage fava bean (*Vicia faba L.*) has been used as green manure plant. In this research two different manuring types were investigated: burying all body parts (root, stubble, soil surface parts) of green manure plants to the soil and burying the remaining stubble and roots after cutting over the grasses. In these two different application types the application of different doses of nitrogen to the main products grown after green manuring (for maize 0, 6, 12, 18 kg/da N, for wheat 0, 5, 10, 15 kg/da N), the nitrogen application in the traditional system advised as the consequence of researchs performed in the area for the plants which are present in the rotation of crops (for maize 16 kg/da N, for wheat 20 kg/da N) and the check plot applications in which no green manure and nitrogen applications are involved were investigated.

According to the obtained results; there is possibility to grow up forage fava bean as a green manure crop in the rotation of crops in winter free season at Çarşamba lowland conditions. It was determined that application of 12 kg/da N to the maize sown after forage fava bean (*Vicia faba L.*) grown up for green manuring and application 10 kg/da N for the wheat grown up after the maize will be sufficient.

Keywords: Legume, Green manuring, Maize, Wheat, Crop Rotation

1. GİRİŞ

Karadeniz Bölgesi'nde önemli bir tarımsal potansiyele sahip olan Bafra ve Çarşamba Ovalarında hububat, endüstri bitkileri, yağlı tohumlar, kışlık ve yazlık sebze tarımı yapılmaktadır. Tarla tarımı içerisinde “buğday+mısır+ayçiçeği, buğday+ikinci ürün mısır veya soya, çeltik+çeltik, buğday+ayçiçeği, mısır+soya, mısır+ayçiçeği, buğday+sebze+şeker pancarı, buğday+sebze+buğday” gibi ekim nöbeti sistemleri uygulanmakta, buğday ve mısır önemli miktarlarda yetiştirilmektedir. Yörede, sürekli olarak aynı ekim nöbeti çifti birkaç yıl üst üste yapıldığı zaman toprak yapısının bozulduğu, toprağın besin

maddeleri yönünden zayıfladığı ve dolayısıyla toprakların verim güçlerinin azaldığı dikkati çekmektedir. Mısır veriminin 372 kg/da, buğday veriminin ise yaklaşık 214 kg/da olduğu yörede (Anonymous, 2007), mevcut ekim nöbeti sistemleri içerisinde, özellikle de mısır-buğday yetiştirilen alanlarda söz konusu bitkilerden daha iyi verim alabilmek için, üreticiler yüksek miktarlarda azotlu gübre kullanmaktadırlar. Kullanılan fazla azotun bir kısmı yağışlarla ve sulama suyu ile kolayca yıkanarak yer altı suyuna karışmakta, bunun sonucunda da çevre ve su kirliliği ortaya çıkmaktadır.

Aşırı ve bilinçsiz kimyasal gübrelemenin yarattığı bu olumsuzluklar dikkate alındığında, mısır+buğday yetiştirilecek bir alanda; toprağın gevşetilmesi, toprak yapısının iyileştirilmesi, toprağa azot ve organik madde kazandırılması için pratik olabilecek yöntemlerden en önemlisi ekim nöbetinde baklagil yembitkilerinin yem veya yeşil gübre bitkisi olarak yetiştirilmesidir. Karadeniz Bölgesi'nde tarla tarımına uygun arazi varlığı çok az ve küçük parçalı olduğundan çiftçiler öncelikle kendi gereksinimlerini karşılamak için üretim yapmaktadırlar. Bu durumda, bölgede yetiştirilen ana ürünlere zarar vermeden veya alanını azaltmadan, yembitkileri tarımına yer vermek önem taşımaktadır. Bir başka ifade ile, yem veya yeşil gübre olarak ekilecek herhangi bir bitkinin, ekim nöbeti düzenleri içinde ayrı bir ürün olarak yer kazanması beklenemez. Ancak, ara bitkisi olarak yörede yerini alabilir. Bu şekilde bölgemizde, yazlık ana ürünlerin araziyi boş bıraktığı sonbahar, kış ve erken ilkbahar aylarında ot üretimi veya yeşil gübre amacıyla tek yıllık baklagil yembitkisi yetiştirilmesi çiftçi tarafından daha kolay benimsenebilir ve yaygınlaşabilir.

Kuşkusuz yeşil gübrelemenin; toprağa organik madde ve bitki besin elementleri sağlaması, toprağın biyolojik aktivitesini artırması, toprağın bazı temel fiziksel özellikleri (yapı, gözenek hacmi ve dağılımı, infiltrasyon, su ve ısı kapasitesi) üzerine iyileştirici etkide bulunması, bitki gelişmesi yönünden uygun koşullar yaratması ve dolayısıyla ürünün verim ve kalitesini artırması gibi pek çok yararları olduğu bir gerçektir. Yeşil gübrelemede azotun bağlanma işini, ya da geniş çapta organik maddeyi oluşturan kaynağın mikroorganizma olduğu unutulmamalıdır. İşte azotun, çevre kirliletmeden ve kaynak tüketmeden tek üretim yolu yeşil gübrelemedir. Yaygın ve ekonomik olan bu yolun en önemli bir niteliği de canlı (biyolojik) parçası olmasıdır. Değişik iklim ve toprak şartlarında yapılan birçok araştırmalarla (Ahlgren, 1956; Pumphery ve Koehler, 1958; Bakır, 1970; Rahweder ve Powel, 1973; Yalçuk, 1976; Selçuk, 1978; Tisdale ve Nelson, 1982; Kahnt, 1983), yeşil gübre bitkilerinin münavebeye girdiği sistemlerde kendilerinden sonra yetiştirilen ürünlerde önemli ölçüde verim artışları sağlandığı ortaya konmuştur.

Çukurova'da, çalı formundaki *Leucaena leucocephala* adlı baklagil bitkisinin yem ve yeşil gübre değerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada; yeşil gübre amacıyla oluşturulan *Leucaena* şeritleri arasında 12.5 kg/da azot uygulanarak yetiştirilen mısırın bitki boyu ve dekara tane verimi açısından, klasik yetiştirme sistemi olan 25 kg/da azot uygulayarak yetiştirilen mısıra göre istatistiksel olarak önemli bir fark göstermediği ortaya konmuştur (Tükel ve ark., 1996).

Uzun ve ark. (2005), Bursa koşullarında kışık ara ürün olarak ot üretimi ve yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen adi fiğın, farklı azot dozları uygulanarak yetiştirilen mısır bitkisinde tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisini incelemiştir.

Buğday anızının kontrol olarak kullanıldığı çalışmada mısırdaki 0, 7.5, 15.0, 22.5, 30.0 ve 37.5 kg N/da dozları ele alınmıştır. Araştırma sonucuna göre; mısır bitkisinde azot dozlarının ortalaması olarak, ot üretimi amacıyla yetiştirilen adi fiği izleyen mısırdan 1470.2 kg/da değeri ile en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Aynı çalışmada ot üretimi amacıyla yetiştirilen fiği izleyen mısır ekiminde 7.5 kg/da azot dozunun, buna karşılık yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen fiğden sonra mısır ekiminde ise 15.0 kg N/da dozunun yeterli olacağı belirlenmiştir.

Öte yandan, yeşil gübreleme amacıyla kullanılan yeşil gübre bitkilerinin yalnız toprak üstünde gelişen organlarının toprak altına getirilmesi ile organik madde ilave edilmemekte; aynı zamanda köklerin oluşturduğu organik madde miktarı da büyük bir değere ulaşmaktadır. Bu bakımdan ot sorunu çekilen mevsimlerde, söz konusu yeşil gübre bitkilerinin otu için biçildikten sonra kalan kısmı toprağa karıştırılmak suretiyle de yeşil gübreleme yapılabilir.

Yembitkilerinin bu yararlarına rağmen, azotlu gübre kullanımının kolaylığı baklagillerin tarımda kullanımını azaltmış, buna karşılık suni azotlu gübrelerin tüketimi artmıştır. Aşırı gübre tüketimi, bu tüketime paralel olarak çevre kirliliği ile gübre fiyatlarındaki anormal artışlar ve dolayısıyla maliyet artışları tüm Türkiye'de olduğu gibi bölgede de büyük bir sorun haline almıştır.

Yapılan bu çalışmada, son yıllarda adından sıkça söz edilen organik tarımın önemli uygulama alanlarından biri olan, fakat pratikte pek yaygınlaşamayan yeşil gübreleme konusu araştırılmıştır. Araştırmada; Orta Karadeniz tarımının en önemli temsilcisi durumundaki Çarşamba Ovası'nda uygulanan mısır+buğday ekim nöbeti sistemi esas alınarak, kışık ara ürün olarak yetiştirilen yem baklasıyla yapılan yeşil gübrelemenin, mısır ve buğday ana ürünlerinde kimyevi gübrelerin kullanımını azaltma olanaklarını belirlemek ve yeşil gübrelemeyi ekim nöbeti sistemi içerisinde yerleştirmek, amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Yerinin Genel Tanımı, Toprak ve İklim Özellikleri

Araştırmada tarla denemeleri, Samsun Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Çarşamba Deneme İstasyonu arazisinde 2000-2004 yılları arasında üç münavebe periyodu halinde yürütülmüştür. Araştırmada "yeşil gübreleme + mısır + buğday" ekim nöbeti sistemi uygulanmış ve bu sistem çerçevesinde her yıl kurulan denemeler, I. Periyot (2000 yılında ilk kurulan deneme), II. Periyot (2001 yılında kurulan deneme) ve III. Periyot (2002 yılında kurulan son münavebe periyodu) münavebe denemeleri şeklinde isimlendirilmiştir.

Buna göre her üç deneme yerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 2000, 2001 ve

Çizelge 1. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (0-20 cm)*

Münavebe periyotları	İşba (%)	pH	Toplam tuz (%)	Kireç (%)	Organik madde (%)	Yarayışlı besin maddeleri (kg/da)	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
I. Periyot münavebe denemesi-tesis yılı (2000 yılı)	66	7.83	0.05	5.88	2.77	4.3	54
I. Periyot münavebe denemesi-mısır hasat sonrası	55	7.98	0.06	5.75	2.36	4.4	35
II. Periyot münavebe denemesi-tesis yılı (2001 yılı)	66	7.88	0.06	8.33	1.77	4.1	31
II. Periyot münavebe denemesi-mısır hasat sonrası	58	7.94	0.05	8.00	1.69	1.8	27
III. Periyot münavebe denemesi-tesis yılı (2002 yılı)	66	7.91	0.05	6.32	2.28	1.1	27
III. Periyot münavebe denemesi-mısır hasat sonrası	56	8.02	0.05	5.55	1.97	2.4	25

*Analizler Samsun Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü laboratuvarında yapılmıştır.

2002 yıllarında, yeşil gübre bitkisinin ekim öncesinde deneme alanlarından alınan toprakların; bünyelerinin killi-tınlı, tuzsuz, hafif alkalın reaksiyonda, orta seviyede kireçli, yarayışlı fosfor kapsamlarının az ve çok az arasında değiştiği, yarayışlı potasyum bakımından I. periyot deneme alanının fazla, II. periyot deneme alanının yeterli, III. periyot deneme yerinin ise orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Organik madde bakımından ise I. ve III. periyot münavebe denemesi topraklarının orta seviyede, II.Periyot deneme yerinin ise az seviyede olduğu görülmüştür. Araştırmada ele alınan münavebe sitemine göre mısır hasat sonrası (buğday ekim öncesi) alınan toprakların analiz sonuçları incelendiğinde ise; toprakların bünyesinin, toprak reaksiyonunun, toplam tuz ve kireç değerlerinin münavebenin başlangıç değerleriyle benzerlik gösterdiği, III. periyot münavebe denemesi alanında toprak organik maddesinin az, I. periyot deneme alanında toprakların yarayışlı potasyum içeriklerinin yeter, II. periyot deneme alanında yarayışlı fosfor içeriklerinin çok az ve potasyum kapsamının ise orta seviyede oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Serin yarı rutubetli, yazları sıcak ve kurak, kışları serin ve yağışlı geçen Çarşamba Ovası'nın iklim özelliği Karadeniz Bölgesi'nin genel iklim özelliklerini taşımaktadır. Samsun ili uzun yıllar (31 yıllık) sıcaklık ortalaması 14.2 °C olup, araştırma yılları yıllık sıcaklık ortalaması ise 14.2-15.5 °C arasında değişiklik göstermiştir. Araştırma yıllarında mısır bitkisinin vejetasyon döneminde (mayıs-ekim) ortalama sıcaklıklar (19.8-20.9 °C) uzun yıllar (31 yıllık) ortalaması (19.6 °C)'ndan biraz yüksek çıkmıştır. Araştırma yılları itibariyle buğday bitkisinin vejetasyon döneminde (kasım-temmuz) kaydedilen ortalama sıcaklıklar ise 12.1-13.5 °C arasında değişiklik göstermiş, aynı dönemde uzun yıllar

ortalaması ise 12.4 °C olarak kaydedilmiştir. Yörede uzun yıllar itibariyle ortalama nispi nem oranı % 73.9 olarak gerçekleşmiş, buna karşılık 2000-2004 yılları arasındaki nispi nem ortalaması % 71.1-74.5 arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmada, 2000 yılında toplam 625.4 mm, 2001 yılında 648.7 mm, 2002 yılında 573.3 mm, 2003 yılında 779.7 mm ve 2004 yılında da 866.7 mm yağış düştüğü saptanmıştır. Uzun yıllar verilerine göre ise yıllık 680.0 mm yağış kaydedilmiştir. Araştırma yılları ortalaması olarak; mısır bitkisinin yetiştirme periyodunda 205.3-387.3 mm arasında, buğday bitkisinin yetiştirme periyodunda ise 482.2-725.5 mm arasında yıllık toplam yağış miktarları tespit edilmiştir (Anonymous, 2005).

2.2. Tarla Deneme Tekniği ve Konular

Baklagil yem bitkilerinden yem baklası (*Vicia faba L.*)'nın yeşil gübreleme materyali olarak kullanıldığı araştırmada; yeşil gübrenin iki farklı uygulama şekli ve her iki yeşil gübreleme uygulamasında yetiştirilen mısır ve buğday ürünlerine verilen 4 farklı azot dozları araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Buna göre; yeşil gübre yem baklasının tamamıyla toprağa gömülmesi ve yem baklasının otu biçilip parselden kaldırıldıktan sonra geriye kalan anızın toprağa gömülmesi suretiyle iki farklı yeşil gübre uygulaması yapılmıştır. Her iki yeşil gübre uygulamasından sonra münavebe dahilinde mısır ve buğday bitkileri yetiştirilmiş ve bu ürünlere 4 farklı azot dozu (mısır için 0, 6, 12, 18 kg N/da, buğday için 0, 5, 10, 15 kg N/da) (1-8 no'lu araştırma konuları) uygulanmıştır (Çizelge 2).

Araştırmanın 9 no'lu konusu (Çizelge 2); münavebede yer alan mısır ve buğday bitkilerine toprak analiz sonuçlarına dayanan azot, fosfor ve potasyumlu gübre uygulayarak "geleneksel sistemde mısır ve buğday yetiştirilmesi" sistemlerini

Çizelge 2. Araştırmada ele alınan konular

No	Araştırma Konuları	
1	Tüm aksamın gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 0 kg/da N, buğdaya 0 kg/da N
2	Tüm aksamın gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 6 kg/da N, buğdaya 5 kg/da N
3	Tüm aksamın gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 12 kg/da N, buğdaya 10 kg/da N
4	Tüm aksamın gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 18 kg/da N, buğdaya 15 kg/da N
5	Kök ve anız aksamının gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 0 kg/da N, buğdaya 0 kg/da N
6	Kök ve anız aksamının gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 6 kg/da N, buğdaya 5 kg/da N
7	Kök ve anız aksamının gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 12 kg/da N, buğdaya 10 kg/da N
8	Kök ve anız aksamının gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması	+ mısıra 18 kg/da N, buğdaya 15 kg/da N
9	Geleneksel sistemde gübre uygulaması = Optimum NPK	
10	Kontrol=Azotsuz-yeşil gübresiz uygulama	

içermektedir. Bir başka ifade ile 9 no'lu işlemleri içeren parsellerde yem baklası ekimleri yapılmamış ve dolayısıyla boş geçen (yeşil gübresiz) kışık ara devreden sonra mısır+buğday münavebesi uygulanmıştır. Mısır ve buğdayda azotlu gübre miktarlarının uygulanmasında; yörenin iklim ve toprak koşullarında daha önce yapılmış araştırma sonuçları baz alınmış ve mısır için 16 kg/da N (Özdemir, 1983), buğday için 20 kg/da N (Özdemir ve Güner, 1983) esas alınmıştır. Fosforlu ve potasyumlu gübre uygulamalarında ise Çizelge 1'deki toprak analiz sonuçları dikkate alınmıştır.

Araştırmanın 10 no'lu konusunda ise (Çizelge 2), 9 no'lu işlemde olduğu gibi boş geçen (yeşil gübresiz) kışık ara devreden sonra azot verilmeksizin mısır+buğday münavebesi uygulanmıştır.

Araştırmanın tarla denemeleri, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve parsel büyüklüğü 4.2m x 6.0m= 25.2 m² olarak planlanmıştır.

2.3. Araştırmanın Yürütülmesinde İzlenen Tarımsal İşlemler

Yukarıda belirtilen tarla deneme tekniği esaslarına göre kurulan araştırma; a) Yeşil gübre bitkisi yem baklasının yetiştirilmesi, b) Yeşil gübreleme uygulaması, c) Yeşil gübrelemeden sonra ana ürün mısır ve buğday denemelerinin kurulması olmak üzere başlıca üç aşamada yürütülmüştür.

a) Yem baklasının yetiştirilmesi: Yem baklasının ekimleri her üç münavebe periyotlarında da ön bitki mısır olan alanda yapılmıştır. Buna göre mısırın hasadından sonra tarla pullukla derin sürülmüş, daha sonra diskaro ve tırmık çekilmek suretiyle tohum yatağı hazırlanmıştır. Yem baklası tohumları, kasım ayının ilk haftasında 30 cm sıra arası mesafede ve 25 kg/da ekim normunda elle ekilmiştir. Ekimden önce bakla tohumları *Rhizobium leguminosarum* bakteri ırkı ile usulüne uygun olarak aşılanmıştır. Yem baklasına ekim sırasında tesis gübresi olarak her parselde eşit olacak şekilde Çizelge 1'deki toprak analiz sonuçlarına göre; 1. ve 2. periyot deneme alanlarına 10 kg/da P₂O₅, üçüncü periyot deneme alanına ise 16 kg/da P₂O₅ olacak şekilde fosforlu gübre (triple süper fosfat-% 42-44 P₂O₅) verilmiştir. Potasyumlu gübre (potasyum sülfat-% 48-52 K₂O) ise sadece eksikliği görülen 3. periyot deneme alanında 10 kg/da K₂O hesabıyla uygulanmıştır.

b) Yeşil gübreleme: Yeşil gübre uygulamasından önce yem baklasının sadece kök ve anız artıklarının toprağa karıştırılacağı parsellerde, baklanın toprak üstü kısmı yani otu biçilmiş ve tarladan uzaklaştırılmıştır. Biçilen parsellerin ot tartımları yapılarak yaş ot verimleri belirlenmiş ve bazı tarımsal özellikleri tespit etmek amacıyla ot örnekleri alınmıştır. Daha sonra, kök + toprak üstü kısmının yani yem baklasının tamamının gömüleceği parsellerde, gömme işlemini kolaylaştırmak amacıyla, deneme parselleri goble disk ile sürülerek bitkilerin olduğu yerde parçalanmaları ve toprağa hafifçe karışmaları sağlanmıştır. Sonrasında da deneme alanının tamamı pullukla sürülerek yeşil gübre materyalleri toprağa gömülmüş ve 1-1.5 ay süreyle ayrışmaya bırakılmıştır. Buna göre yeşil gübreleme uygulaması; yem baklası % 75 çiçeklenme devresinde iken, ana ürün mısır ekimini geciktirmeyecek şekilde, havalarda da müsait olduğu nisan ayı sonunda yapılmıştır.

c) Mısır + buğday münavebe denemelerinin kurulması:

Toprak hazırlığı: Mısır ekiminden önce diskaro çekilerek keseklerin parçalanması sağlanmış, daha sonra kombikürüm geçirilerek tarla mısır ekimine hazır hale getirilmiştir.

Buğday ekimi için, mısır hasadından sonra diskaro geçirilerek mısır saplarının toprağa karıştırılması sağlanmış, daha sonra pulluk ile toprak sürülmüştür. Tırmık çekilmek suretiyle de tarla buğday ekimine hazır hale getirilmiştir.

Parsel ölçüleri:

Mısır için → Ekimde: 4.2m x 6.0m = 25.2 m² (6 sıra)
Hasatta: 2.8m x 5.0m = 14.0 m² (4 sıra)

Buğday için → Ekimde: 4.2m x 6.0m = 25.2 m²
(30 sıra)
Hasatta: 3.36m x 5.0m = 16.8 m²
(24 sıra)

Ekim: Mısır ekimi mayıs ayı ortasında 0.70 m sıra arası ve 0.25 m sıra üzeri mesafesinde olacak şekilde, kombine mibzerle yapılmıştır. Tohumluk olarak "Karadeniz Yıldızı" mısır çeşidi kullanılmıştır.

Buğday ekimi ise kasım ayı içerisinde 14 cm sıra aralığına ayarlı havalı kombine mibzerle yapılmış olup, 18 kg/da ekim normu ile tohum atılmıştır. Tohumluk olarak "Panda" buğday çeşidi kullanılmıştır.

Gübre uygulaması: Çizelge 2’de belirtilen araştırma konularına göre faktör olarak incelenen azotlu gübre (% 21 N içeren amonyum sülfat) dozlarının yarısı mısır ve buğdayın ekimiyle birlikte, öteki yarısı mısır bitkileri 50 cm’ye ulaştığı dönemde, buğday bitkisi için ise kardeşlenme ortalarında uygulanmıştır. Denemelerde fosforlu gübre (% 42-44 P₂O₅ içeren triple süper fosfat) ve potasyumlu gübre (% 48-52 K₂O içeren potasyum sülfat) uygulamaları mısır ve buğday ekimleri öncesi alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları (Çizelge 1)’na göre deneme parsellerinin tamamına homojen bir şekilde ekimle beraber sıraya band usulü verilmiştir.

Bakım ve sulama: Mısır ekiminden hemen sonra tarlaya, dana burnu ve diğer zararlılara karşı kepekli ilaç atılmıştır. Bitkiler 50 cm boyda iken ikinci azotlu gübre uygulamasını takiben boğaz doldurma işlemi, yabancı otlar görüldüğünde de çapa ile mücadelesi yapılmıştır. Mısır bitkisinin suya ihtiyaç duyduğu dönemlerde (boğaz doldurma, tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde), her parselde eşit miktarlarda olacak şekilde (her bir dönemde 100 mm su) kontrollü olarak karık usulü sulama uygulanmıştır.

Buğday denemesinde yabancı ot mücadelesi olarak; yabancı yulaf, kuş yemi ve tilki kuyruğu otlarına karşı ot ilacı atılmıştır.

Hasat: Mısırdaki sap ve koçanların kuruduğu dönemde (eylül sonu-ekim ayının başlarında) koçanlar elle koparılmak suretiyle, buğdayın hasat işlemi ise tam olum devresinde (temmuz ayının ikinci haftasında) el orağı ile yapılmıştır. Hasat edilen ürünler bir iki gün güneşlenmeye bırakıldıktan sonra, parsel harman makinesi ile her parsel ayrı ayrı harman edilmiş ve tartımları yapılarak kaydedilmiştir.

2.4. Analiz ve Değerlendirme Yöntemleri

Laboratuvara getirilen yem baklasının gövde ve kök örnekleri ile mısır ve buğday bitkilerine ait tane örnekleri, önce saf su ile yıkanmış ve fazla suları alındıktan sonra, önceden 65°C’de kurutulularak daraları alınmış kese kâğıtlarına konularak 65°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Kurutulan ve kuru ağırlıkları hesaplanan örneklerin tümü öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir.

Araştırmada; mısır bitkisinde bitkiye boyu, sap verimi, tane verimi ve tane ham protein oranı değerleri, buğday bitkisinde tane verimi ve tane ham

protein oranı değerleri belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkisinin; yeşil ot verimi, kuru madde verimi ile kök ve gövdeye ait toplam organik madde, organik karbon ve C/N oranları Bulgurlu ve Ergül (1978)’e, kök ve gövdesine ait toplam azot analizi, ham protein oranı ve ham protein verimi değerleri, yem baklasının toprak altı kısımlarına ait kök ağırlığı ile mısır ve buğday bitkilerinin hasadından sonra alınan tane örneklerinde ham protein oranı Bayraklı (1987)’ya göre tespit edilmiştir. Mısır bitkisinde, her parselde hasat öncesi tesadüfen seçilen 10’ar adet bitkide toprak yüzeyi ile tepe püskülünün dallanmaya başladığı nokta arasındaki dikey uzaklık ölçülerek bitki boyları hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçların varyans analizi ve ortalamalar arasındaki farkın (Duncan testi) karşılaştırılması, Mstat paket programı ile belirlenmiş, sonuçlar Yurtsever (1984)’in bildirdiği şekilde değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yeşil Gübrelemede Kullanılan Yem Baklasının Bazı Tarımsal Özellikleri

Ele alınan münavebe sistemine göre kışlık ara ürün olarak yem veya yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen yem baklası bitkisinin bazı tarımsal özellikleri Çizelge 3 ve 4’te verilmiştir.

Araştırmada yem baklasının sadece kök ve anız aksamının gömüldüğü yeşil gübre uygulamalarında (5-8 no’lu konular), toprağa karıştırılan kuru madde ağırlıkları her üç münavebe periyotlarında sırasıyla 99.5, 81.4 ve 109.6 kg/da, toprağa kazandırılan azot miktarları ise sırasıyla 1.65, 1.73 ve 2.37 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Tüm aksamının gömülmesi suretiyle yapılan yeşil gübre uygulamalarında (1-4 no’lu konular) ise münavebe periyotları itibariyle 349.9, 258.1 ve 326.1 kg/da toplam kuru biyomas toprağa karıştırılmış olup, yem baklasının tamamının gömüldüğü bu uygulamalarda toprağa dekara 10.04-11.66 kg arasında değişen miktarlarda azot kazandırıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Yem baklası bitkisinden münavebe periyotları itibariyle sırasıyla 2122, 1536 ve 1851 kg/da yeşil ot verimi tespit edilmiştir. Elde edilen otun ham protein oranı % 20.95-29.75, ham protein verimi ise 52.46-57.98 kg/da arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Yeşil gübre yem baklası bitkisinde saptanan toprak altı ve toprak üstü biyomaslarına ait bazı veriler

Münavebe Periyotları	Kök kuru madde ağırlığı (kg/da)	Toprağa gömülen toplam (kök+topraküstü) kuru biyomas (kg/da)	Kök aksamı toplam azot (kg/da)	Kök + toprak üstü aksamı toplam azot (kg/da)	Organik karbon (%)		Azot (%)		C/N	
					Toprak altı aksamı	Toprak üstü aksamı	Toprak altı aksamı	Toprak üstü aksamı	Toprak altı aksamı	Toprak üstü aksamı
I. Periyot	99.5	349.9	1.65	10.04	33.52	46.23	1.66	3.35	20.2	13.8
II. Periyot	81.4	258.1	1.73	10.14	32.30	46.61	2.12	4.76	15.2	9.8
III. Periyot	109.6	326.1	2.37	11.66	33.00	45.98	2.16	4.29	15.3	10.7

Çizelge 4. Biçilen yem baklası otunun bazı tarımsal özellikleri

Münavebe Periyotları	Yeşil ot verimi (kg/da)	Kuru madde verimi (kg/da)	Ham Protein Oranı (%)	Ham Protein Verimi (kg/da)
I. Periyot	2122	250.4	20.95	52.46
II. Periyot	1536	176.7	29.75	52.57
III. Periyot	1851	216.5	26.78	57.98

3.2. Yeşil Gübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi

3.2.1. Bitki Boyu

Araştırmada ele alınan konulara göre, mısır bitkisinde münavebe yıllarında belirlenen ortalama bitki boyu değerleri Çizelge 5'te, bunlara ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Mısır bitkisinin bitki boyu değerleri (cm)*

Konular	Yıllar (Münavebe periyotları)			Ort.
	2001	2002	2003	
1	274.0 b-d	268.5 cd	231.5 b	258.0
2	280.9 ab	272.0 b-d	252.5 ab	268.5
3	284.1 ab	279.8 bc	265.3 a	276.4
4	288.0 a	297.3 a	272.8 a	286.0
5	243.9 e	248.0 e	208.5 c	233.5
6	262.4 d	260.0 de	251.0 ab	257.8
7	267.1 cd	267.8 cd	255.0 a	263.3
8	277.4 a-c	279.3 bc	262.8 a	273.1
9	275.4 a-c	283.5 ab	267.3 a	275.4
10	237.6 e	235.3 f	201.0 c	224.6
Ort.	269.1 a	269.1 a	246.8 b	

*Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 6 incelendiğinde; mısırdaki bitki boyu üzerine, araştırma konularının etkileri istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur. Aynı zamanda, yıllar

Çizelge 6. Mısır bitkisinin bitki boyu, sap ve tane verimi ile ham protein oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	F Değerleri			
		Bitki boyu	Sap verimi	Tane verimi	Ham protein oranı
Yıllar (A)	2	107.576**	44.183**	3.885*	813.524**
Birleştirilmiş bloklar	9	1.652	1.332	1.203	0.797
Konular (B)	9	72.601**	25.858**	69.709**	22.596**
Yıl x Konu (A x B)	18	3.282**	1.346	2.458**	1.452
Hata	81				
Genel	119				
CV		% 3.01	% 9.49	% 9.02	% 3.42

3.2.2. Sap Verimi

Mısırın sap veriminde üç yıllık veriler dikkate alındığında araştırma konularının etkileri ile yıllar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Münavebe periyotları ortalaması olarak en yüksek sap verimi 4 no'lu işleme ait deneme parsellerinden (1857.2 kg/da) elde edilmiştir. Ancak, 4 no'lu konu ile 3 ve 9 no'lu

arasındaki farklılık ve yıl x konu interaksyonunun da istatistiksel anlamda çok önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5 incelendiğinde; her iki yeşil gübre uygulamaları sonrasında yetiştirilen ve farklı azot dozları uygulanan mısır bitkisinin boyları kontrole göre istatistiksel açıdan önemli artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Hem yıllar ve hem de yılların ortalama değerleri itibariyle yeşil gübre uygulamaları kendi içlerinde değerlendirildiğinde, azot dozlarının artışına paralel olarak mısır bitki boyu değerleri artış göstermiş olup, tüm aksamın gömülmesi suretiyle yapılan yeşil gübreleme işlemlerinde (1-4 no'lu konular) sadece kök ve anız aksamının gömüldüğü uygulamaya (5-8 no'lu konular) göre daha yüksek bitki boyu değerleri ölçülmüştür.

Her üç münavebe periyodunda da en yüksek bitki boyu değeri, tüm aksamın gömüldüğü ve aynı zamanda mısır bitkisine 18 kg/da N verildiği 4 no'lu uygulamada (273-297 cm), en düşük bitki boyu ise 201-238 cm arasında değişen değerler ile 10 no'lu kontrol konusunda tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Mısır bitkisinde en yüksek bitki boyu değeri 4 no'lu uygulamada elde edilmesi, yeşil gübrelemeden gelen azotun ve buna ek olarak mısıra verilen kimyasal azotlu gübre uygulamasının doğal sonucudur. Bir başka ifade ile; vejetatif gelişmenin önemli bir göstergesi olan bitki boyu yeşil gübre uygulamasından ve azot dozlarından etkilenmiştir. Yeşil gübre uygulamalarında mısıra verilen azotlu gübre dozu arttıkça bitki boyu da artış göstermiştir. Araştırmamızda elde edilen bu bulgular, mısır bitkisinde bitki boyunun azot dozlarından etkilendiği ve azot dozu arttıkça bitki boyunun da arttığı yönündeki Akçin ve ark. (1993), Torun (1994), Sezer ve Yanbeyi (1997) ve Uzun ve ark. (2005)'nin bulguları ile uyum içerisinde bulunmaktadır.

araştırma konuları arasında istatistiksel açıdan % 1 seviyesinde önemli farklılık bulunmamıştır. En düşük sap verimi ise kontrol konusundan (1184.5 kg/da) elde edilmiştir (Çizelge 7).

Her iki yeşil gübre uygulaması kendi içlerinde değerlendirildiğinde; her ne kadar 2 no'lu uygulamada 1 no'lu konuya göre istatistiksel açıdan

önemsiz bir düşüş olmakla beraber, azot dozunun artışına paralel olarak ortalama mısır sap verimlerinin arttığı tespit edilmiştir. Benzer olarak Torun (1994) tarafından yapılan bir çalışmada da azotlu gübre dozları arttıkça mısır bitkisinde sap veriminin arttığı bildirilmektedir.

Çizelge 7. Mısır bitkisinin sap verimi (kg/da)*

Konular	Yıllar (Münavebe periyotları)			Ort.
	2001	2002	2003	
1	1722.9	1767.9	1267.9	1586.2 c
2	1750.0	1625.0	1357.1	1577.4 c
3	1892.9	1785.7	1625.0	1767.9 ab
4	1928.6	1928.6	1714.3	1857.2 a
5	1410.7	1357.1	1000.0	1255.9 de
6	1553.6	1428.6	1250.0	1410.7 d
7	1597.9	1642.9	1517.9	1586.2 c
8	1660.7	1714.3	1589.3	1654.8 bc
9	1839.3	1732.1	1607.1	1726.2a-c
10	1321.4	1339.3	892.9	1184.5 e
Ort.	1667.9 a	1632.2 a	1382.2 b	

*Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark yoktur.

3.2.3. Tane Verimi

Yeşil gübreleme + mısır + buğday münavebe sisteminde yeşil gübrelemeden sonra yetiştirilen mısır bitkisinin tane verimleri Çizelge 8'de, bu verimlere ilişkin üç yılın birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 8. Mısır tane verimi (kg/da)*

Konular	Yıllar (Münavebe periyotları)			Ort.
	2001	2002	2003	
1	865.7 cd	885.7 b	760.7 de	837.4
2	952.1 b-d	814.3 bc	984.3 b	916.9
3	1047.9 ab	1021.4ab	1078.6 ab	1049.3
4	1175.0 a	1171.4 a	1096.4 ab	1147.6
5	552.1 e	642.9 cd	697.9 de	631.0
6	814.3 cd	842.9 bc	827.1 cd	828.1
7	875.0 cd	885.7 b	976.4 bc	912.4
8	987.9 bc	1021.4 b	991.4 ab	1000.2
9	1034.3 ab	971.4 ab	1148.6 a	1051.4
10	430.7 e	528.6 d	628.6 e	529.3
Ort.	873.6 b	878.6 b	918.6 a	

*Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 6 incelendiğinde; mısır bitkisinin üç yıllık ortalama tane verimleri bakımından araştırmada ele alınan konular arasında istatistiksel anlamda çok önemli derecede farklılıklar tespit edilmiştir. Tane verimi bakımından yıllar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli, yıl x konu interaksiyonu da çok önemli bulunmuştur. Bu duruma göre yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

2001 yılı için; yem baklasının tüm aksamının gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması üzerine ekilen ve 18 kg N/da düzeyinde azotlu gübre verilen mısırdan (4 no'lu konu) 1175.0 kg/da değeri ile en yüksek tane verimi elde edildiği ve istatistiksel açıdan

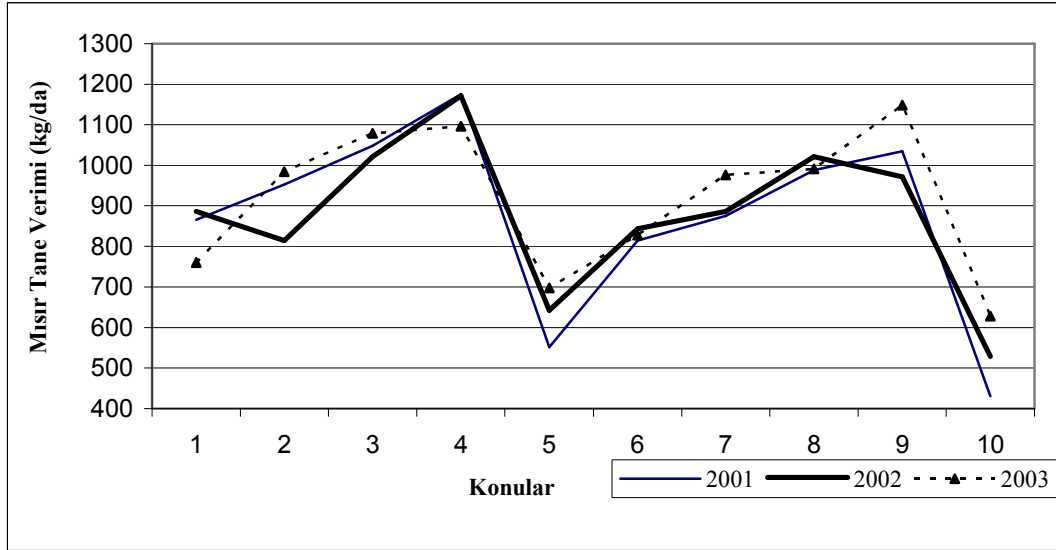
tek başına birinci grubu oluşturduğu belirlenmiştir. 4 no'lu konu uygulamasını 1047.9 kg/da ve 1034.3 kg/da değerleri ile 3 ve 9 no'lu uygulamalar takip etmiştir. Ancak, 4 no'lu uygulama ile 3 ve 9 numaralı uygulamalar arasında istatistiksel anlamda verim farkının $p < 0.01$ seviyesinde önemli olmadığı görülmüştür. En düşük mısır tane verimi ise 430.7 kg/da ile kontrol (10 no'lu konu) konusundan elde edilmiştir (Çizelge 8).

İkinci periyot münavebe denemesi (2002 yılı) verileri incelendiğinde; birinci münavebe denemesi sonuçlarından (2001 yılı) farklı bir tablo olmadığı, ancak, istatistiksel açıdan aralarındaki verim farkı önemsiz olan ve aynı zamanda yüksek verim veren uygulamalar arasında yem baklasının sadece kök ve anız kısmının gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması üzerine ekilen ve 18 kg N/da düzeyinde azotlu gübre verilen uygulamanın (8 no'lu konu) da dahil olduğu görülmektedir. Buna göre 2002 yılında en yüksek mısır tane verimi 1171.4 kg/da ile 4 no'lu araştırma konusundan elde edilirken, bunu 1021.4 kg/da ile 3 ve 8 no'lu uygulama ve 971.4 kg/da ile 9 no'lu uygulama konusu takip etmiştir. Bu periyot itibarıyla en düşük tane verimi ise 528.6 kg/da ile yine kontrol konusunda belirlenmiştir (Çizelge 8).

Münavebe periyotları itibarıyla mısır denemesinin kurulduğu son yıl olan 2003 yılında ise; istatistiksel anlamda birinci grubu geleneksel sistemde mısır yetiştirilen uygulama (9 no'lu konu) oluşturmasına ve rakamsal sıralamaların değişmesine rağmen, ilk iki yılda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Bir başka ifade ile, mısır tane verimi bakımından geleneksel sistemde mısır yetiştirilen uygulama ile yeşil gübrelemenin yer aldığı 4, 3 ve 8 no'lu uygulamalar arasında istatistiksel bakımdan farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu durumda üçüncü münavebe periyodu denemesinde en yüksek mısır tane verimi 1148.6 kg/da ile 9 no'lu konudan elde edilirken, bunu 1096.4, 1078.6 ve 991.4 kg/da ile sırasıyla 4, 3 ve 8 no'lu uygulamalar takip etmiştir. En düşük mısır tane verimi ilk iki münavebe denemesi sonuçlarında olduğu gibi yeşil gübresiz-azotsuz uygulama konusundan elde edilmiştir (Çizelge 8).

Yapılan varyans analizinde yıl x konu interaksiyonu istatistiksel anlamda çok önemli çıkmıştır (Çizelge 6). İnteraksiyonun önemli çıkmasının nedeni, bazı araştırma konularının değişik yıllara göre farklı verim vermesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin; 2 no'lu araştırma konusunun 2001 ve 2003 yıllarında 1 no'lu konuya göre daha yüksek verim verirken, 2002 yılında 1 no'lu konuya göre daha düşük verim verdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın diğer konuları 2001 ve 2002 yıllarında genellikle birbirine paralel bir seyir göstermiştir. Özellikle 4 ve 9 no'lu işlemlerde 2003 yılı verileri, araştırmanın ilk iki yılı olan 2001 ve 2002 yıllarından biraz farklılık göstermiştir.

Şöyle ki; Çizelge 8'deki duncan testi sonuçları incelendiğinde, interaksiyon etkisinin parçalanması ile 2001 ve 2002 yıllarında 4 no'lu konunun I. grupta olması, 2003 yılında ise 9 no'lu konu I. grupta yer



Şekil 1. Mısırdaki tane verimi bakımından araştırma konularının yıllara göre değişimi (yıl x konu etkileşimi)

almasına rağmen 9, 4, 3, 8 no'lu konular arasında istatistiksel bakımdan aralarında fark çıkmaması nedeni ile 4 no'lu konu her üç yılda da en verimli tane miktarını sağlamıştır (Şekil 1).

Farklı yıllarda elde edilen ve yukarıda açıklanan üç yıllık sonuçlar değerlendirildiğinde; istatistiksel anlamda araştırmanın 3 ve 4 no'lu konuları ile 9 no'lu konusu arasında fark bulunmamıştır. Bu üç uygulama, araştırmada ele alınan diğer uygulamalardan yüksek verim vermişlerdir. Yüksek verim veren konular arasındaki 3 ve 4 no'lu uygulamalar; araştırmanın "yeşil gübrelemeyi ekim nöbeti sistemi içerisinde yerleştirmek" ve "mısır ve buğday bitkilerinde kimyevi gübrelerin kullanımını azaltma olanaklarını belirlemek" amaçlarına hizmet ettiklerinden, aynı zamanda sürdürülebilir tarım sisteminin uzun vadeli avantajları da göz önüne alındığında, 9 no'lu konvansiyonel sisteme, verim bakımından rahatlıkla alternatif olabileceği görülmektedir. Bu durumda, araştırmanın 3 yıllık sonuçlarına göre, mısır bitkisinde kimyevi gübrelerin kullanımını azaltan 3 no'lu uygulama (tüm aksamın gömüldüğü yeşil gübreleme uygulaması+ mısıra 12 kg/da N), mısır tane verimi bakımından uygulanabilir olduğu kanaatini taşımaktadır. Bir başka ifade ile, yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen yem baklasından sonra mısır ekiminde 12 kg N/da dozunun yeterli olacağı söylenebilir. Değişik bölgelerde farklı baklagil yem bitkileri ile yapılan benzer çalışmalarda da (Tükel ve ark., 1996; Uzun ve ark., 2005), yeşil gübrelemeyi izleyen mısır ekimlerinde kimyevi gübre kullanımının azaldığı yönünde bulgular mevcuttur.

Hem farklı münavebe periyotlarındaki yıllar itibarıyla ve hem de yılların ortalama değerleri itibarıyla, yem baklasının tüm aksamının gömülmesi suretiyle yapılan yeşil gübreleme uygulamalarından, sadece anız kısmının gömülmesi suretiyle yapılan uygulamalara göre, azotlu gübre dozlarına bağlı olarak, daha yüksek tane verimi elde edilmiştir. Bu durum yem baklasıyla yapılan yeşil gübrelemenin

toprağa kazandırdığı azot miktarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Şöyle ki, mısır bitkisine uygulanan azotlu gübreler ikiye bölünerek mısıra iki seferde verilmektedir. Verilen bu miktarlardan; azotun yağmur ve sulama suyu ile yıkanması ve buna ek olarak denitrifikasyon olayı ile topraktan uzaklaşması gibi sebeplerle bitki tam olarak yararlanamamaktadır. Oysaki yeşil gübre uygulamalarında yeşil gübre bitkilerinin sağladığı azottan, bitki tüm bir olgunlaşma dönemi boyunca yararlanma imkanına sahiptir. Bu nedenle yem baklasının yeşil gübre olarak gömülmesinden sonra ekilen mısırdaki verim artışları sağlanmıştır. Araştırmadan elde edilen bu bulgularımız; birçok araştırmacıların (Ahlgren, 1956; Pumprey ve Koehler, 1958; Bakır, 1970; Yalçuk, 1976; Selçuk, 1978; Tisdale ve Nelson, 1982; Özyazıcı ve Manga, 2000), değişik baklagil yem bitkileri ile yapılan yeşil gübreleme uygulamalarından sonra ekilen ana ürünlerde önemli verim artışları sağlandığı şeklindeki bulgularıyla desteklenmektedir.

Öte yandan yeşil gübre bitkisi yem baklasının otu değerlendirilip, kalan anız örtüsünün toprağa karıştırılması ile yapılan yeşil gübre uygulamalarında, ana ürün mısırdaki hiç de azımsanmayacak oranlarda verim artışları da sağlanmıştır. Nitekim, araştırmamızın son iki periyodunda elde edilen verilerine göre, ot üretimi amacıyla yetiştirilen yem baklası üzerine ekilen mısıra 18 kg/da N verildiği 8 no'lu uygulama ile geleneksel sistemde yapılan mısır yetiştiriciliği uygulaması arasında tane verimi bakımından istatistiksel anlamda farklılık bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 8). Ancak, bu uygulama, geleneksel sistemde mısır yetiştiriciliğine göre fazla miktarda azot kullanımı söz konusu olduğu için önerilememektedir. Fakat bu durum özellikle, ot sorununun olduğu yıllarda, yem baklasının otu için biçilip kalan anız örtüsünün toprak altına gömülebileceğinin ve dolayısıyla ana ürünlerde verim artışlarının sağlanabileceğinin göstergesi olması

açısından önem taşımaktadır. Ram ve ark. (1993), mısır tane veriminin buğdaygil yem bitkilerine göre baklagillerden sonra yetiştirildiğinde 72-138 kg/da arasında daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir. Abd-El-Samie (1994), bakladan sonra yetiştirilen mısırdan, keten ve buğdaydan sonra yetiştirilen mısıra göre % 12.5 ve % 22.2 verim artışı sağlandığını vurgulamıştır. Çukurova koşullarında yapılan bir çalışmada (Anlarsal ve ark., 1996), buğday anızına ekilen mısırdan tane verimi ortalama 726 kg/da iken, kışlık ara ürün olarak yetiştirilen bakla üzerine ekilen mısırdan ortalama 947 kg/da tane verimi elde edilmiş olup, bakla üzerine ekilen mısırdan buğday üzerine ekilen mısıra göre ortalama % 30 dolayında tane verimi artışı sağlandığı belirlenmiştir. Yeşil gübre bitkisi olarak adi fiğın kullanıldığı bir diğer çalışmada da (Uzun ve ark., 2005), ot üretimi amacıyla yetiştirilen adi fiği izleyen mısırdan diğer uygulamalara göre en yüksek tane veriminin elde edildiği tespit edilmiştir.

Baklagil yem bitkilerinin toprak altı kısımları ile yapılan yeşil gübreleme uygulamalarında, değişik bitkilerde önemli verim artışlarının tespit edildiği, ancak, tüm aksamın gömülmesi suretiyle yapılan yeşil gübreleme uygulamasının sadece anızın gömüldüğü uygulamaya göre daha yüksek verim ve kalite artışlarına sebep olduğu, yapılan pek çok çalışma ile ortaya konmuştur (Yeşilsoy ve ark., 1987; Aydın ve Tosun, 1993; Yeşilsoy ve ark., 1993; Anlarsal ve ark., 1996; Özyazıcı ve Manga, 2000).

3.2.4. Tane Ham Protein Oranı

Mısırdan önemli bir kalite özelliği olan ham protein oranı uygulanan kültürel işlemlerden ve de özellikle azotlu gübre uygulamalarından önemli ölçüde etkilenir. Araştırmada, mısır tanesinin ham protein kapsamı üzerine, ele alınan konuların istatistiksel açıdan çok önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Ham protein oranı bakımından yıllar arasında da istatistiki olarak 0.01 seviyesinde farklılık saptanmıştır (Çizelge 6).

En yüksek ham protein oranı, istatistiki olarak tek başına I. grupta yer alan 4 no'lu işlemde (% 10.28) elde edilmiş olup, 4 no'lu işlem ile 3, 8 ve 9 no'lu işlemler arasında $p < 0.01$ seviyesinde önemli fark çıkmamıştır. Buna karşılık en düşük protein değeri ise % 8.94 ile kontrol konusunda saptanmıştır (Çizelge 9).

Araştırmada mısır tanesinde ham protein oranının, tüm aksamın gömülmesi suretiyle yapılan yeşil gübre uygulamalarında (1-4 no'lu işlemler), sadece anız aksamının gömüldüğü uygulamalara (5-8 no'lu işlemler) göre, daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, yeşil gübrenin her iki uygulama şeklinde azot dozlarının artışına paralel olarak tane ham protein oranının da arttığı görülmektedir (Çizelge 9). Bu yönde elde edilen bulgular, azot dozuna bağlı olarak mısır tanesinin ham protein oranında artma olduğu şeklindeki birçok araştırmacıların (Zuberk ve ark., 1954; Anderson ve ark., 1984; Thiraporn ve ark., 1987; Yılmaz ve Sağlamtimur, 1996) bulguları ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 9. Mısır tane ham protein oranı (%)*

Konular	Yıllar (Münavebe periyotları)			Ort.
	2001	2002	2003	
1	8.62	11.37	8.37	9.45 de
2	8.67	11.68	8.73	9.69 cd
3	9.59	11.82	8.98	10.13 ab
4	9.71	11.96	9.18	10.28 a
5	8.52	11.06	8.18	9.25 ef
6	8.53	11.20	8.27	9.34 de
7	9.33	11.42	8.84	9.87 bc
8	9.54	11.28	9.01	9.94 a-c
9	9.70	11.90	9.11	10.24 ab
10	8.15	10.62	8.05	8.94 f
Ort.	9.04 b	11.43 a	8.67 c	

*Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark yoktur.

3.3. Yeşil Gübre Uygulamalarının Buğday Bitkisinin Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi

3.3.1. Tane Verimi

Yeşil gübreleme + mısır + buğday münavebe sisteminde yeşil gübrelemeden sonra yetiştirilen mısırdan sonra ekilen buğday bitkisinin tane verimleri Çizelge 10'da, bu verimlere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ise Çizelge 11'de verilmiştir. Çizelge 11 incelendiğinde; buğday tane verimi bakımından araştırmada ele alınan konular, yıllar ve yıl x konu etkileşimini istatistiksel anlamda çok önemli bulunmuştur.

Bu duruma göre birinci münavebe periyodu (2001-2002 yılı) buğday verimleri incelendiğinde; istatistiksel açıdan I. grubu oluşturan 9 ve 4 no'lu işlemler en yüksek verimi vermiş olup (sırasıyla 720.2 ve 714.3 kg/da), tane verimi bakımından II. grubu oluşturan 8 ve 3 no'lu uygulamalar ile aralarında istatistiki anlamda ($p < 0.01$) verim farkının olmadığı tespit edilmiştir. 2001-2002 yılı iklim ve toprak şartlarında en düşük buğday tane verimi 217.3 kg/da ile kök+anız aksamının gömüldüğü yeşil gübre uygulamasının bulunduğu parsellerde yetiştirilen mısırdan üzerine ekilen ve hiç azotlu gübre verilmeyen uygulamadan (5 no'lu konu) elde edilmiş olup, 10 no'lu kontrol konusunda belirlenen 239.9 kg/da'lık buğday tane verimi ile aralarındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 10).

İkinci periyot yeşil gübreleme+mısır+buğday münavebesinde ise; en yüksek buğday tane verimi 522.0 kg/da ile geleneksel sistemde yapılan buğday yetiştiriciliğinde (9 no'lu konu) elde edilmiş, bir önceki yılın konularına ilave olarak 7 no'lu konunun da yüksek verim veren grupta yer aldığı ve 3, 4, 7, 8 ve 9 no'lu uygulamalar arasında istatistiksel olarak verim farkının $p < 0.01$ seviyesinde önemli olmadığı saptanmıştır. Adı geçen bu uygulama konularında 2002-2003 yılı iklim ve toprak şartlarında 467.3-522.0 kg/da arasında değişen miktarlarda buğday tane verimi elde edilmiştir. İkinci periyot münavebe denemesinde en düşük buğday tane verimi aralarındaki verim farkının istatistiksel açıdan önemsiz olduğu 10, 5 ve 1

Çizelge 10. Buğday tane verimi (kg/da)*

Konular	Yıllar (Münavebe periyotları)			Ort.
	2001-2002	2002-2003	2003-2004	
1	383.9 c	235.1 c	208.3 d	275.7
2	392.9 c	413.7 b	350.0 c	385.5
3	611.3 ab	507.1 ab	417.9 ab	512.1
4	714.3 a	467.3 ab	470.2 a	550.6
5	217.3 d	251.8 c	193.5 d	220.9
6	364.9 c	419.6 b	342.3 c	375.6
7	589.3 b	473.2 ab	375.0 bc	479.2
8	620.8 ab	494.0 ab	409.5 b	508.1
9	720.2 a	522.0 a	473.2 a	571.8
10	239.9 d	192.3 c	175.6 d	202.6
Ort.	485.5 a	397.6 b	341.6 c	

*Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark yoktur.

no'lu araştırma konularında belirlenmiştir (Çizelge 10).

Araştırmanın son yılı ve son periyodunda ise; birinci yılında olduğu gibi istatistiksel açıdan I. grubu oluşturan 9 ve 4 no'lu konular en yüksek verimi vermiş olup (sırasıyla 473.2 ve 470.2 kg/da), II. grubu oluşturan ve 417.9 kg/da buğday tane verimi veren 3 no'lu uygulama ile verim bakımından aralarında istatistiki anlamda $p < 0.01$ seviyesinde önemli farkın olmadığı görülmüştür. Üçüncü periyot itibariyle en düşük buğday tane verimi ise, ikinci periyot münavebe denemesinde olduğu gibi 10, 5 ve 1 no'lu konularında tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Yıl x konu interaksyonunu incelendiğinde, interaksyon; araştırmanın birinci yılında 1 no'lu konudan 2 no'lu konuya geçiş esnasında verim birbirine yakın seyrederken, araştırmanın diğer 2 yılında ise 2 no'lu konunun verimi 1 no'lu konudan çok daha yüksek çıkmasından ve 4 no'lu işlemde elde edilen verimin 2002-2003 yılında diğer yıllara göre farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 2). Araştırmanın üç yıllık sonuçları incelendiğinde (Çizelge 10); buğday tane verimi açısından 3, 4 ve 9 no'lu konuların her yıl en yüksek verim veren istatistiki grup içerisinde yer aldığı göz önüne alınırsa, yeşil gübre uygulamalarını içeren 3 ve 4 no'lu işlemler geleneksel sistemde kimyasal gübre uygulamasını içeren 9 no'lu işleme göre araştırmanın amaçlarına uygun olduğu ve buğday tane verimi bakımından konvansiyonel sisteme göre daha avantajlı olduğu görülmektedir. Araştırma konusunun 3 ve 4 no'lu uygulamaları arasında tercih yapmak gerekirse, daha az kimyevi gübre kullanımının söz konusu olduğu 3 no'lu işlem ön plana çıkmaktadır. Bir başka ifade ile, yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen yem baklasından sonra mısır üzerine ekilen buğdayda tüm vejetasyon periyodu için saf madde olarak toplam 10 kg N/da dozunun yeterli olacağı belirlenmiştir. Bu durumdatoprağın diğer özelliklerine olan yararları da göz önüne alındığında, azaltılmış kimyevi gübre uygulamasını içeren ve araştırmada ele alınan münavebe sistemi dahilinde mısır için önerilen 3 no'lu

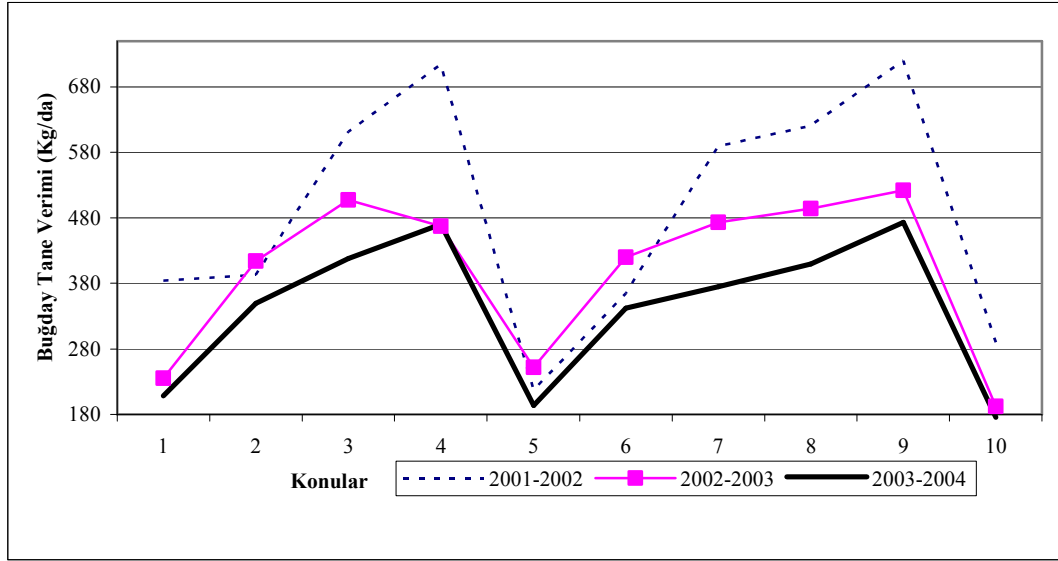
konu buğday bitkisi için de rahatlıkla önerilebilmektedir.

Çizelge 11. Buğday bitkisinin tane verimi ve ham protein oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	F Değerleri	
		Tane verimi	Ham protein oranı
Yıllar (A)	2	123.997**	11.381**
Birleştirilmiş bloklar	9	1.262	1.573
Konular (B)	9	133.218**	29.543**
Yıl x Konu (A x B)	18	7.946**	1.196
Hata	81		
Genel	119		
CV		% 10.09	% 7.11

Yem baklasının otu değerlendirilip, kalan kök+anız örtüsünün toprağa karıştırıldığı 8 no'lu uygulama konusunda yetiştirilen buğdayda da önemli verim artışları sağlanmıştır. Araştırmanın ilk iki periyodundan elde edilen buğday tane verimlerine göre, ot üretimi amacıyla yetiştirilen yem baklasından sonra mısır üzerine ekilen buğdaya 15 kg/da N verildiği 8 no'lu uygulama ile geleneksel sistemde yapılan mısır-buğday yetiştiriciliği uygulaması arasında istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır (Çizelge 10). Bu durum özellikle, ot sorununun olduğu yıllarda, yem baklasının otu için biçilip değerlendirilebileceğinin ve aynı zamanda kalan anız örtüsünün toprak altına gömülmesi suretiyle ana ürünlerde verim artışlarının sağlanabileceğinin göstergesi olması açısından önem taşımaktadır.

Mısır+buğday yetiştirilecek bir alanda kışlık ara ürün olarak tahıllardan önce bazı baklagillerin yetiştirilmesinin yararları birçok araştırmacı tarafından da açıklanmıştır (Kahnt, 1983; Franck, 1984). Kahnt ve Mohammadi (1977) baklanın yeşil gübre olarak toprağa gömülmesinden sonra üzerine ekilen buğdayda % 69 ve arpada ise % 18 oranında verim artışı sağlandığını bildirmektedir. Rushell (1961), baklagillerden sonra ekilen tahılların veriminin arttığını, verim artışının ön bitki olarak kullanılan baklagil türüne göre değiştiğini belirtmektedir.



Şekil 2. Buğday tane verimi bakımından araştırma konularının yıllara göre değişimi (yıl x konu etkileşimi)

3.3.2. Tane Ham Protein Oranı

Buğdayda önemli bir kalite özelliği olan ham protein oranı kantitatif bir karakter olup, çevre koşullarından dolayısıyla uygulanan kültürel işlemlerden önemli ölçüde etkilenir. Çizelge 11'e göre buğday tanesinin ham protein oranı üzerine araştırmada ele alınan konuların etkisinin, istatistiksel açıdan çok önemli derecede olduğu belirlenmiştir. Yıllar arasındaki farklılık da istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur.

Duncan testi sonuçlarına göre, münavebe periyotları ortalaması olarak en yüksek ham protein oranı % 12.23 ile geleneksel sistemde yetiştirilen buğday parsellerinden (9 no'lu konu) elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük protein değeri ise % 8.55 ile kontrol konusunda saptanmıştır. Araştırmada; tüm aksamın gömülmesi suretiyle yapılan yeşil gübre uygulamalarında (1-4 no'lu konular), sadece anız aksamının gömüldüğü uygulamalara (5-8 no'lu konular) göre buğday tanesinde daha yüksek oranda

ham protein belirlenmiştir. Bununla birlikte sadece yeşil gübre uygulamasının yer aldığı 1 ve 5 no'lu konulara ait ham protein değerinin 10 no'lu kontrol konusuna göre istatistiksel açıdan farklı grupta yer alarak yüksek değer göstermesi, yeşil gübre uygulamalarının kendinden sonra gelen ürünlere azot sağladığının en önemli göstergesidir. Diğer yandan "yeşil gübreleme + mısır + buğday" münavebesinde, mısır bitkisinde olduğu gibi, yeşil gübrenin iki farklı uygulama yönteminde, mısır üzerine ekilen buğday bitkisinde de azotlu gübre dozlarının artışına paralel olarak tane ham protein oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 12). Bu sonuçlar, azotlu gübre dozuna bağlı olarak ham protein oranının da arttığı yönündeki Aktan ve Atlı (1993) ve Emercioğlu ve ark. (2005)'nin bulguları ile uyum içerisindedir.

Çizelge 12. Buğday tane ham protein oranı (%)*

Konular	Yıllar (Münavebe periyotları)			Ort.
	2001-2002	2002-2003	2003-2004	
1	9.93	9.34	8.83	9.36 d-f
2	9.20	9.34	8.72	9.08 ef
3	10.36	10.86	10.20	10.47 bc
4	11.08	11.26	10.83	11.06 b
5	9.64	8.88	8.46	8.99 ef
6	9.35	10.59	8.84	9.59 de
7	9.85	10.79	9.41	10.01 cd
8	10.61	10.67	10.54	10.60 bc
9	12.25	12.93	11.50	12.23 a
10	8.79	8.46	8.43	8.55 f
Ort.	10.10 a	10.31 a	9.57 b	

*Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark yoktur.

Sonuç olarak;

Çarşamba Ovası koşullarında yaygın olarak uygulanan mısır-buğday münavebe sistemi dahilinde, kışlık ara ürün olarak yeşil gübreleme amacıyla yem baklası bitkisi yetiştirme olanağı vardır.

Araştırmada incelenen “yeşil gübreleme + mısır + buğday” münavebe sistemine göre hem mısır ve hem de buğday bitkisinde her üç münavebe periyodunda da 3, 4 ve 9 no’lu araştırma konularından elde edilen tane verimi değerleri istatistiki olarak bir farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlar ışığında azaltılmış kimyevi gübre uygulamasını içeren 3 no’lu araştırma konusu rahatlıkla önerilebilmektedir. Bu sayede yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilip tüm aksamı ile toprağa gömülen yem baklasının üzerine ekilen mısırdaki 4 kg/da azot tasarrufu sağlandığı, yeşil gübrelemenin bakiye etkisinin devam ettiği ve münavebeye göre mısırdan sonra yetiştirilen buğdayda da 10 kg/da N tasarrufu sağlandığı saptanmıştır.

Ayrıca, mısır ve buğdayın 2002-2003 yılı tane verimleri bakımından yani iki münavebe periyodu sonuçları itibarıyla 8 ve 9 no’lu araştırma konuları arasında da istatistiki açıdan farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu durum göz önüne alındığında; geleneksel sistemde mısır yetiştirmeye göre 2 kg/da fazla azot kullanımının göz ardı edilerek, münavebedeki buğday bitkisinde ise geleneksel sistemde buğday yetiştirmeye göre 5 kg/da N tasarrufuna imkan veren 8 no’lu araştırma konusu, işletmelerinde hayvancılığa yer veren üreticiler için önerilebilir.

4. KAYNAKLAR

- Abd-El-Samie, F.S., 1994. Growth and yield of maize as affected by N-levels and preceding winter crops. *Annals of Agricultural Science*, 39 (2): 623-631.
- Ahlgren, G.H., 1956. Forage Crops Mo-Grow Co.Inc. Newyork, 41 p.
- Akçin, A., Sade, B., Tamkoç, A., Topal, A., 1993. Konya ekolojik şartlarında farklı bitki sıklığı ve azotlu gübre uygulamalarının ttm-813 melez mısır çeşidinde (*zea mays l. indentata*) dane verimi, verim unsurları ve bazı morfolojik özelliklere etkisi. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 17, 281-294.
- Aktan, A., Atlı, A., 1993. Çakmak 79 ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitlerinin makarna pişme kalitesine azotlu gübre uygulamasının etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2: 37-49.
- Anderson, E.L., Kamprath, E.J., Moll, R.H., 1984. Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization and partitioning of n and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy. *Agronomy J.*, 76(3): 397-403.
- Anlarsal, A.E., Ülger, A.C., Gök, M., Yücel, C., Çakır, B., Onaç, I., 1996. Çukurova’da tek yıllık baklagil yem bitkisi +mısır üretim sisteminde baklagillerin ot verimleri ile azot fiksasyonlarının saptanması ve mısır üretiminde azot kullanımını azaltma olanakları. *Türkiye 3. Çayır-Mer’a ve Yembitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran 1996, 362-368, Erzurum.
- Anonymous, 2005. Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymous, 2007. Tarımsal Yapı (Üretim. Fiyat. Değer) 2004. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Yayın No: 3032, Ankara.
- Aydın, İ., Tosun, F., 1993. Ön bitki olarak yetiştirilen adi fiğ+tahıl karışımlarının mısırın sap ve tane verimine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Der.*, 8(1):174-186.
- Bakır, Ö., 1970. Yembitkileri Çayır-Mer’a Ders Notları. Ankara Üni. Zir. Fak. Çayır-Mer’a Kürsüsü, Ankara.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. *Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Yay. No: 17, Samsun*, 200 s.
- Bulgurlu, Ş., Ergül, M., 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları (uygulama kitabı). Ege Üni. Zir. Fak. Yay. No:127, İzmir, 176 s.
- Emercioğlu, T., Barut, H., Keklikçi, Z., Kaya, Z., 2005. Çukurova bölgesi için geliştirilen ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinde azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *GAP IV. Tarım Kongresi* 21-23 Eylül 2005, 940-946, Şanlıurfa.
- Franck, P., 1984. Körnerleguminosen viel diskutiert und doch zu wenig angebaut. *Raps. Fachzeitschrift für Öl- und Eiweisspflanzen*, No: 2(4):172.
- Kahnt, G., Mohammadi, M., 1977. Nicht jede gründungung verbessert die nachfrucht. *DLG- Mittelilungen*, 92. Jg., Heft 14, 799-800.
- Kahnt, G., 1983. *Gründungung. 2. Ver. Auflage. DLG Verlag, Frankfurt*, 146 s.
- Özdemir, O., 1983. Bafra ve Çarşamba ovaları sulu koşullarında mısırın azotlu ve fosforlu gübre isteği ile Olsen fosfor analiz metodunun kalibrasyonu. T.C. Başbakanlık Köy Hiz. Gen. Müd. Samsun Bölge Toprak Araş. Ens. Müd. Yay. Genel Yay. No:31, Rapor Serisi No: 26, Samsun, 60 s.
- Özdemir, O., Güner, S., 1983. Samsun yöresinde buğdayın azotlu ve fosforlu gübre isteği ile Olsen fosfor analiz metodunun kalibrasyonu. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd., Samsun Bölge Toprak Araş. Ens. Müd. Yay. Genel Yay. No:30, Rapor Seri No: 25, Samsun, s.61.
- Özyazıcı, M.A., Manga, İ., 2000. Çarşamba ovası sulu koşullarında yeşil gübre olarak kullanılan bazı baklagil yem bitkileri ile bitki artıklarının kendilerini izleyen mısır ve ayçiçeğinin verim ve kalitesine etkileri. *Doktora Tezi, TÜBİTAK. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*. 24(2000) 95-103.
- Pumphery, F.V., Koehler, F.E., 1958. Forage and root growth of five sweetclover varieties and their influence on two following corn crops. *Agr. Jour.*, 50, 323-326.
- Rahweder, D., Powel, A.R., 1973. Green legumes for green manure. *Fact Sheet College of Agricultural and Life Sciences Uni. Of Wisconsin (1973) N: 277, 3 pp(en). Dept of Agron. Coll. Of Agric. And Life Sci., Wisconsin Uni. Madison Wis. Uni of Wisconsin USA.*
- Ram, S., Dhukia, R.S., Kanwar, S., Singh, K., 1993. Effect of residual phosphorus applied to forages and nitrogen on maize yield. *Crop Research Hisar* 6(3): 362-369.
- Rushell, E.J., 1961. *Soil Conditions and Plant Growth. Edition Jhon Wilwy and Sons, Newyork.*
- Selçuk, F.S., 1978. Menemen ovası koşullarında fiğ bitkisinin yeşil gübre değerinin tesbiti. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak Genel Müd., Menemen Bölge Toprak Araş. Ens. Müd. Yay., Genel Yay. No: 57, Rapor Yayın No: 32, Menemen, 37 s.
- Sezer, İ., Yanbeyi, S., 1997. Çarşamba ovasında yetiştirilen cin mısırdaki (*Zea mays l. everta*) bitki sıklığı ve azotlu gübrenin tane verimi, verim komponentleri ve bazı

- bitkisel karakterler üzerine etkileri. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül 1997, 128-133, Samsun.
- Thiraporn, R., Feil, B., Stamp, P., 1987. Effect of nitrogen fertilization on grain yield and accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium in the grain of tropical maize. *Field Crop Abstracts* 46:5.
- Tisdale, L.S., Nelson, W.L., 1982. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Co inc., Çeviren: N. Ginel, Çukurova Üni. Zir. Fak. Yay. No: 168, Ders Kitabı:18.
- Torun, M., 1994. Çarşamba ovasında değişik mısır çeşitlerinin yöreye uygunluğunun ve sulamasız şartlarla azot isteklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üni.. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 132 s.
- Tükel, T., Ülger, A.C., Hatipoğlu, R., Hasar, E., Çelikleş, N., Can, E., 1996. Yem ve yeşil gübre amacıyla oluşturulmuş *leucaena* (*leucaena leucocephala* lam) şeritlerinin farklı azot dozları ile gübrelenerek yetiştirilen mısır bitkisinin verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, 435-441, Erzurum.
- Uzun, A., Öz, M., Karasu, A., Başar, H., Turgut, İ., Göksoy, A.T., Açıkgöz, E., 2005. Yeşil yem ve gübreleme amacıyla yetiştirilen adi fiğ (*vicia sativa* L.)'den sonraki mısırın verim özellikleri. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 19(2): 83-96, Bursa.
- Yalçuk, H., 1976. Bitki Münavebe Sistemleri ile Toprağın Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. T.C. Köy İşleri Bakanlığı Toprak Genel Müd. Menemen Bölge Toprak Araş. Ens. Müd. Yay., Genel Yay. No:51, Rapor Seri No:29, Menemen, 30 s.
- Yeşilsoy, M.Ş., Aydın, M., Kaplankıran, M., 1987. Klemantin mandarini, valencia portakalı ve marsh seedless altıntoplarında yeşil gübre uygulamasının gelişme ve meyve verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri (ikinci 3 yılın sonuçları). *Doğa-Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Cilt:11, Sayı:2, 473-487.
- Yeşilsoy, M.Ş., Aydın, M., Çolak, A.K., Kaplankıran, M., 1993. Klemantin mandarini, valencia portakalı ve marsh seedless altıntoplarında yeşil gübre uygulamasının gelişme ve meyve verimi üzerine etkileri. *TÜBİTAK. Doğa-Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 17, 53-60.
- Yılmaz, Ş., Sağlamtimur, T., 1996. Ana ürün mısırdaki üst gübre olarak uygulanan farklı form ve dozlarda azot gübresinin hasıl verimi ve kalitesine etkisi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(1).113-124.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hiz. Genel. Müd.Yay., Genel Yay.No:121, Ankara,623 s.
- Zuberck, M.S., Smith, G.E., Gehrke, C.W., 1954. Crude protein of corn grain and strave as investigated by different hybride, plant populations and nitrogen level. *Agronomy J.*, 47:215-218.

AŞAĞIAKSU HAVZASI TOPRAKLARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE HARİTALANMASI

Orhan DENGİZ* Coşkun GÜLSER Serkan İÇ Zeynep KARA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Samsun
*e-mail: odengiz@omu.edu.tr

Geliş tarihi: 17.09.2008

Kabul Tarihi: 25.12.2008

ÖZET: Bu çalışmanın amacı Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüs alanı içerisinde yer alan Aşağıaksu havzası topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanmasını kapsamaktadır. Havza 486.1 ha olup, 1:25.000 ölçekli SAMSUN-F36-a3 paftasına girmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 14.2 °C ve yıllık ortalama yağış ise 670.2 mm'dir. Havzanın gölet alanı deniz seviyesinden 150 m yüksekliktedir ve maksimum kodu ise 510 m'dir. Bölgeye ait topografik, jeolojik ve jeomorfolojik haritaların incelenmesi ve arazi gözlemleri sonucunda araştırma alanında 7 profil açılmıştır. Detaylı arazi gözlemleri, grit yöntemi ve burğu yoklamaları ile gerçekleştirilmiştir. Açılan profillerin her birinden horizon esasına göre örnekler alınmış ve laboratuvarında analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçların ve arazi gözlemlerinin değerlendirilmesi ile 6 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Belirlenen toprakların 2 tanesi genç olmaları nedeniyle Entisol ordosuna 3 tanesi Inceptisol ve 1 tanesi ise Vertisol ordosuna dahil edilmişlerdir. Araştırma alanında en fazla alana sahip Gölet serisi (% 26.9) iken en az alan % 2.3 ile Kamaz dere serisidir.

Anahtar Sözcükler: Aşağıaksu Havzası, Toprak Özellikleri, Toprak Haritalama

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF AŞAĞIAKSU BASIN SOILS AND MAPPING

ABSTRACT: The objective of this research was to determine physical and chemical soil properties of Aşağıaksu basin and mapping. Total basin area is 486.1 ha and locate in Ondokuz Mayıs University campus and 1: 25.000 scaled SAMSUN-F36-a3 sheet. Average annual temperature and precipitation are 14.2 °C and 670.2 mm. Mean sea level altitude of Basin area is 150 m. The maximum level of the area is 510 m. After examination of topographic, geologic and geomorphologic maps and land observation, 7 profile places were excavated in study area. Detailed land observations were done with grid method and auger examinations. The soil samples were taken from each profile and their analyses were done in the laboratory. By assessing the results of analyses and field studies, 6 different soil series were determined and described. Two of them were classified as Entisols due to their young age and three are Inceptisol and one is Vertisol. Whereas Gölet series has the largest area (26.9 %), Kamaz dere series has the smallest area in the study area (2.3%).

Key Words: Aşağıaksu basin, soil properties, soil survey and mapping

1. GİRİŞ

Bir ülkenin en önemli doğal zenginlikleri arasında toprak önemli bir yer alır. Gelişmekte olan ülkelerde hızlı bir şekilde artan nüfusun sosyo-ekonomik ihtiyaçları, arazi kaynaklarının gıda üretimi amacıyla çok değişik kullanımlara tahsisini asıl hedef haline getirmiştir. Ülkelerin sosyo-ekonomik gelişmelerinin temeli, doğal kaynaklarının zenginliğine ve bu kaynakları kullanım politikalarına bağlıdır. Artan nüfusun baskısı ve arazi kullanım amaçlarındaki farklılıklardan meydana gelen rekabet, daha etkin arazi kullanımı ve yönetiminin gerekliliği üzerine yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Arazi kaynaklarının korunması ile ilgilenen arazi kullanıcıları ve yöneticiler için rasyonel ve sürdürülebilir arazi kullanımı, şimdiki ve gelecekteki nüfusun yararı için önemli bir konudur.

Arazi kaynaklarının doğru ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla başvuru alan önemli kaynaklardan birside farklı özelliklere sahip toprakların yayılımlarını gösteren toprak haritalarıdır. Toprak etüt ve haritalama çalışmaları sonucu üretilen toprak haritaları ve bununla ilişkili sunulan raporlar kullanıcılar için toprak veri tabanı oluşturmaktadır. Raporların doğruluğu, detay ve içerdiği ilave bilgilerin zenginliği, bu amaçla

sonraki kullanımlar için geçerli sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüs gölet alanında fındık başta olmak üzere, ceviz, yaban mersini, elma, armut vb. meyve türleri için koleksiyon bahçesi kurulmak istenen alanın toprak özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanmasıdır. Tesis edilecek bahçenin başarıya ulaşmasında öncelikli olarak su ve iklim özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra, alanda yayılım gösteren farklı toprak gruplarının fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerinin ve alan içerisindeki dağılımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü her toprak grubunun kendine özgü kullanım biçimi ve yönetim isteği olduğu gibi yetiştirilmesi düşünülen her bir bitkinin de farklı toprak isteği bulunmaktadır. Bu nedenle kurulacak koleksiyon bahçesinde, gelecekte toprak ve bitki yetiştirilmesinden doğabilecek sorunlarının giderilmesi veya etkisinin minimuma indirilmesi amacıyla da bu çalışma planlanmıştır.

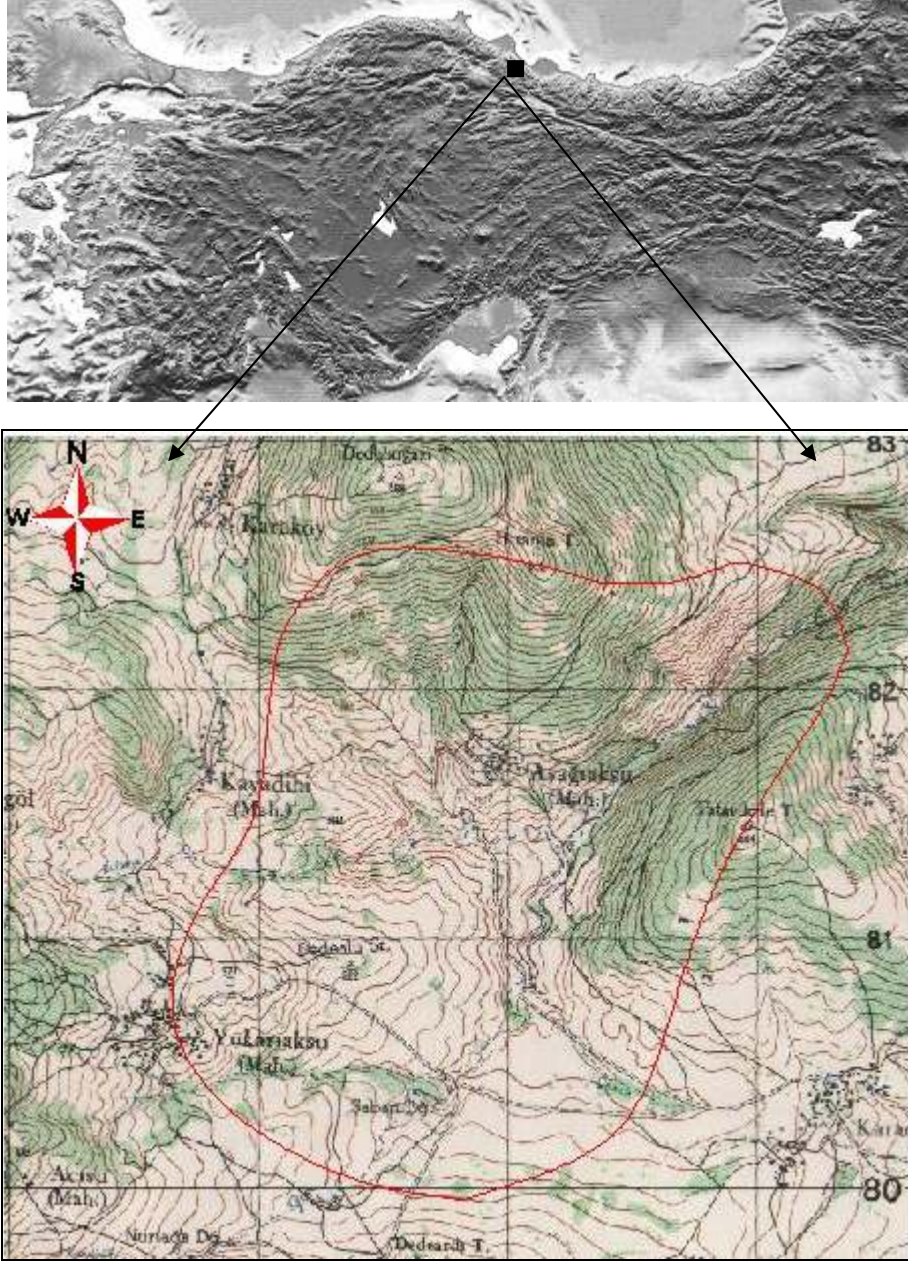
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Samsun merkez ilçenin Kurupelit beldesi sınırlarında içerisinde yer alan ve 486.1 ha alana sahip olan Aşağıaksu havzasıdır. Havza 4582000m-4580000m K ve 262000m-264000m D (UTM) koordinatlarında ve 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritada SAMSUN F36a3

paftasına girmektedir (Şekil 1). Aşağıaksu, Yukarıaksu ve Kayadibi köyleri bulunmaktadır. Güneydoğuda Tatardepe tepe (404 m), güneyde Dedeardı tepe (349 m) ve dedealtı sırtları ve kuzeydoğuda Hitanın tepe (516 m) çevrili olan Aşağıaksu havzası içerisinde Aşağıaksu, Yukarıaksu ve Kayadibi köyleri bulunmaktadır.

Araştırma Havzası içerisinde Bulanık, Kendirlik ve Kamaz dereleri bulunmaktadır. Aşağıaksu havzasında yıllık ortalama yağış 670.2 mm olup en fazla yağış 87.4 mm ile Ekim ayı, en az yağış ise 31.3 mm ile Temmuz ayında düşmüştür. En sıcak aylar Temmuz ve Ağustos (23.2 °C) en soğuk ay ise Şubat (6.6 °C) aydır (Çizelge 1).



Şekil 1. Aşağıaksu Havzası çalışma alanı 1:25.000 ölçekli topografik haritada yer gösterimi

Çizelge 1. Aşağıaksu havzası'na ait bazı meteorolojik değerleri (Anonim, 2005)

	Aylar												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık (°C)	7.0	6.6	7.8	11.2	15.3	20.0	23.2	23.2	19.8	15.9	11.9	8.9	14.2
Yağış (mm)	58.4	48.8	52.7	58.3	50.6	47.9	31.3	31.5	50.9	87.4	78.1	74.4	670.2

Aşağıaksu havzasının iklimi, Doğu Karadeniz iklim karakteristiklerine sahiptir. Yazları sıcak ve kısmen yağışlı, kışları ise serin ve bol yağışlıdır. Sıcaklık mevsimler arasında büyük farklılık göstermemekte, yağış bütün mevsimlere dağılmasına rağmen kış ve bahar aylarında daha fazla düşmektedir. Yağışın mevsimlere göre dağılışı, sonbahar aylarında 216.4, kış aylarında 181.6, ilkbahar aylarında 161.6 ve yaz aylarında 110.7 mm'dir. Hakim rüzgarlar en çok güneybatı, güney ve kuzeybatı yönlerinden esmekte olup en kuvvetli rüzgarların geliş yönü kuzeybatıdır (Anonim 2005). Aşağıaksu havzasındaki yüksek arazilerin çoğu üçüncü zamana ait eosenden ve yamaç eteklerindeki araziler ise ikinci zamana ait üst kretase filişinden meydana gelmiştir. Bu formasyonlardan eosen, volkanik breş-tüf anglomera kaya birimlerinden filiş ise kil taşı-kum taşı-konglomera kaya birimlerinin istiflenmesiyle oluşmuştur. Filiş üzerinde bulunan eosen, masif, eklemeli çatlaklı, ayrışmalı bir yapı göstermektedir (Kara ve ark, 1993).

Aşağıaksu havzası doğal bitki örtüsünün büyük bir bölümünü meşelikler oluşturmaktadır. Arazinin geri kalan kısmını doğal mera ve çayırlar oluşturmaktadır. Çalı vejetasyonu yaygın olup akça kesme, böğürtlen, kara çalı, dikenli mersin bunların en yaygın olanlarıdır. Ayrıca havza içlerinde çınar, söğüt, kavak, ılgın gibi ağaç ve çalı örnekleri görülmektedir. Çalılık arasında çok sayıda yabani sıklamen ve anemonlara, kuzeyde yüksek kesimlerde çuha çiçekleri ve helleboruslara, yine bu kısımlarda az güneş gören vadi kesimlerinde yabani defnelere rastlanmaktadır. Çalı vejetasyonunun tahrip edildiği, önceden işlenen bugün terkedilmiş olan tarım alanlarında ise çayır vejetasyonu hakim durumdadır (Özen, 1988; Kara ve ark, 1993).

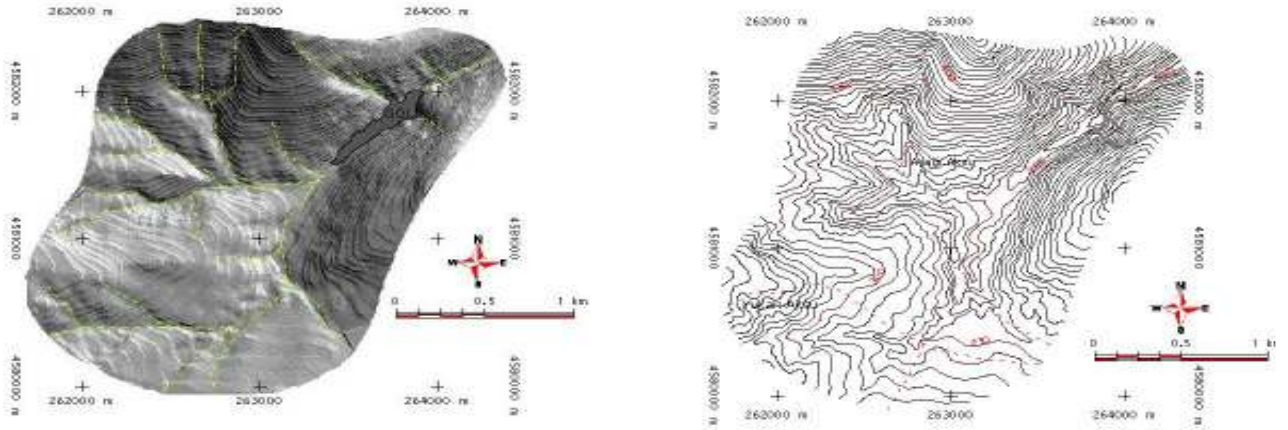
2.2. Metot

Aşağıaksu havzası temel toprak özelliklerinin belirlenmesi ve toprak haritasının oluşturulması işlemi dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Havzanın topoğrafik haritası, jeoloji haritaları ve iklim verileri toplanmıştır. Topoğrafik haritalar sayısallaştırılarak havzanın "Sayısal Yükseklik Modeli" (DEM) oluşturulmuştur (Şekil 2).

Belirlenen bitki deseni ve arazi kullanımının yanı sıra DEM kullanılarak alanda yayılım gösteren farklı eğim gurupları, fizyografik üniteler, rölyef, bakı ve arazi şekilleri belirlenmiştir.

Belirlenen arazi şekli ve arazi örtüsü sayısal jeoloji verileri ile birleştirilerek farklı ana materyal ve farklı fizyografya üzerinde oluşmuş toprak serileri tespit edilmiş ve ilk taslak toprak haritası oluşturulmuştur. İkinci aşama olan arazi çalışmasında ise daha önceden yapılan büro çalışması sonucu belirlenen farklı özellikteki toprak serileri üzerinde toprak profil yerlerinin koordinatları kayıt edilmiş, GPS aleti kullanılarak profil çukurlarının yerleri belirlenmiş ve arazide profil çukurları açılmıştır. Çalışma alanında saptanan 7 farklı toprak profilinden 1 tanesinin benzer özellikler göstermesi nedeniyle 6 farklı toprak profilinden genetik horizon esasına göre toprak örnekleri alınmıştır. Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla dikkate alınacak kriterler, örneklemeler ve sınıflandırma için Soil Survey Staff (1993 ve 1999) kullanılmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvarda bünye Bouyoucous (1951), kation değişim kapasitesi ve değişebilir kanyonlar; Tüzüner (1990), % CaCO₃ Hızalan ve Ünal (1966), pH ve elektriksel iletkenlik; U.S.Salinity Laboratory (1954), organik madde Jackson (1958) yöntemlerine göre analizleri yapılmıştır. Toplam azot mikro kjeldahl metodu ile (Bremner 1982), yarıyışlı fosfor (P₂O₅) Olsen metodu kullanılarak (Olsen 1982), Fe, Mn, Cu, ve Zn ise DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element analizi (Lindsay ve Norvell 1978) göre yapılmıştır. Son aşama da ise, farklı özelliklere sahip toprakların analiz sonuçları da dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve arazi sınırları kesinleştirilerek havzanın 1:25.000 ölçekli temel toprak haritası yapılmıştır (Şekil 4).

Detaylı olarak yürütülen toprak etüt ve haritalama çalışmalarında haritalama ünitesi olarak, toprak serileri ve bunların fazları kullanılmıştır. Toprakların fazlara ayrılmasında gözetilen eğim, drenaj, taşlılık, kayalılık, derinlilik ve erozyon gibi faktörler içinde yine Soil Survey Staff 1993 den yararlanılmıştır. 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılması, yeni haritaların çizilmesi ve toprak veri tabanlarının hazırlanmasında TNT Mips v6.4 MicroImage Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı (1999) kullanılmıştır.



Şekil 2. Aşağıaksu Havzası araştırma alanı DEM ve topografik haritası

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

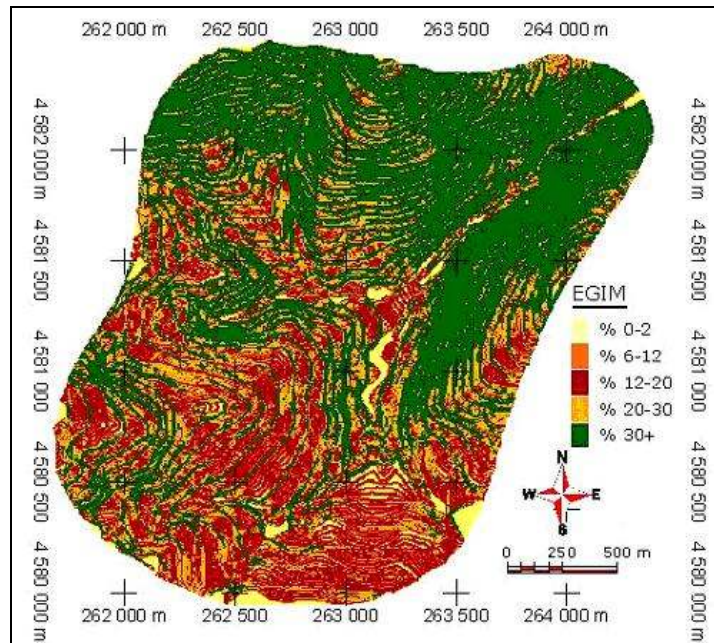
3.1. Arazinin eğim grupları dağılımı

Araştırma alanına ait topografik haritaların Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak sayısallaştırılmasından sonra oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (DEM), eğim gruplarının oluşturulması işlemine kullanılmıştır. Çalışma alanı genelde engebeli ve topografik eğimin sıkça

değiştığı bir arazi üzerinde yer almaktadır. Bu engebeli Topoğrafya da yer yer küçükte olsa hafif eğimli alanlar mevcuttur Çalışma alanının büyük bir kısmı (%74.3) çok dik ve sarp araziler oluşturmaktadır. Ancak % 4.8'lik bir kısmı düz ve düze yakın arazilerdir (Çizelge 2 ve Şekil 3). Eğimin fazla olması özellikle bitki örtüsü zayıf, aşırı otlama yapılan sığ yerlerde toprakların erozyonla taşınmasına neden olmaktadır.

Çizelge 2. Aşağıaksu Havzası araştırma alanı eğim grupları alansal ve oransal dağılımları

Eğim Sınıfı (%)	Alan (ha)	Oran (%)
0-2	12.9	2.7
6-12	16.0	3.3
12-20	119.6	24.6
20-30	86.9	17.9
30+	250.7	51.5
Toplam	486.1	100



Şekil 3. Aşağıaksu Havzası araştırma alanı eğim haritası

3.2. Toprakların fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri

Toprak serilerine ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3 ve Çizelge 4' de verilmiştir. Kayadibi serisi %12-20 eğimli yer yer bu oran kuzey doğuya doğru %30 eğimlere ulaşan, kolluviyal birikintiler üzerinde oluşmuş, sıg (0-17 cm) toprak derinliğe sahip topraklardır. Genellikle bu toprakların yayılım gösterdiği alanlardan yüzey topraklarında kil içeriği %7' lere ulaşmaktadır. Bu nedenle yüzeylerde yaz ayları yer yer çatlamalar oluşarak vertikal özellikler göstermektedir. Toprakların A/C genetik horizon dizimlerine sahiptirler. Farklı zamanlara ait kolluviyal birikintilerden dolayı profil içerisinde özellikle 17 cm den sonra bünyede ani değişimler göstererek kum miktarı %5'lerden %65'lere daha sonra tekrar bu oran %1 dolaylarına düşmektedir. Bu durum su tutma kapasitesini de etkileyerek yarıyıllık su kapsamı %11.59-13.77 arasında değişmektedir. Katyon değişim kapasitesi 18.62-46.04 me/100 gr arasında fazla bir fark olmayan dağılım gösterirler. Organik madde oranları profil derinliğine doğru ani düşmeler olup %4.60 – 0.43 arasında değişim gösterir. Ana materyale yaklaştıkça kireçli orandan çok kireçliye doğru bir artış göstermektedir. Profil derinliğinde kireç beneklerini görmek mümkündür. Buna bağlı olarak toprak reaksiyonu yüzeyden derinlere doğru bir miktar artmaktadır (pH'ları 7.50-8.03). Bu toprakların genellikle işlemeli tarım ve mera olarak kullanılmaktadır.

Kamaz Deresi serisine ait topraklar alanın %2.3'lük kısmını kaplamakta olup, havzanın en alçak seviyesinde, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Göletinin güney batı ve kuzey doğusuna doğru dar bir şerit halinde uzanmaktadır. Hafif dalgalı bir topografyaya sahip olan bu seri Kamaz deresinin taşımış olduğu alüviyal materyaller üzerinde oluşmuş, orta derin, profil boyunca killi bünyeye sahip topraktır. Organik madde yüzeyde %3.65 iken derinlere doğru bu miktar azalarak %0.94'e inmektedir. Toprakların ağır bünyeli olmaları nedeniyle geçirimsizlikleri zayıftır. Profilde pH 7.39-7.76 arasında, özellikle organik madde ve kil içeriğine bağlı olarak KDK ise 13.9-51.4 me/100 arasında değişmektedir. Profil içerisinde kireç miktarı diğer serilerle karşılaştırıldığında en az düzeyde olup %0.82-2.20 arasında değişmektedir. Bu topraklarda tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Havzanın kuzey-kuzey batısında yer alan Gölet serisi toplam alanın %26.3'lük kısmını kaplamaktadır. Seri topraklarının büyük bir kısmı

mera, boş alan ve ormanlık olarak kullanılmaktadır. Marn ve kolluviyal ana materyal üzerinde oluşmuş olan bu topraklar etek arazilerde orta derinliklere sahip iken kuzey ve kuzey batı yönlerinde eğimin artmasıyla toprak derinlikleri çok sıg (20 cm az) derinliğe kadar azalmaktadır. Diğer serilerde olduğu gibi bu seri toprakları da killi bünyeye sahiptirler. Ana materyalinde etkisiyle topraklarda yüksek oranda kireç içermekte olup %10.43-31.51 arasında değişmektedir. Toprakta kalsifikasyon olayı sonucunda kireç özellikle 28-47 cm arasında birikim göstermekte olup, bu derinlikte yer yer kireç miselleri ve kireç paketçikleri bulunmaktadır. Bu durum toprak renginde de değişimlere neden olarak yüzeyde koyu yüzey toprağı (5 Y 4/2 kuru, 5 Y 3/2 nemli), derinlere doğru kireç artışına paralel olarak renk açılmaktadır. Topraklarda KDK 32.7-45.2me/100 gr, pH ise 7.60-8.16 arasında değişmektedir.

Gölet serisinin güney batısında yer alan Aşağıaksu serisi, %6 ile %20 eğimler arasında değişkenlikler gösteren, Gölet serisine göre daha derin olan killi bünyeye sahip topraklardır. Bu topraklar tarım ve mera olarak kullanılmaktadır. Profilde horizonlar A1/A2/Bw1/Bw2/BC/C şeklinde dizilim göstermektedir. Topraklar killi bir bünyeye sahiptir. Fakat kil miktarı derinlere doğru bir miktar artış göstermiştir. Profil boyunca pH hafif alkaline özelliğe sahip, kireç içerikleri ise fazladır. Profil yüksek kireç içeriğinden dolayı toprak renklerinde yüksek value ve kromaya sahiptirler. Organik madde üst topraklarda orta, alt topraklarda fakirdir.

Tatardede Tepe Serisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gölet'inin güney ve güney doğusunda yer alan etek, yamaç ve tepelik arazileri oluşturmaktadır. Alanın büyük bir bölümü ormanlık arazidir. Eğim etek arazilerde %6-12 iken güney doğuya doğru bu oran %30'ları aşmaktadır. Toprakların büyüklüğü çoğunluğu sıg ve çok sıg'dır. Kireç oranı tüm serilerle karşılaştırıldığında en yüksek orana sahip olup %21.93-35.40 arasında değişmektedir. Bünye diğer serilerde olduğu gibi killidir.

Yukarı Aksu serisi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gölet'inin güney batısında yer almakta olup, çalışma alanı içerisinde en fazla yayılım alanına sahiptir. Seri toprakları şişme-büzülme özelliğindeki killerin miktarı profil boyunca çok fazla oluşu (%70), yaz mevsimlerinde derin ve geniş çatlakların oluşmasına neden olmakta, ayrıca 19-65 cm arasında bol miktarda kayma yüzeylerin bulunmaktadır. Bu seriye ait toprakların büyük bir kısmı işlemeli tarım olarak kullanılmaktadır. Organik madde diğer serilere oranla daha düşük seviyede olup %0.56-2.72 arasında değişmektedir. Ayrıca bu oran derinlere doğru daha da azalmaktadır. KDK 44.2-52.5 me/100 gr, pH ise 7.66-8.00 arasında değişmektedir.

Çizelge 3. Aşağıaksu Havzası toprak Serileri bazı kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	pH*	EC* (dS.m ⁻¹)	Kireç (%)	O.M (%)	KDK (meq/100gr)	Değişebilir Katyonlar (meq/100gr)			
							Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
Gölet Serisi										
A	0-13	7.60	0.600	10.43	3.97	44.1	0.22	0.75	37.50	3.66
Bw	14-28	7.98	0.343	21.18	0.85	45.2	0.24	0.42	36.83	4.66
Bk	28-47	8.05	0.307	31.51	0.65	32.7	0.33	0.31	28.58	3.41
C1	47+	8.16	0.293	29.08	0.57	33.8	0.56	0.27	29.12	3.17
C2	88+	8.12	0.331	27.92	0.35	34.5	0.56	0.25	27.75	5.41
Aşağı Aksu Serisi										
A1	0-10	7.57	0.610	20.52	3.49	44.6	0.36	0.80	36.25	4.16
A2	10-28	7.80	0.533	20.61	1.64	46.7	0.51	0.48	38.75	7.00
Bw1	28-50	7.94	0.538	22.85	1.00	45.7	0.52	0.40	37.66	7.08
Bw2	50-70	7.97	0.446	27.10	0.68	42.9	0.49	0.33	35.16	6.91
BC	70-85	8.05	0.437	30.80	0.57	37.5	0.43	0.32	29.83	6.87
C	85+	8.05	0.408	33.06	0.53	34.9	0.36	0.32	29.00	7.20
Kayadibi Serisi										
A	0-17	7.50	0.658	18.47	4.60	46.04	0.52	0.97	37.33	4.16
1Cr	17-70	7.60	0.084	1.93	0.86	18.62	0.54	0.49	15.91	4.66
2Ck	70+	8.03	0.367	33.46	0.43	39.69	0.38	0.34	30.50	8.45
Yukarı Aksu serisi										
A	0-19	7.66	0.691	8.78	2.72	52.5	0.38	0.67	44.08	4.33
Bss1	19-39	7.95	0.581	12.58	1.18	48.8	0.40	0.44	42.50	5.41
Bss2	39-65	7.94	0.523	10.73	0.62	44.2	0.45	0.44	42.33	5.00
C	65+	8.00	0.571	11.75	0.56	-	-	-	-	-
Kamaz deresi Serisi										
A1	0-13	7.39	0.864	2.20	3.65	51.4	0.38	0.88	44.25	4.87
A2	13-31	7.55	0.557	0.82	2.17	42.2	0.40	0.44	38.87	4.45
AC	31-50	7.65	0.389	1.33	1.41	43.0	0.83	0.40	34.33	5.41
C	50+	7.76	0.317	1.77	0.94	13.9	0.27	0.26	13.16	5.16
Tatardede Tepe serisi										
A	0-20	7.69	0.614	21.93	3.29	46.3	0.27	0.83	40.16	4.00
AC	20-46	8.03	0.499	33.88	0.66	42.1	0.27	0.28	34.16	3.41
C	46+	8.10	0.360	35.40	0.32	36.4	0.27	0.24	32.75	3.08

*pH ve EC 1:1 toprak su süspansiyonunda ölçülmüştür

Çizelge 4. Aşağıaksu Havzası toprak Serileri bazı fiziksel analiz sonuçları

Renk (Kuru, Nemli)	Bünye (%)			Sınıf	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Yarıyıllı Su (%)
	Kil	Silt	Kum				
Gölet Serisi							
5 Y 4/2, 5 Y 3/2	57.41	21.66	20.93	C	35.01	22.08	12.92
5 Y 7/3, 5 Y 5/3	63.22	32.37	4.41	C	32.59	17.69	14.89
5 Y 7/3, 5 Y 6/3	63.15	31.56	5.29	C	33.57	16.87	16.69
5 Y 7/2, 5 Y 5/3	63.08	31.67	5.25	C	31.23	17.03	14.20
5 Y 6/2, 5 Y 5/3	63.06	32.15	4.79	C	29.41	21.22	8.18
Aşağı Aksu Serisi							
5 Y 6/3, 5 Y 5/3	67.29	25.26	7.46	C	39.83	25.83	13.99
5 Y 6/3, 5 Y 4/3	64.69	23.52	11.79	C	38.60	24.21	14.38
5 Y 7/4, 5 Y 5/3	63.32	21.47	15.20	C	39.00	24.22	14.77
5 Y 7/3, 5 Y 6/3	70.65	26.21	3.14	C	37.63	23.54	14.09
5 Y 7/3, 5 Y 5/3	69.44	25.98	4.57	C	36.04	19.92	16.11
5 Y 7/2, 5 Y 6/4	69.49	26.00	4.51	C	35.99	22.72	13.27
Kayadibi Serisi							
5 Y 6/3, 5 Y 5/3	71.00	23.68	5.32	C	39.25	26.44	12.81
5 Y 6/4, 5 Y 5/4	25.77	8.88	65.35	SCL	26.81	13.04	13.77
5 Y 7/2, 5 Y 6/3	72.51	26.20	1.29	C	36.46	24.87	11.59
Yukarı Aksu serisi							
2.5Y 4/3, 2.5Y 3/2	72.91	16.16	10.93	C	44.02	28.83	15.19
2.5Y 4/2, 2.5Y 3/2	70.52	18.41	11.07	C	41.68	26.53	15.14
2.5Y 5/3, 2.5Y 4/3	72.12	16.10	11.78	C	43.47	24.87	18.59
2.5Y 5/4, 2.5 Y 4/4	67.71	18.14	14.15	C	43.25	26.10	17.14
Kamaz deresi serisi							
2.5Y 3/2, 2.5Y 3/3	71.83	16.36	11.80	C	44.75	29.93	14.81
2.5Y 3/2, 2.5Y 3/3	66.27	18.65	15.08	C	40.63	27.00	13.62
2.5Y 3/2, 2.5Y 3/3	59.24	13.21	27.55	C	36.93	24.90	12.03
2.5Y 4/3, 2.5Y 3/3	37.32	15.45	47.24	SC	26.77	16.82	9.95
Tatardede Tepe serisi							
2.5Y 5/3, 2.5Y 4/3	67.04	23.75	9.21	C	38.65	24.98	13.66
2.5Y 7/4, 2.5Y 6/4	57.81	30.69	11.50	C	35.34	20.32	15.01
2.5Y 7/3, 2.5Y 6/4	58.34	28.72	12.93	C	36.52	18.81	17.71

3.3. Araştırma Alanları Topraklarının Toprak Taksonomisine Göre Sınıflandırılması

Çalışma alanı toprakları arazide yapılan morfolojik çalışmaların yanı sıra laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak 7. Yaklaşım veya Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) göre 3 ordo, 3 altordo, 4 büyük grup ve 7 alt grup içerisine yerleştirilmiş (Çizelge 5) ayrıca toprak serilerini gösteren harita şekil 4'te verilmiştir. Araştırma alanında yer alan toprakların rutubet rejimleri Ustic ve sıcaklık rejimleri ise Mesictir. Toprakların toprak taksonomisine göre sınıflandırılması, toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre yapılmıştır. Toprakların oluşum süreci sonrası oluşan bazı yüzey üstü ve yüzey altı tanı horizonları saptanmış ve bunlar Entisol, Inceptisol, ve Vertisol ordolarına yerleştirilmiştir. Bu ordolar içerisinde % 58.7 ile Inceptisoller en fazla alan kaplarken bunu sırasıyla %29.1 ile Vertisol ve %10.9 ile Entisoller izlemektedir (Çizelge 6).

Kayadibi Serisi, yerçekimi kuvvetinin etkisinin yanı sıra dik eğimlere (%30' dan fazla) sahip olmaları ve yeterince yer yer bitki örtüsüne kaplı olmayan yerlerinde toprak erozyonuna maruz kalmış sığ derinliğe sahip yerleri bulunmaktadır. Yüzeyde çatlaklıkların oluşumunu sağlayacak ölçüde kil içermeleri sonucu vertiklik özellik göstermesi dışında herhangi bir tanı horizonunun oluşması için yeterli pedogenetik sürecin geçmemesi nedeniyle bu topraklar Entisol ordosunun orthent alt ordosuna, nem rejiminden dolayı ustorthent büyük grubuna ve yüzey vertiklik

özellik nedeniyle Vertic ustorthent alt grubuna yerleştirilmiştir. Kamaz Deresi serisi ise, Kamaz deresinin alüvyal birikintileri üzerinde oluşmaları ve %0.2'den fazla organik madde içermeleri, bölgenin ustik toprak rutubet rejiminde olmasından dolayı ustfluvent büyük grubuna ve yüzeyde molliklik özellik taşıması nedeniyle Mollic ustfluvent alt grubuna yerleştirilmiştir.

Gölet, Aşağı Aksu ve Tatardede Tepe serileri içerdikleri tanı horizonu ile (Cambic), Entisollerden daha ileri bir toprak oluşumu göstermeleri nedeniyle Inceptisol ordosuna ve toprak nem rejiminin ustic olması sonucu seriler Ustept alt ordosuna yerleştirilmiştir. Gölet ve Tatardede Tepe serileri 100 cm derinlik içerisinde içerisinde calcic veya petrocalcic horizonlarının olması nedeniyle Calciustept büyük grubuna Gölet serisi büyük grubunun tüm özelliklerini içermesi nedeniyle Typic Calciustept, Tatardede Tepe serisi ise 50 cm derinlik içerisinde lithic kontak bulunması nedeniyle Lithic Calciustept alt gruplarına yerleştirilmiştir. Aşağı Aksu serisi ise, 100 cm derinlik içerisinde bir fragipan veya duripan içermemeleri ve aynı derinlik içerisinde calcic veya petrocalcic horizonlarının olmaması nedeniyle Haploustept büyük grubuna, toprak yüzeyinde vertiklik özelliklerin görülmesi nedeniyle Vertic Haploustept alt grubuna dahil edilmiştir.

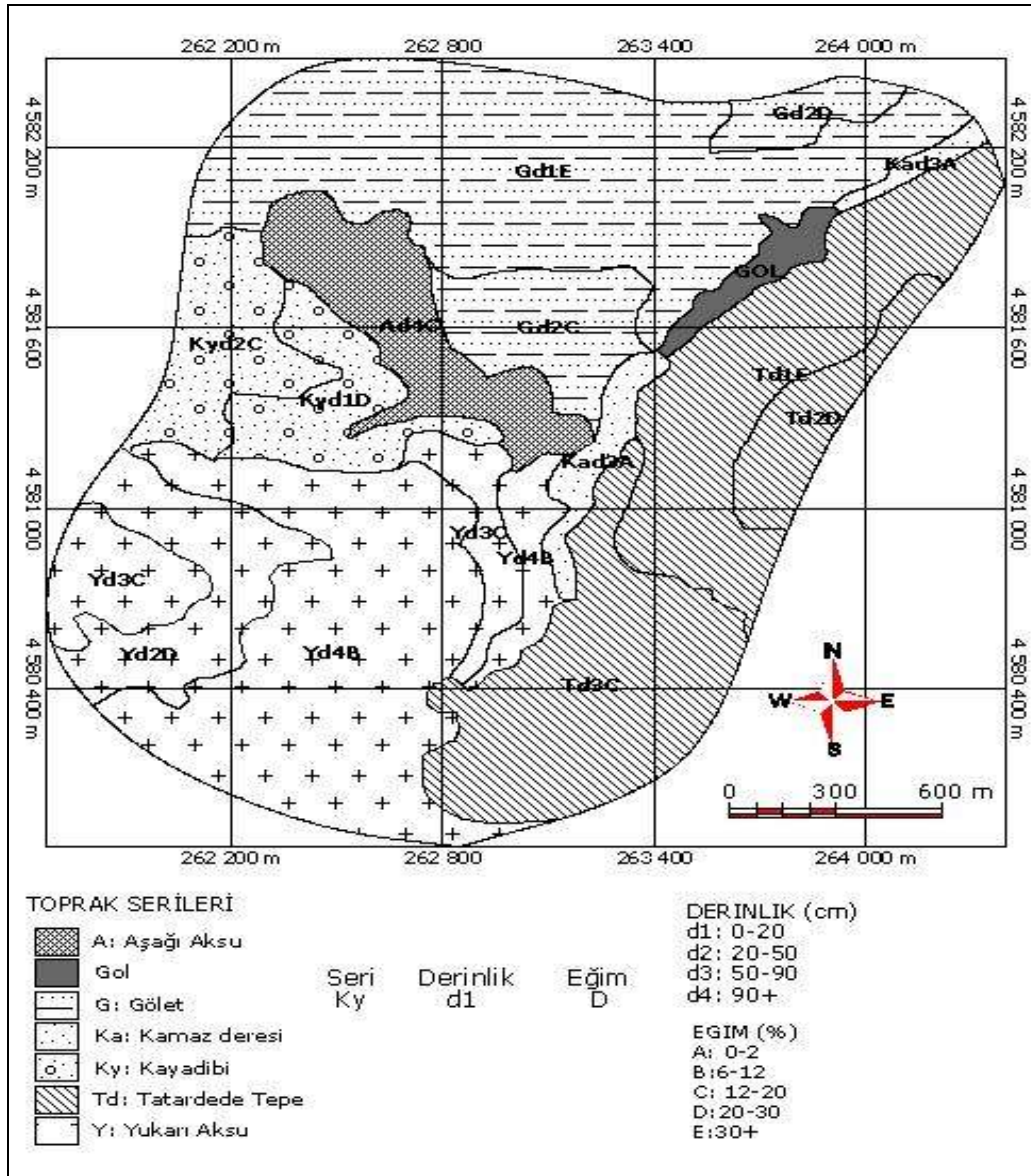
Yukarı Aksu serisi topraklarında şişme-büzülme özelliğindeki killerin miktarı profil boyunca çok fazla oluşu (%70), yaz mevsimlerinde derin ve geniş çatlakların oluşması ve 19-65 cm arasında bol miktarda kayma yüzeylerin görülmesi nedeni ile Vertisol ordosuna, nem rejiminden dolayı ustert alt ordosuna ve haploustept büyük grubuna kroması 3 olması nedeniyle Chromic Haploustept alt grubuna yerleştirilmiştir.

Çizelge 5. Aşağıaksu Havzası toprak serilerinin Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) göre sınıflandırması

Seri Adı	Ordo	Alt Ordo	Büyük Grup	Altgrup
Kayadibi	Entisol	Orthent	Ustorthent	Vertic Ustorthent
Kamaz Deresi		Fluvent	Ustifluvent	Mollic Ustifluvent
Gölet		Ustept	Calciustept	Typic Calciustept
Aşağı Aksu	Inceptisol	Ustept	Haplusept	Vertic Haplusept
Tatardede Tepe		Ustept	Calciustept	Lithic Calciustept
Yukarı Aksu	Vertisol	Ustert	Haploustept	Chromic Haploustept

Çizelge 6. Aşağıaksu Havzası toprak serilerinin ve ordoların alansal ve oransal dağılımları

Seri Adı	Alan (Ha)	Oran (%)	Ordo	Alan (Ha)	Oran (%)
Kayadibi	41.7	8.6	Entisol	52.8	10.1
Kamaz Deresi	11.1	2.3			
Gölet	130.7	26.9			
Aşağı Aksu	29.4	6.1	Inceptisol	284.9	58.7
Tatardede Tepe	124.8	25.7			
Yukarı Aksu	142.1	29.1	Vertisol	142.2	29.1
Göl alanı	6.3	1.3			
Toplam	486.1	100.0			



Şekil 4. Aşağıaksu Havzası araştırma alanı temel toprak haritası

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanı topraklarının bir bölümünde işlemeli tarım yapılmaktadır. Bu alanların bünyeleri ağır olup toprakların kil içerikleri kimi yerlerde %70'lara ulaşmaktadır (Yukarıaksu serisi). Böyle topraklarda tohum yatağı hazırlanması sırasında toprak işleme zamanlarının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için toprakların tavdayken işlenmelidir. Farklı bünyelere sahip toprakların farklı tav zamanları vardır. Killi toprakların bu zamandan önce işlenmesi durumunda toprakların fiziksel yapılarında önemli bozulmalar olurken, fazla nemli koşullarda işlenmeleri durumunda ise fazla çeki gücü istemesinin yanı sıra topraklarda iri kesekler meydana gelmektedir. Havalanmayı arttırmak, toprak yapısının gelişmesini sağlamak amacıyla topraklara organik madde ilavesi yapılmalıdır. Organik madde bir toprak

düzenleyicisi olmasının yanı sıra toprakta mikroorganizma faaliyetlerini de arttırmaktadır.

Çalışma alanı genelde engebeli ve topoğrafik eğimin sıkça değiştiği bir arazi üzerinde yer almaktadır. Bu engebeli Topoğrafya da yer yer küçükte olsa hafif eğimli alanlar mevcuttur (Şekil 3 ve Çizelge 2). Özellikle Gölet, Tatardede tepe serilerinin büyük bir bölümü ile Kayadibi serisinin bazı alanlarında eğim %20'nin üzerinde bulunmaktadır. Bu alanlar genellikle orman ve meralık alanlarla kaplı olmasına karşın bitki örtüsüyle kaplı olmayan çok dik eğime sahip alanlar da bulunmaktadır. Yağışlı dönemlerde toprağı koruyucu bir bitki örtüsünün olmaması veya zayıflığı nedeniyle yüzeyde oluşan toprak materyali yüzey akışla taşınmasına neden olmaktadır. Bu yüzden bu alanlarda yer alan topraklar çok sığdır ve ana kayalar yer yer yüzeye kadar çıkmışlardır. Bu alanlarda oluşan ve oluşacak toprakların yerlerinde tutunmalarının sağlanması amacıyla ağaçlandırılması gerekmektedir. Ayrıca bu alanlarda toprak yeteri kadar derinliğe sahip

olmadıklarından toprakların su tutmalarındaki yetersizlikten dolayı az su depoladıklarından fazla su yüzey akışa geçerek erozyona sebep olabilmektedirler.

Çalışma alanında Kamaz dere serisi dışında profil boyunca kireç içeriği genelde tüm serilerde yüksek oranlarda bulunmaktadır. Bu durum bitkilerin besin elementlerinden yararlanma durumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Toprakta yüksek düzeyde bulunan Ca iyonları çoğu mikro elementler ve makro elementlerden özellikle de fosforla güç çözülebilir kompleks bileşikler oluşturmaktadır. Topraklarda toplam olarak yeterli miktarda mikro element bulunsa bile kalsiyum ile çözünemez bileşikler oluşturacaklarından, bitkiler bu mikro besin elementlerinden yeterince

yararlanamazlar. Bunun sonucu olarak bitkilerde eksiklik kloroz semptomları ortaya çıkabilmektedir.

Çalışma alanında yayılım gösteren toprak serilerine ait makro ve mikro besin elementlerinin kapsamı Çizelge 8’de verilmiştir. Ayrıca bu besin elementlerinin yeterlilik düzeyleri ise Loue (1968), Ülgen ve Yurtsever (1988), Lindsay ve Norvell (1978)’ den yararlanılarak Çizelge 7’de verilmiştir. Serilerin azot ve fosfor kapsamı incelendiğinde, yüzey topraklarında organik madeninde fazla olmasına bağlı olarak yeterli düzeyde bulunmasına karşın bu oran derinlere doğru azalmaktadır. Fosfor kapsamı yeterli düzeyde bulunan Kayadibi serisi hariç diğer tüm serilerde az miktardadır. Toprakların mikro element (demir, mangan, çinko ve bakır) düzeyleri ise tüm alanda yeterli düzeyde belirlenmiştir.

Çizelge 7. Toprak verimliliği değerlendirmesinde kullanılan standart değerler.

Besin Maddesi	Yeterlilik Düzeyleri				
	Çok az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla
Makro					
N (%)	< 0.070	0.071-0.090	0.091-0.110	0.111-0.130	> 0.130
P (mg kg ⁻¹)	< 6	6-14	14-26	26-38	> 38
Mikro		Az	Orta		Fazla
Fe (mg kg ⁻¹)		< 2.5	2.5-4.5		> 4.5
Mn (mg kg ⁻¹)		< 1.0			> 1.0
Zn (mg kg ⁻¹)		< 0.5	0.5-1.0		> 1.0
Cu (mg kg ⁻¹)		< 0.2			> 0.2

Çizelge 8. Aşağıaksu Havzası serilerin verimlilik analiz sonuçları

Horizon	N (%)	P mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
Gölet Serisi						
A	0.37	7.51	11.3	20.76	1.98	1.44
Bw	0.15	5.78	7.14	5.16	0.94	0.62
Bk	0.10	5.20	6.54	4.52	0.68	0.66
C1	0.09	6.36	6.14	2.92	0.62	1.36
C2	0.02	5.78	7.5	2.14	0.74	0.7
Aşağı Aksu Serisi						
A1	0.32	7.51	8.78	12.96	1.86	1.54
A2	0.24	10.40	10.72	9.36	2.14	0.68
Bw1	0.13	10.98	9.78	6.34	1.68	0.80
Bw2	0.09	6.93	8.94	5.52	1.24	0.66
BC	0.04	9.82	7.44	3.32	1.04	0.62
C	0.03	8.40	7.18	3.74	0.94	0.48
Kayadibi Serisi						
A	0.37	15.02	8.2	5.8	1.74	1.78
1Cr	0.13	10.98	11.52	2.68	1.14	1.08
2Ck	0.10	10.04	7.04	2.85	0.92	0.76
Yukarı Aksu serisi						
A	0.26	12.87	9.96	23.16	2.44	1.18
Bss1	0.17	11.56	9.78	16.44	1.98	1.02
Bss2	0.11	9.25	10.20	15.72	1.76	0.54
C	0.09	10.40	9.36	12.60	1.50	0.69
Kamaz deresi serisi						
A1	0.40	12.14	11.10	36.60	2.34	1.90
A2	0.30	10.40	22.56	19.5	2.52	0.82
AC	0.13	10.03	26.64	10.08	2.70	0.98
C	0.03	9.86				
Tatardede Tepe serisi						
A	0.32	13.87	9.02	16.56	1.72	1.28
AC	0.09	11.34	6.30	7.44	0.70	0.76
C	0.02	10.40	5.36	5.76	0.46	0.68

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP: Z-500 kodlu proje tarafından desteklenmiştir

6. KAYNAKLAR

- Anonim. 2005. Ortalama Yağış ve Sıcaklık Değerleri Bülteni, Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü, Samsun.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*. 43: 9
- Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA.
- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Science Society of American Journal* 42, 421-428.
- Kara, E.E., Apan, M., Korkmaz, A., Gülser, C., Kara, T. 1993. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Etüd ve Haritalanması, Sulama Yönünden Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Z-073, OMÜ. Proje Sonuç Raporu, Samsun.
- Loue, A.1968. Diagnostic Petiolare de Prospection. Etudes sur la nutrition et la Fertilization Potasiques de la Vigne. Societe. Commerciale des Potasses d'Alsace Serviced Agronomiques. 31-41.
- Olsen, S.R., 1954. Estimation of Available Phosphorous is Soil by Extraction with Sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circular No. 939, Wash. D.C. U.S.A
- Özen, F.1988. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs Alanı ve Çevresinin Vejetasyonu Üzerinde Fitososyolojik Bir Araştırma. O.M.Ü Fenbilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Soil Survey Staff. 1993. *Soil Survey Manual*, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- Tüzüner, A. 1990. *Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- TNT.1999. TNT (The New Thing) MIPS (MicroImage Processing System), Getting Started Geospatial Analysis, MicroImages, USA.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis Improvement of Salineand Alkali Soils*. USDA Agri. Handbook, No: 60.
- Ülgen, N ve Yurtsever, N. 1988. *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın no: 151, Teknik Yayınlar No: T-59, Ankara.

ORGANİK ATIKLARIN TOPRAKTA ÜREAZ AKTİVİTESİNE AİT TERMODİNAMİK PARAMETRELERE ETKİSİ

İmanverdi EKBERLİ* Rıdvan KIZILKAYA Nalan KARS
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 5513 Samsun

*e-mail: iman@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.05.2008

Kabul Tarihi: 20.11.2008

ÖZET: Bu çalışmada, killi tın bünyeli toprağa tütün ve çay atığı, fındık zurufu, buğday samanı gibi organik atık uygulamalarının, üreaz aktivitesi ve bu enzimin aktivitesine ait termodinamik parametreler (E_a , ΔH , ΔS , ΔG , Q_{10}) üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Denemede kullanılan organik atıklar kuru ağırlık üzerinden %5 oranında toprağa karıştırılmış, $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ' de 30 gün inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda farklı substrat konsantrasyonları (%0, %1, %2, %4, %6, %8, %10, %12), inkübasyon periyotları (0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) ve inkübasyon sıcaklıklarında (0, 10, 20, 30, 40 ve 50°C) topraklardaki üreaz aktivitesi belirlenerek termodinamik parametreler hesaplanmıştır. Deneme sonunda, organik atık uygulamasının üreaz aktivitesini önemli düzeyde artırdığı ve atıkların etkinliklerinin tütün atığı>çay atığı> fındık zurufu> buğday samanı şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Genellikle, kontrol ve organik atık uygulanmış topraklarda tüm substrat konsantrasyonlardaki üreaz aktivitesi değerlerinin $40-50^\circ\text{C}$ sıcaklıklarında diğerlerine oranla daha hızlı bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Tüm uygulamalarda üreaz aktivitesine ait termodinamik parametrelerin değerleri farklılık göstermiştir. E_a değerlerinin tütün atığı uygulanmasında en düşük ($5.255-8.341 \text{ kJmol}^{-1}$), buğday samanı uygulamasında ise en yüksek ($17.189-24.414 \text{ kJmol}^{-1}$) olduğu saptanmıştır. En düşük ΔH ($2.786-5.876 \text{ kJmol}^{-1}$) değerleri tütün atığı uygulanmış toprakta belirlenmiştir. Tüm uygulamalarda ΔS değerlerinin negatif olduğu, %10-12 substrat konsantrasyonu düzeylerinde sabitleştiği; ΔG değerlerinin ise $68.965-83.869 \text{ kJmol}^{-1}$ aralığında değiştiği saptanmıştır. Q_{10} katsayısının en yüksek değerleri ($1.212-1.477$) buğday samanı, en düşük değerleri ($1.061-1.169$) ise tütün atığı uygulanmasında bulunmuştur. **Anahtar Sözcükler:** Toprak, Organik atıklar, Üreaz aktivitesi, Arrhenius denklemi, Termodinamik parametreler

THE EFFECT OF ORGANIC WASTES ON THERMODYNAMIC PARAMETERS BELONGING TO UREASE ACTIVITY IN SOIL

ABSTRACT: In this study, urease activity of organic wastes, such as tea and tobacco waste, hazelnut husk and wheat straw, which have been treated to clay loam soil, and thermodynamic parameters (E_a , ΔH , ΔS , ΔG , Q_{10}) belonging to urease activity of this enzyme have been determined. The organic waste treatments, which were treated to clay loam soil at 5% dose, have gone through incubation for 30 days at temperature of $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$. As a result of incubation, thermodynamic parameters have been calculated by revealing urease activity in soils in a condition of different substrate concentrations (%0, %1, %2, %4, %6, %8, %10, %12), incubation periods (1, 2, 3, 4, 5 and 6 hours) and incubation temperatures (0, 10, 20, 30, 40 and 50°C). It has been revealed that organic waste treatments to soils significantly increase urease activity and also, catalyzation level of urease activity, in case of treatment of above mentioned organic wastes, has been determined as follow: tobacco waste>tea waste> hazelnut husk> wheat straw. Generally, it has been observed that values of urease activity in all substrate concentration in control and organic waste treated soils increase more rapidly at 40 and 50°C versus in other temperatures. The values of thermodynamic parameters belonging to urease activity in all treatments have shown variations. The lowest ($5.255-8.341 \text{ kJmol}^{-1}$) and highest ($17.189-24.414 \text{ kJmol}^{-1}$) E_a values have been determined in tea waste and wheat hay treatments, correspondingly. And the lowest ($2.786-5.876 \text{ kJmol}^{-1}$) ΔH value has been scanned in tobacco waste treated soils. It has also been concluded that ΔS values are negative in all treatments, except in case of 10% and 12% substrate concentration levels, where they become stabilized and that ΔG values vary in $68.965 - 83.869 \text{ kJmol}^{-1}$ interval. The highest ($1.212-1.477$) and the lowest ($1.061-1.169$) values of Q_{10} coefficient have been determined in wheat straw and tobacco waste treatments, correspondingly.

Key Words: Soil, Organic waste, Urease activity, Arrhenius equation, Thermodynamic parameters

1. GİRİŞ

Geleneksel tarım sistemlerinde toprakların organik madde miktarındaki azalma, gerek toprakların sürdürülebilirliğinin ve gerekse verimliliğin azalmasına sebep olduğu için önemli toprak sorunlarından birisidir. Organik madde kapsamının yetersiz olduğu tarım arazilerinde yetişen bitkilerin ve toprağı habitat olarak kullanan canlıların gelişimi ve aktivitesi önemli oranda sınırlanmaktadır. Bununla beraber, organik madde yetersizliğinde toprakların

biyolojik aktivitesi ile verimde meydana gelen azalma ile beraber, agregatlaşmada meydana gelen azalma ve bunun bir sonucu olarak da erozyona karşı toprakların dayanıklılığının ve infiltrasyonun düşmesi gibi toprakların temel fiziksel özellikleri de olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu nedenle, toprakların üretkenliğinin korunması ile beraber sürdürülebilirliğinin sağlanması büyük ölçüde topraklara yeterli miktarda organik materyal ilavesi ile

mümkündür (Kononova, 1966; Troeh ve Thompson, 1993; Gulser ve Candemir, 2004, Özdemir ve ark., 2005; Zolotareva, 2006).

Topraklara ilave edilen tarımsal kimyasallar yada organik atıklar gibi çeşitli materyaller toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde önemli değişimlere sebep olmaktadır. Toprakların biyolojik ve biyokimyasal özellikleri, fiziksel veya kimyasal özellikleri ile karşılaştırıldığında daha hızlı sürede değişime uğradığı için, kirlenmenin toprakta meydana getirdiği etkinin ortaya konulmasında veya her hangi bir ıslah işleminde duyarlı indikatörler olarak tercih edilebilmektedir. Bu özellikler aynı zamanda, toprağın aktif ve canlı kısmının değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Khaziyeve ve Gulke, 1991; Masciandaro ve ark., 2000; Devyatova, 2006, Okur ve ark., 2008). Toprakların biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde mikroorganizma sayı ve biyomasları ile bunlar tarafından sentezlenen organik yapıdaki ürünlerin tespiti gibi çok çeşitli parametreler deneysel olarak belirlenebilmesine karşın, gerek laboratuvar sonuçlarındaki hassasiyet ve gerekse toprak verimliliğine olan katkıları nedeniyle toprak enzimleri sıklıkla tercih edilen biyokimyasal parametrelerdendir. Özellikle toprak mikroflorası tarafından sentezlenen ve çevresel etkilere karşı oldukça dayanıklı yapıda olan ekstraselüler enzimler toprak organik maddesinin mineralizasyon süreçlerine katkısından dolayı doğrudan toprak verimliliğini de büyük ölçüde etkilemektedir. Ekstraselüler enzimlerin hem toprakların fiziksel-kimyasal özellikleri ile olan ilişkisi hem de organik maddenin mineralizasyonu yoluyla toprak verimliliğine olan katkılarından dolayı bu konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Kiss ve ark., 1998; Özdemir ve ark., 2000; Kızılkaya ve Bayraklı, 2005; Kireeva, 2006). Gerek toprakların fiziksel-kimyasal özelliklerini düzenlemek ve gerekse toprak verimliliğini artırmak için çok çeşitli organik atık veya artıklar topraklara uygulanmaktadır. Bu organik materyallerin toprakta meydana getirdiği etkiler toprak özellikleri, iklim gibi faktörlerin kontrolü altında olmasına rağmen organik atığın cins ve miktarı ile bu atıkların kimyasal kompozisyonu ile de yakından ilgilidir. Özellikle organik atıkların kapsadığı besin maddesi miktarları, C/N, lignin/selüloz oranı gibi özellikleri bu atıkların topraktaki mineralizasyonunu kontrol eden temel bileşenlerdendir (Marinari ve ark., 2000; Kızılkaya ve ark., 2007; Candemir ve Gülser, 2007; Demir ve Gülser, 2008).

Farklı sıcaklıklarda toprakların enzim aktivitesi değişiminin ve organik atıkların toprakların enzim aktivitesi üzerine etkisinin belirlenmesini ortaya koyan çalışmaların yeterli düzeyde olmasına rağmen, enzim reaksiyonları sonucuna oluşan enerji değişiminin ve atıkların bu değişim üzerine etkisinin belirlenmesine ait çalışmalar sınırlıdır (Dalal, 1975; Khaziev, 1975; Aliev ve ark., 1984; Ekberli ve ark., 2006). Enerji değişiminin değerlendirilmesi termodinamik yaklaşımla mümkündür. Bu yaklaşım

enzim reaksiyonlarının yönüne, yoğunluğuna ve mekanizmasına ait bilgiler vermektedir. Ayrıca toprakların ekolojik-genetik özelliklerine bağlı olarak, enzim reaksiyonlarında enerji sarfının karakterini açıklamaktadır. Bu nedenle, enzim reaksiyonlarındaki enerji değişiminin ortaya konulmasında termodinamik parametrelerin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı, killi tın bünyeli bir toprağa % 5 oranında uygulanan organik atıkların (tütün ve çay atığı, fındık zurufu, buğday samanı) etkisi sonucunda üreaz enziminin termodinamik parametrelerinin (E_a -aktivasyon enerjisi, entalpi (ΔH) ve entropi (ΔS) değişimi, ΔG - Gibbs serbest enerjisi, Q_{10} -hızın sıcaklık katsayısı) incelenmesidir.

2. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada kullanılan toprak örneği Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinden alınmıştır. Toprağın bazı fiziksel-kimyasal özellikleri Rowel (1996) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Denemede çay atığı, fındık zurufu, tütün atığı ve buğday samanı organik atık olarak kullanılmıştır. Bu organik atıklar kurutulup 0.05 mm' den daha küçük parçacık büyüklüğüne sahip parçacık şekilde öğütüldükten sonra kullanılmıştır. Organik atıkların bazı kimyasal bileşimleri Kacar (1972) tarafından bildirildiği gibi belirlenmiştir.

2.1. Denemenin Kurulması

Toprağın enzim aktivitesinin belirlenmesine yönelik inkübasyon denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 paralelli olarak kurulmuştur. Bu amaçla, 2 mm'lik elekten geçirilen hava kurusu 750 gr toprak örneği 1 lt'lik plastik saksılara konulmuş, üzerlerine kuru ağırlık üzerinden %5 oranında çay atığı, fındık zurufu, tütün atığı ve buğday samanı ilave edilerek karıştırılmıştır. Her hangi bir organik atık ilavesi yapılmayan saksılar kontrol kabul edilmiştir. Saksılardaki karışımın nem düzeyi, maksimum su tutma kapasitesinin %60'ı olacak şekilde saf su ile sağlanmıştır. Daha sonra saksılar 25 ± 0.5 °C'de 30 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sürecince saksılardan eksilen su miktarı her gün eklenerek nemin sabit kalması sağlanmıştır.

İnkübasyon sonunda saksılardan alınan toprak örneklerinde üreaz (EC 3.5.1.5) aktivitesi tayinleri Hoffmann ve Teicher (1961)'e göre saptanmıştır. Sitrat tampon çözeltisi (pH 6.7) ve substrat olarak ürenin ilave edildiği topraklar farklı sıcaklık ve inkübasyon süreleri sonunda sodyum fenolat ve sodyum hipoklorit çözeltileri ile renklendirilmiştir. Ürenin hidroliz sonucu oluşan amonyum 578 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede belirlenmiştir. Analizler 3 paralelli olarak yürütülmüş ve sonuçlar "kuru toprak" cinsinden verilmiştir.

2.2. Termodinamik Parametreler

Termodinamik parametrelerin belirlenmesi amacıyla,

farklı inkübasyon zamanları (0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat) ile inkübasyon sıcaklıklarında (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 °C) substrat olarak kullanılan ürenin %0, %1, %2, %4, %6, %8, %10 ve %12 olmak üzere 8 farklı konsantrasyonunda üreaz aktivitesi tayinleri yapılmıştır.

Enzim reaksiyonunun ilk hızı $v = \Delta C / \Delta t$ (burada, ΔC ve Δt uygun olarak reaksiyonun başlangıcındaki ürün miktarı ($\mu g N g^{-1}$) ve zaman (dakika) değişimidir) ifadesi ile hesaplanmıştır. Üreaz enziminde E_a ve A parametrelerinin belirlenmesi amacıyla, $k \approx v$ kabul edilerek,

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (1)$$

(Burada, k - hız sabiti, dak^{-1} ; $T = t^{\circ}C + 273.15K$ - Kelvin sıcaklığı; E_a - reaktantların ürünleri oluşturmak için sahip olması gereken minimum kinetik enerjisini ifade eden aktivasyon enerjisi, $kJmol^{-1}$; A - reaksiyon sürecinde meydana gelen moleküler çarpışmaların hızının bir ölçüsü olan ön üstel veya frekans faktörü, $\mu g g^{-1} dak^{-1}$; $R = 8.314 K^{-1} mol^{-1}$ - gaz sabitesi olmaktadır.) Arrhenius denkleminin (Arrhenius, 1889) aşağıdaki gibi linearize edilmiş biçiminden kullanılmıştır. (1) denkleminde

$$\ln k = \ln(A e^{-\frac{E_a}{RT}}) = \ln A - \frac{E_a}{RT} \Rightarrow \ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T} \quad (2)$$

(Burada, $T \rightarrow \infty$ durumunda $k \approx A$ olur) elde edilir. (2)

ifadesinde $y = \ln k$, $x = \frac{1}{T}$, $b = \ln A$, $a = -\frac{E_a}{R}$

denirse, $y = b + ax$ olup, $E_a = -aR$ ve $A = e^b$ olarak bulunur. Dolayısıyla, $\ln k$ 'nin $1/T$ 'ye karşı Arrhenius grafiğinden faydalanarak E_a ve A bulunur. Entalpi değişimi (ΔH), entropi değişimi (ΔS) ve Gibbs enerjisi (ΔG) termodinamik parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki ifadeler kullanılmıştır:

$\Delta H = -a_1 R$; $\Delta S = [b_1 - \ln(2.084 \times 10^{10})]R$; $\Delta G(T) = \Delta H - (T_x \Delta S / 1000)$. Burada, a_1, b_1 - uygun olarak $\ln(k/T)$ ve $1/T$ arasındaki ilişkinin eğimi ve $\frac{1}{T} = 0$ 'daki ordinatıdır (Atkins, 2001).

Arrhenius denkleminde elde edilen E_a değerlerine bağlı olarak, Q_{10} sıcaklık katsayısı

$Q_{10} = \exp[10E_a / RT(T+10)]$ ifadesi ile hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Denemede kullanılan toprak örneği killi tın (CL) bünyeye sahip (%31.2 kil, %36.2 silt ve %32.6 kum) olup, organik madde kapsamı %2.26, pH'sı (1:1, w:v) 7.10 ve C/N oranı 16'dır. Denemede kullanılan organik atıkların bazı özellikleri ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Farklı inkübasyon sıcaklıklarında ve farklı substrat konsantrasyonlarında saptanan üreaz aktivitesi değerlerinin değişimi kontrol ve farklı organik atıklar uygulanmış toprak için Çizelge 2' de verilmiştir.

Tüm inkübasyon sıcaklıklarında ve substrat konsantrasyonlarında kontrol ile karşılaştırıldığında organik atık uygulanmış toprakta üreaz aktivitesi daha fazla artış göstermiştir. Tütün atığı uygulanmış toprakta enzim üreaz aktivitesinin en yüksek, buğday samanı uygulanmış toprakta ise nispeten düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, substrat konsantrasyonuna bağlı olarak üreaz aktivitesinin değişimi hiperbolik biçimde olup, 40-50 °C ve %10-12 substrat konsantrasyonu aralıklarında artışın daha hızlı gerçekleştiği saptanmıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kontrol ve organik atık uygulanmış toprağın substrat konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlı olan üreaz aktiviteleri karşılaştırıldığında, organik atıkların uygulanmasında üreaz aktivitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Birçok araştırmacı tarafından, topraklara farklı organik atıkların uygulanması ve sıcaklık artışının toprakların enzim aktivitesini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir (Aliev ve ark., 1984; Özdemir ve ark., 2000; Kızılkaya ve ark., 2007). Organik atıkların toprağa uygulanması sonucunda toprakta biyokimyasal ve mikrobiyolojik proseslerin hızlanması (fazla mikroorganizma sayısının oluşumu), organik atıkların yapısında bulunan üre tipi enzim substratları, organik atık ilavesi sonucunda toprağın fiziksel-kimyasal özelliklerinin iyileşmesi üreaz aktivitesindeki artışa önemli düzeyde etki yapmaktadır (Alexander, 1977; Gülser ve Candemir, 2004; Kızılkaya ve Bayraklı, 2005; Ekberli ve ark., 2006; ; Kızılkaya ve ark., 2007; Okur ve ark., 2008). Organik materyallerin topraktaki üreaz aktivitesinin değişimine olan etkisinde farklılıklar belirlenmiştir. Tütün ve çay atığı, fındık zurufu ve buğday samanı ilavesinde topraktaki üreaz aktivitesinin değişimi, [0,50°C] sıcaklık aralığında substrat konsantrasyonuna bağlı olarak sırasıyla [38.9, 275.7]; [15.8, 250.5];

Çizelge 1. Organik atıkların bazı özellikleri

Özellikler	Tütün atığı	Çay atığı	Fındık zurufu	Buğday samanı
Organik C, %	38.40	53.78	49.50	52.88
Azot (N), %	1.97	2.46	0.96	0.31
Fosfor (P ₂ O ₅), %	0.45	0.48	0.28	0.25
Potasyum (K ₂ O), %	4.71	5.83	5.17	4.77
C/N	19.50	21.80	51.3	170.50

Çizelge 2. Kontrol ve % 5 düzeyinde farklı organik atıklar uygulanmış toprakta farklı substrat [S] düzeyleri ile inkübasyon dönemlerinde belirlenen üreaz aktivitesindeki ($\mu\text{g N g}^{-1}$) değişimler

[S], %	Kontrol toprak						[S], %	Tütün atığı uygulanmış toprak					
	Zaman, saat							Zaman, saat					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
0 °C													
1	5.5	9.4	11.2	12.3	12.8	13.0	1	38.9	52.1	55.1	62.1	65.5	67.1
2	5.8	10.9	11.9	13.1	13.4	13.4	2	53.6	68.5	77.8	85.2	87.6	89.3
4	6.3	11.4	12.6	13.5	13.6	13.8	4	62.0	77.9	88.5	92.5	96.8	99.7
6	7.9	13.0	13.2	14.5	15.6	16.0	6	72.1	88.5	96.3	101.9	105.3	107.8
8	8.9	14.2	16.4	16.4	16.6	17.2	8	84.3	102.5	120.8	128.0	137.7	143.2
10	9.4	14.7	16.5	17.5	17.8	18.5	10	103	125.4	135.5	142.7	145.4	147.4
12	9.4	15.0	16.8	18.0	18.1	19.0	12	111	134.3	140.8	144.3	147.4	149.2
10 °C													
1	6.0	10.7	11.8	13.5	14.0	14.5	1	46.8	61.0	72.1	82.5	84.5	87.6
2	6.1	12.5	13.4	16.2	17.0	17.8	2	57.1	75.7	89.4	93.4	96.5	98.0
4	7.5	14.0	15.2	17.2	18.3	18.5	4	70.4	90.2	107.6	109.1	112.2	115.3
6	9.0	15.7	16.7	18.2	18.6	19.8	6	82.2	103.3	121.5	128.0	132.5	136.2
8	9.5	16.5	17.6	18.7	19.8	21.2	8	95.8	118.5	132.3	138.6	143.3	145.1
10	10.4	17.8	18.2	20.7	22.0	24.3	10	116	138.9	158.6	165.8	170.1	173.7
12	10.6	18.2	19.5	21.8	25.2	26.5	12	121	145.8	165.4	171.3	175.6	177.9
20 °C													
1	6.3	11.5	14.5	17.3	21.5	21.7	1	65.9	81.2	92.4	103.7	111.0	115.7
2	7.5	14.1	16.6	21.4	24.6	26.4	2	76.3	95.4	113.0	124.8	134.0	140.5
4	8.1	15.0	21.5	29.1	31.6	34.1	4	84.1	105.4	123.5	136.3	142.2	146.3
6	8.6	15.5	23.0	31.0	34.6	36.8	6	97.3	120.9	135.1	147.5	154.6	158.2
8	9.1	17.5	23.6	34.0	37.5	39.5	8	118	143.0	157.3	161.3	168.5	172.1
10	11.1	19.5	24.9	36.7	39.2	41.0	10	123	148.5	160.3	168.5	174.3	177.4
12	12.5	22.5	28.7	38.7	41.4	42.7	12	131	156.9	170.3	181.4	186.3	189.5
30 °C													
1	19.6	26.7	30.9	33.6	35.9	36.1	1	72.7	88.5	96.6	105.4	111.2	116.4
2	21.5	32.3	33.4	35.5	37.8	39.1	2	85.5	105.5	116.2	127.5	137.4	146.3
4	28.9	40.1	44.1	45.5	48.9	51.0	4	95.1	117.1	137.8	145.5	154.5	168.5
6	36.4	48.1	50.7	53.2	54.5	57.2	6	110	137.8	150.4	160.5	170.1	177.1
8	43.4	56.2	58.4	59.7	60.2	62.5	8	120	150.3	165.1	177.5	187.9	193.2
10	45.8	58.8	62.6	64.2	65.6	66.5	10	126	157.1	170.3	185.9	193.5	196.4
12	48.5	61.7	65.8	67.5	68.0	69.2	12	132	164.4	178.1	192.3	199.1	201.9
40 °C													
1	30.9	38.4	45.3	50.7	54.9	56.5	1	83.7	101.9	110.5	121.5	128.2	132.4
2	34.0	46.8	54.4	62.6	67.5	70.8	2	104	125.1	132.4	145.5	155.5	163.5
4	48.3	62.5	82.6	85.0	87.0	90.3	4	115	140.4	149.7	154.2	164.3	171.5
6	54.7	69.0	84.3	89.0	91.5	94.8	6	130	158.0	162.8	168.2	170.3	178.5
8	60.6	75.5	86.4	90.5	94.8	98.4	8	144	174.9	181.4	190.2	195.2	198.1
10	65.3	81.2	88.8	91.5	95.5	100.2	10	154	185.9	196.3	203.5	210.3	215.3
12	68.0	83.9	90.2	92.8	98.4	104.3	12	163	195.9	213.9	219.0	224.4	228.0
50 °C													
1	32.1	46.3	56.9	58.6	61.5	63.6	1	93.7	112.4	124.3	133.9	142.5	148.3
2	36.5	60.5	78.1	82.4	92.6	102.6	2	112	135.3	145.6	157.4	166.4	174.9
4	53.3	78.1	86.2	94.9	126.7	141.3	4	125	158.4	172.5	193.7	206.9	215.3
6	75.4	100.5	106.5	122.4	139.9	154.8	6	141	176.0	182.7	206.5	221.5	229.6
8	100.2	125.5	126.3	137.1	156.6	167.6	8	160	195.5	217.4	233.4	245.2	252.8
10	106.1	136.1	142.0	152.2	174.6	179.6	10	178	218.4	235.5	247.9	258.4	263.2
12	108.4	138.4	158.7	161.0	181.6	196.8	12	192	234.6	250.1	260.6	269.8	275.7

Organik atıkların toprakta üreaz aktivitesine ait termodinamik parametrelere etkisi

Çizelge 2'nin devamı

[S], %	Çay atığı uygulanmış toprak					
	Zaman, saat					
	1	2	3	4	5	6
	0 °C					
1	15.8	21.9	31.9	32.0	33.8	34.9
2	17.0	26.9	30.6	30.7	34.4	37.1
4	21.2	32.4	33.1	33.4	37.6	40.3
6	30.4	42.4	44.8	45.4	47.9	48.2
8	34.1	48.1	49.9	50.3	52.0	52.3
10	36.8	51.4	52.8	55.4	57.4	60.0
12	37.6	52.5	55.2	57.7	58.3	62.9
	10 °C					
1	21.2	30.9	34.6	35.3	36.9	37.2
2	23.3	34.5	38.9	40.6	43.0	50.1
4	27.5	39.6	42.2	46.2	50.7	58.1
6	30.9	45.3	46.6	51.5	59.5	64.8
8	35.8	52.2	54.4	55.8	65.2	69.5
10	37.5	57.2	61.1	63.2	70.4	76.6
12	38.1	62.0	67.4	69.7	78.3	82.6
	20 °C					
1	23.1	33.9	38.5	43.5	47.7	53.7
2	26.9	38.5	42.7	52.7	59.4	65.3
4	30.8	43.7	59.4	67.4	73.8	85.8
6	33.3	51.5	67.9	74.4	78.4	89.4
8	38.4	65.1	70.4	76.3	83.9	92.4
10	42.3	69.8	73.5	79.6	94.5	97.3
12	45.2	72.8	77.4	85.6	96.3	101.5
	30 °C					
1	27.7	39.4	49.0	58.4	64.2	69.6
2	38.9	53.0	69.0	77.3	81.4	88.5
4	47.6	62.3	76.5	83.3	93.1	100.3
6	50.6	72.1	81.2	94.9	100.7	127.1
8	53.2	80.3	88.5	98.5	108.5	130.4
10	68.1	96.4	107.6	110.4	116.5	135.4
12	75.4	104.8	115.1	121.5	126.5	139.4
	40 °C					
1	30.5	45.4	49.8	58.6	69.7	73.5
2	33.2	52.5	69.7	79.5	86.7	94.1
4	56.2	75.6	81.4	93.1	101.2	112.1
6	67.2	86.8	93.4	98.9	118.5	125.5
8	72.2	95.8	104.4	112.8	129.5	134.6
10	76.2	105.7	113.6	125.6	132.5	143.2
12	79.6	110.7	118.4	129.4	140.5	149.9
	50 °C					
1	32.0	48.8	54.6	63.4	73.7	105.3
2	43.2	70.2	85.1	98.0	122.6	139.0
4	64.3	98.1	126.1	137.3	160.3	173.6
6	78.5	127.7	143.0	151.6	171.9	194.3
8	84.5	143.6	159.4	166.1	189.4	206.0
10	90.1	155.9	181.5	193.0	228.7	242.2
12	95.4	170.3	195.2	218.6	238.6	250.5

[S], %	Fındık zuruğu uygulanmış toprak					
	Zaman, saat					
	1	2	3	4	5	6
	0 °C					
1	6.6	11.8	15.7	19.7	23.4	24.9
2	7.1	13.6	17.0	23.6	25.6	26.8
4	10.6	17.4	20.4	24.5	27.3	28.8
6	12.0	19.7	22.7	25.1	28.9	30.3
8	13.5	21.6	24.7	25.9	29.3	31.2
10	14.4	23.5	25.9	27.7	30.2	32.5
12	17.9	27.0	27.9	30.7	31.6	34.2
	10 °C					
1	6.7	15.9	20.7	23.2	24.5	29.4
2	7.9	18.2	24.8	27.4	30.1	32.5
4	9.5	21.3	25.4	28.7	31.9	32.8
6	11.2	24.9	28.2	29.5	32.3	33.8
8	13.1	27.0	29.5	31.8	33.5	34.9
10	14.7	28.6	33.3	34.6	35.1	36.3
12	15.8	30.1	35.1	37.5	38.1	38.8
	20 °C					
1	12.3	20.9	25.1	35.6	38.5	46.3
2	14.2	25.4	29.5	43.5	47.7	55.5
4	17.0	29.2	35.8	52.9	59.7	63.2
6	19.0	34.5	42.7	55.4	62.5	66.3
8	21.2	44.3	50.8	58.6	63.3	67.4
10	22.7	48.9	52.6	60.4	65.1	68.4
12	24.6	51.0	54.0	63.3	67.6	71.0
	30 °C					
1	23.9	35.3	39.8	41.1	44.6	46.6
2	31.9	45.9	55.3	69.2	75.4	79.1
4	44.8	59.5	65.6	76.0	80.4	82.3
6	55.2	70.7	75.5	79.5	81.3	84.4
8	59.1	76.0	88.4	91.5	94.4	96.4
10	61.9	80.8	90.5	93.2	97.4	102.6
12	66.0	85.3	95.2	100.8	106.4	109.3
	40 °C					
1	31.7	44.2	47.8	56.9	61.4	65.4
2	36.3	51.5	66.5	71.7	76.6	88.9
4	58.7	74.5	77.6	84.7	95.4	102.1
6	65.4	82.5	85.9	97.3	110.0	122.0
8	70.2	93.4	98.4	114.8	121.4	133.7
10	81.7	110.9	122.7	131.0	137.7	149.9
12	87.7	117.6	130.5	140.4	151.3	163.5
	50 °C					
1	52.5	68.3	79.0	90.1	110.3	127.0
2	57.4	82.8	97.9	101.1	138.6	169.9
4	71.3	103.0	123.7	140.8	167.8	186.4
6	81.3	130.2	139.2	148.1	184.3	198.3
8	87.9	146.6	159.3	170.3	193.0	227.5
10	92.1	157.5	178.2	183.7	226.2	241.7
12	110	177.3	208.3	223.1	236.3	247.4

Çizelge 2'nin devamı

[S], %	Buğday samanı uygulanmış toprak					
	Zaman, saat					
	1	2	3	4	5	6
0 °C						
1	6.5	10.6	12.2	13.8	15.2	18.1
2	8.7	13.9	14.0	16.1	18.1	21.0
4	10.5	15.9	16.6	20.0	22.4	23.0
6	12.3	17.9	20.8	21.1	22.1	24.2
8	13.1	19.0	23.0	24.2	25.8	27.2
10	15.5	22.2	23.3	25.8	28.9	30.9
12	16.4	23.4	23.6	26.4	29.1	31.3
10 °C						
1	7.8	13.0	16.1	16.9	22.2	24.4
2	10.1	16.5	17.2	19.7	25.3	30.1
4	11.7	18.4	21.8	23.0	27.9	32.7
6	13.4	21.0	25.7	26.9	28.8	33.1
8	13.8	21.7	27.8	30.9	33.2	34.5
10	14.3	22.3	29.6	33.4	34.6	37.3
12	15.1	26.5	30.5	35.3	36.8	39.4
20 °C						
1	14.0	22.1	26.0	30.4	34.2	36.4
2	14.6	24.8	29.9	34.1	38.1	40.3
4	15.5	26.4	38.3	41.1	45.2	48.9
6	20.3	31.7	39.5	44.8	47.7	53.3
8	22.8	34.4	39.8	46.9	50.0	58.6
10	26.0	38.5	43.1	47.9	54.5	62.2
12	30.5	43.3	48.7	52.1	61.2	65.9
30 °C						
1	16.3	24.8	26.2	35.6	42.3	45.5
2	18.6	29.9	33.5	39.0	47.3	52.1
4	24.7	38.2	51.8	54.1	59.3	62.3
6	36.9	52.0	58.3	62.6	71.3	75.4
8	41.1	56.7	61.0	65.4	76.2	80.4
10	46.1	62.2	66.5	73.5	80.5	85.9
12	52.0	68.5	77.5	83.2	90.6	98.9
40 °C						
1	30.5	39.4	47.0	58.5	67.1	72.9
2	33.5	46.7	54.9	68.5	78.5	84.1
4	50.8	65.1	78.7	82.7	88.7	97.2
6	54.2	70.1	81.0	94.5	98.8	103.0
8	58.8	77.2	91.7	105.2	112.8	125.4
10	68.7	88.7	119.2	128.9	137.7	145.4
12	82.5	107.2	129.2	136.6	142.2	150.5
50 °C						
1	33.1	48.6	65.7	77.9	88.1	97.8
2	35.3	60.4	72.2	82.0	94.8	103.8
4	46.7	76.5	86.3	94.9	109.0	129.7
6	65.1	95.2	106.9	131.6	150.2	163.0
8	78.0	115.2	136.4	159.1	210.1	224.1
10	115.7	154.5	164.6	181.0	239.9	244.3
12	129.1	172.5	186.5	202.0	227.5	254.3

[6.6, 247.4] ve [6.5, 254.3] gibi geniş aralıklarda değişmiştir. Tütün ve çay atığı ilavesinin fındık zurufu ve buğday samanı ilavesine göre üreaz aktivitesini daha fazla artırdığı saptanmıştır. Üreaz aktivitesindeki bu değişimlerin sebebi, organik materyallerin

kimyasal bileşimindeki farklılıklarla ilgili olmaktadır (Hadas ve ark., 2004; Kızılkaya ve Bayraklı, 2005; Kızılkaya ve ark., 2007; Kızılkaya ve Ekberli, 2008). Denemede kullanılan tütün ve çay atığının C/N oranı fındık zurufuna ve buğday samanına göre daha düşük seviyededir. Ayrıca inkübasyon sürecinde C/N oranının mümkün olan değişimi de, büyük olasılıkla üreaz aktivitesine etki yapmaktadır. Organik bileşiklerin C/N oranı daraldıkça parçalanma ve ayrışma hızı artmaktadır (Alexander, 1977; Kızılkaya ve ark., 2007). Bu durum tütün ve çay atığının topraktaki parçalanma ve ayrışmasının fındık zurufuna ve buğday samanına göre nispeten kolay ve hızlı olduğunu göstermektedir. Kontrol ve atık uygulanmış topraklarda üreaz aktivitesi inkübasyon sıcaklığının [40, 50 °C] aralığında substrat konsantrasyonuna bağlı olarak daha hızlı artış göstermiş, tüm uygulamalarda en yüksek enzim aktivitesi 50°C 'de oluşmuştur. Birçok araştırmacı tarafından sıcaklık artışının topraktaki enzim-substrat kompleksinin oluşumunu ve dağılımını hızlandırdığı, dolayısıyla enzim aktivitesini termal inaktif durumuna kadar artırdığı gösterilmiş ve toprak enzimleri için optimum sıcaklığın 40-65°C' de olduğu saptanmıştır (Kiss ve ark., 1975; Skujins, 1976, 1978; Khaziev, 1982; Kızılkaya ve ark., 2007).

Kontrol ve organik atık ilave edilmiş toprakta artan substrat konsantrasyonlarında ve farklı inkübasyon sıcaklıklarında, Arrhenius grafiğinden kullanılarak hesaplanan termodinamik parametrelerin (E_a -aktivasyon enerjisi, entalpi (ΔH) ve entropi (ΔS) değişimi, ΔG - Gibbs enerjisi) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Reaksiyona giren maddelerin ürünleri oluşturmak için sahip olması gereken minimum kinetik enerjiyi ifade eden aktivasyon enerjisi (Dalal, 1975), tüm uygulamalarda substrat konsantrasyonuna bağlı olarak artış göstermiştir. Bu artışın nedeni, substrat konsantrasyonunun artışına bağlı olarak daha fazla miktarda oluşan substrat-enzim kompleksinin oluşmasıdır. Tüm organik atık uygulamalarında aktivasyon enerjisi kontrole göre azalmaktadır. Dolayısıyla reaksiyonun enerji engelini azalması sonucunda enzim-substrat kompleksinden ürün oluşumu artmaktadır. Toprağa tütün ve çay atığı uygulaması, fındık zurufu ve buğday samanı uygulaması ile karşılaştırıldığında, üreaz enziminin katalizlediği biyokimyasal reaksiyonun enerji engelini daha fazla azalttığı saptanmıştır. Dolayısıyla, enerjisi aktivasyon enerjisinden daha fazla olan molekül sayısı artmakta ve reaksiyonun hızı ile ürün oluşumunu hızlandırmaktadır (Ekberli ve ark., 2006). Ayrıca tüm uygulamalarda % 8-12 substrat konsantrasyonlarında aktivasyon enerjisi çok düşük düzeyde değişim göstermektedir. Her bir reaksiyondan hesaplanan ve o reaksiyona ait olan A katsayısının fındık zurufu uygulamasında geniş ($[54,104-8196,807] \mu\text{g g}^{-1} \text{dak}^{-1}$), tütün atığı uygulamasında ise çok dar bir aralıkta ($[2,209-23,682] \mu\text{g g}^{-1} \text{dak}^{-1}$) değiştiği belirlenmiştir.

Organik atıkların toprakta üreaz aktivitesine ait termodinamik parametrelere etkisi

Çizelge 3. Kontrol ve % 5 düzeyinde farklı organik atıklar uygulanmış toprakta farklı sıcaklık düzeyleri ile inkübasyon dönemlerinde belirlenen termodinamik parametreler

Termodinamik parametreler	Kontrol toprak						
	Substrat Konsantrasyonu, %						
	1	2	4	6	8	10	12
Ea, kJmol ⁻¹	17.035	21.342	22.190	22.282	22.140	23.803	22.847
A, µg g ⁻¹ dak ⁻¹	105.742	887.138	1307.667	1376.088	1387.141	2861.210	2024.342
ΔH, kJmol ⁻¹	14.547	18.873	19.729	19.812	19.679	21.342	20.378
ΔS, J mol ⁻¹ K ⁻¹	-214.435	-196.759	-193.542	-193.109	-193.051	-187.032	-189.900
ΔG(273.15), kJmol ⁻¹	73.147	72.618	72.595	72.560	72.411	72.430	72.249
ΔG(283.15), kJmol ⁻¹	75.291	74.585	74.530	74.491	74.341	74.300	74.148
ΔG(293.15), kJmol ⁻¹	77.436	76.553	76.466	76.422	76.272	76.170	76.047
ΔG(303.15), kJmol ⁻¹	79.580	78.520	78.401	78.353	78.202	78.041	77.946
ΔG(313.15), kJmol ⁻¹	81.724	80.488	80.337	80.840	80.133	79.911	79.845
ΔG(323.15), kJmol ⁻¹	83.869	82.456	82.272	82.215	82.063	81.810	81.744
Tütün atığı uygulanmış toprak							
Ea, kJmol ⁻¹	5.255	5.656	9.401	10.034	9.266	8.583	8.341
A, µg g ⁻¹ dak ⁻¹	2.209	3.187	16.738	23.682	18.741	15.354	14.508
ΔH, kJmol ⁻¹	2.786	3.190	6.936	7.567	6.799	6.117	5.876
ΔS, J mol ⁻¹ K ⁻¹	-246.631	-243.574	-229.781	-226.899	-228.846	-230.500	-230.969
ΔG(273.15), kJmol ⁻¹	70.154	69.722	69.700	69.545	69.308	69.078	68.965
ΔG(283.15), kJmol ⁻¹	72.620	72.158	71.998	71.814	71.597	71.383	71.275
ΔG(293.15), kJmol ⁻¹	75.086	74.594	74.296	74.083	73.885	73.688	73.584
ΔG(303.15), kJmol ⁻¹	77.553	77.029	76.594	76.352	76.174	75.993	75.894
ΔG(313.15), kJmol ⁻¹	80.019	79.465	78.891	78.621	78.462	78.298	78.204
ΔG(323.15), kJmol ⁻¹	82.485	81.901	81.189	80.890	80.750	80.603	80.514
Çay atığı uygulanmış toprak							
Ea, kJmol ⁻¹	13.563	14.254	14.593	16.906	17.291	18.271	18.565
A, µg g ⁻¹ dak ⁻¹	44.849	77.494	97.984	313.500	452.325	746.354	904.787
ΔH, kJmol ⁻¹	11.093	11.788	12.128	14.446	14.829	15.808	16.104
ΔS, J mol ⁻¹ K ⁻¹	-221.600	-217.043	-215.084	-205.399	-202.359	-198.199	-196.590
ΔG(273.15), kJmol ⁻¹	71.623	71.073	70.879	70.551	70.103	69.946	69.803
ΔG(283.15), kJmol ⁻¹	73.839	73.243	73.030	72.605	72.127	71.928	71.769
ΔG(293.15), kJmol ⁻¹	76.055	75.414	75.180	74.659	74.150	73.910	73.735
ΔG(303.15), kJmol ⁻¹	78.271	77.584	77.331	76.713	76.174	75.892	75.701
ΔG(313.15), kJmol ⁻¹	80.487	79.754	79.482	78.767	78.198	77.874	77.666
ΔG(323.15), kJmol ⁻¹	82.703	81.925	81.633	80.821	80.221	79.856	79.632
Fındık zuru uygulanmış toprak							
Ea, kJmol ⁻¹	14.323	17.181	18.031	20.495	23.207	24.570	24.673
A, µg g ⁻¹ dak ⁻¹	54.104	220.699	342.784	1109.983	3947.746	7715.604	8196.807
ΔH, kJmol ⁻¹	11.858	14.718	15.570	18.037	20.741	22.102	22.204
ΔS, J mol ⁻¹ K ⁻¹	-220.026	-208.331	-204.662	-194.884	-184.360	-178.800	-178.296
ΔG(273.15), kJmol ⁻¹	71.958	71.624	71.473	71.270	71.098	70.941	70.907
ΔG(283.15), kJmol ⁻¹	74.158	73.707	73.520	73.218	72.942	72.729	72.690
ΔG(293.15), kJmol ⁻¹	76.359	75.790	75.566	75.167	74.786	74.517	74.473
ΔG(303.15), kJmol ⁻¹	78.559	77.874	77.613	77.116	76.629	76.305	76.256
ΔG(313.15), kJmol ⁻¹	80.759	79.957	79.660	79.065	78.473	78.093	78.039
ΔG(323.15), kJmol ⁻¹	82.959	82.040	81.706	81.014	80.316	79.881	79.822
Buğday samanı uygulanmış toprak							
Ea, kJmol ⁻¹	17.189	21.224	23.044	22.856	25.093	24.579	24.414
A, µg g ⁻¹ dak ⁻¹	134.290	931.504	2148.876	2138.586	5760.618	4960.689	5272.184
ΔH, kJmol ⁻¹	14.723	18.756	20.578	20.390	22.628	22.112	21.948
ΔS, J mol ⁻¹ K ⁻¹	-212.477	-196.370	-189.416	-189.456	-181.217	-182.465	-181.955
ΔG(273.15), kJmol ⁻¹	72.761	72.394	72.317	72.140	72.127	71.952	71.649
ΔG(283.15), kJmol ⁻¹	74.885	74.358	74.212	74.034	73.939	73.777	73.468
ΔG(293.15), kJmol ⁻¹	77.010	76.322	76.106	75.929	75.752	75.601	75.288
ΔG(303.15), kJmol ⁻¹	79.135	78.286	78.000	77.823	77.564	77.426	77.108
ΔG(313.15), kJmol ⁻¹	81.260	80.249	79.894	79.718	79.376	79.251	78.927
ΔG(323.15), kJmol ⁻¹	83.385	82.213	81.788	81.612	81.188	81.075	80.747

Bununla beraber, A katsayısının %6'lık substrat konsantrasyonuna değin artan substrat konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösterdiği ve daha sonraki artan konsantrasyonlarda ise azalma eğilimi içerisinde bulunduğu saptanmıştır. Tütün atığı uygulamasındaki A katsayısının düşüklüğü ile %8-12'lik yüksek substrat konsantrasyonlarında meydana gelen azalmadaki bu durum, ürün oluşum hızının daha yüksek olmasından veya diğer bir ifade ile maksimum hıza daha çabuk ulaşmasından kaynaklanabilmektedir.

Aktivasyon enerjisinin ΔH entalpisinin yüksek olması, enzim substrat kompleksinin oluşumu ve dağılımında daha fazla enerji gerekliliğini göstermektedir (Kornish-Bouden,1979; Aliev ve ark.,1984). Genellikle, kontrol toprakla karşılaştırıldığında, organik atık uygulamalarında substrat konsantrasyonuna ve aktivasyon enerjisine bağlı olarak ΔH değerlerinin azaldığı ve $\Delta H > 0$ olarak sürecin endotermik olduğu saptanmıştır. Tütün atığı uygulamasında ise ΔH değerleri daha düşük düzeyde olup, enzim substrat kompleksinden ürün oluşumu daha çabuk gerçekleşmektedir.

Aktivasyonun ΔS entropisi moleküler düzensizliğin (yapısal değişimin) bir ölçüsü olup, tepkime sonucu bir durumdan diğerine gitmenin daha fazla mümkün olup olmadığını ifade etmektedir (Atkins, 2001). ΔS entropi değerinin yüksek ve negatif olması durumunda, reaksiyonun başlanmasından önce "geçit" durumunun oluşumu için, enzimin aktif merkezinde moleküllerin düzenli yapıyı oluşturması gerekmektedir. Tüm uygulamalarda ΔS entropi değerlerinin negatif ve düşük olduğu (Aliev ve ark.,1984), artan substrat konsantrasyonu ile ΔS değerlerinin artması, buna karşın %10-12 substrat düzeylerinde stabilleşmesi ve en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır. Genellikle, kontrol toprağıyla karşılaştırıldığında, organik atık uygulamalarında ΔS değerleri azalmaktadır. Buğday samanı uygulamasında ise ΔS 'nin değişimi çok düşük düzeyde ve pozitif yönde gerçekleşmiştir. Bunun ise uygulanan buğday samanının kimyasal özelliklerinden (örneğin, C/N oranı vb.) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, kontrol ve organik atık uygulanmış toprakta enzim-substrat kompleksinin oluşumu endotermik bir süreç olup ($\Delta H > 0$), ΔS değerleri düşük düzeyde değişmekte ve substrat artışına bağlı olarak üreaz aktivitesi belirli bir düzeye kadar artmaktadır.

ΔG Gibbs serbest enerjisi entalpi ve entropinin bir fonksiyonu olup, her hangi bir reaksiyonun yürütmesi için kullanılabilir serbest enerji değişikliğini ifade etmektedir (Atkins, 2001; Aliev ve ark.,1984). Enzim-substrat kompleksinin dağılımında sarf olunan enerjiyi, dolayısıyla bu sürecin denge durumunu ifade eden ΔG parametresi, her bir inkübasyon

sıcaklığında substrat artışına bağlı olarak azalarak sabit değere yaklaşmaktadır.

Her bir substrat konsantrasyonunda ise, sıcaklığın yükselmesi ile artış göstermektedir. Tüm uygulamalarda Gibbs serbest enerjileri [68.965; 83.869] aralığında değişmekte ve değerler arasındaki farklar düşük düzeyde olmaktadır. Genellikle, tütün ve çay atığı uygulamasında en düşük değerler belirlenmiştir. Bu ise, bu uygulamalarda üreaz enzim aktivitesinin oluşumunun daha hızlı ve az enerji sarf edilerek gerçekleştiğini göstermektedir. Tüm uygulamalardaki %10-12 substrat konsantrasyonunda ΔG değerleri arasındaki farkın çok düşük olması, bu konsantrasyonlarda enzim-substrat kompleksinin oluşumu ve dağılımında dengeye en yakın koşulların olduğunu ortaya koymaktadır.

Sıcaklıkta 10°C lık bir artışın biyolojik bir olayın hızında yaptığı artış faktörü olan Q_{10} veya sıcaklık katsayısı, kontrol ve organik atık uygulanmış toprakta düşük düzeyde farklılıklar göstermektedir (Çizelge 4). Tüm substrat konsantrasyonlarında düşük Q_{10} değerlerinin tütün uygulanmış toprakta, yüksek değerlerin ise buğday samanı uygulanmış toprakta olduğu saptanmıştır. Yani, tütün uygulanmış toprakta enzim-substrat konsantrasyonundan ürün oluşumuna sıcaklığın etkisi daha fazladır. Genel olarak, termodinamik parametreler içerisinde Q_{10} ile ilgili mevcut veriler daha az olup, bu çalışmada elde edilen değerler literatürlerde bildirilen dağılım [1.1-1.8] aralığındadır (Trasar-Cepeda ve Gil-Sotres, 1988; Frankenberger ve Tabatabai, 1991a,b; Trasar-Cepeda ve ark., 2007)

Bu çalışmada, killi tın (CL) bünyeye sahip toprakta kontrol ve organik atık uygulamasında üreaz aktivitesinin değişiminin ve termodinamik parametrelerin belirlenmesi sonucunda, farklı substrat konsantrasyonlarında ve sıcaklıklarda organik atıkların üreaz aktivitesine ve termodinamik parametrelerine etkisinin organik atıkların ve toprağın özelliklerine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca üreaz enziminin topraktaki davranışı büyük ölçüde enzimin kendi özelliklerine de bağlıdır. Diğer taraftan, sıcaklığın çeşitli enzimlerin aktivitesini nasıl etkilediği hakkındaki bilgiler biyolojik aktiviteyi de kapsamaktadır. Biyolojik aktivite ise, termodinamik parametrelerin ekolojik önemleri, enzim-substrat kompleksinden ürün oluşumu sürecinde enerji değişimleri hakkında tahmin vermektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan hareketle, diğer enzimlerin ve onlara ait termodinamik parametrelerin; farklı substrat konsantrasyonlarını, sıcaklık derecelerini ve toprak tiplerini de içerecek düzeyde araştırılmasında yarar olacağı sonucuna da varılmıştır.

Organik atıkların toprakta üreaz aktivitesine ait termodinamik parametrelere etkisi

Çizelge 4. Kontrol ve % 5 düzeyinde farklı organik atıklar uygulanmış toprakta farklı substrat [S] düzeyleri ile inkübasyon dönemlerinde belirlenen Q_{10} katsayıları

Uygulama	Q_{10}					
	Sıcaklık, °C					
	0	10	20	30	40	50
[S] = %1						
Kontrol toprak	1.303	1.280	1.259	1.241	1.224	1.210
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.085	1.079	1.074	1.069	1.065	1.061
Çay atığı uygulanmış toprak	1.235	1.217	1.202	1.188	1.175	1.164
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.250	1.231	1.214	1.200	1.186	1.174
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.307	1.283	1.262	1.243	1.227	1.212
[S] = % 2						
Kontrol toprak	1.394	1.362	1.335	1.311	1.289	1.269
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.092	1.085	1.080	1.074	1.070	1.065
Çay atığı uygulanmış toprak	1.248	1.229	1.213	1.198	1.185	1.173
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.306	1.283	1.262	1.243	1.227	1.212
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.391	1.360	1.333	1.309	1.287	1.268
[S] = % 4						
Kontrol toprak	1.412	1.379	1.350	1.325	1.302	1.281
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.157	1.146	1.136	1.127	1.118	1.111
Çay atığı uygulanmış toprak	1.255	1.236	1.218	1.203	1.189	1.177
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.324	1.299	1.276	1.257	1.239	1.223
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.431	1.396	1.366	1.340	1.315	1.294
[S] = % 6						
Kontrol toprak	1.414	1.381	1.352	1.326	1.303	1.283
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.169	1.157	1.146	1.136	1.127	1.119
Çay atığı uygulanmış toprak	1.301	1.278	1.257	1.239	1.223	1.208
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.375	1.346	1.320	1.297	1.276	1.257
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.427	1.393	1.363	1.336	1.312	1.291
[S] = % 8						
Kontrol toprak	1.411	1.378	1.349	1.324	1.301	1.281
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.155	1.144	1.134	1.125	1.116	1.109
Çay atığı uygulanmış toprak	1.309	1.285	1.264	1.245	1.228	1.213
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.435	1.400	1.369	1.342	1.318	1.296
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.477	1.439	1.404	1.374	1.348	1.324
[S] = % 10						
Kontrol toprak	1.448	1.412	1.380	1.352	1.327	1.305
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.143	1.132	1.123	1.115	1.107	1.101
Çay atığı uygulanmış toprak	1.329	1.303	1.281	1.261	1.243	1.227
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.465	1.428	1.395	1.365	1.339	1.316
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.466	1.428	1.395	1.365	1.339	1.316
[S] = % 12						
Kontrol toprak	1.427	1.393	1.362	1.336	1.312	1.291
Tütün atığı uygulanmış toprak	1.139	1.129	1.120	1.112	1.104	1.098
Çay atığı uygulanmış toprak	1.335	1.309	1.286	1.265	1.247	1.231
Fındık zurufu uygulanmış toprak	1.468	1.430	1.397	1.367	1.341	1.317
Buğday samanı uygulanmış toprak	1.417	1.384	1.354	1.328	1.305	1.285

KAYNAKLAR

Alexander, M., 1977. Introduction to Soil Microbiology, Second Edition John Wiley Sons. Inc. New York, USA.
 Aliev, S. A., Gadgiev, D.A. and Mikailov, F.D., 1984. Kinetic and thermodynamic characteristics of enzymes – invertasa and ureaza in Azerbaijan soils. Soviet Soil Science 11: 55-66.
 Arrhenius, S., 1889. Über die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Inversion von Rohrzucker durch Säuren. Zeitschrift für Physik Chemie, 4: 226-248.

Atkins, P.W., 2001. Fizikokimya. Bilim Yayıncılık, Ankara.
 Candemir, F., Gulser, C., 2007. Changes in some chemical and physical properties of a sandy clay loam soil during the decomposition of hazelnut husk. Asian Journal of Chemistry, 19(3): 2452-2460.
 Dalal, R.C., 1975. Effect of toluene on the energy barriers in urease activity of soils. Soil. Sci., 120(4): 256-260.
 Demir, Z., Gulser, C., 2008. Changes in organic carbon, NO_3^- -N, electrical conductivity values and soil respiration along a soil depth due to surface application

- of organic wastes. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3): 2011-2021.
- Devyatova, T.A., 2006. Enzymatic activity of leached chernozem upon long-term application of fertilizers. *Agroximiya*, 1: 12-15.
- Ekberli, I., R. Kızılkaya and Kars, N., 2006. Urease enzyme and its kinetic and thermodynamic parameters in clay loam soil. *Asian Journal of Chemistry*, 18(4): 3097-3105.
- Frankenberger Jr., W.T., Tabatabai, M.A., 1991a. L-Asparaginase activity of soils. *Biology and Fertility of Soils*, 11: 6-12.
- Frankenberger Jr., W.T., Tabatabai, M.A., 1991b. L-Glutaminase activity of soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 23: 869-874.
- Gulser, C., Candemir, F., 2004. Changes in Atterberg limits with different organic waste application. In: *Proceedings of International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development*, Erzurum, pp: 8-15.
- Hadas, A., Kautsky, L., Goek, M., Kara, E.E., 2004. Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover, *Soil Biology and Biochemistry* 36: 255-266.
- Hoffmann, G.G., Teicher, K., 1961. Ein kolorimetrisches verfahren zur bestimmung der urease aktivitat in boden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 91: 55-63.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. I. Bitki analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 453, Ankara.
- Kızılkaya, R., Bayraklı, B., 2005. Effects of N- enriched sewage sludge on soil enzyme activities. *Applied Soil Ecology*, 30: 192-202.
- Kızılkaya, R., Ekberli, İ., 2008. Determination of the effects of hazelnut husk and tea waste treatments on urease enzyme activity and its kinetics in soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(4): 299-310.
- Kızılkaya, R., Ekberli, İ., Kars, N., 2007. Tütün atığı ve buğday samanı uygulanmış toprakta üreaz aktivitesi ve kinetiği. *AÜ Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3): 186-194.
- Kireeva, N. A., Tarasenko, E.M., Shamaeva, A.A., Novoselova, E.I., 2006. Effect of oil products on lipase activity in gray forest soil. *Eurasian Soil Science*, 8: 1005-1011.
- Kiss, S., Dragan-Bularda, M., Radulescu D., 1975. Biological significance of enzymes accumulated in soil. *Adv.agron.*, 27: 25-87.
- Kiss, S., Pasca D., Dragan-Bularda, M., 1998. *Enzymology of disturbed soils*. Amsterdam: Elsevier, s: 3-62.
- Kononova, M.M., 1966. *Soil Organic matter*. Pergamon Press. Elmsford, New York, 544 pp.
- Kornish-Bouden, E., 1979. *Basic Principles of Enzyme Kinetics [in Russian]*, Moscow.
- Khaziev F. Kh., 1982. *Ecological Research of Soil Enzyme Activity*. Nauka Press, Moscow, s: 56-62.
- Khaziev., F.Kh., 1975. Thermodynamic characteristics of enzymic reactions in soil. *Biol Nauki* 10:121-127.
- Khaziyevev, F.K., Gulke, A.Ye., 1991. Enzymatic activity of soils under agrocenoses: status and problems. *Pochvovedenie* 8: 88 -103.
- Marinari, S., Masciandar, G., Ceccanti, B., Grego, S., 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9-17.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V. and Bauer, C., 2000. Kinetic parameters of dehydrogenase in the assessment of the response of soil to vermicompost and inorganic fertilisers. *Biol. Fertil. Soils*, 32: 479-483.
- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, B., Delibacak, S., 2008. Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: Influence on soil biological properties and butter-head Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Capitata* L.) Yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(2): 91-99.
- Özdemir, N., Gülser, C., Ekberli, İ., Özkaptan, S., 2005. Toprak düzenleyicilerinin asit toprakta strüktürel dayanıklılığa etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2): 151-156.
- Özdemir, N., Kızılkaya, R., Sürücü, A., 2000. Farklı organik atıkların toprakların üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 37: 23-26.
- Rowell, D.L., 1996. *Soil Science: Methods and Applications*. 3rd Edition Longman. London, UK.
- Skujins, J.J., 1976. Extracellular enzymes in soil. *CRC Critical Reviews in Microbiology*, 4: 383-421.
- Skujins, J. J., 1978. History of Abiotic Soil Enzyme Research. In: Bruns RG (ed) *Soil enzymes*, Academic Press, London, pp 1-49.
- Trasar-Cepeda, C., Gil-Sotres, F., 1988. Kinetics of acid phosphatase activity in various soils of Galicia (NW Spain). *Soil Biology & Biochemistry*, 20: 275-280.
- Trasar-Cepedaa, C., Gil-Sotresb, F., Leiro, M.C., 2007. Thermodynamic parameters of enzymes in grassland soils from Galicia, NW Spain. *Soil Biology & Biochemistry*, 39: 311-319.
- Troeh, F.R., Thompson, L.M., 1993. *Soils and Soil Fertility*. Oxford University Press, New York.
- Zolotareva, B.N., 2006. Effect of Organic fertilizers on the fertility of old arable gray forest soil. *Agroximiya*, 9: 13-23.

BAZI TANELİ ÜRÜNLERİN İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI VE BASINÇ ORANLARI ÜZERİNE TANE NEM İÇERİĞİNİN ETKİSİ

Turgut ÖZTÜRK Hakan KİBAR* Bilge ESEN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

*e-mail: hkibar@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 26.02.2008

Kabul Tarihi: 15.12.2008

ÖZET: Taneli ürünleri depolama sistemlerinin projelendirilmesinde içsel sürtünme açısı (ϕ) ve basınç oranı (k) depo kesit geometrisindeki basınç dağılımı üzerinde oldukça önemlidir. Bu çalışmada içsel sürtünme açısı ve basınç oranı tane nem kapsamının bir fonksiyonu olarak seçilmiş bazı taneli ürünler (fındık, mısır, arpa ve soya) için araştırılmıştır. Çalışmada basınç oranının belirlenmesinde üç farklı yöntem kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tane nem içeriğindeki artışa bağlı olarak seçilmiş ürünlerde içsel sürtünme açısı pozitif lineer bir artış göstermiştir. Basınç oranı ise fındıkta çeşide bağlı olarak tane nem içeriğinin artışı ile değişkenlik göstermiştir. Mısır, arpa ve soyada ise tane nem içeriğinin artışına bağlı olarak basınç oranı her üç yöntemde de lineer olarak azalmıştır. Yapılan istatistik analiz sonucunda nem içeriği ve yöntemlerin $P<0.01$ olasılık düzeyinde basınç oranlarına önemli bir etkisinin olduğu, nem*yöntem interaksiyonunun ise önemsiz olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Fındık, mısır, arpa, soya, içsel sürtünme açısı, basınç oranı

THE EFFECT OF MOISTURE CONTENT OF GRAIN ON ANGLE OF INTERNAL FRICTION AND PRESSURE RATIOS OF SOME GRANULAR CROPS

Abstract: Angle of internal friction (ϕ) and pressure ratio (k) are the most important in the design of storage systems of granular crops in point of distribution of pressure at the cross-section of silo. In the research, the angle of internal friction and pressure ratios of selected some granular crops –hazelnut, corn, barley, soybean-were evaluated as a function of moisture content of grain. In the study, the pressure ratio was determined according to three different methods. The research results showed that the angle of internal friction linearly increased with the increase in the grain moisture content for selected granular crops. The pressure ratios of hazelnut varied with the increase in the grain moisture content depend on variety. Also the pressure ratios of corn, barley and soybean linearly decreased with the increase in the grain moisture content at the every three methods. In respect to the statistical, effect of the moisture content of grain and method on pressure ratio is significant ($P<0.01$). Also the interaction of the moisture content *method is insignificant.

Keywords: Hazelnut, corn, barley, soybean, angle of internal friction, pressure ratio

1. GİRİŞ

Tane mekaniğinin kuramsal esası, mineral malzemeler için formüle edilmiştir. Ancak, biyolojik kökenli malzemeler (buğday, arpa, soya, mısır, fındık, mercimek vb.), mineral kökenli malzemelerle (kil, çakıl, kum, kırmataş vb.) karşılaştırıldığında, biyolojik kökenli malzemelerin tanecik yapısı ve mekanik özellikleri üzerinde tane nem kapsamı büyük oranda etkili olmaktadır. Bu nedenle günümüzde yatay ve düşey siloların projelendirilmesine yönelik kuramsal hesaplamalarda tane nem kapsamı dikkate alınmalıdır (Molenda ve ark. 2004).

Günümüzde, ürün depolama yapıları, ürünün fiziksel ve mekaniksel özelliklerine bağlı olarak ürünün oluşturacağı yatay ve düşey basınçlar göz önüne alınarak projelendirilmektedir. Bunun yanında, depolanan ürünün oluşturacağı basıncın hesaplanmasında farklı eşitlikler kullanılmaktadır. Yöntem ne olursa olsun, silolara yönelik kuramsal basınç hesaplamalarında, içsel sürtünme açısı ve basınç oranlarına ilişkin verilere gereksinim duyulmaktadır (Horabik ve Rusinek, 2000).

İçsel sürtünme açısı, ürünlerin depoda kaymadan durabildiği açı olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik malzemelerin içsel sürtünme açısı, ürünlerin fiziksel özelliklerine ve geometrik yapılarına bağlı olarak değişmektedir. Bu bağlamda, bitkisel granüler ürünlerin fiziksel özelliklerini etkileyen önemli

faktörler; nem içeriği, tür, çeşit, olgunluk durumu ve yetiştirme koşulludur. (Horabik ve Rusinek, 2002).

Bitkisel granüler ürünlerin içsel sürtünme açısının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemler direkt kesme kutusu veya üç eksenli basınç deneyidir (Bakker, 1999; Molenda ve Horabik, 2005). Konuya yönelik yapılmış olan çalışmalarda her iki yönteminde birbirine yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmalarda genel olarak bitkisel granüler ürünlerde içsel sürtünme açısının tane nem içeriğinin artışı ile pozitif lineer bir artış gösterdiği saptanmıştır (Moya ve ark. 2002; Ogunjimi ve ark. 2002; Amin ve ark., 2004; Kingsly ve ark., 2005).

Baryeh, (2001) yerfıstığı tanelerinde nem düzeyindeki değişmeye (%5-35) bağlı olarak araştırılmış içsel sürtünme açısının arttığını lineer arttığını belirlemiştir. Baryeh, (2002) %5-22 nem aralığında darının içsel sürtünme açısını araştırmıştır. Araştırma sonucunda nem kapsamı arttıkça içsel sürtünme açısının 34.5-48.5⁰ olarak arttığını saptamıştır. Molenda ve ark. (2002), bazı taneli ürünlerin içsel sürtünme açısının saptanması üzerine yaptıkları çalışmalarında, buğdayın %10.4 nem içeriğindeki içsel sürtünme açısını 26.3±0.3⁰, soya fasulyesinin %11.4 nem içeriğindeki içsel sürtünme açısını 33.9±0.9⁰, mısırın %11.7 nem içeriğindeki içsel sürtünme açısını 30.7±1.4⁰ olarak belirlemişlerdir.

Bir silonun taban ve duvarı üzerinde taneli malzemelerin uyguladığı basıncı hesaplamadaki en önemli parametrelerden birisi de yatay basıncın düşey basınca oranı olarak kabul edilen basınç oranı (k)'dır. Silonun yatay bir kesitinde düşey basınç üniform olduğundan basınç oranı (k) konstrüksiyon malzemesinin her noktasında sabittir (Janssen, 1895). Son zamanlarda taneli ürünlerin basınç oranlarının saptanmasına yönelik olarak yapılmış olan çalışmalarda pratik olarak uygulanabilen eşitlikler geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan bu eşitliklerde en önemli parametre ise içsel sürtünme açısıdır. Depolama yapılarının yanıl ve düşey basınçlarının belirlenmesinde gerekli parametrelerden birisi olan basınç oranı siloların projelendirme hesaplamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda basınç oranının genelde nem içeriğinin artışı ile azaldığı ancak bazı durumlarda ürünün geometrik yapısına, depo içerisinde tabakalaşma durumuna ve nem içeriğinin değişmesi sonucu üründe hacimsel değişimin olup olmamasına bağlı olarak da artabileceği saptanmıştır (Molenda ve Horabik, 2005).

Horabik ve Rusinek (2002), basınç oranı eşitliklerinden Eurocode1 (2003) 'i esas alarak yulaf, buğday ve kolzada %10-20 arasında değişen nem içeriklerinde basınç oranlarını araştırmışlar ve araştırma sonucunda nem içeriğinin artışı ile basınç oranlarının da arttığını belirlemişlerdir.

Taneli tarımsal ürünlerin depolandığı siloların tasarım kriterleri diğer granül ürünlerin depolandığı klasik silo tasarım kriterlerinden bazı ayrıcalıklar göstermektedir. Bunun temel nedeni de taneli tarımsal ürünlerin hasat sonrası ve depolama süresindeki nem kapsamındaki değişikliklerdir. Özellikle silo içerisinde depolanan ürünlerdeki yersel nem transferleri yatay ve düşey doğrultularda oluşan basıncı büyük oranda değiştirmektedir. Bunun temel nedenlerinden birisi depolanan ürünün nem kapsamına bağlı içsel sürtünme açısındaki değişim ve bunun sonucu olarak ta silo içerisindeki basınç oranlarında yaşanan değişimlerdir. Bu temel yaklaşımdan hareketle bu çalışmanın amacını seçilmiş bazı taneli ürünlerde (findık, mısır, arpa ve soya) tane nem kapsamının bir fonksiyonu olarak silo tasarım parametrelerinden içsel sürtünme açısı ve basınç oranlarındaki değişim düzeyi oluşturmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırma materyali olarak taneli tarımsal ürünlerden findık (tombul, sivri, badem, çakıldak, mincane), mısır (karadeniz, cin, TTM-813, akpınar, şeker), arpa (Fahrettinbey) ve soya (landrace) kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Tane nem içerikleri

Araştırma materyalleri laboratuvar koşullarında oda sıcaklığında kurutulduktan sonra parçalanmış, çatlama, bozulmuş ve şekil bozukluğu gözlenen

taneler ayrılarak deneye hazır hale getirilmiştir. Deney materyallerinde öncelikle hasat nemi göz önüne alınarak ürün bazında denge nemine bağlı ürün tane nem içerikleri oluşturulmuştur. Ürün tane nem içeriği olarak sırasıyla arpada %10,12, 14; findıkta %8, 12, 16; mısır ve soyada %8, 10, 12, 14 nem içerikleri kullanılmıştır. Materyallerin deneysel tane nem içeriklerinin oluşturulmasında laboratuvar koşullarındaki ürün denge nemi referans alınmıştır (Bakker, 1999). Bu bağlamda denge nem düzeyinin altındaki nem içeriklerini sağlayabilmek için kurutma işlemi yapılmıştır. Denge neminin üzerindeki nem içeriklerini sağlayabilmek için ise Balasubramanian (2001) tarafından geliştirilen eşitlik 1 kullanılmak suretiyle ilave su miktarı belirlenmiş, belirlenen bu su miktarı ürüne emdirilmiştir. Buna bağlı olarak denge nem içeriğine getirilen örneklerde nemin homojen dağılması amacıyla örnekler +4 °C'deki buzdolabında 7 gün süreyle bekletilmiştir. Deney esnasında buzdolabından çıkarılan örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar laboratuvar ortamında bekletildikten sonra desikatörlere alınmıştır.

$$Q = \frac{W_i (M_f - M_i)}{100 - M_f} \quad (1)$$

2.2.2. İçsel sürtünme açısı

Farklı tane nem içeriklerine sahip olan ürünlerin içsel sürtünme açılarının belirlenmesinde Uzuner (1996), Zou ve Bruswitz (2001), Molenda ve ark. (2002) ile Mani ve ark. (2004)'daki esaslar göz önüne alınarak direkt kesme yöntemi kullanılmıştır. Deney esnasında kullanılan hız 0.7 mm.min⁻¹'dir. Deneyler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır (tüm ürünlerde, tüm nem içerikleri için). Deney esnasında uygulanan yük nedeniyle deney materyallerinde şekilsel bozulmalar gözlemlenmiştir. Bu nedenle her deneyde yeni örnek kullanılmıştır. Deney sonrası materyallerin içsel sürtünme açıları eşitlik 2, 3 ve 4'e göre saptanmıştır.

$$\sigma = \frac{N}{A} * 100 \quad (2)$$

$$\tau = \frac{T}{A} * 100 \quad (3)$$

$$\tau = (c + \sigma \times \tan \phi) \quad (4)$$

2.2.3. Basınç oranı

Basınç oranı (k) sadece ürünün yarattığı gerilmeye bağlı olmayıp, basınç oranı üzerinde; çeşit, nem içeriği, ürün birim hacim ağırlığı, silonun doldurulması esnasındaki ürün formunun tabakalaşma yapısı, içsel sürtünme açısı ile duvar sürtünme açısı da etkilidir (Lukaszuk ve Horabik 2002).

Kezdi (1974) ve Moysey (1979) silindirik siloların merkezinde ve duvarlarında doldurma ve depolama sürecinde aktif, boşaltma durumunda ise pasif durumun meydana geldiğini belirtmektedir (şekil 1). Bu bağlamda silo merkezindeki basınç oranı; aktif durumda

$$k = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \text{ olurken,} \quad (5)$$

pasif durumda

$$k = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \text{ 'dır.} \quad (6)$$

Silo duvarındaki basınç oranı; aktif durumda

$$k = \frac{1 - \sin \varphi \cdot x \cos \alpha}{1 + \sin \varphi \cdot x \cos \alpha} \text{ 'dır.} \quad (7)$$

Eşitlikteki (7) ürün kayma açısı

$$\alpha = \arcsin \frac{\sin \varphi_w}{\sin \varphi} - \varphi_w \text{ 'dır.} \quad (8)$$

Pasif durumda ise ;

$$k = \frac{1 + \sin \varphi \cdot x \cos \alpha}{1 - \sin \varphi \cdot x \cos \alpha} \text{ 'dır.} \quad (9)$$

Eşitlikteki (9) ürün kayma açısı

$$\alpha = \arcsin \frac{\sin \varphi_w}{\sin \varphi} + \varphi_w \text{ 'dır.} \quad (10)$$

Yukarıda verilen eşitliklerden de görüldüğü gibi basınç oranı tane içsel sürtünme açısı ile duvar sürtünme açısına bağlıdır. Eşitliklerin kompleks ve buna bağlı ölçümlenmesi gerekli parametre sayısının fazlalığı uygulamada bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu açıdan günümüzde konuya yönelik uygulanabilir daha pratik eşitlikler geliştirilmiştir.

Geliştirilen bu eşitliklerde ölçümlenmesi gerekli tek parametre tane içsel sürtünme açısıdır.

Bu çalışma kapsamında deney materyallerinin basınç oranlarının saptanmasında Lohnes (1993), Eurocode 1 (2003) ve Schulze (2005) tarafından önerilen eşitlikler kullanılmıştır. Her üç yöntemde siloların tasarımında önemli bir yer tutan basınç oranının saptanmasında ülkelere göre uygulama alanı bulabilmektedir. Dolayısıyla her üç yöntemde çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Konuya ilişkin ilgili kuramsal eşitlikler eşitlik 11, 12 ve 13' te verilmiştir. Bu bağlamda taneli ürünlerin basınç oranları;

Lohnes (1993)'e göre;

$$k_L = \frac{(1 - \sin \varphi)x(1 + \frac{2}{3}x \sin \varphi)}{1 + \sin \varphi} \quad (11)$$

Eurocode1 (2003)'e göre;

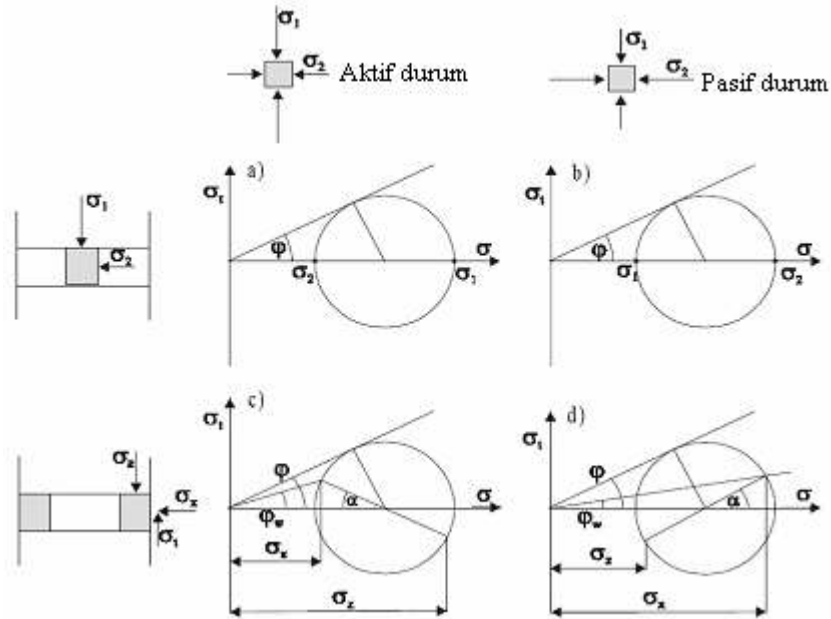
$$k_E = 1.1x(1 - \sin \varphi) \quad (12)$$

Schulze (2005)'e göre;

$$k_S = 1 - \sin \varphi \text{ 'dır.} \quad (13)$$

2.2.4. İstatistiksel analiz

Deneyler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen bütün verilere SPSS istatistik paket programı yardımıyla varyans analizleri yapılmış ve önemli çıkan işlemlerin istatistiksel gruplandırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



Şekil 1. Silindirik silolarda aktif ve pasif durumlar
(a:silo merkezi aktif, b:silo merkezi pasif, c:silo duvarı aktif, d:silo duvarı pasif)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. İçsel Sürtünme Açılımları

Fındık, mısır, arpa ve soya örneklerinin farklı tane nem içeriklerindeki içsel sürtünme açıları çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’den de görülebileceği gibi ürünlerin içsel sürtünme açıları tane nem içeriği artışına paralel olarak artmıştır. Bu bağlamda içsel sürtünme açıları ile tane nem içerikleri arasında pozitif lineer bir ilişki belirlenmiştir. İçsel sürtünme açılarının en yüksek değerleri fındıkta %16 nem içeriğinde badem çeşidinde 32.4⁰, mısırdaki %14 nem içeriğinde şeker çeşidinde 34.2⁰, arpa ve soyada ise %14 nem içeriğinde sırasıyla 22.5⁰ ve 30.5⁰ olarak saptanmıştır. En küçük değerler ise fındıkta %8 nem içeriğinde mincane çeşidinde 28.3⁰, mısırdaki %8 nem içeriğinde şeker çeşidinde 25.2⁰, arpada %10 nem içeriğinde 19.7⁰ ve soyada ise %8 nem içeriğinde 27.4⁰ saptanmıştır. Benzer şekilde Molenda ve ark. (1998) buğday; Moya ve ark. 2002; Ogunjimi ve ark. (2002) fasulye; Amin ve ark. (2004) mercimek kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında tane nem içeriğinin artışı ile içsel sürtünme açısının arttığını saptamışlardır.

3.2. Basınç Oranları

Fındık, mısır, arpa ve soya örneklerinin farklı tane nem içeriklerindeki basınç oranları çizelge 2, 3, 4, ve 5’te verilmiştir. Çizelge 2’den de görülebileceği gibi tane nem içeriğinin artışı ile basınç oranları bazı fındık çeşitlerinde artarken bazılarında ise azalmıştır. Bu artış ve azalışlar fındığın doğal yapısına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda basınç oranı üzerine nem içeriği ve üç farklı yöntemin P<0.01 olasılık düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, nem*yöntem etkisinin ise önemsiz bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Basınç oranının nem içeriği bakımından en yüksek ortalama değeri %12 nem içeriği ile çakıldak çeşidinde (0.55), yöntem bakımından ise Eurocode1 (2003) ‘e göre mincane çeşidinde (0.53) saptanmıştır.

Çizelge 3’ten de görüldüğü gibi arpada tane nem içeriğinin artışı ile basınç oranları her üç yöntemde de azalmıştır. Yapılan istatistik analizi sonucunda basınç oranı üzerine nem içeriği ve üç farklı yöntemin P<0.01 olasılık düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, nem*yöntem etkisinin ise önemsiz bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Basınç oranının nem içeriği bakımından en yüksek ortalama değeri %10 nem içeriğinde (0.67), en düşük ortalama değeri ise %14 nem içeriğinde (0.62) saptanmıştır. Yöntemler açısından incelendiğinde ise en yüksek ortalama değer Eurocode1 (2003)’e göre (0.70), en küçük ortalama değer ise Lohnes (1993)’e göre (0.58) saptanmıştır.

Mısır çeşitlerinde tane nem içeriğine bağlı basınç oranlarının verildiği Çizelge 4’ten de görülebileceği gibi tane nem içeriğinin artışı ile basınç oranları mısır çeşitlerinde artış göstermiştir. Yapılan istatistik analizi sonucunda basınç oranı üzerine nem içeriği ve üç farklı yöntemin P<0.01 olasılık düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, nem*yöntem etkisinin ise önemsiz bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Basınç oranının nem içeriği bakımından en yüksek ortalama değeri %8 nem içeriğinde şeker mısır çeşidinde (0.58) elde edilmiştir. Yöntemler açısından incelendiğinde ise en yüksek ortalama değer Eurocode1 (2003)’e göre Akpınar çeşidinde (0.57), en küçük ortalama değer ise Lohnes (1993)’e göre şeker çeşidinde (0.44) belirlenmiştir.

Soya örneklerinde tane nem içeriğinin artışı ile her üç yöntemde de basınç oranları lineer olarak azalmıştır (Çizelge 5). Yapılan istatistik analiz sonucunda basınç oranı üzerine nem içeriği ve üç farklı yöntemin P<0.01 olasılık düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, nem*yöntem etkisinin ise önemsiz bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda nem içeriği bakımından en yüksek ortalama değeri %8 nem içeriğinde (0.54), en düşük ortalama değeri ise %14 nem içeriğinde (0.49) belirlenmiştir. Yöntemler karşılaştırıldığında en yüksek ortalama değeri Eurocode1 (2003)’e göre (0.57), en küçük ortalama değeri ise Lohnes (1993)’e göre (0.46) belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deney Örneklerinin İçsel Sürtünme Açılımları

Ürünler	Nem içerikleri (%)	İçsel sürtünme açıları (derece)				
		Tombul	Badem	Mincane	Çakıldak	Sivri
Fındık	8	29.8±1.34	32.4±0.89	28.3±1.53	28.4±1.15	29.2±1.55
	12	30.9±1.76	33.6±1.01	29.8±1.63	30.8±0.87	31.3±1.35
	16	32.8±0.98	34.3±1.10	31.8±1.04	32.0±1.41	32.7±1.23
Mısır		Karadeniz	Cin	TTM 813	Akpınar	Şeker
	8	27.2±0.17	27.2±0.17	26.8±0.17	27.0±0.00	25.2±0.60
	10	28.8±0.60	29.0±0.58	27.7±0.17	27.7±0.17	30.3±0.67
	12	30.7±0.33	30.3±0.33	30.5±0.50	29.7±0.33	32.3±0.73
	14	32.3±0.33	33.2±0.17	32.8±0.17	32.2±0.44	34.2±0.17
Arpa	10			19.7±0.33		
	12			20.8±0.17		
	14			22.5±0.29		
Soya	8			27.4±0.52		
	10			28.1±0.52		
	12			29.1±0.86		
	14			30.5±0.30		

Çizelge 2. Fındıkta Farklı Tane Nem İçerikleri ve Yöntemlere Göre Basınç Oranları

Çeşitler	Yöntem	Nem içerikleri, %			Ortalama \bar{X}
		8	12	16	
Tombul	k_L	0.45	0.43	0.41	0.43 ^c
	k_E	0.55	0.53	0.50	0.53 ^a
	k_S	0.50	0.49	0.46	0.48 ^b
Ortalama	\bar{X}	0.50 ^a	0.48 ^b	0.45 ^c	
Çakıldak	k_L	0.47	0.58	0.52	0.52 ^a
	k_E	0.43	0.54	0.49	0.49 ^b
	k_S	0.42	0.52	0.47	0.47 ^c
Ortalama	\bar{X}	0.44 ^c	0.55 ^a	0.49 ^b	
Sivri	k_L	0.46	0.43	0.41	0.43 ^c
	k_E	0.56	0.53	0.51	0.53 ^a
	k_S	0.51	0.48	0.46	0.48 ^b
Ortalama	\bar{X}	0.51 ^a	0.48 ^b	0.46 ^c	
Badem	k_L	0.41	0.39	0.45	0.42 ^c
	k_E	0.51	0.49	0.55	0.52 ^a
	k_S	0.45	0.55	0.50	0.50 ^b
Ortalama	\bar{X}	0.46 ^c	0.48 ^b	0.50 ^a	
Mincane	k_L	0.47	0.45	0.42	0.45 ^c
	k_E	0.58	0.55	0.50	0.54 ^a
	k_S	0.53	0.50	0.47	0.50 ^b
Ortalama	\bar{X}	0.53 ^a	0.50 ^b	0.46 ^c	

Çizelge 3. Arpada Farklı Tane Nem İçerikleri ve Yöntemlere Göre Basınç Oranları

Çeşit	Yöntem	Nem içerikleri, %			Ortalama \bar{X}
		10	12	14	
Fahrettinbey	k_L	0.61	0.58	0.56	0.58 ^c
	k_E	0.74	0.70	0.68	0.70 ^a
	k_S	0.67	0.64	0.62	0.64 ^b
Ortalama	\bar{X}	0.67 ^a	0.64 ^b	0.62 ^c	

Çizelge 4. Mısırdaki Farklı Tane Nem İçerikleri ve Yöntemlere Göre Basınç Oranları

Çeşitler	Yöntem	Nem içerikleri, %				Ortalama \bar{X}
		8	10	12	14	
Karadeniz Yıldızı	k_L	0.49	0.46	0.43	0.42	0.45 ^c
	k_E	0.61	0.57	0.54	0.52	0.56 ^a
	k_S	0.55	0.52	0.49	0.47	0.51 ^b
Ortalama \bar{X}		0.55 ^a	0.52 ^b	0.49 ^c	0.47 ^d	
Cin	k_L	0.49	0.46	0.44	0.41	0.45 ^c
	k_E	0.61	0.57	0.55	0.51	0.56 ^b
	k_S	0.55	0.52	0.50	0.46	0.51 ^a
Ortalama \bar{X}		0.55 ^a	0.52 ^b	0.50 ^c	0.46 ^d	
TTM 813	k_L	0.49	0.48	0.44	0.41	0.46 ^c
	k_E	0.61	0.59	0.55	0.51	0.56 ^a
	k_S	0.55	0.54	0.50	0.46	0.51 ^b
Ortalama \bar{X}		0.55 ^a	0.54 ^b	0.50 ^c	0.46 ^d	
Akpınar	k_L	0.49	0.48	0.45	0.42	0.46 ^c
	k_E	0.61	0.59	0.56	0.52	0.57 ^a
	k_S	0.55	0.54	0.51	0.47	0.52 ^b
Ortalama \bar{X}		0.55 ^a	0.53 ^b	0.51 ^c	0.47 ^d	
Şeker	k_L	0.52	0.44	0.42	0.39	0.44 ^c
	k_E	0.64	0.55	0.52	0.48	0.55 ^a
	k_S	0.58	0.50	0.47	0.44	0.50 ^b
Ortalama \bar{X}		0.58 ^a	0.50 ^b	0.47 ^c	0.44 ^d	

Çizelge 5. Soyada Farklı Tane Nem İçerikleri ve Yöntemlere Göre Basınç Oranları

Çeşit	Yöntem	Nem içerikleri, %				Ortalama \bar{X}
		8	10	12	14	
Landrace	k_L	0.48	0.47	0.46	0.43	0.46 ^c
	k_E	0.59	0.58	0.57	0.54	0.57 ^a
	k_S	0.54	0.53	0.52	0.49	0.52 ^b
Ortalama \bar{X}		0.54 ^a	0.52 ^b	0.51 ^c	0.49 ^d	

Benzer şekilde Horabik ve Rusinek (2002) bazı tahılların basınç oranlarının saptanmasına yönelik olarak yapmış oldukları çalışmalarında tane nem içeriğinin artışıyla basınç oranının azaldığını saptamışlardır. Buna karşın Rusinek ve Lukaszug (2004) kolza tohumları üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında tane nem içeriğinin artışıyla basınç oranının arttığını saptamışlardır.

4. SONUÇ

Çalışma sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

1. İçsel sürtünme açısı, tane nem içeriğindeki artışa bağlı olarak tüm ürünlerde pozitif düzeyde lineer artış göstermiştir.

2. İçsel sürtünme açılarının en yüksek değerleri fındıkta %16 nem içeriğinde badem çeşidinde 32.4⁰, mısırdaki %14 nem içeriğinde şeker çeşidinde 34.2⁰, arpa ve soyada ise %14 nem içeriğinde sırasıyla 22.5⁰ ve 30.5⁰ olarak saptanmıştır.

3. İçsel sürtünme açısının en küçük değerleri ise fındıkta %8 nem içeriğinde mincane çeşidinde 28.3⁰, mısırdaki %8 nem içeriğinde şeker çeşidinde 25.2⁰,

arpada %10 nem içeriğinde 19.7⁰ ve soyada ise %8 nem içeriğinde 27.4⁰ olarak saptanmıştır.

4. Fındık çeşitlerinde tane nem içeriğinin artışı ile bazı çeşitlerde basınç oranı azalırken bazı çeşitlerde ise artmıştır. Bu artış ve azalışlar fındığın doğal yapısına bağlı olarak gerçekleşmiştir.

5. Mısır, arpa ve soyada ise tane nem içeriğinin artışı ile basınç oranları lineer olarak azalmıştır.

6. İstatistiksel olarak deney materyallerinde (fındık, mısır, arpa ve soya) basınç oranı üzerine nem içeriği ve üç farklı yöntemin P<0.01 olasılık düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu, nem*yöntem interaksiyonunun ise önemsiz bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

7. Çalışma kapsamında tarımsal taneli ürünlerin depolandığı siloların projelendirilmesinde yaygın olarak kullanılan Coulomb, (1776); Rankine, (1857); Janssen, (1896); Reimbert, (1955); Jenike ve Johanson (1968) v.b araştırmacılar tarafından geliştirilen eşitliklerde parametrik bir değer olarak kullanılan içsel sürtünme açıları ve basınç oranları ürün nem kapsamının bir fonksiyonu saptanmıştır. Bu bağlamda ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan fındık, mısır, arpa ve soya gibi taneli ürünlerin depolamasına yönelik olarak geliştirilecek olan siloların tasarımında, çalışma kapsamında elde edilen veriler alana yönelik çalışmalar yapan mühendislere ve uygulayıcılara birer veri tabanı oluşturacaktır.

5. KAYNAKLAR

Amin, M.N., Hossain, M.A., Roy, K.C., 2004. Effect of Moisture Content on Some Physical Properties of Lentil Grains. *Journal of Food Engineering*, 65, 83-87.

Balassubramanian, D., 2001. Physical Properties of Raw Cashew Nut. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78(3), 291-297.

Bakker, F.W., 1999. Grains and Grain Quality. *Agro-Processing Engineering*. The American Society of Agricultural Engineers.

Baryeh, E.A., 2001. Physical Properties of Bambara Groundnuts. *Journal of Food Engineering*, 47(4), 321-326.

Baryeh, E.A., 2002. Physical Properties of Millet. *Journal of Food Engineering*, 51(1), 39-46.

Eurocode1, 2003. Basis of Design and Actions on Structures – Part 4: Actions in Silos and Tanks. European Committee for Standardization. Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels.

Horabik J., Rusinek R., 2000. Determination of Stress Ratio in Plant Granular Materials. Part-II. Experimental Investigations. *Acta Agrophysica*, 37, 73-81.

Horabik J., Rusinek R., 2002. Pressure Ratio of Cereal Grains Determined in Uniaxial Compression Test. *International Agrophysics*, 16(1), 23-28.

Janssen, H.A., 1895. Investigations of Pressure of Grain in Silo (in German). *Vereins Deutscher Ingenieure Zeitschrift* 39(35), 1045-1049.

Jenike, A.W., Johanson, J.R., 1968. Bin Loads. *Journal of Structures Div. ASCE*, 94 (ST4), 1011-1041.

Kezdi, A., 1974. *Handbook of Soil Mechanics*. Akademia Kiado, Budapest.

Kingsly, A.R.P., Singh, D.B., Manikantan, M.R., Jain, R.K., 2005. Moisture Dependent Physical Properties of Dried Pomegranate Seeds. *Journal of Food Engineering*, 75(4), 492-496.

Lohnes, R.A., 1993. Lateral Stress Ratios for Particulate Materials. *Powder Handling and Processing*, 5, 331-335.

Lukaszuk J., Horabik J., 2002. Determination of The Angle of Internal Friction of Plant Granular Solids. *Acta Agrophysica*, p. 64.

Mani, S., Tabil, L. G., Sokhansanj, S., 2004. Mechanical Properties of Corn Stover Grind. *Transactions of The ASAE*, 47(6), 1983-1990.

Molenda, M., Horabik, J., Ross, I.J., 1998. Stress and Deformation of Wheat in Direct Shear Test. *International Agrophysics*, 12, P. 115-118.

Molenda, M., Montross, M.D., Horabik, J., Ross, I.J., 2002. Mechanical Properties of Corn and Soybean Meal. *Transactions of The ASAE*, 45(6), 1929-1936.

Molenda, M., Horabik, J., Thompson, S.A., Ross, I.J., 2004. Effects of Grain Properties On Loads in Model Silo. *International Agrophysics*, 18, P. 329-332.

Molenda, M., Horabik, J., 2005. Mechanical Properties of Granular Agro-Materials and Food Powders for Industrial Practice. Part-I Characterization of Mechanical Properties of Particulate Solids for Storage and Handling, Lublin.

Moya, M., Ayuga, F., Guaita, M., Aguado, P., 2002. Mechanical Properties of Granular Agricultural Materials. *Transactions of the ASAE*, 45(5), 1569-177.

Moya, M., Ayuga, F., Guaita, M., Aguado, P., 2002. Mechanical Properties of Granular Agricultural Materials. *Transactions of the ASAE*, 45(5), 1569-177.

Moysey, E.B., 1979. Active and Passive Pressures in Deep Grain Bin. *Transactions of The ASAE*, 22(6), 1409-1413.

Ogunjimi, A.O., Aviara, N.A., Aregbesola, O.A., 2002. Some Engineering Properties of Locust Bean seed. *Journal of Food Engineering*, 55(2), 95-99.

Rusinek, R., Lukaszuk, J., 2004. Influence of Moisture Content on Pressure Ratio of Rape Seeds. *Research Agricultural Engineering*, 50(1), 11-14.

Schulze, D., 2005. Stresses in Silos; <http://www.dietmar-schulze.de/spanne.html> [Ulaşım: 15 Şubat 2005].

Uzuner, B.A., 1996. *Temel Zemin Mekaniği*. Teknik Yayınevi, Ankara.

Zou, Y., Brusewitz, G. H., 2001. Angle of Internal Friction and Cohesion of Consolidated Ground Marigold Petals. *Transactions of The ASAE*, 44(5), 1255-1259.

KARAYAKA TOKLULARINDA KESİM ÖNCESİ VE KESİM SONRASI ÖLÇÜLEN BAZI ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİNİN TAHMİNİ İÇİN KANONİK KORELASYON ANALİZİ

Soner ÇANKAYA *

Aydın ALTOP

Mustafa OLFAZ

Güray ERENER

OMÜ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 55139 - Samsun

*e-mail: scankaya@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.09.2008

Kabul Tarihi: 25.11.2008

ÖZET: Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştirilen 57 baş Karayaka erkek tokludan kesim öncesi alınmış 6 farklı morfolojik özellik (X kümesi – canlı ağırlık, göğüs çevresi, göğüs derinliği, vücut uzunluğu, but çevresi ve cidago yüksekliği) ile 5 farklı karkas özelliği (Y kümesi – sıcak karkas, baş, deri, but ve kol ağırlıkları) arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla kanonik korelasyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen 5 farklı kanonik değişen çiftleri arasında hesaplanan kanonik korelasyon katsayılarından (KKK) ilk üçü (0.955, 0.704, 0.482) önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, tokluların kesim öncesi alınan morfolojik özellikleri için oluşturulan kanonik değişkenlerin açıklayıcı gücüne en fazla katkı sağlayan özellikler sırayla canlı ağırlık ve göğüs çevresi iken, kesim sonrası alınan özellikler için oluşturulan kanonik değişkenlerin açıklayıcı gücüne en fazla katkı sağlayan özellikler sırasıyla sıcak karkas ve baş ağırlığıdır. Bu çalışmanın sonuçları, Karayaka toklu besiciliğinde birim hayvandan sağlanan karkas verimi arttırmak için kesim öncesi dönemdeki canlı ağırlık ve göğüs çevresi ölçümlerinden yararlanılması gerektiğini göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Kanonik korelasyon katsayısı, Karayaka, Morfolojik ve Karkas özellikler.

CANONICAL CORRELATION ANALYSIS FOR ESTIMATION OF RELATIONSHIPS BETWEEN SOME TRAITS MEASURED AT PRE- AND POST-SLAUGHTERING PERIODS IN KARAYAKA HOGGETS

ABSTRACT: In this study, canonical correlation analysis was applied to estimate the relationship between six different morphologic traits (X set – live weight, chest girth, chest depth, body length, leg circumference and height at withers) measured at Pre-Slaughtering period and five different carcass traits (Y set – the weights of hot carcass, head, skin, leg and arm) measured from 57 hoggets of Karayaka, at Research and Application Farm of Agriculture Faculty, at Ondokuz Mayıs University. First three of estimated five different canonical correlation coefficients (CCC) between the pairs of canonical variables were found significant (0.955, 0.704, 0.482, $P<0.05$). The results obtained from canonical correlation analysis indicated that live weight and chest girth had largest contribution for the explanatory capacity of canonical variables estimated from the morphologic traits of the hoggets at the pre-slaughtering period when compared with other body measurements, while hot carcass and head weights had largest contribution for the explanatory capacity of canonical variables estimated from the carcass traits at the post-slaughtering period when compared with other carcass traits. The results of this study showed that live weight and chest girth measured at pre-slaughtering period should be used with the aim of increasing carcass yield per animal in Karayaka Hoggets fattening.

Key words: Canonical correlation coefficient, Karayaka, Morphologic and Carcass traits.

1. GİRİŞ

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde vücut ölçüleri hayvanların morfolojik yapısı hakkında bilgi vermesi bakımından önemli olup özellikle et verimi vücut büyüklüğü ile yakından ilgilidir (Olfaz ve ark., 2005). Koyun yetiştiriciliğinde yüksek yapılı, bedeni uzun, geniş ve derin olan hayvanların damızlıkta kullanılarak et üretiminde artış sağlanabilmektedir (Ünal, 2002). Dolayısı ile, birim hayvandan en yüksek düzeyde et üretimi sağlanabilmesi için erken dönemde ve/veya kesim öncesinde alınan vücut ölçümleri (canlı ağırlık, göğüs çevresi vb) ile geç tespit edilebilen ve/veya kesim sonrası alınan ölçümler (sıcak karkas ağırlığı, but ağırlığı vb) arasındaki ilişkiyi belirlemek, dolaylı seleksiyon ölçütlerinin ortaya konması bakımından önem kazanmaktadır.

Çok değişkenli istatistik tekniklerinden birisi olan kanonik korelasyon analizi (KKA) dolaylı seleksiyona temel oluşturabilecek bilgiyi sağladığından, zootečni araştırmalarında aynı hayvandan farklı dönemde alınan birden fazla ölçüm arasındaki ilişkinin doğru olarak belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır

(Çankaya ve Kayaalp, 2007). Hotelling tarafından 1935 yılında ortaya atılan KKA, maksimum korelasyonlu ve birim varyanslı doğrusal bileşenler elde ederek iki değişken kümesi arasındaki ilişkiyi tanımlamakta ve birçok bağımlı değişken üzerine birçok bağımsız değişkenin etkisini ortaya koymaktadır (Thompson, 1984).

Kanonik korelasyon analizi uygulamalarıyla ilgili, küçükbaş hayvanlarda aynı dönemde veya farklı dönemlerde alınan morfolojik özellikler ile kesim öncesi ve kesim sonrası özellikler (Çankaya ve Kayaalp, 2007; Daskiran ve ark., 2007; Keskin ve ark., 2005; Keskin ve ark., 2004; Bilgin ve ark., 2003; Tatar ve Eliçin, 2002; Kocabaş ve ark., 1998 ve Gürbüz, 1989) arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik bilimsel çalışmalar mevcut olmakla beraber, ülkemizde Kıvrıcık koyunundan sonra et kalitesi iyi olan Karayaka koyunlarının (Olfaz ve ark., 2007) kesim öncesi ve kesim sonrası özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, Karayaka koyunlarında kesim öncesi ve kesim sonrası tespit edilen özellikler arasındaki ilişkiyi kanonik

korelasyon analizi ile tahmin etmek ve et verimi düşük olan (Olfaz, 1997) bu ırkta birim hayvandan en yüksek düzeyde et üretimi için kesim öncesi etkin olabilecek özelliklerin belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştirilen 12 aylık yaştaki 57 baş Karayaka erkek tokludan kesim öncesi alınmış 6 farklı morfolojik özellik (canlı ağırlık, göğüs çevresi, göğüs derinliği, vücut uzunluğu, but çevresi ve cidago yüksekliği) ile kesim sonrası alınan karkas özellikleri (sıcak karkas, baş, deri, but ve kol ağırlıkları) incelenmiştir. Bu özelliklerden, kesim öncesinde alınan ölçümler birinci değişken grubunu (X değişken kümesi), kesim sonrası alınan ölçümler ise diğer değişken grubunu (Y değişken kümesi) oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan tüm istatistiksel hesaplama işlemleri SAS 6.0 istatistik paket programında yapılmıştır (SAS, 1988).

2.2. Kanonik Korelasyon Analizi

Kanonik korelasyon analizi (KKA), V kanonik değişken olarak adlandırılan bir değişken kümesindeki (X değişken kümesi, $qx1$) değişkenlerin doğrusal kombinasyonları ile U kanonik değişken olarak adlandırılan diğer değişken kümesindeki (Y değişken kümesi, $px1$) değişkenlerin doğrusal kombinasyonları arasındaki korelasyonu belirlemek için uygulanmaktadır (Gundersen ve Muirhead, 1997). Karayaka koyunların kesim öncesi alınan morfolojik ölçüler ve kesim sonrası alınan karkas ölçüleri arasındaki ilişkiyi yansıtmak için kanonik değişkenler (U ve V) öyle bir formda oluşturulur ki, kanonik değişken çiftleri (U_iV_i) birbirinden bağımsız ve birinci kanonik değişken çifti (U_1V_1) arasında tahmin edilen kanonik korelasyon katsayısı (r_i) maksimum olmaktadır (Johnson and Wichern, 2002). Kanonik değişkenler sembol olarak $U_i=Ya_i$ ve $V_i=Xb_i$ şeklinde ifade edilirken, eşitlikte a_i ve b_i katsayıları sırası ile $px1$ ve $qx1$ lik standardize edilmiş kanonik katsayıları ifade etmektedir (Bilgin ve ark., 2003). Bu katsayılar, X değişken kümesinin çözüm matrisi, M_1 ile Y değişken kümesinin çözüm matrisi, M_2 matrislerinin özdeğerlerine karşılık gelen öz vektör elemanlarıdır (Gao ve Huang, 2000).

$$M_1 = \sum_{11}^{-1} \sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21}$$

$$M_2 = \sum_{22}^{-1} \sum_{21} \sum_{11}^{-1} \sum_{12}$$

Bir araştırmaya konu olan X ve Y değişken kümeleri çok değişkenli normal dağılışa sahip ise, V ve U kanonik değişkenleri de normal dağılışa sahiptir ve kanonik değişkenler arasındaki doğrusal ilişki maksimize edilebilmektedir. Eğer, X değişken kümesi bağımsız değişken, Y değişken kümesi bağımlı değişken olarak ifade edilirse, yani X , Y nin sebebi olarak yorumlanırsa, bu durumda V “en iyi tahmin

edici”, U de “en iyi tahmin edilebilir ölçüt” olarak isimlendirilebilir (Tatar ve Eliçin, 2002). Dolayısı ile kanonik katsayılar, kesim öncesi dönemde alınan morfolojik özelliklerden yararlanarak, kesim sonrasında incelen özelliklerin değerlerini tahmin etmede kullanılan belirleyici katsayılardır. Fakat incelenen özellikler arasında çoklu bağlantı olması durumunda bu katsayıların kullanılması uygun olmamaktadır. Bu nedenle bu katsayılar yerine, kanonik değişkenler ile orijinal değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren kanonik yüklerin kullanılması gerekmektedir (Akbaş ve Takma 2005).

X ve Y değişken kümeleri arasındaki ilişkinin ölçüsü olan kanonik korelasyon katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımı ile tahmin edilmektedir.

$$\rho_{U_iV_i} = r_i = \sqrt{\lambda_i} = \frac{Cov(U, V)}{\sqrt{Var(U)Var(V)}} \\ = \frac{a' \sum_{12} b}{\sqrt{(a' \sum_{11} a)(b' \sum_{22} b)}}; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

2.3. Kanonik Korelasyon Analizinin Yorumlanması

Kanonik korelasyon analizi sonucu elde edilen kanonik korelasyon katsayılarından hangilerinin önemli olup-olmadığının tespit edilebilmesi için en yaygın olarak kullanılan test yöntemlerinden biri F yaklaşımı istatistiktir.

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_r = 0$$

$$H_1 : \text{En az bir } \rho_i \neq 0 \quad i = 1, 2, \dots, r$$

Test istatistik değeri,

$$F = \frac{1 - \lambda_1^{1/t}}{\lambda_1^{1/t}} \frac{sd_2}{sd_1} \sim F_{sd_1, sd_2, \alpha}$$

Eşitlikte;

$$\lambda_1 = \prod_{i=1}^s (1 - r_i^2); \quad s = \min(p, q); \quad sd_1 = pq;$$

$$sd_2 = wt - \frac{1}{2} pq + 1; \quad w = n - \frac{1}{2} (p + q + 3);$$

$$t = \sqrt{\frac{p^2 q^2 - 4}{p^2 + q^2 - 5}}$$

Burada, n : gözlem sayısını, p : Y değişken kümesindeki değişken sayısını, q : X değişken kümesindeki değişken sayısını, r_i^2 ise $\sum_{11}^{-1} \sum_{12} \sum_{22}^{-1} \sum_{21}$ çözüm matrisinin özdeğerlerini göstermektedir (Cankaya ve ark., 2008).

Kanonik korelasyon katsayıları ile bir değişken kümesi tarafından diğer değişken kümesindeki hesaplanan varyans miktarını açıklayamaz. Bu sebeple, bir değişken kümesi tarafından diğer değişken kümesindeki toplam varyansın ne kadarının açıklanabileceğini belirlemek amacıyla her kanonik korelasyon katsayısı için gereksizlik belirleme

(redundancy) indeksi hesaplanması önerilmektedir (Sharma, 1996). Gereksizlik belirleme indeksi aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilmektedir.

$$RI_{U_i V_i} = OV(Y|V_i).r_{uv}^2 \quad OV(Y|V_i) = \frac{\sum_{i=1}^p LY_{ij}^2}{p}$$

Burada, $OV(Y|V_i)$; Y değişken kümesindeki varyasyonun i . kanonik değişken (V_i) ile ortalama açıklanabilen kısmını, LY_{ij} ; Y değişken kümesindeki j . değişken ile i . kanonik değişken arasındaki yapısal korelasyonu (j . değişkenin yükünü) göstermektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1’de, tüm bu özellikler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Çalışmada Karayaka ırkı toklularından ölçülen canlı ağırlık ve vücut ölçüleri değerleri ile bu ırk üzerinde yapılmış çalışmalarda (Olfaz ve ark., 2005; Aydoğan ve Gül, 1992) bildirilen değerler benzer olmasına rağmen Gökhöyük Devlet Üretim Çiftliğinde yetiştirilen Karayaka toklularından alınmış olan ortalama canlı ağırlık (44.7 kg), cidago yüksekliği (55 cm), vücut uzunluğu (58.7 cm), göğüs çevresi (89.9 cm), göğüs derinliği (28.3 cm) ölçülerinden düşük bulunmuştur (Atasoy ve ark., 2003). Dolayısı ile sistemli bir seleksiyon ile

performans değerlerinin yükseltilebileceği ortaya çıkmaktadır. Yine bu çalışmada tespit edilen karkas özellikleri, Olfaz ve ark. (2005)’nin aynı ırk üzerinde yapmış oldukları karkas özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmadaki bulguları ile uyum içerisinde.

Çizelge 2 incelendiğinde, en yüksek korelasyon (0.94, $P < 0.01$) tokluların kesim öncesi canlı ağırlık ile sıcak karkas ağırlığı arasında, en düşük korelasyon (0.19, $P > 0.05$) ise kesim öncesi döneminde alınan göğüs çevresi ile kesim sonrası alınan kol ağırlığı arasında tahmin edilmiştir. Her iki dönemde de toklulardan alınan ölçümler arasında pozitif ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir.

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği ile ilgili yürütülen çalışmalarda yapağı, süt ve döl verim özelliklerinin yanı sıra hayvanların farklı dönemlerine ait canlı ağırlık değişimleri ile cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve derinliği gibi morfolojik ölçümlerde kayıt altına alınmaktadır (Atasoy ve ark., 2003; Güney ve ark., 1990). Ancak, uygulamada canlı ağırlıklar ile bu özellikler arası ilişkileri yada farklı dönemlerde alınan benzer özellikler arasında ilişkileri açıklamak oldukça zordur (Fourie ve ark., 2002). Bu yüzden Çizelge 2’de verilen basit korelasyonları yorumlamak yerine, bu çalışmada Karayaka toklularından alınan kesim öncesi ve kesim sonrası özellikler arasındaki ilişkiyi yorumlamak için kanonik korelasyon katsayıları kullanılmıştır. Çalışmada, incelen özellik sayısı kesim öncesi alınan morfolojik

Çizelge 1. İncelenen Özelliklere ait Tanımlayıcı İstatistikler

Kesim Öncesi Dönem (X -değişken kümesi)		Kesim sonrası dönem (Y -değişken kümesi)	
Morfolojik Özellikler	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Karkas Özellikleri	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Canlı ağırlık (CA) (kg)	40.86 \pm 3.127	Sıcak karkas ağırlığı (SKA) (kg)	18.75 \pm 1.444
Göğüs çevresi (GÇ) (cm)	81.60 \pm 3.854	Baş ağırlığı (BA) (kg)	2.42 \pm 0.225
Göğüs derinliği (GD) (cm)	27.68 \pm 1.298	Post ağırlığı (PA) (kg)	4.20 \pm 0.343
Vücut uzunluğu (VU) (cm)	62.49 \pm 3.191	But ağırlığı (ButA) (kg)	6.14 \pm 0.688
But çevresi (BÇ) (cm)	61.00 \pm 3.417	Kol ağırlığı (KA) (kg)	3.70 \pm 0.279
Cidago yüksekliği (CY) (cm)	70.26 \pm 4.835		

\bar{X} : İncelenen özelliklere ait ortalamayı, $S_{\bar{x}}$: standart hatayı göstermektedir.

Çizelge 2. İncelenen Özellikler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Önem Test Sonuçları

	CA	GÇ	GD	VU	BÇ	CY	SKA	BA	PA	ButA
GÇ	0.75**									
GD	0.71**	0.59**								
VU	0.74**	0.55**	0.61**							
BÇ	0.69**	0.54**	0.54**	0.55**						
CY	0.74**	0.68**	0.71**	0.56**	0.59**					
SKA	0.94**	0.75**	0.59**	0.72**	0.65**	0.67**				
BA	0.71**	0.36*	0.54**	0.54**	0.55**	0.57**	0.68**			
PA	0.57**	0.28*	0.22	0.53**	0.49**	0.34*	0.61**	0.52**		
ButA	0.53**	0.41**	0.47**	0.63**	0.48**	0.34*	0.53**	0.41**	0.29*	
KA	0.56**	0.19-	0.38*	0.56**	0.37*	0.25-	0.55**	0.37*	0.42**	0.46**

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$; -: $P > 0.05$

Karayaka toklularında kesim öncesi ve kesim sonrası ölçülen bazı özellikler arasındaki ilişkinin tahmini için kanonik korelasyon analizi

özellik sayısı 6, kesim sonrası alınan karkas özelliği sayısı 5 olduğundan tokluların morfolojik özellikleri ile karkas özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için 5 farklı kanonik katsayısı hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Kanonik korelasyon analizi sonucunda tahmin edilen kanonik korelasyon katsayılarından ilk üç kanonik değişken çifti arasından tahmin edilen ilişki istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kanonik korelasyon analizi ile küçükbaş hayvanlarda kesim öncesi ve sonrası dönemde alınan ölçümler arasında, Akkaraman ve İngiliz etçi koyun melezleri için % 88 ile % 98 arasında (Gürbüz, 1989), Akkeçi oğlaklarında ise % 96.2' lik bir ilişki olduğu ifade edilmiştir (Keskin ve ark., 2005). Ele alınan değişken kümeleri birebir örtüşmese de bu çalışmada tahmin edilen ilk kanonik korelasyon katsayısı (0.955) diğer araştırmacıların bulguları ile uyum içerisindedir. Çalışmada tahmin edilen kanonik korelasyon katsayılarından ilk üçü istatistiki olarak önemli olduğundan, toklulardan kesim öncesi ve sonrası alınan özellikler arasındaki ilişkinin yapısını ortaya koymak için kullanılacak olan kanonik katsayılar (Çizelge 4), kanonik yükler (Çizelge 5) gibi değerler sadece ilk üç kanonik değişken çifti için hesaplanmış ve sonuçlar bu katsayılarla yorumlanmıştır.

Çizelge 4. de verilen kanonik katsayılar kullanılarak, maksimum ilişkinin tahmin edildiği birinci kanonik değişken çiftine (U_1 ve V_1) ait doğrusal bileşenler aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır.

$$U_1 = 0.888 (SKA) + 0.083 (BA) + 0.018 (PA) + 0.048 (ButA) + 0.028 (KA)$$

$$V_1 = 0.957 (CA) + 0.096 (VU) + 0.146 (GD) - 0.022 (CY) + 0.170 (GÇ) + 0.042 (BÇ)$$

U_1 ve V_1 kanonik değişken çiftinin katsayıları işaretleri dikkate alınmaksızın incelendiğinde; tokluların kesim öncesi alınan morfolojik özelliklerinden canlı ağırlık ve göğüs çevresinin, kesim sonrası alınan karkas özelliklerinde sıcak karkas ağırlığı ve baş ağırlığına ait değişkenlerin kanonik değişkenlerinin oluşumundaki katkıları en büyük bulunmuştur. Bir başka deyişle, oluşturulan kanonik değişkenler ile kesim öncesi ve kesim sonrası alınan özelliklere ait değişkenler arasında pozitif ilişki söz konusudur (Çizelge 5).

Kanonik değişkenler ile diğer küme içerisinde yer alan orijinal değişkenler arasındaki kanonik yükler Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 3. Kanonik Korelasyon Katsayıları ve İlgili Test Sonuçları

Kanonik Değişken Çifti	Kanonik Korelasyon Katsayısı	Kanonik R^2 Değeri	Özdeğerler	Serbestlik Derecesi	Likelihood Ratio	P değeri
U_1V_1	0.955	0.911	10.266	30	0.027	<0.001
U_2V_2	0.704	0.496	0.986	20	0.308	<0.001
U_3V_3	0.482	0.232	0.302	12	0.611	0.017
U_4V_5	0.383	0.147	0.172	6	0.796	0.077
U_5V_5	0.259	0.067	0.072	2	0.933	0.173

Çizelge 4. Kanonik Değişken Çiftlerine ait Standardize Edilmiş Kanonik Katsayılar

	X değişken kümesi						Y değişken kümesi				
	CA	VU	GD	CY	GÇ	BÇ	SKA	BA	PA	ButA	KA
V_1	0.957	0.096	0.146	-0.022	0.170	0.042	U_1 0.888	0.083	0.018	0.048	0.028
V_2	0.340	0.523	0.272	-0.105	-1.337	0.245	U_2 -1.325	0.711	0.397	0.183	0.784
V_3	-1.159	1.157	-0.155	-0.702	0.743	0.404	U_3 -0.128	-0.911	0.499	0.945	-0.107

Çizelge 5. Kanonik Değişken Çiftlerine ait Kanonik Yükler

	X değişken kümesi						Y değişken kümesi				
	CA	VU	GD	CY	GÇ	BÇ	SKA	BA	PA	ButA	KA
V_1	0.993	0.777	0.637	0.706	0.793	0.701	U_1 0.996	0.722	0.625	0.567	0.580
V_2	0.023	0.281	0.105	-0.131	-0.576	0.134	U_2 -0.074	0.387	0.347	0.245	0.566
V_3	-0.087	0.432	-0.116	-0.280	0.172	0.143	U_3 -0.003	-0.394	0.172	0.601	0.125

Çizelge 6. Kanonik Değişken Çiftleri ile Diğer Değişken Kümesinde Yer Alan Orijinal Değişkenlere ait Kanonik Yükler

	X değişken kümesi						Y değişken kümesi				
	CA	VU	GD	CY	GÇ	BÇ	KA	BA	PA	ButA	KA
U_1	0.947	0.742	0.608	0.674	0.764	0.669	V_1 0.951	0.690	0.597	0.541	0.553
U_2	0.016	0.198	0.074	-0.092	-0.406	0.094	V_2 -0.052	0.273	0.244	0.172	0.399
U_3	-0.042	0.208	-0.056	-0.135	0.083	0.069	V_3 -0.002	-0.190	0.083	0.289	0.060

Çizelge 7. X ve Y Değişken Kümesindeki Toplam Varyansın Kanonik Değişkenler Tarafından Açıklanan Kısım

X değişken kümesi				Y değişken kümesi			
Açıklanan Varyansın Oranı		Gereksizlik Belirleme İndeksi		Açıklanan Varyansın Oranı		Gereksizlik Belirleme İndeksi	
V_1	0.593	U_1	0.541	U_1	0.513	V_1	0.467
V_2	0.076	U_2	0.038	U_2	0.131	V_2	0.065
V_3	0.056	U_3	0.013	U_3	0.112	V_3	0.026

Kanonik değişkenler ile diğer kümede yer alan orijinal değişkenlere ait kanonik yükler incelendiğinde; tokluların kesim öncesi morfolojik özelliklerine ait değerlerdeki artma, karkas özelliklerine ait değerlerde de artışa neden olmaktadır. Bir başka ifade ile kesim öncesinde tokluların canlı ağırlık ve göğüs çevresi ölçümlerine göre seçim yapılması yüksek et verimli hayvanların kesim için ayrılmasına yardımcı olacaktır. Böylece, sürüdeki mevcut hayvanlardan birim başına elde edilecek et verimi ve buna bağlı olarak kesimde hayvan başına sağlanacak gelir arttırılmış olacaktır. Ayrıca, karkas verimi düşük olabilecek hayvanların sürüde tutulması ile yoğun besi uygulaması sürdürülerek yüksek canlı ağırlığa ulaşabilme imkânı verilmiş olacaktır.

X ve Y değişken kümelerinde belirlenen toplam varyasyonun kanonik değişkenler tarafından ne kadarının açıklanabildiği ve herhangi birindeki varyasyonun diğeri ile açıklanabilen kısmı gereksizlik belirleme analizi ile belirlenmiş ve analiz sonuçları Çizelge 7' de verilmiştir.

Açıklanan varyans oranı ve gereksizlik belirleme indeks değerlerine göre, kesim öncesi dönemde Karayaka toklularından alınan canlı ağırlık, göğüs çevresi, göğüs derinliği, vücut uzunluğu, but çevresi ve cidago yüksekliği gibi 6 farklı morfolojik özelliğe ait toplam varyasyonun % 59.3' ü V_1 kanonik değişken, % 54.1' i U_1 kanonik değişken ile açıklanmaktadır. Buna karşılık, kesim sonrası dönemde alınan karkas özelliklerine ait toplam varyasyonun % 51.3' ü U_1 kanonik değişken, % 46.7' si ise V_1 kanonik değişken ile açıklanmaktadır. İkinci ve üçüncü kanonik değişken çiftlerinin ele alınan özelliklere ait toplam varyasyonu açıklama gücü ise oldukça düşüktür (Çizelge 7). Bu nedenle kesim öncesi morfolojik özellikler ile kesim sonrası karkas özellikleri arasındaki ilişkinin açıklanmasında birinci kanonik değişken çiftinden yararlanılmalıdır.

4. SONUÇ

Bu çalışma ile Karayaka toklularının kesim öncesi morfolojik özellikleri ile kesim sonrası karkas özellikleri arasındaki ilişki derecesi hesaplanmış ve bu ilişkinin yorumlanmasında etkili olan değişkenler açıklanmaya çalışılmıştır. Mevcut çalışmanın sonuçları bu ilişkinin açıklanmasında en önemli faktörlerin tokluların canlı ağırlığı ve göğüs çevresi olduğunu göstermiştir. Dolayısı ile Karayaka toklularının kesim öncesi dönemdeki canlı ağırlık ve göğüs çevrelerine göre seleksiyona tabi tutulmaları ve sürüdeki yüksek et verimli hayvanların kasaplığa ayrılması ile ekonomik kazanç arttırılmış olacaktır.

Buna ilaveten Karayaka toklularının sütten kesim veya altı aylık yaş ile 12 aylık yaştaki morfolojik özellikler arasındaki ilişkilerin kanonik korelasyon analizi ile belirlenmesi ve ilişkinin açıklanmasında etkili olan vücut ölçülerine göre seleksiyon yapılması besi performansına yönelik araştırma ve ıslah uygulamalarında hem generasyonlar arası sürenin kısaltılmasına hem de ekonomik kazancın artmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbaş Y. and Takma Ç., 2005. Canonical Correlation Analysis for Studying the Relationship between Egg Production Traits and Body Weight, Egg Weight and Age at Sexual Maturity in Layers. Czech J. Anim. Sci., 50: 163-168.
- Atasoy, F., Ünal N., Akçapınar, H., Mundan, D., 2003. Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G1) Koyunlarında Bazı Verim Özellikleri. Tr. J. Vet. Anim. Sci., 27: 259-264.
- Aydoğan, M., Gül, I., 1992. Sakız ve Karayaka Irkları Arasındaki Melezlemelerle Yeni Bir Koyun Tipinin Geliştirilme İmkânları. Doğa-Tr. J. of Vet. Anim. Sci., 16: 393-402.
- Bilgin O.C., Emsen E. and Davis M.E., 2003. An Application of Canonical Correlation Analysis to Relationships between the Head and Scrotum Measurements in Awassi Fat Tailed Lambs. J. Anim. Vet. Adv., 2: 343-349.
- Çankaya, S. and G.T. Kayaalp. 2007. Estimation of Relationship between Live Weights and Some Body Measurements in German Farm x Hair Crossbred by Canonical Correlation Analysis. J. Anim. Prod., 48:27-32.
- Çankaya, S., Yazgan, E., Kayaalp, G.T., Gocmez, Z. and Serbest, U., 2008. Estimation of Relationship between Some Body Measurements of Holstein Friesian Calves at the Birth and Six-Month Periods by Canonical Correlation Analysis. J. Anim. Vet. Adv., 7: 953-958.
- Daskiran, I., Keskin, S., Kizilkaya, K. and Bingol, M., 2007. Canonical Correlation for Some Body Traits of Angora Goats, Indian Vet. J., 84: 261-263.
- Fourie P.J., Naser F.W.C., Oliver J.J. and van der Westhuizen C., 2002. Relationship Between Production Performance, Visual Appraisal and Body Measurements of Young Dorper Rams. S. Afr. J. Anim. Sci. 32: 256-262.
- Gao, D.D. and Huang, R.B., 2000. Some Results on Canonical Correlation and Their Applications to a Linear Model. Linear Algebra and Its Applications 321:47-59p.
- Gunderson B.K. and Muirhead R.J., 1997. On Estimating the Dimensionality in Canonical Correlation Analysis. J. Multivariate Anal., 62: 121-136.
- Güney, O., Özcan, L., Pekel, E., Biçer, O., Torun, O., 1990. Çağdaş Düzeydeki Sakız x İvesi F_1 ve Saf İvesi

Karayaka toklularında kesim öncesi ve kesim sonrası ölçülen bazı özellikler arasındaki ilişkinin tahmini için kanonik korelasyon analizi

- Koyunların Çukurova Koşullarındaki Performansları. Ç.Ü. Zir. Fak. Der., 5: 91-100.
- Gürbüz, F., 1989. Değişken Takımları Arasındaki İlişkilerin Kanonik Korelasyon Yöntemi ile Araştırılması. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1162, Ankara.
- Johnson R.A and Wichern D.W., 2002. Applied Multivariate Statistical Analysis (5th ed.) Prentice Hill. 767p.
- Keskin, S., Daşkiran, İ., Kor, A. ve Arslan, S., 2004. Ankara Keçisi Oğlaklarında Altıncı ve Onikinci Ay Morfolojik Özellikleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi. Y.Y.Ü. Fen Bil. Ens. Der., 9: 58-64.
- Keskin, S., Kor, A ve Başpınar, E., 2005. Akkeçi Oğlaklarında Kesim Öncesi ve Kesim Sonrası Ölçülen Bazı Özellikler Arasındaki İlişki Yapısının Kanonik Korelasyon Analizi ile İrdelenmesi, Tar. Bil. Der., 11: 154-159.
- Kocabaş, Z., Kesici T. ve Eliçin, A., 1998. Hayvanların Çeşitli Vücut Ölçümleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Metodu İle Araştırılması. II. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Uludağ Üniv., 22-25 Eylül, 169-178s, Bursa.
- Olfaz, M., 1997. Karayaka Koyunlarının Et ve Döl Verimlerinin Arttırılmasında Yerli ve Yabancı Genotiplerden Yararlanma İmkanları. Doktora Tezi, O.M.Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Olfaz, M., Ocak, N., Erener, G., Cam, M.A. and Garipoglu, A.V., 2005. Growth, Carcass and Meat Characteristics of Karayaka Growing Rams Fed Sugar Beet Pulp, Partially Substituting for Grass Hay as Forage. Meat Sci., 70: 7-14.
- Olfaz, M., Soydan, E., Onder, H., Ocak, N., 2007. Seasonal Changes in Estrus Activity in Turkish Karayaka sheep. 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Book of Abstract, p: 268, August, 26th – 29th, Dublin, Ireland.
- SAS, 1988. SAS User's Guide. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sharma, S., 1996. Applied Multivariate Techniques. John Wiley & Sons, Inc. New York. 493p.
- Tatar, A.M. ve Eliçin, A., 2002. Ile de France x Akkaraman (G1) Melezi Erkek Kuzularında Süt Emme ve Besi Dönemindeki Canlı Ağırlık ve Vücut Ölçüleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Metodu ile Araştırılması. Tar. Bil. Der., 8: 67-72.
- Thompson B., 1984. Canonical Correlation Analysis: Uses and Interpretation. Sage Publications, California. 69p.
- Ünal, N., 2002. Akkaraman ve Sakız x Akkaraman F₁ Kuzularda Yaşama Gücü, Büyüme ve Bazı Vücut Ölçüleri. Tr. J. Vet. Anim. Sci., 26: 109-116.

SİVAS YÖRESİNDE ÜRETİLEN KÜP PEYNİRİNİN MİKROBİYOLOJİK, KİMYASAL KALİTESİ VE KÜF FLORASININ BELİRLENMESİ

Mihriban PEKEL Mihriban KORUKLUOĞLU*

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 16059-Görükle Kampüsü, Bursa

*e-mail: mihriban@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.08.2008

Kabul Tarihi: 19.01.2009

ÖZET: Bu çalışmada, Sivas yöresinde üretilen Küp peynirlerinin mikrobiyolojik, kimyasal özellikleri ile küf florası araştırılmıştır. 25 adet örneğin incelenmesi sonucunda ortalama toplam mezofil aerob bakteri, psikrofilik bakteri, maya-küf sayıları sırasıyla $7.31 \log_{10}$ kob/g, $6.78 \log_{10}$ kog/g, $7.57 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Örneklerin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre küp peynirlerinin ortalama kurumadesi %49.51, yağ miktarı %9.44, kurumaddede % yağ miktarı %18.61 ve tuz miktarı % 4.53, kül miktarı % 13.28, protein miktarı % 24.74, titrasyon asitliği %0.87 laktik asit (la), pH değeri 5.82 olarak bulunmuştur. Yapılan tanı çalışmaları sonunda izole edilen suşların % 93.5'inin *Penicillium* cinsine ait oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sivas Küp peyniri, mikrobiyolojik kalite, küf florası

A STUDY ON MICROBIOLOGICAL, CHEMICAL QUALITIES AND MOULDS FLORA OF KUP (CROCK) CHEESE PRODUCED IN SIVAS PROVINCE

ABSTRACT: In this study, moulds flora of Küp cheese was observed and chemical, microbiological properties of 25 Küp cheeses collected from Sivas were determined. According to the results, the average values for total mesophilic aerobic bacteria, psychrophilic bacteria, yeast and mould observed were as the follows; $7.31 \log_{10}$ cfu/g, $6.78 \log_{10}$ cfu/g, $7.57 \log_{10}$ cfu/g and coliform bacteria was not observed in 25 samples. According to the chemical analysis results, the average values of Küp cheeses were; total solids 49.51%, fat 9.44%, fat in solid 18.61%, salt 4.53%, ash 13.28%, protein 24.74, titratable acidity 0.87 la % and pH degree 5.82. The results show that the genus most frequently isolated was *Penicillium* which represented 93.5 % of total isolates.

Keywords: Sivas Küp cheese, microbiological properties, mould flora

1. GİRİŞ

Fermente ürünlerin diğer gıdalara göre insan sağlığı açısından bir takım olumlu etkileri kanıtlanmıştır. Fermentasyon sonucu besin değerlerinde olumlu değişimler meydana gelmekte ve özellikle esansiyel aminoasit miktarında artış olmaktadır. Bu tip gıdalar insan sağlığında dengeli beslenme açısından önem taşımaktadır. Buna ilave olarak fermente süt ürünlerinin diğer bir olumlu etkisi ise laktoz intoleransı olan kişilerin süt ürünlerini tüketebilmesidir (Külcü, 2002).

Gıdalarda yararları yanında, olumsuzluklara da yol açan mikroorganizmalardan biri ve en önemlisi küflerdir. Çünkü bitkisel ve hayvansal kaynaklı tüm besinlerde kolayca gelişebilen organizmalardır. Önemli besinlerimizden birini teşkil eden süt ürünleri ve özellikle peynirler çeşit, ambalajlama ve saklama durumlarına göre az veya çok küf bulaşması görülenler arasında yer alır. Hatta bazı peynirlerin olgunlaşması starter olarak aşılana küflerle gerçekleştirilir. Dünya'da 1000'den fazla peynir çeşidi vardır. Türkiye'de bu sayı 40-50 arasındadır (Hayaloğlu ve ark., 2002).

Ancak, 1960'lı yılların başından bu yana küf mantarlarının toksik etkili metabolitler oluşturduklarının ve bu maddelerden birçoğunun kanser yapıcı ajanlar arasında yer aldıklarının belirlenmesinden sonra, küflü yem ve besinler büyük önem kazanmıştır. Bu tarihlerden sonra öncelikle gıdalarda bulunan küfler ve oluşturdukları

mikotoksinler giderek artan sayıda araştırmalara konu edilmiştir. Ülkemizde araştırılan materyaller arasında peynirler de yer almış, ancak daha çok kaşar ve tulum peynirleri üzerinde durulmuştur. Buna karşın küp peynirlerinin küf florasına ait fazla sayıda araştırmaya rastlanamamıştır. Bu nedenle Sivas küp peynirlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi ile küf florası ve bunlar arasında mikotoksin oluşturucu türlerin bulunup bulunmadığının belirlenmesi için bu çalışma hazırlanmıştır.

Sivas'ta Küp peyniri, köylerde ev ortamında üretilmektedir. Üreticilerden alınan bilgilere göre tam yağlı ya da değişik oranlarda yağı alınmış süttten elde edilmektedir. Sütün mayalanması için ticari peynir mayası kullanılmaktadır. 20 L süt için bir yemek kaşığı maya kullanıldığı ifade edilmektedir. Kazana alınan süte maya ilave edildikten sonra üstüne bez örtülerek 3-4 saat yoğurt kıvamına gelene kadar bekletildiği ve oluşan pıhtının büyük parçalara bölündüğü ve isteğe bağlı olarak 10-15 dakika haşlandığı belirtilmektedir. Haşlama işlemi sırasında yüzeye peyniraltı suyu çıkmaktadır. Haşlama işleminin yapıldığı kazandaki haşlama suyu 52-80°C'ye ulaştığında işleme son verilmektedir. Haşlama işleminden sonra oluşan pıhtı temiz bir bez torbaya alınmaktadır. Torbanın ağız kısmı bükülerek düzgün şekilli, geniş yüzeyli tahta üzerine iki tahta arasına yerleştirilmektedir. En üst kısma taş konularak 10-15 saat baskı uygulandığı bildirilmektedir.

Baskı işlemi tamamlandığında pıhtı torbadan çıkarılarak başka bir bez torbaya alınmakta ve buzdolabında veya serin bir ortamda bekletilmektedir. Bir hafta boyunca bu işlem her gün elde edilen sütlere uygulanmaktadır. Bir hafta sonucunda elde edilen yarı mamul kazanda birleştirilerek kullanılmakta ve orta büyüklükte parçalara ayrılmaktadır. Günümüzde küp peyniri üretiminde ambalaj olarak beyaz renkte, şeffaf olmayan plastik bidonlar kullanılmaktadır. Bu bidonlar genelde 10 L'lik hacme sahip olup üreticilerden alınan bilgilere göre dip kısmına 1 çay bardağı tuz atılmaktadır. Tuz, peynirin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleriyle peynir olgunlaşmasında pek çok bakımdan etkiye sahiptir (Lampert, 1970; Guinee and Fox, 1987; Tzanetakis and Litopolou-Tzanetakis, 1992). Doğranan parçalar el yardımıyla sıkıca basılmaktadır ve bu işlem sırasında bidona belli aralıklarla tuz atıldığı ifade edilmektedir. Tuzlama işlemi 2 kg peynire 1 çay bardağı tuz denk gelecek şekilde göz kararıyla yapılmaktadır. Basım işleminden sonra bidonun ağzı bir bezle bağlanmakta ve geniş yüzeyli düzgün şekilli bir taş üstüne konularak ağız kısmı alta gelecek şekilde ters çevrilerek 2-3 gün bekletilmektedir. Aynı şekilde peynir basılmış bidon ağız kısmı alta gelecek ve hava almasını engelleyecek biçimde toprak-kum karışımı içine yarısına kadar gömülerek olgunlaşmaya bırakılmaktadır (Pekel, 2005). Dolayısı ile her peynir çeşidinin aroma, lezzet ve yapı özelliklerini etkileyen pek çok kompleks biyokimyasal ve kimyasal olaylar içeren olgunlaşma gerçekleştirilmektedir (Fox, 1989; Fox and Mcsweeney, 1996).

Üreticilerden alınan bilgilere göre Sivas ve civarında küp peyniri yapımı daha çok Haziran-Temmuz aylarında genelde tereyağı yapımından kalan sütleri değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Bu aylarda yapılan peynirler 2-3 ay olgunlaşmaya bırakılmakta ve genellikle Ekim ayından itibaren tüketilmeye başlanmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırma materyalini; Sivas yöresinin merkeze bağlı Eskiköy, Tatlıcak, Sorhuncuk, Karagömlek, Kavlak, Koyuncu, Çongar, Savcun, Keçili, Mescidli, Kangal ilçesine bağlı Apaköy, Ulaş ilçesine bağlı Baharöz köyleri ve Yıldızeli ilçesinden 200'er g toplanan 25 adet örnek oluşturmaktadır. Örnekler temin edildikten sonra Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'na getirilmiş ve analizler süresince 4°C'de muhafaza edilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler mikrobiyolojik ve kimyasal analizler uygulanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal Analizler

Örneklerin kurumadde (KM) miktarı 105 ± 2 °C'deki etüvde sabit ağırlığa gelene kadar bekletilerek belirlenmiştir (Anonim, 1995). Yağ miktarı (YM)

Gerber Metoduna göre (Oysun, 1996) tuz miktarı örneklerin ekstraksiyonundan sonra AgNO₃ ile titrasyon işlemi yapılarak Mohr metoduna göre (Anonim, 1995) tesbit edilmiştir. Kül oranı 550°C'de yakma ve desikatörde soğutma işleminden sonra tartılarak hesaplanmıştır (Kurt, 1984). Toplam azot içeriği Kjeldahl metoduna göre ve toplam titre edilebilir asitlik tayini Uylaşer ve Başoğlu 2001'na göre yapılmıştır. Toplam protein miktarı toplam azot miktarının 6.38 faktörüyle çarpılmasıyla bulunmuştur. Örneklerin pH değeri HANNA, 211 model pH metre kullanılarak saptanmıştır. Kurumadde yağ miktarı (KYM) hesaplama yoluyla aşağıdaki formülden yararlanılarak tespit edilmiştir (Özcan, 2000).
 $KYM(\%)=100*(YM(\%)/KM(\%))$

2.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

2.2.2.1. Mikrobiyolojik Sayımlar

Toplam mezofil aerob bakteri (TAMB) ve psikrofilik aerob bakteri (PAB) sayımı dökme yöntemi uygulanarak, Plate Count Agar (PCA) kullanılarak yapılmıştır. TMAB sayımı 30°C'de 48 saat süren inkübasyon sonunda, PAB sayımı 10°C'de 5 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra yapılmıştır (ICMSF, 1982). Toplam maya-küf sayımı için sürme yöntemi uygulanarak, Potato Dextrose Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır, 30°C'de 48 saat inkübe edilmiştir (Şahin, 1999). Koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyeri kullanılmış ve dökme yöntemi uygulanmış olup 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir (ICMSF, 1982).

2.2.3. Küflerin İzolasyon ve İdentifikasyonları

Örneklerden küf izolasyonu için toplam maya-küf sayımı sonucunda elde edilen kolonilerden öze ile steril PDA üzerine sürme yapılarak 30°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Saf koloniler doğrudan, karışık olanlar ise saflaştırma yoluna gidilerek PDA'da daimi kültür olarak saklanmıştır.

Tür tanısı için; değişik besiyerinde gelişme özellikleri, makroskopik ve mikroskopik görünüm ve büyüklüklerden yararlanılmıştır. Bu amaçla besiyeri olarak; Malt Ekstrakt Agar (MEA), Chapek Yeast Ekstrakt Agar (CYA), % 25 Gliserin Nitrat Agar (G25N) kullanılmıştır. Bazı türlerin tanısında ilave olarak PDA kullanılmıştır. Tanı için, belirtilen besiyerlerini içeren petrilere üç noktaya ekim yapılmış, bir hafta (7 gün) 30°C'de inkübasyonu takiben koloni büyüklükleri, şekil ve rengi ile pigment oluşumu gözlenmiştir. Daha sonra MEA'daki izolatın mikroskopik görünüşü, sporlanma ve aksam durumları tanı için ölçüt alınmıştır.

Küflerin tanısı, Alexopoulos (1966), Raper ve Fennell (1977), Samson ve ark. (1984), Pitt (1988), Hasenekoğlu (1991)' dan yararlanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.3.1. Küp Peynirinin Kimyasal Analiz Sonuçları

14 farklı köyden toplanan 25 adet örneğin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere; analiz edilen toplam 25 adet Küp peyniri örneğine ait kurumadde değerleri % 41.58 ve %61.03 arasında değişmiştir. Ortalama değer ise %49.51 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada % yağ oranı 4.25 ve 33.5 arasında olup ortalama değer % 9.44'dür. Kurumadde de yağ oranı % 8.89-54.89 arasında değişim göstermiş, ortalama değer olarak % 18.61 elde edilmiştir. Analiz edilen Küp peynirlerinde pH değerleri 4.69-6.98 arasında belirlenmiş olup ortalama değer 5.82'dir. Titre edilebilir asitlik, laktik asit cinsinden % 0.46 ve 1.43 arasında, ortalama değer ise % 0.87'dir. Elde edilen % tuz değerleri ise 2.27-5.75 arasında değişim göstermektedir, ortalama tuz değeri % 4.53 olarak bulunmuştur. Örneklerin kül miktarı ise %9.44 ve 16.82 arasında değişmekte ve ortalama %13.28'dir. Analizler sonucunda küp peynirlerinin protein değerlerinin % 16.69 ve 31.13 arasında değişim gösterdiği ortalama protein değerinin % 24.78 olduğu belirlenmiştir.

Sivas Küp Peyniri üzerinde yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Türk Standartları Enstitüsü tarafından çalışmaya konu olan Küp Peyniri için çıkarılmış bir standart da mevcut değildir. İnal (1990),

Küp Peynirinin salamura peynir tipinde olduğunu yapılış ve özelliklerinin Beyaz Peynire benzediğine ve toprak kaplar içerisinde serin yerlerde 3 ay süre ile olgunlaştırıldığını bildirmiştir. Beyaz Peynire ait TS 591 standardında; nem oranı en çok %60, tuz miktarı kütlece en çok %10 ve titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden) %3 olarak verilmiştir.

Kurumadde de yağ oranına göre beyaz peynirler; tam yağlı (en az %45), yağlı (en az %30), yarım yağlı (en az %20) ve yavan (< % 20) olarak sınıflandırılmıştır (Anonim, 1995).

Çizelge 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere; peynir örneklerinin nem, tuz ve titrasyon asitliği açısından tümü standartlara uygun bulunmuştur.

Örneklerin % 80 (20 örnek) gibi önemli bir kısmı Yavan peynir, % 12'si yarım yağlı (3 örnek) sınıfında yer almaktadır. Geriye kalan kısım ise % 4 yağlı (1 örnek), % 4 tam yağlı(1 örnek) sınıf özelliklerini taşımaktadır.

Akyüz ve Gülümser (1984), Yozgat'a bağlı altı ilçeden aldıkları 12 adet Küp peynirinde ortalama değerler olarak; kurumadde % 51.49, yağ oranını % 13.56, kurumadde yağ % 25.54, protein % 26.61 ve tuz oranını %6.10 ile titrasyon asitliği değerini % 1.62

Çizelge 1. Sivas yöresinde üretilen Küp Peyniri örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Örnek no	KM (%)	Yağ (%)	KM'de yağ (%)	pH	Asitlik (%1a)	Tuz (%)	Kül (%)	Protein (%)
1	49.73	6.25	12.57	6.38	0.73	4.78	13.23	26.40
2	55.07	7.50	13.62	5.68	0.60	5.75	16.71	26.05
3	42.56	7.50	17.62	4.92	0.91	5.00	15.23	21.60
4	47.52	5.75	12.10	6.98	0.65	4.59	15.27	26.01
5	50.82	9.50	18.69	5.52	0.77	5.41	13.05	27.16
6	48.22	6.75	14.00	5.46	0.99	3.68	10.68	27.84
7	45.47	13.50	29.69	5.17	0.52	5.47	12.80	20.29
8	44.24	4.5	10.17	5.49	1.01	4.89	13.34	27.07
9	52.65	12.50	23.74	6.76	0.64	5.60	13.07	25.73
10	44.61	4.25	9.53	6.84	0.82	5.71	15.94	27.12
11	55.44	9	16.23	5.63	0.83	3.98	16.31	28.26
12	53.52	9.5	17.75	4.84	1.02	3.63	9.44	31.13
13	50.98	6.5	12.75	6.14	1.00	5.46	15.68	28.06
14	46.68	7.25	15.53	6.68	0.63	3.65	10.28	21.83
15	61.03	33.5	54.89	4.69	1.43	4.10	9.63	16.69
16	41.58	7.25	17.44	6.78	1.26	3.82	11.76	21.82
17	51.88	15.5	29.88	5.31	0.98	4.60	10.05	24.36
18	48.93	7.5	15.33	5.12	0.84	5.37	13.37	21.35
19	48.86	6.75	13.81	6.90	0.46	4.34	13.75	24.33
20	47.43	6.50	13.70	5.73	0.89	2.83	16.82	25.29
21	48.86	8.5	17.40	5.63	0.94	3.64	13.25	25.35
22	52.83	10.5	19.88	6.73	0.57	5.70	16.35	23.69
23	47.81	4.25	8.89	5.32	1.16	5.47	12.70	27.40
24	49.72	7.5	15.08	5.55	1.14	2.27	13.61	24.93
25	51.45	18	34.99	5.37	0.93	3.48	9.77	19.80
Maks.	61.03	33.5	54.33	6.98	1.43	5.75	16.82	31.13
Min.	41.58	4.25	8.89	4.69	0.46	2.27	9.44	16.69
Ortalama	49.52	9.44	18.61	5.82	0.87	4.53	13.28	24.78

laktik asit olarak belirlemişlerdir. Sivas küp peynirlerinde belirlenen ortalama kurumadde, yağ, kurumadde de yağ, titre edilebilir asitlik, tuz, protein miktarları Yozgat küp peynirine ait değerlerden daha düşük bulunmuştur. Kimyasal değerlerin kaynaklara bağlı olarak değişkenlik göstermesi küp peyniri yapımında kullanılan sütün kalitesinin, uygulanan yapım tekniğinin, olgunlaştırma koşullarının ve sürelerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Standart işleme tekniği kullanılarak bu peynirin üretilmesi ile bu farklılıklar azalacaktır.

Kıvanç (1989) 48 kaşar peynir örneğinin bazı kimyasal özelliklerini incelemiştir. Kaşar peynir örneklerinin ortalama kurumadde miktarı % 65.40, tuz % 4.32, asitlik % 2.03 ve pH 5.42 olarak bildirilmiştir. Analizler sonucunda bulunan ortalama % KM, % asitlik değerleri küp peynirine ait değerlerden daha yüksek, ortalama % tuz ve pH değerleri daha düşüktür. Peynirlerde pH olgunlaşma durumuyla değişmektedir. Olgunlaşma süresince pH'nın düştüğü Tekinşen (1978) tarafından da saptanmıştır.

Dığrak ve ark. (1994) Elazığ'da satışa sunulan Erzincan tulum (şavak) peynirlerini incelemiştir. Elde ettikleri kimyasal analiz sonuçları ortalama olarak kurumadde % 53.69, yağ % 27.76, protein % 16.9, kül % 5.22 ve tuz % 3.44 olarak belirlenmiştir. Sivas küp peynirine ait ortalama % KM, % yağ değerlerinin bu çalışma sonucunda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu ve ortalama % protein, % kül, % tuz değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yöre farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Analizler sonucunda bulunan bu değerler Özdemir ve ark. (2003) 26 adet Çarzof civil peynirini inceledikleri araştırmayla karşılaştırılmıştır. Çarzof civil peynirinin ortalama % 46.32 kurumadde, % 10.1 yağ, % 26.4 protein, % 7.84 kül, % 6.18 tuz içerdiği ve pH değerinin 5.16 olduğu ifade edilmiştir. Özdemir ve ark.'nın belirledikleri ortalama % KM, % kül değerleri daha düşüktür. Fakat elde ettikleri ortalama % protein, tuz, yağ değerleri daha yüksektir.

Kılıç ve ark. (2003) tarafından İstanbul semt pazarlarında satılan köy peynirlerinin kalite özellikleri ortaya konmuştur. Köy peynirlerine ait KM değeri ortalama % 44.80, yağ % 20.50, protein % 19.30, tuz % 3.42 ve asitlik % 0.77 olarak bulunmuştur. Elde edilen kimyasal analiz sonuçlarına göre bu peynirlerin ortalama % KM, protein, tuz ve % asitlik değerleri Sivas küp peynirine ait ortalama değerlerden daha düşük bulunmuştur, ancak ortalama yağ değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum peynir yapımında kullanılan sütün kalitesinin farklı olmasından ileri gelebilir.

3.3.2. Küp Peynirlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

Çizelge 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere; incelenen 25 adet örneğin TAMB sayısı 5.63-8.18 \log_{10} kob/g arasında değişmiş, ortalama değer 7.31 \log_{10} kob/g olarak bulunmuştur. Araştırmaya konu olan küp peynirlerinde psikrofilik bakteri sayısı $<1 - 7.68 \log_{10}$ kob/g arasında değişmiş, ortalama değer 6.78 \log_{10} kob/g olarak belirlenmiştir. Peynir örneklerinin hiçbirinde koliform grubu bakteriye rastlanılmamıştır. Peynir örneklerinin maya ve küf sayısı 5.30 ile 8.30 \log_{10} kob/g arasında değişmiş ve ortalama 7.57 \log_{10} kob/g olarak saptanmıştır.

Beyaz peynire ait TS 591 Standardında izin verilen koliform bakteri sayısı 10^3 kob/g, maya ve küf sayısı 10^3 kob/g olarak belirlenmiştir (Anonim, 1995). Mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen değerler Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen küp peynirlerinin yüksek oranda maya ve küf kontaminasyonuna maruz kaldığı analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır.

Dığrak ve ark. (1994) Erzincan tulum peynirlerinin özelliklerini inceledikleri araştırmalarında toplam mikroorganizma, psikrofilik bakteri, maya-küf sayım sonuçlarını ortalama olarak sırasıyla 1.8×10^9 , 3.37×10^5 ve 3.6×10^6 kob/g olarak bulmuşlardır. Erzincan Tulum peynirinin PAB ve toplam maya-küf sayım değerlerinin Sivas küp peynirlerine ait değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin üretim yöntemlerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Özdemir ve ark. (2003) Erzurum'dan topladıkları 26 carzof civil peyniri örneğine ait ortalama TAMB, PAB ve toplam maya-küf sayılarını sırasıyla 1.1×10^7 kob/g, 1.9×10^4 kob/g, 2.4×10^5 kob/g olarak bildirmişlerdir. Bu değerlerin küp peynirine ait değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Koliform grubu bakteri sayısını 1.9×10^2 kob/g olarak belirlemişlerdir. Sivas küp peynirinde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Koliform grubu bakterilerin genellikle peynirlerde lezzet ve tekstür bozukluklarına neden olmaları ve hijyen açısından indikatör olmaları nedeniyle hiçbir gıda ürününde bulunmaları kabul edilemez.

Kılıç ve ark. (2003) İstanbul semt pazarlarından temin ettikleri 35 adet köy peynirine ait mikrobiyolojik analiz sonuçlarını bildirmişlerdir. Örneklere ait toplam aerobik mikroorganizma sayısı ortalama 6.93×10^8 kob/g, maya-küf sayısı 4.73×10^6 kob/g, koliform grubu bakteri sayısı 1.35×10^6 kob/g olarak saptanmıştır. Sivas küp peynirine ait TAMB sayısı daha yüksek, maya-küf sayısı ise daha düşüktür. İşleme teknolojisi ve bölge farklılıklarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Sivas yöresinde üretilen Küp peyniri örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

Örnek no	T.A.M.B. Sayısı (log ₁₀ kob/g)	Psikrofilik bakteri sayısı (log ₁₀ kob/g)	Koliform bakteri sayısı (log ₁₀ kob/g)	Maya-küf sayısı (log ₁₀ kob/g)
1	6.75	<1	Bulunmadı	6.36
2	6.70	6.60	Bulunmadı	8.30
3	6.75	5.95	Bulunmadı	7.16
4	7.05	5.44	Bulunmadı	7.24
5	6.30	<1	Bulunmadı	6.36
6	6.73	<1	Bulunmadı	6.56
7	6.76	6.34	Bulunmadı	7.07
8	6.84	6.59	Bulunmadı	7.70
9	7.26	6.57	Bulunmadı	7.72
10	6.76	6.54	Bulunmadı	6.77
11	6.82	<1	Bulunmadı	7.75
12	6.12	<1	Bulunmadı	7.05
13	7.49	6.70	Bulunmadı	7.51
14	7.49	6.54	Bulunmadı	7.80
15	5.63	5.77	Bulunmadı	6.17
16	6.68	6.10	Bulunmadı	7.97
17	6.38	<1	Bulunmadı	6.65
18	6.43	<1	Bulunmadı	7.10
19	7.86	7.55	Bulunmadı	8.12
20	6.61	6.32	Bulunmadı	7.62
21	6.42	<1	Bulunmadı	5.30
22	8.18	7.68	Bulunmadı	7.75
23	7.82	7.04	Bulunmadı	6.87
24	7.82	7.43	Bulunmadı	7.98
25	6.12	<1	Bulunmadı	6.30
Maks.	8.18	7.68	Bulunmadı	8.30
Min.	5.63	<1	Bulunmadı	5.30
Ortalama	7.31	6.78	Bulunmadı	7.57

3.3.3. Küf İzolasyonu ve İdentifikasyonu

İncelenen 25 adet küp peyniri örneğinden toplam 31 izolat elde edilerek tanımlanmıştır. Tanımlanan izolatların tür, sayı ve yüzde oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'te görüldüğü gibi, küp peynir örneklerinden izole edilen küflerin tümü *Penicillium* ve *Aspergillus* cinslerine ait türlerdir. Bullerman ve Olivigni (1974), Aran ve Eke (1987), Pitt (1988) ve Kıvanç (1992) *Penicillium* türlerinin peynirin küf florasında % 65'in üzerinde bir paya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç küp peynir örneklerinin küf izolasyonu ve identifikasyonu sonucu elde edilen değerle benzerdir.

Toplam küf izolatlarının %93.5 'ini temsil eden 29 suş *Penicilium* cinsine dahil edilmiştir. Bunlarda kendi aralarında kolonyel ve mikroskopik özellikleri (Pitt, 1988; Samson ve ark., 1984) dikkate alınarak 15 türe ayrılmıştır. En fazla rastlanan tür 6 suşla (% 20.6) *P. chrysogenum*' dur.

Aran ve ark. (1986) peynirlerden izole edilen toksik küfler ve oluşturdıkları mikotoksinlerle ilgili derlemelerinde *Aspergillus* (aflatoksin, versikolorin, sterigmatosistin, tremorgenler), *A. ochraceus* (okratoksin), *A. versicolor* (sterigmatosistin,

siklopiazonik asit), *Penicillium brevicompactum* (mikoheemolitik asit), *P. camembertii* (siklopiazonik asit), *P. citrinum* (sitrinin), *P. roquefortii* (sitrinin, mikofenolik asit, patulin, penisilik asit, PR-toksin, rokfortin, isofumigoklavin), *P. verrucosum* var. *cyclopium* (patulin, okratoksin, penisilik asit, siklopiazonik asit, penitrem B, tremorgenler) ve *P. verrucosum* var. *melanochlorum*'da penitrem A riskinin bulunduğu belirtmişlerdir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen kimyasal analiz sonuçlarına göre Küp peynirlerinin iyi bir besin kaynağı olduğu görülmektedir. Kimyasal analiz sonuçları arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Bunun nedeni Küp peynirinin geleneksel yöntemlerle ve standart olmayan yapım teknikleriyle üretilmesinin yanı sıra değişik oranlarda yağı alınmış süttan yapılmasından kaynaklanmaktadır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre toplam mezofil aerob bakteri, psikrofil bakteri ve maya-küf sayısı yüksek bulunmuştur. Ancak koliform gubu bakteriye de rastlanmamıştır.

Çizelge 3 Sivas’da üretilen Küp peyniri örneklerinden izole edilen küf türleri ve cinsleri

Küf	İzolat Sayısı	% Oranı
<i>Aspergillus versicolor</i>	2	6.5
<i>Penicillium</i>	29	93.5
<i>P. arenicola</i>	1	3.2
<i>P. aurantiogriseum</i>	2	6.4
<i>P. brevicompactum</i>	2	6.4
<i>P. camemberti</i>	1	3.2
<i>P. chrysogenum</i>	6	19.3
<i>P. citrinum</i>	1	3.2
<i>P. commune</i>	1	3.2
<i>P. fellutanum</i>	1	3.2
<i>P. griseofulvum</i>	2	6.4
<i>P. janthinellum</i>	1	3.2
<i>P. oxalicum</i>	1	3.2
<i>P. palitans</i>	1	3.2
<i>P. roqueforti</i>	5	16.1
<i>P. solitum</i>	1	3.2
<i>P. verrucosum</i>	3	9.6

Sivas küp peynirlerinde belirlediğimiz küf türlerinin bazılarının mikotoksin yeteneğinde türler olduğu bilinmektedir. Ortalama yağ miktarı düşük peynirlerin küf gelişimi için uygun fakat mikotoksin gelişimi için uygun olmayan ortamlar olduğu, çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Topal ve Aran, 1987). Ancak bu durum, Avrupa Birliği pazarında, bölgede ekonomik değeri olan geleneksel peynirimizin gerek üretimini ve gerekse satışı riskle sokmaktadır. Bu amaçla Sivas Küp peyniri üretiminin standart ve hijyenik koşullarda üretilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır

5. KAYNAKLAR

Alexopoulos, CJ. 1966. Einführung in die mykologie. (Çeviri:M.L.Farr) Gustav Verlag. Stuttgart, 495pp.

Anonim. 1995. Beyaz Peynir Standardı (TS 591) Türk Standartları Enstitüsü , Ankara

Akyüz, N., Gülümser, S. 1984. Yozgat Çanak peynirinin yapılışı, bileşimi ve olgunlaştırılması. Gıda, 9 (4), 231-236.

Aran, N., Eke, D., Alperden, İ. 1986. Yarı sert karakterdeki Türk peynirlerinde küf florası. E.Ü. Müh. Fak. Der. Seri B. Gıda Mühendisliği 4(2), 1-10.

Aran, N., Eke, D. 1987. Kaşar peynirlerinde tüketim aşamasında küf florasının ve kontaminasyon düzeyinin belirlenmesi. Gıda Sanayi 1, 8-11.

Bullerman, LB., Olivigni, FJ. 1974. Mycotoxin production potential of moulds isolated from cheddar cheese. Journal of Food Science. 39 (1166-1168).

Diğrak, M., Yılmaz, Ö., Özçelik, S. 1994. Elazığ kapalı çarşısında satışa sunulan Erzincan tulum (Şavak) peynirlerinin mikrobiyolojik ve bazı fiziksel-kimyasal özellikleri. Gıda. 19(6) 381-387.

Fox, PF. 1989. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. Journal Dairy Science, 72(6), 1379-1400.

Fox, PF., McSweeney, PLH. 1996. Proteolysis in cheese during ripening. Food Reviews International, 12 (4), 457-509.

Guinee, TP., Fox, PF. 1987. Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. In P.F. Fox (Ed.). Cheese; Chemistry, physics and microbiology, Vol. 1. (pp. 251-297). London: Elsevier Applied Science

Hayaloğlu, AA., Güven, M., Fox, PF., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White Cheese ‘Beyaz Peynir’. International Dairy Journal, 12. 635-648.

Hasenekoğlu, İ. 1991. Toprak fungusları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No.689. Cilt V.390s, Ankara.

ICMSF. 1982. International Commission of Microbiological Specification of enumeration (2nd ed). University of Toronto Press.

İnal, T. 1990. Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. 1108 s. Final Ofset, İstanbul.

Kıvanç, M. 1989. Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Kaşar Peynirlerin Mikrobiyal Florası. Gıda, 14(1) 23-30.

Kurt, A. 1984. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. 3. Baskı, A.Ü.Zir.Fak. Yayınları, No 252/d, 171 s, Erzurum.

Kılıç, B., Çoşkun, H., Tarakçı, Z. 2003. İstanbul semt pazarlarında satışa sunulan köy peynirlerinin bazı kalite özellikleri. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. İzmir.

Kıvanç, M. 1992. Fungal contamination of Kashar cheese in Turkey. Nahrung. 36, 578-583.

Külcü, E. 2002. Gıdaların hazırlanmasında kullanılan mikroorganizmalar kullanım alanları. URL: <http://www.odevsel.com/biyoloji/4517/konu.html>.

Lampert, LM. 1970. Modern dairy products. New York: Chemical Publishing Company

- Oysun, G. 1996. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniv. Zir. Fak. Yayınları No:504, S 277-278, İzmir.
- Özcan, T. 2000. Starter, proteaz ve lipaz kullanımının Mihaliç peynirinin olgunlaşma süresine etkisi. U.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, (Yayınlanmamış) 147 s, Bursa.
- Özdemir, C., Özdemir, S., Çelik, Ş., Dağdemir, E. 2003. Çarzof Civil peynirinin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. İzmir.
- Pitt, JI. 1988. A Laboratory Guide to Common *Penicillium* Species. Commonwealth Scientific and Industrial Research ORG. Division of Food Processing. (CSIRO). North Ryde, Australia, 187pp.
- Raper, KB., Fennell, DI. 1977. The Genus *Aspergillus*. Robert E. Krieger Pub., Comp., Huntington, 685pp, New York.
- Samson, RA., Hoekstra, ES., Von Oor-Schot, Can. 1984. Introduction to Food Borne Fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures. 248pp, Bearn, Delft.
- Şahin, İ. 1999. Genel Mikrobiyoloji. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Bursa.
- Tekinşen, OC. 1978. İç Anadolu Bölgesi Kaşar peynirlerinin olgunlaşmaları sırasında mikrobiyel florası, özellikle laktik asit bakteriler ve mikrobiyolojik kalitesi üzerinde araştırmalar (Doçentlik tezi). Ankara.
- Topal, Ş., Aran N. 1987. Bazı yağlı tohumlarda küf florası ve taşıdığı riskler. E.Ü. Müh. Fak. Der. Seri B. Gıda Mühendisliği. Cilt:5, Sayı:2, 47-61.
- Tzanetakıs, N., Litopoulou-Tzanetakıs, E. 1992 .Changes in numbers and kinds of lactic acid bacteria in Feta and Teleme, two Grek cheese from ewes' milk. Journal of Dairy Science, 75(6), 1389-1393.
- Uyulaşer, V., Başoğlu, F. 2001. Gıda Analizlerine Giriş Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, 115 s, Bursa.