

OBLONG DELİKLİ ELEKLERİN ÇEKİÇLİ DEĞİRMENLERİN PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mehmet Arif BEYHAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü
55139 Kurupelit, SAMSUN, TÜRKİYE

Sorumlu yazar: mabeyhan@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.09.2008

Kabul Tarihi: 21.10.2008

ÖZET: Bu çalışmada, yuvarlak delikli eleklerle karşı oblong delikli elek kullanımının, çekiçli değirmenlerin performans karakteristikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemelerde, delik çapı 2.5, 4.5 ve 6.5 mm olan yuvarlak delikli elekler ile delik ölçüleri 19.8x1.5, 19.8x2 ve 19.8x2.5 mm olan oblong delikli elekler kullanılmıştır. Materyal olarak, sert beyaz buğdayın kullanıldığı öğütme işlemleri, her bir elek için 5 farklı çekiç çevre hızında yapılmıştır. Araştırma sonuçları, öğütme sonrası elde edilen ürünlerin, ortalama geometrik çap, geometrik standart sapma ve özgül yüzey alanı değerlerinin, elek tiplerine göre farklı olmakla birlikte, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızına bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Her iki tip elek ile yapılan öğütme sonrası, elde edilen örneklerin partikül büyüklük dağılımları, birbirine yakın bulunmuştur. Yine, her iki elek grubunda da, öğütme kapasitesinin, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızına bağlı olarak değiştiği, oblong delikli eleklerin, özellikle yüksek çekiç çevre hızlarında, öğütme kapasitesini önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır. Özgül yüzey alanı 3.37-4.60 m²kg⁻¹ arasında değişen ürünlerin, oblong delikli eleklerle 70-80 ms⁻¹ çekiç çevre hızlarında öğütülmesinin, yuvarlak delikli eleklerle göre, öğütme etkinliğini önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Çekiçli değirmen, Oblong delikli elek, Partikül büyüklük dağılımı, Enerji etkinlik katsayısı.

THE EFFECT OF OBLONG-HOLED SCREENS ON PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF HAMMER MILL

ABSTRACT: In this study, the effect of oblong-holed screen usage instead of round-holed screens on performance characteristics of hammer mill was investigated. In the experiments, hole diameters of 2.5, 4.5 and 6.5 mm for round-holed screens and hole dimensions of 19.8x1.5, 19.8x2 and 19.8x2.5 for oblong-holed screens were used. As material, grinding procedures were performed at five different hammer tip speeds for grinding white hard wheat. Results obtained from the present study showed that mean geometric diameter, geometric standard deviation and specific surface area of the products differed significantly depending on screen types as well as showing variations with changing screen hole sizes and hammer tip speeds. It was also found that products from both screen types showed similar particle size distribution. Moreover, grinding capacity for both screen types varied with screen hole size and hammer tip speed. On the other hand, oblong-holed screens increased markedly grinding capacity especially at higher hammer tip speeds. Grinding with oblong-holed screens at hammer tip speeds of 70-80 ms⁻¹ instead of using round-holed screens gave much higher mill efficiency for products having specific surface areas from 3.37 to 4.60 m²kg⁻¹.

Key Words: Hammer mill, Oblong-holed screen, Particle size distribution, Energy efficiency coefficient.

1. GİRİŞ

Taneli ürünlerin gıda ve yem amaçlı işlenmesinde, tane büyüklüğünün azaltılması, en önemli ve en fazla enerji tüketen işlemdir (Dziki, 2008). Taneli veya lifli materyallerin büyüklüklerinin azaltılmasında, yapılarının basit ve öğütülen ürünün incelik derecesinin kolay kontrol edilebilmesi nedeniyle, çekiçli değirmenlerin kullanımı oldukça yaygındır. Ancak, bu değirmenlerde, enerji kullanım etkinliğinin önemli bir göstergesi olan öğütme etkinliği, diğer değirmenlere göre daha düşüktür (Ayık, 1997; Dmitrewski, 1982).

Çekiçli değirmenlerin öğütme etkinliği, teknolojik (öğütülen ürünün; fiziko-mekanik özellikleri, incelik derecesi, partikül büyüklük dağılımı v.d.), mekanik (çekiç çevre hızı, rotorun dinamik özellikleri, kırıcı ünitenin boyutları, çekiçlerin şekli, kırıcı ünite duvarları ile çekiç kenarları arasındaki aralığın boyutu, kırıcı ünitenin beslenme tekniği, öğütülmüş ürünün boşaltılma tekniği, elek alanı, çarpma plakası v.d.) gibi faktörlere bağlıdır (Dmitrewski, 1982). Yapılan

çalışmalarda, teknolojik faktörler içerisinde yer alan, materyalin mekanik özelliklerinin, nem içeriğinden önemli oranda etkilendiği ve buğdayın nem içeriğindeki artışla, özgül enerji tüketiminin arttığı bildirilmektedir (Glenn ve Johnston, 1992; Mabil ve ark., 2001; Islam ve Matzen, 1988). Yine, çeşide bağlı olan buğday sertliğinin, partikül büyüklük dağılımını etkilediği ve yumuşak buğdaylarda 50 µm'den daha küçük partikül miktarında önemli düzeyde bir artışa neden olduğu saptanmıştır (Pujol ve ark., 2000). Genel olarak, öğütme uygulamalarında, partikül büyüklüğündeki azalmaya bağlı olarak, incelik derecesindeki artışın, öğütme etkinliğini azaltacak yönde etkilediği bildirilmiştir (Dmitrewski, 1982; Stamboliadis, 2007). Ayrıca, buğdayın öğütülmesinde çekiçli değirmenlerin, tanelerin mekanik özelliğini değiştiren ezme uygulaması ile birlikte kullanılmasının öğütme etkinliğini arttırdığı saptanmıştır (Dziki, 2008). Mekanik faktörler içinde yer alan çekiç çevre hızının, öğütme etkinliği açısından, optimum 60-80 ms⁻¹ aralığında değiştiği (Islam ve Matzen, 2002; Dmitrewski, 1982) ve bu

değerlerin üzerindeki çekiç çevre hızlarında, kırıcı ünite içindeki vantilasyon direncindeki artışa bağlı olarak, özgül enerji tüketiminin önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir (Dmitrewski, 1982). Konstrüktif faktörler konusunda ise, Dmitrewski (1982), çekiçli değirmen boyutlarının enerji tüketimi açısından önemli olduğunu bildirmiş ve yüksek kapasiteli değirmenler için $D(\text{rotor çapı})/L(\text{rotor genişliği})=1.5-1.7$, düşük kapasiteli değirmenler için ise $D/L=4-7$ olarak önermiştir. Ayrıca, en kullanışlı çekiç şeklinin, kalınlıkları 1.5-10 mm arasında değişen, uçları girintili ve düz dikdörtgen plakalar olduğunu ve çekiç kalınlığındaki azalmanın özgül enerji tüketimini %15'e varan oranlarda azalttığını bildirmiştir. Yine, Dmitrewski (1982), çekiç ucu ile elek yüzeyi arasındaki aralığın artmasıyla, öğütme kapasitesinin azaldığını ve özgül enerji tüketiminin arttığını; kırıcı ünitenin dairesel cidarına teğetsel olarak besleme yapılması durumunda ise, öğütme kapasitesinin arttığını ve buna bağlı olarak özgül enerji tüketiminin azaldığını belirtmiştir.

Konstrüktif faktörler içerisinde yer alan elekler ise, çekiçli değirmenlerin öğütme etkinliğini etkileyen en önemli faktördür. Elek delik çapı, öğütülen materyalin incelik derecesini ve öğütme kapasitesini belirler. Belirli bir incelik derecesi için öğütme kapasitesindeki artış, öğütme etkinliğini artıran temel faktördür (Fang ve ark., 1997; Koch, 1996). Bu nedenle, öğütme kapasitesini artırmak için, "delik alanı / toplam elek alanı" oranı, elek dayanımının izin verdiği ölçüde yüksek tutulmalıdır. Elek alanı kullanım faktörü olarak da adlandırılan bu oran değerleri, uygulamada, elek delik büyüklüklerine bağlı olarak %8-%35 arasında değişmektedir (Dmitrewski, 1982). Tarımsal uygulamalarda, genellikle yuvarlak delikli elekler, yem üretim amaçlı endüstriyel ağır iş

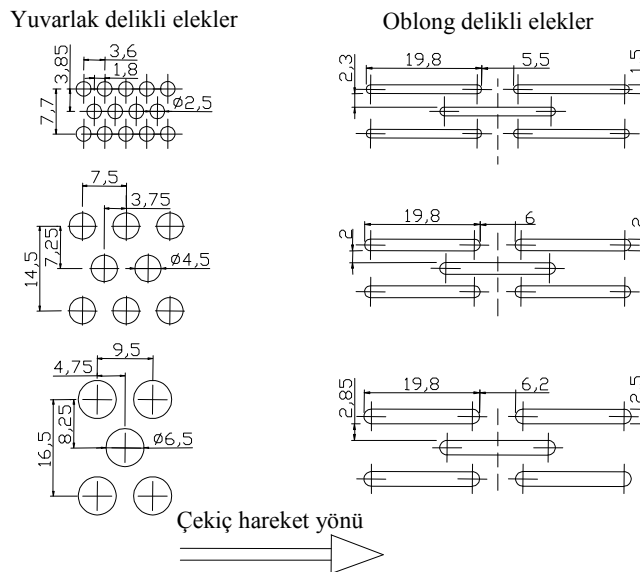
makinalarında ise cep şeklinde (rende tipi) deliklere sahip elekler kullanılmaktadır. Cep delikli elekler, keskin kenarları nedeniyle, ezme etkisini arttırmakla birlikte, öğütme kapasitesini de arttırmaktadır. Ancak, bu eleklerin olumsuz yönü, çok hızlı aşınmalarıdır. Yuvarlak delikli elekler, öğütme kapasitesini artırmak için konik şekilli olarak delinebilmektedir. Ayrıca, rotor miline paralel olarak, elek üzerine 7 mm veya 9 mm yüksekliğinde çelik barların yerleştirilmesi, hem öğütme kapasitesini, hem de parçalama etkisini artırarak, enerji tüketiminde ortalama %15'e varan azalma sağlamaktadır (Dmitrewski, 1982).

Yukarıda verilen açıklamalara göre, çekiçli değirmenlerin öğütme etkinliği, büyük oranda, istenilen incelik derecesine ulaşan materyalin, kırıcı üniteyi hızlı bir şekilde terk etmesine bağlıdır. Oblong delikli eleklerin, yuvarlak delikli eleklerle göre, öğütülmüş materyali daha hızlı geçirebileceği dikkate alınarak yapılan bu çalışmada; yuvarlak delikli eleklerle göre, oblong delikli eleklerde, çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüğü faktörlerine bağlı olarak, öğütme sonrası elde edilen örneklerin büyüklük dağılımının ve öğütme kapasitesinin nasıl değiştiği, belirli bir özgül yüzey alanına sahip materyal üretimi için, elek tiplerinin, aynı faktörlere bağlı olarak özgül enerji tüketimini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

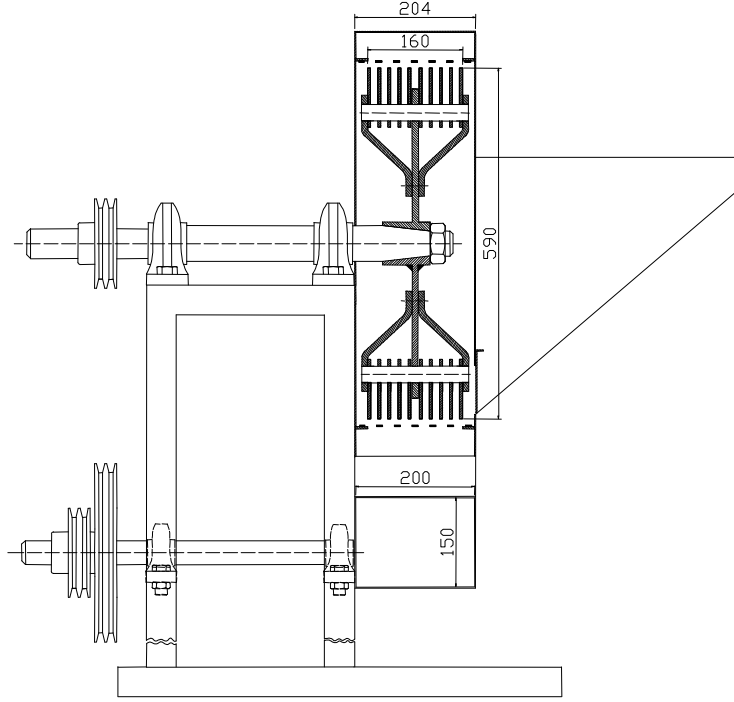
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Denemelerde, delik çapı 2.5, 4.5 ve 6.5 mm olan yuvarlak delikli elekler ile delik ölçüleri 19.8x1.5, 19.8x2 ve 19.8x2.5 mm olan oblong delikli elekler kullanılmıştır. Kullanılan eleklerin delik şekli ve deliklerin geometrik ölçüleri, Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan eleklerin delik şekli ve geometrik ölçüleri (ölçüler mm'dir).



Şekil 2. Denemelerde kullanılan çekiçli değirmenin konstrüktif özellikleri (ölçüler mm'dir).

Kullanılan eleklerde, “delik alanı / toplam elek alanı” değerleri, yuvarlak delikli eleklerde, delik çapı 2.5 mm için %35.4, delik çapı 4.5 mm için %29.2 ve 6.5 mm için %42.3, oblong delikli eleklerde ise delik genişliği 1.5 mm için %30.4, delik genişliği 2 mm için %37.5 ve delik genişliği 2.5 mm için %34.6 olarak hesaplanmıştır. Elekler, aktif elek genişliği 160 mm, çapı 610 mm olmak üzere, kırıcı ünite rotorunu 360° saracak şekilde, 2 mm kalınlığında çelik sacdan imal edilmiştir.

Eleklerin kullanıldığı kırıcı ünite, Dmitrewski (1982)' de şekli verilmiş olan, orta kapasiteli, üniversal kullanım olanağı sağlayan çekiçli değirmen örnek alınarak, çalışmanın amacına uygun olarak imal edilmiştir. İmal edilen değirmenin konstrüktif özellikleri Şekil 2'de, teknik veriler ise Çizelge 1'de verilmiştir. Denemelerde, beyaz sert buğday (*Triticum aestivum* L.) kullanılmıştır. Kullanılan buğdayın hacim ağırlığı 818 kgm^{-3} ve nem içeriği (yaş baz) %14.6 olarak ölçülmüştür.

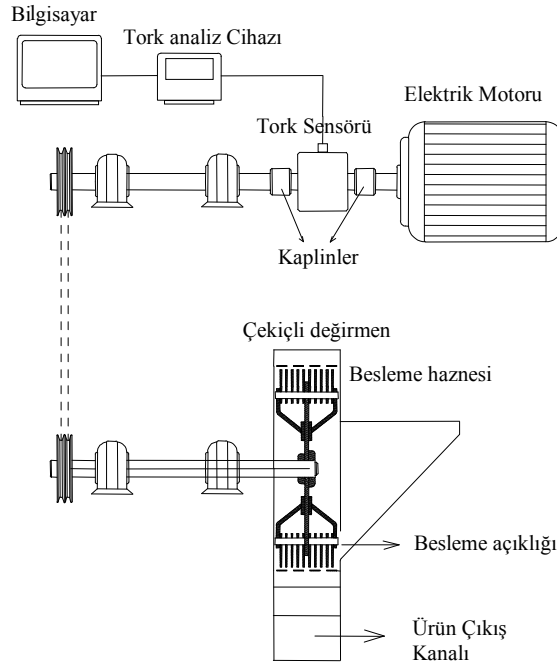
Çizelge 1. Denemelerde kullanılan çekiçli değirmenin teknik verileri.

Çekiç sayısı (adet)	36 (2x10; 2x8)
Çekiç ölçüleri (mm)	100x50x5
Çekiç şekli	düz dikdörtgen plaka
Kırıcı ünite rotor çapı (mm)	590
Bir çekiçin ağırlığı (kg)	0.18
Çekiç-elek aralığı (mm)	10
Aktif elek genişliği (mm)	160
Besleme ağız açıklığı (mm)	40x80
Besleme	gravitasyonel
Ürün çıkışı	gravitasyonel
Motor gücü (kW)	15
Motor devir sayısı (min^{-1})	1460

2.2. Yöntem

Öğütme denemeleri için kurulan sistemin akış diyagramı Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'den de görüldüğü gibi, değirmen, güç ünitesine kayış kasnak mekanizmasıyla bağlanmıştır. Kırıcı ünite rotor milinin devir sayıları, 40, 50, 60, 70 ve 80 ms^{-1} çekiç çevre hızlarını sağlayacak şekilde, kasnak büyüklükleri değiştirilerek kabaca ve daha sonra güç ünitesine bağlı frekans dönüştürücü ile hassas olarak ayarlanmıştır. Söz konusu hız değerleri için hesaplanan kırıcı ünite rotor devir sayıları, ayrıca Hasler tipi mekanik takometre ile kontrol edilmiştir. Öğütme işlemleri sırasında değirmenin güç gereksinimini saptayabilmek amacıyla, yine, Şekil 3'de görülen, güç ünitesindeki elektrik motorunun miline kaplinlerle direk bağlanmış olan 115-230V, 50-60 Hz, UMV 2000 model tork sensörünün, statik kalibrasyonu yapılmış ve tork sensörüne bağlı aynı model tork analiz cihazında okunan değerlerle uyumlu olduğu saptanmıştır. Öğütme işlemleri sırasında tork sensöründen alınan sinyaller, tork analiz cihazı üzerinden aynı anda bilgisayara aktarılarak (25 data/s) depolanmıştır.

Her bir elek ile yapılan öğütme işlemleri sırasında, değirmenin besleme ağız kapak açıklığı $40 \times 80 \text{ mm}$ (3200 mm^2) olarak ayarlanmıştır. Öğütme işlemleri öncesi, değirmenin besleme haznesi tam olarak doldurulmuş ve her bir öğütme işlemi süresince, kırıcı üniteye giren materyalin akış hızındaki değişimi önlemek amacıyla, besleme haznesindeki materyal miktarı sabit tutulmuştur. Güç ünitesinden veri aktarımı ve değirmenin çıkış kanalından örnek alımları için değirmenin optimum çalışma rejimine ulaşması beklenmiştir. Bu amaçla, tork analiz cihazında, tork değerlerindeki değişimin durduğu



Şekil 3. Öğütme denemeleri için kurulan sistemin akış diyagramı

andan sonraki zaman dilimleri dikkate alınmıştır. Öğütme kapasitesini belirlemek amacıyla, her bir uygulama için değirmenin ürün çıkış kanalından 20 s süreyle, farklı zaman dilimlerinde, 3 ayrı öğütülmüş materyal alınarak tartılmıştır. Bu zaman dilimi içerisinde alınan materyal miktarı th^{-1} 'e dönüştürülmüştür.

Özgül enerji tüketimini saptayabilmek amacıyla, her bir elek için, yükte ve boşta çalışmadaki tork değerleri 20 s süreyle bilgisayara aktarılmıştır. Boştaki tork değerlerinin ölçülmesi sırasında, vantilasyon etkisini azaltmak için besleme ağız kapağı kapatılmıştır. Bilgisayara aktarılan tork değerlerinin ortalaması alınarak, aşağıdaki eşitlik (Yavuzcan ve ark, 1987) yardımıyla, her bir uygulama için değirmenin güç gereksinimi hesaplanmıştır.

$$N = M_i \times n / 9550 \dots\dots\dots 1$$

Eşitlikte;

N = güç (kW),

M_i = ortalama tork (Nm),

n = tork sensörünün bağlı olduğu milin devir sayısı (min^{-1}).

Hesaplanan, yükteki güç değerlerinden boştaki güç değerleri çıkarılarak, öğütme için gereksinim duyulan net güç gereksinimi saptanmıştır. Net güç gereksinimi değerleri, öğütme kapasitesi değerlerine oranlanarak, her bir uygulama için özgül enerji tüketimi değerleri kWh^{-1} olarak belirlenmiştir.

Öğütülmüş materyalin partikül büyüklük dağılımını belirlemek için elek testi yapılmıştır. Bu amaçla, değirmenin ürün çıkış kanalından materyal akışı devam ederken, farklı zaman dilimlerinde olmak

üzere, her bir uygulama için yaklaşık olarak 250 g'lık 3 ayrı örnek alınmıştır. Alınan her bir örnek, delik büyüklüğü 3350, 2800, 2000, 1400, 1000, 500, 250, 150 μm (ASTM E:11) olan standart elekler kullanılarak 9 fraksiyona ayrılmıştır. Elek testlerinde, 100 g'lık örnekler kullanılmış ve her bir örnek, dairesel hareketli silkeleyici ile 10 min süreyle elenmiştir (Pasikatan ve ark. 1999; Baker ve Herrman, 2002; Tapela ve Chimbombi, 2006).

Pfost ve Headley (1972), çekiçli değirmenle öğütülmüş buğdayın partikül büyüklük dağılımının, log-normal dağılıma uyduğunu bildirmiştir. Bu bildirim esas alınarak, örneklerin partikül büyüklük dağılımlarını karakterize eden, log-normal dağılıma dayanan ortalama geometrik çap ve geometrik standart sapma değerleri sırasıyla, aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Pfost ve Headley, 1976; Baker ve Herrman, 2002; Mani ve Tabil, 2002).

$$d_{gw} = \log^{-1} \left[\frac{\sum_{i=1}^n W_i \log \bar{d}_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \right] \dots\dots\dots 2$$

Eşitlikte;

d_{gw} = ortalama geometrik çap (μm),

W_i = i. elek üzerindeki materyal ağırlığı (g),

\bar{d}_i = i. eleğin üzerinde kalan partiküllerin geometrik ortalama çapı (μm)'dır.

$$\bar{d}_i = (d_u \times d_o)^{0.5} \dots\dots\dots 3$$

Eşitlikte;

d_u = partikülleri i. eleğe geçiren eleğin delik çapı (μm),

d_o = i. eleğin delik çapı (partikülleri geçirmeyen) (μm)'dir.

$$S_{g_w} = \log^{-1} \left[\frac{\sum_{i=1}^n W_i (\log d_i - \log d_{g_w})^2}{\sum_{i=1}^n W_i} \right]^{0.5}$$

..... 4

Eşitlikte;

S_{g_w} = log-normal dağılımın geometrik standart sapması (birimsiz)'dir.

Özgül enerji tüketiminin bir fonksiyonu olarak, yeni yüzey alanı elde etmek için harcanan enerjinin nasıl kullanıldığını açıklayan, öğütülmüş materyalin özgül yüzey alanı değerleri (Stamboliadis, 2007) ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Pfof ve Headley, 1976; Baker ve Herrman, 2002; Mani ve Tabil, 2002).

$$A_t = (\beta_s / \rho \beta_v) \exp(0.5 \ln^2 S_{g_w} - \ln d_{g_w}) \dots\dots\dots 5$$

Eşitlikte;

A_t = özgül yüzey alanı (m^2kg^{-1}),

β_s = partiküllerin yüzey alanını hesaplamak için şekil faktörü ($\beta_s=6$),

β_v = partiküllerin hacmini hesaplamak için şekil faktörü ($\beta_v=1$),

ρ = materyalin özgül ağırlığı (kgm^{-3})'dir.

Eşitlikte, materyalin özgül ağırlığı (ρ) için, Mohsenin (1980)'de buğday için verilmiş olan değerlerin ortalaması (1420 kgm^{-3}) kullanılmış ve buna bağlı olarak, ortalama geometrik çap değerlerinin birimi metreye dönüştürülmüştür.

Elde edilen, ortalama geometrik çap, geometrik standart sapma, özgül yüzey alanı ve öğütme kapasitesi değerleri üzerine, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızı faktörlerinin etkilerini saptamak amacıyla, çoklu-regresyon analizleri yapılmıştır. Ayrıca, her bir elekten, farklı çekiç çevre hızlarında yapılan öğütme sonucu materyale kazandırılan özgül yüzey alanı değerleri ile özgül enerji tüketimi değerleri arasındaki ilişkinin derecesini saptamak için de regresyon analizleri yapılmıştır.

Çekiçli değirmenin enerji etkinliği, Veri Zarflama Yöntemi (VZY) kullanılarak ölçülmüştür. Etkinliğin ölçülmesinde VZY, özel bir üretim fonksiyonuna ihtiyaç duyulmadığı için ve etkinliğin ölçüsü olarak kabul edilen hata terimine ait dağılımın tipinin, önceden belirlenmesi zorunluluğu olmadığı için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Coelli ve ark., 1998). Araştırmada Farrell (1957)'in girdiye yönelik etkinlik ölçümü kullanılmıştır. Etkinlik analizinde, 2 farklı elek tipi (yuvarlak delikli ve oblong delikli), her bir elek için 3 farklı delik büyüklüğü (yuvarlak delikli eleklerde delik çapı 2.5, 4.5 ve 6.5 mm, oblong delikli eleklerde delik genişliği 1.5, 2 ve 2.5 mm) ve 5 farklı çekiç çevre hızının (40, 50, 60, 70 ve 80 ms^{-1}) oluşturduğu toplam 30 uygulamanın (kombinasyon) etkinliği değerlendirilmiştir. Enerji etkinliği değeri 1'e eşit

olduğunda, enerji etkinliği en yüksek seviyesinde olmakta ve başarısızlığa bağlı olarak azalmaktadır. Etkinlik ölçümünde, Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Partikül büyüklük analizi sonuçları

3.1.1. Ortalama geometrik çap (d_{g_w})

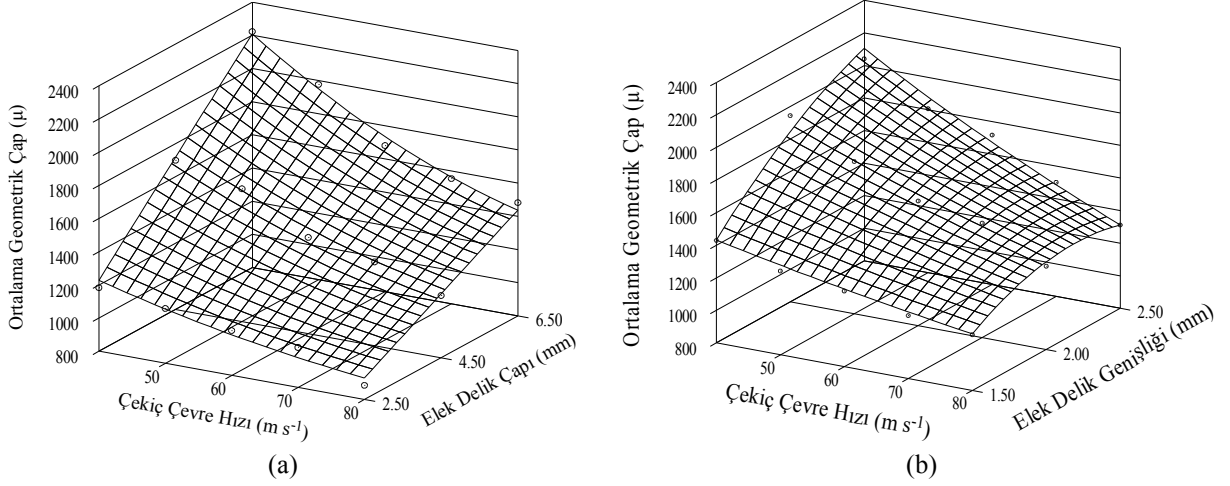
Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle öğütme sonrasında elde edilen materyalin, çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerine bağlı olarak d_{g_w} 'nin değişimi, Şekil 4'de verilmiştir. Her bir elek tipi için yapılan çoklu-regresyon analiz sonuçları, d_{g_w} 'deki değişimin, çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerinin interaktif etkilerine bağlı olduğu göstermiştir.

Şekil 4'den görüldüğü gibi, her iki elek tipinde de d_{g_w} , çekiç çevre hızındaki artışla azalmış ve elek delik büyüklüğündeki artışla artmıştır. Ancak, her iki elek tipinde de, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak d_{g_w} 'nin azalış hızı, elek delik büyüklüklerindeki artışla artmıştır. Buna göre, 40-80 ms^{-1} çekiç çevre hızı aralığında elde edilen d_{g_w} değerleri, yuvarlak delikli eleklerde, hafif bir eğrisellikle azalmak üzere, 2.5 mm çaplı elekte 1183.1-885.7 μm , 4.5 mm çaplı elekte 1699.5-1174.9 μm , 6.5 mm çaplı elekte 2273.3-1482.9 μm arasında değişmiştir. Oblong delikli eleklerde ise, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak d_{g_w} , 1.5 mm elek delik genişliğinde 1429.3-1142.1 μm , 2 mm elek delik genişliğinde 1943.3-1310.9 μm ve 2.5 mm elek delik genişliğinde 2040.9-1310.9 μm arasında olmak üzere lineere yakın bir değişimle azalmıştır.

Yine, Şekil 4'den görüldüğü gibi, elek delik büyüklüklerindeki artışa bağlı olarak d_{g_w} 'de görülen artışın değişim trendi, çekiç çevre hızına bağlı olarak farklı olmakla birlikte, elek tipine bağlı olarak da farklı olmuştur. Buna göre, yuvarlak delikli elekte d_{g_w} , düşük çekiç çevre hızlarında daha fazla olmak üzere, elek delik çapındaki artışla lineer olarak artmıştır. Oblong delikli elekte ise yüksek çekiç çevre hızlarında daha belirgin olmak üzere d_{g_w} 'nin artış hızı, elek delik genişliğindeki artışla eğrisel olarak azalmıştır.

3.1.2. Geometrik standart sapma (S_{g_w})

Aynı örnekler için hesaplanan S_{g_w} değerlerinin her iki elek tipi için, çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerine bağlı olarak değişimleri, Şekil 5'de verilmiştir. Yapılan çoklu-regresyon analiz sonuçları, her iki elek tipinde de, S_{g_w} değerlerinde meydana gelen değişimin, istatistik açıdan önemli olmak üzere (yuvarlak delik için $P<0.05$, oblong delik için $P<0.01$) çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerinin interaktif etkilerine bağlı olduğunu göstermiştir. Şekil 5'den görüldüğü gibi, yuvarlak delikli elekte, çekiç çevre hızının S_{g_w} 'ye etkisi, elek delik çaplarına bağlı olarak farklı olmuştur. Buna göre, 2.5 mm çaplı elekte

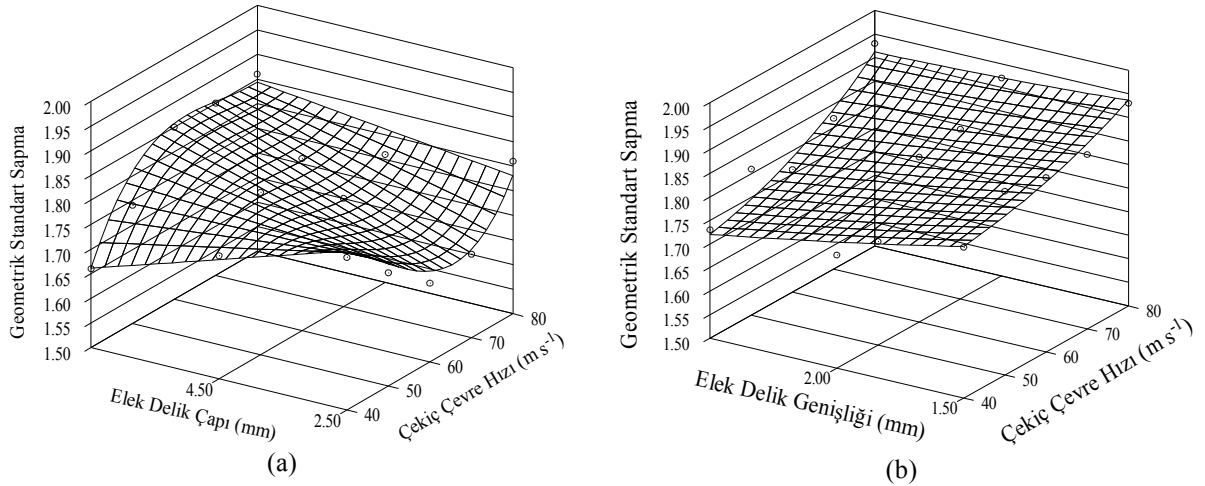


Şekil 4. Yuvarlak (a) ve oblong (b) delikli eleklerle öğütmede, ortalama geometrik çapın, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızına bağlı olarak değişimi [Çekiç çevre hızı (w , ms^{-1}) ve elek delik büyüklüğüne (yuvarlak delikli eleklerde delik çapı d , mm; oblong delikli eleklerde elek delik genişliği b , mm) bağlı olarak, ortalama geometrik çap ($d_{g_{gw}}$, μm) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla; yuvarlak delikli eleklerde, $d_{g_{gw}} = 614.70 + 472.64 d - 7.05 wd + 0.034 w^2 d$, $R^2=0.990$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 31.73**, 47.40**, 1.63**, 0.014*, oblong delikli eleklerde, $d_{g_{gw}} = -727.20 + 1899.49 b - 48.49 w^{0.5} b^2$, $R^2=0.974$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla 106.33**, 95.07**, 2.93**, dür (**: $P<0.01$; *: $P<0.05$)].

öğütmede saptanan S_{g_w} değerleri, 60 ms^{-1} çekiç çevre hızına kadar eğrisel bir değişimle 1.81'den 1.66'ya azalmış ve çekiç çevre hızındaki devam eden artışla birlikte tekrar 1.81'e yükselmiştir. 4.5 ve 6.5 mm çaplı eleklerle öğütmede ise S_{g_w} , 60 ms^{-1} çekiç çevre hızına kadar eğrisel bir trenle değişerek, 4.5 mm çaplı elekte 1.75'den 1.85'e, 6.5 mm çaplı elekte 1.66'dan 1.85'e yükselmiş ve çekiç çevre hızındaki devam eden artışla birlikte, 6.5 mm çaplı elekte daha belirgin olmak üzere, yataya yakın bir değişim göstermiştir. Yine, Şekil 5'den görüldüğü gibi, elek delik çaplarındaki artışın S_{g_w} 'ye etkisi ise, çekiç çevre hızına bağlı olarak

farklı bulunmuştur. Buna göre, elek delik çapındaki artışa bağlı olarak, S_{g_w} , 40 ms^{-1} çekiç çevre hızında lineer bir değişimle azalmış, 40 ms^{-1} 'nin üzerindeki çekiç çevre hızlarında ise lineer bir değişimle artmıştır.

Yine, Şekil 5'den görüldüğü gibi oblong delikli eleklerle öğütülmüş örnekler için saptanan S_{g_w} değerlerinin, söz konusu faktörlere bağlı olarak değişim trendi, yuvarlak delikli eleklerle göre farklı olmuştur. Buna göre, $40\text{-}80 \text{ ms}^{-1}$ çekiç çevre hızı aralığı için saptanan S_{g_w} değerleri, 1.5 mm elek delik genişliğinde 1.82-1.93, 2 mm elek delik genişliğinde



Şekil 5. Yuvarlak (a) ve oblong (b) delikli eleklerle öğütmede, geometrik standart sapmanın, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızına bağlı olarak değişimi [Çekiç çevre hızı (w , ms^{-1}) ve elek delik büyüklüğüne (yuvarlak delikli eleklerde delik çapı d , mm; oblong delikli eleklerde elek delik genişliği b , mm) bağlı olarak, geometrik standart sapma (S_{g_w}) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla; yuvarlak delikli eleklerde, $S_{g_w} = 2.66 - 0.54 d + 0.018 dw - 0.00014 dw^2 - 0.0007 w^2 + 7.84 \cdot 10^{-6} w^3$, $R^2=0.731$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.25**, 0.15**, 0.005**, $4.20 \cdot 10^{-5}$ **, 0.0002**, $2.30 \cdot 10^{-6}$ **, oblong delikli eleklerde, $S_{g_w} = 2.19 - 0.315 b^{0.5} + 1.71 \cdot 10^{-7} bw^3$, $R^2=0.792$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.09**, 0.066**, $2.82 \cdot 10^{-8}$ ** dür (**: $P<0.01$; *: $P<0.05$)].

1.74-1.92 ve 2.5 mm elek delik genişliğinde 1.73-1.93 arasında olmak üzere, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak lineere yakın bir değişimle artmıştır. Elek delik genişliğindeki artış ise, düşük çekiç çevre hızlarında daha belirgin olmak üzere, S_{gw} 'de, lineere yakın bir değişimle azalma eğilimine neden olmuştur.

3.1.3. Özgül yüzey alanı (A_t)

Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle, farklı çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerinde yapılan öğütme sonrası materyale kazandırılan A_t değerlerindeki değişim, Şekil 6'da verilmiştir. Yapılan çoklu-regresyon analiz sonuçları, her iki elek tipi ile yapılan öğütme sonrası materyale kazandırılan A_t değerlerinde meydana gelen değişimin, istatistik açıdan önemli olmak üzere ($P<0.01$) çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerinin interaktif etkilerine bağlı olduğunu göstermiştir.

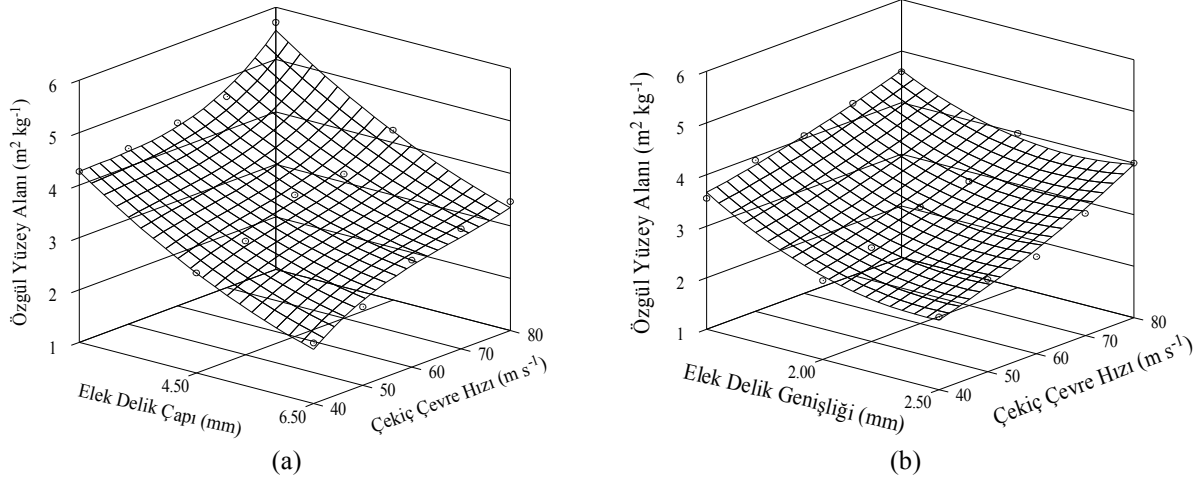
Şekil 6'dan da görüldüğü gibi, yuvarlak delikli eleklerle 40-80 ms^{-1} çekiç çevre hızı aralığında öğütülen materyalin A_t değerleri; delik çapı 2.5 mm olan elekte 4.26-5.71 m^2kg^{-1} , delik çapı 4.5 mm olan elekte 2.91-4.24 m^2kg^{-1} , delik çapı 6.5 mm olan elekte 2.16-3.46 m^2kg^{-1} arasında değişmiştir. Elde edilen bu değerlerin değişim trendleri, elek delik çapındaki artışa bağlı olarak hafif bir eğrisellikle azalırken, çekiç çevre hızındaki artışla artmıştır. Ancak, çekiç çevre hızının etkisi elek delik çaplarına bağlı olarak farklı olmuştur. Buna göre, delik çapı 2.5 mm olan elekte A_t 'nin artış hızı, çekiç çevre hızındaki artışla artarken, delik çapı 6.5 mm olan elekte, çekiç çevre hızındaki artışla azalmıştır. Delik çapı 4.5 mm olan elekte ise A_t , çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak lineere yakın bir değişimle artmıştır. Yine, Şekil 6'dan görüldüğü gibi, oblong delikli eleklerle 40-80 ms^{-1} çekiç çevre

hızı aralığında öğütülen materyalin A_t değerleri; delik genişliği 1.5 mm olan elekte 3.54-4.60 m^2kg^{-1} , delik genişliği 2 mm olan elekte 2.53-3.99 m^2kg^{-1} , delik genişliği 2.5 mm olan elekte ise 2.41-4.00 m^2kg^{-1} arasında değişmiş olup, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak lineere yakın bir değişimle artmıştır. Ayrıca, elek delik genişliğinin 1.5 mm'den 2 mm'ye çıkarılması durumunda, A_t önemli düzeyde azalırken, elek delik genişliğinin 2 mm'den 2.5 mm'ye çıkarılması, A_t 'de önemli bir değişim meydana getirmemiştir.

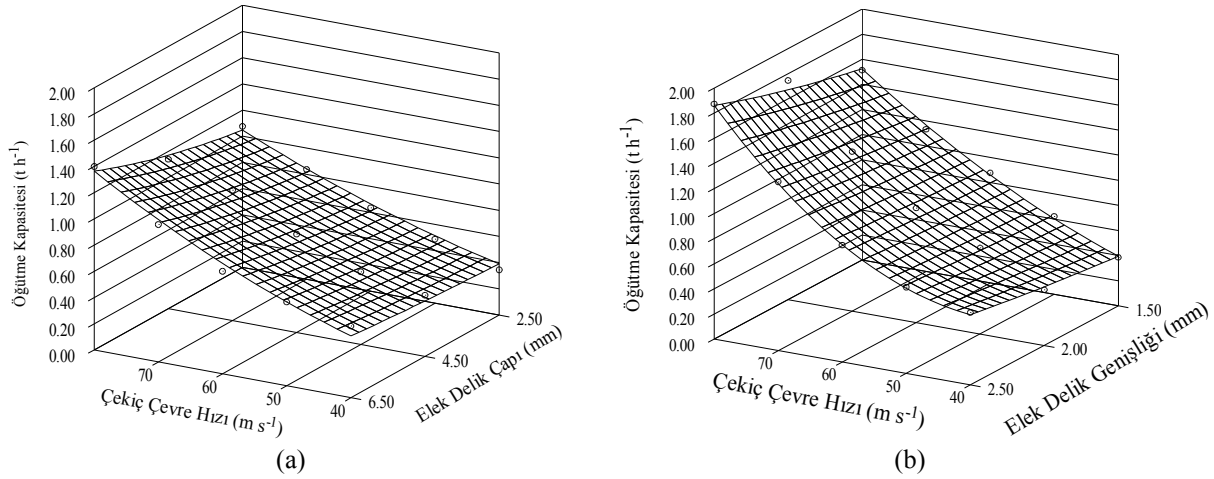
3.2. Öğütme kapasitesi (Q_o)

Her bir elek tipi için saptanan Q_o değerlerinin, çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüğü faktörlerine bağlı olarak değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Yapılan çoklu-regresyon analiz sonuçları, Q_o 'de meydana gelen değişimin, her iki elek tipi için de, istatistik açıdan önemli ($P<0.01$) olmak üzere, çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerinin interaktif etkilerine bağlı olduğunu göstermiştir.

Şekil 7'den görüldüğü gibi, her iki elek tipinde de Q_o , çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüğündeki artışla artmıştır. Ancak, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak Q_o 'nin artış hızı, yuvarlak delikli eleğe göre, oblong delikli elekte önemli düzeyde yüksek olmuştur. Buna göre, 40-80 ms^{-1} çekiç çevre hızı aralığında saptanan Q_o değerleri, yuvarlak delikli eleklerle öğütmede, 2.5 mm elek delik çapında 0.35-1.08 th^{-1} , 4.5 mm elek delik çapında 0.47-1.14 th^{-1} ve 6.5 mm elek delik çapında 0.55-1.40 th^{-1} arasında olmak üzere lineere yakın bir değişimle artmıştır. Oblong delikli eleklerle öğütmede ise Q_o , 1.5 mm elek delik genişliğinde 0.39-1.51 th^{-1} , 2 mm elek delik genişliğinde 0.44-1.75 th^{-1} ve 2.5 mm elek delik



Şekil 6. Yuvarlak (a) ve oblong (b) delikli eleklerle öğütmede, özgül yüzey alanının, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızına bağlı olarak değişimi [Çekiç çevre hızı (w , ms^{-1}) ve elek delik büyüklüğüne (yuvarlak delikli eleklerde delik çapı d , mm; oblong delikli eleklerde elek delik genişliği b , mm) bağlı olarak, özgül yüzey alanı (A_t , m^2kg^{-1}) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla; yuvarlak delikli eleklerde, $A_t = 8.27 - 2.57 d + 0.059 d^2 - 0.00046 dw^2 + 0.055 dw - 0.002 w^2 + 2.43 \cdot 10^{-5} w^3$, $R^2=0.987$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.82**, 0.46**, 0.019*, 0.00012**, 0.015**, 0.0006*, 6.8*10⁻⁶**, oblong delikli eleklerde, $A_t = 11.43 - 7.73 b + 1.55 b^2 + 0.00013 bw^2$, $R^2=0.982$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.86**, 0.89**, 0.22**, 7.54*10⁻⁶**'dir (**: $P<0.01$; *: $P<0.05$)].



Şekil 7. Yuvarlak (a) ve oblong (b) delikli eleklerle öğütmede, öğütme kapasitesinin, elek delik büyüklüğü ve çekiç çevre hızına bağlı olarak değişimi [Çekiç çevre hızı (w , ms^{-1}) ve elek delik büyüklüğüne (yuvarlak delikli eleklerde delik çapı d , mm; oblong delikli eleklerde elek delik genişliği b , mm) bağlı olarak, öğütme kapasitesi (Q_{δ} , th^{-1}) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla; yuvarlak delikli eleklerde, $Q_{\delta} = 0.174 + 1.28 \cdot 10^{-4} w^2 + 1.37 \cdot 10^{-6} w^2 d^2$, $R^2=0.981$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.027^{**} , $7.87 \cdot 10^{-6**}$, $1.84 \cdot 10^{-7**}$, oblong delikli eleklerde, $Q_{\delta} = -0.73 + 0.026 w + 0.35 b^2 - 0.012 w b^2 + 1.1 \cdot 10^{-4} w^2 b^2$, $R^2=0.996$, $P<0.01$, $n=15$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.096^{**} , 0.0015^{**} , 0.042^{**} , 0.0013^{**} , $1.7 \cdot 10^{-5**}$, dir (**: $P<0.01$; *: $P<0.05$).

genişliğinde $0.58-1.87 \text{ th}^{-1}$ arasında olmak üzere eğrisel bir değişimle artmıştır. Yine, Şekil 7'den görüldüğü gibi, her iki elek tipinde de, elek delik büyüklüğündeki artışa bağlı olarak, Q_{δ} 'nin artış hızı, genel olarak düşük olmakla birlikte, yüksek çekiç çevre hızlarında daha fazla olmak üzere, lineere yakın bir değişimle artmıştır.

3.3. Özgül yüzey alanı (A_t) üretimine karşı özgül enerji tüketimi (E_{δ})

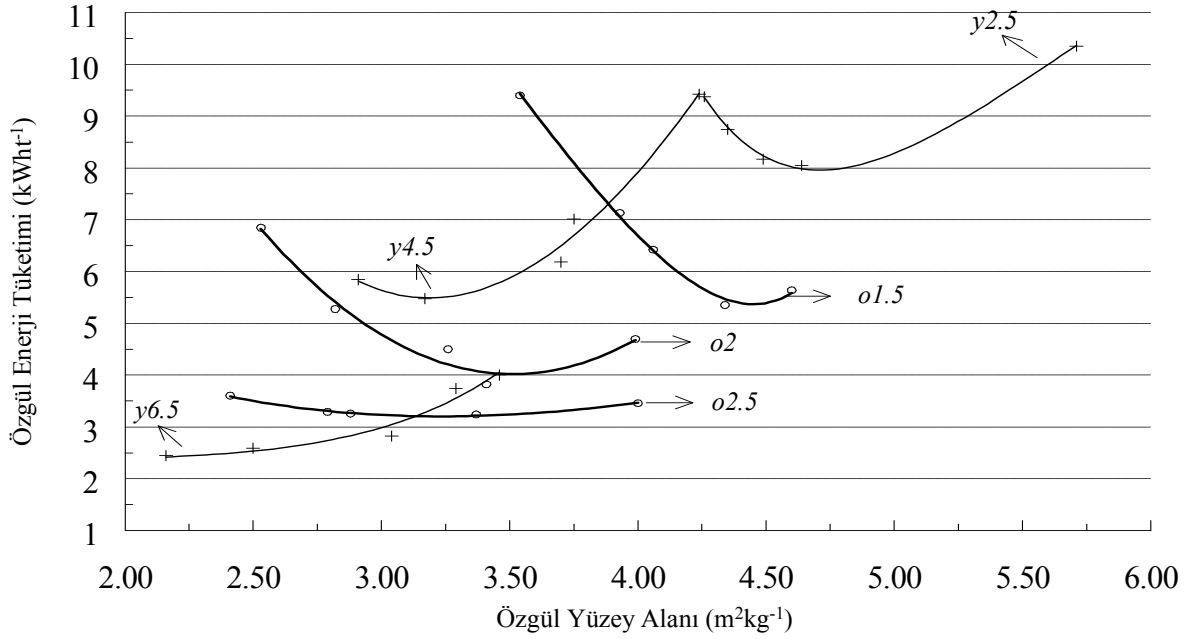
Her bir elekte, $40-80 \text{ ms}^{-1}$ çekiç çevre hızı aralığında yapılan öğütme sonrası materyale kazandırılan A_t değerlerine karşı E_{δ} 'nin değişimi, Şekil 8'de verilmiştir. Her bir elek için yapılan regresyon analizi sonuçları, A_t değerlerine bağlı olarak E_{δ} değerlerinde görülen değişimin, istatistik açıdan önemli olmak üzere, yine Şekil 8'de verilmiş olan regresyon eşitliklerine uyduğunu göstermiştir.

Şekil 8'den de görüldüğü gibi, her bir elekte yapılan öğütmede, çekiç çevre hızına bağlı olarak elde edilen A_t değerleri için E_{δ} değerleri, yuvarlak delikli 2.5 mm çaplı elekte $9.38-10.36 \text{ kWh}^{-1}$, 4.5 mm çaplı elekte $5.84-9.42 \text{ kWh}^{-1}$ ve 6.5 mm çaplı elekte $2.45-4.00 \text{ kWh}^{-1}$ arasında olmak üzere eğrisel bir değişimle artmıştır. Ancak, E_{δ} , 2.5 mm çaplı elekte 70 ms^{-1} çekiç çevre hızında elde edilen $4.64 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ A_t değerine kadar eğrisel bir değişimle azalarak 8.05 kWh^{-1} 'a düşmüş ve çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak A_t 'deki artışla birlikte tekrar artmıştır. Benzer şekilde, 4.5 mm çaplı elekte de E_{δ} , 50 ms^{-1} çekiç çevre hızında elde edilen $3.17 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ A_t değerine kadar hafif bir azalma (5.48 kWh^{-1}) eğilimi göstermiş ve çekiç çevre hızındaki artışla birlikte, artan A_t değerlerine bağlı olarak eğrisel bir değişimle önemli düzeyde artmıştır. Oblong delikli eleklerle yapılan öğütmede ise çekiç çevre hızına bağlı olarak elde edilen A_t değerlerine

karşılık E_{δ} değerleri, delik genişliği 1.5 mm olan elekte $9.40-5.64 \text{ kWh}^{-1}$, delik genişliği 2 mm olan elekte $6.85-4.70 \text{ kWh}^{-1}$ ve delik genişliği 2.5 mm olan elekte $3.61-3.46 \text{ kWh}^{-1}$ arasında olmak üzere eğrisel bir değişimle azalmıştır. Ancak, E_{δ} , tüm elek delik genişliklerinde, 70 ms^{-1} çekiç çevre hızında elde edilen A_t değerlerine kadar (elek delik genişliği 1.5 mm 'de $4.34 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$, 2 mm 'de $3.41 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ ve 2.5 mm 'de $3.37 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$) eğrisel bir değişimle azalarak, delik genişliği 1.5 mm olan elekte 5.36 kWh^{-1} , delik genişliği 2 mm olan elekte 3.82 kWh^{-1} , delik genişliği 2.5 mm olan elekte 3.24 kWh^{-1} ile en düşük değere ulaşmıştır. Çekiç çevre hız 80 ms^{-1} 'ye çıkarıldığında ise, artan A_t değerlerine bağlı olarak tekrar artış eğilimine girmiştir.

Yine, Şekil 8'den görüldüğü gibi, belirli bir A_t değerine sahip materyal, farklı eleklerle, farklı çekiç çevre hızlarında yapılan öğütmeyle elde edilebilmiştir. Ancak, aynı A_t 'ye sahip materyal için gereksinim duyulan E_{δ} değerleri, kullanılan eleğe ve çekiç çevre hızlarına göre farklı olmuştur. Buna göre, her bir öğütme uygulaması için elde edilen enerji etkinlik katsayıları, Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, en yüksek enerji etkinlik katsayısı (1.00), $4.00 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ A_t 'ye sahip bir ürün, 2.5 mm delik genişliğine sahip oblong delikli elekte, 80 ms^{-1} çekiç çevre hızında öğütüldüğünde elde edilmiştir. Bu uygulamaya göre, diğer öğütme uygulamalarının enerji etkinlik katsayıları, farklı düzeylerde olmak üzere daha düşük bulunmuştur.

Yine, Çizelge 2'den görüldüğü gibi, $2.16-3.04 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ arasında değişen A_t 'ye sahip bir materyalin üretimi için en yüksek enerji etkinlik katsayısı, diğer öğütme uygulamalarına göre, 6.5 mm çaplı yuvarlak delikli elekte, $40-60 \text{ ms}^{-1}$ çekiç çevre hızı aralığında yapılan öğütmeyle elde edilmiştir. Daha yüksek A_t 'ye



Şekil 8. Farklı elek delik büyüklüklerine sahip yuvarlak ve oblong delikli eleklerle öğütmede, özgül enerji tüketiminin, özgül yüzey alanına bağlı olarak değişimi [özgül yüzey alanına (A_t , $m^2 kg^{-1}$) bağlı olarak, özgül enerji tüketimi (E_0 , $kWh t^{-1}$) için geliştirilen eşitlikler sırasıyla; yuvarlak delikli eleklerde, delik çapı 2.5 mm için $E_0 = 25.57 - 585.88 (1/A_t)^2 + 96104.84 (1/A_t)^6$, $R^2=0.997$, $P<0.01$, $n=5$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.69^{**} , 25.69^{**} , 4643.94^{**} , delik çapı 4.5 mm için $E_0 = 173.14 + 52.61 A_t - 187.83 A_t^{0.5}$, $R^2: 0.980$, $P<0.05$, $n=5$, standart hata katsayıları sırasıyla, 36.88^* , 10.49^* , 39.42^* , delik çapı 6.5 mm için $E_0 = 2.36 + 2.86 \cdot 10^{-4} A_t^7$, $R^2: 0.955$, $P<0.01$, $n=5$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.12^{**} , $3.59 \cdot 10^{-5**}$, oblong delikli eleklerde, elek delik genişliği 1.5 mm için $E_0 = 22.69 - 1.09 A_t^2 + 1.42 \cdot 10^{-6} A_t^{10}$, $R^2: 0.997$, $P<0.01$, $n=5$, standart hata katsayıları sırasıyla, 0.85^{**} , 0.06^{**} , $1.36 \cdot 10^{-7**}$, elek delik genişliği 2 mm için $E_0 = 39.85 - 20.40 A_t + 2.90 A_t^2$, $R^2: 0.968$, $P<0.05$, $n=5$, standart hata katsayıları sırasıyla, 5.70^* , 3.55^* , 0.54^* , elek delik genişliği 2.5 mm için $E_0 = 23.74 + 6.36 A_t - 22.85 A_t^{0.5}$, $R^2: 0.984$, $P<0.05$, $n=5$, standart hata katsayıları sırasıyla, 1.82^{**} , 0.57^{**} , 2.05^{**} , dir (** : $P<0.01$; * : $P<0.05$)].

(3.37-4.60 $m^2 kg^{-1}$ arasında) sahip bir materyalin üretiminde ise en yüksek enerji etkinlik katsayısı, delik genişliği 1.5, 2 ve 2.5 mm olan oblong delikli eleklerle, 70-80 ms^{-1} çekiç çevre hızı aralığında yapılan öğütmelerde saptanmıştır. Ayrıca, her bir elek ile yapılan öğütmelerde saptanan en yüksek enerji etkinlik katsayıları; yuvarlak delikli eleklerde, elek delik çapı 2.5 mm için 70 ms^{-1} , elek delik çapı 4.5 mm ve 6.5 mm için 60 ms^{-1} çekiç çevre hızında elde

edilmiştir. Oblong delikli eleklerde ise, en yüksek enerji etkinlik katsayıları, elek delik genişliği 1.5 mm ve 2.5 mm olan eleklerle 80 ms^{-1} , elek delik genişliği 2 mm olan elekte ise 70 ms^{-1} çekiç çevre hızında yapılan öğütmede saptanmıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle yapılan

Çizelge 2. Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle, farklı delik büyüklükleri ve farklı çekiç çevre hızlarında yapılan öğütme uygulamalarının enerji etkinlik katsayıları.

Elek tipi	Elek delik büyüklüğü (mm)	Çekiç çevre hızı (ms^{-1})				
		40	50	60	70	80
Yuvarlak delikli	2.5	0.393 (4.26)	0.430 (4.35)	0.475 (4.49)	0.499 (4.64)	0.477 (5.71)
	4.5	0.431 (2.91)	0.500 (3.17)	0.518 (3.70)	0.462 (3.75)	0.389 (4.24)
	6.5	0.763 (2.16)	0.835 (2.50)	0.930 (3.04)	0.761 (3.29)	0.747 (3.46)
	19.8x1.5	0.326 (3.54)	0.477 (3.93)	0.547 (4.06)	0.701 (4.34)	0.705 (4.60)
	19.8x2	0.320 (2.53)	0.462 (2.82)	0.627 (3.26)	0.772 (3.41)	0.734 (3.99)
	19.8x2.5	0.578 (2.41)	0.733 (2.79)	0.765 (2.88)	0.899 (3.37)	1.000 (4.00)

Parantez içindeki değerler öğütülmüş materyalin özgül yüzey alanı (A_t)'dir.

öğütme sonrası elde edilen ortalama geometrik çap değerleri, çekiç çevre hızının artmasıyla azalmış, elek delik büyüklüklerinin artmasıyla artmıştır. Çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak partikül büyüklüğündeki azalma, çekiçli değirmenlerde temel etken çarpışma kuvveti olduğundan, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak çarpışma kuvvetindeki artışın bir sonucudur (Anderson, 1994; Dmitrewski, 1982; Koch, 1996). Elek delik büyüklüğü ise partikül büyüklüğünü etkileyen önemli bir faktördür (Dmitrewski, 1982; Islam ve Matzen, 1988; Koch, 1996). Oblong delikli eleklerle 1142.1-2040.9 µm aralığında elde edilen ortalama geometrik çap değerleri, yuvarlak delikli eleklerle elde edilen 885.7 µm ve 2273.3 µm ortalama geometrik çap değerlerinin sınırları içinde yer almıştır. Goodband ve ark (2002), domuz beslemede, buğday için optimum partikül büyüklüğünün 800-900 µm arasında değiştiğini ve etlik piliç beslemede 1000 µm'nin altındaki partikül büyüklüğünün bir yararı olmadığını bildirmişlerdir. Yine, Dmitrewski (1982), ortalama partikül büyüklüğünün sığırlar için 3000 µm'nin üzerinde, domuz ve etlik piliç beslemede ise 1000 µm'nin üzerinde olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, aşırı ince öğütmenin, sindirim açısından zararlı olduğunu ve maliyeti etkileyen enerji tüketimini artırdığını bildirmiştir. Bu bildirimlere göre, yuvarlak delikli eleklerle karşı kullanılan oblong delikli eleklerle, farklı çekiç çevre hızı ve farklı elek delik genişliklerinde elde edilen ortalama geometrik çap değerlerinin, hayvan beslemede gereksinim duyulan ortalama partikül büyüklüklerini sağladığı söylenebilir.

Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle yapılan öğütme sonrası elde edilen materyalin geometrik standart sapma değerleri, her iki elek grubunda da çekiç çevre hızı ve elek delik büyüklüklerine bağlı olarak değişmiştir. Ancak, yuvarlak delikli eleklerde, söz konusu faktörlerin geometrik standart sapma değerlerine etkisi, oblong delikli eleklerle göre farklı olmuştur. Buna göre, yuvarlak delikli ekte, geometrik standart sapma değerleri 4.5 mm ve 6.5 mm elek delik çaplarında çekiç çevre hızındaki artışla artmış, 2.5 mm elek delik çapında ise, çekiç çevre hızındaki artışla çukurlaşan bir eğri şeklinde değişmiştir. Elek delik çapındaki artış ise 40 ms^{-1} çekiç çevre hızında geometrik standart sapmanın azalmasına, bunun üzerindeki çekiç çevre hızlarında ise artmasına neden olmuştur. Oblong delikli eleklerde ise, geometrik standart sapma, çekiç çevre hızındaki artışla artmış, elek delik genişliğindeki artışla, hafif bir azalma eğilimi göstermiştir. Yapılan literatür taramasında söz konusu ilişkilerle ilgili çalışmaya rastlanılmamış olması, tartışmayı güçleştirmiştir. Ancak, Baker ve Herrman (1995), partikül büyüklük analizi için kullanılan iki farklı elek seti (Ro Tap (dairesel hareketli ve çarpma etkili) ve portatif elek silkeleyici (sadece dairesel hareketli)) ile 1191, 594, 297, 150 ve 73 µm'lik delik çaplarına sahip elek setini kullandıkları çalışmalarında, birinci örnek için Ro Tap silkeleyicide 421 µm ortalama geometrik çap, 2.55

geometrik standart sapma ve portatif elek silkeleyicide 417 µm ortalama geometrik çap, 2.52 geometrik standart sapma, ikinci örnek için ise Ro Tap silkeleyicide 897 µm ortalama geometrik çap, 2.00 geometrik standart sapma ve portatif elek silkeleyicide 900 µm ortalama geometrik çap, 1.94 geometrik standart sapma değerlerini saptamışlardır. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlara göre, ortalama geometrik çap değeri arttıkça geometrik standart sapma değeri azalmıştır. Çalışmamızdan da, genel olarak, benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, Baker ve Herrman (1995), çoğu yem örneklerinde, geometrik standart sapmanın 2.00-2.40 arasında değiştiğini ve mümkün olması durumunda en iyi geometrik standart sapmanın 1.00 olduğunu belirtmişlerdir. Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle yapılan tüm öğütme uygulamalarından elde edilen materyallerin geometrik standart sapmalarının ortalaması sırasıyla, 1.77 (standart sapma 0.07) ve 1.83 (standart sapma 0.07) olarak saptanmıştır. Her iki elek grubu arasında ortalama değerler açısından önemli bir farklılık gözlenmez iken, yukarıda verilmiş olan literatür bildirimleriyle de uyumludur.

Ortalama geometrik çap ve geometrik standart sapma değerlerine bağlı olarak hesaplanan özgül yüzey alanı değerleri, genel olarak, her iki elek grubunda da çekiç çevre hızındaki artışla artmış ve elek delik büyüklüğündeki artışla azalmıştır. Ancak, yuvarlak delikli eleklerde çekiç çevre hızının özgül yüzey alanına etkisi elek delik çaplarına bağlı olarak farklı olmuştur. Söz konusu farklılık, geometrik standart sapma üzerine çekiç çevre hızının etkisinin, elek delik çaplarına bağlı olarak farklı düzeyde olmasının bir sonucudur. Yuvarlak delikli eleklerde, çekiç çevre hızı ve elek delik çaplarına bağlı olarak saptanan özgül yüzey alanı değerlerinin değişim trendi, Maloun (2001)'in, 2, 2.5, 3, 3.5, 4 ve 4.5 mm çaplı yuvarlak delikli eleklerle yaptığı çalışmada da belirlenmiştir. Ayrıca, oblong delikli eleklerde, elek delik genişliğinin 2 mm'den 2.5 mm'ye çıkması, tüm çekiç çevre hızlarında, özgül yüzey alanı değerlerinde önemli bir azalmaya neden olmamıştır. Bu durum, 2, 2.5 mm elek delik genişliklerinde çekiç çevre hızına bağlı olarak elde edilen ortalama geometrik çap ve geometrik standart sapma değerlerindeki değişime bağlıdır. Yapılan tüm öğütme uygulamalarından elde edilen örneklerin minimum-maksimum ortalama geometrik çap değerleri ve bu değerlere karşılık hesaplanan özgül yüzey alanı değerleri sırasıyla, yuvarlak delikli ekte 885.7 µm - $5.71 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ ve 2273.3 µm - $2.16 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$, oblong delikli ekte ise 1142.1 µm - $4.60 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ ve 2040.9 µm - $2.41 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$ arasında değişmiştir. Buna göre, oblong delikli eleklerle yapılan öğütme sonrası elde edilen özgül yüzey alanı değerleri, yuvarlak delikli eleklerle elde edilen özgül yüzey alanı değerlerinin sınırları içerisinde kalmıştır. Ortalama geometrik çap değerlerine karşılık hesaplanan özgül yüzey alanı değerleri, Dmitrewski (1982)'nin öğütülmüş arpa için bildirdiği, 200, 1000, 1800 ve 2600 µm'lik ortalama

partikül büyüklüklerine karşılık sırasıyla, 23.0, 4.6, 2.5, 1.8 m²kg⁻¹ özgül yüzey alanı değerleriyle uyumludur.

Yuvarlak ve oblong delikli eleklerle elde edilen öğütme kapasitesi değerleri, her iki elek grubunda da, çekiç çevre hızındaki artışla artmıştır. Ancak, çekiç çevre hızındaki artışa bağlı olarak, öğütme kapasitesinin artış hızı, yuvarlak delikli eleklerde hafif bir eğrisellikle artarken, oblong delikli eleklerde, özellikle 50 ms⁻¹ çekiç çevre hızından sonra, önemli düzeyde artmıştır. Yine, öğütme kapasitesi, yüksek çekiç çevre hızlarında daha fazla olmak üzere, elek delik büyüklüğündeki artışla artmıştır. Her iki elek grubunda da, öğütme kapasitesi üzerine elek delik büyüklüğünün etkisi, çekiç çevre hızının etkisine göre çok daha az olmuştur. Bu sonuçlar, Dmitrewski (1982)'nin, "öğütülen materyalin ortalama partikül boyutunun fonksiyonu olan öğütme kapasitesi, lineer bir değişime sahiptir ve bu kapasiteyi açıklayan düz hatların eğimi çekiç çevre hızındaki artışla artar" bildirimleriyle uyumludur. Yuvarlak delikli eleklerde, elek delik çapındaki artış, aynı özgül yüzey alanı değerleri için özgül enerji tüketimini azaltmıştır. Ancak, öğütme sonrası elde edilen materyalin özgül yüzey alanı değerlerindeki artışa bağlı olarak özgül enerji tüketimi değerlerinin değişimi, elek delik çaplarına göre farklı olmuştur. Buna göre, özgül enerji tüketimi, 2.5 mm ve 4.5 mm çaplı eleklerde sırasıyla, 4.64 m²kg⁻¹ (70 ms⁻¹ çekiç çevre hızı) ve 3.17 m²kg⁻¹ (50 ms⁻¹ çekiç çevre hızı) özgül yüzey alanı değerine kadar eğrisel bir değişimle azalmış ve daha sonra tekrar önemli düzeyde artmıştır. 6.5 mm çaplı elekte ise, özgül yüzey alanı değerlerindeki artış, özgül enerji tüketimini artan bir hızla arttırmıştır. Bu değişim trendi, Maloun (2001)'de verilmiş olan çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Oblong delikli eleklerle yapılan öğütmede ise, özgül enerji tüketimi, 1.5 mm ve 2 mm elek delik genişliklerinde önemli düzeyde olmak üzere, tüm elek delik genişliklerinde, 70 ms⁻¹ çekiç çevre hızında elde edilen özgül yüzey alanı değerlerine kadar, eğrisel bir değişimle azalmış ve daha sonra tekrar artış eğilimine girmiştir. Ancak, 2.5 mm delik genişliğine sahip oblong delikli elekte, özgül yüzey alanı değerlerindeki artışa bağlı olarak, özgül enerji tüketimi, yataya yakın bir değişim göstermiştir. Elek delik büyüklüklerindeki artış ise, aynı özgül yüzey alanı değerleri için özgül enerji tüketimini azaltmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 3.37-4.60 m²kg⁻¹ arasında değişen özgül yüzey alanına sahip bir ürünü elde etmek için oblong delikli eleklerin kullanılması, yuvarlak delikli eleklerle göre, elek delik büyüklüklerine bağlı olarak %14.1-%56.3 arasında değişen oranlarda özgül enerji tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Bu durum, oblong delikli eleklerle yapılan öğütmede, özellikle yüksek çekiç çevre hızlarında, öğütme kapasitesinin, yuvarlak delikli eleklerle göre önemli düzeyde yüksek olmasının bir sonucudur.

Yapılan veri zarflama analizi sonuçları, 2.16-3.04 m²kg⁻¹ arasında değişen özgül yüzey alanına sahip

ürünlerin, delik çapı 6.5 mm olan yuvarlak delikli eleklerle 40-60 ms⁻¹ arasında değişen çekiç çevre hızlarında elde edilmesi durumunda, değirmenin enerji etkinlik katsayısının en yüksek olduğunu göstermiştir. 3.37-4.60 m²kg⁻¹ arasında değişen özgül yüzey alanına sahip ürünler için ise, en yüksek enerji etkinlik katsayıları, oblong delikli eleklerle 70-80 ms⁻¹ çekiç çevre hızlarında yapılan öğütmelerde saptanmıştır. Ayrıca, her bir elekle yapılan öğütmelerde saptanan en yüksek enerji etkinlik katsayıları, elek delik büyüklüklerine bağlı olarak değişmekle birlikte, 60-80 ms⁻¹ çekiç çevre hızı aralığında elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Islam ve Matzen (1988)'in buğday için yaptıkları çalışmada, özgül enerji tüketiminin elek delik büyüklüğündeki azalmayla arttığı ve 60-80 ms⁻¹ arasındaki çekiç çevre hızlarının özgül enerji tüketimi açısından optimum olduğu yönündeki bildirimleriyle uyumludur.

Sonuç olarak, oblong delikli eleklerle yapılan öğütme sonucunda elde edilen partikül büyüklük dağılımı, yuvarlak delikli eleklerle elde edilen partikül büyüklük dağılımına benzer bir dağılım göstermiştir. Ayrıca, oblong delikli elekler, yuvarlak delikli eleklerle göre, öğütme kapasitesinin artmasına ve öğütülen ürünün incelik derecesi arttıkça, özgül enerji tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Buna göre, özgül yüzey alanı 3.37-4.60 m²kg⁻¹ arasında değişen ürün elde etmek için oblong delikli eleklerin kullanılması (70-80 ms⁻¹ çekiç çevre hızlarında), özgül enerji tüketimini, elek delik büyüklüklerine bağlı olarak %14.1-%56.3 arasında azaltmıştır. Özellikle, delik genişliği 2.5 mm olan oblong delikli elek, değirmenin performans karakteristikleri üzerine etkisi dikkat çekicidir. Bu elek, daha yüksek incelik derecesinde ürün elde edebilmek amacıyla, 80 ms⁻¹ çekiç çevre hızının üzerindeki hızlarla çalışmada, çekiçli değirmenin performans karakteristiklerinin nasıl değiştiğinin araştırılması, teknik açıdan yararlı olabilecek niteliktedir.

5. KAYNAKLAR

- Anderson, S., 1994. Large Rotor High Speed Hammermills: Beyond Screen Size. Feed Management, Vol. 45, No. 9, Pages 20-22.
- Ayık, M., 1997. Hayvancılıkta Mekanizasyon (III. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1463, Ders Kitabı: 433, Ankara.
- Baker, S., Herrman T., 1995. MF-2051 Feed Manufacturing. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Manhattan, KS.
- Baker, S., Herrman T., 2002. MF-2051 Feed Manufacturing. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Manhattan, KS.
- Coelli, T. 1996. "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program" CEPA Working Paper 96/8 Department of Econometrics

- University of New England, Armidale.
- Coelli, T., Rao, D.S.P and Battese, G.E. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*: Boston, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Dmitrewski, J., 1982. *Agricultural Machines, Theory and Construction*. Vol. 3. TT 75-54072. Warsaw, Poland.
- Dziki, D., 2008. The Crushing of Wheat Kernels and its Consequence on the Grinding Process. *Power Technology* 185 (2008) 181-186.
- Fang, Q., Bölöni, I., Haque, E., and Spillman, C. K., 1997. Comparison of Energy Efficiency Between a Roller Mill and a Hammer Mill. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 13 (5): Pages 631-635.
- Farrell, M.J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of Royal Statistical Society Association*, 120:253-281.
- Glenn, G. M., Johnston, R. K., 1992. Moisture-Dependent Changes in the Mechanical Properties of Isolated Wheat Bran. *Journal of Cereal Science* 15 (1992) 223-236.
- Goodband, R. D., Tokach, M. D., and Nelssen J. L., 2002. MF-2050 Feed Manufacturing. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Manhattan, KS.
- Islam, M. N., Matzen, R., 1988. Size Distribution Analysis of Ground Wheat by Hammer Mill. *Power Technology*. Vol. 54, Issue 4, Pages 235-241.
- Koch, K., 1996. MF-2048 Feed Manufacturing. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Manhattan, KS.
- Mabille, F., Grilet, J., and Abecassis J., 2001. Mechanical Properties of Wheat Seed Coats. *Cereal Chemistry* 78(3) (2001) 231-235.
- Maloun, J., 2001. *Technologická Zarizení a Hlavní Procesy Při Vyrobě Krmiv*. Ceska Zemedelska Univerzita v Praze, Technická Fakulta.
- Mani, S., Tabil, L. G., 2002. Grinding of Chickpeas. An ASAE Meeting Presentation, Paper No: MBSK 02-211.
- Mohsenin, N. N., 1980. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach, Science Publishers, Inc. One Park Avenue, New York.
- Pasikatan, M. C., Steele, J. L., Milliken, G. A., Spillman, C. K., and Haque, E., 1999. Particle Size Distribution and Sieving Characteristics of First-Break Ground Wheat. ASAE Mid. Central Conference Ramada Inn, St. Joseph, MO, Paper No. MC99-129.
- Pfost, H. B., Headley, V. E., 1972. Use of Logarithmic Normal Distribution to Describe Hammermill Performance. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 14(3): Pages 531-535.
- Pfost, H. B., Headley, V. E., 1976. Methods of Determining and Expressing Particle Size. In : H. Pfost (ed), *Feed Manufacturing Technology II-Appendix C*. Am. Feed Manufacturers Assoc., Arlington, VA.
- Pujol, R., Letang, C., Lempereur, A., Chaurand, M., Mabile, F., and Abecassis, J., 2000. Description of and Micromill with Instrumentation Handicap Measuring Grinding Characteristics of Wheat Kernel, *Cereal Chemistry* 77(4) (2000) 421-427.
- Stamboliadis, E. T., 2007. The Energy Distribution Theory of Comminution Specific Surface Energy, Mill Efficiency and Distribution Mode. *Minerals Engineering* 20(2007), Pages 140-145.
- Tapela, M., Chimbombi, E. M., 2006. Bulk Density and Particle Size Distribution of Selected Sorghum Milling Products. *Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences* Vol. 2. Number 1.
- Yavuzcan, G., Erdiler, B., Saral, A., 1987. Ölçme Tekniği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayın No: 3, Ankara.

SİSTEMLİ YAKLAŞIMLA EKOSİSTEMİN ANALİZİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİ

İmanverdi EKBERLİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: iman@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.02.2008

Kabul Tarihi: 07.08.2008

ÖZET: Bilgi sistemlerinin gelişmesi ve bunların ekosistem araştırmalarına yansımaları, ekosistemlerde ortaya çıkan süreçlerin detaylı incelenmesinde matematiksel modellerin kullanılmasını daha da gerekli kılmaktadır. Ekosistemdeki süreçlerin biyolojik-kimyasal-fiziksel, matematiksel, mantıksal temsili modellerinin yapılması deneysel ve teorik bilgilere bağlı olmaktadır. Sistemli yaklaşım model oluşturmanın metodolojik temelini oluşturduğundan, bu yaklaşımın temel kavramlarının (model bileşenleri, bileşenleri etkileyen dış ortam) belirlenmesi öncelikli problemlerdendir. Bu amaçla, “ekosistem”, “model”, ve “modelleme” kavramları sistemli bir yaklaşım ile ele alınarak, modellerin genel sınıflandırılması, modelleme yöntemindeki gerekli aşamalar (konunun belirlenmesi, kavramlaştırma, özelleştirme, gözlem, tespit, kontrol, inceleme ve optimizasyon) incelenmiş ve genel olarak tarım sistemlerinde uygulanabilir önemli bazı matematiksel modeller (temel kütle taşınım modelleri, verimlilik ve bitki büyüme modelleri) irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: sistemli yaklaşım, ekosistem, tarım, ampirik ve teorik modeller, modelleme

MATHEMATICAL MODELLING METHOD IN ANALYSIS OF ECOSYSTEM VIA SYSTEMATIC APPROACH

ABSTRACT: The evolution and development of information technology, its impact on ecosystem studies has increased the importance of application of mathematical models in detailed analysis of processes occurring in ecosystems. The derivation of models, which represent biological-chemical-physical, mathematical and logical justification of processes occurring in ecosystem, is directly linked to theories and information obtained from experiments. Due to the fact that systematic approach is considered methodological base for model derivation, determining basic concepts (its components, relationship between its components and surrounding environment) of this approach is one of the most important issues in this subject. Therefore, this study emphasizes general classification of models, important phases (deriving subject, concept development, classification, observation, determination, control, analysis, and optimization) of modeling method by evaluating concepts of “ecosystem”, “model” and “modeling” in terms of systematic approach.

Key Words: systematic approach, ecosystem, agriculture, empiric and theoretic models, modelling

1. GİRİŞ

Ekosistemdeki farklı sistemlerin (toprak, bitki vb.) incelenmesinin metodolojik temelini sistemli yaklaşım oluşturmaktadır. Karmaşık sistemlerin bağımsız özelliklerinin ve bu özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, dolayısıyla tüm sistemin incelenmesi sistemli yaklaşım ile mümkündür. Uygulamalı bilim alanlarında karmaşık yapıların sistemli incelenmesine imkan sağlayan elektronik hesap makinelerinin hızlı gelişimine bağlı olarak, 20. asrın ortalarında sistemli yaklaşım özel bilimsel yöntem statüsü kazanmıştır (Watt, 1966; Gordon, 1977; Patent, 1975a, 1975b, 1976; Dale, 1970; Smith, 1970; Gilmanov, 1978).

Sistemli yaklaşımın bazı temel kavramlarından (model bileşenleri ve bileşenlerle ilişkili dış ortam) oluşan araştırma sisteminin (S) parametrelerinin zamana bağlı olarak değişimi genel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$X = X(t) = \{X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)\}$$

$$Y = Y(t) = \{Y_1(t), Y_2(t), \dots, Y_k(t)\}$$

$$Z = Z(t) = \{Z_1(t), Z_2(t), \dots, Z_r(t)\}$$

Burada, X -sistemin n sayıdaki dahili bileşenler kümesini; Y -sistemi önemli derecede etkileyen k sayıdaki dış ortam bileşenlerinin kümesi; Z - sistemin

yapısı olup, sistemin iç bileşenleri; iç ve dış ortam bileşenleri arasındaki r sayıdaki ilişkiyi ifade eder.

$Y(t)$ dış faktörlere bağlı olarak S sisteminin $X(t)$ dahili bileşenlerinin ve $Z(t)$ yapısının zamana bağlı olarak F değişim kuralı S sisteminin fonksiyonu olmaktadır. Her hangi bir $S(t) = S\{X(t), Y(t), Z(t), F\}$ sisteminin sistemli yaklaşım ile incelenmesi i) sistemi oluşturan bileşenlerin ve dış ortamın; ii) sistemin yapısının; iii) sistem bileşenlerinin değişiminin ve dış ortamın etkisiyle bileşenler arasında oluşan ilişkilerin özelliğini belirleyen F fonksiyonunun (işleme kuralı) bulunmasını kapsamaktadır.

Çağdaş ekolojide i-iii) temel problemlerin çözümüne imkan sağlayan tüm yaklaşımlar içerisinde arazi gözlemleri, tarla ve laboratuvar denemeleri ve modelleme gibi üç temel husus önem taşımaktadır. Ekosistemin incelenmesinde bu üç temel sonucun birleştirilmesi sistemli yaklaşımın tümleyici özelliğini ortaya koymaktadır (Krapivin ve ark., 1982; Krapivin, 1993).

Ekosistem araştırmalarında teorik ve uygulamalı temele bağlı olarak elde edilen gözlem ve deneysel sonuçlar, ekosistemdeki süreçleri belirlemektedir. Model ve modelleme yöntemi (modelin yapılması, kontrol edilmesi, incelenmesi ve model sonuçlarının

yorumlanması), teorik ve uygulama sonuçlarını birleştiren bilimsel düşüncenin etkili bir ifade şeklidir. Bu çalışmanın amacı, sistemli yaklaşımla ekosistemin incelenmesine yönelik model, modelleme yöntemlerini tanımlamak ve araştırmaların amacına uygun olarak kullanılan farklı modelleri (verimlilik, bitki büyüme, taşıyım) irdelemektir.

2. MODELVE MODELLEME

Her hangi bir orijinal $S^0 = S^0(X^0, Y^0, Z^0, F^0)$ sisteminin $S = S(X, Y, Z, F)$ şeklinde başka bir sistemle ifade edilen modeli, benzerlik teorisine uygun olarak f modelleme fonksiyonunda S^0 orijinalinin benzerini $f : (S^0) \rightarrow S$ gibi ifade ederek, modelleme yönteminin mahiyetini açıklamaktadır. Sadeleştirme özelliğine ve derecesine bağlı olarak her hangi bir orijinalin farklı modellerini elde etmek mümkündür. Araştırılan herhangi bir orijinal sistem hakkında bilgi edinilmesine imkan veren yapı model olarak adlandırılır. Model kelimesi, latince modus ve modulus kelimelerinden türetilmiş olup "örnek", "numune", "usul" ve "ölçü" anlamlarını vermektedir. Herhangi bir orijinal sistemin modeli, orijinal hakkında tüm ayrıntıları vermese de, belli bir amaç için yeterli miktarda bilgiyi vermelidir. Sadeleştirme yöntemiyle elde edilen modelin orijinaline yeterli derecede benzer olması, orijinalin özelliklerini ve değişimini etkili bir şekilde barındırması, model sonuçlarının orijinaline uygulanabilirliği modelleme yönteminin stratejisini oluşturmaktadır. Modelin

uygulanabilirliğini kontrol eden yorumlama sürecinin (S modelinden S^0 orijinaline dönüşüm) orijinalin tüm ayrıntılarını taşımaması mümkündür.

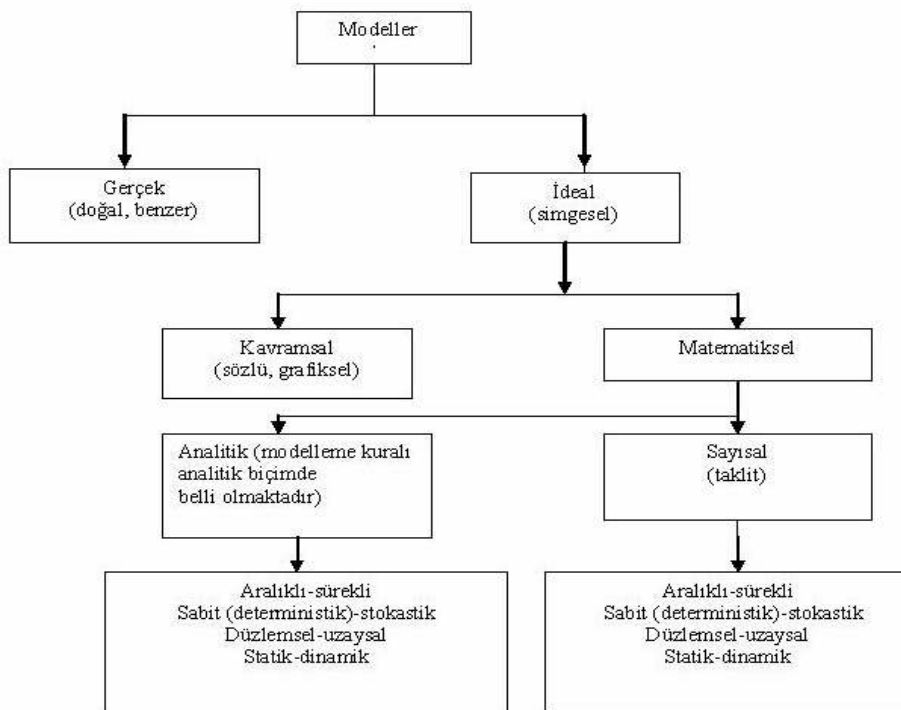
Genel olarak S^0 orijinali karmaşık bir sistem olduğu için F^0 değişim kuralının belirlenmesi zor olmakta, ancak oluşturulan S modeli için F kuralının belirlenmesi daha kolay olmaktadır. Bu yaklaşım göz önüne alınarak S modeli S^0 araştırma sisteminin yerine konur, S^0 orijinal sistemine uygun olarak elde edilen sonuçlar yorumlanır. Böylece modelleme yöntemi bazı tahminlerle modelin orijinaline benzerlik derecesinin belirlenmesine ve incelenen karmaşık S^0 sisteminin en ideal fonksiyonunun elde edilmesine imkan sağlar.

Araştırma konusuna ve modelin yapılmasına bağlı olarak orijinal ve modelin, aynı zamanda bir orijinalin çeşitli modellerinin uygulanabilirliği farklı olabilir. Modelin uygulama için "iyi anlaşılabilir" şekilde yapılması veya uygulamanın doğru seçimi sonucunda orijinaline göre modelin incelenmesinin önemli derecede kolaylaşması, aynı zamanda orijinalin bileşim, yapı, fonksiyonel kuralı gibi ayrıntılarının uygulanabilir sınırlar kapsamında sağlanması modelleme yönteminin avantajlarını oluşturmaktadır.

2.1. Modellerin Genel Sınıflandırılması

Orijinal sisteme, araştırma konusuna ve özelliklerine göre kullanılan modellerin genel sınıflandırılması Şekil 1'de gösterilmiştir.

Gerçek ve simgesel (işaretili) modeller uygulama



Şekil 1. Modellerin genel sınıflandırılması

tipine göre farklılık göstermektedir. Gerçek modeller orijinal sistemin küçük ölçekli bir benzeri (örneğin, bitki, canlı ve mikroorganizmaları barındıran akvaryum, toprak kesimi, yağmurlayıcı, sera vb.) olup, orijinalin birçok önemli özelliklerini kapsamaktadır. Bu modellerin orijinale benzerlik derecesinin belirlenmesi kolay olmadığından, modelleme sonuçlarının orijinale uygulanmasında da zorluk oluşmaktadır. Aynı zamanda benzerlik garantisi olmadığı için, ekosistemin gerçek modellerinin yapılması ve uygulanmasındaki teknik zorlukların ortadan kaldırılması mümkün olmayabilir. Bu ise ileri sürülen konunun her zaman gerçek modeller yardımıyla incelenmesine imkan sağlamamaktadır. Genel olarak aerodinamik ve hidrodinamik araştırmalarda gerçek modeller daha yaygın bir biçimde kullanılır.

Simgesel modeller gerçek modellerden farklı olup, alfabe simgeleri ve bu simgelerin anlamlandırılması yardımıyla orijinal sistemin bağlantılarıyla birlikte tanımlanmasıdır. Bu ifade sonucunda kelime ve cümlelerden oluşan herhangi bir küme (işaretler "dili" kümesi) elde edilmektedir. Orijinal sistemin bileşenlerinin ve bileşenler arasındaki ilişkilerin özelliklerine benzer olan bu kümede belirli kod yardımıyla yorum yapılmaktadır. Poletayev (1966)'e göre, gerçek modellerle karşılaştırıldığında simgesel modeller daha geniş imkanlara sahiptir ve fiziksel uygulama sınırları kontrol edilebilmektedir.

Ekosistem araştırmalarında simgesel modeller, kavramsal ve matematiksel modellere göre daha yaygın şekilde kullanılmaktadır. Kavramsal model, araştırma yapılan ekosistemin gözlemsel ve deneysel olarak elde edilen verilerinin sistemli ve detaylı olarak sınıflandırılmış, doğal ve bilimsel tanımıdır. Bu modeller ekosistemin bileşenleri hakkında bilgi veren sözel bölümlerden (kimyasal, fiziksel, biyoloji vb.), diyagram, çizelge, grafik gibi kısımlardan ve bilimsel metinlerden oluşmaktadır. Kavramsal model araştırma yapılan sistem hakkında açık ve genel olarak, tanımlanabilen tüm bilgileri içermektedir. Kavramsal modeller matematiksel modellerinde temelini oluşturur. Matematiksel modeller ile ekosistemin bileşenleri nicel olarak değerlendirilir, doğruluğu belirlenir ve bileşenlerin karşılıklı bağımlılıkları bulunur. Yüksek nitelikli ilk kavramsal modellerin uygulanması 20. asrın başlarında gerçekleşmiştir (Shelford, 1913; Haviland, 1926; Summerhayes ve Elton, 1923, 1928). Kavramsal modellerin evrensellik, çeviklik, ifade araçlarının zenginliği vb. gibi avantajları modelin çeşitli sistemlere uygulanmasına olanak sağlar. Araştırma sonuçlarının ifadesinin bir değerli olmaması ve sistemin dinamik olması gibi özellikler kavramsal modelin eksikliklerini oluşturmaktadır.

Ekosistem dinamiğinin sayısal olarak incelenmesinde matematiksel modelleme yöntemi daha etkili olmaktadır. $S^0 = S^0(X^0, Y^0, Z^0, F^0)$ orijinal sistemine ait $S = S(X, Y, Z, F)$ matematiksel modeli, X iç bileşeni ve Y ortam bileşeninin

$t_0 \leq t \leq t_N$ zaman aralığındaki $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$, $y_1(t), y_2(t), \dots, y_k(t)$ değerlerinin ifadesiyle elde edilmektedir. Sistemin $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_r\}$ yapısı, modelin iç ve dış değişkenleri ile birbirine bağlı matematiksel ifadelerden oluşmaktadır. Bu yapı genel olarak denklemler ve eşitsizliklerle

$$\left. \begin{array}{l} Z_1(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_k) = 0 \\ \dots \\ Z_m(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_k) = 0 \\ Z_{m+1}(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_k) \geq 0 \\ \dots \\ Z_r(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_k) \leq 0 \end{array} \right\} \quad (1)$$

biçiminde ifade olunmaktadır. (1) matematiksel ifadelerinin değişim kuralı olan $F = \{F_1, \dots, F_n\}$ fonksiyonunun yardımıyla, dış ortamın belirlenen $y_1(t), y_2(t), \dots, y_k(t)$ ($t_0 \leq t \leq t_N$) değişkenlerine bağlı olarak $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ fonksiyonları $t_0 \leq t \leq t_N$ aralığında

$$\left. \begin{array}{l} x_1(t) = F_1(y_1, \dots, y_k, x_1^0, \dots, x_n^0, t) \\ \dots \\ x_n(t) = F_n(y_1, \dots, y_k, x_1^0, \dots, x_n^0, t) \end{array} \right\} \quad (2) \text{ gibi}$$

elde edilebilir. (2) ifadesi, (1) denklem ve eşitsizliklerini ve verilmiş $x_1(t_0) = x_1^0, \dots, x_n(t_0) = x_n^0$ başlangıç koşulunu sağlamaktadır.

Örneğin, ideal bir sistemi oluşturan populasyonda her hangi bir t anındaki çoğalma, populasyonun ulaştığı sayı ile orantılı olsun. R nominal çoğalma oranı (çoğalmanın özgül hızı) ancak herhangi bir dış faktöre, örneğin araştırma yapılan $t_0 \leq t \leq t_N$ zaman aralığında ortamın bilinen sıcaklığına bağlıdır. Böyle bir sistemin matematiksel modelini yapmak için, $t_0 \leq t \leq t_N$ zaman aralığında ortamın t zamanındaki sıcaklığının değişimini belirten $y(t)$ fonksiyonundan oluşan Y ve t zamanındaki populasyon sayısını ifade eden $x(t)$ değişkeninden oluşan X kümelerinin göz önüne alınması gerekir. Bu durumda modelin Z yapısı, matematiksel ifadelerle aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = R(t) x \\ R(t) = \theta(y(t)) \\ x(t_0) = x^0 \end{array} \right\} \quad (3)$$

Burada, birinci ifade değişkenleri ayrılabilen sıradan diferansiyel denklem olup, $R(t)$ özgül çoğalma katsayısına bağlı olarak değişen populasyon sayısı ile populasyonun çoğalma hızı arasındaki lineer ilişkiyi; ikinci matematiksel ifade R çoğalma hızı ve ortamın

y sıcaklığı ($\theta(y)$ bilinen fonksiyondur) arasındaki ilişkiyi; üçüncü ifade ise $t = t_0$ başlangıç anındaki populasyon sayısını tanımlamaktadır.

Model fonksiyonunu, yani (3) sisteminin F değişim kuralını belirlemek için R 'nin y ile $\theta(y)$ fonksiyonuna göre tanımlanan ifadesi

birinci denklemde yerine konursa $\frac{dx}{dt} = \theta(y(t))x$ (4)

bulunur. (4) denkleminin değişkenleri ayrılırsa $\frac{dx}{x} = \theta(y(t))dt$ (5) ve uygun olarak, $[x^0, x]$,

$[t_0, t]$ ($x^0 = x(t_0), x = x(t)$) aralıklarında integre edilirse

$$\ln|x| - \ln|x^0| = \int_{t_0}^t \theta(y(t)) dt \text{ veya } \ln\left|\frac{x}{x^0}\right| = \int_{t_0}^t \theta(y(t)) dt \quad (6)$$

ifadesi elde edilir. (6) ifadesinden ise

$$x(t) = x^0 \exp\left\{\int_{t_0}^t \theta(y(t)) dt\right\} \text{ çözümleri bulunur.}$$

Böylece, (3) sisteminin model fonksiyonu

$$x(t) = F(y, x^0, t) = x^0 \exp\left\{\int_{t_0}^t \theta(y(t)) dt\right\} \text{ olur.}$$

F model fonksiyonunun özelliklerine bağlı olarak, herhangi bir dinamik ekosistemdeki matematiksel modeller çeşitli göstergeleri esas alınarak sınıflandırılabilir. Sistemin bilinen her hangi bir fonksiyonuna ve başlangıç koşuluna göre, x_1, \dots, x_n değişkenlerinin her hangi bir t anındaki değerlerinin belirlenmesine imkan veren F 'in tanımlanabilir analitik ifadesi analitik model olarak tanımlanmaktadır. bulunabilir Analitik modellerin sistemin incelenmesini ve uygulanmaları kolaylaştıran özelliklerine rağmen, çoğu durumlarda F fonksiyonunun analitik ifadesini tanımlamak zor, hatta bazen imkansız olmaktadır. Dinamik modellerde, F 'in analitik ifadesi ekosistem değişkenlerinin ve zamana bağlı olarak gelişen faktörlerin özelliklerini ifade etmektedir. Modeli dinamik hale getirmek için, önceden ekosistemin belirgin olan dinamik özelliklerini ve parametrelerini tanımlamak gerekir.

Ekosisteme ait detaylı bilgilerin olmamasına veya yetersizliğine rağmen, onun incelenmesinin gerekli olması durumunda varsayımlarda bulunarak hipotetik modeller oluşturulur. Hipotetik model sonuçlarının uygulanması varsayımların geçerliliği koşuluna bağlıdır.

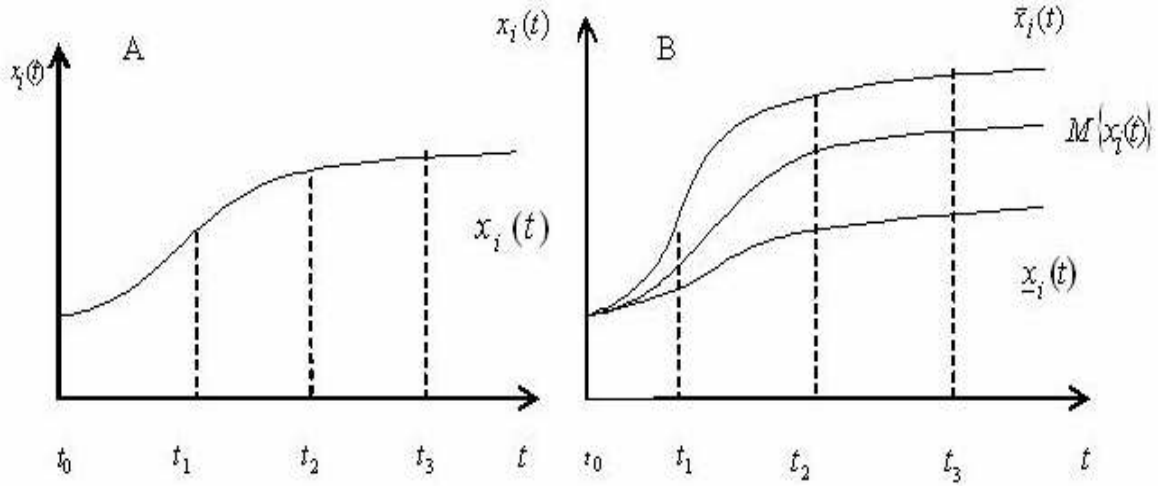
Ampirik modellerde incelenen ekosistemin parametrelerine etki eden faktörler ve ekosistemdeki değişimler deneysel olarak belirlenerek, sistemin yapısı matematiksel eşitliklerle ifade edilir. Bu modeller sistemdeki değişimin derecesini, sebep (x_i)-sonuç (y) ilişkisine göre belirlediği için ($y = f(x)$) uygulamada kolay kullanım imkanına sahiptirler. Tarımsal araştırmalarda bu modeller, tarla deneme verilerinin istatistiksel analiz sonuçlarından elde edilir

ve genel olarak deneysel modeller olarak adlandırılırlar (Bayraklı ve ark., 1999; Korkmaz ve ark., 2000).

(1) sisteminde yer alan denklem ve eşitsizlikler çelişki oluşturmadığı ve aynı zamanda çözümü gerçekleştirmek için yeterli bilgileri kapsadığı koşullarda, bu denklemlerin bilgisayarla gerçekleşen sayısal çözümünün algoritmasının bulunması genel olarak mümkündür. Elde edilen algoritmalar ise, F fonksiyonunun bilgisayar programı biçiminde uygulanmasına imkan sağlar. Ekosistemin bilinen her hangi bir fonksiyonuna ve başlangıç koşuluna bağlı olarak, yapılan program yardımıyla, $t_0 \leq t \leq t_N$ aralığında $x_1(t), \dots, x_n(t)$ değişkenlerinin belirlenmesine imkan sağlayan bu tip modeller sayısal veya taklit modeller olarak adlandırılır.

F fonksiyonunun ($x_1(t), \dots, x_n(t)$) yörüngesinin tahmin düzeyine bağlı olarak modeller deterministik ve stokastik olarak tanımlanabilir. Deterministik modeller (Şekil 2, A) değişkenlerin değerlerini bir değerli (hesaplama hatası hassaslığında) olarak belirlemede, tahmin ve yönetim problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır (Frans ve Tornli, 1987; Poluektov, 1991). Böyle modellerde, olasılıklı süreç söz konusu değildir, sabit değerlere yaklaşım esas olmaktadır. Ekosistemde yönetilebilen faktörlerle beraber, yönetilmesi zor veya mümkün olmayan faktörlerde (iklim, hava koşulları v.b.) vardır. Bu durumda, deterministik modellerin ekosistemdeki değişimi ifade etmesi genel olarak mümkün olmamakta ve başka modelle ihtiyaç duyulmaktadır. Stokastik modeller ise her bir x_i değişkeninin mümkün değerleri için, $M\{x_i\}$ - matematiksel beklenti, $\sigma\{x_i\}$ - standart sapma vb. gibi olasılık göstericileri ile nitelendirilen dağılımını ifade etmektedir (Şekil 2, B). Ekosistemin bir veya birkaç faktörünün rast gele değerler olması ve onların belirli bir dağılım kuralı ile verilmesi durumunda, ekosisteme özgü olan bazı belirsizliğin ve yönetimi mümkün olmayan faktörlerin idare olunmasında stokastik modeller daha iyi sonuç vermektedir (Platonov ve Çudnovski, 1984; Ross, 1975; Zaslavskiy ve Poluektov, 1988).

Belirli zaman aralığındaki $x_i(t)$ değişkeninin değişiminin özelliklerine bağlı olarak aralıklı (statik) ve sürekli modeller kullanılmaktadır. Sistemdeki değişimin, aralıklı modellerle belirli $t_0 < t_1 < \dots < t_j < \dots < t_N$ zaman anlarında, sürekli modellerle ise $[t_0, t_N]$ zaman aralığının her hangi t noktasında belirlenmesi mümkündür. Bazı aralıklı modeller bilinen $\Delta t = t_j - t_{j-1}$ küçük zaman aralığında gerçekleşmektedir. Bu durumda Δt 'nin aralıklar biçiminde gösterilmesi için, tüm modelin yeniden yapılandırılması gerekir. Örneğin, sürekli ve ancak yılda bir değişen populasyon modellerinde $\Delta t = 1$ kabul edilmektedir.



Şekil 2. $x_i(t)$ değişken dinamiğinin bir değerli (A) ve stokastik (B) modeli.

Bir değerli model her hangi bir t anında $x_i(t)$ değişkeninin tek değerini ifade etmektedir. Stokastik model ise $x_i(t)$ değişkeninin değerlerini ve onun dağılımlarını ($M\{x_i(t)\}$ matematiksel beklenti, $\sigma\{x_i(t)\}$ standart sapma vb. istatistik göstericiler) $[x_i(t), \bar{x}_i(t)]$ aralığında göstermektedir.

Vejetasyon döneminde bitkinin büyüme sürecinin çeşitli fazlarına ait değerler arasında yapılmış model statik olup, ancak aynı dönemdeki tahminde kullanılabilir. Bu modellerden farklı olarak, Δt zamanının sınırsız olarak azalması (bilgisayar kullanımı sınırında) söz konusu olan aralıklı modeller, zamana bağlı olan değişimin detaylı ifadesi sonucunda sürekli modellere yaklaşmaktadır. Özel olarak bu tür modeller, diferansiyel denklemlerin yaklaşık sayısal çözümü sürecinde incelenen sistemin sürekli ifadesinin aralıklar biçiminde gösterilmesi sonucunda elde edilir.

Ekosistemin uzaysal karakterini ifade edebilmesi matematiksel modellerin önemli özelliklerindedir. Ekosistemin uzaysal incelenmemesi durumunda, yani ekosistemdeki değişimi ancak zamana bağlı $x_i(t)$, $i = 1, \dots, n$, değişkeni ile ifade eden bir boyutlu (düzlemsel) veya noktasal modellerden farklı olarak; çok boyutlu (uzaysal) modellerde x_i değişkeni hem zamana hem de uzay koordinatlarına (bir veya bir kaçına) bağlıdır. Örneğin, toprak sıcaklığının modellenmesinde günlük ortalama sıcaklık değerinin ($^{\circ}\text{C}/\text{gün}$) değişken olarak kabul edilmesi mümkündür. Bu durumda bir boyutlu model $x_i = x_i(t)$ biçiminde olur. Derinlik (z eksen) boyunca heterojenlik göz önüne alındığında, $x_i = x_i(z, t)$ şeklinde çok değişkenli model elde edilir. Sıcaklığın yüzey ve derinlik değerlerine göre $x_i = x_i(y, z, t)$ modeli, uzaysal koordinatlara göre ise $x_i = x_i(x, y, z, t)$ biçiminde uzaysal modeli elde edilir.

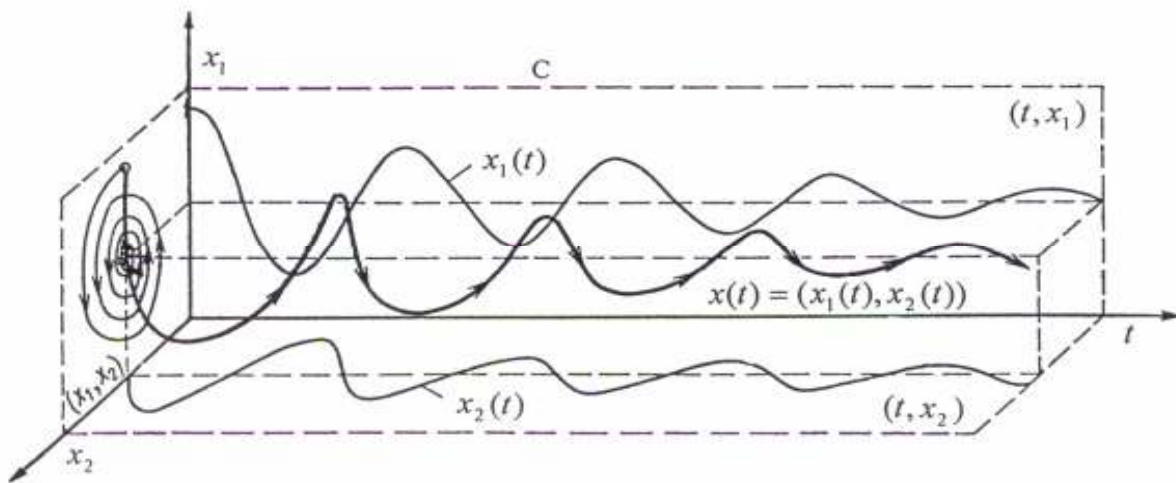
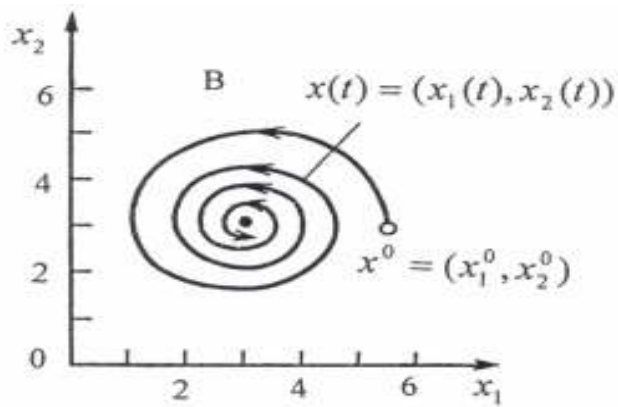
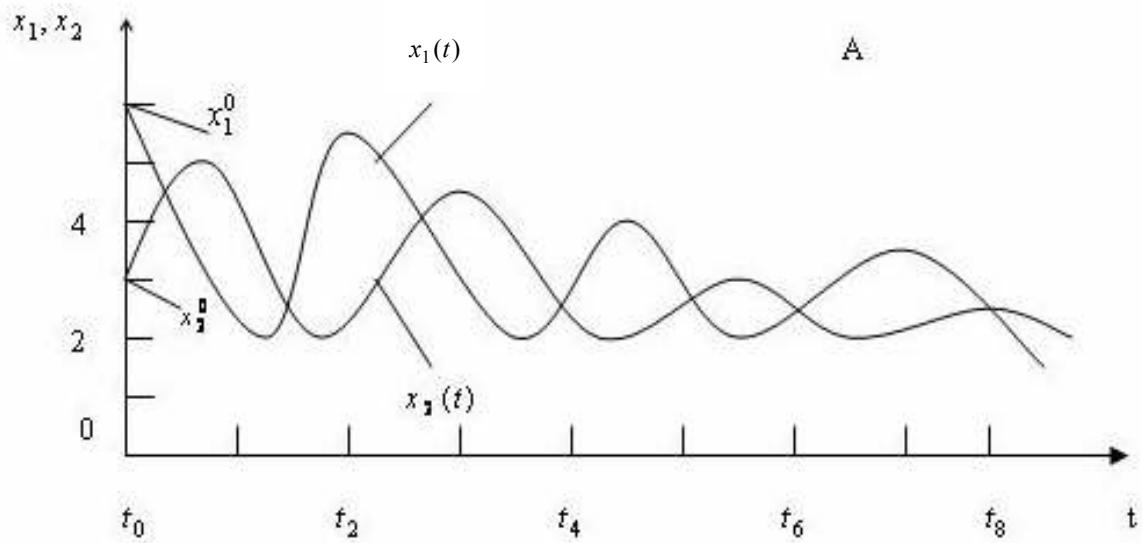
Modelleme yöntemi sonuçlarının zamana bağlı ve fazlı tanımlama gibi bazı gözlem yöntemleri ile gösterilmesi mümkündür. Zamana bağlı olan tanımlama yönteminde, $x_i(t)$ değişkeninin başlangıç

ve zamana bağlı olarak değişen değerleri çizelge veya eğriler yardımıyla gösterilmektedir (Şekil 3, A). Bu yöntemin tüm avantajlarına rağmen, değişkenler arasındaki karşılıklı ilişkileri her zaman (özellikle değişkenlerin sayısı fazla olduğunda) açık biçimde ifade etmemektedir. Bu nedenle, bazı durumlarda bu yöntemle ilave olarak, sistemin uzaysal ($n = 2$ veya 3 olduğunda) yörüngesinin grafiğinden veya $n > 3$ olduğunda farklı koordinat çiftlerinden oluşan bu yörüngenin (x_i, x_j) koordinat düzlemindeki izdüşümünden oluşan fazlı tanımlama yöntemi kullanılmaktadır (Şekil 3, B). Başlangıç değer yörünge yönündeki hareketinin bağlı olduğu zaman, fazlı tanımlama yönteminde kapalı şekilde ifade edilmektedir. Modelleme sonuçlarına bağlı olarak, iki boyutlu uzay düzleminde gösterilen zamana bağlı ve fazlı tanımlama eğrilerinin (yöntemlerin oransal ifadesinin) tek uzay koordinat sisteminde de gösterilmesi mümkündür (Şekil 3, C).

2.2. Modelleme Yönteminde Gerekli Aşamalar

Araştırmanın amacına uygun olarak sistemli yaklaşımın modelleme yönteminde araştırılacak konunun ileri sürülmesi, kavramlaştırma, özelleştirme (spesifikleştirme), gözlem, tespit, kontrol, inceleme, optimizasyon gibi aşamaların yapılması gerekmektedir. Araştırılacak konunun ileri sürülmesinde, problemin incelenmesine imkan sağlayan önemli özellikler ve süreçler belirlenmekte ve sistemleştirilmektedir.

Kavramlaştırma aşaması, incelenen sisteme ait bilinen bilgilerin ve düşüncelerin yeterli derecede tam ve mantıksal olarak çelişki oluşturmayan kavramsal modeller biçiminde özetlenmesini kapsamaktadır. İleri sürülen problemin çözümüne ve araştırmanın sürdürülmesine imkan sağlayan verilerin toplanması,



Şekil 3. Matematiksel modelleme sonuçlarının zamana bağlı (A), fazlı tanımlama (B) gözlem yöntemlerinin ve bu yöntemlerin oransal ifadesinin iki boyutlu uzay düzlemindeki (C) eğrileri

araştırılan sistemin bileşiminin, yapısının, bazı işleme sürecinin (dış faktörlerin hareketine bağlı olarak, sistemin bileşenlerinin özelliklerinin değişme süreci ve dahili bileşenler arasındaki karşılıklı etki) kavramsal modeldeki yerinin açıklanması da bu aşamada gerçekleşmektedir.

Özelleştirme aşaması, yapılacak $S = S(X, Y, Z, F)$ modelinin $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ ve $Y = \{y_1, \dots, y_n\}$ değişkenler kümesinin elemanlarının belirlenmesi, $S^0 = S^0(X^0, Y^0, Z^0, F^0)$ orijinal sistemini $S = S(X, Y, Z, F)$ modeline dönüştüren f modelleme fonksiyonunun oluşturulması (mümkün derecede kesin ve bir değerli) süreçlerini içermektedir. Özel olarak, ekosistemin ve çevreyici (dış) ortamın ölçülebilir özelliklerinin $x_i (i = 1, \dots, n)$ ve $y_j (j = 1, \dots, k)$ değişkenleri ile karşılaştırılmasında kullanılan yöntem ve ölçü birimleri özelleştirme aşamasında gösterilmektedir.

Özelleştirme sonuçlarına ve yapılan kavramsal modellerdeki genel bilgilere göre, ekosistemin ve çevreyici ortamın (öncelikle x_i ve y_j değişkenlerine uygun olan özellikleri) araştırılan özelliklerinin değişimi üzerinde tarla gözlemlerinin yapılması gerekmektedir. Elde edilen gözlem sonuçları sonraki aşamalarda (tespit, modelin kontrolü ve incelenmesi) kullanılmaktadır.

Tespit aşamasında modelin $Z = \{Z_1, \dots, Z_r\}$ yapısını ifade eden, spesifikleştirilmiş $x_i (i = 1, \dots, n)$ ve $y_j (j = 1, \dots, k)$ değişkenleri arasında $Z_s(x_1, \dots, x_n, y_1, \dots, y_k) (s = 1, \dots, r)$ matematiksel ifadesi bulunmaktadır. Özel olarak, ekosistemin daha yaygın kullanılan n değişkenli dinamik modelleri, her bir $x_i (i = 1, \dots, n)$ değişkeninin zamana bağlı değişimini ifade eden n sayıda diferansiyel (sürekli) veya fark (aralıklı) denklemlerinden oluşmaktadır. Bu durumda, $(r - n)$ sayıdaki ifadeler ise $(r - Z\{Z_1, \dots, Z_r\})$ kümesinin toplam eleman sayısıdır) yardımcı matematiksel ifadeler olup, değişim denklemlerinin çeşitli terimlerinin ifadelerinde veya denklemlerin çözümüne ilave edilen yardımcı ve sınır koşullarının formüle edilmesinde kullanılmaktadır. Model değişkenlerinin karşılıklı ilişkisinin özelliklerine ait çeşitli hipotezlerin kontrol edilmesi veya bu ilişkilerin ifadesindeki gerekli parametreleri belirlemek için, tespit aşamasında genel olarak tarla veya laboratuvar denemelerine ihtiyaç duyulur.

Modelin uygulanması aşamasında, $F = \{F_1, \dots, F_n\}$ değişim kuralının $x_i(t) = F_i(y_1, \dots, y_k, x_1^0, \dots, x_n^0, t)$ ifadesinin yapılması gerekmektedir. Bu ise $y_j(t), j = 1, \dots, k$ değişkenlerine $x_i(t_0) = x_i^0, i = 1, \dots, n$ başlangıç değerlerine bağlı olarak, $t_0 \leq t \leq t_N$ zaman aralığında $x_i(t)$ değişkeninin belirlenmesine imkan sağlar. F fonksiyonunun analitik ifadesinin

belirlenmesi zor olduğundan, uygulama sürecinde çoğu durumlarda bilgisayar programları kullanılmaktadır. Bu aşamanın gerçekleşmesi, ekoloji, programlama, uygulamalı matematik gibi alanların birlikte uygulanması ile mümkündür.

Modelin kontrolünde orijinal sistemin araştırılan özelliklerinin, model yardımıyla hangi düzeyde ifade edildiği incelenir. Model sonuçlarının gözlem ve deneme değerleri ile karşılaştırılmasına ve modellenen sistemin hipotezinin, tahmininin, optimizasyonunun, idare edilmesinin kontrolünde modelin pratik uygulamasının araç gibi kullanılması denemelerine bağlı olarak, modelin uygulanabilirliğine karar verilir. Aynı zamanda, modelin uygulanabilirliğinin kontrol edilmesi için gerekli olan ön bilgiler, modelin yapılması sürecinde de gerekli olmaktadır.

Genel olarak dinamik modellerin kontrol edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Cyert, 1966; Wright, 1972; Keulen, 1975a, 1976; Ekberli, 2006; Kara ve ark., 2008). Modelin $x_i(t), i = 1, \dots, n$ değişkeninin $t_0 \leq t \leq t_N$ zaman aralığında hesaplanan değerlerine göre elde edilen eğrisinin, bu periyotta sistemin gözlem değerlerinden oluşan sürekli $x_i^*(t), i = 1, \dots, n$ ergisi veya $t_0 < t_1 < \dots < t_N$ ardışık zaman aralıklarındaki aralıklı gözlem değerleri ile karşılaştırılması öncelikli problemlerdendir. Yapılacak modelin geçerliliği sadece uygun zamanda hesaplanan değerlerin ampirik verilerle iyi örtüşmesine bağlı olmayıp, aynı zamanda modelin uygulanabilirliğinin başka yönlerinin (yeni verilerin eklenmesi ve çıkarılması, verilerin değiştirilmesi, modelin benzer çeşitli sistemlere uygulanması vb.) kontrolüyle de ilişkilidir. Örtüşme düzeyinin nicel olarak değerlendirilmesinde çeşitli sayısal kriterler ve istatistiksel değerlendirmeler kullanılmaktadır. Genel olarak modelin ilk kontrolünde bazı değişkenlere ait model ve deneme sonuçlarının örtüşmemesi mümkündür. Bu eksikliğin giderilmesi için, modelin tespit aşamasındaki bazı değişkenler arasında ifadelerin hassaslaştırılması veya yeniden oluşturulması gerekir. Bu işlemler model ve deneme sonuçları örtüşünceye kadar, yani benzerlik kriterleri sağlanana kadar tekrarlanmalıdır.

Modelleme ve deneme sonuçlarının noktasal karşılaştırılmasından başka, ampirik verilerin yeterli düzeyde sıkı (veya sürekli) olan seri biçiminde olması durumunda, benzerliğin değerlendirilmesi modelin ampirik eğrisinin a) uçdeğer noktalarının sayısı b) zamana bağlı olarak uçdeğer noktalarının dağılımı c) uçdeğer noktalarındaki değişimin yönü ç) aynı zaman aralığında amplitüt titreşimi d) değişkenlerin ortalama değerleri e) çeşitli değişkenler için uçdeğer noktalarının aynı zamanda oluşumu gibi özellikleri yansıtabilmesiyle mümkündür.

Bir değerli modellerden farklı olarak, stokastik modellerin benzerliğinin değerlendirilmesinde ise model ve deneme değerlerinin dağılımının matematiksel bekleme, varyans, dağılım gibi olasılık parametrelerinin de belirlenmesi gerekir.

Tarımsal işlemler (sulama, yıkama, gübreleme, bitki çeşidinin değişimi vb.) sonucunda ekosistem değişkenlerinin değişiminin model tarafından iyi ifade edilmemesi durumunda, modelin bileşenlerinin, yapısının, fonksiyonunun yeniden incelenmesi gerekir. Genel olarak, kavramsal modelin yeterli düzeyde güvenli, kullanılan benzerlik kriterlerinin gerçek olması durumunda, yapılan modelin sonraki inceleme aşamalarının gerçekleştirilmesi gereklidir.

$x_i(t), i = 1, \dots, n, t_0 \leq t \leq t_N$ yörüngesinin, modelin durumunu (varlık ve teklük, kısıtlar, periyodiklik, dayanıklılık vb.) ifade edebilmesinin genel özellikleri modelin incelenmesi aşamasında yapılmaktadır. Yani çözüm ile, (x_1^0, \dots, x_n^0) başlangıç durum, modelin yapısı (Z_r) ve $y_1(t), \dots, y_k(t), t_0 \leq t \leq t_N$ parametreler arasındaki ilişkiler incelenmelidir. Model yörüngesinin genel özelliklerinin ifadesinde klasik matematik yöntemlerden (diferansiyel veya fark denklemleri teorisi) kullanılmasına rağmen, önemli problemlerin çözümünde "hassasiyet analizi" (dinamik modellerin incelenmesinde bilgisayarla gerçekleşen yöntemlerin uygulama sonuçları) kullanılmaktadır. Başlangıç koşullarının, değişkenler arasındaki ilişkilerin, dış faktörlerin modele olan etki düzeyi hassasiyet analizi sonuçlarına göre belirlenmektedir. Bu ise gözlem ve deneme döneminde parametrelerin hangisinin daha kesin veya yaklaşık değerlendirilmesi gerektiğine olanak sağlamaktadır.

Ekosistemin $X_n(t), Y_k(t), Z_r(t)$ vb. önemli parametrelerinin değerlendirilmesi ve düzenlenmesi sonucunda, model yardımıyla ekosistemin optimizasyonu, tahmini ve idare edilmesi modelleme yönteminin son aşamasını oluşturmaktadır.

3. VERİMLİLİK VE BİTKİ BÜYÜME MODELLERİ

Yüksek verim almak ve üründen sonrada bu verimi korumak için, toprakların verimlilik faktörlerinin sistemleştirilmesi, toprak verimliliğinin matematiksel modelinin yapılması gerekmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından toprak ekosistemine ait verimliliğin tam bir sistem gibi kabul edilmemesi, verimlilik modelinin yapılmasında bazı zorluklar yaratmaktadır. Uzmanlar tarafından, araştırmaların amacına uygun olarak farklı verimlilik modelleri kullanılmaktadır. Verimlilik modelinde bitki çeşidi ve elde edilen ürün gibi faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu faktörlerin dikkate alınması model parametrelerinin belirlenmesinde efektif yöntemlerin kullanılmasına imkan vermektedir. Birçok araştırmacı tarafından teorik bilgiler dikkate alınarak verimlilik modelleri (Wright, 1971; Keulen ve Wolf, 1986; Aparin, 1988; van Diepen ve ark., 1989; Keulen ve Diepen, 1990) uygulanmıştır.

Araştırılan objenin önemli özelliklerini ifade eden, sade matematiksel ilişkilerin oluşturulmasına imkan sağlayan belli parametrelerin az sayıda seçilmesi, model yapılmasının temel prensiplerindedir.

Parametrelerin toplam sayısının fazla (>15-20) olması, yapılan dinamik modellerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Objenin belli özelliklerini ifade eden, karşılıklı korelatif ilişkide olan parametrelerin bir veya birkaçının tayin edilmesi, genel olarak diğer parametreler grubunu da karakterize etmek için yeterli olmaktadır. Kuzneçova'ya (1979) göre, toprağın özgül ağırlığı ve strüktür durumu, onun fiziksel özelliklerini detaylı olarak ifade edebilmektedir.

Toprak tipine bağlı olarak, vejetasyon döneminde bitkinin normal gelişimine ve yüksek ürün elde edilmesine imkan sağlayan optimum parametrelerin bulunması iyi verimlilik modellerinin yapılmasının gerekli koşullarından biridir. Toprak özelliklerinin gerçek ve optimum parametrelerinin karşılaştırılması, toprak işleminde uygulanan gerekli yöntemlerin ve buna sarf edilen masrafların belirlenmesine de imkan sağlamaktadır.

Verimlilik modelinin uygulandığı arazinin seçiminde, toprak tipinin ve tarım bitkilerinin arazi için özgün olması, uygulanan teknolojinin dikkate alınması, çeşitli bitkilerin kök derinliğinin belirlenmesi modellemenin gerekli şartlarından (Clayden, 1984; Keulen, Wolf, 1986; Rachhpal-Singh ve Kirk, 1993).

Uygulamaya yönelik, verimliliği ve verimliliğe etki yapan parametreleri ifade edebilen az parametrelilik (basit) modeller genel olarak lineer ($y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$, burada y - bağımlı, x_i - bağımsız ekosistem faktörleri, a_i - sayısal katsayılar); parabolik

$$(y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + \dots + a_{mm}x_m^2 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + \dots + a_{1n}x_1x_n + \dots)$$
 burada x_ix_j - parametrelerin çarpımları, a_{ij} - çarpım katsayıları; i, j - kullanılan parametrelerin sayısıdır); kuvvet

$$(y = Ax_1^{b_1}x_2^{b_2}\dots x_n^{b_n} = A \prod_{i=1}^n x_i^{b_i})$$
, burada

$b_i - i$ parametresinin üssü olup, pozitif veya negatif olarak tam veya kesir olabilir; A - katsayıdır); üstel

$$(y = a_1^{b_1x_1}a_2^{b_2x_2}\dots a_n^{b_nx_n} = \prod_{i=1}^n a_i^{b_ix_i});$$

doğrusallaştırılması kolay ve üstel ilişkinin özel durumunu gösteren eksponensial

$$(y = e^{f(x_1, \dots, x_n)} = \exp[f(x_1, \dots, x_n)]$$
, burada $f(x_i) - x_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) özelliğinin herhangi bir fonksiyonudur); fonksiyonlar çarpımı

$$(y = cf_1(x_1)f_2(x_2)\dots f_n(x_n) = c \prod_{i=1}^n f_i(x_i)$$
 (c - katsayı);

eğrisi S' ye benzer olan lojistik ($y = \frac{N}{1 + 10^{a+bt}} + C$,

burada t -özelliğinin başlangıç değeri (C) ile maksimum değeri (N) arasındaki zaman, a, b - lojistik eğrisinin özelliğini belirleyen katsayılar)

biçiminde yapılmaktadır (Keulen, 1975b; Aleşin ve Brejnev, 1980; Claus ve Mühle, 1989; Pachepsky ve ark., 1996; Pachepsky ve Rawls, 2003; Nemes ve ark., 2005; Ekberli ve ark., 2005; Ekberli ve Kerimova, 2005; Gülser ve ark., 2007).

Sistem sınırlarının belirlenmesi bitki büyüme modellerinin oluşturulması ve model sonuçlarının incelenen sistemi iyi ifade edebilmesi bakımından da önemlidir. İdeal sistem sınırlarının belirlenmesinde, dış ortamın sistemdeki süreçlere etki yapması ve sistemin ise dış ortamla aktif ilişkide olmaması koşulunun sağlanması gerekir. Sistemin oluşturulması araştırmanın amacına bağlıdır. Bitki veya ekim sistemlerinde dış ortam; bitki büyümesi ve ürün için hava koşulları, zararlılar, ürün fiyatı gibi faktörlerden oluşmaktadır. Bazı durumlarda sistemin sınırları kolayca belirlenebilirken, bazı hallerde ise sistem ile aktif ilişkide olmayan ikincil parametrelerin göz önüne alınmasının gerekliliği sınırların belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Sistem sınırlarının oluşturulması, sistemli yaklaşım kapsamında incelenmektedir. Böylece sistemin oluşturulmasında araştırmanın amacının ve sistemin sınırlarının belirlenmesi, sonra ise sistemi oluşturan önemli parametrelerin incelenmesi gerekmektedir. Örneğin, sulanan verimli topraklarda yetiştirilen bitkilerden ürün elde edilmesi sürecine sistem gibi bakılması mümkün olup, sistemde bir biri ile karşılıklı ilişkide olan CO₂ asimilasyonu, büyüme, solunum, gelişim gibi süreçler gerçekleşmektedir. Bu fizyolojik süreçlerin hızı hava koşullarına önemli derecede bağlı olup, bitki büyümesinin havaya aktif etkisi ise önemli düzeyde olmamaktadır. Buna göre, sistemin sınırlarını belirlenmesinde, fizyolojik ve meteorolojik süreçlerin bir birinden ayrılması mümkündür. Sera koşullarında bitki büyüme süreci havanın rutubetine, sıcaklığa, çevreyici ortamın CO₂ konsantrasyonuna aktif etki yapmakta, hava koşulu ise sistemin bir parçası olmaktadır. Buna göre, araştırmanın amacı ile ilişkisi olmayan değişimlerin etkisi ile sistemin sınırlarının değişmesi mümkün olmaktadır.

Wit ve Penning de Vries (1982), yabani ve kültür bitkilerine ait aile sınıflarının sınırlandırılmasının basit ve pratik tayinini göstererek, kültür bitkilerinin azalan yönde dört farklı verimlilik düzeyini ve bu düzeylerde bitki büyümesine önemli etki yapan faktörleri göstermişlerdir. Verimlilik düzeylerini iklim koşulları ve toprak özelliklerini göz önüne alarak yapmışlardır. Her bir düzey için bitkinin kuru kütlesi, fotosentetik hücrelerin yüzey alanı, CO₂ asimilasyonu, transpirasyon, solunum, büyüme, yaprak alanlarının gelişimi, toprak rutubeti, toprak ve bitkinin su bilançosu, buharlaşma, drenaj ve yüzey akımı, topraktaki ısı bilançosu, topraktaki azot noksanlığı, topraktaki ve bitkideki çeşitli azot bileşenleri, azotun toprak-bitki sistemindeki dönüşümleri, topraktaki fosfor noksanlığı, toprak ve bitkideki fosfor ve başka mineral maddelerin miktarı ve dönüşüm süreçleri gibi etkili veya az etkili olan uygun parametrelerden bazılarını belirtmişlerdir. İklim koşulları ve toprak

özellikleri dikkate alınarak, verimlilik düzeylerinin oluşturulmasında yukarıda belirtilen faktörlerin etkilerinin öncelik sırasına göre bazıları asıl diğerleri ise ilave parametreler olarak seçilmiştir.

Oluşturulan verimlilik düzeylerinin her hangi biri aslında gerçek bir sistemle tam olarak örtüşmeyebilir. Ancak, araştırmanın amacı ve deneme koşulları dikkate alındığında yukarıdaki düzeylerden her hangi birine dayanarak araştırma da sadeleştirilebilir.

Bitki büyüme ve verimlilik modellerini birincil, ayrıntılı ve özet modeller olarak sınıflandırmak mümkündür.

Birincil modeller basit olup, deneysel verilere ve çeşitli hipotezlere dayanarak yapılmaktadır. Genel olarak bu modellerin tahmin problemlerinde kullanımı iyi sonuçlar vermemektedir. Ayrıntılı modeller birincil modellerin daha da geliştirilmiş biçimi olup, birinci ve ikinci verimlilik düzeylerine bağlı olarak yapılır, sistemin önemli değişkenlerini kapsayarak tahmin problemlerinde kullanılmaktadır. Özet modellerin pratik ve bilimsel olarak daha da elverişli olması için genelleştirilmesi sonucunda genel modeller elde edilmektedir. Genelleştirme düzeyi modelin gelecekteki uygulama alanı, zorluluk derecesi vb. gibi faktörlere bağlı olup, uzman olmayanlar tarafında kullanışlı olacak biçimde sadeleştirilmelidir. Genelleştirme sırasında modelin gerçek uygulama sınırlarının belirlenmesi önemlidir. Ayrıntılı model hakkında detaylı bilgiye sahip araştırmacı tarafından, modelin hangi yönde ve hangi derecede genelleştirilmesi, potansiyel uygulamacı ile ilişkinin belirlenmesi gerekmektedir (Rees ve Thornley, 1973; Penning de Vries ve van Laar, 1986; Şaylan ve Eitzinger, 1996; Topçu, 1996; Topçu ve Beyturan, 1999; Uzun ve Çelik, 1999; Köksal ve Kanber, 2003).

4. TEMEL KÜTLE TAŞINIM MODELLERİ

Her hangi bir ortamda kütle taşınımı modelleri teorik modeller kapsamına girmektedir. Ekosistemin fiziksel, kimyasal, biyolojik faaliyetleri ve bunların işleme mekanizmalarının detaylı bir şekilde belirli olması durumunda elde edilen ve ekosistemi ifade edebilen matematiksel ilişkiler teorik modelleri oluşturmaktadır. Ekosisteme etki yapan dış faktörlerin ve dahili parametrelerin karşılıklı ilişkileri sonucunda, ekosistemde meydana çıkan değişimlerin incelenmesi, tahmin ve idare etme imkanlarının araştırılması teorik modeller yardımıyla mümkündür. "Su-toprak-bitki örtüsü-atmosfer" ekosisteminin yapılan teorik modelleri, bu sistemde meydana çıkan önemli süreçleri (besin maddelerinin dönüşümü ve bitki tarafından tutulması, su-tuz ve ısı değişimi, biyokimyasal tepkimelerin yönü, vejetasyon döneminde bitkinin büyümesi vb.), aynı zamanda ürün oluşumuna etki eden başka olayları detaylı bir şekilde ifade edebilir (Nerpin ve Çudnovski, 1975; Şatilov ve Çudnovski, 1980; Mikailov ve Azizov, 1981; Azizov ve Mamedov, 1986; Pachepsky, 1990; Mikayiov ve Ekberov, 1999; Mikailov ve Pachepsky, 2003; Nobuo

ve ark., 2003; Bosatta ve Agren, 1995). Kütle taşınım modelleri, genel olarak temel difüzyon denkleminin bağlı olarak yapılmaktadır. Ortamdaki zerreciklerin mesafe (x) ve zamana (t) bağlı, $\rho(x,t)$

konsantrasyonu için bir boyutlu difüzyon denklemi

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2} \quad (7) \text{ (burada, } D \text{ - difüzyon}$$

katsayısıdır, cm^2/s) biçimindedir. Benzer difüzyon süreçlerinin modellenmesinde de (7) denkleminin yararlanılmaktadır. Örneğin, doğrusal homojen ortamın x noktasında ve t zamanında sıcaklığı $T = T(x,t)$ olduğunda, Q ısı enerjisinin yoğunluğu $\rho_Q = c\rho_0 T$ (burada, ρ_0 - ortamın lineer özgül ağırlığı, c - ısı kapasitesi katsayısı olup, T 'in küçük değişiminde sabit kabul edilebilmektedir) olur. Fourier kuralına göre, ortamdaki ısı akımı $q_Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}$

(burada, λ - sabit kabul edilebilen ısı iletkenliği katsayısıdır) olduğundan, ısı enerjisi için bir boyutlu süreklilik denklemi $\frac{\partial}{\partial x} \left(-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial t} (c\rho_0 T) = 0$

$$\text{veya} \quad \frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (\text{burada, } a = \frac{\lambda}{c\rho_0} \text{ - sıcaklık}$$

iletkenlik katsayısı (difüzivite) veya ısısal yayımdır) biçimindedir (Gülser ve Ekberli, 2002, 2004; Antonopoulos, 2006, Ekberli, 2006). Araştırmanın amacına uygun olarak, iki ve üç boyutlu difüzyon denklemleri de yapılmaktadır (Luikov, 1975; Li ve ark., 2005; Ekberli, 2006; Santos ve Mendes, 2006; Badescu, 2007).

Heterojen ortamda katıların hareketini ifade eden teorik modeller de difüzyon denkleminin benzer olup, bu grup modeller jeokimyasal ve hidrodinamik yöntem ve prensiplere dayanarak elde edilirler. Bu yöntem ilk olarak Lapidus ve Amundson (1952) ve Verigin (1953) tarafından geliştirilmiş ve çağdaş toprak biliminde (örneğin, tuzlu toprakların ıslahı için gerekli su miktarının ve yıkama zamanının belirlenmesi ve yıkamadan sonraki devirde tuz konsantrasyonunun tahmini; toprakların kirlenme derecesinin ve kirleticilerin toprak profilindeki konsantrasyonundaki değişimin tahmini vb. yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (van Genuchten ve ark, 1977; Li ve ark., 1994; Verigin ve ark., 1986; Mikayilov ve ark, 2002; Mikayilov, 2007).

Lapidus ve Amundson'a (1952) göre, doymuş koşullara sahip her hangi bir gözenekli heterojen ortamda (toprakta) çözeltinin hareketini ifade eden matematiksel modelin kısmi türevli diferansiyel denklemi (veya konvektif difüzyon denklemi) aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v \frac{\partial C}{\partial x} \quad (8)$$

Burada, R - gecikme faktörü (veya toprağın katı fazı ile aktif gözeneklerde bulunan çözelti arasındaki lineer adsorpsiyon katsayısı); C - çözeltinin konsantrasyonu (ML^{-3}); D - difüzyon katsayısı (L^2T^{-1}); t - zaman (T); v - gözeneklerdeki suyun ortalama akış hızı (LT^{-1}); x - mesafedir (L). $R = 1 + (\rho K_D)\theta^{-1}$ olup, ρ - toprağın hacim ağırlığı (ML^{-3}); $K_D = SC^{-1}$ - dağılım katsayısı; S - adsorbe edilen konsantrasyon (MM^{-1}) ve θ - toprağın hacimsel su içeriği (L^3L^{-3}) olmaktadır.

(8) denkleminin başlangıç ve sınır koşulları

$$\begin{aligned} C &= 0 & x &\geq 0 & t &= 0 \\ \frac{\partial C}{\partial x} &= 0 & x &\rightarrow \infty & t &> 0 \\ C &= C_0 & x &= 0 & 0 < t < t_0 \\ C &= 0 & x &= 0 & t &> t_0 \end{aligned}$$

gibi olup, denklemin bu koşullara bağlı çözümü (Lapidus ve Amundson, 1952) aşağıdaki biçimdedir:

$$\begin{aligned} \frac{C(x,t)}{C_0} &= 0.5 \operatorname{erfc} \left[\frac{Rx - vt}{\sqrt{4DRt}} \right] - 0.5 \exp \left(\frac{vx}{D} \right) \operatorname{erfc} \left[\frac{Rx + v}{\sqrt{4DR}} \right] \\ &+ 0.5 \operatorname{erfc} \left[\frac{Rx - v(t - t_0)}{\sqrt{4DR(t - t_0)}} \right] \\ &- 0.5 \exp \left(\frac{vx}{D} \right) \operatorname{erfc} \left[\frac{Rx + v(t - t_0)}{\sqrt{4DR(t - t_0)}} \right] \quad (9) \end{aligned}$$

Burada, C_0 - giriş sınırındaki çözelti konsantrasyonu;

$$\operatorname{erfc}(u) = 1 - \operatorname{erf}(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_u^\infty e^{-u^2} du \text{ - değerleri detaylı}$$

biçimde tablolaştırılmış Gauss veya Kramp fonksiyonudur (Lıkov, 1948).

Araştırmanın amacına uygun olarak, (9) çözümünün daha da sadeleştirilmesi, çeşitli sınır ve başlangıç koşullarında (8) denkleminin uygulamaya yönelik başka çözümlerinde elde edilmesi mümkündür. (Rao ve ark., 1980; Mikaylov ve Azizov, 1985; Shukla ve ark., 2002; Ekberli, 2006).

5. SONUÇ

Ekosistemi oluşturan elemanların (atmosfer, bitki, toprak vb.) matematiksel modelleri sistemli yaklaşıma göre oluşturulmalıdır. Model çeşidinin (ampirik veya teorik) seçimi, sistem bileşenleri ve değişimlerinin, dış ortamın, sistem bileşenleri arasındaki ilişkilerin özelliklerine bağlı olarak yapılması önemlidir.

Modelleme yöntemindeki gerekli aşamaların (konunun ileri sürülmesi, kavramlaştırma, gözlem, tespit, kontrol, inceleme, optimizasyon) yapılmasında, araştırma koşullarının ve sistemin önemli parametrelerinin göz önüne alınması ve modelin gelecekteki uygulamalarında bu aşamaların tekrarlanması gerekir.

Araştırılan sistemde ölçümü zor parametrelerin varlığı, yüksek maliyet, deneysel çözüm tekniklerinin

azlığı veya zorluğu, parametrelerin çok yavaş veya hızlı değişimi gibi durumlarda teorik modellerin kullanılması daha etkilidir.

Teorik modellerde birçok parametrenin değerlendirilmesi için özel arazi ve laboratuvar denemeleri yapılmalıdır. Araştırma konusuyla ilgili matematiksel modellerde kısmi türevli diferansiyel denklemlerin uygun başlangıç ve sınır koşullarında çözümleri mümkündür. Uygulamaya yönelik modellerin yapılması deneysel ve teorik bilgilere bağlı olduğundan, bu çeşit modellerin yapılmasında farklı disiplinlerin bir araya gelmesi ve bu alanda elde edilen verilerin değerlendirilmesi önemlidir.

6. KAYNAKLAR

- Aleşin, V.D., Brejnev, A.İ., 1980. Prikladnaya model produktivnosti posevov. Naučno-Tehn.Bülleten po Agronom. Fizike, 42: 45-49.
- Antonopoulos, V.Z., 2006. Water movement and heat transfer simulations in a soil under ryegrass. Biosystems Engineering, 95 (1): 127-138.
- Aparin, B.F., 1988. Parametri plodorodiya poçv i sistemi upravleniya. Trudi Poçvennyy İnstitutu im. V.V.Dokuçayeva, vıp. 48. Moskova, s. 12-15.
- Azizov, K.Z., Mamedov, A., A., 1986. Opredeleyeniye znaceniya gidroximiçeskix parametrov, promivnix norm i solevogo rejima poçvogruntov. V kn.: Peredoviyte Metodi Organizacii i Teknologii İnjenernıx İzıskaniy dlya Meliorativnogo Styroitelstva. Sbornik Nauçnix Trudov, Moskova, VO "Soyuzvodproyekt", s. 47-56.
- Badescu, V., 2007. Simple and accurate model for the ground heat exchanger of a passive house. Renewable Energy, 32: 845-855.
- Bayraklı, F., Ekberli, İ.A., Cülser, C., 1999. Azerbaycan Mil Ovası topraklarının verimlilik düzeylerinin Deneysel ve Matematiksel Olarak Değerlendirilmesi. OMÜ Zir.Fak. Dergisi, 14 (2): 138-153.
- Bosatta, E., Agren, G.I., 1995. Theoretical analyses of interactions nitrogen and soil organic matter. European Journal of Soil Science, 46 (49): 109-114.
- Claus, St., Mühle, H., 1989. Ein dynamisches modell der Ertragsbildung winterweizen als entscheidungshilfe für die Züchtung. Arch. Züchtungsforsch., Berlin 19, 4: 283-290.
- Clayden, B., Hollis, J.M. 1984. Criteria for Differentiating Soil Series. Technical. Monograph No. 17. Soil Survey of England and Wales, Harpenden.
- Cyert, R. M., 1966. A description and evaluation of some firm simulations. In Proceedings of the IBM Scientific Computing Symposium on Simulation Models and Gaming (White Plains, N.Y.), IBM, White Plains, N.Y., 3-22.
- Dale, M. B., 1970, Systems analysis and ecology. Ecology, 51 (1): 2-16.
- Santos, G. H., Mendes, N., 2006. Simultaneous heat and moisture transfer in soils combined with building simulation. Energy and Buildings, 38: 303-314.
- Ekberli, İ., 2006. Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı olarak topraktaki ısı taşınımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi 21(2): 179-189.
- Ekberli, İ., 2006. Determination of hydro-chemical parameters of salt transportation in soil by using the solution of convective diffusion equation. J. of Applied Sci. 6(6): 1243-1247.
- Ekberli, İ., 2006. Determination of initial unconditional solution of heat conductivity equation for evaluation of temperature variance in finite soil layer. J. of Applied Sci. 6(7): 1520-1526.
- Ekberli, İ., 2006. Determination of initial unconditional solution of heat conductivity equation for evaluation of temperature variance in finite soil layer. J. Applied Sci., 6(7): 1520-1526.
- Ekberli, İ., Horuz, A., Korkmaz, A., 2005. İklim faktörleri ve farklı azot dozlarının mısır bitkisinde verim ve azot kapsamına etkisi. OMÜ Zir.Fak. Dergisi, 20(1): 12-17.
- Ekberli, İ., Kerimova, E., 2005. Azerbaycan'ın Şirvan bölgesinde sulanan killi bir toprağın bazı fiziksel-kimyasal parametrelerinin değişimi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(3): 54-59.
- Frans, Dj., Tornli, Dj. X.M., 1987. Matematiçeskiye Modeli v Selskom Xozyaystve. Moskova, Agropromizdat.
- Gordon R. Conway, 1977. Mathematical models in applied ecology. Nature, 269: 291-297.
- Gilmanov, T.G., 1978. Mathematical Modelling of Biochemical Cycles in Grass Ecosystems. Moscow State University, Moscow.
- Gülser, C., Candemir, F., İç, S., Demir, Z., 2007. Pedotransfer modellerle ince bünyeli topraklarda dogun hidrolik iletkenliğin tahmini. V. Ulusal Hidroloji Kongresi. Bildiriler Kitabı. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 563-569, 5-7 Eylül 2007, Ankara.
- Gülser, C., Ekberli, İ., 2004. A comparison of estimated and measured diurnal soil temperature through a clay soil depth. J. of Applied Sci. 4(3): 418-423.
- Gülser, C., Ekberli, İ., 2002. Toprak sıcaklığının profil boyunca değişimi. O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 17(3): 43-47.
- Haviland, M.D., 1926. Forest, Stepe and Tundra, studies in animal environment., Cambridge.
- Kara, T., Ersin K., Apan, M., 2008. Using empirical equations to determine appropriate furrow length under field condition. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(2): 220-225.
- Keulen, H. van., 1975a. Evaluation of models. In Ecological Models, with Emphasis on Grassland Models. G. Arnold and C.T. De Wit, eds., Simulation Monographs Pudoc, Wageningen (published: summer 1975).
- Keulen, H. Van., 1975b. Simulation of water use and herbage growth in arid regions. Wageningen, Pudoc.
- Keulen, H. van., 1976. Evaluation of models. In Critical Evaluation of Systems Analysis in Ecosystem Research and Management (Eds. G. W. Arnold and C. T. de Wit), Center for Agriculture Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen, Netherlands, 22-29
- Keulen, H. van, van Diepen, C.A., 1990. Crop growth models and agro-ecological characterization. In: Scaife, A. (ed.): Proceedings of the First Congress of the European Society of Agronomy, CEC, ESA, INRA, session 2:1-16. 5-7 December 1990, Paris.
- Keulen, H. van, Wolf, J., (eds.), 1986. Modelling of agricultural production: weather, soils and crops. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Korkmaz, A., Bayraklı, F., Cülser, C., Ekberli, İ.A., 2000. Bafra ve Çarşamba Ovalarında mısır bitkisinin azotlu ve fosforlu gübre ihtiyacının belirlenmesinde matematiksel modellerin uygulanabilirliği. OMÜ Zir.Fak. Dergisi, 15 (1): 33-40.
- Köksal, H., Kanber, R., 2003. Bitki büyüme modelleri.

- Sulama ve drenaj mühendisliği, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Yayın No: 122, s.188-201.
- Krapivin, V.F., 1993. Mathematical model for global ecological investigations. *Ecological Modelling*, 67 (2-4): 103-127.
- Krapivin, V.F., Svirezhev, Yu.M, Tarko, A.M., 1982. Mathematical modelling of the Global Biosphere Processes. Nauka, Moscow.
- Kuzneçova, İ. V., 1979. O nekotorig kriteriyax oçenki fiziçeskix svoystv poçv.Poçvovedeniye (Sovyet Soil Science), 3: 81-88.
- Lapidus, L., Amundson, N.R., 1952. A descriptive theory of leaching. *Mathematics of adsorption beds. J. Phys. Chem.*, 56: 984 – 988.
- Likov, A.V., 1948. Teploprovodnost Nestaçionarnıx Proçessov. GEİ, Moskova, 216-219.
- Li, L., Barry, D.A., Culligan-Hensley, P.J. and Bajracharya, K., 1994. Mass transfer in soils with local stratification of hydraulic conductivity, *Water Resources Research*, 30(11): 2891-2900.
- Li, X., Zhao, J., Zhou, Q., 2005. Inner heat source model with heat and moisture transfer in soil around the underground heat exchanger. *Applied Thermal Engineering*, 25:1565-1577.
- Luikov, A. V., 1975. Systems of differential equations of heat and mass transfer in capillary-porous bodies (review). *Int. J. Heat and Mass Transfer.*, 18: 1-14
- Mikayilov, F.D., 2007. Determination of salt-transport model parameters for leaching of saturated superficially salted soils. *Eurasian Soil Science*, 40(5):544-554.
- Mikailov, F. D., Azizov, K.Z., 1981. Movement of salts in soils with unstable uniform filtration. *Sovyet Soil Science*, 5: 69-73.
- Mikayilov, F.D., Azizov, K.Z., 1985. Determination of the hydrochemical parameter of dispersion by salts transfer in the course of washing of saline water-saturated soils. *Sovyet Soil Science*, 5: 84-90.
- Mikailov, F.D., Ekberov, İ.A., 1999. Analytical analysis of mass transpiration in heterogenous media. 1ST Turkish World Mathematics Sempodium, Abstracts, 163, 29 June-2 July 1999., Elazığ/Turkey.
- Mikayilov, F., Gulser, C., Bayraklı, F., Ekberov, İ., 2002. Determination of soil pollutants movement by using mathematical models. *Proceedings of the Sixth Baku International Congress "Energy, Ecology, Economy"*, 431-436, May 30-June 3, 2002, Baku / Azerbaijan.
- Mikailov, F.D., Pachepsky, Ya.A., 2003. Analytical solution of the equation of the nonequilibrium solute transport in soil with dual porosity. *Eurasian Soil Sci.* 4: 441-450.
- Nemes, A., Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., 2005. Influence of organic matter on estimation of saturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am.J.*, 69: 1330-1337.
- Nerpin, S.B., Çudnovski, A.F., 1975. Energo-i Massoobmen v Sisteme Rasteniy-Poçva-Vozdux. Leningrad, Gidrometeoizdat.
- Nobuo, T., Mitsuhiro, I., Feike J. L., 2003. Hydrodynamic dispersion in an unsaturated dune sand. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 703-712.
- Pachepsky, Ya.A., 1990. *Mathematical Models of Physico-chemical Processes in Soils.* Nauka, Moscow.
- Pachepsky, Ya.A., Rawls, W.J., 2003. Soil structure and pedotransfer functions. *Europ. J. of Soil Sci.*, 54: 443-451.
- Pachepsky, Y.A., Tilin, D., Varallyay, G., 1996. Artificial neural networks to estimate soil water retention from easily measurable data. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60: 727-733.
- Patten, B. C., 1975a. A reservoir cove ecosystem model. *Transactions of the American Fisheries Society*, 104(3): 596-619.
- Patten, B. C., 1976. "Ecosystem modeling and reservoir management." *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 5: 1-20.
- Patten, B. C., Egloff, D.A., Richardson, T.H., 1975b. Total Ecosystem Model for a cove in Lake Texoma. *Systems Analysis and Simulation Ecology*, Academic Press, Inc. Vol. III, p: 205-421.
- Penning de Vries, F.W.T., van Laar, H.H. (eds), 1986. *Simulation of Plant Growth and Crop Production.* Leningrad, Gidrometeoizdat, s. 32-36.
- Platonov, V.A., Çudnovski, A.F., 1984. Modelirovaniye agrometeorologiceskix usloviy i optimizaçiya agrotexniki (ASU TP v zemledelii). Leningrad, Gidrometeoizdat, p. 280.
- Poletaev, İ.A., 1966. On mathematical models of elementary processes in biogeocenoses. *Problems of Cybernetics*, Nauka, Moscow, 6: 171-190.
- Poluektov R.A., 1991. *Dinamiçeskiye Modeli Agroekosistemi.* Leningrad, Gidrometeoizdat.
- Rachhpal-Singh, Kirk, G.J.D., 1993. A model for predicting the fate of nitrogen fertilizer in lowland ricefields. I.Theory. *Journal of Soil Science*, 44(2): 271-283.
- Rao, P.S.C., Rolston, D.E., Jessup, R.E., Davidson, J.M., 1980. Solute transport in aggregated porous media: Theoretical and experimental evaluation. *Soil Sci.Soc. Am. J.*, 44:1139-1146.
- Rees, A.R., Thornley, J.H.M., 1973. A simulation of tulip growth in the field. *Ann. Bot.*, 37: 121-131.
- Ross, Yu. K., 1975. Matematiceskoye modelirovaniye produkcionnogo proçessa i urojaya.V kn.: *Programmirovaniye Urojayev c.-x. kultur.* Nauçniye Trudı VASXNİL. Moskva, Kolos, 415-427.
- Sezgin, U., Çelik, H., 1999. Leaf area prediction models (Uzçelik-I) for different horticultural plants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(6): 645-650.
- Shelford, V.E., 1913. *Animal Communities in Temperate America.* Chicago, University of Chicago Press.
- Shukla, M.K., Kastanek, F.J., Nielsen, D.R., 2002. Inspectional analysis of convective-dispersion equation and application on measured breakthrough curves. *Soil Sci.Soc. Am. J.*, 66 (4): 1087-1094.
- Smith, F.E., 1970. *Analysis of ecosystems.* In: *Analysis of Temperate Forest Ecosystems* (edited by D. Reichle), New York, Springer-Verlag, 7-18.
- Summerhayes V.S., Elton C.S., 1923. Contributions to the ecology of Spitsbergen and Bear Island. *Journal of Ecology*, 11 (2): 214-286.
- Summerhayes V. S., Elton, C. S., 1928. Further contributions to the ecology of Spitsbergen. *Journal of Ecology*, 6: 193-268.
- Şatılov, İ.S., Çudnovski, A.F., 1980. *Agrofiziçeskiye, Agrometeorologiceskiye Agrotexniçeskiye Osnovı Programmirovaniya Urojaya.* Leningrad, Gidrometeoizdat.
- Şaylan, L., Eitzinger, J., 1996. SIMWASER bitki gelişimi modeli ile soya bitkisinin gelişiminin belirlenmesi, *Kültürteknik Derneği, TOPRAKSU Dergisi*, 5(2): 8-13.
- Topçu, S., 1996. Calibration/Validation of the maize growth simulation model "Cornf" for southern region of Germany. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(2): 99-105.

- Topçu, S., Beyturan, A.N., 1999. "TOMGRO" sera domates büyüme modelinin Çukurova örtüaltı yetiştiriciliği koşullarında test edilmesi. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 23 (Ek Sayı 3): 749-755.
- van Diepen, C.A., Wolf, J., van Keulen, H., Rappoldt, C., 1989. WOFOST: A simulation model of crop production. Soil Use Manage. 5, 16-24.
- van Genuchten, M. Th., Wierenga, P. J, O'conner, G.A., 1977. Mass transfer studies in sorbing porous media: III. Experimental evaluation with 2,4,5-T. Soil Sci.Soc.Am. J. 41:278-285.
- Verigin,N.N., Azizov, K.Z., Mikayyilov, F. D., 1986. On the impact of boundary conditions in simulation experiments on salts transfer in soils during washing. Sovyet Soil Science. 6: 67-73.
- Zaslavskiy, B., G., Poluektov, R.A., 1988. Upravleniye Ekologiçeskimi Sistemami. Moskow, Nauka.
- Watt, K. E. F. 1966. Systems Analysis in. Ecology. New York, Academic Pres.
- Wit, C.T., Penning de Vries, F.W.T., 1982. Lanalyse des systemes de production primaire. In: La Productivite des Paturages Saheliens. Agr. Res. Rep., 918, Pudoc, Wageningen, 20-23.
- Wright, R. D.,1972.Validating dynamic models: An evaluation of tests of predictive power. In: Proc. Summer Computer Simulation Conference. San Diego, California, 1286-1294.
- Wright, A, 1971. Farming systems, models and simulation. In J.B. Dent and J.R. Anderson, eds., Systems Analysis in Agricultural Management, Sydney: Wiley, 17-34.

KİMYASAL MUAMELEYE TABİ TUTULAN BUĞDAY VE ARPA SAMANLARININ RUMENDE PARÇALANABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Leyla TURGUT

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum

Sorumlu Yazar: lturgut@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.06.2008

Kabul Tarihi: 30.10.2008

ÖZET: Amonyak ve üre ile muamele edilen buğday ve arpa samanlarının rumende kuru madde (KM) ve ham protein (HP) parçalanabilirliklerinin naylon torba tekniği ile belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, 2 yaşlı 3 baş rumen kanüllü İvesi koç kullanılmıştır. Yemler (kontrol; 10, 20 ve 30 gün süreyle üre ve amonyak ile muamele edilen saman örnekleri) 16, 24, 48 ve 72 saat süre ile rumende inkübasyona tabi tutulmuştur.

Saman çeşidi, muamele, inkübasyon süresi, muamele x saman çeşidi, saman çeşidi x inkübasyon süresi ve muamele x inkübasyon süresi etkileşimlerine göre KM ve HP parçalanabilirlik değerleri arasındaki farklılıklar çok önemli ($P<0.01$) olmuştur. Amonyak ve üre ile muamele samanların HP içeriklerini arttırmıştır. Arpa samanı buğday samanından daha fazla KM ve HP parçalanabilirlik değerleri göstermiştir. Samanların 30 gün süreyle amonyağa tabi tutulması KM ve HP parçalanabilirliğini arttırmıştır. Bunu sırasıyla, amonyak₁₀ ve amonyak₁₀ muameleleri izlemiştir. Üre sadece HP parçalanabilirliği üzerinde etkili olmuştur.

Kuru madde ve HP parçalanabilirlikleri dikkate alındığında, Doğu Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarında yetiştirilen arpa ve buğday samanının amonyak ile muamele edilmesinin hayvan besleme açısından faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Saman, Kimyasalla Muamele, Parçalanabilirlik, Rumen

THE DETERMINATION OF RUMINAL DEGRADABILITY OF WHEAT AND BARLEY STRAWS CHEMICALLY TREATED

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP) of wheat and barley straws treated with ammonia and urea by using nylon bag technique. Three rumen cannulated Awassi rams, 2 years old, were used in present research. Feeds (control; straw samples of treated with urea and ammonia for 10, 20 and 30 days) were incubated for 16, 24, 48 and 72 hours in rumen.

The differences among the DM and CP degradability values were highly significant ($P<0.01$) according to straw variety, treatment, incubation periods, treatment x straw variety, straw variety x incubation periods and treatment x incubation periods interactions. Treatment with ammonia and urea increased crude protein content of straws. Barley straw had significantly higher degradabilities of DM and CP than that of wheat straw. Straws treated with ammonia for 30 days resulted in significantly an increase in degradabilities of DM and CP. This was followed by straws treated with ammonia₂₀ and ammonia₁₀ respectively. Urea was only effective on degradability of CP.

Considering degradability of DM and CP, it would be beneficial for animal nutrition to treat wheat and barley straw grown in Northeastern Anatolia with ammonia.

Key Words: Straw, Chemical Treatment, Degradability, Rumen

1. GİRİŞ

İyi kalitede kaba yemlerin hem maliyetlerinin yüksek olması hem de kaba yem kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle çoğu Asya ülkesinde ruminant beslemede düşük kalitedeki samanların kullanımına ilgi artmaktadır (Widyastuti vd., 1987). Halen günümüzde arpa ve buğday samanı hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Samanlar vejetasyon dönemini tamamlayan bitkilerin yaprak ve sap kısımlarının kıyılması ile elde edilirler. Ham selüloz bakımından zengin olup (%30-35) bunun da önemli bir bölümü hiç sindirilme özelliği bulunmayan ligninden ibarettir. Protein ve kolay çözünebilen karbonhidrat miktarları hem çok düşük, hem de sindirimi çok zordur. Bu tür yemler, diğer yemlerin sindirimini de kötü yönde etkilerler. Bu nedenle, saman çeşitleri besleme açısından sadece dolgu maddesi bakımından zengin yemler olarak ele alınmalıdır. Çünkü, mekanik

doyumun sağlanmasında katkıda bulunabilirler. Bu yüzden saman ve benzeri düşük kaliteli kaba yemlerin süt sığırları rasyonlarında fazla miktarda kullanılması uygun değildir. Bu tür yemlerin kapsamında bulunan selülozun sindirilme derecesi düşük olup, aynı zamanda enerjinin ve diğer besin maddelerinin sindirimini de olumsuz yönde etkiler (Ergün vd., 2001).

Bu nedenle, samanların NaOH, amonyak ve üre gibi kimyasal maddelerle muamele edilerek sindirilme derecelerinin iyileştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Böylece bu tür yemlerin kapsamındaki selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan kompleks yapının çözülmesi dolayısıyla rumen mikroorganizmalarının ham selülozu daha iyi değerlendirmesi amaçlanmaktadır. Özellikle, amonyak ve ürenin daha kolay uygulanabilir olması, muamele edilen samanın azot miktarını yükseltmesi gibi olumlu yönde etkileri nedeniyle bu konuda yoğun çalışmalar

yapılmıştır (Horton ve Steacy, 1979; Lawlor ve O'Shea, 1979; Lawlor vd., 1981; Herrera-Saldana vd., 1982; Jayasuriya ve Pearce, 1983; Morrison ve Brice, 1984; Williams, 1984; Williams vd., 1984; Ramanzin vd., 1986; Dryden ve Leng, 1988; Ørskov vd., 1988; Tuncer vd., 1989; Pike vd., 1996).

Doğu Anadolu Bölgesi'nde tahıl üretimi arttığı samanlar hayvan beslemede vazgeçilmez yem kaynaklarıdır. Ancak, samanların besin maddeleri içeriği, kimyasal maddelere tabi tutulması ve rumende parçalanabilirliği konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarında yetiştirilen, amonyak ve üre ile muamele edilen buğday ve arpa samanının rumende kuru madde (KM) ve ham protein (HP) parçalanabilirliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. 1. Hayvan Materyali

Rumen kanülü takılmış 2 yaşlı 3 baş İvesi koçun kullanıldığı bu denemede, kanüllü hayvanlara deneme süresince kuru madde ihtiyacı düzeyinde iyi kalitede kuru çayır otu (yaklaşık 900-1200 g) [%90.7 KM, %10.0 ham kül (HK), %5.0 HP, %2.6 ham yağ (HY), %38.6 ADF ve %55.9 NDF] ve az miktarda kesif yem (yaklaşık 300-400 g) [%89.6 KM, % 4.9 HK, %10.6 HP, %4.6 ham selüloz (HS) ve %2.6 HY] (yaşama payı x 1.25) yedirilmiştir. Yemler hayvanlara sabah ve akşam olmak üzere iki öğünde yedirilmiştir (Şayan vd., 1996).

2.1.2. Yem Materyali

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilen buğday ve arpa samanları kimyasal maddelerle muamele edilmeden önce 2-2.5 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülmüş bu materyallerden, 1 kg kontrol grubu için ayrılmıştır. Üre ve amonyak ile muamele işlemleri ise sırasıyla aşağıdaki gibi yapılmıştır.

1. Buğday ve arpa samanından 1 kg tartıldı ve içerisinde 40 gr üre çözündürülen su ile polietilen torbalara konularak iyice karıştırıldı. İyi bir karışım sağlandıktan sonra torbaların ağzı kapatıldı, böylece materyaller %4 miktarındaki üre ile 10, 20 ve 30 gün süre ile oda ısısında bekletildi. Her materyal ve süre için ayrı ayrı torbalar kullanıldı ve süre bitiminde torbadan çıkarılan yemler kurutulduktan sonra denemeye geçildi.

2. Amonyak ile muamelede, buğday ve arpa samanından 1'er kg tartıldıktan sonra ağırlıklarına göre %40 oranında su ile nemlendirildiler. Partiler halinde polietilen torbalar içerisine konduktan sonra 40 ml sıvı amonyak ilave edildi ve sırasıyla, 10, 20 ve

30 gün süre ile amonyağın etkisine bırakıldı. Denemeye yemler kurutulduktan sonra başlandı (Tuncer vd., 1989).

Denemeye başlamadan önce kontrol (muameleye tabi tutulmayan) ve diğer gruplarda (üre 10, 20 ve 30 gün; amonyak 10, 20 ve 30 gün) KM ve HP analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yem Analizi Laboratuvarında yapılmıştır (Akyıldız, 1984). Yemlerin ham besin maddeleri içeriği Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Metot

Kontrol ve kimyasal muameleye tabi tutulmuş saman gruplarından 3 g civarında örnek alınmış ve kurutma dolabından çıkarılarak ağırlıkları önceden belirlenmiş naylon torbalara konulmuştur. Yemler 16, 24, 48 ve 72 saat sürelerle rumende inkübasyona tabi tutulmuşlardır. Denemeye alınan yem örneklerinin tüm inkübasyon periyotları, her bir kanüllü hayvanda iki defa tekrarlanmıştır. Yem örneği içeren naylon torbalar inkübasyon sürelerine göre rumene sarkıtılmışlardır. İnkübasyon periyodu tamamlandıktan sonra, naylon torbalar bağlı oldukları plastik hortumlar yardımı ile rumenden çıkarılmış ve torbalar içindeki mikrobiyal aktiviteyi durdurmak için hemen soğuk su dolu kova içerisine daldırılmıştır. Daha sonra materyal kovadan alınmış soğuk su altında torbalardan temiz su akıncaya kadar yıkanmıştır. Torbalar yıkandıktan sonra süzülmesi için bir panoya asılmıştır. Süzme işleminden sonra torbaları hortumlara bağlayan paket lastikler dikkatlice kesilerek torbalar hortumlardan ayrılmış ve 48 saat süre ile 65-70⁰ C'de kurutulmuş (Ørskov, 1982; Çetinkaya, 1992; Şayan vd., 1996). Her bir hayvan ve inkübasyon süresi için ayrı ayrı olmak üzere torbalardaki yem artıklarında KM ve HP analizleri yapılmıştır (Akyıldız, 1984).

İnkübasyon sonrası KM ve HP parçalanabilirliği Susmel vd. (1989)'nin bildirdiği formüllere göre hesaplanmıştır.

Denemede yer alan saman grupları için naylon torba tekniği ile elde edilen KM ve HP parçalanabilirliklerine ait verilerin istatistiksel analizi, tam şansa bağlı bloklar deneme planına göre SPSS (1999) istatistik programı yardımı ile yapılmıştır. Önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklar, Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir (Yıldız ve Bircan, 1991).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan samanlara ait ortalama kuru madde (KM) ve ham protein (HP) içerikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Araştırma Yemlerinin Ham Besin Maddeleri İçeriği (%)

Yemler	KM	HP	Yemler	KM	HP
Buğday Samanı			Arpa Samanı		
Kontrol	95.18	3.97	Kontrol	94.95	5.53
Üreli			Üreli		
10 gün	92.36	13.19	10 gün	91.84	12.19
20 gün	92.52	9.76	20 gün	92.04	8.57
30 gün	92.02	11.00	30 gün	91.44	10.17
Amonyaklı			Amonyaklı		
10 gün	92.42	9.90	10 gün	92.12	12.10
20 gün	92.05	10.88	20 gün	92.07	12.99
30 gün	92.11	11.43	30 gün	91.69	13.55

KM: Kuru madde, HP: Ham protein

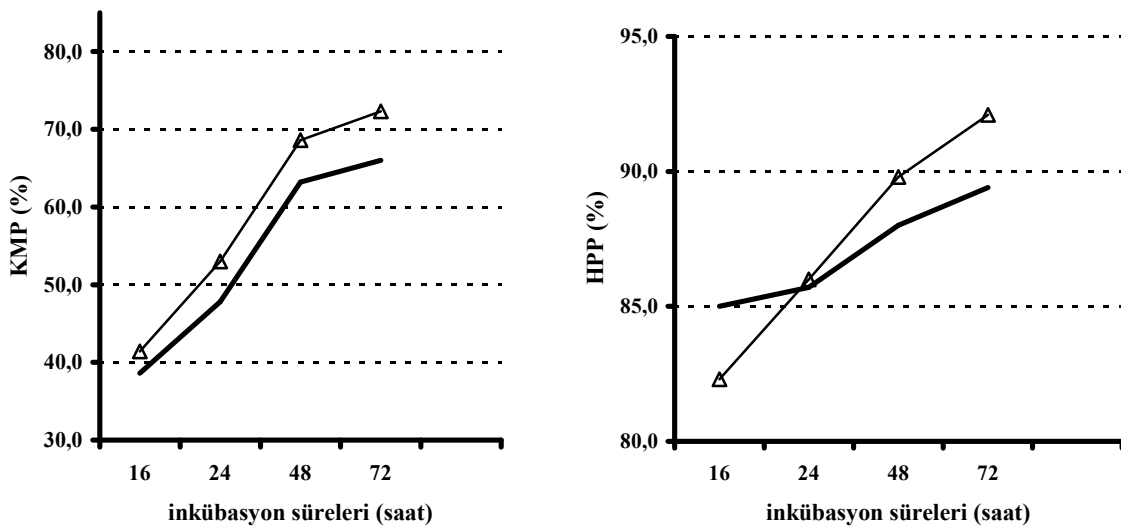
Amonyak ve üre ile muamele samanların HP içeriklerini artırmıştır (Horton ve Steacy, 1979; Lawlor ve O'Shea, 1979; Lawlor vd., 1981; Herrera-Saldana vd., 1982; Ramanzin vd., 1986; Dryden ve Leng, 1988; Tuncer vd., 1989).

Kimyasal muameleyle tabii tutulan buğday ve arpa samanlarının rumende KM ve HP parçalanabilirliklerine ait en küçük kareler ortalamaları, varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Yapılan varyans analizinde saman çeşidi, muamele, inkübasyon süresi, muamele x saman çeşidi, saman çeşidi x inkübasyon süresi ve muamele x

inkübasyon süresi etkileşimlerine göre KM ve HP parçalanabilirlik değerleri arasındaki fark çok önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Saman çeşidi ve saman muamelesi x inkübasyon süresi etkileşimini dikkate alındığında en yüksek KM ve HP parçalanabilirlik değerlerinin arpa samanından elde edildiği tespit edilmiştir (Şekil 1, 2). Benzer sonuçlar, Kernan vd. (1979), Tuah vd. (1986), Ørskov vd. (1988), Kılıç vd. (1990) ve Ohlde vd. (1992) tarafından da rapor edilmiş ve bu farklılığın saman varyeteleri arasındaki genetik varyasyondan kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Capper vd., 1986; Van Soest, 2006).



Şekil 1, 2. Yemlerin Rumen Kuru Madde ve Ham Protein Parçalanabilirliği (KMP ve HPP, %) Üzerine Saman Çeşidi x İnkübasyon Süresinin Etkisi (—, buğday samanı; Δ, arpa samanı)

Kimyasal muameleye tabi tutulan buğday ve arpa samanlarının rumende parçalanabilirliklerinin belirlenmesi

Çizelge 2. Kimyasal Muameleye Tabi Tutulan Buğday ve Arpa Samanlarının Rumende Parçalanabilirliklerine Ait En Küçük Kareler Ortalamaları, Varyans Analizi ve Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Saman Çeşidi	N	KMP, %	HPP, %	Muamele x İnk. Süresi	KMP, %	HPP, %
Önem Durumu		**	**	Önem Durumu	**	**
Buğday Samanı (1)	168	53.9 ± 0.28	87.0 ± 0.12	1 x 1	40.4 ± 1.04	61.8 ± 0.47
Arpa Samanı (2)	168	58.8 ± 0.28	87.6 ± 0.12	x 2	46.2 ± 1.04	64.1 ± 0.47
Muamele				x 3	57.5 ± 1.04	73.5 ± 0.47
Önem Durumu		**	**	x 4	59.8 ± 1.04	78.2 ± 0.47
Kontrol (1)	48	51.0 ± 0.52 ^{cd}	69.4 ± 0.23 ^e	2 x 1	35.7 ± 1.04	90.1 ± 0.47
Üreli ₁₀ (2)	48	49.6 ± 0.52 ^{de}	92.3 ± 0.23 ^a	x 2	43.5 ± 1.04	92.9 ± 0.47
Üreli ₂₀ (3)	48	48.7 ± 0.52 ^e	88.5 ± 0.23 ^d	x 3	58.2 ± 1.04	93.6 ± 0.47
Üreli ₃₀ (4)	48	51.7 ± 0.52 ^c	88.6 ± 0.23 ^d	x 4	61.0 ± 1.04	92.6 ± 0.47
Amonyaklı ₁₀ (5)	48	62.8 ± 0.52 ^b	89.8 ± 0.23 ^c	3 x 1	31.6 ± 1.04	83.1 ± 0.47
Amonyaklı ₂₀ (6)	48	64.8 ± 0.52 ^a	91.4 ± 0.23 ^b	x 2	44.9 ± 1.04	89.1 ± 0.47
Amonyaklı ₃₀ (7)	48	65.8 ± 0.52 ^a	90.9 ± 0.23 ^b	x 3	57.4 ± 1.04	91.1 ± 0.47
İnkübasyon Süresi (Saat)				x 4	61.0 ± 1.04	90.7 ± 0.47
Önem Durumu		**	**	4 x 1	35.2 ± 1.04	87.6 ± 0.47
16 (1)	84	40.0 ± 0.39 ^d	83.6 ± 0.18 ^d	x 2	46.1 ± 1.04	87.5 ± 0.47
24 (2)	84	50.4 ± 0.39 ^c	85.8 ± 0.18 ^c	x 3	61.9 ± 1.04	87.3 ± 0.47
48 (3)	84	65.9 ± 0.39 ^b	88.9 ± 0.18 ^b	x 4	63.7 ± 1.04	92.2 ± 0.47
72 (4)	84	69.2 ± 0.39 ^a	90.7 ± 0.18 ^a	5 x 1	47.0 ± 1.04	88.4 ± 0.47
Muamele x Saman Çeşidi		KMP, %	HPP, %	x 2	53.0 ± 1.04	87.1 ± 0.47
Önem Durumu		**	**	x 3	72.4 ± 1.04	91.7 ± 0.47
1 x 1		48.0 ± 0.74	62.5 ± 0.33	x 4	79.0 ± 1.04	91.8 ± 0.47
1 x 2		54.0 ± 0.74	76.3 ± 0.33	6 x 1	42.6 ± 1.04	85.5 ± 0.47
2 x 1		46.5 ± 0.74	93.6 ± 0.33	x 2	63.3 ± 1.04	91.1 ± 0.47
2 x 2		52.8 ± 0.74	91.0 ± 0.33	x 3	74.3 ± 1.04	95.0 ± 0.47
3 x 1		46.7 ± 0.74	90.7 ± 0.33	x 4	78.9 ± 1.04	93.9 ± 0.47
3 x 2		50.7 ± 0.74	86.3 ± 0.33	7 x 1	47.4 ± 1.04	89.0 ± 0.47
4 x 1		48.6 ± 0.74	91.3 ± 0.33	x 2	55.7 ± 1.04	88.9 ± 0.47
4 x 2		54.9 ± 0.74	86.0 ± 0.33	x 3	79.5 ± 1.04	89.9 ± 0.47
5 x 1		61.8 ± 0.74	89.2 ± 0.33	x 4	80.7 ± 1.04	95.7 ± 0.47
5 x 2		63.8 ± 0.74	90.3 ± 0.33			
6 x 1		62.3 ± 0.74	91.5 ± 0.33			
6 x 2		67.2 ± 0.74	91.2 ± 0.33			
7 x 1		63.3 ± 0.74	90.3 ± 0.33			
7 x 2		68.3 ± 0.74	91.5 ± 0.33			
Saman Çeşidi x İnk. Süresi		KMP, %	HPP, %			
Önem Durumu		**	**			
1 x 1		38.6 ± 0.56	85.0 ± 0.25			
x 2		47.8 ± 0.56	85.7 ± 0.25			
x 3		63.2 ± 0.56	88.0 ± 0.25			
x 4		66.0 ± 0.56	89.4 ± 0.25			
2 x 1		41.4 ± 0.56	82.3 ± 0.25			
x 2		53.0 ± 0.56	86.0 ± 0.25			
x 3		68.6 ± 0.56	89.8 ± 0.25			
x 4		72.3 ± 0.56	92.1 ± 0.25			

** : (P < 0.01), ^{a, b, c, d} aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar çok önemlidir (P < 0.01), KMP: Kuru madde parçalanabilirliği, HPP: Ham protein parçalanabilirliği

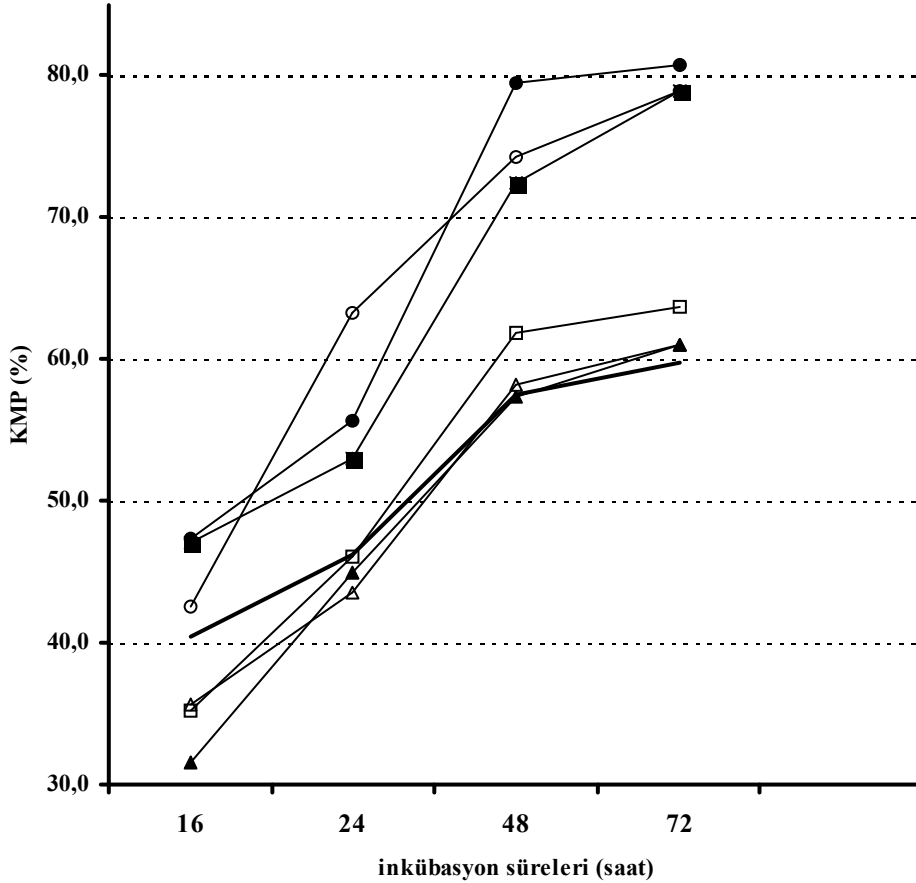
Kuru madde parçalanabilirliği açısından kontrol ile üreli gruplar (10, 20 ve 30 gün süreyle muamele) mukayese edildiğinde, kontrole göre üreli gruplarda % -1.4, % -2.3 ve % 0.7 şeklinde bir değişim olurken, amonyaklı gruplarda (10, 20 ve 30 gün süreyle muamele) ise % 11.8, % 13.8 ve % 14.8 şeklinde orantılı bir artış gözlemlenmiştir. Samanların amonyak ile muamelesi KM parçalanabilirliği üzerinde olumlu bir etki yapmıştır (Horton ve Steacy, 1979; Lawlor vd., 1981; Morrison ve Brice, 1984; Williams, 1984; Ramanzin vd., 1986; Ørskov vd., 1988; Pike vd., 1996).

HP parçalanabilirliğinde ise kontrol grubuna göre üreli gruplarda % 22.9, 19.1 ve 19.2; amonyaklı gruplarda ise % 20.4, 22.0 ve 21.5'lük bir artış olmuştur (Çizelge 2). Amonyak ve üre muamelesi samanların HP parçalanabilirliğini arttırmıştır (Tuncer vd., 1989; Jayasuriya ve Pearce, 1983; Herrera-Saldana vd., 1982).

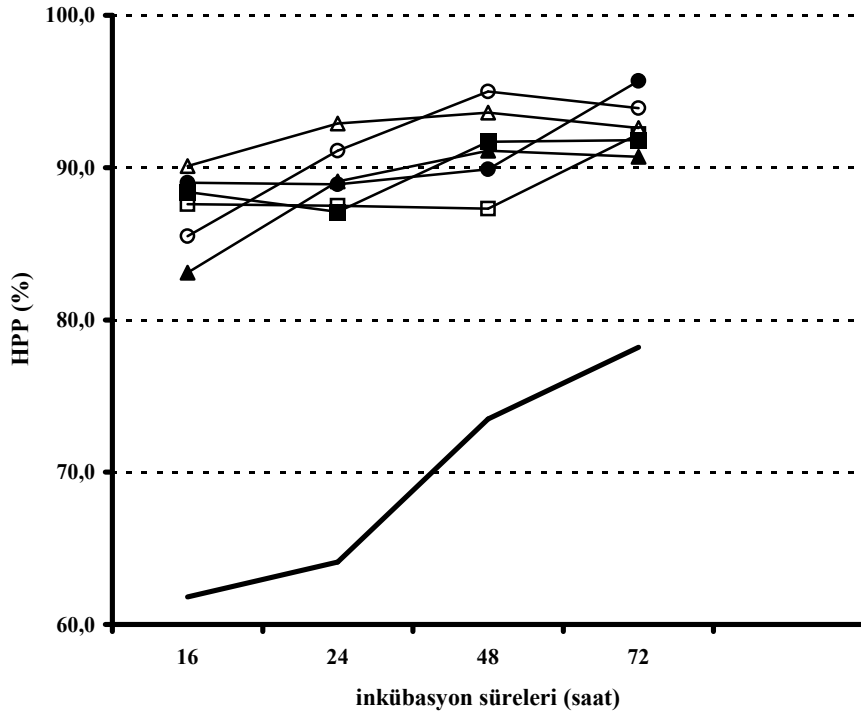
Muamele x inkübasyon süresi interaksiyon ortalamaları dikkate alınarak hem KM, hem de HP için hazırlanan Şekil 3 ve Şekil 4 incelendiğinde amonyağın üreden daha etkili olduğunu görmek mümkündür. Samanların amonyak ve üre ile

muamelesi konusunda yapılan çoğu çalışmada, amonyağın üreye göre daha etkili olduğu bulunmuştur (Van Soest, 2006). Bu durum, amonyağın bir kısmının saman materyali tarafından bağlanmasına ve materyalde daha uzun süre kalmasına

(Hadjipanayiotou ve Economides, 1997) dayandırılmaktadır. Bu bağlanmadan dolayı, sindirim organlarında nitrojenin çok daha yavaş açığa çıktığı ve bunun sonucu olarak da rumen mikroorganizmaları tarafından daha etkili bir şekilde değerlendirildiği bildirilmektedir (Kılıç vd., 1990).



Şekil 3. Muamele x İnkübasyon Süresi İnteraksiyonuna Göre Yemlerin Rumen Kuru Madde Parçalanabilirliği (KMP, %) (—, kontrol; Δ, ürel₁₀; ▲, ürel₂₀; □, ürel₃₀; ■, amonyak₁₀; ○, amonyak₂₀; ●, amonyak₃₀)



Şekil 4. Muamele x İnkübasyon Süresi İnteraksiyonuna Göre Yemlerin Rumden Ham Protein Parçalanabilirliği (HPP, %) (—, kontrol; Δ, ürel₁₀; ▲, ürel₂₀; □, ürel₃₀; ■, amonyak₁₀; ○, amonyak₂₀; ●, amonyak₃₀)

Sonuç olarak, amonyak ve üre ile muamele samanların HP içeriklerini arttırmıştır. Arpa samanı buğday samanına göre daha fazla KM ve HP parçalanabilirlik değerleri göstermiştir. Samanların 30 gün süreyle amonyağa tabi tutulması KM ve HP parçalanabilirliğini arttırmıştır. Bunu sırasıyla, amonyak₂₀ ve amonyak₁₀ muameleleri izlemiştir. Ürenin sadece HP parçalanabilirliği üzerinde etkisi olmuştur.

Kuru madde ve HP parçalanabilirlikleri dikkate alındığında, Doğu Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarında yetiştirilen arpa ve buğday samanının amonyak ile muamele edilmesinin hayvan besleme açısından faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

4. KAYNAKLAR

- Akyıldız, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 895, Uygulama Kılavuzu: 213 (ilaveli ikinci baskı), 236, Ankara.
- Capper, B.S., Thomson, E.F. and Herbert, F., 1986. Genetic variation in the feeding value of barley and wheat straw. Originated by: ILRI. <http://www.fao.org/wairdocs/ILRI/x5495E/x5495eO b.htm>
- Çetinkaya, N., 1992. Yem maddelerinin değerlendirilmesinde naylon torba metodunun kullanılması. Yem Magazin Derg., 1(4): 28-30.

- Ergün, A., Tuncer, Ş. D., İlhan, Ç., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, K., Küçükersan, S., Şehu, A., 2001. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Ankara Üniv. Veteriner Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.
- Dryden, G. McL. and Leng, R. A., 1988. Effects of ammonia and sulphur dioxide gases on the composition and digestion of barley straw. *Animal Feed Sci. and Technology*, 19 (1-2): 121-133.
- Hadjipanayiotou, M. and Economides, S., 1997. Assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of long straw by urea. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/5/milt952.htm>
- Herrera-Saldana, R., Church, D. C. and Kellems, R. O., 1982. The effects of ammoniation treatment on intake and nutritive value of wheat straw. *J. of Animal Sci.*, 54: 603-608.
- Horton, G. M. J. and Steacy, G. M., 1979. Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straw by steers. *J. of Animal Sci.*, 48: 1239-1249.
- Jayasuriya, M. C. N. and Pearce, G. R., 1983. The effect of urease enzyme on treatment time and the nutritive value of straw treated with ammonia as urea. *Animal Feed Sci. and Technology*, 8 (4): 271-281.
- Kernan, J.A., Crowle, W.L., Spurr, D.T., Coxworth, E.C., 1979. Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. *Can. J. Animal Sci.*, 59: 511-517.
- Kılıç, A., Sevgican, F., Şayan, Y., Çapçı, T., 1990. Susuz amonyak ile işlem görmüş ve görmemiş sap ve

- samanın yem değeri ve bunların kuzu besiciliğinde kullanıma olanaklarının araştırılması. Tr. J. of Veterinary and Animal Sci., 14 (1): 72-82.
- Lawlor, M. J. and O'Shea, J., 1979. The effect of ammoniation on the intake and nutritive value of straw. *Animal Feed Sci. and Technology*, 4 (3): 169-175.
- Lawlor, M. J., O'shea, J. and Hopkins, J. P., 1981. Influence of ammoniation on the nutritive value, N retention and intake of straw. *Agriculture and Environment*, 6 (2-3): 273-281.
- Morrison, I. M. and Brice, R. E., 1984. The digestion of untreated and ammonia-treated barley straw in an artificial rumen. *Animal Feed Sci. and Technology*, 10 (2-3): 229-238.
- Ohlde, G.W., Becker, G., Akın, D.E., Rigsby, L.L., Lyon, L.E., 1992. Differences in rumen bacterial degradation of morphological fractions in eight cereal straws on the effect of digestion on different types of tissue and mechanical properties of straw stalks. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 36: 173-186.
- Ørskov, E. R., 1982. *Protein Nutrition in Ruminants*. Academic Press (2nd ed.), 175, London.
- Ørskov, E. R., Reid, G. W. and Kay, M., 1988. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. *Anim. Prod.*, 46: 29-34.
- Pike, D. J., Owen, E. and Said, A. N., 1996. The dacron bag technique for comparing rumen degradability of untreated and ammonia-treated barley straw-effect of particle size and degree of replication. *Journal of Agricultural Sci., Cambridge*, 126: 201-205.
- Ramanzin, M., Ørskov, E. R., Tuah, A. K., 1986. Rumen degradation of straw. 2. Botanical fractions of straw from two barley cultivars. *Anim. Prod.*, 43: 271-278.
- SPSS, 1999. *SPSS for Windows Release 10.0*, SPSS Inc. Chicago.
- Susmel, P., Stefanon B., Mills C.R. and Spanghero M., 1989. The evaluation of PDI concentrations in some ruminant feedstuffs: A comparison of in situ and in vitro protein degradability. *Annales de Zootechnie* 26: 231-249.
- Şayan, Y., Özkul H., Kılıç A., 1996. Kaba yemlerin rumende yıkılabilme özelliklerinin naylon torba tekniği ile incelenmesi. *Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi* 18-20 Eylül, 829-833, İzmir.
- Tuah, A.K., Lufadeju, E., Ørskov, E. R., 1986. Rumen degradation of straw. 1. untreated and ammonia treated barley, oat and wheat straw varieties and triticale straw. *Anim. Prod.*, 43: 261-269.
- Tuncer, Ş. D., Kocabatmaz, M., Coşkun, B., Şeker, E., 1989. Kimyasal maddelerle muamele edilen arpa samanının sindirilme derecesinin naylon kese (nylon bag) tekniği ile tespit edilmesi. *Doğa Türk Vet. ve Hay. Derg.*, 13 (1): 66-81.
- Van Soest, P.J., 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Animal Feed Sci. and Technology*, 130: 137-171.
- Yıldız, N., Bircan H., 1991. Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniv. Yayınları No:697, Ziraat Fak., No:305, Ders Kitapları Serisi No:57, 276, Erzurum.
- Widyastuti, Y., Terade, F., Kojikawa, H., Abe, A., 1987. Digestion of rice straw cell wall constituents in various rumen conditions. *Jpn. Agric. Res. Quart.*, 21: 59-64.
- Williams, P. E. V., 1984. Digestibility studies on ammonia-treated straw. *Animal Feed Sci. and Technology*, 10 (2-3): 213-222.
- Williams, P. E. V., Innes, G. M. and Brewer, A., 1984. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. *Animal Feed Sci. and Technology*, 11 (2): 103-113.

SİNOP İLİ TÜRKELİ YÖRESİ BALARILARI (*Apis mellifera* L.)'NİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Ahmet GÜLER*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

Hakan TOY

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD, 55139 Kurupelit, Samsun

*Sorumlu Yazar: aguler@omu.edu.tr

Geliş tarihi: 02.06.2008

Kabul Tarihi: 27.10.2008

ÖZET: Bu çalışmada Sinop İli Türkeli yöresi arıları morfolojik özellikleri yönünden tanımlanmaya çalışılmıştır. Türkeli ilçesi'nin Turhan, Düzler, Yeşiloba, Çataküney, Merkez ve Akçabük köylerinden toplam 30 işçi arı örneği alınmıştır. Her bir örnekte 15 olmak üzere toplam (15x30) 450 işçi arıda biyometrik ölçüm yapılmıştır. Arılar 41 morfolojik karakter yönünden tanımlanmıştır. Kanat D₇ ve K₁₉ damar açıları hariç diğer 39 morfolojik özellik yönünden örnekler birbirlerinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Yöre arıları benzer ve homojen değildir. Çataküney Köyü hariç diğer arıların çok önemli düzeyde morfolojik yönünden heterojenlik gösterdikleri belirlenmiştir. Arıların Kafkas (*A. m. caucasica*) ve Anadolu (*A. m. anatoliaca*) arı ırklarının özelliklerine daha farklı yapıda sahip oldukları görülmüştür. Bu genetik farklılığın (kirlenmenin) kontrolsüz ana arı girişinden kaynaklandığı tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, *Apis mellifera*, Sinop-Türkeli, morfoloji, tanımlama, Türkeli (Sinop)

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE HONEY BEE (*Apis mellifera* L.) OF THE SİNOP TÜRKELİ REGION

ABSTRACT: This study was conducted in order to determine the morphological characteristics of the honeybee (*Apis mellifera* L.) and to identify the genotype beekeeping in the Türkeli area of Sinop province. A total of 30 experimental samples were collected from 6 apiaries of villages. These villages are Turhan, Düzler, Yeşiloba, Çataküney, Merkez and Akçabük. From each sample, 15 workers were examined and 41 morphological characters were measured biometrically. Except D₇ and K₁₉ venial angles there were significant differences between the villages with the respect to other 39 morphological characters. The bees of this area are not resemble and not homogeny in morphological. It was estimated that the cause of this heterogeneity is the queen imported from different genetic sources. It was found that the bees of this area carried the morphological characteristics of Anatolian (*A. m. anatoliaca*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bee races.

Keywords: Honey bee, *Apis mellifera*, morphology, characteristics, identify, Türkeli (Sinop),

1. GİRİŞ

Anadolu, bal arısı (*Apis mellifera* L.) genetik çeşitliliği yönünden özellikle de alt tür seviyesinde çok zengin bir havzadır (Adam, 1983; Smith ve ark., 1997). Bu yapı yönünden "Dünyada bir benzeri daha olmayan yer" olarak tanımlanmıştır (Adam, 1983). Nitekim bu zenginliği farklı coğrafik bölgelerinde önemli arı ırklarının varlığında görüyoruz. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde Kafkas ırkı (*A. m. caucasica*) (Bodenheimer, 1942; Ruttner, 1988; Smith ve ark., 1997; Güler ve Kaftanoğlu, 1999a; Palmer ve ark., 2000), Orta Anadolu Bölgesi'nde Anadolu ırkı (*A. m. anatoliaca*) (Maa, 1953, Gencer, 1998, Öztürk, 1992, Güler ve Kaftanoğlu, 1999b; Kandemir ve ark., 2002), Trakya Bölgesi'nde Karniyol ırkı (*A. m. carnica*) (Smith ve ark., Güler ve Bek, 2002), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Suriye ırkı (*A. m. syriaca*)'nın (Bodenheimer, 1942; Ruttner, 1988; Akyol, 1998) dağılım gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca coğrafik bölgelerin geçiş kısımlarında da birçok ekotipin tanımı yapılmıştır. Ege Bölgesi (Muğla), Doğu Anadolu Bölgesi ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi (Borçka-Camili) gibi (Ruttner, 1988; Güler, 2001) yerler örnek olarak verilebilir.

Adam (1983) Karadeniz Bölgesi'nde Sinop yöresi (Türkeli ve Dikmen) arılarından bahisle, en iyi arıların bu yörede bulunduğunu belirtir. Bu tanımlamaya göre, yöre önemli bir arı gen kaynağı olma şansına sahiptir. Çünkü Türkeli yöresi coğrafik yapı, ulaşım ve çevre ile bağlantı yönünden izole bir alan konumundadır. İç Anadolu Bölgesiyle yüksek dağlarla bağlantısı vardır. Bu bölgede zengin kestane, ormangülü, akasya, karamık ve ıhlamur ormanları bulunmaktadır. Yöre halkının tarım kültüründeki en önemli kaynaklar ise meyvecilik ve arıcılıktır. Geleneksel arı yetiştiriciliği yaygındır. Balları, botanik kaynaklı (kestane ve rhododendron gibi) olduğu için pazar bulmada sorun yaşamamakta ve iyi fiyatlarla satılmaktadır. Ancak, yöre arılarının morfolojik, davranış ve performanslarını belirlemeye yönelik bir çalışma mevcut değildir. Diğer tarafta çiftleştirimin kontrol edilememesi, son 25-30 yılda yoğunluk kazanan göçer arıcılık, kontrolsüz koloni ve ana arı satışları sonucunda mevcut ırk ve ekotiplerin melezlenme etkisi ile özelliklerini kaybettiklerine dair yaygın bir düşünce vardır. Bu anlamıyla da yöredeki popülasyonun homojen olup olmadığı bilinmemektedir.

Bu çalışmada, bir damızlık materyal bölgesi olma şansına sahip Türkeli yöresi arı popülasyonunu morfolojik yapı yönünden tanımlamak, homojen olup olmadığını sorgulamak ve Anadolu'daki bazı arı genotipleri ile karşılaştırarak yapılacak ıslah çalışmalarına veri oluşturmak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Türkeli Yöresi

Türkeli (41° N and 34° E) Sinop ilinin bir ilçesi olup, ilin batısında İsfendiyar dağlarının eteklerinde Kızıllırmak havzasında yer alır. İl merkezine yaklaşık 100 km uzaklıktadır. Kastamonu İli Çatalzeytin İlçesi ile sınır oluşturur. Engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Doğu ve Batı Karadeniz arası iklim özeliği gösterir. Zengin orman alanları içerisinde başta kestane ve ormangülü olmak üzere bilyedin, mersin, defne ve ihlamur türleri yaygın bulunur. Sarı (*Rhododendron luteum*) ve mor (*Rhododendron ponticum*) ormangülü türleri mevcuttur. Tüm bu orman bitkileri önemli nektar üreticisidirler. Bol miktarda ormangülü balı (deli bal) üretimi yapılmaktadır. Karadeniz insanının kültüründe ormangülü balı ilaç anlamı ifade eder. Yöre bu balları ile bilinir ve hazır müşterileri vardır. Kestane ve ormangülü balı öncelikle tercih edilmektedir. Ayrıca yörede mısır, ceviz, elma, armut, kiraz, üzüm, incir, dut ve zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır.

2.2. İşçi Arı Örnekleri

Sinop İli Türkeli İlçesi bal arısı işçi arıları bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Örnekler ilçenin Turhan, Düzler, Yeşiloba, Çataküney, Merkez ve Akçabük köylerinden 2006 yılı sonbahar döneminde toplanmıştır. Köyler arasındaki mesafe 3 ile 45 km arasında değişmektedir. Her arılıkta rasgele seçilmiş 5'şer adet koloniden olmak üzere toplam 30 koloniden işçi arı örneği alınmıştır. Dilin dışarıda olmasını sağlamak amacıyla koloniden alınma anında örneklere kaynar su uygulaması yapılmıştır. Örnekler preparat hazırlanincaya kadar etil alkolde muhafaza edilmiştir (Ruttner ve ark., 1978; Güler ve Kaftanoğlu, 1999a).

2.3. Morfolojik Ölçümler

Her bir örnekte 15 olmak üzere toplam (15x30) 450 işçi arıda ölçümler alınmıştır. Birinci aşamada, her bir işçi arıda; Beşinci tergit kıl uzunluğu (KU, mm), dördüncü tergit keçe bant genişliği (Ta, mm), dördüncü tergit parlak zemin genişliği (Tb, mm), tomentum indeks (Ti, oran), dil uzunluğu (DU, mm), femur uzunluğu (Fe, mm), tibia uzunluğu (Ti, mm), metatarsus uzunluğu (MU, mm), metatarsus genişliği (MG, mm), metatarsal indeks (MI, oran), arka bacak uzunluğu (ABU, mm), üçüncü tergit genişliği (T3, mm), dördüncü tergit genişliği (T4, mm), vücut büyüklüğü (T3+T4, mm), üçüncü sternit genişliği (S3G, mm), mum salgı yüzeyi uzunluğu (MSU, mm), mum salgı yüzeyi genişliği (MSG, mm), mum

yüzeyleri arası mesafe (MAM, mm), altıncı sternit uzunluğu (S6U, mm), altıncı sternit genişliği (S6G, mm), sternum indeks (S6I, oran), kanat uzunluğu (KU, mm), kanat genişliği (KG, mm), cubital a damar uzunluğu (a, mm), cubital b damar uzunluğu (b, mm), cubital indeks (CI, oran), ikinci tergit (T2R), üçüncü tergit (T3R), dördüncü tergit (T4R) ve scutelum (SR) renkleri ile geometrik kanat A₄, B₄, D₇, E₉, G₁₈, J₁₀, J₁₆, K₁₉, L₁₃, N₂₃ ve O₂₆ damar açıları (° olarak) olmak üzere toplam 35 karakterin doğrudan biyometrik ölçümleri yapılmıştır (DuPraw, 1965; Ruttner ve ark., 1978; Moritz, 1992; Kauhausenkeller ve Keller, 1994; Güler ve Bek, 2002). Ölçümler stereo mikroskopta yapılmış ve damar açılarının ölçümünde çizim tüp ataçmanından yararlanılmıştır. Her kanat üzerindeki 11 damar açısını ölçmek amacıyla mikroskop okülerinde kanat üzerinde kanat damarlarının birleştiği noktalar çizim tüpünde kâğıt üzerine 18 ayrı nokta koymak suretiyle yerleri işaretlenmiştir. Daha sonra her açığı oluşturan bu noktalar çizgi çizilerek birleştirilmiş ve damarları temsil eden bu çizgiler arası açı değerleri derece (°) cinsinden açıölçer ile ölçülmüşlerdir (Moritz, 1992; Güler ve Bek, 2002). İkinci aşamada ise tomentum indeks (TI, oran), metatarsal indeks (MI, oran), arka bacak uzunluğu (ABU, mm), vücut büyüklüğü (T₃+T₄, mm), sternum indeks (S₆I, oran) ve cubital indeks (CI, oran) karakterleri hesaplanarak belirlenmiştir (Ruttner ve ark., 1978).

2.4. İstatistikî Değerlendirme

Altı köyü temsil eden arı örneklerinin 41 morfolojik karakterlerine ait verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA), özellikler arası ilişkiyi belirlemek için korelasyon ve grup ortalamaları arasındaki farklılığı belirlemede Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ayrıca, merkez kümeyi ve köylerin birbirleriyle morfolojik ilişkilerini belirlemek üzere diskriminant analiz yönteminden yararlanılmıştır (SPSS, 2004).

3. BULGULAR

3.1. Doğrudan Ölçümleri Yapılan Morfolojik Özelliklere İlişkin Değerler

Türkeli yöresinden toplanan işçi arıların morfolojisi ile ilgili biyometrik değerler, Çizelge 1, 2, 3 ve 4'te sunulmuştur. Kanat cubital a damar uzunluğu (a) karakteri (P<0.05), kıl uzunluğu (KU) ve dördüncü tergit genişliği (T₄) karakterleri (P<0.01) ve keçe bant genişliği (Ta), parlak zemin genişliği (Tb), dil uzunluğu (DU), femur uzunluğu (Fe), tibia uzunluğu (Ti), metatarsus uzunluğu (MU), metatarsus genişliği (MG), üçüncü tergit genişliği (T₃), üçüncü sternit genişliği (S₃G), mum salgı yüzeyi uzunluğu (MSU), mum salgı yüzeyi genişliği (MSG), mum yüzeyleri arası mesafe (MAM), altıncı sternit uzunluğu (S₆U), altıncı sternit genişliği (S₆G), kanat uzunluğu (KaU), kanat genişliği (KaG), cubital b damar uzunluğu (b) karakterleri (P<0.001) farklı bulunmuşlardır.

Sinop ili türkeli yöresi balarilari (*Apis mellifera L.*)'nin morfolojik özellikleri

İlk yirmi karakter değerlendirildiğinde en uzun kıl örtüsü (KU) merkezdeki arılıktan alınan işçi arılarda ve en düşük ise Akçabük köyü örneklerinde saptanmıştır. Tergit a, tergit b karakterlerinde en düşük değeri Turhan köyü örnekleri alırken, Düzler ve Merkez köyleri en yüksek değerleri almıştır. Dil uzunluğu (DU), femur uzunluğu (Fe), tibia uzunluğu (Ti) karakterlerince en yüksek değeri Turhan köyü işçi arı örnekleri göstermiştir. Metrasal uzunluğu,

metatarsal genişliği, üçüncü tergum, dördüncü tergum, üçüncü sternum, mum salgı yüzeyi uzunluğu, mum salgı yüzeyi genişliği yönünden Turhan, Yeşiloba, Düzler, Merkez ve Akçabük köyleri benzer en yüksek değerlerdedir. Çataküney köyü işçi arı örnekleri ise bu ilk yirmi karakterin büyük bir kısmı yönünden en düşük ve ayırıcı değer göstermişlerdir ($P<0.05$, $P<0.01$ ve $P<0.001$, Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkeli arılarının kıl, dil, femur, tibia, metatarsus, mum yüzeyi, kanat, cubital a ve kubital b damar uzunlukları ile tergit keçe, tergit parlak zemin, tibia, metatarsus, 3. tergit, 4. tergit, 3. sternit, mum yüzeyi ve kanat genişliklerine ilişkin ortalama (mm) ve standart hata değerleri

Karakter	Köyler						
	Turhan	Düzler	Yeşiloba	Çataküney	Merkez	Akçabük	Ortalama
KU**	0.241 ±0.029 ^{bc}	0.247 ±0.035 ^{abc}	0.240 ±0.036 ^{bc}	0.250 ±0.045 ^{ab}	0.255 ±0.046 ^a	0.237 ±0.030 ^c	0.245 ±0.015
Ta***	0.630 ±0.010 ^c	0.755 ±0.013 ^a	0.674 ±0.009 ^b	0.685 ±0.008 ^b	0.684 ±0.008 ^b	0.691 ±0.009 ^b	0.684 ±0.004
Tb***	0.254 ±0.004 ^d	0.257 ±0.004 ^{cd}	0.261 ±0.004 ^{cd}	0.266 ±0.004 ^c	0.293 ±0.003 ^a	0.279 ±0.003 ^b	0.267 ±0.002
DU***	6.479 ±0.017 ^{dc}	6.575 ±0.027 ^{ab}	6.533 ±0.022 ^{bc}	6.417 ±0.043 ^d	6.594 ±0.029 ^{ab}	6.642 ±0.019 ^a	6.547 ±0.010
Fe***	2.666 ±0.020 ^a	2.582 ±0.016 ^{ab}	2.618 ±0.015 ^{cd}	2.574 ±0.007 ^d	2.601 ±0.009 ^{cd}	2.645 ±0.007 ^{ab}	2.617 ±0.006
Ti***	3.216 ±0.009 ^a	3.146 ±0.009 ^c	3.155 ±0.008 ^{bc}	3.119 ±0.006 ^d	3.158 ±0.007 ^{bc}	3.173 ±0.010 ^b	3.164 ±0.004
MU***	2.019 ±0.007 ^{bc}	2.051 ±0.010 ^a	2.043 ±0.008 ^a	2.000 ±0.006 ^c	2.040 ±0.006 ^a	2.033 ±0.007 ^{ab}	2.030 ±0.003
MG***	1.156 ±0.007 ^b	1.206 ±0.008 ^a	1.206 ±0.007 ^a	1.078 ±0.007 ^c	1.156 ±0.006 ^b	1.155 ±0.007 ^b	1.159 ±0.004
T₃***	2.209 ±0.011 ^b	2.227 ±0.008 ^{ab}	2.218 ±0.008 ^b	2.170 ±0.009 ^c	2.244 ±0.010 ^a	2.226 ±0.009 ^{ab}	2.216 ±0.004
T₄**	2.170 ±0.009 ^a	2.173 ±0.008 ^a	2.168 ±0.008 ^a	2.124 ±0.009 ^b	2.172 ±0.009 ^a	2.158 ±0.012 ^a	2.161 ±0.004
S₃G***	2.808 ±0.007 ^{ab}	2.823 ±0.007 ^a	2.810 ±0.009 ^{ab}	2.756 ±0.009 ^c	2.792 ±0.012 ^b	2.826 ±0.010 ^a	2.803 ±0.004
MSU***	1.296 ±0.011 ^d	1.384 ±0.016 ^c	1.522 ±0.007 ^a	1.467 ±0.008 ^b	1.507 ±0.008 ^a	1.510 ±0.007 ^a	1.443 ±0.006
MSG***	2.365 ±0.010 ^a	2.334 ±0.010 ^{ab}	2.339 ±0.013 ^{ab}	2.287 ±0.011 ^c	2.343 ±0.010 ^{ab}	2.309 ±0.009 ^{bc}	2.330 ±0.005
MAM***	0.173 ±0.004 ^b	0.178 ±0.004 ^b	0.176 ±0.005 ^b	0.195 ±0.005 ^a	0.165 ±0.006 ^b	0.169 ±0.005 ^b	0.176 ±0.002
KaU***	9.176 ±0.028 ^a	9.104 ±0.023 ^{ab}	9.085 ±0.022 ^b	8.763 ±0.027 ^c	9.127 ±0.023 ^{ab}	9.177 ±0.019 ^a	9.076 ±0.013
KaG***	3.147 ±0.009 ^b	3.149 ±0.009 ^b	3.118 ±0.009 ^c	3.064 ±0.011 ^e	3.092 ±0.011 ^d	3.174 ±0.011 ^a	3.125 ±0.004
A*	0.507 ±0.005 ^{ab}	0.512 ±0.006 ^{ab}	0.507 ±0.007 ^{ab}	0.495 ±0.007 ^b	0.513 ±0.005 ^{ab}	0.525 ±0.005 ^a	0.510 ±0.002
B***	0.252 ±0.003 ^a	0.234 ±0.003 ^b	0.253 ±0.005 ^a	0.219 ±0.004 ^c	0.254 ±0.004 ^a	0.255 ±0.004 ^a	0.245 ±0.002
S₆U***	2.773 ±0.008 ^b	2.794 ±0.009 ^{ab}	2.782 ±0.010 ^b	2.718 ±0.011 ^c	2.769 ±0.011 ^b	2.819 ±0.012 ^a	2.775 ±0.005
S₆G***	3.164 ±0.016 ^b	3.199 ±0.015 ^{ab}	3.158 ±0.015 ^b	3.072 ±0.012 ^c	3.227 ±0.015 ^a	3.196 ±0.014 ^{ab}	3.168 ±0.006

KU=kıl uzunluğu, Ta=keçe bant ve Tb=parlak zemin genişliği, DU=dil, Fe=femur, Ti=Tibia ve MU=metatarsus uzunluğu, MG=metatarsus, T₃=üçüncü ve T₄=dördüncü tergit ve S₃G=üçüncü sternit genişliği, MSU=mum yüzeyi uzunluğu, MSG=mum yüzeyi genişliği, MAM=mum yüzeyleri arası mesafe, S₆U=altıncı sternit uzunluğu, S₆G=altıncı sternit genişliği, KaU=kanat uzunluğu, KaG=kanat genişliği, a=cubital a ve b=cubital b damar uzunluğu, *= $P<0.05$, **= $P<0.01$, ***= $P<0.001$ önem düzeylerini, farklı harfler farklı ortalamaları göstermektedir.

3.2. Kanat Damar Açıklarına İlişkin Değerler

Yöre arılarının kanat damar açıklarına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Kanat D₇ ve K₁₉ damar açığı karakterleri yönünden altı köy işçi arı örnekleri arasında fark belirlenmemiştir. Kanat J₁₆ ve O₂₆ karakterleri (P<0.05), kanat B₄ ve E₉ karakterleri (P<0.01) ve kanat A₄, J₁₀, N₂₃ ve G₁₂ karakterleri (P<0.001) farklı bulunmuşlardır.

Kanat A₄ damar açığı yönünden Yeşiloba, B₄ damar açığı yönünden Turhan ve Yeşiloba, G₁₂ karakteri yönünden Düzler ve Akçabük köyleri, E₉, L₁₃, J₁₀, J₁₆, N₂₃ ve O₂₆ karakterleri yönünden ise Çataküney köyü örnekleri ayırıcı nitelik göstermişlerdir (P<0.05, P<0.01, P<0.001).

Çizelge 2. Türkeli arılarının kanat A₄, B₄, D₇, E₉, G₁₈, J₁₀, J₁₆, K₁₉, L₁₃, N₂₃ ve O₂₆ damar açıklarına ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

Karakter	Köyler						
	Turhan	Düzler	Yeşiloba	Çataküney	Merkez	Akçabük	Toplam
A ₄ ***	32.657 ±0.303 ^c	32.780 ±0.334 ^{bc}	34.353 ±0.397 ^a	33.750 ±0.358 ^{ab}	32.860 ±0.290 ^{bc}	33.216 ±0.286 ^{bc}	33.243 ±0.138
B ₄ **	105.716 ±0.620 ^a	103.840 ±0.786 ^{abc}	101.706 ±0.851 ^c	104.231 ±0.892 ^{ab}	103.500 ±0.519 ^{bc}	102.608 ±0.637 ^{bc}	103.707 ±0.303
D ₇ ^{ÖD}	103.507 ±0.462	102.000 ±0.463	101.784 ±0.486	102.769 ±0.488	102.380 ±0.470	102.608 ±0.385	102.561 ±0.191
E ₉ **	20.313 ±0.182 ^a	20.340 ±0.257 ^a	20.235 ±0.199 ^a	19.442 ±0.277 ^c	20.260 ±0.213 ^a	19.627 ±0.137 ^b	20.047 ±0.089
L ₁₃ ***	15.657 ±0.202 ^a	16.000 ±0.232 ^a	15.882 ±0.152 ^a	14.173 ±0.184 ^c	15.820 ±0.168 ^a	14.824 ±0.170 ^b	15.399 ±0.850
J ₁₀ ***	52.940 ±0.426 ^{bc}	54.620 ±0.481 ^a	54.157 ±0.599 ^{ab}	51.981 ±0.409 ^c	53.880 ±0.454 ^{ab}	54.706 ±0.620 ^a	53.667 ±0.209
J ₁₆ *	89.806 ±0.624 ^b	89.960 ±0.404 ^b	89.235 ±0.633 ^b	91.885 ±0.554 ^a	90.240 ±0.593 ^b	90.490 ±0.473 ^{ab}	90.252 ±0.234
N ₂₃ ***	89.731 ±0.574 ^{bc}	89.500 ±0.432 ^{bc}	88.392 ±0.539 ^c	92.077 ±0.415 ^a	89.920 ±0.558 ^b	90.235 ±0.576 ^b	89.972 ±0.223
K ₁₉ ^{ÖD}	77.791 ±0.366	76.960 ±0.427	77.549 ±0.431	76.712 ±0.372	77.380 ±0.460	77.804 ±0.442	77.386 ±0.169
G ₁₂ ***	94.746 ±0.424 ^b	96.340 ±0.444 ^a	93.314 ±0.439 ^{cd}	92.192 ±0.358 ^{de}	94.280 ±0.543 ^{bc}	91.255 ±0.468 ^e	93.726 ±0.204
O ₂₆ *	36.388 ±0.331 ^{ab}	37.320 ±0.387 ^a	36.157 ±0.289 ^b	36.096 ±0.344 ^b	36.800 ±0.304 ^{ab}	35.745 ±0.417 ^b	36.411 ±0.144

ÖD=önemli değil, *=P<0.05, **=P<0.01, ***=P<0.001 önem düzeylerini, farklı harfler farklı ortalamaları göstermektedir.

3.3. Renk Yapısına İlişkin Değerler

Yöre arılarının belirlenen renk değerlerine ilişkin ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 3'de sunulmuştur. İkinci (T₂R), üçüncü (T₃R) ve dördüncü tergit (T₄R) ve scutellum renk (SR) karakterleri yönünden örnekler arasında (P<0.001) farklılık belirlenmiştir.

İkinci tergit rengi (T₂R) yönünden Turhan köyü işçi arı örnekleri ayırıcı renk gösterirken, üçüncü (T₃R), dördüncü (T₄R) ve scutellum renk (SR) karakteri yönünden tek başına ayırt edici yapı gösteren köy olmamıştır. Yöre arılarının ikinci, üçüncü ve dördüncü tergit renkleri sırasıyla ortalama 3.149, 6.535 ve 0.93 skala değerinde bulunmuştur.

Çizelge 3. Türkeli arılarının ikinci, üçüncü, dördüncü tergit ile scutellum renklerine (skala) ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

Karakter	Köyler						
	Turhan	Düzler	Yeşiloba	Çataküney	Merkez	Akçabük	Toplam
T ₂ R***	4.557 ±0.208 ^a	2.490 ±0.244 ^c	2.569 ±0.231 ^c	2.740 ±0.250 ^c	3.580 ±0.264 ^b	2.863 ±0.251 ^c	3.149 ±0.107
T ₃ R***	6.111 ±0.290	6.932 ±0.143	6.477 ±0.147	6.475 ±0.221	6.419 ±0.279	6.825 ±0.186	6.535 ±0.091
T ₄ R***	1.389 ±0.307 ^a	1.455 ±0.188 ^a	0.628 ±0.099 ^b	0.650 ±0.105 ^b	0.953 ±0.240 ^{ab}	0.486 ±0.126 ^b	0.930 ±0.080
SR***	1.461 ±0.086 ^c	1.794 ±0.139 ^c	1.870 ±0.146 ^c	2.317 ±0.189 ^b	3.280 ±0.192 ^a	2.960 ±0.179 ^a	2.243 ±0.073

T₂R=ikinci tergit rengi, T₃R=üçüncü tergit rengi, T₄R=dördüncü tergit rengi, SR=scutellum rengi, ÖD=önemli değil, ***=P<0.001 önem düzeyini, farklı harfler farklı ortalamaları göstermektedir.

3.4. Hesaplanarak (toplam ve oran) Belirlenen Karakterlere İlişkin Değerler

Yöre arılarının hesaplanarak belirlenen karakterlerine ilişkin ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Tomentum indeks (TI), arka bacak uzunluğu (ABU), vücut büyüklüğü (T_3+T_4), cubital indeks (CI), metatarsal indeks (MI) ve altıncı sternum indeks (S_6I) karakterleri yönünden örnekler arasında ($P<0.001$) farklılık belirlenmiştir. Tomentum (TI) ve altıncı sternum indeks (S_6I)

karakteri yönünden Düzler ve Merkez arıları, arka bacak uzunluğu (ABU), vücut büyüklüğü (T_3+T_4), metatarsal indeks (MI) karakterleri yönünden ise Çataküney köyü işçi arıları ayırt edici bir yapı göstermişlerdir ($P<0.05$, $P<0.01$). Çataküney köyü örnekleri bu karakterlerce ortalama düşük değer almışlardır.

Çizelge 4. Türkelî arılarının hesaplanarak belirlenen tomentum, cubital ve metatarsal indeks (oran) ile arka bacak uzunluğu (mm) ve vücut büyüklükleri (mm)'ne ilişkin ortalama ve standart hata değerleri

Karakter	Köyler						
	Turhan	Düzler	Yeşiloba	Çataküney	Merkez	Akçabük	Toplam
TI***	2.496 ±0.040 ^{cd}	2.898 ±0.070 ^a	2.605 ±0.052 ^{bc}	2.668 ±0.053 ^b	2.366 ±0.032 ^d	2.509 ±0.057 ^{cd}	2.588 ±0.023
ABU***	7.879 ±0.024 ^a	7.778 ±0.025 ^c	7.815 ±0.022 ^{bc}	7.694 ±0.013 ^d	7.799 ±0.015 ^{bc}	7.850 ±0.015 ^{ab}	7.806 ±0.009
T_3+T_4 ***	4.371 ±0.014 ^b	4.400 ±0.010 ^{ab}	4.386 ±0.011 ^{ab}	4.293 ±0.013 ^c	4.416 ±0.013 ^a	4.384 ±0.018 ^{ab}	4.376 ±0.006
CI***	2.043 ±0.036 ^b	2.217 ±0.045 ^a	2.058 ±0.059 ^b	2.300 ±0.054 ^a	2.051 ±0.043 ^b	2.082 ±0.038 ^b	2.121 ±0.019
MI***	57.321 ±0.339 ^b	58.869 ±0.338 ^a	59.072 ±0.327 ^a	53.894 ±0.394 ^c	56.749 ±0.336 ^b	56.838 ±0.363 ^b	57.116 ±0.170
S_6I ***	87.658 ±0.393 ^a	87.391 ±0.358 ^a	88.125 ±0.370 ^a	88.502 ±0.360 ^a	85.854 ±0.381 ^b	88.276 ±0.386 ^a	87.647 ±0.160

TI=tomentum indeksi, ABU=arka bacak uzunluğu, T_3+T_4 =vücut büyüklüğü, CI=cubital indeks, MI=metatarsal indeks, S_6I =altıncı sternum indeksi, ***= $P<0.001$ önem düzeyini, farklı harfler farklı ortalamaları göstermektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye'de arı ırklarının dağılımında ana popülasyonu Anadolu ile Kafkas ırklarının oluşturması, yörenin bu bölgelerle coğrafik bağlantısı ve Türkelî arılarının morfolojik karakterizasyonu ile ilgili çalışmanın olmayışı sebebiyle bu iki ırk ile karşılaştırıp tartışılmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür.

Türkelî ilçesi Turhan, Düzler, Yeşiloba, Çataküney, Merkez ve Akçabük köylerinden toplanan işçi arıların ölçümleri alınan toplam 41 morfolojik karakterden kanat D_7 ve K_{19} damar açıları hariç, diğer 39 morfolojik özellik yönünden çok önemli düzeyde farklılık göstermişlerdir.

Yöre arıları kısa olarak nitelenecek kıl örtüsüne sahip bulunmuşlardır. Ortalama kıl uzunluğu (KU) 0.245 mm bulunmuştur. Kıl uzunluğu arıların ekolojik koşullara uyumları ve özellikle de soğuğa karşı koruma ile doğrudan ilişkili bir karakterdir (Alpatov, 1929; Ruttner ve ark., 1978). Yörede kışların ılıman geçtiği, kar yağışının ender ve geçici ve sıcaklığın sıfırın altına düştüğü gün sayısının çok az olduğu bilinir. Bu ekolojik yapı kıl uzunluğunun kısa oluşunun en önemli nedeni olarak kabul edilmiştir. Örneğin, Ruttner (1988), Genç ve ark. (1997) ve Güler ve Kaftanoğlu (1999a) Kafkas ve Anadolu arı ırklarında ortalama kıl uzunluğunu sırasıyla 0.335 ve 0.290; 0.322 ve 0.282; 0.327 ve 0.276 mm,

Karacaoğlu (1989) ve Güler (2001) Kafkas arısında ortalama kıl uzunluğunu sırasıyla 0.400 ve 0.319 mm olarak belirlemişlerdir. Diğer tarafta Gençler ve Fıratlı Orta Anadolu (Kırşehir, Beypazarı, Çankırı ve Eskişehir) arılarında kıl uzunluğunu sırasıyla 0.186, 0.205, 0.204, 0.206 mm gibi çok kısa yapıda belirlemişlerdir. Buna rağmen, yöre arılarının belirlenen kıl uzunluğu değerleri düşüktür. Çünkü Güven (2003) bu yöreye çok yakın ve benzer ekolojiye sahip olan İnebolu örneklerinde ortalama kıl uzunluğunu 0.315 mm olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda kıl yapısının kısa oluşu bu arıların oluştukları bölgenin ekolojik koşulları yanı sıra, örneklerin alınma dönemlerinden de kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü örnekler sonbaharda toplanmış ve işçi arıların yaşlı oldukları tahmin edilmiştir.

Yöre arıları uzun dil (DU) yapısına sahiptirler. Akçabük (6.642 mm), Merkez (6.594 mm) ve Düzler (6.575 mm) köyleri arıları Kafkas ırkına yakın dil uzunluğu değeri göstermişlerdir. Belirlenen uzun dil yapısı Güven (2003)'in bu yöreye çok yakın İnebolu arı örneklerinde belirlediği (6.785 mm) değerlerle benzerlik içerisindedir. Özellikle, Akçabük örnekleri Türkiye'de bugüne kadar belirlenmiş en uzun dilli arılardandır. Ancak bu köy arıları uzun dil yapısına sahip olmalarına rağmen renk (tergit ve scutelum) ve diğer morfolojik özellikler yönünden Kafkas ırkına benzerlik göstermemişlerdir. Birçok araştırmacı Kafkas

arı ırkının farklı coğrafyalarda dağılım gösteren popülasyonları için dil uzunluğunu (DU) 6.642 (Alpatov, 1929), 6.645 (Bodenheimer, 1942), 6.500 (Bilash, 1976), 7.011 (Ruttner, 1988), 6.76 (Öztürk, 1990), 6.967 (Akyol, 1998), 6.716 (Gençer ve Fıratlı, 1999), 6.657 (Güler ve Kaftanoğlu, 1999a) ve 6.540 mm (Adl ve ark., 2007) olarak belirlemişlerdir. Yörenin Turhan (6.479 mm), Yeşiloba (6.533 mm) ve Çataküney (6.417 mm) Köyleri arıları ise dil uzunluğu yönünden Anadolu ırkına benzerlik göstermişlerdir. Diğer bazı morfolojik özellikler ile dil uzunluğu değerlendirildiğinde Turhan Köyüne büyük bir olasılıkla Anadolu ırkından ana arı girişi olduğu tahmin edilmiştir. Nitekim Gençer ve Fıratlı (1999) ve Güler ve Kaftanoğlu (1999a) Anadolu (Beypazarı) arı ırkı dil uzunluğunu sırasıyla 6.505 ve 6.489 mm olarak belirlemişlerdir. Çataküney Köyü arıları ise yörenin en kısa dilli arısıdır (Çizelge 1).

Yöre arıları genelde iri vücutlu (T_3+T_4) bulunurken (Çizelge 4), birçok morfolojik özellik yönünden ayrı bir küme oluşturan Çataküney Köyü arıları ise küçük vücutlu (4.293 mm) bulunmuştur. Bu köy arıları vücut büyüklüğü yönünden Güven (2003)'in İnebolu arılarında belirlediği (4.260 mm) değerlerle büyük benzerlik göstermiştir. Çataküney Köyü örnekleri bu özellik yönünden Kafkas ve Anadolu arı ırklarından ziyade Trakya arılarına daha fazla benzerlik göstermiştir. Ayrıca, yöre arılarının vücut büyüklüğünün oluşumunda, üçüncü tergum genişliği (T_3) dördüncü tergum (T_4) genişliğinden daha önemli etkiye ($r=0.712$) sahip bulunmuştur.

Bu yöre arılarının arka bacak uzunlukları (ABU) kısa (7.806 mm) bulunmuştur. Mukayese edilmek üzere değerlendirildiğinde Akyol (1998) Kafkas arısında arka bacak uzunluğunu 8.325, Güler (2001) Artvin Borçka Macahel arılarında 8.114, Güler ve Kaftanoğlu (1999a) Posof Süngülü ve Beypazarı arısında 8.22 ve 8.076 ve Gençer ve Fıratlı (1999) Beypazarı ve Posof arılarında 7.801 ve 8.039 mm bulmuşlardır.

İkinci (T_2R), üçüncü (T_3R) ve dördüncü (T_4R) tergit ile scutellum renk (SR) karakterleri değerlendirildiğinde, yöre arılarının hem Anadolu (*A. m. Anatoliaca*) hem de Kafkas (*A. m. caucasica*) arı ırkları renk değerleri göstermişlerdir. Ancak bu renk farklılığı köyler arası farklılıktan ziyade aynı kolonideki işçi arıların her biri üzerinde farklı tonda bulunmuştur. Örneğin, üçüncü tergum (T_3R) renk değerleri yönünden yöre arılarının tümüne yakını 6 ile 7 skala renk değeri göstermişlerdir. Bu tondaki üçüncü tergum renk düzeyi ülkemizde sadece Anadolu ırkına hastır. Nitekim Güler ve Kaftanoğlu (1999b) Anadolu arı ırkında üçüncü tergum rengini (T_3R) ortalama 7.622 skala olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan, yöredeki arıların büyük bir kısmı dördüncü tergum (T_4R) ile scutellum renk (SR) tonları (Çizelge 3) yönünden Kafkas ırkına daha yakın bulunmuşlardır. Kafkas ırkında scutellum (SR) ve dördüncü tergum renkleri (T_4R) siyahtan ziyade simsiyah görünümündedir.

Yani, bu iki özellik yönünden 0-1 skala renk değerine sahiptir (Ruttner, 1988; Güler ve Kaftanoğlu, 1999b; Genç ve ark., 1999; Gençer ve Fıratlı, 1999; Akyol, 1998). Renkte meydana gelen bu uyumsuz değişimin melezleme etkisinden kaynaklandığı ve her bir ana arının farklı ırklardan gelen erkek arılarla çiftleşmiş olabileceği tahmin edilmiştir.

Kanat D_7 ve K_{19} damar açıları yönünden yöre arıları benzerlik gösterirken, diğer kanat açıları yönünden önemli farklılık belirlenmiştir. Yeşiloba köyü arılarında kanat A_4 damar açısı 34.353° ölçülmüştür. Bu köy arılarında belirlenen ortalama A_4 damar açısı değeri bu güne kadar sadece Kafkas ırkında belirlenmiş ve bu ırka has ayırt edici bir özelliktir (Güler ve ark., 2004). Ayrıca, bu köy arıları kanat B_4 , ikinci tergum rengi (T_2R), scutellum (SR) rengi ve metatarsal indeks (MI) karakterlerince de Kafkas ırk özellikleri göstermiştir. Bu bulgu büyük bir olasılıkla bu köye Kafkas kaynaklı ana arı girişinin olduğuna işaret etmektedir. Yöre arılarının kanat A_4 damar açısı ile B_4 damar açıları arasında önemli ($P<0.05$) negatif ilişki ($r=-0.542$) belirlenmiştir. Aslında bu negatif ilişki daha çok Kafkas ile Karniyol arı ırklarına has ayırtıcı bir özelliktir (Güler ve ark., 2004).

Türkiye'de farklı coğrafik bölgelerdeki farklı ırk ve ekotiplerin morfolojik karakterlerine yönelik yapılan çalışmalarla mukayese edildiğinde, bu yörede belirlenen varyasyonun çok daha fazla olduğu açıktır (Güler ve Kaftanoğlu, 1999a, Güler ve Kaftanoğlu, 1999b; Genç ve ark., 1997; Gençer ve Fıratlı, 1999). Birbirine en uzak olan Çataküney köyü ile Merkez'dir ve aralarında yaklaşık 32-33 km mesafe bulunmaktadır. Bu mesafedeki arılar arasında farklılık olması normal görülse de aralarında sadece 2 km mesafe bulunan Turhan ve Düzler köyleri işçi arıları da morfolojik olarak birbirlerinden farklı bulunmuşlardır. Genel morfolojik yapı değerlendirildiğinde, yörede aşırı sayılabilecek düzeyde genetik farklılık belirlenmiştir. Mevcut işçi arılar kıl uzunluğu, renk, vücut büyüklüğü, kanat damar açıları ve diğer karakterler yönünden homojen özellik göstermemişlerdir. Benzer coğrafya veya ekolojik çevrede dağılım gösteren arıların morfolojik olarak bu düzeyde farklılık göstermeleri beklenemez (Ruttner, 1988; Kauhausenkeller ve Keller, 1994). Bu düzeyde farklılık gösteren bir bölge bu güne kadar dünyada belirlenmemiştir. Bölge gezginci arıcılık güzergâhının tamamen dışındadır. Bölgenin kendi içerisinde de arı göçü yoktur. Bize göre bu farklılığın en önemli sebebi bu yöreye son 10-15 yıllık süreçte denetimsiz ve rasgele farklı ırklardan ana arı girişi olmasıdır. İkinci bir ihtimal ise başka bölgelerden arı kolonisi alımları olabilir. Yöre arılarının morfolojik yapı yönünden Çataküney Köyü hariç aşırı düzeyde bozulduğu ve kirlendiği kolayca söylenebilir. Bu bozulmayı köylerde aynı arılıklarda bulunan koloniler arasında da tergum a, mum salgı yüzeyi uzunluğu (MSU), kanat uzunluğu (KaU), kanat genişliği (KaG), kanat N_{23} damar açısı, tomentum indeks (TI), arka

bacak uzunluğu (ABU) ve vücut büyüklüğü (T_3+T_4) karakterlerinde belirlenen farklılıkta doğrulamaktadır.

Düzler arı örnekleri Akçabük ve Merkez'le, Merkez arıları Akçabük köyü ile morfolojik olarak ilişkili bulunmuştur. Çataküney ve Yeşiloba Köyleri örneklerinin birbiriyle ve diğer köylere ait örneklerle aralarında morfolojik ilişki ve benzerlik bulunmamıştır. Diskriminant analiz sonuçlarına bakıldığında bu yörede merkez grubu Akçabük Köyü arıları oluşturmuştur.

Çataküney Köyü arıları dil uzunluğu (DU), femur uzunluğu (Fe), tibia uzunluğu (Ti), metatarsus uzunluğu (MU), metatarsus genişliği (MG), üçüncü (T_3) ve dördüncü (T_4) tergum genişlikleri, mum salgı yüzeyi genişliği (MSG), mum aynaları arası mesafe (MAM), kanat uzunluğu (KaU), kanat genişliği (KaG), cubital a ve cubital b damar uzunlukları, altıncı sternum uzunluğu (S_6U), altıncı sternum genişliği (S_6G), kanat E_9 , L_{13} , J_{10} , O_{26} damar açıları, arka bacak uzunluğu (ABU), vücut büyüklüğü (T_3+T_4) ve metatarsal indeks (MI) karakterlerince ayırıcı özellik göstermiştir (Çizelge 1, 2, 3 ve 4). Bu köydeki arılıkta daha çok geleneksel yöntem yetiştiricilik yapılmakta, arıların geçmişten kaldığı ve dışarıdan ana arı ve koloni alımı yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu durum değerlendirildiğinde Çataküney köyü arılarının yörenin yerli arısı olduğu yaklaşımını güçlendirmektedir. Bu köy arıları, morfolojik olarak Kafkas ve Anadolu arı ırklarına benzerlik göstermeyen daha farklı bir genetik kaynak görünümündedir. Küçük vücut üzerinde kısa eklenti organlar (kanat ve bacak) bulunmaktadır.

Sonuç olarak Türkeli yöresi arılarının saf olmadıkları, benzerlik göstermedikleri ve önemli düzeyde genetik kirlenmeye maruz kaldığı bu çalışmada görülmüştür. Bu bozulma, gelinen noktada ülkenin geneli için söz konusu olabileceği ihtimalini güçlendirmektedir. Görüldüğü gibi önemli ırk ve ekotiplerin bulunduğu bölge ve yörelere denetimsiz, kontrolsüz ve yöre arısı ile genetik bağı olmayan ana arı girişlerinin ne kadar önemli olumsuzluklara sebep olduğu belirlenirken, bu durumun denetim altına alınmasının genetik kaynaklarının korunması açısından da gerekli olduğu bir gerçektir.

5. KAYNAKLAR

Adam, B., 1983. In search of the best strains of honeybee. N. Bee Books, West Yorkshire.

Adl, M B F, Gencer, H V, Fıratlı, Ç., Bahreini, R, 2007. Morphological characterization of Iranian (*A. m. meda*), Central Anatolian (*A. m. anatolia*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bee populations. Journal of Apicultural Research and Bee World 46 (4): 225-231.

Akyol, 1998. Kafkas ve Muğla Arılarının (*Apis mellifera* L.) Saf ve Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranışsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 153 s (Basılmamış).

Alpatow, W. W., 1929. Biometrical studies on variation and the races of the honeybee *Apis mellifera* L. Quar. Review of Biology 4: 1-58.

Bilash, G D, 1976. Zonal Distribution of Bee Races in USSR Genetics, Selection and Reproduction of The Honey Bee Symposium On Bee Biology, Moscow, August 1976. 134-142.

Bodenheimer, F S., 1942. Studies on the honey bee and beekeeping in Turkey. Merkez Zirai Mücadele Enstitüsü Ankara. Numune Matbaası. İstanbul.

Coley, WW; Lohnes, RR., 1971. Multivariate Data Analysis. John Wiley and Sons. Inc. New York. 244-257.

Genç, F; Dülger, C; Kutluca, S; Dodoloğlu, A, 1997. Kafkas, Anadolu ve Erzurum balarısı (*Apis mellifera*) genotiplerinin bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28 (5): 683-697.

Gencer, H V., Fıratlı, Ç., (1999). Morphological characteristics of the Central Anatolian (*A. m. anatoliaca*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bees. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 23 (1): 107-113.

Güler, A; Bek, Y., 2002. Forewing angles of honey bee (*Apis mellifera* L.) samples from different regions of Turkey. Journal of Apicultural Research 40: 43-49.

Güler, A., O. Kaftanoğlu., Türkiye'nin önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri-I. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences. 1999a; 23 (3): 565-570.

Güler, A., O. Kaftanoğlu., Türkiye'nin önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri-II. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences. 1999b; 23 (3): 571-575.

Güler, A., 2001. Artvin Borçka Camili (Macahel) yöresi bal arısı (*Apis mellifera* L.)'nin morfolojik özellikleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 25, 473-481.

Güler, A; Bek, Y; Güven, H; Arslan, S. 2004. Kafkas (*A. m. caucasica*) ve Karniyol (*A. m. carnica*) ırklarının morfolojik ayırımında kanat organının önemi. 4. Ulusal Zootekni Kongresi, 331-336 s. Isparta.

Güven, H. 2003. Kuzeydoğu Anadolu ve Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı balarısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin morfolojik özellikleri ve performanslarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Kandemir , I; Kence, M; Kence, A., 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) population of Turkey. *Apidologie* 31: 343-356.

Karacaoğlu, M. 1989. Orta Anadolu, Karadeniz Geçit ve Ardahan İzole Bölgeleri Arılarının Bazı Morfolojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kauhausenkeller, D; Keller, R., 1994. Morphometrical control of pure race breeding in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 25: 133-143.

Öztürk, A.I. Morphometric analysis of some Turkish honeybees (*Apis mellifera* L.). Master of Philosophy. 1990; Univer. of Wales College of Cardiff, UK.

Palmer, MR; Smith, DR; Kaftanoğlu, O., 2000. Turkish honeybees: genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *Heredity* 91: 42-46.

Ruttner, F., 1988a. Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer, Veriag; Heidelberg, Germany 284 pp.

- Ruttner, F; Tassencourt, L; Louveaux, J., 1978. Biometrical statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie* 9: 363-381.
- Ruttner, F; Elmi, M P; Fuchs, S, 2000. Ecoline in the Near East along 36 N latitude in *Apis mellifera* L. *Apidologie* 31: 157-165.
- Smith, DR; Slaymaker, A; Palmer, M; Kaftanoğlu, O., 1997. Turkish honeybees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie* 28: 269-274.
- SPSS 13.0 (2004). User's guide. SPSS Inc. Chicago IL 60606-6412 (Customer ID: 361835).

BİTKİSEL ÜRÜNLERE KARŞI TARIMSAL BİYOTERÖRİZM (AGROTERRÖRİZM)

İ. Özer ELİBÜYÜK

A.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 06110, Ankara

Sorumlu Yazar: elibuyuk@agri.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.03.2008

Kabul Tarihi: 15.10.2008

ÖZET: Biyolojik savaş insan, hayvan ve bitkilerde hastalık yaratmak ve/veya öldürmek amacıyla mikroorganizma ve toksinlerin kasıtlı olarak kullanılmasıdır. Tarımsal biyoterörizm (agroterörizm) de korku yaratmak, ekonomik kayıp vermek ve/veya istikrarı bozmak amacıyla bir hayvan veya bitki zararlısının tarım sistemine kasten sokulması olarak tanımlanmaktadır. Bitkisel ürünlere karşı agroterörizm ise genellikle bitki patojenlerinin (fungus, bakteri, virüs) bireysel veya grup olarak kültür bitkilerine veya orman ağaçlarına doğrudan veya dolaylı olarak tarım sektörüne zarar vermek amacıyla kasıtlı ve düşmanca amaçlar için kullanılması şeklinde nitelendirilmektedir. Günümüzde tarım ve ormancılığa karşı terörist saldırıların potansiyeli ulusal güvenlik tehdidi olarak gittikçe önem kazanmaktadır. Tarıma saldırı yeni bir kavram değildir ve tarih boyunca da bazı devlet ve gruplarca da üzerinde çalışılmış veya kullanılmıştır. Tarım ülkemizin en eski sektörlerinden biridir ve bunun tahribi kırılğan olan tarım ekonomimize çok büyük zarar verebilir. Bu makalede bitkisel ürünlere yönelik agroterörizme karşı tarım sisteminin kırılğanlığı, ekonomiye etki, bitkisel ürünlere karşı agroterörizmin özet olarak tarihçesi, konuyla ilgili iddialar, uyuşturucu ile mücadele programları, potansiyel bitki patojenleri ve risk analizi konuları ele alınmıştır. Bu makale ülkemizde bugüne kadar üzerinde yeterince durulmamış bitkisel ürünlere karşı agroterörizm konusuna dikkati çekmek amacıyla yazılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoterörizm, ürün biyogüvenliği, bitki hastalıkları, risk analizi

ANTI-CROP AGRICULTURAL BIOTERRORISM (AGROTERRORISM)

ABSTRACT: Biological warfare is the intentional use of microorganisms, and toxins to produce disease and/or death in humans, livestock and crops. Agroterrorism (agricultural bioterrorism) is a subset of bioterrorism, is defined as the deliberate introduction of an animal or plant pest to an agricultural system with the goal of generating fear, causing economic losses, and/or undermining stability. Anti-crop agroterrorism is generally described as the deliberate and malevolent use of plant pathogens (fungi, bacteria, viruses) by any human individual or group in order to cause direct damage to crops or forests, or to indirectly affect the agricultural system. Today, the potential of terrorist attacks against agricultural targets as well as against forests is increasingly recognized as a national security threat. Attacks against agriculture are not a new concept and have been conducted or considered by some states and groups throughout history. Agriculture is one of the oldest sectors of our economy, and its disruption could have catastrophic consequences for our vulnerable agricultural economy. This article addresses the vulnerability of anti-crop agroterrorism by reiewing the cost and impact of plant diseases. In addition, a brief history of anti-crop agroterrorism and related allegations, drug control programs, potential pathogens including risk analysis is given. The article is written to highlight anti-crop agroterrorism concept which has not been considered in detail in Turkey.

Key Words: Bioterrorism, crop biosecurity, plant diseases, risk analysis

1. GİRİŞ

Biyolojik savaş son zamanlarda ortaya çıkmış bir olay değildir; biyolojik silahların kullanımı neredeyse insanlık tarihi kadar eskidir. İlkel insanlar hayvan ve bitki zehirlerini kullanarak da avlanmışlar; aynı okları savaşlarda kullanmaktan çekinmemişler, kimi zaman da düşmanlarının kuyularına kadavra ve hayvan leşlerini atarak su kaynaklarını kirletme yoluna gitmişlerdir (Cristopher ve ark., 1997).

Biyoterörizm terimi insan, hayvan veya bitkilere zarar vermek için (hastalandırmak veya öldürmek amacıyla) mikroorganizmaların (veya onların ürünlerinin) insanlar tarafından kasıtlı kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Tucker, 1999, Tucker, 2000). Bir agroterörizm eylemi olan bitkisel ürünlere karşı agroterörizm ise genellikle bireysel veya herhangi bir grubun bitkisel ürünlere, ormanlara veya dolaylı olarak tarım sektörüne zararlı olacak şekilde bitki patojenlerinin (fungus, bakteri, virüs) kasıtlı kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Latxague ve ark., 2007). Bununla birlikte, bazı araştırmacılar hayvansal

zararlılar ve yabancı otların da agroterörizm için bir potansiyele sahip olduğunu bildirmekteydiler (Kohen, 2000; Wheelis, 2000; Parker, 2003; Anonymous, 2007a)

Bitki patojenleri bitkisel ürünlere ve orman ağaçlarında çok sayıda ekonomik olarak önemli hastalıklardan sorumludurlar. Bunlardan bazıları hem gelişmekte olan ülkelerde ve hem de gelişmiş ülkelerde küresel gıda güvenliği ve tarıma bir tehdit olarak algılanmaktadır. Biyoterörizm hakkında korkular 1990'ların sonunda ortaya çıkmış ve tarıma yönelik potansiyel agroterörizm ile ilişkili alınabilecek önlemler de yine bu zamana denk gelmiştir. Örneğin, Amerikan Fitopatoloji Derneği (APS) 1999 yılında "Tarımsal Ürünlere Karşı Biyoterörizm ve Gıda Güvenliğinde Bitki Korumanın Rolü" konulu bir sempozyum düzenlemiştir (Anonymous, 1999). 2000 yılında da Cornell Üniversitesi'nde Tarımsal Terörizm: Tehdit Nedir? adlı (Anonymous, 2000a) ve Amerikan Fitopatoloji Derneği (APS) Halk Politikaları Kurulu tarafından da 2003'de "Bitkisel

Ürün Biyogüvenliği: Hazır mıyız?” adlı bir çalıştay düzenlenmiştir (Sherwood ve Fletcher, 2003). Bitkisel üretime agroterörist tehditlerin farkında olan bitki koruma konusunda çalışan araştırmacılar ürün biyogüvenliğinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi konusunu yeni bir çalışma alanı olarak ele almaya başlamışlardır (Madden ve van den Bosch, 2002; Suffert ve ark., 2005; Fletcher ve ark., 2006; Latxague ve ark., 2006; Schaad ve ark., 2006).

Bitkisel ürünler diğer ülkeler gibi ülkemizin de gıda kaynağı ve gıda güvenliğinin dinamik gücüdür. Tarım ve tarıma dayalı sanayi hala ülkemizin en önemli işkoludur. Ülkemiz büyük bir bitki çeşitliliği ve zenginliğine sahip olup pek çok bitki türü için de gen kaynağı durumundadır. Bazı tarımsal ürünlerimizle de dünya piyasalarında ön sıralarda yer almaktayız. Bu özellikleriyle Türk tarımı bazı ülke, grup veya kişilerin hedefi olabilir. Bunlardan dolayı bu makale ülkemizde bugüne kadar pek üzerinde durulmamış bitkisel ürünlere karşı agroterörist konusuna dikkati çekmek amacıyla kaleme alınmıştır.

2. BİTKİSEL ÜRÜNLERE KARŞI AGROTERÖRİZME KIRILGANLIK

Türk tarımı diğer pek çok ülke tarımı gibi agroterörist saldırılara açık ve kırılgan olarak görülmektedir. Bitkisel ürünlerimiz geniş alanlarda yetiştirildiklerinden saldırılara açıktır, askeri olarak korunamazlar ve denetlenmeleri de oldukça güçtür. Bir saldırganın bir mikroorganizmayı ya da hayvansal bir zararlıyı sahaya salabilmesi kolay olduğundan bitkiler saldırı için kolay bir hedef olarak görülebilir. Askeri anlamda bitkiler yumuşak hedefler olarak değerlendirilebilir (Hickson, 1999). Bitkilerin az gözetilebilmesinin diğer bir sebebi de patojenin girişi ile sonuçta hastalık belirtilerinin ortaya çıkması arasında uzun bir sürenin gerekmesidir. Pek çok bitki patojeni hastalık tanımlanmadan önce bitkide aylarca hatta yıllarca bulunabilir (Madden ve Wheelis, 2003). Bunlara ek olarak yurdumuz sınırların da uzun olması ve taşınan bütün ürünlerin gözlenememesi diğer bir hassasiyet noktasıdır. İnspektörler gümrükte ürünün yalnızca çok küçük bir kısmını inceleyebilmekte ve yalnızca tarımsal ticari mallar üzerindeki hastalık ve zararlılar üzerinde inceleme yapmaktadırlar. Muhtemelen de teröristler bildirilmiş tarımsal ürünleri kullanarak patojenleri kaçırmayacaklardır. Pek çok ülkeye yasa dışı yollardan kanunsuz uyuşturucu maddeler sokulurken bir ülkeye bitkilerde enfeksiyon yapabilecek küçük miktarda inokulumu sokmak hiç de zor olmayacaktır. Pek çok bitki patojeninin sporlarının kaynağından uzak mesafelere kadar taşınabilmesi yüzünden (Campbell ve Madden, 1990) bir teröristin başka bir ülke sınırlarından içeri girmesine gerek bile yoktur, sınırın diğer tarafından komşu ülkeye doğru inokulumu salmak da etkili olabilecektir. Diğer ülkeye hastalık etmeni ile bulaşık tohum sokmak da başka bir yol olabilmektedir. Bu yol dışarıdan yüksek miktarda tohumluk ithal eden ülkeler için daha da önem

taşımaktadır (Madden ve Wheelis, 2003). Bitki patojenleri insanlara zararlı olmadığından (toksin üretenlerin dışındakiler) silah olarak insan (ve bazı hayvan) patojenlerine göre bitki patojenlerini hazırlamak çok daha kolaydır (Wheelis ve ark., 2002). Potansiyel olarak zararın ortaya çıkması ve etmenin tanımlanması uzun zaman alabileceğinden bu işi kimin ya da kimlerin yaptığını ortaya çıkarmak da zordur. Elde mevcut bitki patojenlerinin genetik parmak izi (fingerprinting) analizi verileri insan patojenlerinden daha azdır ve bu yüzden yeni girmiş bir patojenin kaynağını belirlemek güç olacaktır (Madden ve Wheelis, 2003).

3. BİTKİSEL ÜRÜNLERE KARŞI AGROTERÖRİZMİN EKONOMİYE OLASI ETKİLERİ

Bir patojenin girişini takiben bir pandemi ya da kıtlık olasılığı düşük olsa da küçük bir salgın ticarete istenmeyen olaylara yol açabilir. ABD’deki Karnal sürmesi (*Tilletia indica*) örneği bu duruma bir örnektir. Bu hastalık 1996 yılında Arizona ve sonra diğer birkaç eyalette ilk kez görüldüğü zaman sınırlı bir coğrafi alanda bulunmuş olmasına rağmen ABD’nin buğday ihracatına ciddi bir tehdit oluşturmuştur (Bandyopadhyay ve Frederiksen, 1999). Bitkisel ürünlere saldırıdan kaynaklanan finansal kayıplar birbiriyle ilişkili pek çok duruma sebep olacaktır. Bunlar, hastalıklardan kaynaklanan doğrudan kayıplar, teşhis ve survey masrafları, mücadele masrafları, dayanıklılık ıslahı ve yeni bir pestisit geliştirilme masrafları, hastalıktan zarar görmüş ürünlerin imhası, tüketici ve halkta güvenin bozulması, enfekteli alanlarda uzun süreli karantina, ihracat ve ticaretin bozulmasından kaynaklanan zararlar ve hammadde pazarlarının bozulması şeklinde sıralanabilir (Pimentel ve ark., 2000; Parker, 2003).

4. DÜNYADA BİTKİSEL ÜRÜNLERE KARŞI AGROTERÖRİZM İLE İLİŞKİLİ OLAYLAR

Bitkilerde hastalıklarından kaynaklanan yüksek maddi kayıplar 20. yy.da pek çok ülkeye bitkilere karşı silah olarak bitkisel patojenlerin kullanılması fikrini vermiştir. Fransızlar 1939 yılında havadan Alman patates tarlalarına zarar vermek için saldırı ajanı olarak hem patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) ve hem de patates mildiyösü (*Phytophthora infestans*) etmenini kullanmayı düşünmüşlerdir (Lepick, 1999). Fransızların programı Le Bouched’deki laboratuvarları 1940 yılında Almanlarca imha edildikten sonra sona ermiştir. Almanya’da saldırı amaçlı biyolojik silah araştırma ve geliştirme çalışmaları 1942 yılında Hitler tarafından durdurulsa da savunma araştırmaları bölümü altında çok sayıda bitki hastalık ve zararlıları üzerinde denemeler yapılmıştır. Bu denemelerin birinde Ekim 1943’de 140000 kadar patates böceği Spreyer yakınlarında uçaklardan salınmıştır. Almanlar, ayrıca değişik şalgam böcekleri, patates hastalıkları ve bazı

yabancı otlarla ilgili denemeler de yapmışlardır (Carter ve Pearson, 1999; Geissler ve Moon, 1999; Wheelis, 1999). Japonlar da II. Dünya Savaşı sırasında bitkisel ürünlere karşı biyolojik etmenlerle ilgilenmiş ve tahılları ve diğer bazı bitkileri etkileyen pek çok fungus, bakteri ve nematodları da içeren bitki patojenini deneme parsellerinde çalışmışlardır. Bununla birlikte, asla tatminkar bir ajan geliştirilememiştir ve bitkisel ürünlere karşı biyolojik ajanlar görünüşe bakılırsa hiç kullanılmamıştır (Harris, 1994; Harris, 1999).

ABD’de bitkilere karşı hastalık etmenlerinin kullanılması 1942’den itibaren aktif şekilde düşünölmeye başlanmıştır. Burada bitkisel ürünlere karşı ana etmenler *Puccinia graminis tritici* (buğday kara pası), *Puccinia graminis secalis* (çavdar pası), *P. oryzae* ve *P. infestans*’tı. ABD 1954’de pas sporları ile yoğun bir şekilde tozlanmış hindi tüylerini içeren salkım bombalarını geliştirmişti. ABD 1944-1945 yıllarında Japonların çeltik tarlalarına zarar vermek için *P. oryzae*’i kullanmayı çok düşünmüş, ancak böyle bir saldırının hemen bir etki vermeyeceği için bundan vazgeçmiştir. ABD’nin bitkisel ürünlere karşı biyolojik silah programı en önemli gelişmesini 1955 yılında bazı kimya şirketlerince TX kod adıyla buğday kara pasının bitkisel ürünlere karşı bir ajan olarak standardize edilmesiyle elde etmiştir, kısa bir süre sonra diğer bazı etmenler de standardize edilmiştir (örneğin LX kod adıyla *P. oryzae*, SX kod adıyla *P. graminis secalis*, LO kod adıyla *P. infestans*). ABD’de 1960’lı yılların başında 5 ton kadar bitkisel ürünlere karşı ajan kullanılabilir durumdaydı; 1973 yılında Başkan Nixon’un talimatları gereğince bunların hepsi imha edilmiştir (Moon, 1999; Rogers ve ark. 1999; Whitby, 2002). ABD 1969’da Başkan Nixon tarafından biyolojik silah üretim programını durdurduğu zaman SSCB kendi programını başarmak üzereydi. SSCB’nin programı 1940’lı yılların sonu 1950’li yılların başında başlayan geniş ölçüde bitkisel ürünlere yönelikti; programlarıyla ilgili az şey bilinse de ana etmenler çeltik yanıklık, buğday ve çavdar kara pası etmenleriydi. Bunlar dışında buğday mozaik virüsü (Wheat mosaic virus), arpa mozaik virüsü (Barley mosaic virus), patates virüsleri ve tütün mozaik virüsü (Tobacco mosaic virus) ile de denemeler yapılmıştı, ancak bu etmenler stoklanmamıştı. Mısır pası (*Puccinia sorghii*) ile ilgili dondurarak kurutma ve vakumlayarak saklama denemeleri de yapılmıştı. SSCB’nin bitkisel ürünlere karşı programı 1990’da sonlandırılmıştır (Alibek, 1999, Anonymous, 2004a).

Irak da biyolojik silahlarla ilgilenmiş, buğday sürmesi etmenleri (*Tilletia tritici* ve *Tilletia leavis*) bitkisel ürünlere karşı ajanlar olarak geliştirilmişti (Whitby ve Rogers, 1997; Whitby, 2002). Irak biyolojik silah olarak *Aspergillus*’larca üretilen aflatoksin ile de ilgilenmiştir. Bununla birlikte, Irak fonksiyonel bir silah olarak sürme etmenlerini geliştirmede başarılı olamamıştır. Irak’ın biyolojik silah programı Körfez Savaşı sonrasında Birleşmiş

Milletler Özel Komisyonu (UNSCOM) gözlemcileri tarafından sonlandırılmıştır (Whitby, 2002).

Bunlardan başka geçmişte bitkisel ürünlere karşı agrotörizm ile ilgili bazı iddialar da gündeme gelmişti (Mollison, 1986). 1978 yılında şeker kamışı pas hastalığı etmeni (*Puccinia melanocephala*) ve 1979-1980’de de tütünde mavi küf etmeni (*Perospora tabacina*) ile bunlardan başka da pek çok patojenin Küba’ya sokulduğuna ilişkin iddialar ortaya atılmışsa da bunlar ispatlanamamıştır. Küba, 1997’de ABD’yi kendi bölgesine kasten bir zararlıyı sokmakla suçlamıştır. Bu da kokayı (kokain elde edilen bitki) eradike etme programına katılmak için Kolombiya’ya gitmekte olan ABD’ye ait bir uçaktan Küba’nın yasal hava sahası boyunca bitki zararlısı bir böcek olan *Thrips palmi*’nin 1996 Ekim ayında kasten bırakıldığı iddiasıdır. Aralık ayında Küba salınımının yapıldığı iddia edilen alanda ilk kez *T. palmi*’yi saptamıştır. Bunun üzerine Küba, Biyolojik Savaş Konvansiyonu’nun 5. maddesi gereğince ABD’nin *T. palmi*’yi kasten Küba’ya saldırdığı iddiası ile yasal bir soruşturma talebinde bulunmuştur. Konvansiyon’a üye ülkelerin çoğu 31 Aralık 1997’de yayınlanan sonuç raporunda böceğin Küba’ya komşu adalardan rüzgarla doğal yollardan geldiğini belirtmişlerdir (Zilinskas, 1999).

Bu şekilde Whitby (2002) tarafından da belirtildiği üzere tarihsel kanıtlar ülkelerin biyolojik silah programlarına ciddi olarak bitkisel ürünlere karşı ajanları da dahil ettiklerini göstermektedir. Bununla birlikte bitkisel ürünlere karşı biyolojik silahlara her zaman insanlara karşı biyolojik silahlara göre daha az önem verilmiştir ve bilinen bütün denemelerde de az başarılı olunmuştur. Biyolojik ve Toksin Silahları Anlaşması 162 ülkenin imzasıyla 1972 yılında saldırı amaçlı biyolojik etmenlerin araştırma, geliştirme, üretim veya kullanımını yasaklamış olmasına rağmen günümüzde en az yarım düzine ülkenin biyolojik silah geliştirilmesi ile ilgilendiği bilinmektedir. Bitkisel ürünlere karşı biyolojik silahları askeri amaçlarla üretme ve kullanma günümüz dünyası için ciddi bir güvenlik riski oluşturmaktadır.

5. AGROTÖRİZM AMAÇLI KULLANILABİLECEK BİTKİ PATOJENLERİ

Hayvanlar için *Office International des Epizooties*’in (OIE, Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü) A ve B listesine giren mikroorganizmalar en tehlikeli etmenler olarak değerlendirilmektedir (Anonymous, 2000b). Aynı şekilde günümüzde bitki patojenlerini bu şekilde sınıflandıracak bir örgüt bulunmamaktadır (Madden ve Wheelis, 2003). Bununla birlikte, değişik kişi ya da gruplarca biyosilah olarak kullanılabilir çeşitli bitki patojen listeleri hazırlanmıştır (Çizelge 1). Böyle listeler Çizelge 1’de görölen resmi ve resmi olmayan bir takım kuruluşlar ile bilim adamları ve diğer bazı gruplarca hazırlanmaktadır. Listeyi hazırlayanlar kriterleri birbirlerinden de almaktadırlar. Açık olarak genel listeye dahil etme kriteri patojenin daha önce biyolojik silah programında yer alıp

almadığıdır (gerçekte bu patojenin bir tehlike, tehdit olduğu anlamına gelmez). Örneğin, buğday kara pası genellikle potansiyel bir silah olarak listelenmiştir, bu muhtemelen ABD, SSCB ve diğer bazı ülkelerin kendi biyolojik silah programlarında bu patojeni kullandıklarından dolayıdır. Benzer şekilde, Irak'ın biyolojik silah programı buğdayda sürmeye sebep olan

Tilletia türlerini içermektedir. Bununla birlikte, diğer pek çok fungusla kıyaslandığında günümüzde bu patojenler çok bulaşıcı olarak görülmemektedir ve oldukça kolay bir şekilde kontrol edilebilirler (Whitby, 2002). Çizelge 1'de verilen patojenlerden bir kısmı ülkemiz için de potansiyel tehdit olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 1. Dünyada agroterörizm hareketlerinde potansiyel olarak kullanılacak bitki patojeni listesi

Organizasyon	Liste	Funguslar	Bakteriler	Virüsler
BTWC-SA	Güney Afrika tarafından WP. 124, Biyolojik ve Toksin Silahları Anlaşması (BTWC) için önemli bitki patojenleri ¹	13	6	1
BTWC-PR	<i>Ad hoc</i> Grubu 56/1, Prosedür Raporu ²	4	3	1
USDA-APS	Biyolojik etmen listesi ve bildirim prosedürleri ³	4	5	1
USDA-APHIS	Tarımsal Seçilmiş Etmen Programı, seçilmiş etmen ve toksin listesi ⁴	3	5	0
Avrupa Birliği EPPO	AB Bitki Sağlığı Talimatı 2000/29/CE ⁵ EPPO bölgesi içerisinde regülasyon için önerilen etmen listesi ⁶	19	3	34
	A1 Listesi	39	11	24
	A2 Listesi	21	23	20
CNS	Patojen ve toksinlerle ilgili seçme etmen listesi ⁷	17	12	3
Avustralya Grubu	İhracat kontrolü için bitki patojen listesi ⁸	6	5	2
ISSG-IUCN	Dünyanın en tehlikeli istilacı yabancı türlerinden 100'ü ⁹	3	1	0
CB Winfo	Biyolojik silah potansiyeline sahip bitki patojenleri ¹⁰	27	17	1

¹**Biyolojik ve Toksin Silahları Anlaşması (BTWC) ad-hoc grubu** (belirli bir amaç için kurulan ve problem çözüldükten sonra dağılan komite veya grup) tarafından hazırlanmıştır (10 Nisan 1972'de imzalanmıştır) (Anonymous, 1997). 3-21 Mart 1997'de Geneva'da (Cenova) 6. oturumda sunulmuş Güney Afrika tarafından hazırlanmış makale (BWC/AD HOC GRUBU/WP.124). Etmenler: Citrus greening bacteria, *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas solanacearum*, *Xanthomonas albilineans*, *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, *Colletotrichum coffeanum* var *virulans*, *Cochliobolus miyabeanus*, *Microcyclus ulei*, *P. infestans*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *P. oryzae*, *T. indica*, *T. tritici*, *Ustilago maydis*, *P. graminis tritici*, *Puccinia erianthi*, *Puccinia striiformis*, *Dothistroma pini*, *Sugar cane Fiji disease virus*.

Kriterler şu şekildedir: a) Patojenin yayılmasının kolay olması (rüzgar, böcekler, su vb.), b) Kısa inkübasyon periyodu ve/veya erken dönemde teşhis ve tanılanmasındaki güçlük, c) Üretimini kolay olması, d) Doğada tutunabilmesi, e) Düşük maliyetli koruyucu veya tedavi edici önlemlerin eksikliği, f) Düşük enfeksiyon dozu, g) Yüksek enfektivite, h) Kısa yaşam döngüsü. Bu değerlendirmeye göre yalnızca *C. coffeanum* var *virulans*, *D. pini*, *E. amylovora*, *P. solanacearum*, *P. oryzae*, *U. maydis*, *X. albilineans*, *X. campestris* pv *oryzae*, *T. tritici* ve *S. sclerotiorum* tehdit olarak görülmektedir.

²**Biyolojik ve Toksin Silahları Anlaşması (BTWC) ad-hoc grubu** tarafından hazırlanmıştır (10 Nisan 1972'de imzalanmıştır) (Anonymous, 2001a). Bu liste 23 Nisan-11 Mayıs 2001'de Geneva'da 23. oturumun Prosedür Raporu'na aittir (BWC/AD HOC GRUBU 56/1). Etmenler: *X. albilineans*, *E. amylovora*, *Ralstonia solanacearum*, *T. indica*, *C. coffeanum* var. *virulans*, *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina*, *D. pini*, *Sugar cane Fiji disease virus*.

Etmen ve toksin listesini geliştirmek için aşağıdaki kriterler kullanılmıştır:

- silah olarak kullanılan her bir etmen ve toksinin potansiyeli

- silah olarak kullanılan her bir etmen ve toksinin potansiyelini etkileyebilen bilimsel ve teknolojik gelişmeler

³**Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA)**'nın **Hayvan ve Bitki Sağlığı Kontrol Servisi (APHIS)** tarafından hazırlanmıştır (Anonymous, 2002a). Bu liste 2002 Tarımsal Biyoterörizmden Korunma Hareketi'nin bir parçası olarak USDA tarafından hazırlanmıştır. Listeye seçilmiş bir etmen veya toksinin dahil edilip edilmemesinin belirlenmesinde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulur:

- hayvan veya bitki sağlığı veya hayvansal ya da bitkisel ürünler üzerinde bir etmen veya toksinin etkisi

- etmenin virülansı veya toksinin toksite derecesi ve bitki veya hayvanlara etmenleri veya toksinleri aktarma yöntemleri

- bir etmen veya toksinin sebep olduğu herhangi bir zararı iyileştirmek ve ondan korunmak için ilaç veya aşılarda varlığı ve etkinliği

- hayvan veya bitki sağlığı veya hayvansal ya da bitkisel ürünleri uygun bir şekilde korumak için Sekreterliğin belirlediği diğer kriterler.

Bu, 12 Ağustos 2002'de Federal Register'de (resmi gazete) yayınlanmıştır. Etmenler: *Liberobacter africanus*, *L. asiaticus* (citrus greening bacteria), *R. solanacearum* ırk 3, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*, *Xylella fastidiosa* (citrus variegated chlorosis ırkı), *Peronosclerospora philippinensis*, *Phakopsora pachyrhizi*, *Sclerophthora rayssiae* var. *Zeeae*, *Synchytrium endobioticum*, Plum pox potyvirus.

⁴**Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Hayvan ve Bitki Sağlığı Kontrol Servisi** tarafından hazırlanmıştır (Anonymous, 2005a). Bu liste 18 Mart 2005'te Sağlık ve İnsan Hizmetleri (HHS) ve USDA tarafından yayınlanmıştır. Liste:

Bitkisel ürünlere karşı tarımsal biyoterörizm (agrotörizm)

Candidatus L. africanus, *Candidatus L. asiaticus*, *R. solanacearum* ırk 3, biovar 2, *X. oryzae* pv. *oryzicola*, *X. fastidiosa* (citrus variegated chlorosis ırkı), *P. philippinensis*, *S. rayssiae* var. *zeae*, *S. endobioticum*
Çizelge 1'in devamı

⁵**Avrupa Birliği (AB)** tarafından hazırlanmıştır (Anonymous, 2000c). Bitki veya bitkisel ürünlere zararlı organizmaların Avrupa Birliği'ne girişine ve Birliğe onların yayılmasına karşı korucu önlemler hakkında 8 Mayıs 2002'nin Konsey Yönergesi 2000/29/EC'nin ekleri karantinaya dahil zararlıların bir listesini içermektedir. 10 Temmuz 2000'de Resmi Gazete L169'da yayınlanmıştır. Etmen sayısı çok olduğundan liste burada verilememiştir; etmenlere web sayfasından bakılabilir.

⁶**Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu (EPPO)** tarafından hazırlanmıştır (Anonymous, 2008). EPPO A1 ve A2 listeleri EPPO tarafından değerlendirilmiş hastalık etmenleri ve hayvansal zararlıları içermektedir. EPPO bunların potansiyel agrotör etmenleri olduğunu ifade etmektedir (Anonymous, 2007a). A1'dekiler EPPO alanında bulunmayan, A2'dekiler ise yalnızca bölgesel olarak bulunan organizmalardır. Bu listeler her yıl güncellenmektedir. Etmen sayısı çok olduğundan liste burada verilememiştir; etmenlere web sayfasından bakılabilir.

⁷**Kitle İmha Silahlarının Yayılmasının Önlenmesi Çalışmaları Merkezi (CNS)** tarafından hazırlanmıştır (Croddy ve Newhouse, 2002). Bu merkez Monterey Uluslararası Çalışma Enstitüsü'nde bulunmaktadır. Bu merkez yalnızca silahsızlanma konusunda araştırma ve eğitim veren Amerika Birleşik Devletleri'in en büyük sivil toplum kuruluşudur. Seçilmiş patojen ve toksin listesi 2002 Kasım ayında yayınlanmıştır. Liste: Citrus greening disease bacteria (*Candidatus L. africanus* ve *L. asiaticus*), *E. amylovora*, *Erwinia carotovora*, *R. solanacearum*, *X. albilineans*, *Xanthomonas campestris* pv. *aurantifolia*, *X. campestris* pv. *citri*, *X. campestris* pv. *oryzae*, *Xanthomonas citri*, *X. oryzae* pv. *citri*, *X. fastidiosa*, *Bipolaris oryzae*, *C. coffeanum* var. *virulans*, *Deuterophoma tracheiphila*, *D. pini*, *Microcyclus pilei*, *Moniliophthora rorei*, *P. philippinensis*, *P. pachyrhizi*, *P. infestans*, *Puccinia erianthi*, *P. graminis tritici*, *P. striiformis*, *P. oryzae*, *S. rayssiae* var. *zeae*, *Sclerotonia sclerotiorum*, *Ustilago maydis*, *Tilletia* sp., Banana bunchy top virus, Sugar cane Fiji disease virus, Plum pox potyvirus.

⁸**Avustralya Grubu** tarafından 2005 Nisan ayında hazırlanmıştır (Anonymous, 2005b). Avustralya Grubu kimyasal ve biyolojik silahların yayılma riskini en aza düşürmek için ihracat yapılan ülkelerin de katıldığı resmi olmayan bir gruptur, Türkiye de bu gruba üyedir. Etmenler: *X. albilineans*, *X. campestris* pv. *citri*, *X. oryzae* pv. *oryzae*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *R. solanacearum* ırk 2 ve 3, *X. fastidiosa*, *C. coffeanum* var. *virulans*, *C. miyabeanus*, *Microcyclus ulei*, *P. graminis tritici*, *P. striiformis*, *P. oryzae*, *D. tracheiphila*, *Monilia rorei*, Potato Andean latent tymovirus, Banana bunchy top virus, Potato spindle tuber viroid.

⁹**İstilacı Türler Uzman Grubu (ISSG)** tarafından hazırlanmıştır (Anonymous, 2003). Bu grup **Dünya Doğal Kaynakların Korunması Birliği Türlerin Yaşamalarının Korunması Komisyonu (IUCN)**'nin bir parçasıdır. ISSG istilacı türler üzerinde 41 ülkeden 146 bilimsel ve politika uzmanından oluşmuş bir gruptur. Bu grup doğal ekosistemler ve doğal türlere olan tehditleri azaltmayı hedeflemektedir. Etmenler: *Cryphonectria parasitica*, *Ophiostoma ulmi*, *Phytophthora cinnamoni*.

¹⁰**Kimyasal ve Biyolojik Savaş Bilgi (CBWinfo) tarafından hazırlanmıştır** (Anonymous, 2002b). CBWinfo eğitim ve temel bilgilendirme amacıyla acil ve güvenlik personeline kitle imha silahları hakkında gerekli ve doğru bilgiyi sağlamak ve bu silahların doğasının daha iyi anlaşılması amacıyla halka yardımcı olmak için çalışan bağımsız bir girişimdir. Bunların listesi Kuzey Atlantik Antlaşma Organizasyonu (NATO) tarafından bir risk olarak değerlendirilen ilave bazı etmenlerle birlikte büyük ölçüde Avustralya Grubu'nunkine dayalıdır, en son 12 Şubat 2002'de güncellenmiştir. Etmenler: Citrus greening disease bacteria, *E. amylovora*, *R. solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, *X. albilineans*, *Aphospharia ulei*, *Bipolaris maydis*, *Claviceps purpurea*, *C. coffeanum virulans*, *C. miyabeanus*, *D. pini*, *Fusarium oxysporum*, *Microcystis ulei*, *Peronospora hyoscyami*, *P. graminis tritici*, *P. striiformis*, *P. oryzae*, *S. sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *T. indica*, *P. infestans*, Fiji disease virus.

6. UYUŞTURUCU İLE MÜCADELE PROGRAMI

Yasadışı keyif bitkilerinin biyolojik kontrolü amacıyla ABD on yılı aşkın bir süredir çalışmaktadır. Araştırma-geliştirme çalışmaları fungal patojenleri kullanarak özellikle koka (*Erythroxylum coca*), hint keneviri (*Cannabis sativa*) ve haşhaşı (*Papaver somniferum*) kontrol etmek için yürütülmektedir. ABD kokain elde edilen koka bitkilerine karşı genetiği ile oynanmış *Fusarium*'ları da içerecek şekilde *Fusarium* fungusunun etkinliğini değerlendirmektedirler ve 1990 yılında genetiği ile oynanmamış *Fusarium*'larla koka ve haşhaşa karşı tarla denemeleri yapmak için Birleşmiş Milletler (BM) Uyuşturucu ile Mücadele Programı'nı (UNDPC) ikna etmişlerdir (Connick ve ark., 1998; Anonymous, 2000d; Jelsma, 2001).

F. oxysporum bitkilerde ekonomik kayıplara yol açan iyi bilinen bir bitki patojeni fungustur. USDA araştırmacıları hint keneviri ve koka bitkilerine saldıran

yüksek virulansa sahip bu fungusu ait ırklar geliştirmişlerdir. ABD hükümeti tarafından mikoherbisit olarak nitelendirilen *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli*'nin EN-4 ırkının tarla testlerinin yapılması için "Kolombiya Planı" çerçevesinde Bogota'ya yardımcı olmak amacıyla belirli bir bütçe ayrılmıştır. Bununla birlikte Peru, Lima'da 5-6 Eylül 2000 yılında And Ülkeleri Birliği'nin (Bolivya, Kolombiya, Ekvador, Peru, Venezuela-Venezuela 2006 yılında çıkmıştır) bir birimi olan Çevre Otoriteleri And Ülkeleri Birliği (CAAAM), üye ülkelerin sınırları içerisinde yasa dışı bitkilerin eradikasyonu amacıyla *F. oxysporum* fungusunun kullanılmasına karşı olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca pek çok hükümetlerarası organizasyonlarla sivil toplum kuruluşları biyolojik eradikasyon çalışmalarının karşısında olduklarını açıklamışlardır. BM de Güney Amerika'da bu bitkilere karşı biyolojik etmenlerin kullanılması planlarından vazgeçmiştir. Güney Amerika'da *F.*

oxysporum'un tarla denemeleri planları gelen bu şiddetli tepkilerden dolayı durdurulmuştur (Anonymous, 2000d, Anonymous, 2000e). Ayrıca, Almanya Parlamentosu 5 Haziran 2000 yılında bu tip eradikasyon amaçlı biyolojik etmenlerin kullanımına karşı olduğunu açıklamıştır (Anonymous, 2000f). 1 Şubat 2001'de de Avrupa Parlamentosu uyuşturuculara karşı savaşta biyolojik etmenlerin kullanılmasına karşı olduğunu büyük bir çoğunlukla kabul etmiştir (Anonymous, 2001b).

Pleospora papaveracea haşhaş bitkilerini hastalandıran fungal bir patojendir ve Özbekistan, Taşkent Genetik Enstitüsü tarafından 1980'lerde aday ırk olarak izole edilmiştir. O zamanlarda bu etmen SSCB'nin saldırı amaçlı biyolojik silah programının bir parçasıydı. Şubat 1998'de UNDCP bu fungus ve onunla ilgili teknolojiyi geliştirmek, fungal sporların kitle üretimini yapmak ve komşu dört ülkede tarla denemeleri yapmak amacıyla Taşkent Genetik Enstitüsü ile bir kontrat imzalamıştır (Anonymous, 2005c). Özbekistan'da bu amaçla araştırma geliştirme çalışmaları yapılmış, tarla denemeleri de Kırgızistan ve Tacikistan'da yapılmıştır. BM bu fungusun potansiyel kullanımının çevre için güvenli olduğunu ve haşhaşın biyolojik kontrolü için de uygun olduğunu onaylamıştır. UNDCP'nin bilimsel bölüm şefi Howard Stead her ne kadar bu fungusun çevreye zararlı olduğuna ilişkin bir kanıt olmamasına rağmen bu fungusun pratikte geniş çaplı uygulamalarına geçmeden bu konuda daha çok çalışma yapılmasını önermiştir (Kozlova, 2003).

Yasa dışı keyif bitkilerinin eradikasyonu amacıyla kullanılmak istenen fungal patojenler insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecektir. Ayrıca yerli halk ve geleneksel topluluklar tarafından haşhaş, koka ve hint kenevirinin tıbbi, kültürel ve beslenme amaçlı kullanımı da bu fungusların kullanılması durumunda tehlike altında olabilecektir (Anonymous, 2005c).

Buraya kadar anlatılanlar ışığında şu soru ortaya çıkmaktadır "yasa dışı bitkilerin imhasında kullanılan bu funguslar biyolojik silah mıdır?" BTWC biyolojik ajanlar "düşmanca ve askeri amaçlar için üretilemez" demektedir. BTWC'de yasa dışı bitkileri zorla eradike etmek amacıyla askeri, kanun zoru veya sivil eylemlerle biyolojik etmenlerin kullanımı için bir ayrıcalık, bir muafiyetin söz konusu olmadığı ifade edilmektedir (Anonymous, 2000g).

7. RİSK ANALİZLERİ

Bitkisel üretim sistemine agroterörist tehdidin kökenini açıkça ve bilimsel olarak tanımlamak ve bu tehditlerin nasıl yönetileceğini belirlemek ürün biyogüvenliğini artırmak için gereklidir. Bunu yapmak için zararlı risk analizleri ve modellemeler yapılmalı ve bunlar zaman içerisinde yenilenmeli ve güncellenmelidir.

7.1. ABD için Risk Analizi

Madden ve Scherm, 1999'daki Amerikan Fitopatoloji Derneği (APS) Sempozyumu'nda ABD için bir bitki hastalıkları risk analizi modeli sunmuştur. Aşağıda verilmiş olan model orijinal modelin genişletilmiş şeklidir (Schaad ve ark., 1999).

$$R = A \times E \times S \times H \times (I-C);$$

Burada R , X patojenin riskidir. A , ABD'ye patojenin girme olasılığı olup kısmen de teröristin motivasyonu, yeteneği ve uygun inokulumun girebilirliğini ifade etmektedir. A patojenin kolaylıkla nasıl izole edileceği, kültüre alınabileceği ve depolanabileceğine de bağlıdır. E hastalığın başlangıçta yerleşme olasılığıdır ki bu bitkinin hassasiyeti ve çevre şartlarının uygunluğuna da bağlıdır (Scherm ve Yang, 1999). E kısmen teröristin yeteneğine ve bilgisine de bağlıdır, çünkü olasılık inokulumun doğru yerde doğru zamanda yerleşmesiyle en yüksek dereceye çıkabilir ($E < 1$). S hastalığın başlangıçta yerleştiği odaktan yayılma ve geniş bir alanda yüksek oranda görülme olasılığıdır. H ekonomik olarak büyük zarara sebep olan ülkeye girmiş hastalığın olasılığıdır. Bu, üründe azalma ve pazardaki kayıpları da içeren hastalık ile ilişkili bütün ekonomik kayıpları içerir (Campbell ve Madden, 1990). Yukarıda bahsedildiği üzere bir hastalıktan kaynaklanan ekonomik kayıplar hastalığın görülme sıklığı düşük ve doğrudan ürün kaybı küçük olsa bile çok büyük olabilir. C pratikte hastalıkla mücadele edilebilirliğin olasılığıdır (Strange, 1993).

Buna alternatif modeller de yapılabilir. Schaad ve ark. (1999) patojenler için prototip bir skala (Çizelge 2) geliştirmişlerdir. Bu skala üzerinde belirli bir ürün veya patojen grubu için uzmanlar belirli bir patojen türü veya ırkı hakkındaki sorulara yanıt verebilir.

Çizelge 2. ABD'de patojen tehdidini değerlendirmek için geliştirilmiş ilk örnek (prototip) skala sistemi

Skala Kriterleri	Değer
Kolaylıkla elde edilir, kullanılır ve salınır (A)	10
Kolaylıkla büyük miktarlarda üretilir (A)	10
Yüksek derecede enfeksiyon oluşturur (pek çok koşulda) (E, S)	10
Uzun süre canlı kalır (bitki olmadan) (E)	5
Sistemik enfeksiyon (C)	10
Hızla yayılır (S)	5
Kimyasal mücadele veya bitkide patojene karşı dayanıklılık yok (C)	10
Hızlı ve kesin tanı yöntemi yok (E, S, C)	10
Karantina bakımından önemli (H, C)	10
Yüksek ürün kaybı (H)	5
Toksin üretir (H)	15

Parantez içerisindeki harfler metin içerisinde yer alan risk modeli terimlerini göstermektedir. Metin ile tutarlı olması amacıyla, tanımlama Schaad ve ark. (1999)'inkinden biraz değiştirilmiştir.

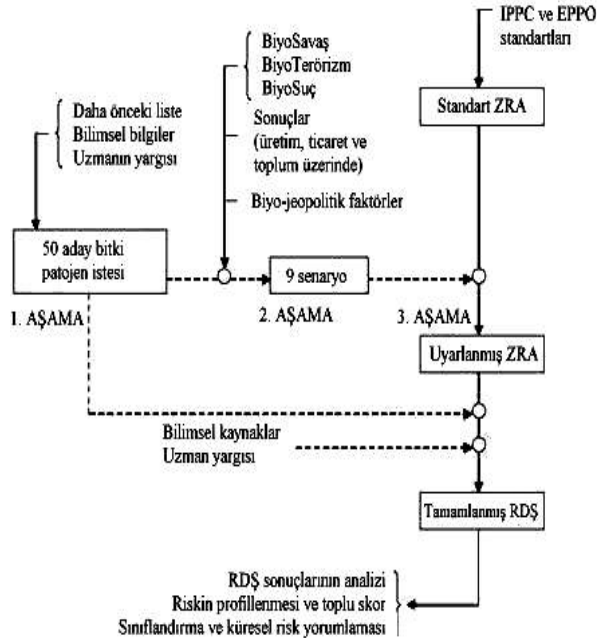
7.2. Avrupa için Risk Analizi

Avrupa Ortak Hareketi çerçeve programı "Ürün Biyoterörü" içerisinde, bitkisel ürünlere karşı agroterörist uyarlanmış bir risk değerlendirme

Bitkisel ürünlere karşı tarımsal biyoterörizm (agroterörizm)

metodolojisi geliştirilmiştir. Bu süreç boyunca 3 bağımsız aşama tanımlanmış ve Çizelge 1'de gösterilmiştir. Hazırlanan bu metodoloji bitkisel ürünlere karşı agroterörizm bağlamında IPPC (Uluslararası Bitki Koruma Anlaşması) (Anonymous, 2004b) Standartları'nda ayrıntılı bir şekilde verilmiş Zararlı Risk Analizi (ZRA) şemasının değerlendirme kısmına bağlı olarak hazırlanmıştır (Latxague ve ark., 2007).

Çizelge 1. Risk Değerlendirme Şeması (RDS)'ni de içeren, bitki patojenlerinin kasıtlı bir şekilde kullanılmasıyla ortaya çıkan riskin yorumlanması için kullanılan metodolojik çizelge



Çizelge 3. Bitkisel ürünlere karşı agroterörizm senaryoları (Latxague ve ark., 2007)

Biyosavaş

- BS1 Bir ülkenin diğer bir ülkenin tarım sektörüne saldırısı. Saldırganın amacı hedef ürünlerin dışalımının önünü tıkamak ve kendi ulusal pazarına hedef ürünlerin girişini engellemek veya kendi dışsatımını artırmaktır.
- BS2 Bir ülkenin diğer bir ülkenin tarımsal üretimine saldırısı. Buradaki amaç diğer ülkenin yerel gıda erzağını azaltarak o ülkeyi zayıflatmaktır. Bu eylem askeri bir müdahaleden önce yapılmalı veya onun yerini almalıdır.
- BS3 Bir ülkenin diğer bir ülkedeki yasaklanmış (yasa dışı) bitkileri (örneğin keyif bitkileri) yok etmek amacıyla biyolojik etmenleri kullanması.

Biyoterörizm

- BT1 Beslenmede kullanılan hedef bitkilere terörist saldırı. Burada bir etmenin kullanımı insan veya hayvan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir.
- BT2 Köklü bir ekolojik eylem yapmak isteyen bir ekosavaşçı tarafından otsu veya odunsu bitkilere karşı saldırı.
- BT3 Bir ülke veya ülkeler grubunun bitkisel mirasına ait otsu veya odunsu bitkilere zarar vermeyi amaçlayan terörist saldırı.

Biyosuç

- BS1 Rekabetçi bir ülkenin üretimine karşı eylemcilerin veya bir üretici grubun saldırısı.
- BS2 Bir meslektaş veya kurumdan intikam almak için bitki koruma alanında çalışan biri tarafından sınırlı saldırı.
- BS3 Ticari bir şirket tarafından bir bitki patojeninin kasten kullanımı. Burada amaç, yetiştiricileri belirli bitki çeşitlerine veya bitki koruma ürünlerine bağımlı kılmaktır.

2. Aşama -Bitkisel ürünlere karşı agroterörizm ile ilgili senaryolar

İkinci aşamada Avrupa içerisinde potansiyel saldırıların ana özelliklerini belirlemek için olası bitkisel ürünlere karşı agroterör eylemlerinin teorik senaryoları oluşturulmuştur. Bu senaryoların

1. Aşama - Aday patojen listesi

İlk aşama boyunca Avrupa tarım ve ormancılığına gerçek bir tehdit içeren bitki patojenleri tanımlanmıştır. Çeşitli uluslararası çalışma grupları ve organizasyonları karantina ve bitkisel ürünlere karşı agroterörizm ile ilgili bir patojen listesi derlemişlerdir (Çizelge 1). Bu liste Avrupa Ortak Hareketi "Ürün Biyoterör" uzmanlarınca dikkatli bir şekilde ayıklanmış ve güncellenmiştir. Ayrıca orman patojenleri için özel bir değerlendirme yapılmıştır (Pinon, 2006). İlk aşamanın sonunda agroterör çajanı olabilecek 50 adaylık bir bitki patojen listesi hazırlanmıştır. Bu listede *Ceratocystis fagacearum*, *Mycosphaerella populorum*, *P. papaveracea*, *P. pachyrhizi*, *R. solanacearum*, *S. endobioticum*, *T. indica*, *C. purpurea*, *Fusarium graminearum*, *Gibberella zeae*, *Penicillium expansum*, *Leptosphaeria maculans*, *P. infestans*, *P. graminis tritici*, *E. amylovora*, *X. fastidiosa*, Pepino mosaic potyvirus ve Plum pox potyvirus gibi patojenler yer almaktadır (Latxague ve ark. 2007). Ancak, araştırmacılar 50 adaylık bu patojen listesinin tamamını biyogüvenlik gerekçesiyle vermemişlerdir. Bu patojen isimleri Ortak Hareket 'Ürün Biyoterörü'nün son raporunun resmi emanetçisi olan Avrupa Birliği Komisyonu'na belirlenmiştir.

düşünülmüştür. Listelenmiş bu 50 patojenin herhangi birinin kasıtlı kullanımı değişik şekillerde olumsuz etkiler yaratabilecektir. Bunlar, üretim üzerine (a), hayvan ve bitki sağlığı üzerine (b), maddi kayıpların karşılanması (telafisi) şeklinde (c), sivil insanlar üzerinde panik şeklinde (d) ve karantina veya ambargo şeklinde ticaretin etkilenmesi (e) olarak 5 ana tip olarak sınıflandırılmıştır. Sonra her biri hazırlanmış listeden seçilmiş bir ana patojen ile ilişkili olacak şekilde 9 adet senaryo oluşturulmuştur (Çizelge 3). Bütün bu 3 hareket tipi ve bunların sonuçlarının değişik bileşimleri senaryolarda yer almıştır (Roger ve ark., 1999; Wheelis ve ark., 2002; Whitby, 2002; Madden ve Wheelis, 2003; Paterson, 2006; Schaad ve ark., 2006).

3. Aşama - Risk değerlendirme şeması (RDŞ)

Programın 3. aşaması olarak bir risk değerlendirme şeması hazırlanmıştır. Her ne kadar “zararlı risk değerlendirme” (ZRD) şemaları bir bölgeye bir patojenin girişi ve yerleşme riskini değerlendirmede kullanılan uluslararası standartlar (Schrader ve Unger, 2003; Anonymous, 2004b; Anonymous, 2006) olsa da onlar bitkisel ürünlere karşı agrotörizm riskinin değerlendirilmesi için çok da uygun değildir. Bitkisel ürünlere karşı agrotörizmin özgünlüğüne risk değerlendirme metodolojisini uyarlamak için standart ZRD şemasına ana öğeler eklenmiştir. İlk olarak bitki patojenleri değişik sebeplerden dolayı tehdit unsuru olabildiğinden dolayı karantinaya dahil ve dahil olmayan zararlılar arasında tam bir ayırım bulunmamaktadır. İkinci olarak hedef bitkilerin önemi hesaba katılmalıdır; örneğin gıda sanayiinde geniş ölçüde kullanılan buğdaya saldırı şüphesiz bir kavak bitkisine olan saldırı ile aynı sonuçlara sebep olmayacaktır. Ayrıca, bitkisel ürünlere karşı agrotörizm kasıtlı bir hareket olduğundan dolayı patojenin üretilebilirliği ve bunun kullanım kolaylığı risk değerlendirmelerinde göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, bu dokuz senaryonun analizi standart ZRD şemalarının düzeltilmesi gerektiği kritik noktaları (verilere erişebilirlik, karantinaya dahil olmayan patojenlerin girişi, hedef bitkinin sosyal önemi, kasıtlı eylemin özellikleri vs. gibi) tanımlamayı mümkün kılmaktadır. Bu değerlendirmelerden sonra “risk değerlendirme şeması” (RDŞ) adında 5 unsur içeren bir şema sunulabilir. Bu unsurlar, 1. Hedef bitkinin önemi, 2. Patojenin kullanım kolaylığı, 3. Patojenin epidemik potansiyeli, 4. Hızlı ve etkili tepkiye karşı olabilecek engeller ve 5. Potansiyel küresel veya bölgesel sonuçlar şeklinde sıralanabilir.

Tamamlanmış RDŞ'nin her bir maddesi bilimsel olarak kaynaklandırılmış ve organizma hakkında 10 (eğer mümkünse) geçerli bilimsel makaleye bağlı olarak değerlendirilmiştir. Tamamlanmış RDŞ

sonuçları farklı risk profillerini belirlemek ve sınıflandırmak için de analiz edilmiştir.

8. ÖNLEMLER

Yurdumuza bir bitki patojeninin kasten sokulması ile bir pandemi ve/veya temel besinlerde kıtlık ile sonuçlanacak durumlara sebep olma olasılığı çok düşük olsa da böyle bir girişten ekonomimizin olumsuz etkileneceği açıktır. Özellikle küresel ekonomi küçük bir epidemiyi bile büyük ölçüde olumsuz etkileyebilir. Eğer bir patojen kasten sokulmuşsa, risk değerlendirmeleri ve modellemeleri hastalıkla mücadele veya eradikasyon için bir strateji önerilebilir.

Bitkisel ürün sisteminin güvenliği agrotörizm bir saldırı veya doğal bir giriş olup olmadığına bakılmaksızın yabancı patojen ve diğer zararlıların hızla tanımlanma yeteneğine bağlıdır. Son yıllara kadar bitkisel ürünlere karşı agrotörizm konusunda dünyada resmi çok az hazırlık bulunmaktaydı, ancak ABD'deki 11 Eylül saldırısından sonra özellikle USDA agrotörizme karşı koyma çalışmalarına da ağırlık vermeye başlamıştır. Bu amaçla da USDA'ya bağlı Ortak Ulusal Araştırma, Eğitim ve Yayım Servisi (CSREES), Ulusal Bitki Tanı Ağı'nı kurmaya liderlik edip ilgili fonu da yönetmektedir. Bu ağa 5 bölgesel laboratuvar ve bir de destek laboratuvarı öncülük etmektedir. Mevcut tanı laboratuvarlarına ek olarak bu ulusal ağı kurmaktaki ana amaç özellikle agrotörizm amacıyla kullanılacak patojenleri hızla ve doğru bir şekilde belirlemek ve rapor hazırlamaktır (Anonymous, 2007b). Yine ABD'de Indiana eyaleti bu ağın kurulmasından önce 2001'de kitle imha silahı olarak agrotörizm ile ilgili bir yasayı (PL156) geçirmiş, çok kısa bir süre sonra da bunu Pennsylvania izlemiştir (Steve, 2001). Avrupa Birliği'nde de bu konuya yönelik çalışmalar başlamış durumdadır. Örneğin Agriinnova (2002 yılında İtalya, Torino Üniversitesi'ndeki bitki patolojileri tarafından kurulmuş bir yeterlik merkezidir) bünyesinde AB tarafından destekli ‘Crop and Food Biosecurity, and Provision of the Means to Anticipate and Tackle Crop Bioterrorism (CROP BIOTERROR)’ adında 2008 yılında tamamlanacak bir proje yürütülmektedir (Anonymous, 2007c). Fletcher (2005)'e göre güçlü bir ulusal bitkisel ürün güvenlik programı şunları içermelidir:

1. Erken tanı ve teşhis sistemi (patojenlerin hızlı ve etkili bir şekilde tanımlanması ve gen diziliminin belirlenmesi ve surveyler)
2. Mikrobiyal adli tıp teknolojisi [Doğal ve kasıtlı enfeksiyonları anlamak (Patojenin kaynağını ve hareketini izlemek, ilk girişin yerini ve zamanını belirlemek, faileri tespit etmek vs.)]
3. Epidemiyolojik veriler ve modelleme
4. Etkili, akılcı politikalar ve yönergeler
5. Ayrılmış fiziksel ve idari savunma sistemi
6. Ulusal koordinasyon planı ve savunma sistemi
7. Uluslararası işbirliği

Diğer pek çok ülke gibi yurdumuzda da bitkisel ürünlere hedeflenmiş biyolojik etmenlerin kasten ülkeye sokulmasına karşı koymak için hazırlanmış teşkilatlar arası veya bölümler arası ulusal bir plan bulunmamaktadır. Diğer bir deyimle yurdumuz bu tip bir saldırıya karşı hazırlıklı değildir. Bu bakımdan, yukarıda da bahsedildiği üzere büyük bir floraya sahip ülkemizin tarımsal ürünleri bazı ülke ve grupların hedefi olabileceğinden ilgili kuruluşlarca bitkisel ürünlere karşı agroterörizme karşı çalışmalarının başlatılması gerekmektedir.

9. KAYNAKLAR

- Alibek, K., 1999. The Soviet Union's antiagricultural biological weapons., pp. 18-19, (Frazier, T.W., Richardson, D.C., eds. 1999. Food and Agricultural Security: Guarding Against Natural Threats and Terrorist Attacks Affecting Health, National Food Supplies, and Agricultural Economics. NY Acad. Sci. 233 pp).
- Anonymous, 1997. Plant pathogens important for the BWC working paper by South Africa. Ad Hoc Group of the States Parties to the Convention on the Prohibition of The Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on Their Destruction. BWC/Ad Hoc Group/Wp.124. Available from URL: <http://www.bradford.ac.uk/acad/sbtwc/ahg34wp/wp124.pdf> [Ulaşım: 15 Kasım 2007].
- Anonymous, 1999. Abstracts of the 1999 APS Annual Meeting Symposium: Plant pathology's role in anti-crop bioterrorism and food security, Tuesday, August 10, Montreal, Quebec. Available from URL: <http://www.apsnet.org/online/feature/BioSecurity/abstracts.htm> [Ulaşım: 20 Kasım 2007].
- Anonymous, 2000a. Agro-terrorism: What is the threat? November 12–13, 2000, Statler Hotel and J. Willard Marriott Executive Education Center Cornell University, Ithaca, NY. Available from URL: http://www.einaudi.cornell.edu/peaceprogram/publications/annual_reports/annualreport00-01.pdf [Ulaşım: 20 Kasım 2007].
- Anonymous, 2000b. OIE. OIE listed diseases. Available from URL: http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/a_00022.htm [Ulaşım: 19 Kasım 2007].
- Anonymous, 2000c. Council Directive 2000/29/EC of 8 May 2000 on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. Official Journal of the European Communities, 10.7.2000, L 169/1. Available from URL: <http://www.boku.ac.at/IAMPbiotech/epl.pdf> [Ulaşım: 14 Kasım 2007].
- Anonymous, 2000d. Biological weapons in the drug war, A review of opposition in South America with examples from other regions, intergovernmental agencies, and NGOs. Backgrounder Series, Number 3. Available from URL: http://www.sunshine-project.org/publications/bk/bk3en.html#_ftnref1 [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2000e. United Nations pulls out of plans to use anti-drug biological weapons in South America. Available from URL: <http://www.sunshine-project.org/publications/pr/pr131100.html> [Ulaşım: 19 Aralık 2007].
- Anonymous, 2000f. Deutscher Bundestag, Stenographischer Bericht, 113. Sitzung, Berlin, Mittwoch, den 5. Juli 2000, Plenarprotokoll 14/113. Available from URL: <http://www.dip.bundestag.de/btp/14/14113.pdf> [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2000g. Biological Weapons in the Drug War A Review of Opposition in South America. Available from URL: http://www.sunshine-project.de/infos/archiv/hintergrund/nr_03.html [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2001a. Ad Hoc Group of the States parties to the convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction, BWC/ad hoc group/56-1. Procedural report of the ad hoc group of the states parties to the convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction. Available from URL: <http://www.brad.ac.uk/acad/sbtwc/ahg56/doc56-1.pdf> [Ulaşım: 15 Kasım 2007].
- Anonymous, 2001b. European Parliament rejects agent green. Available from URL: <http://www.sunshine-project.org/publications/pr/pr010201.html> [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2002a. Rules and regulations. Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service 7 CFR Part 331 9 CFR Part 121 [Docket No. 02–082–1] RIN 0579–AB47 Agricultural Bioterrorism Protection Act of 2002; Listing of Biological Agents and Toxins and Requirements and Procedures for Notification of Possession. Federal Register, 67 (155): 52383, Monday, August 12, 2002. Available from URL: <http://www.apsnet.org/members/ppb/RegulatoryAlerts/FEDREG8-12-02.pdf> [Ulaşım: 16 Kasım 2007].
- Anonymous, 2002b. CBWinfo. Plant pathogens with biological weapons potential. Available from URL: <http://www.cbwinfo.com/Biological/PlantPath.html> [Ulaşım: 15 Kasım 2007].
- Anonymous, 2003. 100 of the World's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species Database. Available from URL: http://www.iucn.org/places/medoffice/invasive_species/docs/invasive_species_booklet.pdf [Ulaşım: 16 Kasım 2007].
- Anonymous, 2004a. Bioweapons report 2004. BWPP, BioWeapons Prevention Project Publications, 175 pp.
- Anonymous, 2004b. IPPC. Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms. International Standard for Phytosanitary Measures no. 11. FAO, Rome (IT).
- Anonymous, 2005a. Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection Service. 7 CFR Part 331, 9 CFR Part 121 Agricultural Bioterrorism Protection Act of 2002; Possession, Use, and Transfer of Biological Agents and Toxins; Final Rule. Federal Register 70 (52): 13278 / Friday, March 18, 2005. Available from URL: http://www.aphis.usda.gov/programs/ag_selectagent/FinalRule3-18-05.pdf [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2005b. List of plant pathogens for export control, core list. The Australia Group. Available from URL: <http://www.australiagroup.net/en/plants.html> [Ulaşım: 20 Kasım 2007].
- Anonymous, 2005c. Risks of using biological agents to eradicate drug plants. Available from URL: <http://www.sunshine-project.org/publications/bk/bk14>.

- html [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2006. OEPP/EPPO PM 5/3 (2). Decision-support scheme for quarantine pests. EPPO, Paris (FR). Available from URL: <http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm> [Ulaşım: 15 Kasım 2007].
- Anonymous, 2007a. EPPO information on plant health aspects of bioterrorism: Threats and preparedness. Available from URL: http://www.eppo.org/STANDARDS/position_papers/EPPO_information.pdf [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2007b. United States Department of Agriculture Cooperative State Research, Education, and Extension Service, Animal and Plant Security, National Plant Diagnostic Network. Available from URL: http://www.csrees.usda.gov/nea/ag_biosecurity/in_focus/apb_if_diagnostic.html [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2007c. Agroinnova, Main research topics. Available from URL: http://www.agroinnova.org/inglese/img/Projects_2007.pdf [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Anonymous, 2008. EPPO Standarts. EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests pm 1/2 (16). Available from URL [http://archives.eppo.org/EPPOStandards/PM1_GENERAL/pm1-02\(17\)_A1A2_2008.pdf](http://archives.eppo.org/EPPOStandards/PM1_GENERAL/pm1-02(17)_A1A2_2008.pdf) [Ulaşım: 12 Mayıs 2008].
- Bandyopadhyay, R., Frederiksen, R.A., 1999. Contemporary global movement of emerging plant diseases. pp. 28-36. (Frazier TW, Richardson DC, eds. 1999. Food and Agricultural Security: Guarding Against Natural Threats and Terrorist Attacks Affecting Health, National Food Supplies, and Agricultural Economics. New York: NY Acad. Sci. 233 pp.).
- Campbell, C.L., Madden, L.V., 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley and Sons, New York, 532 pp.
- Carter, G.B., Pearson, G.S., 1999. British biological warfare and biological defense, 1925-45., pp. 168-189, (Geissler, E., Moon, J., eds. 1999. Biological and Toxin Weapons: Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945. Oxford Univ. Pres).
- Connick, W.J. Jr., Daigle, D.J., Pepperman, A.B., Hebbbar, K.P., Lumsden, R.D., 1998. Preparation of stable, granular formulations containing *Fusarium oxysporum* pathogenic to narcotic plants. Biol. Control, 13: 79-84.
- Christopher, G.W., Chieslak, T.J., Pavlin, J.A., Eitzen, E.M., 1997. Biological warfare, a historical perspective. JAMA, 278: 412-417.
- Croddy, E., Newhouse, L., 2002. 'Select agent' List of pathogens and toxins'. Center for Nonproliferation Studies Monterey Institute of International Studies, November 2002. Available from URL: <http://cns.miis.edu/research/cbw/biosec/pdfs/agents.pdf> [Ulaşım: 15 Kasım 2007].
- Fletcher, J., 2005. Crop Biosecurity: Are We Prepared? Available from URL: <http://www.entopl.okstate.edu/classes/plp3344/lecture27.pdf> [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Fletcher, J., Bender, C., Budowle, B., Cobb, W.T., Gold, S.E., Ishimaru, C.A., Luster, D., Melcher, U., Murch, R., Scherm, H., Seem, R.C., Sherwood, J.L., Sobral, B.W., Tolin, S.A., 2006. Plant pathogen forensics: Capabilities, needs, and recommendations. Microbiol. Mol. Biol. Rev., 70: 450-471.
- Geissler, E., Moon, J., eds. 1999. Biological and toxin weapons: Research, development and use from the middle ages to 1945. Oxford Univ. Pres, 279 pp.
- Harris, S.H., 1994. Factories of death: Japanese biological warfare 1932-45 and the American Cover-Up. New York: Routledge, 298 pp.
- Harris, S.H., 1999. The Japanese biological warfare programme: An overview, pp. 127-152, (Geissler, E., Moon, J., eds. 1999. Biological and Toxin Weapons: Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945. Oxford Univ. Pres).
- Hickson RD. 1999. Infecting soft targets: Biological weapons and Fabian forms of indirect grand strategy, pp. 108-117. (Frazier TW, Richardson DC, eds. 1999. Food and Agricultural Security: Guarding Against Natural Threats and Terrorist Attacks Affecting Health, National Food Supplies, and Agricultural Economics. New York: NY Acad. Sci. 233 pp.).
- Jelsma, M., 2001. Vicious circle: The Chemical and biological war on drugs. Transnational Inst., 34 pp.
- Kohnen, A., 2000. Responding to the Threat of Agroterrorism: Specific Recommendations for the United States Department of Agriculture. ESDP-2000-04, BCSIA-2000-29.
- Kozlova, M., 2003. Fungus new weapon against opium. The Washington Times, 2003-07-08. UPI Science News.
- Latxague, E., Sache, I., Pinon, J., Andrivon, D., Barbier, M., Suffert, F., 2006. Crop biosecurity requires a specific methodology of risk assessment. First European Crop Biosecurity Workshop, 15 May 2006. Cambridge (GB).
- Latxague, E., Sache, I., Pinon, J., Andrivon, D., Barbier, M., Suffert, F., 2007. A methodology for assessing the risk posed by the deliberate and harmful use of plant pathogens in Europe. EPPO Bulletin, 37: 427-435.
- Lepick O. 1999. French activities related to biological warfare, 1919-45., pp 70-90, (Geissler, E., Moon, J., eds. 1999. Biological and Toxin Weapons: Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945. Oxford Univ. Pres).
- Madden, L.V., Van den Bosch, F., 2002. A population-dynamics approach to assess the threat of plant pathogens as biological weapons against annual crops. Bioscience, 52: 65-74.
- Madden, L.V., Wheelis, M., 2003. The threat of plant pathogens as weapons against U.S. crops. Annu. Rev. Phytopathol., 41: 155-176.
- Mollison, D., 1986. Modelling biological invasions: Chance, explanation, prediction. Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B, 39: 283-326.
- Moon, J.E., 1999. US biological warfare planning and preparedness: The dilemmas of policy., pp. 215-45, (Geissler, E., Moon, J., eds. 1999. Biological and Toxin Weapons: Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945. Oxford Univ. Pres).
- Parker, H.S., 2003. Agricultural Bioterrorism: A federal strategy to meet the threat. Institute for National Strategic Studies, National Defence University, Mc Nair Paper 65, 103 pp.
- Paterson, R.R.M., 2006. Fungi and fungal toxins as weapons. Mycol. Res., 110: 1003-1010.
- Pimentel D, Lach L, Zuniga R, Morrison D. 2000. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. BioScience, 50: 53-65.
- Pinon, J., 2006. Protection of European forest against a potential terrorist attack: A common issue. First

- European Crop Biosecurity Workshop, 15 May 2006. Cambridge (GB).
- Rogers, P., Whitby, S., Dando, M., 1999. Biological warfare against crops. *Sci. Am.*, 280: 70-75.
- Schaad, N.W., Shaw, J.J., Vidaver, A., Leach, J., Erlick, B.J., 1999. Crop biosecurity. *APSnet* 15 Sept.-31 Oct. Available from URL: <http://www.apsnet.org/online/feature/Biosecurity/Top.html> [Ulaşım: 16 Kasım 2007].
- Schaad, N.W., Abrams, J., Madden, L.V., Frederick, R.D., Luster, D.G., Damsteegt, V.D., Vidaver, A.K., 2006. An assessment model for rating high-threat crop pathogens. *Phytopathology*, 96: 616-621.
- Scherm, H., Yang, X.B., 1999. Risk assessment for sudden death syndrome of soybean in the north-central United States. *Agric. Syst.*, 59: 301-310.
- Schrader, G., Unger, J.G., 2003. Plant quarantine as a measure against invasive alien species: The framework of the International Plant Protection Convention and the plant health regulations in the European Union. *Biol. Invasions*, 5: 357-364.
- Sherwood, J.L., Fletcher, J., 2003. Crop Biosecurity: Are We Prepared? Available from URL: <http://www.apsnet.org/members/ppb/PDFs/CropBiosecurityWhitePaper5-03.pdf> [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Steve, C., 2001. Agroterrorism, A Purdue Extension backgrounder. Available from URL: www.ces.purdue.edu/eden/disasters/agro/Agroterrorism.doc [Ulaşım: 20 Aralık 2007].
- Suffert, F., Latxague, E., Sache, I., Pinon, J., Andrivon, D., Barbier, M., Gullino, M.L., 2005. Multicriterial characterisation of plant pathogens usable for agroterrorism prevention in Europe. International Plant Health Risk Analysis Workshop, 24-28 October 2005. Niagara Falls (CA).
- Strange, R.N., 1993. *Plant Disease Control*. Kluwer Academic Publishers Group, 372 pp.
- Tucker, J.B., 1999. Bioterrorism: Threats and responses (Lederberg, J., ed. 1999. *Biological Weapons-Limiting the Threat*. Cambridge, MA: MIT Press) pp. 283-320.
- Tucker J.B., 2000. *Toxic terror: Assessing terrorist use of chemical and biological weapons*. Cambridge, MA: MIT Pres, 314 pp.
- Wheelis, M., 1999. Biological sabotage in World War I., pp. 35-62, (Geissler, E., Moon, J., eds. 1999. *Biological and Toxin Weapons: Research, Development and Use from the Middle Ages to 1945*. Oxford Univ. Pres).
- Whelis, M., 2000. Agricultural biowarfare and bioterrorism: An analytical framework and recommendations for the fifth BTWC review conference, Paper presented at the 14th Workshop of the Pugwash Study Group on the Implementation of the Chemical and Biological Weapons Conventions, Key Issues for the Fifth BWC Review Conference 2001, Geneva, Switzerland, 1819 November 2000.
- Wheelis, M., Casagrande, R., Madden, L.V., 2002. Biological attack on agriculture: Low-tech, high-impact bioterrorism. *Bio-Science*, 52: 569-576.
- Whitby, S.M., Rogers, P., 1997. Anticrop biological warfare-implications of the Iraq and U.S. programs. *Def. Anal.*, 13: 303-318.
- Whitby, S.M., 2002. *Biological warfare against crops*. Hampshire, UK: Palgrave, 271 pp.
- Zilinskas, R.A., 1999. Cuban allegations of biological warfare by the United States: Assessing the evidence. *Crit. Rev. Microbiol.*, 25: 173-277.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMADA FİZİKSEL KIRSAL ALAN PLANLAMASI

Turgut ÖZTÜRK* Murat MENGÜLOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

*Sorumlu yazar: turgutoz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.09.2007

Kabul Tarihi: 01.08.2008

ÖZET: Sürdürülebilir kalkınmada fiziksel kırsal alan planlanmasının önemi yadsınamaz bir gerçektir. İyi bir fiziksel kırsal alan planlamasıyla kırsal alandaki yaşam koşulları kolaylaştırılabilineceği için, kırsal alanlardan kentlere doğru olan göç akımları da dengeli bir duruma kavuşturulabilir. Bu bağlamda kentler özellikle de metropol bölgelerdeki göç baskısı ve bunun yarattığı olumsuz koşullar kontrol altına alınabilir. Bu çalışma kapsamında fiziksel kırsal alan planlanmasına yönelik olarak; proje destekli fiziksel planlamalar, örnek köy oluşturmaya yönelik planlamalar ile turizm köyleri oluşturmaya yönelik planlamalar ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Göç, sürdürülebilir kalkınma, kırsal alan planlaması, köy

THE PLANNING OF PHYSICAL RURAL AREA IN SUSTAINABLE PROGRESSING

ABSTRACT: The planning of physical rural area is more important in sustainable rural progressing. The life conditions in rural areas could be facilitated if it could be made planning of a well physical rural area. In addition to this, the migration currents from rural areas to urban might be balanced, negative conditions depend on migration in the metropolis cities is controlled. In this study; as directed to the planning of physical rural area, the physical planning of project supporting, the planning of model village and the planning of tourism village is taken up.

Key Words: Migration, sustainable progress, rural area planning, village

1. GİRİŞ

Tarım Türk ekonomisinde önemli bir role sahiptir. Bu sektör işgücünün üçte birinden fazlasını çalıştırmakta, ulusal gelirin ise yalnızca % 12'sini üretmektedir. Bu iki oran arasındaki fark ortalama olarak tarımın ekonominin en zayıf sektörü olduğunun göstergesidir. İçinde bulunduğumuz yüzyıl, özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından büyük değişimlere ve dönüşümlere sahne olmuştur. Bu değişim ve dönüşümler, büyük oranda söz konusu toplumların kendi iç dinamiklerinin yanında dış destekli teknoloji ve kurumların zorla veya istemli olarak bu toplumlara taşınmasıyla gerçekleşmiştir. Kırsal alana yönelik kalkınma projeleri farklı yaklaşımlar ve amaçlar gözetilerek hazırlanmaktadır. Dolayısıyla farklı yaklaşımlarla ele alınan projelerin kırsal kalkınma üzerindeki etkileri de yaklaşımlara bağlı olarak değişmektedir (Derviş ve ark., 2004).

Tarım ülkelerin gelişmişlik düzeylerinden bağımsız olarak hassas sektör olma özelliğini korumaktadır. Her türlü müdahale, düzenleme ve transferler bu sektörde yoğun olarak kullanılmaktadır. Türkiye tarımında da günümüzde dönüşüm zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda kırsal kalkınmanın en önemli unsuru tarımdır. Bu nedenle kırsal kalkınmayı tarımdan soyutlamak ve ayrı düşünmek mümkün değildir. Kırsal nüfusun ekonomideki ağırlığı nedeniyle tarımsal faaliyetler kırsal kalkınmada hayati bir öneme sahip bulunmaktadır. Bugün ülkemizde nüfusunun önemli bir kesimi kırsal alanda yaşamakta ve geçimini tarımdan sağlamaktadır (Çakmak ve Akder, 2005).

Ülkemizde sivil istihdamın %30'u tarım sektöründe konumlanmakta olmasına karşın sektörün gayrisafi milli hasılaya (GSMH) katkısı %11 düzeyindedir. Ülkemizde 1990'dan 2005 yılına kadar

olan süreç içerisinde tarım nüfusu 8.2 milyondan 6.8 milyona düşmüştür. Aktif tarım nüfusu son 15 yıl içerisinde 1.4 milyon nüfus kaybetmiştir. Göç eden aktif tarım nüfusu aileleriyle birlikte yaklaşık 7.5 milyonu bulmaktadır. Bunun anlamı şudur ülkemizde son 15 yıl içerisinde 7.5 milyonluk bir nüfus kırsal alandan kentsel alanlara göç etmiştir. Kırsal alandan kentsel alanlara olan göç akımlarının dengesizliği nedeniyle bugün birçok kent merkezi sayısız sosyo-ekonomik ve kültürel sorunlarla karşı karşıyadır (Günaydın, 2006).

Sürdürülebilir bir kırsal kalkınmada fiziksel alan planlanmasının önemi yadsınamaz bir gerçektir. İyi bir fiziksel kırsal alan planlamasıyla kırsal alandaki yaşam koşulları kolaylaştırılabilineceği için, kırsal alanlardan kentlere doğru olan göç akımları da dengeli bir duruma kavuşturulabilir ve bu bağlamda da kentler özellikle de metropol bölgelerdeki göç baskısı kontrol altına alınabilir (Çetiner, 1990).

Bu çalışma kapsamında fiziksel kırsal alan planlanmasına yönelik olarak; proje destekli fiziksel planlamalar, örnek köy oluşturmaya yönelik planlamalar ile turizm köyleri oluşturmaya yönelik planlamalar ele alınmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Son yıllarda geniş bir kapsamda kullanım alanı bulan sürdürülebilir kalkınma kavramı, geleneksel kalkınma yaklaşımının içine düştüğü açmazlar sonucu bu kalkınma anlayışına alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımın ortaya çıkışı, birisi tarihsel değeri bilimsel olmak üzere iki tür gelişmeyle örtüşmektedir. Tarihsel anlamda dünyada küreselleşme rüzgarları esmektedir. Doğal kaynak kullanımı, sermaye ve mal dönüşümünün önündeki engeller birer birer ortadan kalkmaktadır. Dolayısıyla dünyanın herhangi bir yerinde meydana gelen bir

gelişme bütün insanlığı etkiler duruma gelmiştir. Bunun yansıması olarak ta dünya üzerinde biri gelişmiş ülkeler, diğeri geri kalmış ülkeler kaynaklı olmak üzere iki temel sorun bütün insanlığı tehdit eder duruma gelmiştir. Günümüzde gelişmiş sanayi ülkelerinin uygulamalarından kaynaklanan büyük sorun doğanın ve çevrenin tahribatıdır. Geri kalmış ülkelerden kaynaklanan sorun ise aşırı nüfus artışı ve yoksulluktur. Her iki sorun da eşit değerde insan yaşamını tehdit etmektedir. Küreselleşen bir dünyada doğal kaynakların korunması ve barışın sağlanması ancak kalkınmanın yaygınlaştırılması ile olasıdır (Karakaş ve Köksal, 2003).

Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının temel vurgusu ekonomik büyüme değil, sosyal bir varlık olarak insan ve çevre üzerinedir. Bu yaklaşımda kalkınma salt bir ekonomik büyüme olarak tanımlanmamaktadır. Tek başına ekonomik büyüme çoğunluğun yaşam standardının yükselmesine yol açmaz. Salt ekonomik büyüme için doğal kaynakların dengesiz kullanımı, kısa vadeli amaçlar için kaynakların yok edilmesi demek olabilir. Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın temel hedefi yoksulluğu ve yoksulluğa yol açan nedenleri ortadan kaldırmaktır (Gülçubuk, 2007).

Sürdürülebilir kalkınma biri makro, diğeri mikro olmak üzere iki düzeyde ele alınmaktadır. Sürdürülebilirlik makro düzeyde insan soyunun yeryüzündeki yaşam koşullarının sürdürülebilirliğini ifade etmektedir. Bu düzeyde sürdürülebilir kalkınma, gelecek kuşakların yaşam kaynaklarını tüketmeden ve tahrip etmeden insan refahının sürekli bir artışı olarak tanımlanırken, mikro düzeyde ise uygulanan kalkınma projelerinin getirdiği olumlu gelişmelerin projeler tamamlandıktan sonra da devam etmesidir. Gerçekte bu iki düzey birbirinden kopuk olmayıp, birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Çünkü mikro düzeydeki projelerin başarısı, ancak makro düzeydeki politikaların desteğiyle mümkün olabilmektedir (Lorenzen, 2006).

3. İNSANİ KALKINMA

Bir ulusun asıl zenginliği insan kaynaklarıdır. Bu zenginliği artırmak ise ancak o insanlara uzun sağlıklı bir yaşam sağlayarak yaratıcılıklarını sergileyecek ortamlar sunarak olasıdır. Bu da ekonomik büyüme kavramından daha fazla bir anlam taşımaktadır. Ulusal gelir insan yaşamının tüm boyutunu ifade etmez. Çünkü insanlar gelir ve büyüme rakamlarından çıkarılmayacak başarımlara da değer vermektedirler. Bu başarımlar daha iyi sağlık koşulları, daha iyi beslenme, bilgiye kolay erişim, daha güvenli bir yaşam ve çalışma koşulları gibi insani ve evrensel değerleri içerir. İnsani kalkınmanın ölçülebilir en önemli parametresi insani kalkınma endeksidir (İKE). Bu endeks insani gelişmişliğin üç temel boyutu olan yaşam süresi, bilgi ve onurlu bir yaşam standardını ölçmektedir. Türkiye, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından hazırlanmış ve 175 ülkeyi kapsayan İKE açısından 85. sırada yer

almaktadır (Karakaş ve Köksal, 2003; Anonymous, 2008a).

Sürdürülebilir bir kırsal kalkınmada insan kaynaklarının geliştirilmesine yönelik kalkınma insani kalkınma olarak bilinmektedir. Kırsal alana yönelik insani kalkınma anlayışı iki düzeyde ele alınabilir. Bunlardan birincisi kırsal alana hizmet götüren insanların sürdürülebilir kalkınma yaklaşımını benimsemesi, bu yaklaşımı hayata geçirici ilke, metot ve araçları kullanabilir hale gelmesidir. Diğer taraftan uygulanan model projelerle insan kaynaklarının geliştirilmesi, insanın üretkenliğini, çevresiyle sağlıklı iletişim ve etkileşim kurma yetisini ve gündelik yaşamda etkinliğini artırıcı bilgi, beceri ve sağlıklı yaşam koşullarıyla donatılmasıdır. Bunu gerçekleştirmenin yolu da kırsal alt yapı, eğitim, sağlık, yayım vb. hizmetlerden geçmektedir (Karakaş ve Köksal, 2003; Gümüş, 2006).

Sürdürülebilir kalkınma da sosyal gereklilik olan eşitlik, katılım ve insan kaynaklarının geliştirilmesi birbiriyle ilişkili ilkeler olup, bunların tamamının gerçekleştirilmiş olması toplumun güçlenmesiyle sonuçlanır ki, bu da kalkınmanın nihai hedeflerindedir. Güçlenmiş bir toplum doğal kaynakları tahrip etmeden onlardan sürekli yararlanabilme yollarını bulabilir, kendi sorunlarını tanımlayıp, dışsal müdahale olmadan bunların çözüm yollarını geliştirebilir (Mutlu, 2002).

4. KIRSAL YERLEŞMELERİN SORUNLARI

Ülkemizde büyük bir sayısal orana sahip olan kırsal yerleşmelerin fiziksel, ekonomik, toplumsal açıdan birçok soruna sahip olduğu bilinmektedir.

4.1. Sosyo - Ekonomik Sorunlar

Ülkemizde sosyo-ekonomik sorunların ana nedenleri kırsal yerleşmelerin sayısal fazlalığı, dağınıklığı ve bunların yanı sıra yerleşme nüfusunun azlığıdır. Ayrıca aile yapısı, çocuk adedi, toplumsal özellikler, toprak-aile ilişkileri, işletmelerin büyüklüğü, tarımda verimin düşüklüğü ve ailelerin gelir durumları bu sorunların nedenlerindedir. Sektörler arası gelir durumundaki farklılıklar kırsal alanlardan kente göç olayını artırmaktadır. Kırsal alanda gelirin düşük olması, tarımsal gelişme hızının az, verimin düşük, teknolojinin eksik olmasından ileri gelmektedir (Anonymous, 2006a; Yıldırım, 2006).

4.2. Hizmet (Donatım) Sorunları

Kırsal alandaki hizmetlerin çoğunluğu kamu kuruluşları aracılığı ile götürülmektedir. Bu bağlamda gerek hizmeti alan ve gerekse hizmeti verenler açısından birçok sorun bulunmaktadır. Bu sorunu tetikleyen ana unsur ise kırsal yerleşmelerin sayılarının fazlalığı ve yerleşmelerin genelde dağınık olmasıdır. Ülkemizde hemen hemen yolu olmayan köy kalmamıştır ve kırsal alandaki toplam yol ağı da 294.000 km ye çıkmıştır. Benzer şekilde elektriksiz ve telefonsuz köyde kalmamıştır. 2006 yılı itibariyle toplam 74.411 kırsal yerleşim biriminin 59.741 adedinde yeterli ve sağlıklı içme suyu da götürülmüş durumdadır. Ülkemizde kırsal yerleşimlere yönelik

donatı hizmetlerinin yürütülmesi görevi Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün (KHGM) kapatılması ile İl Özel İdarelerine verilmiştir. Ayrıca 2006 yılında uygulamaya konulan Köylerin Alt Yapısını Destekleme Projesi Kapsamında (KÖYDES) İl Özel İdarelerine doğrudan kaynak tahsisleri yapılmıştır (Anonymous, 2006c; Anonymous, 2007).

Genelde kırsal alt yapıya yönelik yatırımlar sayısal açıdan tamamlanmış gibi gözüküyorsa da sistemin ayakta tutulması ve yenileme çalışmaları için birim maliyetler oldukça yüksek olduğundan genel bütçeden yeterli düzeyde kaynak aktarılamamakta, bu durumda da verilen hizmetin kalitesi gittikçe düşmektedir.

4.3. Özel Sorunlar

4.3.1 Orman Köylerine Yönelik Sorunlar

Ülkemizde orman köylerinin bütün köylere oranı % 30' lar düzeyindedir. Bu tür köyler kuruluşları yönünden dağınık bir yapı göstermektedirler. Hizmetlerin ulaşmasında büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu yerleşmelerde yaşam şartlarının güç, olanakların sınırlı olması nedeniyle gelişmeleri oldukça zor olmaktadır. Orman köylerinde topraksız ve 10 dekara kadar arazisi olan çiftçi aileleri çoğunluktadır. Erozyonla mücadele, mevcut toprakların yetmezliği, haberleşme, ulaşım güçlükleri, kamusal hizmetlere ulaşma zorlukları bu yerleşmelerin ekonomik, sosyal ve kültürel bakımdan dışa kapalılıklarını sürdürmektedir (Anonymous, 2006d).

4.3.2. Göçler

Ülkemizin önemli sorunlarından bir tanesi de kırsal alandan kentsel alanlara olan düzensiz göçlerdir. Ülkemizde 1990'dan 2005 yılına kadar olan süreç içerisinde tarım nüfusu 8.2 milyondan 6.8 milyona düşmüştür. Aktif tarım nüfusu son 15 yıl içerisinde 1.4 milyon nüfus kaybetmiştir. Göç eden aktif tarım nüfusu aileleriyle birlikte yaklaşık 7.5 milyonu bulmaktadır. Bunun anlamı şudur ülkemizde son 15 yıl içerisinde 7.5 milyonluk bir nüfus kırsal alandan kentsel alanlara göç etmiştir. Bu durum ülke nüfusunun alansal olarak dinamik bir yapı kazanmasına, nüfus aktarımının yaşadığı alanlarda ise ciddi sosyal, ekonomik, kültürel ve güvenlik sorunlarını da beraberinde getirmektedir (Anonymous 2006b; Günaydın, 2006)

Göçler kalıcı veya geçici olabilmektedir. Kalıcı göçler genellikle ekonomik yetersizlik, topraksızlık yanında kamu görevi beklentisi, kent hayatının çekiciliği ve çocukların eğitim durumlarına dayandırılarak yapılmaktadır. Geçici göçler genellikle ekonomik yetersizliğe dayalı olarak civar bölgelere ve kentlere tarım ve inşaat işçisi olarak yapılmaktadır (Anonymous, 2007).

5. KIRSAL ALAN PLANLAMASI

Ülkemizde kırsal yerleşmeler tarımsal faaliyetlerin merkezi olma konumlarının dışında son dönemlerde bozulmamış doğası, yöresel karakteri barındıran yapılaşması ve turizm kullanımları ile de

gündeme gelmektedir. Kentlerde kötü bir tecrübe olarak edinilen yapılaşma süreci ile aynı kaderi yaşamamak için kırsaldaki fiziksel planlamalara kamu otoriteleri tarafından gereken önemin verilmesi geleceğimize yapılacak bir yatırım olarak kabul edilmelidir. Bu bağlamda fiziksel kırsal planlamaya yönelik olarak geliştirilecek kırsal tasarım rehberleri, yerel yapılaşmanın ölçütlerini veren tasarım politikası aracı olarak kullanım olanağı bulabilecektir. (Eminağaoğlu ve Çevik, 2006). Bugün Almanya, Amerika, İngiltere gibi bir çok gelişmiş batı ülkesinde kırsal tasarım rehberleri kullanılmaktadır (Çizelge 1).

Yurtdışı örneklerde kırsal alan fiziki planlama tasarım rehberleri daha çok, köyün peyzaj içerisindeki önemini anlatmakta az sayıda göç, sağlık, spor, eğitim, konut sahipliği gibi sosyal olanakları, ekonomik koşulları da içine alan planlama kriterleri üretilmektedir. Bu kriterler daha çok planlama aracı olarak kullanılmakta, bunun yanında zaman içinde yasal statü kazananlar da bulunmaktadır. En önemli ortak özellikleri ise hepsinin yöresel karakterin devamını sağlamak ve peyzaj kalitesini korumak yönünde politikalar olarak benimsesidir. Çizelge 1'de bazı yurtdışı örneklerde köy tasarım rehberlerinin içeriği ve işleyişine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Sürdürülebilir bir kırsal kalkınma için alana yönelik olarak yapılabilecek çalışmalar; proje destekli kalkınmaya yönelik planlamalar, örnek köy oluşturmaya yönelik planlamalar, turizm köyleri oluşturmaya yönelik planlamalar olarak ele alınabilir (Çetiner, 1990; Demirel, 1997).

5.1. Proje Destekli Kalkınmaya Yönelik Planlamalar

Türkiye' de küreselleşme ve dış rekabete açılma sürecinden en fazla etkilenen sektörlerin başında tarım kesimi gelmekte ve bu bağlamda uygulanan politikalarından en fazla etkilenenler de kırsal alanda yaşayan nüfustur. Dolayısıyla bu sürecin daha sağlıklı ve sıkıntısız yürütülebilmesi, insanların kırsal alanda istihdamı, kırsal alanların ve tarımın modernizasyonu amacıyla ülkemizde kırsal alana yönelik bir çok proje uygulanmış ve de uygulanmaktadır. Bu projelerden bazıları şunlardır;

- Çorum-Çankırı Kırsal Kalkınma Projesi,
- Erzurum Kırsal Kalkınma Projesi,
- Bingöl-Muş Kırsal Kalkınma Projesi,
- Yozgat Kırsal Kalkınma Projesi,
- Erzincan-Sivas Kırsal Kalkınma Projesi,
- Ordu-Giresun Kırsal Kalkınma Projesi,
- Bingöl-Muş Kırsal Kalkınma Projesi,
- Yozgat Kırsal Kalkınma Projesi,
- Tarımsal Yayım ve Uygulanmalı Araştırma Projesi (TUYAP),
- Televizyon Yoluyla Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi (YAYÇEP),
- Toplum Ormancılığı Projesi,
- Artvin Camili Kırsal Kalkınma Projesi,
- Edirne Kırsal Kalkınma Çerçeve Projesi,
- Ardahan Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma Projesi,

Çizelge 1.Gelişmiş Bazı Ülkelerde Köy Tasarım Rehberleri (Eminağaoğlu ve Çevik,2006).

KÖY TASARIM REHBERLERİ	BÖLGE – ÜLKE	AMAÇ	POLİTİKALAR	İÇERİK	YASAL ÇERÇEVE	HAZIRLAYAN GRUP
BELBROOK	Ohio - U.S	Köyün gelişiminde nümerinin tarihi karakterini ve yapılaşma gele- neğini korumak.	- Bir yapının bir bö- lümü veya tümün yıkılması - Dış cephenin yeniden yapılması -Yeni yapılaşma - İşaretler	Giriş Eski köy bölgesi Köye genel bakış Uygunsuz konum - Yok etme - Değişiklik - Yeni yapılaşma	İmar Yasası'nın 14.maddesinde yer alır. Gelişmelere göre güncellenir. (Bellbrook Zoning Code Article:14) (Planlama Aracı)	Arazi sahipleri, yerleşme sakinleri, mimarlar, ilgili yöre halkı, Köy İnceleme Kurulu
MANHATTAN BEACH						
MANHATTAN BEACH	California – U.S.	Mevcut sokak görüntüleri koru- mak ve bölgenin karakterine uygun gelişmeyi sağlamak.	- Küçük köy karakterini korumak. - Yaya yolunu korumak, güçlendirmek ve iyileştirmek. - Sokağın ferahlığını korumak ve teşvik etmek	- Bölge-site tasarımı -Konşuluk gelişimi - Mimari karakter - Yaya yolu - Peyzaj - İşaretler - Ticaret bölgesi - Gelişimin tanımlandığı bölgeler	Şehir Meclisi tarafından Şehir Gelişim Planı'nda temel faaliyetler olarak kabul edilir. (Planlama Aracı)	Şehir Planlama Komisyonu
MT. SHASTA MOUNTAIN	California – U.S.	Yerel yapıların tarihi geçmişin yansıtan, dağ nümerisine uygun çekici, konforlu, çağdaş, doğa ile uyumlu bir köy oluşturmak	- Köyün siltet karakteri korunmalı. - Görsel açıdan iyi görünümlü çevreye hakim yaya yolu çö- zümleri teşvik edilmeli - Yapıların birbiri ile ve doğal çevre ile uyumu korunmalı ve teşvik edilmeli.	- Giriş - Yasal çerçevesi - Peyzaj -Yapılaşma ve kamusal alanlar -Yapılaşma ve peyzaj detayları	Mt. Shasta Şehrinin Mimari İnceleme Yasası olarak kabul edilir. Bölüm: 18.60 (City of Mt. Shasta's Architectural Review Ordinance Chapter: 18.60)	Şehir Planlama Komisyonu
EAST MEON	Hampshire Birleşik Krallık	Köydeki kötü görüntüleri iyileştirmek ve yöresel karakteri sürdürülebilirliğini sağlamak.	Yeşil doku korunmalı Yeni çiftlik yapılaşma edileri düşünülmeli Meon nehri doğal hali vadi ile korunmalı. Açık ve kapalı alanlar arasındaki dengenin sürekliliğini sağlamak.	- Giriş - Kır çevresi -Yapılaşma - Açık alanlar - Köy yaşamı - Tasarım raporu - Yöntem - Steering grup	Bölge Danışma Kurulu, Bölge Konseyi (EHDC) tarafından plan- lama aracı olarak benimsenmiş ve yıllık toplantı gündemine alınmıştır.	Planlama Grubu: Başkan Veznedar Sekreter Dört parti başkanı İki vatandaş Tanıtım sorumlusu İki bölge meclisi üyesi
MANCHESTER	İngiltere'nin Kuzeyi	Bölgenin gelişimini ve sürdürülebilirliğini tarihi çevre içinde sağlamak.	- Köyün tarihi yapısını korumak. - Tarihi küçük yerleşme özelliklerini korumak. - Yapılaşmaların tarihi görüntüye zarar vermesini önlemek.	- Giriş - Köy için hedefler - Tasarım kontrol bölgesi - Tarihi merkez bölge - Tarihi koruma bölgesi - Bölgeye genel bakış	Vermant Arazi Kullanım Yönetmeliği altında yer alır (Act.250). Her beş yılda bir güncel- lenir. Planlama aracı olarak Yönetmelikte yer alır.	Bölge uzmanları
ROLLESTON	Staffordshire Birleşik Krallık	Gelişme sürecinde, bölgenin tarihini, yöresel yaşam ve çevresini ortaya çıkarmak.	Yöresel karaktere uygun, çağdaş çevreler oluşturmaya rehberlik etmek.	Giriş Toplum, Ekonomi, Çevre, Yerleşim, İletişim- gelişmeler. Sokak mobilyaları - işaretler ve Rehberleri Harita Sonuç	East Staffordshire Bölge Meclisi Yerel Planı'nda, ek planlama rehberi (SPG) olarak kabul edilir.	- Kırsal Çevre Komisyonu - Rolleston Bölge Konseyi - Rolleston Methodist Kilisesi - Köy Halkı

-Kars Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma Projesi,

-Erzincan ve Gümüşhane Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma Projesidir.

Bu projeler farklı kurum ve kuruluşların desteği (Tarım Bakanlığı, Üniversiteler, Avrupa Birliği, Birleşmiş Milletler Kalkınma Fonu (UNDP), Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD), Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Vakıfları Koruma Vakfı (TEMA), Boru Hatları İle Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ)) vb. ile yürütülmüş veya

yürütülmektedirler.

Bu projelerdeki temel felsefe kırsal alandaki biyo- çeşitlilik göz önünde bulundurularak doğal kaynakların uygun bir şekilde kullanılması, kırsal alanda süregelen geçim kaynaklarının verimli kılınması, kaliteli üretime olanak sağlayacak ekonomik düzeyin yükseltilmesi için gerekli altyapı ve eğitim çalışmalarının gerçekleştirilmesi, çok yönlü girişimlerle de kırsal alanda yaşam koşullarının iyileştirilmesidir (Doğanay, 1993; Mutlu, 2002;

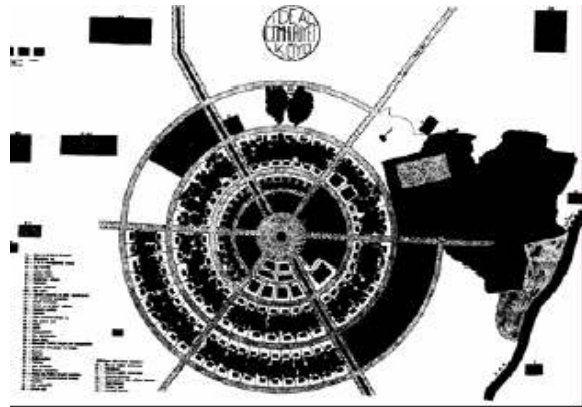
Anonymous, 2006e; Anonymos, 2008b).

5.2. Örnek Köy (Kültür Köyü) Oluşturmaya Yönelik Planlamalar

Bu tip planlamalarda bir sistem yaklaşımı kapsamında model köyler oluşturulmaya çalışılır. Yaklaşım kapsamında öncelikle köyün ileri gelenleri ile birlikte köy gezilir, köyde yaşayanlarla görüşülerek ve bazı ailelere konuk olunarak köyün sorunlarının, koşullarının, beklentilerinin ne olduğu, köy halkının gelişimi, iş olanakları, uğraş alanları ve kendine yeterliliği konusunda gözlemler yapılarak köy hakkında ön değerlendirmeler yapılır. Çalışma kapsamı çerçevesinde köyü temsil edecek bir grup oluşturularak SWOT analizi yaptırılır.

SWOT analizi kapsamında saptanan sorunları daha geniş tabana yaymak, tabandan gelen önerileri geliştirmek, köylülerle birlikte ortak çözümler üretmek için belirlenen başlıklarda çalışma grupları (altyapı ve donanım, tarımsal işletmecilik, ortak geçmiş ve kültür, tarımsal yapılar, yerleşim ve çevre, kırsal görünüm vb.) oluşturulur. Oluşturulan çalışma grupları beklentilere dayalı çözüm önerilerinin uygulamaya geçirilmesi için proje uygulayıcılarına danışmanlık görevi yerine getirilir.

Kırsal bölgelere çağdaş bir görünüm kazandırmak amacıyla Cumhuriyetin ilk yıllarında 64 örnek köy yaptırılmıştır. Ancak örnek köylerin kuruluşunda ve yaşam alanlarının oluşturulmasında köy kültürünün beklentilerinin karşılanmadığı gözlemlenmiştir. Gözlemlenen eksikliklerin giderilmesi ve beklentilere cevap verebilmek açısından örnek köy tasarımları için bir proje yarışması açılmıştır. İdeal Cumhuriyet Köyü planı da bu yarışmaya katılan bir tasarımdır (Şekil 1). Bu tasarımın ana teması köylüyü ve köyü inşaat bakımından iyi etüt etmeden yapılan masrafların boşa gittiği görüşünden hareketle konuya nasıl yaklaşılması gerektiğidir. Bu bağlamda ideal Cumhuriyet Köyü tasarımında 40'ın üzerinde ünite yer almıştır. Bu üniteler tasarım sıralamasına göre;



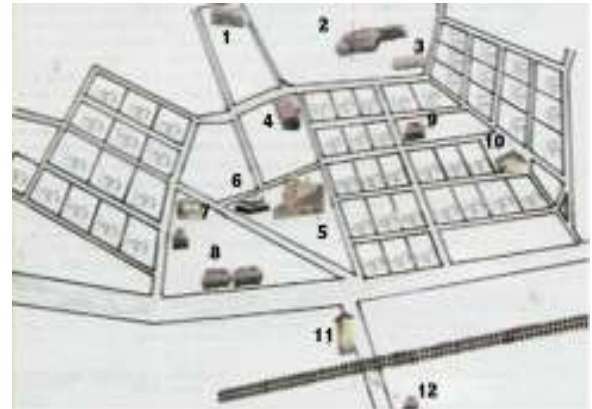
Şekil 1. İdeal Cumhuriyet köyü planı (İnan,1978)

1.Köy okulu ve uygulama bahçesi 2.Öğretmen evi 3. Halk odası 4.Köy konağı 5. Konuk odası 6.Okuma odası 7.Konferans salonu 8.tel-Han 9.Çocuk bahçesi 10.Köy parkı 11.Telefon santrali 12.Köy gazinosu (radyolu) 13.Ebe ve sağlık korucusu 14.Tarımcı başı

15.Hayvan sağlık korucusu 16.Sosyal kurumlar 17.Tarım ve köy el işleri müzesi 18.Gençler kulübü 19. Hamam 20.Etüt cihazı odası 21. Köy yunak yeri 22.Cami 23. Revir 24.Kooperatifler 25.Köy dükkânları 26.Spor alanı 27.Damızlık Tavuk, Tavşan, Arı istasyonları 28.Damızlık ahır 29.Kesimhane 30. Mandıra 31.Değirmenler 32.Fabrika 33.Asri mezarlık 34.Hayvan Mezarlığı 35.Kireç, taş, tuğla, kiremit ocakları 36.Yem bitkileri arazisi 37.Koruluk 38.Köy hayvan gübreligi 39.Modern ağıl 40.Pazar yeri ve köy zahire loncası 41.Aşım durağı 42.Panayır yeri 43.Selektör binası' dır.

Günümüzde bu tasarım düşünsel açıdan ütöpk olarak değerlendirilse de Cumhuriyetimizi kuranların kırsal alana dolayısıyla köye ve köylüye verdikleri önemin ve çağdaşlaşma gerçeğinin önemli bir belgesi olarak kabul edilmelidir (Şahinkaya, 2008).

Cumhuriyetin ilk yıllarındaki model köy uygulamalarının bir örneği de Kurtuluş savaşı sonrasında Türkiye'ye getirilen göçmenler için yaptırılan örnek köy uygulamalarıdır (Şekil 2). Yurt dışından getirilen göçmenlerin iskanındaki sorunların çözümü olarak kanun ve yönetmelikler çıkarılarak örnek köy uygulamalarına başlanmıştır. Bu bağlamda İzmir ve çevresinde, Ankara-Eskişehir ekseninde, Samsun ve çevresinde de örnek köy uygulamaları yapılmıştır. Örnek köy uygulamalarında fiziksel planlama olarak köydeki diğer sosyo-kültürel donatıların yanında 5 kişilik ailenin barınabileceği konut ile ona bitişik ahır ve yem depoları tesis edilmiştir. Oluşturulan bu ideal köylerin birer model olarak eski ve geri kalmış köy tipinin yerini alması amaçlanmıştır (Anonymous, 1934).



Şekil 2. Göçmenler için örnek bir köy yerleşim planı

5.3. Köy Yerleşimini Yeniden Düzenlemeye Yönelik Planlamalar (Ekoturizm/Turizm Köyleri)

Dünyadaki hızlı ekonomik, siyasal, teknolojik gelişmeler ve değişimlere paralel olarak, turizm tüketim kalıplarında da son yıllarda önemli bir değişim gözlenmektedir. Giderek lüks turizm hareketlerine katılım azalmakta, bir tür doyum sınırına gelen alışılmış turizm merkezlerinden az da olsa uzaklaşma yönünde bir eğilim yaşanmaktadır. Zamanla daha da belirginleşen yeni tip turist beklentileri, deniz, kum, güneş üçgeninden uzak,

doğa ile iç içe abartılı olmayan tesislerde temiz bir oda, iyi hizmet ve tüm bunların basında bozulmamış ve temiz bir çevrede aktif bir tatil olarak özetlenmektedir.

Dolayısıyla hem turist profilindeki hem de tüketim kalıplarındaki değişiklikler doğal ve kültürel çevrenin koruma, kullanma dengesi içinde kullanımını öngören yumuşak turizm, eko-turizm, turizm köyleri gibi yeni kavramların oluşmasına neden olmaktadır. Bu yeni turizm kavramlarının özünü, ekonomik yönden verimli, toplumsal açıdan sorumlu ve çevre-doğa bağlamında sorun yaratmayan uygulamalar oluşturmaktadır.

Turizmin çeşitlendirilmesi politikasının bir gereği; ülke geneline ve tüm yıla yaygınlaştırılmasının da bir sonucu olarak pek çok alternatif türler geliştirilmeye çalışılmıştır. Çevrenin korunmasında turizmin fiziksel planlamasının önemi büyüktür. Sürdürülebilir turizmin geliştirilmesi için turizmin fiziksel planlamasında mekanın rasyonel şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu bağlamda ekoturizm eğlenmeyi, doğayı ve kültürel kaynakları anlayarak korumayı destekleyen, düşük ziyaretçi etkisi olan ve yerel halka sosyo-ekonomik fayda sağlayan bozulmamış doğal alanlara çevresel açıdan sorumlu seyahat ve ziyaret olarak tarif edilmektedir. Kırsal alanda doğal ve tarihi çekiciliklerin belli bir ölçüde bulunduğu yörelerde ana ekonomik uğraşısı tarım olan nüfusun, tarımsal faaliyetlerini sürdürmekle birlikte ziyaretçi konaklayabilecek şekilde yönlendirilerek küçük turizm işletmeciliği yapması sağlanarak alternatif turizm faaliyetlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Anonymous, 2002; Anonymous, 2008c).

Köy yerleşimini yeniden düzenlemeye yönelik planlamalar kapsamında yani turizm köyleri oluşturmaya yönelik çalışmalarda köyün kültürü, gelenek ve görenekleri ile mimari biçimi korunarak yerleşim birimleri yeniden düzenlenir. Bu kapsamda;

- Köyün mimari kültürü korunarak gerekli restorasyonlar yapılır,
- Köyün alt yapı (içme ve kullanma suyu, kanalizasyon, ulaşım) sistemleri güçlendirilir,
- Köyün kültürü ve mimarisine yönelik yeme-içme ve de konaklama tesisleri oluşturulur,
- Köy-çevre ilişkileri zenginleştirilir.

6. SONUÇ

Küresel ekonomik koşulların tarımsal üretim ve de kırsal yaşamda yaratmış olduğu olumsuz koşulların etkisinin azaltılabilmesi için fiziksel kırsal alan planlanmasına mutlaka gereken önem verilmelidir. Bu kapsamda yapılması gerekenler aşağıda özetlenmiştir;

-Gerek genel kalkınma, gerekse kırsal kalkınmanın sürdürülebilirliği en başta doğal kaynakların korunması ve rasyonel kullanımına bağlıdır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmada öncelikle doğal kaynaklar korunmalıdır.

-En önemli doğal kaynaklarımızdan birisi olan tarım topraklarımızın amaç dışı kullanımı kesinlikle önlenmeli, bu konuda arazi sahipleri bilinçlendirilmeli, tarım dışı yatırım ve hizmet girişimlerinin verimli arazi dışındaki alanlarda konumlandırılması teşvik edilmelidir.

-Kalkınma sürecinde bölge ve yörenin potansiyelinden hareket edilmeli, kırsal alanda sosyal altyapı ve teknik altyapıya ilişkin gereksinimlerin belirlenmesi ve giderilmesinde öncelikler listesi oluşturulmalıdır. Böylece kaynak kullanımlarındaki israfın önüne geçilmelidir.

-Kırsal alana yönelik turizm sektörü ile köy yenileme çalışmaları teşvik edilmelidir.

-İnsan kaynaklarının geliştirilmesi açısından özellikle teknolojik altyapı hizmetleri ile birlikte kırsal alan fiziksel altyapı hizmetleri etkinliği artırılmalı, bu bağlamda örnek köy modelleri oluşturulmalıdır.

-Fiziksel kırsal alan planlamasına finansman desteği sağlanmasında sivil toplum kuruluşları Avrupa Birliği fonlarına yönlendirilmelidir. Bu amaçla gerekli kamusal destek için bir organizasyon şeması oluşturulmalıdır.

-Tarımda çağdaş teknolojiyi yakalayabilmek ve kırsal alanda yaşam koşullarının iyileştirilebilmesi için üniversitelerin bilgi birikiminden yararlanılmalı, bilim insanı, yatırımcı ve üreticiler arasında karşılıklı işbirliği sağlanmalıdır.

Sonuç olarak sürdürülebilir kırsal kalkınmada fiziksel alan planlanmasının önemi yadsınamaz bir gerçektir. İyi bir fiziksel kırsal alan planlanmasıyla kırsal alandaki yaşam koşulları kolaylaştırılabilir için, kırsal alandan kentlere doğru olan göç akımları da dengeli bir duruma kavuşturulabilir ve bu bağlamda da kentler özellikle de metropol bölgelerdeki göç baskısı kontrol altına alınabilir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1934. 2510 Sayılı İskân Kanunu.
Anonymous, 2002. Turizmde Yükselen Değer: Ekoturizm. TURSAB Ar-Ge Bölümü. <http://www.tursab.org>.
Anonymous, 2006a. Tarımın Gayri Safi Milli Hasıla İçindeki Payı ve Büyüme Hızı. <http://www.dpt.gov.tr>.
Anonymous, 2006b. Yıllara Göre Kırsal Nüfus ve Genel Nüfus İçinde Sayısal Oran <http://www.die.gov.tr>.
Anonymous, 2006c. Köye Götürülen İçme Suyu Hizmetleri. <http://www.khgm.gov.tr>.
Anonymous, 2006d. Orman Köy Adedi. <http://www.die.gov.tr>.
Anonymous,2006e. Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi. <http://www.ekutup.dpt.gov.tr>.
Anonymous, 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2007-2013. <http://www.dpt.gov.tr>.
Anonymous, 2008a. UNDP Annual Report 2008, <http://www.undp.org>.
Anonymous, 2008b. Kırsal Kalkınmaya Yönelik Çalışmalar. <http://www.tarim.gov.tr>.
Anonymous, 2008c. Ekoturizm. Türkiye Çevre Eğitim Vakfı. <http://www.turcev.org>.
Çakmak, E.H., Akder, A.H., 2005. DTÖ ve AB'deki Gelişmeler Işığında 21. Yüzyılda Türkiye Tarımı. TÜSİAD Yayın No 2005-06/397, Tepebaşı, İstanbul.
Çetiner A., 1990. Kırsal Yerleşmeler ve Fiziki Düzenleme

- İlkeleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Demirel Z., 1997. Ülkemizde Köy Yenileme Uygulamaları. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Kirazlıyayla-Bursa.
- Derviş, K., Gros, D., Emerson, M., Ülgen, S. 2004. Çağdaş Türkiye'nin Avrupa Dönüşümü. Ekonomi ve Dış Politika Forumu, Doğan Kitapçılık A.Ş., Güneşli, İstanbul.
- Doğanay F., 1993. Kırsal Kalkınma. D.P.T. Yayınları, Ankara.
- Eminağaoğlu, Z., Çevik, S., 2006. Kırsal Yerleşmelere İlişkin Tasarım Politikaları ve Araçlar. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt :22, No: 1, s.157-162
- Gülçubuk, B., 2007. Uluslararası Tarım Politikalarının Kırsal Yoksulluk Üzerine Etkileri. Ulusal Tarım Kurultayı, 15-17 Kasım 2006, Adana.
- Gümüş, A., 2006. Kırsal Yapı, Üretim İlişkileri ve Çağdaşlaşma. Ulusal Tarım Kurultayı, 15-17 Kasım 2006, Adana.
- Günaydın, G., 2006. Türkiye Tarımının Mevcut Durumu. Türkiye, Avrupa Birliği ve Tarım Politikaları. Heinrich Böll Stiftung Derneği Yayınları, İstanbul.
- İnan, A., 1978. Cumhuriyet'in Ellinci Yılı İçin Köylerimiz. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- Karakaş, E., Köksal, E., 2003. İnsani Kalkınma ve Türkiye. Toplumsal Katılım ve Gelişim Vakfı, ATRA Matbaacılık, İstanbul.
- Lorenzen, H., 2006. Avrupa Birliği'nin Genişleme, Tarım ve Kırsal Kalkınma Politikaları. Heinrich Böll Stiftung Derneği Yayınları, İstanbul.
- Mutlu, N., 2002. Avrupa Birliği ve Türkiye'de Kırsal Kalkınma Politikaları. Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Ankara.
- Şahinkaya, S., 2008. İdeal Cumhuriyet Köyü "Cumhuriyeti Kuranların Tahayyülüne Bir Örnek". Mülkiye Dergisi, Cilt:XXIV, Sayı:225, Ankara.
- Yıldırım, E., 2006. Türkiye Tarımında Tarihsel Gelişme ve Yapısal Sorunlar. Ulusal Tarım Kurultayı, 15-17 Kasım 2006, Adana.

KABA YEM OLARAK KULLANILAN ARPA VE BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE AHIR GÜBRESİ UYGULAMASININ MORFOLOJİK, VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Halil YOLCU¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksek Okulu, Kelkit-Gümüşhane

Sorumlu yazar: halilyolcu@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.03.2008

Kabul Tarihi: 25.08.2008

ÖZET: Bu çalışmada Kelkit koşullarında arpanın Kral (*Hordeum vulgare L.*) ve Bülbül-89 (*Hordeum distichum L.*) çeşidi ile buğdayın Kıraç-66 (*Triticum aestivum L.*) çeşidinin gübreliliği (2 ton/da ahır gübresi) ve gübresiz şartlarda morfolojik, verim ve kalite özellikleri araştırılmıştır. Araştırma Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksek Okulu Araştırma İstasyonunda 3 tekerrürlü olarak şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre planlanmıştır.

Araştırma sonucunda ahır gübresi uygulaması, bayrak yaprak uzunluğu, yaş yaprak, yaş sap, kuru sap miktarı ve yaş yaprak/sap oranını azaltırken, yaş ve kuru ot miktarını, kuru madde oranını, kuru yaprak miktarını ve kuru yaprak/sap oranını artırmıştır. Çeşitler arasında ise bitki boyu, sap çapı, bayrak yaprak uzunluğu, yaş yaprak, yaş sap, kuru yaprak, kuru sap miktarı, yaş yaprak/sap, kuru yaprak/sap oranı, yaş ve kuru ot miktarı, ham protein verimi, NDF ve N oranı bakımında farklılıklar meydana gelmiştir.

Ahır gübresi kuru yaprak miktarını, kuru yaprak/sap oranını, kuru ot miktarını ve kuru madde oranını artırması bakımından hasıl yem yetiştiriciliğinde tahıllara uygulanmalıdır. Kral arpa çeşidi yaprak/sap oranı, kuru ot miktarı ve ham protein veriminin yüksekliği ayrıca nötr deterjan fiber oranının da düşüklüğü ile hasıl yem bakımından birazcık ön plana çıkmıştır. Kaba yem eksiğinin çok fazla olduğu ülkemizde tahılların kaba yem kaynağı olarak kullanılması yem eksikliğimizin giderilmesine bir miktar katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tahıllar, Kaba yem, Ahır gübresi, Çeşit, Kuru ot verimi, Ham protein oranı

THE EFFECT OF FARMYARD MANURE APPLICATION ON MORPHOLOGICAL, YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF BARLEY AND WHEAT CULTIVARS USED AS ROUGHAGE

ABSTRACT: This study was conducted to investigate morphologic, yield and quality properties of two cultivars (Kral and Bülbül-89) of Barley (*Hordeum vulgare L.* and *Hordeum distichum L.*, respectively) and one cultivar (Kıraç-66) of wheat (*Triticum aestivum L.*) in fertilized (with farmyard manure) and unfertilized conditions in Kelkit. The research was established in complete randomized block with three replications in the Kelkit Aydın Doğan Vocational Training School Research Station.

In the result of the research, while farm yard manure decreased length of flag leaf, fresh leaf, fresh stem, dry stem yield and fresh leaf/stem ratio, it increased fresh and hay yield, dry matter ratio, dry leaf yield and dry leaf/stem ratio. It was determined that there was difference in terms of length of plant, stem diameter, length of flag leaf, fresh leaf and stem yield, dry leaf and stem yield, fresh and dry leaf/stem ratio, fresh and dry hay yield, crude protein yield, NDF and N content among cultivars.

Because farmyard manure increases dry leaf yield, dry leaf/stem ratio, dry hay yield and dry matter ratio, it must be applied to cultivated cereals as roughage. Kral cultivar slightly proceeded because it had high leaf/stem ratio, dry hay, crude protein yield and low neutral detergent fiber. Remove lack of roughage will be contributed by used as roughage of cereals, because there is too lacking roughage in Turkey.

Key Words: Cereals, Roughage, Farm yard manure, Cultivar, Hay yield, Crude protein ratio

1. GİRİŞ

Ülkemizde mevcut kaba yem üretimimiz, toplam kaba yem ihtiyacımızın yaklaşık yarısını karşılayabilmektedir (Yolcu ve Tan, 2008). Kaba yem kaynaklarımızdan biri olan yem bitkileri tarımı ülkemizde gelişmemiş ve bununla birlikte yapılan üretim ana ürün tarımından ziyade ara ürün, yan ürün veya ikinci ürün tarımı şeklinde olmuştur (Filya, 2008). Son yıllarda ülkemizde kaba yem ihtiyacını gidermek için yapılan teşvikler yem üretimimizi arttırmasına rağmen, bu artışlar ihtiyacı karşılamak için yeterli düzeyde değildir.

Mevcut yem kaynaklarının hayvanların yaşama payı için gerekli miktarını dahi üretmediği ülkemizde alternatif bir kaynak olarak tahılların belirli ölçüde kullanılması yem sorunu için kısmi bir çözüm olabilir (Çelik ve Bulur, 1996). Küçük taneli tahıl yemleri yaygın bir biçimde (Buğday, tritikale, arpa,

ylaf ve çavdar) çayır, kıyılmış yeşil ot, silaj ve kuru ot olarak çok yönlü kullanıma adapte olmuşlardır (Fohner, 2002).

Nitekim kaba yem olarak kullanımını yaygınlaştıran önemli özelliklere sahip olan tahıllar bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak hayvan yemi amacıyla yetiştirilmektedir (Tan ve Serin, 1997).

Hayvan beslemede kullanılan türler, ve türler içerisindeki varyeteler ve çeşitler arasında kalite özellikleri bakımından önemli farklılıklar olabilmektedir (Yolcu ve ark., 2008a). Nitekim yapılan çalışmalarda çeşitler arasında morfolojik özellikler (Acar ve ark., 2007), ürün miktarı (Lekgari ve ark., 2006) besleme değeri (Yolcu ve ark., 2008a) ve mineral içerikleri (Yolcu ve ark., 2008b) yönünden farklılıklar belirlenmiştir.

Tür, varyete ve çeşit özelliğinin yanında gübrelemede bitkilerin morfolojik, verim, kalite unsurları ve mineral içeriklerini etkileyen önemli faktörlerdendir. Nitekim yapılan birçok çalışmada gübrelemenin yem içeriğini önemli ölçüde etkilediği gösterilmiştir (Krishna ve ark., 1998, Karaca ve Çimrin, 2002, Yolcu ve Serin, 2009). Kaba yem olarak yetiştirilen tahılların morfolojik, verim, kalite unsurları ve mineral içerikleri ve ayrıca bu özellikler üzerine ahır gübresinin etkileri konusunda fazla çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada organik tarım açısından önemli bir potansiyele sahip olan Kelkit yöresinde iki arpa çeşidi ve bir buğday çeşidinin gübreli (ahır gübresi) ve gübresiz koşullarda morfolojik, verim, kalite unsurları ve mineral madde içerikleri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırma Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksek Okulunun Araştırma İstasyonunda sulu koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada arpanın Kral (*Hordeum vulgare L.*) ve Bülbül-89 (*Hordeum distichum L.*), buğdayın (*Triticum aestivum L.*) ise Kıraç-66 çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma 2007 yılında şansa bağlı tam bloklar deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme, faktör olarak 2 arpa ve 1 buğday olmak üzere 3 farklı çeşit, 2 farklı gübre dozu (0 ve 2 ton/da ahır gübresi) ve 3 tekerrürlü olmak üzere 18 parselden meydana gelmiştir. Her bir parselin genişliği 1.68 m (7 sıra x 24 cm), uzunluğu 3 m ve parsel alanı ise 5.04 m² (3 x 1.68) olmuştur. Ahır gübresi dozları parsellere ekimden önce karıştırılarak uygulanmıştır. Bitkiler 2007 yılı ilkbahar mevsiminde mayıs ayının 11. gününde ekilmişlerdir. Hasat zamanı geldiğinde baş kısımlardan 50'şer cm'lik, kenarlardan birer sıra kenar tesiri olarak biçilip atılmıştır.

Hasat işlemi 2007 yılında tahıllar süt olum dönemine geldiğinde yapılmıştır (Tan ve Serin, 1997). Araştırmada yaş ve kuru yaprak, yaş ve kuru sap

ağırlığı belirlenirken 10 bitkinin yaprak ve sap ağırlığı esas alınmıştır. Yaş ve kuru yaprak/sap oranları da yine 10 bitkinin yaprak ağırlığı sap ağırlığına bölünerek belirlenmiştir. Araştırmada yapılan tüm analizler Foss NIRSystems Model 6500 Win ISI II v 1.5 cihazında IC-0904FE kalibrasyon programı kullanılarak yapılmıştır.

Araştırmanın yapıldığı topraklar hafif alkali topraklar olup (pH: 7.56-7.66) tekstür sınıfı kumlu, killi-tınlı yapıdadır. Toprak organik maddece az ve orta sınıftadır. Araştırma alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1' de verilmiştir. Araştırmada kullanılan ahır gübresinin pH'sı 1:5'lik gübre-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (McLean, 1982). Gübrenin azot içeriği mikrokjeldahl yöntemi ile P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri nitrik perklorik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Perkin-Elmer), fosfor ise vanadomolibdat sarı renk yöntemiyle spektrofotometre (Aquamete) de 430 nm dalga boyunda okunmak suretiyle belirlenmiştir (AOAC, 1990). Gübrenin nem tayini ise gübre örnekleri sabit ağırlığa ulaşmaya kadar etüvde kurutularak yapılmıştır (Koh, 1980, Griggs, 2005). Kullanılan ahır gübresi hafif alkali karakterde olup (pH: 7.65) kuru madde miktarı % 16.8 dir. Araştırmada uygulanan ahır gübresinin bazı özellikleri ve kimyasal içeriği Tablo 2'de verilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı yıl hava sıcaklığı uzun yıllar ortalamasına yakın ya da çok az üzerinde olmuştur. Mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama sıcaklık, 17.3, 18.2, 21.6 ve 21.6 °C olmuştur. Araştırma bölgesine ait iklim verileri Tablo 3'de gösterilmiştir. Araştırma sonuçları JMP istatistik programında analize tabi tutulmuş (SAS Institute, 2002) ve ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Araştırma alanındaki toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	Tekstür sınıfı	pH	Kireç (%CaCO ₃)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Organik Madde (%)
0-30	Kumlu	7.56	17.25	4.70	38.1	2.18
30-60	Killi-Tınlı	7.66	15.52	1.91	45.6	1.22
Ort.		7.61	16.39	3.31	41.9	1.70

Tablo 2. Araştırmada kullanılan ahır gübresinin bazı özellikleri ve kimyasal içeriği

Ahır Gübresi	pH	Nem	Kuru Madde	Org. Madde	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn
		%			ppm							
	7.65	83.2	16.8	23.20	2900	1700	1000	3400	985	672	445	575

Tablo 3. Araştırma bölgesinin 2007 yılı ve uzun yıllar ortalamasına ait iklim verileri (1975-2007).

	Ocak	Şub.	Mart	Nisan	May	Hazi.	Tem	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kas.	Ara.	Toplam/Or
Yıllar	Toplam Yağış (mm) (Aylık)* Ortalama Yağışlı Gün Sayısı**												
2007*	53.0	25.3	52.0	35.1	40.7	32.2	1.1	31.4	1.2	54.3	98.6	69.0	493.9
1975-2006**	11.4	11.5	13.3	13.7	15.9	10.5	4.4	3.8	5.5	9.6	10.1	11.9	10.1
	Ortalama Sıcaklık (°C) (Aylık)												
2007	-1.9	-0.2	3.6	5.4	17.3	18.2	21.6	21.6	18.6	12.9	3.7	-0.8	10.0
1975-2006	-1.8	-0.9	3.2	9.5	13.4	16.9	20.1	19.9	16.5	11.2	4.9	0.4	9.4
	Ortalama Nisbi Nem (%) (Aylık)* Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)**												
2007*	69.5	66.1	69.6	68.2	59.0	65.8	57.6	64.6	60.1	69.2	74.3	77.4	66.8
1975-2006**	1.3	3.7	5.1	6.2	7.4	9.3	10.1	10.0	8.1	5.6	2.1	0.8	5.8

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Ahır gübresi uygulamasının tür ve çeşitlerin morfolojik özellikleri üzerine etkisi

Yapılan araştırmada ahır gübresi uygulaması bitki boyu ve sap çapını etkilemezken, bayrak yaprak uzunluğu, yaş ve kuru yaprak miktarı, yaş ve kuru sap miktarı ve yaş ve kuru yaprak/sap oranını istatistiksel bakımdan önemli olarak etkilemiştir.

Araştırmamızda ahır gübresi uygulaması bitki boyu üzerine etkili olmaz iken, başka bir çalışmada ahır gübresi uygulaması buğday boyunun, kontrole göre 2-4 cm uzun olmasına neden olmuştur (Badaruddin ve ark., 1999).

Ahır gübresi uygulaması ile bayrak yaprak uzunluğunda önemli bir azalma meydana gelmiştir (Tablo 4). Gübre uygulamaksızın 4.62 cm olan bayrak yaprak uzunluğu gübre uygulaması ile 4.41 cm olmuştur ($p<0.01$). Gübre uygulaması ile yaş yaprak miktarı azalırken ($p<0.01$), kuru yaprak miktarı aksine artış ($p<0.05$) göstermiştir (Tablo 4). Yaş yaprak miktarı gübre uygulaması ile 1.96 gr' dan 1.67 gr' a düşerken, kuru yaprak miktarı 1.02 gr' dan 1.11 gr' a çıkmıştır. Gübre uygulaması ile yaş ve kuru sap ağırlıklarında azalma meydana gelmiştir (Tablo 4). Bu değerler sırası ile 10.57 gr ile 9.11 gr yaş sap ve 5.02 ile 4.50 gr kuru sap şeklinde olmuştur ($p<0.01$). Yaş yaprak/sap oranı gübre uygulaması ile azalırken, kuru

yaprak/sap oranı artış göstermiştir (Tablo 4). Nitekim gübre uygulaması sonucu yaş yaprak/sap oranı 0.19' dan 0.17' e düşerken, kuru yaprak/sap oranı 0.21' den 0.24' e yükselmiştir ($p<0.05$).

Yapılan çalışmada iki arpa çeşidi ve bir buğday çeşidi arasında bitki boyu, sap çapı, bayrak yaprak uzunluğu, yaş ve kuru yaprak ağırlığı, yaş ve kuru sap ağırlığı, yaş yaprak/sap oranı ve kuru yaprak/sap oranı, bakımından istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar ($p<0.01$) belirlenmiştir (Tablo 4).

En uzun bitki boyuna Kıraç 66 (Buğday) çeşidi sahip olurken, Bülbül 89 (Arpa) ve Kral (Arpa) çeşitleri istatistiksel bakımdan aynı grupta yer almıştır. Bu değerler sırası ile 38.88, 34.50 ve 34.30 cm olmuştur. Nitekim Yağmur ve Kaydan (2007) yapmış oldukları araştırmada buğday, arpa ve tritikale arasında ve ayrıca buğday ve arpada çeşitler arasında, Akçalı ve ark., (2007) makarnalık buğday çeşitleri, Erkul ve Ünay (2007) ise arpa çeşit ve hatları arasında bitki boyu bakımından farklılıklar belirlemişlerdir.

Sap çapı ise en fazla Kral arpa çeşidinde (2.92 mm) belirlenirken, bunu sırası ile Kıraç 66 buğday çeşidi (2.29 mm) ve Bülbül 89 arpa çeşidi (2.24 mm) takip etmiştir. Kıraç 66 buğday çeşidi ve Bülbül 89 arpa çeşidi istatistiksel bakımdan aynı grupta yer almıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Gübrelili ve gübresiz olarak yetiştirilen bazı tahılların morfolojik özellikleri

		Tahıllar			
		Kral (Arpa)	Bülbül 89 (Arpa)	Kıraç 66 (Buğday)	Ortalama
Boy (cm)	G.siz	33.00	35.60	39.27	35.96
	G.li	35.60	33.40	38.50	35.83
	Ort	34.30 B	34.50 B	38.88 A	35.89
		LSD ç ^{*1} : 2.42			
Sap çapı (mm)	G.siz	2.79	2.34	2.38	2.50
	G.li	3.04	2.14	2.20	2.46
	Ort	2.92 A	2.24 B	2.29 B	2.48
		LSD ç: 0.11 LSD ç x g ^{*2} : 0.16			
Bay.yap.uz.(cm)	G.siz	4.43	4.02	5.40	4.62 A
	G.li	4.67	3.70	4.87	4.41 B
	Ort	4.55 B	3.86 C	5.13 A	4.52
		LSD ç: 0.16 LSD g: 0.13 LSD ç x g: 0.23			
Yaş yap (gr)	G.siz	3.08	1.22	1.57	1.96 A
	G.li	2.99	0.72	1.31	1.67 B
	Ort	3.04 A	0.97 C	1.44 B	1.81
		LSD ç: 0.075 LSD g: 0.061 LSD ç x g: 0.11			
Kuru yap (gr)	G.siz	1.46	0.64	0.96	1.02 b
	G.li	2.09	0.57	0.67	1.11 a
	Ort	1.78 A	0.61 C	0.82 B	1.07
		LSD ç: 0.081 LSD g: 0.067 LSD ç x g: 0.12			
Yaş sap (gr)	G.siz	12.65	7.76	11.29	10.57 A
	G.li	14.40	4.71	8.23	9.11 B
	Ort	13.53 A	6.24 C	9.76 B	9.84
		LSD ç: 0.40 LSD g: 0.33 LSD ç x g: 0.56			
Kuru sap (gr)	G.siz	5.93	3.76	5.38	5.02 A
	G.li	7.05	2.42	4.02	4.50 B
	Ort	6.49 A	3.09 C	4.70 B	4.76
		LSD ç: 0.20 LSD g: 0.16 LSD ç x g: 0.28			
Yap/sap.yaş	G.siz	0.25	0.17	0.15	0.19 a
	G.li	0.21	0.15	0.16	0.17 b
	Ort	0.23 A	0.16 B	0.16 B	0.18
		LSD ç: 0.018 LSD g: 0.014 LSD ç x g: 0.025			
Yap/sap. kuru	G.siz	0.25	0.19	0.19	0.21 b
	G.li	0.30	0.24	0.17	0.24 a
	Ort	0.28 A	0.21 B	0.18 C	0.22
		LSD ç: 0.030 LSD g: 0.025 LSD ç x g: 0.043			

*1: çeşit *2: gübre Büyük harf: (p<0.01), Küçük harf: (p<0.05)

Benzer şekilde domuz ayrığı ve köpek kuyruğu türleri ve bu türler içerisindeki çeşitler arasında ana sap kalınlığı (Acar ve ark., 2007) ve mısır bitkisinde çeşitler arasında gövde çapı bakımından farklılıklar belirlenmiştir (Tanrıverdi ve Karaltın, 2001)

Bayrak yaprak uzunluğu bakımından her üç çeşitte istatistiksel bakımdan farklı grupta yer almışlardır. Sırası ile en fazla bayrak yaprak uzunluğuna Kıraç 66 buğday çeşidi (5.13 cm) sahip olurken, bu çeşidi Kral arpa (4.55 cm) ve Bülbül 89 arpa çeşitleri (3.86 cm) takip etmiştir (Tablo 4). Benzer şekilde Zencirci (2008) 117 makarnalık buğday çeşidinin bayrak yaprak uzunluğu ve Acar ve ark., (2007) köpek kuyruğu ve çok yıllık çim türleri arasında ve de tür içerisinde çeşitler arasında bayrak yaprak uzunluğu bakımından farklılıklar belirlemişlerdir.

Yaş ve kuru yaprak ağırlığı bakımından da çeşitler farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek yaş ve kuru yaprak ağırlığı Kral arpa çeşidinde (3.04 gr yaş ve 1.78 gr kuru ağırlık) belirlenmiştir. Bunu sırası ile

Kıraç 66 buğday çeşidi (1.44 gr yaş ve 0.82 gr kuru ağırlık) ve Bülbül 89 arpa çeşidi (0.97 gr yaş ve 0.61 gr kuru ağırlık) takip etmiştir (Tablo 4). Yine yaş ve kuru sap ağırlığı bakımından da üç çeşit istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Yaş ve kuru yaprak ağırlığında olduğu gibi en yüksek yaş ve kuru sap ağırlığı da Kral arpa çeşidinde (13.53 gr yaş ve 6.49 gr kuru ağırlık) belirlenmiştir. Bunu sırası ile Kıraç 66 buğday çeşidi (9.76 gr yaş ve 4.70 gr kuru ağırlık) ve Bülbül 89 arpa çeşitleri (6.24 gr yaş ve 3.09 gr kuru ağırlık) takip etmiştir (Tablo 4). Nitekim diğer çalışmalarda Güneş ve Acar (2005) sudan-sorgum otu melezi çeşitlerinde yaprak ağırlıklarının ve Sincik ve ark., (2007) kolza ve yem şalgamında, oransal olarak yaprakların ve gövdelerin hem iki bitki grubu arasında hem de tür içerisindeki çeşitler arasında farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

En yüksek yaş yaprak/sap oranı Kral arpa çeşidinde belirlenmiştir (0.23). Bülbül 89 arpa çeşidi ve Kıraç 66 buğday çeşidinde ise 0.16 oranında yaş yaprak/sap belirlenmiştir. En yüksek kuru yaprak/sap oranı da Kral arpa çeşidinde (0.28) belirlenirken, bunu

sırası ile Bülbül 89 arpa (0.21) ve Kıraç 66 buğday çeşitleri (0.18) takip etmiştir (Tablo 4). Yine diğer bir çalışmada araştırmacılar (Özyiğit ve Bilgen, 2006) farklı 3 dönemde biçilen baklagil yem bitkileri arasında üç dönemde de yaprak/sap oranı bakımından türler arasında farklılıklar belirlemişlerdir.

3.2. Ahır gübresi uygulamasının tür ve çeşitlerin verim ve kalite unsurları üzerine etkisi

Araştırma sonuçlarına göre ahır gübresi uygulamasının yaş ağırlık ($p<0.01$), kuru ağırlık ($p<0.01$) ve kuru madde oranı üzerine ($p<0.05$) önemli düzeyde etkisi belirlenirken, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF ve NDF üzerine herhangi bir etkisi belirlenmemiştir (Tablo 5). Yapılan başka bir çalışmada da ahır gübre uygulamasının yağışlı mevsimde NDF üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır (Pholsen ve ark., 2005). Fakat buğdayda yapılan bir çalışmada ahır gübresi uygulaması ile dane ve samanın da ham protein oranı ve verimi artış göstermiştir (Shah ve Ahmad, 2006). Bu çalışmada kullanılan ahır gübresinin azot içeriğinin düşük olması (2900 ppm) nedeniyle ham protein oranı ve veriminde bir artış meydana gelmemiş olabilir.

Yaş ve kuru ağırlık, gübre uygulaması ile önemli derecede artış göstermiştir. Gübresiz koşullarda 453.09 kg yaş ve 252.40 kg kuru ot verimi alınırken, gübre uygulandığında 554.32 kg yaş ve 312.94 kg kuru ot verimi alınmıştır. Nitekim yapılan birçok çalışmada da ahır gübresi uygulaması ile kuru madde miktarı artış göstermiştir (Singh ve Dahiya, 1980; Pholsen ve ark., 2005; Butler ve Muir, 2006). Kuru madde oranı da gübre uygulanmaksızın % 88.56 iken gübre uygulaması ile % 88.78 olmuştur (Tablo 5).

İki arpa çeşidi ve bir buğday çeşidi arasında yaş ve kuru ağırlık ($p<0.01$), ham protein verimi ($p<0.05$) ve nötr deterjan fiber (NDF) ($p<0.01$) bakımından önemli farklılıklar meydana gelirken, ham protein oranı, kuru madde oranı ve asid deterjan fiber (ADF) bakımından önemli farklılık olmamıştır.

Nitekim yapılan bir çalışmada (Özgen ve ark., 1996) da buğday çeşitleri arasında kuru madde verimi ve ham protein verimi bakımından farklılıklar belirlenirken ham protein oranı bakımından farklılık meydana gelmemiştir. Yine benzer bir çalışmada Royo ve Tribo (1997) yazlık ve kışlık tritikale ve arpanın yem kalitesi ve dane proteini bakımından benzer olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 5. Gübrelili ve gübresiz olarak yetiştirilen bazı tahılların verim ve kalite unsurları

		Tahıllar			Ortalama
		Kral (Arpa)	Bülbül 89 (Arpa)	Kıraç 66 (Buğday)	
Yaş ağı (kg/da)	G.siz	506.15	516.38	336.75	453.09 B
	G.li	694.66	573.47	394.82	554.32 A
	Ort	600.41 A	544.92 B	365.79 C	503.70
		LSD ç: 5.83	LSD g: 4.76	LSD ç x g: 8.25	
Kuru ağı (kg/da)	G.siz	279.31	302.34	175.54	252.40 B
	G.li	388.21	350.02	200.59	312.94 A
	Ort	333.76 A	326.18 A	188.07 B	282.67
		LSD ç: 7.69	LSD g: 6.28	LSD ç x g: 10.87	
H.protein (%)	G.siz	14.54	12.94	13.11	13.53
	G.li	13.92	12.05	10.85	12.27
	Ort	14.23	12.50	11.98	12.90
H.P.V. (kg/da)	G.siz	40.26	39.42	21.26	33.64
	G.li	51.49	48.14	21.81	40.47
	Ort	45.87a	43.78 a	21.53 b	37.06
		LSD ç: 18.43			
Kuru madde (%)	G.siz	88.58	88.55	88.57	88.56 b
	G.li	88.70	88.74	88.91	88.78 a
	Ort	88.64	88.64	88.74	88.67
		LSD g: 0.19			
ADF (%)	G.siz	34.07	35.02	34.21	34.43
	G.li	33.33	34.80	36.42	34.85
	Ort	33.70	34.91	35.31	34.64
NDF (%)	G.siz	55.96	61.88	58.64	58.83
	G.li	55.73	60.84	62.63	59.73
	Ort	55.85 B	61.36 A	60.64 A	59.28
		LSD ç: 3.38			

Büyük harf: ($p<0.01$), Küçük harf: ($p<0.05$)

Araştırmada en yüksek yaş ot ağırlığı Kral arpa çeşidinde (600.41 kg yaş ot) belirlenmiştir. Bunu sırası ile Bülbül 89 arpa çeşidi (544.92 kg yaş ot) ve Kıraç 66 buğday çeşidi (365.79 kg yaş ot) takip etmiştir (Tablo 5). En yüksek kuru ot miktarı ise Kral arpa çeşidi (333.76 kg kuru ot) ve Bülbül 89 arpa

çeşidinde (326.18 kg kuru ot) belirlenmiştir. Kıraç 66 buğday çeşidinden ise 188.07 kg kuru ot verimi alınmıştır. Nitekim yapılan başka çalışmalarda da arpanın kuru madde verimi buğdaydan yüksek olmuştur (Cherney ve Marten, 1982; Özgen ve ark., 1996; Todd ve Spaner, 2003). Yine yapılan bir başka

çalışmada Maloney ve ark., (1999) arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale arasında sonbahar yemi olarak, yem üretimi bakımından en iyi performansı arpa ve yulafın gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ham protein verimi bakımından da türler arasında farklılıklar meydana gelmiştir. En yüksek ham protein verimi Kral arpa (45.87 kg/da) ve Bülbül 89 (43.78 kg/da) arpa çeşidinden elde edilmiştir. Kıraç 66 buğday çeşidinden ise 21.53 kg ham protein verimi alınmıştır. En düşük nötr deterjan fiber oranı Kral arpa çeşidinde (% 55.85) belirlenmiştir. Kıraç 66 buğday çeşidi (% 60.64) ve Bülbül 89 arpa çeşidi (% 61.36) ise istatistiksel bakımdan aynı grupta yer almıştır (Tablo 5). Nitekim Todd ve Spaner (2003)'de arpa, buğday ve yulaf arasında nötr deterjan fiber oranı bakımından farklılıklar belirlenmiştir.

3.3. Ahır gübresi uygulamasının tür ve çeşitlerin mineral içeriği üzerine etkisi

Araştırma sonuçlarına göre ahır gübresi uygulaması tür ve çeşitlerin azot, fosfor, kalsiyum,

magnezyum, potasyum içeriği, K/Ca+Mg oranı ve Ca/P oranı üzerinde istatistiksel bakımdan önemli bir etkiye sahip olmamıştır (Tablo 6). Bunun nedeni kullanılan ahır gübresinin besin elementlerince fazla zengin olmaması ve artan gübre dozlarının uygulanmaması olabilir.

Türler ve çeşitler arasında ise azot oranı bakımından ($p<0.05$) farklılık meydana gelirken fosfor, kalsiyum, magnezyum ve potasyum içeriği, K/Ca+Mg oranı ve Ca/P oranı bakımından farklılık meydana gelmemiştir (Tablo 6). Fakat yapılan başka çalışmalarda buğday, tritikale ve çavdara ait 10 çeşit arasında Ca, Mg, P ve K (Lema ve ark., 2004), buğday, arpa, yulaf ve tritikale arasında ise Ca/P ve K/Ca+Mg (Cherney ve Marten, 1982) bakımından farklılıklar belirlenmiştir. Araştırmamızda en yüksek azot oranı Kral (% 2.19) ve Bülbül-89 (% 2.16) arpa çeşitlerinde belirlenmiştir. Kıraç-66 buğday çeşidinde ise % 1.83 oranında azot tespit edilmiştir.

Tablo 6. Gübreli ve gübresiz olarak yetiştirilen bazı tahılların mineral içerikleri

		Tahıllar			Ortalama
		Kral (Arpa)	Bülbül 89 (Arpa)	Kıraç 66 (Buğday)	
N içeriği (%)	G.siz	2.33	2.10	1.93	2.12
	G.li	2.07	2.23	1.74	2.01
	Ort	2.19 a	2.16 a	1.83 b	2.06
		LSD ç: 0.30			
P içeriği (%)	G.siz	0.33	0.35	0.35	0.34
	G.li	0.35	0.36	0.34	0.35
	Ort	0.34	0.35	0.34	0.35
Ca içeriği (%)	G.siz	0.70	0.56	0.57	0.61
	G.li	0.66	0.53	0.40	0.53
	Ort	0.68	0.54	0.49	0.57
Mg içeriği (%)	G.siz	0.28	0.23	0.27	0.26
	G.li	0.27	0.23	0.22	0.24
	Ort	0.28	0.23	0.24	0.25
K içeriği (%)	G.siz	1.45	1.28	1.44	1.39
	G.li	1.66	1.33	1.49	1.49
	Ort	1.55	1.31	1.47	1.44
K/Ca+Mg	G.siz	1.47	1.82	1.77	1.69
	G.li	1.64	1.88	2.40	1.98
	Ort	1.56	1.85	2.09	1.83
Ca/P	G.siz	2.12	1.66	1.47	1.75
	G.li	1.61	1.86	1.20	1.56
	Ort	1.87	1.76	1.33	1.65

Küçük harf: ($p<0.05$)

Araştırmada çeşit x gübre interaksyonunun sap çapı, bayrak yaprak uzunluğu, yaş yaprak, kuru yaprak, yaş sap, kuru sap, yaprak/sap yaş, yaprak/sap kuru, yaş ağırlık ve kuru ağırlık üzerine etkisi önemli olmuştur. Bu durum gübresiz ve gübreli uygulamaların her çeşitte farklı etkiye sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ

Araştırma sonucunda ahır gübresi uygulamasının kuru yaprak miktarını, kuru yaprak/sap oranını, yaş ve kuru ot miktarını ve kuru madde oranını arttırırken, bayrak yaprak uzunluğu, yaş yaprak, yaş sap, kuru sap

miktarı ve yaş yaprak/sap oranını azalttığı tespit edilmiştir. Çeşitler arasında ise bitki boyu, sap çapı, bayrak yaprak uzunluğu, yaş yaprak, yaş sap, kuru yaprak, kuru sap miktarı, yaş yaprak/sap, kuru yaprak/sap oranı, yaş ve kuru ot miktarı, ham protein verimi, NDF ve N oranı bakımında farklılıklar belirlenmiştir.

Ahır gübresi uygulaması ile kuru yaprak miktarı artarken kuru sap miktarı azalma göstermiştir. Dolayısı ile yaprak/sap oranında artış meydana gelmiştir. Yine ahır gübresi uygulaması ile kuru ot verimi ve kuru madde oranı artış göstermiştir. Sonuç olarak kaba yem amacı ile yetiştirilecek tahıllar ahır gübresi ile gübrenmelidir. Çeşitler arasında ise

yaprak/sap oranı, kuru ot miktarı ve ham protein veriminin yüksekliği, ayrıca nötr deterjan fiber oranının düşüklüğü nedeni ile Kral arpa çeşidi bir parça ön plana çıkmıştır.

Bundan sonraki araştırmalara kaynak teşkil edecek bu çalışma, tahılların kaba yem kaynağı olarak hayvan beslemede verim, kalite ve mineral içerikleri yönünden önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Bu araştırma organik tarım açısından önemli olan Kelkit yöresinde, çiftçilere ve araştırmacılara faydalı bir kaynak olacaktır. Fakat bu ve benzeri araştırmalara yulaf, çavdar ve tritikale bitkisi katılarak ve artan gübre dozları da uygulanarak, çok yıllık çalışmalar yapılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- AOAC., 1990. In: Helrich, K (Ed.), Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Acar, Z., Ayan, İ., Başaran, U., Mut, H., Önal Aşçı, Ö., 2007. Samsun ekolojik şartlarında bazı çok yıllık buğdaygil yem bitkilerinin verimi ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 337-340, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Akçalı, R.R., Aykut, F., Furan, M.A., Yüce, S., 2007. Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşit ve hatlarının Bornova koşullarında performansları. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 130-133, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Badaruddin, M., Reynolds, M.P., Ageeb, O.A.A., 1999. Wheat management in warm environments: Effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency, and mulching. *Agron J.* 91: 975-983.
- Butler, T.J., Muir, J.P., 2006. Dairy manure compost improves soil and increases tall wheatgrass yield. *Agron J.*, 98: 1090-1096.
- Cherney, J.H., Marten, G.C., 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop Sci.*, 22: 227-231.
- Çelik, N., Bulur, V., 1996. Tahılların yem olarak kullanımı ve gelecekteki potansiyeli. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri kongresi, 513-519, 17-19 Haziran, Erzurum.
- Erkul, A., Ünay, A., 2007. aydın ekolojik koşullarında ileri arpa hatlarında verim, verim öğeleri ve agronomik özelliklerin saptanması. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 174-178, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Filya, İ., 2008. Türkiye'de Kaba yem sorunu ve çözüm yolları. *Hasat Hayvancılık Der.*, 23: 28-33.
- Fohner, G., 2002. Harvesting maximum value from small grain cereal forages. Proceedings, Western Alfalfa and Forage Conference, 11-13 December, California.
- Griggs, T.C., 2005. Determining forage dry matter concentration with a microwawe oven. AG/Forage&Pasture 2005-01, Utah State University Extension Service.
- Güneş, A., Acar, R., 2005. Karaman ekolojik koşullarında silajlık sorgum-sudan otu melezinin II. ürün olarak yetiştirme imkanlarının belirlenmesi. Selçuk Üni. Zir. Fak. Derg., 19: 8-15.
- Karaca, S., Çimrin, K.M., 2002. Adi fiğ (*Vicia Sativa* L.) + arpa (*Hordeum Vulgare* L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. Yüzüncü Yıl Üni. Zir. Fak. Derg., 12: 47-52.
- Koh, T.S., 1980. Microwave drying of biological tissues for trace element determination. *Anal. Chem.* 52: 1978-1979.
- Krishna, A., Raikhelkar, S.V., Reddy, A.S., 1998. Effect of planting pattern and nitrogen on fodder maize (*Zea mays*) intercropped with cowpea (*Vigna unguiculata*). *Indian Journal of Agron.*, 43: 237-240.
- Lekgari, L.A., Baenziger, P.S., Vogel, K.P., Baltensperger, D.D., 2006. Identifying triticale (X Triticosecale Wittmack) forage lines adapted to Nebraska's growing conditions. In The ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings, Madison,
- Lema, M., Cebert, E., Sapra, V., 2004. Evaluation of small grain cultivars for forage in North Alabama. *J Sustain Agr.*, 23: 133-145.
- Maloney, T.S., Oplinger, E. S., Albrecht, K. A., 1999. Small grains for fall and spring forage. *J Prod Agr.*, 12: 488-494.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime requirement. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9, 2.Edition p: 199-224.*
- Özgen, M., Eraç, A., Altınok, S., Ulukan, H., 1996. Ankara koşullarında kışlık buğday ve arpada kardeşlenme dönemindeki biçmenin dane verimine etkisi. Türkiye III. Çayır- Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi, 448-456, 17-19 Haziran, Erzurum.
- Özyiğit, Y., Bilgen, M., 2006. Bazı baklagil yem bitkilerinde farklı biçim dönemlerinin bazı kalite faktörleri üzerine etkisi. Akdeniz Üni. Zir. Fak. Derg., 19: 29-34.
- Pholsen, S., Lowilai, P., Sa-ngarm, Y., 2005. Effects of urea and cattle manure on yield and quality of signal grass (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk) in Northeast Thailand. *Pakistan J Biol Sci.*, 8: 1192-1199.
- Royo, C., Tribo, F., 1997. Triticale and barley for grain and for dual-purpose (forage+grain) in a Mediterranean-type environment. II. Yield, yield components, and quality. *Aust J Agr Res.*, 48: 423-432.
- Shah, Z., Ahmad M.I., 2006. Effect of integrated use of farmyard manure and urea on yield and nitrogen uptake of wheat. *Journal of Agricultural and Biological Science.* 1: 60-65.
- SAS Institute., 2002. JMP Statistics. Cary, NC, USA: SAS Institute, Inc. 707 p.
- Sincik, M., Bilgili, U., Uzun, A., Açıkgöz, E., 2007. Farklı hasat dönemlerinin kolza ve yem şalgamının kuru madde verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 127-130, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Singh, R., Dahiya, S.S., 1980. Effect of farm yard manure and iron on dry matter yield and nutrients uptake by oats (*Avena sativa*). *Plant and Soil.* 56: 403-412.
- Tan, M., Serin, Y., 1997. Kaba yem olarak kullanılan tahılların besleme değerine yaklaşımlar. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der., 28: 130-137.
- Tanrıverdi, M., Karaaltın, S., 2001. Harran Ovası Şartlarında Farklı ekim zamanlarının ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde tane verimi ve fizyolojik özelliklere etkisi. M.K.Ü. Ziraat Fak. Der., 6 : 29-37.
- Todd, A.G., Spaner, D., 2003. Spring cereals for forage and grain production in a cool Maritime climate. *J Agron Crop Sci.*, 189: 7-13.
- Yağmur, M., Kaydan, D., 2007. Van ekolojik koşullarında bazı buğday, arpa ve tritikale çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 162-165, 25-27 Haziran, Erzurum.

- Yolcu, H., Taşcı, M., Tan, M., Çomaklı, B., 2008a. Nutritive value of some Lucerne cultivars based on chemical composition for livestock. *Asian J. Chem.*, 20: 4110-4116.
- Yolcu, H., Taşcı, M., Turan, M., 2008b . Mineral content of some Lucerne cultivars for livestock. *Asian J. Chem.*, 20: 3919-3925.
- Yolcu, H., Tan, M., 2008. Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Der., (Basımda)
- Yolcu, H., Serin, Y., 2009. The effects of nitrogen and phosphorus fertilization and seeding patterns on chemical composition of Lucerne and smooth brome grass intercropping system. *Asian J. Chem.*, 21: 1460-1468.
- Zencirci, N., 2008. Effect of upper plant parts on yield and quality in Turkish durum wheat Landraces from different regions, altitudes, and provinces. *Türk J. Agric. For.*, 32: 29-39.

METHODS FOR IMPROVING RANGELANDS IN THE BLACKSEA REGION OF TURKEY

İlknur AYAN*

Zeki ACAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 55139, Samsun – Türkiye

Sorumlu yazar: ilknuray@omu.edu.tr

Received Date: 11.06.2008

Accepted Date: 30.10.2008

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the most suitable method (or methods) to improve in the rangelands around Samsun-Turkey rangelands between 1993 and 1999. The 12 management treatments in this study included: control, aeration, burning, herbicide application, fertilization, over-sowing, ploughing + resowing and a combination of all the treatments. A mixture of seeds consisting of alfalfa, sainfoin, smooth brome grass, orchardgrass and blue wheatgrass was used for oversowing and in the ploughing + resowing plots. The trial was established in a randomized block design and four replications. Lime and no lime were applied as split plot treatments.

The highest yield and crude protein ratio were obtained from the ploughing + resowing plots. Although most seeds in the resowing and over-sowing plots germinated, all young seedlings died due to competition with existing vegetation. The results obtained from this research showed that satisfactory results could not be obtained with the treatments without sufficient aeration in soils. It was determined that aeration using the rake had not been adequate. High yield and hay protein ratio were obtained from the ploughing + resowing plots as the ploughing provided adequate air to soil before resowing. Liming increased the soil pH from 6.0 to 6.5 and also increased hay yield and crude protein ratio.

Key Words: Range improvement methods, Liming, yield, Crude protein-ash and fiber, Turkey

TÜRKİYE – KARADENİZ BÖLGESİ MERALARININ ISLAHI İÇİN YÖNTEMLER

ÖZET: Bu çalışma Samsun yöresindeki doğal meralarda en iyi ıslah yöntemini belirlemek amacıyla 1993-1999 yılları arasında yürütülmüştür. Bu çalışmada havalandırma, havalandırma + üstten tohumlama, yakma, yakma + üstten tohumlama, herbisit uygulaması, herbisit uygulaması + üstten tohumlama, gübreleme, gübrele + üstten tohumlama, kontrol, kontrol + üstten tohumlama, havalandırma + yakma + herbisit uygulaması + gübreleme + üstten tohumlama, sürüm + yeniden ekim olmak üzere 12 mera ıslah işlemi uygulanmıştır. Üstten tohumlama işleminde ve sürüm + ekim yapılan tüm parsellerde baklagil yembitkisi olarak yonca, korunga, buğdaygil yembitkisi olarak kılçıksız brom, domuz ayrığı ve mavi ayrık türleri kullanılmıştır. Deneme Tesadüf Blokları Deneme Deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ayrıca tüm işlemlerde parsellerin yarısına kireç verilmiş, yarısına verilmemiştir.

En yüksek kuru ot verimi ve ham protein oranı sürüm + yeniden ekim parsellerinden elde edilmiştir. Üstten tohumlama ve yeniden ekim parsellerinde ekilen tohumların çoğu çimlenmesine rağmen, genç fidelikler mevcut vejetasyon ile rekabet edemediklerinden dolayı ölmüşlerdir. Bu çalışmada, toprakta yeterli havalandırma yapılmadığı takdirde uygulanan işlemlerin etkilerinin tam olarak görülemeyeceği sonucuna varılmıştır. Tırmık kullanılarak yapılan havalandırma yeterli olmamıştır. Sürüm + yeniden ekim parsellerinde en yüksek kuru ot verimi ve protein oranının belirlenmesi, bu parsellerde sürüm işleminin toprakta yeterli havalandırma sağlanması ile açıklanabilir. Kireçleme toprak pH'sını 6.0'dan 6.5'e yükseltmiştir. Kireçleme ile kuru ot verimi ve otun protein oranı artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mera ıslah yöntemleri, Kireçleme, Verim, Ham protein, Kül ve selüloz, Türkiye

1. INTRODUCTION

Natural rangeland ecosystems provide ecologically important functions such as the genesis, fertility and stability of soils; cycling of nutrients; maintenance of biological diversity; and the preservation of natural beauty (West, 1993; Newman and Redente, 2001). At the same time, meadow-range ecosystems provide economically important benefits such as forage, water, minerals, building materials and numerous recreational opportunities (NRC, 1994). Turkey's rangelands are very rich in species, ecotypes, genetic diversity and gene sources of plants. For long periods, different civilizations have existed in Anatolia, locating between Asia and Europe as a bridge. Agriculture and livestock production has been to region for years and years. As a consequence of intensive grazing systems applied by many civilizations, many species were depressed by overgrazing. Therefore, improvement treatments must

be applied for the rangelands in Anatolia. Forage yield and quality may not be dependent on only a single treatment. Many interactions of different sort of treatments may affect the yield and quality. (Bakır, 1971, 1985; Stillman, 1980; Tosun and Altın, 1986; Tükel, 1989; Kituku et al., 1992; Masters et al., 1992; Acar et al., 1995).

Fertilization, especially using N and P, may be significant treatment for rangelands to increase forage yield and nutrition content of forage crops (Büyükburç, 1983; Altın and Tuna, 1991; Erden et al., 1994; Rubio et al., 1996; Jacobsen et al., 1996; Gillen and Berg, 1998; Marilyn and Hart, 1998; Guevara et al., 2000; Newman and Redente, 2001). Yet, fertilizer may not be so effective to increase forage yield and quality without sufficient soil moisture. So, forages quality and quantity obtained from rangelands are mostly related to sufficient precipitation in spring

period. Fertilizer increases water use efficiency as well (Jacobsen et al., 1996; Guevara et al., 2000).

A critical treatment on acidic soils may be lime application to increase soil pH. It is one of the main factors that can affect the solubility and availability of trace elements such as Ca, Mg, Mo, P and S (Jones, 1974; Martin et al., 1976; Quin and Richard, 1981; Tham and Kerridge, 1982). Molybdenum directly influences nodule formation and biological N fixation, (Jackson, 1967; Martin *et al.*, 1976). Forage yield and quality could be increased with lime application on acidic soils, and then it may result in increasing microbial activity and root and stem growth of plants (Mahoney et al., 1981; Scott and Lowther, 1981; Tham and Kerridge, 1982; Murphy et al., 1986; Haland, 1986; Romero and Rejas, 1993).

Aeration may be a suitable improvement method on over-grazed rangelands when soil is wet in springs. On these tight soils or soil compacts which are possibly caused by heavier grazing severity, aeration may help increase microbial activity, water and nutrient content (Stillman, 1980; Gokkus 1984; Choi et al., 1996).

Although over-sowing is a hard and expensive sowing system, it may be the fastest improving method for rangelands if they have lost their high quality forage species and vegetative cover. However, seedlings growing from over-sowing are not able to compete with undesirable species on these areas (Tosun et al., 1975, 1977; Olea and Paredes, 1980; Tung et al., 1991).

Annual and fast growing broad-leaved weeds may be reduced by herbicide application on rangelands, and herbicide application may facilitate growing of high quality plants. Ultimately it may cause increasing yield, forage quality and digestibility (Rice and Stritzke, 1989; Kituku et al., 1992; Jacobs and Sheley, 1999; Sheley et al., 2000).

The research results on firing are variable because of pre-burn vegetative composition, soil moisture and fertility, relative humidity, wind speed, fire intensity, precipitation and grazing following firing (Robert et al., 1992; Cook et al., 1994; McDaniel *et al.*, 1997; Engle *et al.*, 1998). Firing temporarily increases yield and nutritional content of forage (Kituku et al., 1992; Cook et al., 1994). It is known that shrub (maquis) areas and other rangelands, on which sheep and goats have been grazed, used to be fired by shepherds once few years in Anatolia (Tosun and Altin, 1986).

Ploughing and reestablishing new pastures may be an important way to have high forage quality when rangeland productivity has been substantially reduced (Tosun et al., 1975).

Concerning all treatments mentioned above, this study aimed to determine the most suitable method (or methods) to improve forage quality and yield of rangelands in the Black Sea Region in Turkey.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. The Experimental Area

This research was conducted in a pasture on Mollisol soils with 15-17% slope at approximately 150 meters above sea level in Samsun-Turkey (41° 21' N, 36° 15' E) between 1993 and 1999. Some major soil characters were determined by the method described by Rowell (1996). P₂O₅, K₂O and organic matter of the soil are sufficient for pasture growth. The soil contained no lime and no-salt. Soil pH was 6.00.

The climate in the experimental area was temperate. Mean annual temperature was 14 °C. The coldest months were January and February (6.5 and 6.6 °C), and the hottest months were July and August (22.7 and 22.6 °C). Mean annual precipitation was 790 mm. Distribution of the precipitation during the year was uniform. The highest rainfall occurred in October and November (83 and 88 mm); the lowest rainfall was in July and August (30 and 28 mm). Mean annual relative humidity was 75 %.

2.2. Methods

The field study was established as a randomized block design using strip plots, with two lime levels (lime and no-lime) and twelve management treatments with four replications (Little and Hills, 1978). Table 1 shows the management treatments.

Table 1. Improvement treatments

Treatment Number	Treatments
1	Aeration (Aer.)
2	Aeration + over-sowing (A + S)
3	Burning (Bur.)
4	Burning + over-sowing (B + S)
5	Herbicide application (Herb.)
6	Herbicide application + over-sowing (H + S)
7	Fertilization (Fert.)
8	Fertilization + over-sowing (F + S)
9	Control (Cont.)
10	Over sowing (C + S)
11	Combination of all the treatments (Comb.)
12	Ploughing + resowing (Ploug + RS)

The plot area per treatment was 80 m². Lime was applied to half of the plot (8m x 5m = 40 m²). The area of one block (replicate) for all treatments was 80m x 12m = 960 m². The whole experimental area covered 3840 m². The spaces between replicates were 2 m and 1 m buffers between lime treatment strips.

Agricultural lime was applied at the rate of 6300 kg per ha in autumn 1993 to the soil which had 6 pH value. The rate was calculated according to Atesalp (1976), to adjust the pH to 6.5, concerning 20 cm of the soil profile.

Aeration treatment was applied using a weighted rake to a depth of 5-8 cm in early October 1993. Diesel oil, Glyphosate Isopropylamine (Roundup®) and ammonium sulphate containing 21% Nitrogen were used for burning, herbicide and fertilizer applications, respectively. In early September 1993

when the vegetation was dry, 1 liter of diesel oil was sprayed out per 40 m² and the firing treatment was realized. Weeds were treated with Roundup® (500 cm³ per 100 L of water) in October 1993. Nitrogen was applied at 50 kg per ha in autumn; a further 100 kg per ha was applied in spring after the plants started to grow (Tosun and Aydin, 1990; Erden et al., 1994).

A seed mixture consisting of 10% alfalfa (*Medicago sativa* L.), 20% sainfoin (*Onobrychis sativa* Lam.), 25% smooth brome grass (*Bromus inermis* Leys.), 25% orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.), and 20% blue wheatgrass (*Agropyron intermedium* (Host) Beauv.) was used on the over-sowing and ploughing + resowing plots. Seed mixture with 500 g was sown into each plot (80 m²) in early October 1993. For the over-sowing plots, 62.5 g of seed from the prepared mixture was sown into rows, which had been cultivated by a weighted rake.

To assess the biomass, each plot (1 m² areas) was harvested. After the samples had been sorted according to botanical families, they were air dried before being oven dried at 70 °C until the weight stabilized and then samples were dried and ground, crude protein content was figured out according to the Kjeldahl method. The crude ash ratio and crude cellulose ratios were also found out (AOAC, 1990).

Yields were measured once per year over 6 years, though only the overall mean was analyzed.

The means of treatments were evaluated and ranged according to the Duncan Test. MSTAT-C program was used for all statistic analysis (MSTAT-C, 1989).

3. RESULTS

3.1. Hay yield

The mean results for all treatments are resented in Fig. 1. Raw data is presented in Table 2.

Lime application plots had 888 kg ha⁻¹ higher hay yield than the plots that had no lime over the average of six years. Lime application increased the soil pH from 6.00 to 6.50 on all plots. Although, pH increased to 6.5 in the limed plots in the second year but it then started to decrease again. During the experiment, organic matter of the soil increased, and the lime applied plots had a greater increase than the other plots. At beginning of the experiment soil organic matter content was 4.43% in 1993. After the liming application, OM content increased to 4.67% in 1996, and then it decreased to 4.47% in 1999.

From the mean yields of the lime plots over six years, the ploughing + resowing treatment showed the highest yield followed by the combination of all treatments, aeration + over-sowing and fertilization + over-sowing (7009, 5582, 5448 and 5340 kg per ha, respectively). Lime was ineffective on hay yield with combination treatment (11) and fertilizer-lime treatments (7 + 8), but had a substantial effect on some of the other treatments.

Most of the seed germinated on the ploughing + resowing plots, but only a few seedlings were

survived because they were not able to compete with native vegetation. Pasture area was also covered with dense vegetative thatch. In spite of this, the highest dry matter yield was obtained from ploughing + resowing plots, (Table 2, Figure 1).

The experimental area for aeration + over-sowing was raked before sowing. This application resulted in some seedlings dying, however higher hay yield was obtained rather than over-sowing alone. Consequently, in comparing single treatments, over-sowing treatments gave higher yield (Table 2, Figure 1). This shows that these types of pastures may require aeration treatment.

Because of favorable climatic conditions, the highest yields were obtained in the second year

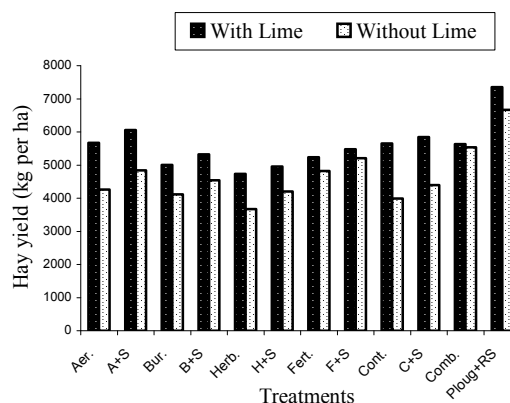


Fig 1: Mean hay yields for all treatments

(1995). As a mean of all applications, 6,159 kg per ha hay yield was obtained in 1995. The mean yields obtained from the first three years were significantly higher than the yields for the final three years.

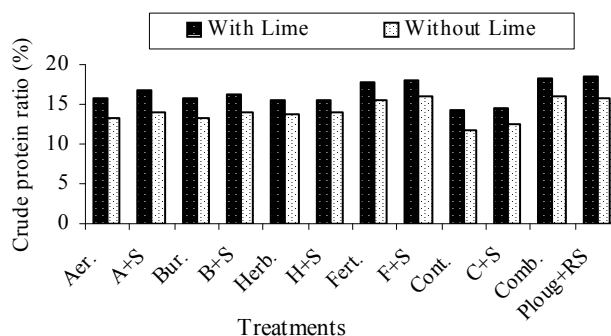


Fig 2. Crude protein ratio for all treatments

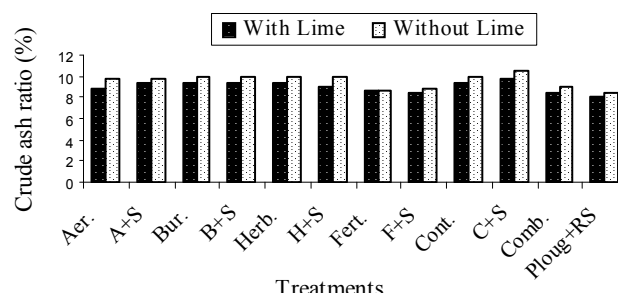


Fig 3. Crude ash ratio for all treatments

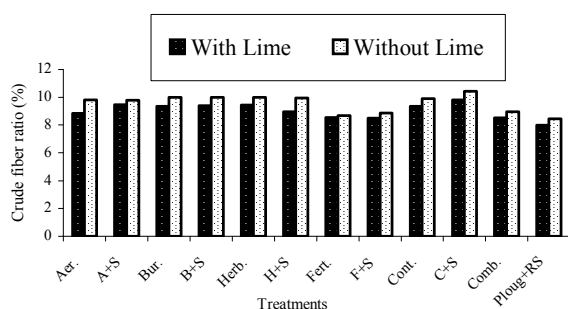


Fig 4. Crude fiber ratio for all treatments

3.2. Crude Protein, Ash and Cellulose

The mean results for all treatments are presented in Figures 2, 3 and 4. It was determined that there were significant differences among the treatments in crude protein, ash and cellulose contents ($P \leq 0.01$). The highest crude protein ratios were obtained from the ploughing + resowing plots, combination of all treatments plots and fertilization + over-sowing plots (Figure 2, 3, 4).

The highest crude ash and cellulose ratios were obtained from control + over-sowing plots. The lowest crude ash and cellulose ratios were obtained from ploughing + resowing plots which also provided the highest hay yield (Figure 3 and 4).

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Lime application increased the soil pH on all plots in the second year however it started to decrease again. During the experiment, organic matter of the soil increased, and the lime applied plots had a greater increase than the other plots. The results are in agreement with that of Mahoney et al. (1981), Scott and Lowther (1981), Haland (1986), Romero and Rojas (1993). They also indicated that lime application on acidic soils increased soil pH, microbial activity, stem and root growth and plant quality.

From the mean yield of the lime plots over six years, the ploughing + resowing management treatment showed the highest yield. Lime was in effective on hay yield with combination treatment (11) and fertilizer lime treatments (7 and 8) (Table 2, Figure 1). This can be explained with nutritional effect of liming. Liming and fertilization are suggested to be a remedy for Ca deficiency in acidic soils and are effective practices to improve crop performance on the soils (Demhich and Sharpe, 2001). Tisdale and Nelson (1975) reported that Ca is related to protein synthesis by enhancement of the nitrate nitrogen uptake and is associated with the certain enzyme activities.

Ploughing + resowing gave the highest yield it may be caused by excellent aeration. Stillman (1980), Gokkus (1984) and Choi et al. (1996) conducted experiments in different ecosystems and found the similar results.

Higher hay yield was obtained from aeration + over – sowing plots rather than over-sowing alone.

Aeration + over-sowing increased the yield. Aeration might supply better conditions for new seedlings germinated from over-sowing application. The studies of Sevilla et al. (1996), Olea et al. (1980) and Tung et al. (1991) support our findings. These researchers determined that of similar seeds used in over – sowing plots, firstly germinated, however the seedlings could not compete with native vegetation and they subsequently died.

As a mean of all applications, hay yield decreased after from second year (Table 2). These results may indicate that the effects of treatments decreased rapidly. Because of the strong thatch of vegetation, results indicated that beneficial response cannot be obtained from soils which have not been aerated sufficiently.

According to Stillman (1980), Gokkuş (1984) and Choi et al. (1996) aeration could presumably increase the microbial activity, water and nutrient uptake and botanical composition of perennial forage plants (especially legumes). This might increase in crude protein ratio of the hay obtained from ploughing + resowing plots. Lime applied on acidic soils increases the availability of many elements, such as Ca, Mg, Mo and P (Quin and Richard, 1981; Tham and Kerridge, 1982). Molybdenum affects nitrogen fixation and nodulation directly (Martin et al., 1976). So, the crude protein content obtained from lime plots was greater than non-limed plots.

Good aeration was very important on pasture areas having strong thatch. The remaining treatments were ineffective without aeration. Superficial aeration by disturbing the thatch with a rake was insufficient. As a result of effective aeration (i.e. ploughing + resowing), hay yield and crude protein ratio increased. Seeds germinated on the over-sowing and ploughing + resowing treatments, but all the new seedlings died as they were not able to compete with the established vegetation. Even though the thatch was ploughed, other plant tissues and seeds in the soil grew rapidly and they dominated and killed the germinated seedlings. Liming also increased hay yield and crude protein content, significantly.

It was concluded that, without aeration, all other treatments were ineffective. For improvement of rangelands in the Blacksea region of Turkey it is suggested that the most important and potentially efficacious treatments are effective aeration with fertilization. It is recommended that further research be carried out in relation to time, method and efficiency of aeration.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Errol Hassan, Bruce Alchin and Dr. Jim Sands (The University of Queensland) for constructive comments on an earlier of the manuscript.

Table 2. Average hay yields obtained from plots according to years, liming and other treatments (kg per ha)*

Treatment No	Liming application	Years							Difference to control (%)
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	Mean**	
1 (Aer.)	+	5826	6509	5759	5342	5328	5240	5668	+ 0.4
	-	4280	5149	4401	3973	3928	3833	4260	+ 6.8
	Mean	5504	5829	5080	4657	4628	4537	4964 d,e,f	
2 (A + S)	+	5981	6975	5557	6012	5943	5856	6054	+ 7.2
	-	4857	5715	4964	4552	4529	4433	4841	+ 21.4
	Mean	5419	6344	5260	5282	5236	5145	5448 b,c	
3 (Bur.)	+	5191	5867	5117	4693	4622	4534	5004	- 11.4
	-	4219	4961	4212	3799	3814	3716	4120	+ 3.3
	Mean	4705	5414	4664	4246	4218	4126	4562 g	
4 (B + S)	+	5462	6036	5388	5164	4980	4892	5320	- 5.8
	-	4587	5412	4663	4242	4218	4123	4541	+ 13.9
	Mean	5024	5724	5025	4703	4599	4508	4931 e,f	
5 (Herb.)	+	4918	5992	4840	4423	4371	4250	4732	- 16.2
	-	3475	4847	3763	3345	3360	3265	3676	- 7.8
	Mean	4197	5220	4302	3884	3866	3757	4204 h	
6 (H + S)	+	5166	5829	5066	4625	4572	4450	4952	- 12.3
	-	4194	5090	4342	3920	3875	3820	4207	+ 5.5
	Mean	4680	5460	4704	4273	4223	4135	4579 g	
7 (Fert.)	+	6070	6411	5131	4627	4610	4555	5234	- 7.3
	-	5517	6281	4680	4180	4172	4074	4817	+ 20.8
	Mean	5794	6346	4906	4404	4391	4315	5026 d,e	
8 (F + S)	+	6450	6705	5450	4588	4871	4780	5474	- 3.1
	-	5974	6281	5084	4582	4499	4400	5206	+ 30.6
	Mean	6212	6700	5267	4585	4685	4590	5340 c	
9 (Cont.)	+	5816	6493	5745	5332	5278	5223	5648	0.0
	-	3945	4862	4111	3689	3707	3608	3987	0.0
	Mean	4881	5678	4928	4511	4492	4416	4817 f	
10 (C + S)	+	6008	6671	5972	5567	5485	5398	5850	+ 3.6
	-	4322	5321	4556	4136	4070	3971	4396	+ 10.3
	Mean	5165	5996	5264	4852	4777	4685	5123 d	
11 (Comb.)	+	6490	7074	5463	4968	4940	4850	5631	- 0.3
	-	6326	7038	5428	4917	4797	4698	5534	+ 38.8
	Mean	6409	7056	5446	4943	4868	4774	5582 b	
12 (Ploug + RS)	+	7745	8222	7381	6961	6916	6860	7348	+ 30.1
	-	6892	8052	6775	5712	6356	6234	6670	+ 67.3
	Mean	7318	8137	7078	6336	6636	6574	7009 a	
Mean**		5405 b	6159 a	50 c	4723 d	4719 d	4628 e	5132	
Liming		5927	6532	5572	5192	5160	5047	5576 a	
Nonliming		4882	5785	4748	4254	4277	4182	4688 b	

** sx data; for applications: 4.421; for years: 1.893; for liming: 1.546

* Data with same letter are not significantly different ($P \leq 0.01$)**5. REFERENCES**

- Acar, Z., I. Manga, I. Ayan and I. Tiryaki. 1995. In terms of forage production and environment, situation of range, meadow and fodder crops, and improvement possibilities in Black Sea Region. The Congress of New Techniques For Improvement of Black Sea Region Agriculture. 10-11 Jan. Samsun, Turkey, p. 316 – 323.
- Altın, M. and M. Tuna. 1991. The effects of various improvement methods on yield and vegetation of nature rangeland of Banarlı Village. 2. Meadow-Range and Fodder Crops Congress of Turkey. 28-31.5. 1991, İzmir, p. 95-105.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis association of agricultural chemists. Virginia, D.C., V + 1213.
- Atesalp, M. 1976. The liming of East Black Sea Region Soils and the researches in connection with these. Soil and Water Affairs Direc. Pub. No: 85, Ankara.
- Bakir, O. 1971. Range management in Turkey. Dev. of Feed Resources and Improvement of Animal Met. in Cento Conf., 69-78.
- Bakir, O. 1985. Çayır ve Mera Islahı. Prensipler ve Uygulamalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 947, Ders Kitabı: 272, Ankara.
- Buyukburc, U. 1983. An investigation on improvement of rangelands by fertilizer and conservation in Yavrucak-Ankara. Range-Meadow and Zoo. Res. Enst. Pub. No:79, Ankara.
- Choi, D. Y., L. Chongeon, K. Seobong, S. Jaesoon and C. Sunboo. 1996. Effects of different topsoil methods on grass productivity in low productive pasture. Grassland and Forage Abstracts. 66:9.
- Cook, G. J., J. H. Terry and L. I. Larry. 1994. Vegetative response to firing on Wyoming mountain-shrub big game ranges. J. Range Management, 47: 296-302.

- Demhick, M.C. and W.E. Sharp. 2001. Forest floor plant response to lime and fertilizer before and after partial cutting of a northern red oak stand on an extremely acidic soil in Pennsylvania, USA. *Forest Ecology and Management*, 144:239-244.
- Engle, D. M., L. M. Ronald and L. S. Russell. 1998. Late growing-season fire effects in mid-successional tall-grass prairies. *J. Range Management*, 51:115-121.
- Erden, I., Z. Acar, I. Manga, I. Aydın, M. A. Ozyazici and N. Akkas. 1994. An investigation on effects of fertilizing on hay yield, quality and botanical composition of nature rangelands in Samsun Conditions. II. Field Crops Congress of Turkey. 25 – 29 nisan 1994, İzmir, p. 83 – 87.
- Gillen, L. R. and A. B. William. 1998. Nitrogen fertilization of a native grass planting in Western Oklahoma. *J. Range Management*, 51:436-441.
- Gokkus, A. 1984. Değişik İslah Yöntemleri Uygulanan Erzurum Tabii Meralarının Kuru Ot ve Ham Protein Verimleri ile Botanik Kompozisyonları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, p. 162.
- Guevara, C. J., R. S. Carlos, R. E. Oscar and N. L. H. Henry. 2000. N and P Fertilization on rangeland production in Midwest Argentina. *J. Range Management*, 53: 410-414
- Haland, A. 1986. Liming of grassland in South West Norway III. Timing and Rates. *Forskningh-og-Forsok-i-Landbruket*. 37:3, 147-152.
- Jackson, M. L. 1967. Soil chemical analysis. 2nded Prentice Hall, Inc.183, Wisconsin-USA.
- Jacobs, S. J. and R. L. Sheley. 1999. Spotted knapweed, forb, and grass response to 2,4-D and N-fertilizer. *J. Range Management*, 52:482-488.
- Jacobsen, J. S., S. H. Lorbeer, H. A. R. Houlton and G. R. Carlson. 1996. Nitrogen fertilization of dryland grasses in the Northern Great Plains. *J. Range Management*. 49:340-345
- Jones, B. M. 1974. Fertilization of annual grassland of California and Oregon. In D. A. Mays. (ed). *Forage Fertilization Medison*. Wisa. USA.
- Kituku, V. M., J. Powell, M. A. Smith and A. O. Richard. 1992. Increasing Bitterbrush nutrient quality with 2,4-D, moving, and firing in south central Wyoming. *J. Range Management*, 45:488-493.
- Little T. M. and F. J. Hills. 1978. *Agricultural Experimentation (Design and Analysis)*. Printed in the United States of America. ISBN 0-471-02352-3.
- Mahoney, G. P., H. R. Jones and M. Hunter. 1981. Effect of lime on lucerne in relation to soil acidity factors. *Proceedings of the XIV: International Grassland Congr. Kentucky- USA*.
- Marilyn, J. S. and R. H. Hart. 1998. Nitrogen fertilization, botanical composition and biomass production on mixed-grass rangeland. *J. Range Management*, 51: 408-416.
- Martin, J. H., W. H. Leonard and D. L. Stamp. 1976. *Principles of field crop production*. Collier Macmillan Publishing Co. Inc. 866, Third Avenue-Newyork.
- Masters, R. A., K. P. Vogel and R. B. Mitchell. 1992. Response of central plains tallgrass prairies to fire, fertilizer and atrazine. *J. Range Management*, 45:291-295.
- McDaniel, K. C., C. R. Hart and D. B. Carroll. 1997. Broom snakeweed control with fire on New Mexico blue grama rangeland. *J. Range Management*, 50:652-659
- MSTAT-C. 1989. MSTAT-C, a microcomputer program for the design, management, and analyses of agronomic research experiments. Michigan State University, East Lansing, MI.
- Murphy, W. M., D. T. Dugdale and D. S. Ross. 1986. Fertilizer and lime-pellet requirements for seed of white clover used for improving permanent pastures. *Grass and Forage Science*. 39(3): 281-284.
- National Research Council. 1994. *Rangeland Health: New methods to classify, inventory, and monitor rangelands*. Nat. Acad. Press, Wash., D.C.
- Newman, G. J. and E. F. Redente. 2001. Long-term plant community development as influenced by revegetation techniques. *J. Range Management*, 54: 717-724
- Olea, M., P. L. De and G. L. Paredes. 1980. Improvement of dry pastures. *Agricultura, Spain*. 49(573):106-109.
- Quin, B. F. and D. S. Richard. 1981. Pasture production and changes in soil fertility on a long-term irrigated superphosphate trial at Winchmore, New Zealand in Proceeding of the XIV. International Grassland Congress, June 15-24, Kentucky, USA.
- Rice, C. K. and J. F. Stritzke. 1989. Effects of 2, 4-D and atrazine on degraded Oklahoma grasslands. *J. Range Management*, 42:3.
- Robert, A. M., K. P. Vogel and R. B. Mitchell. 1992. Response of central plains tallgrass prairies to fire, fertilizer, and atrazine. *J. Range Management*, 45:291-295.
- Romero, Y. O. and G. C. Rojas. 1993. Effect of fertilizer application and management on yield and botanical composition of a fescue-subterranean clover pasture in IX region. *CAB Abstracts 1993-7/95*.
- Rowell, D. R. 1996. *Soil Science: Methods and Applications*, Longman, Harlow.
- Rubio, H. O., M. K. Wood, A. Gomez and G. Reyes. 1996. Native forage quality, and profitability as affected by fertilization in northern Mexico. *J. Range Management*, 49:315-319.
- Scott, R. S. and W. L. Lowther. 1981. Production of big trefoil on acid, low fertility soils in New Zealand. XIV. *Int. Grass. Cong., Kentucky, USA*.
- Sevilla, G.H., O. N. Fernandez, D. P. Minon and L. Montes. 1996. Emergence and seedling survival of *Lotus tenuis* in *Festuca arundinacea* pastures. *J. Range Management*, 49:509-511.
- Sezen, Y. 1981. The effects of liming on suitability of phosphorus and potassium in acidic soil. *Atatürk University, The Journal of Agricultural Faculty*. 12(1):71-83.
- Sheley, R. L., C. A. Duncan, M. B. Halstvedt and J. S. Jacobs. 2000. Spotted Knapweed and grass response to herbicide treatments. *J. Range Management*, 53:176-182.
- Stillman, S. D. 1980. Effects of 2,2-DPA, ripping and oversowing on pasture yield and composition. *Queensland J. of Agriculture and Animal Science*, 37(1):27-33.
- Tham, K. C. and P. C. Kerridge. 1982. Response to lime, K, Mo and Cu by grass-legume pasture on some Ultisols and Oxisols of Peninsular Malaysia. *MARDI Res. Bu1*. 1(10):350-369.
- Tisdale, S. L. and W. L. Nelson. 1975. *Soil Fertility and Fertilizers*. Third Edition. Collier Macmillan Publishers, London.
- Tosun, F. and M. Altin. 1986. Çayır-Mera-Yayla Kültürü ve Bunlardan Yararlanma Yöntemleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:1, Ders Kitapları Serisi No: 9, Samsun.
- Tosun, F., I. Manga, M. Altin and Y. Serin. 1975. A research on arid rangeland improvement in Erzurum Conditions.

- TUBITAK V. Science Congress. Agriculture and Forestry Group.
- Tosun, F., I. Manga, M. Altin and Y. Serin. 1977. A study of the improvement of dryland ranges developed under the ecological conditions of Erzurum. XIII. International Grassland Congress, p. 607-610, Leipzig, Germany.
- Tosun, F. and I. Aydin. 1990. An experiment on the effect of fertilization upon the hay yield and botanical composition of native pastures under the ecological conditions of Samsun. Ondokuz Mayıs University, The Journal of Agricultural Faculty. 5(1-2):1-20.
- Tung, T., R. Avcioglu, N. Ozel and I. Sabanci. 1991. An investigation on usable techniques of ranges next to forest. 2. Meadow-Range and Fodder Crops Congress of Turkey. 28-31.5.1991, İzmir, p. 150-159.
- Tukel, T. 1989. Çayır Mera Amenajmanı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 17, Adana.
- Ulgen, N. and M. A. Rasheed. 1975. The effects of liming on acid soil sand various enzyme activity. Soil and Fertilizer Res. Enst. Pub. No:62, Ankara.
- West, N. 1993. Biodiversity of rangelands. J. Range Management, 46: 2-13.
- Whisenant, S. G., D. N. Ueckert and C. J. Scifres. 1984. Effects of fires on Texas wintergrass communities. J. Range Management, 37:5.

THE EFFECT OF AN AUDIBLE BIRD SCARER ON THE PRESENCE OF REED COCKS (PARPHYRO PORPHYRO) IN RICE FIELDS

Turhan KOYUNCU*

Fuat LÜLE

OMU Faculty of Agriculture, Dept. of Agricultural Machinery, Samsun, Turkey

*Corresponding author: e-mail: tkoyuncu@omu.edu.tr

Received Date:25.04.2008

Accepted Date: 20.10.2008

ABSTRACT: All over the world, birds cause extensive losses to agricultural crops. In order to protect these crops and to send away the birds, some different materials and methods such as chemicals, treatments, colored lights, flash and audible scarers are used. It is possible to see many studies about chemical methods in the literatures, but there is not enough research on audible bird scarers. Therefore, an audible solar powered bird scarer was designed, manufactured and tested on the behaviour of reed cocks (Parphyro porphyro) which are pests and roosted near the rice fields (paddy) where they eat newly seeded rice, in this experimental investigation. The scarer was tested about two weeks during November, 2007. Alarm calls of reed cocks was selected for the test of the scarer. Alarm calls of reed cocks played through loudspeaker were seen effective in that they temporarily scared reed cocks. However, reed cocks no longer responded to these alarm calls after the period of 7 days. It is concluded that the present arrangement of scarer was seen inefficient.

Keywords: Bird damage; Audible bird scarer; Alarm sound; Reed cocks.

SESLİ BİR KUŞ KOVUCUNUN ÇELTİK TARLALARINDA BULUNAN SAZ HOROZLARI (*Parphyro porphyro*) ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET: Dünya'nın her yerinde kuşlar, tarım ürünlerine büyük zararlar vermektedir. Bu ürünleri korumak ve kuşları alandan uzaklaştırmak için kimyasallar, renkli ve parlak ışıklar ve sesli kuş kovucu gibi değişik materyal ve yöntemler kullanılmaktadır. Literatürde, kimyasal metotlarla ilgili çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkün olmakta ancak sesli kuş kovucularla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu deneysel çalışmada, güneş enerjisiyle çalışan sesli bir kovucu tasarlanmış, üretilmiş ve çeltik tarlalarının yakınında tüneyip taze başakları yiyerek zarar veren saz horozları (*Parphyro porphyro*) üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kuş kovucu, Kasım 2007'de iki hafta boyunca test edilmiştir. Kuş kovucu sesi olarak saz horozlarının alarm (tehlike ikaz) sesi seçilmiştir. Hoparlörden verilen saz horozu alarm sesinin, kısa süreliğine geçici olarak saz horozlarını korkutarak verimli olduğu görülmüştür. Ancak, saz horozlarının 7 günden daha uzun periyotta bu seslerden etkilenmediği anlaşılmıştır. Sonuç olarak bu düzenlemenin ve yöntemin verimli olmadığı görülmüştür. **Anahtar Kelimeler:** Kuş zararı; Sesli kuş kovucu; Alarm sesi; Saz horozu.

1. INTRODUCTION

Rice (paddy) is an important economic crop in Bafra Region, Samsun, Turkey, with approximately 700 ha in production and a value of about \$20 million in 2007. Birds give damage to this agricultural crops during different cultivating periods as in many countries in the world. This situation reduces the agricultural outputs and quality of products (Avery et al., 2005; Sağlam and Onemli, 2005; Summers, 1985; York et al., 1999). Birds damage to rice fields situated in Bafra Region was about equal to 90 ha in production and a value of approximately \$3 million in 2007. It is obviously seen from these values that the bird damage to this crops is a major problem for rice growers in Bafra Region. In addition, damage is not uniformly distributed, but is localized nearby reed cocks roosts area. Growers have employed scaring methods such as shooting and propane exploders to alleviate damage, but few believed these methods to be effective. The current method of choice is scaring by shooting, which is expensive and provides questionable level of protection against reed cocks. Although the majority of growers use shooting, annual losses to reed cocks damage are estimated at 90 ha of planted rice.

In order to protect agricultural areas against bird damage, some studies about mechanical and chemical fighting methods have been made up to now. For instance, it was reported in the literatures that the effect of 50% anthraquinone and 75% methiocarb, methiocarb, caffeine, garlic extract, physical barriers such as net or acrylic fibres, distress calls of birds, human bird scarer and colored lights on birds were studied (Avery et al., 2005; Bruggers and Ruelle, 1982; Mason and Linz, 1997; Tobin et al., 1989; Vickery and Summers, 1992; York et al., 2000). From the results of these works, it can be said that the most effective method is the physical barriers such as nets and fibres for agricultural areas. However, the use of properly mounted and maintained nets is expensive, costing from US \$1000 to over US \$3000 per ha. (Bruggers and Ruelle, 1982). Besides, we could not see another alternative method or study about the effect of alarm sounds (voices or calls) of harmful birds in the literatures during our search. Therefore, a solar powered audible bird scarer was designed, manufactured and tested on the behaviour of reed cocks which are pests and roosted near the rice fields where they eat newly seeded rice, in this experimental investigation.

2. MATERIALS AND METHODS

The designed and manufactured bird scarer mainly consist of a photovoltaic (PV) panel (BP Solar SX20M and dimensions: 41.5x50 cm), dry-cell battery, converter, MP3 player, amplifier and a loudspeaker (8Ω, 30 W) (Figure 1). Photovoltaic panel converts solar beam radiation into DC electricity during the day. Battery is charged by PV and the electricity stored in this device. The alarm calls was loaded to MP3 by using a PC. The amplifier increase the signal level (alarm calls level) for loudspeaker. The working voltage of battery, amplifier and speaker is 12V, but the MP3 needs 1.5V. In order to reduce the voltage from 12 to 1.5V for MP3, a converter was used.

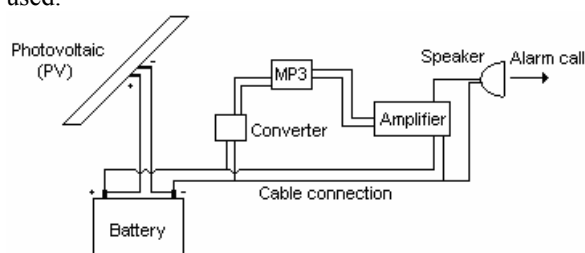


Figure 1. Schematic presentation and components of the bird scarer.

The study was conducted in rice fields area (paddy area) given in Figure 2, where reed cocks nearby roosts and located in Bafra Region, Samsun, Turkey. Firstly, to define the most effective play and pause periods of the loudspeaker, many series preliminary studies were made during one week. Besides, in order to understand the resistant or sensitive level of reed cocks against scarer, the scarer was tested about two weeks during November, 2007 on more than 50 birds. The number of left and remained birds in rice fields were counted during the alarm calls played throughout loudspeaker to determine the effect of the scarer on birds.

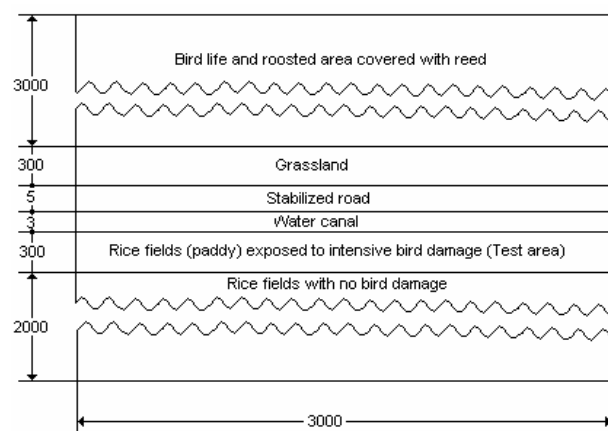


Figure 2. Rice field and reed cocks life and roosted area in Bafra Region, Samsun, Turkey (All dimensions are in m).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Defined from one week preliminary studies, most effective play and pause periods that are 1 min play and 6 min pause was selected for experiments. The rice field area that has an about 300 m diameter was chosen as a test area. The test area was affected by the alarm calls of reed cocks through loudspeaker during experiments. In order to define the effectiveness of the solar powered audible bird scarer, the number of birds comes to test area (paddy fields) during test periods was counted.

As a result, it was seen during tests that birds had more effort to realize the source of the sound when the speaker play, before moving away. If it is possible for birds to see clearly the speaker, they prefer not to move (fly) away. In addition, alarm calls of reed cocks played through loudspeaker were seen effective in that they temporarily scared reed cocks. However, reed cocks no longer responded to these alarm calls after the period of 7 days. It is concluded that the present arrangement of scarer was seen inefficient.

4. REFERENCES

- Avery, M. L., Werner, S. J., Cummings, J. L., Humphrey, J. S., Milleson, M. P., Carlson, C. J., Primus, T.
 Bruggers, R. L., Ruelle, P., 1982. Efficiency of nets and fibers for protecting crops from grain-eating birds in Africa. *Crop Prot.* 1 (1), 55-65.
 Mason, J. Russell., Linz, G., 1997. Repellency of garlic extract to European starlings. *Crop Prot.* 16 (2), 107-108.
 M., Goodall, M. J., 2005. Caffeine for reducing bird damage to newly seeded rice. *Crop Prot.* 24, 651-657.
 Saglam, A. C., Onemli, F., 2005. The effects of sowing date and sowing density on birds damage in the cultivators of sunflower (*Helianthus annuus L.*) (in Turkish, with English abstract). *J. of Tekirdag Agric. Fac.* 2 (1), 50-57.
 Summers, R. W., 1985. The effect of scarers on the presence of starlings (*Sturnus vulgaris*) in cherry orchards. *Crop Prot.* 4 (4), 520-528.
 Tobin, M. E., Dolbeer, R. A., Webster, C. M., 1989. Alternate-row treatment with the repellent methiocarb to protect cherry orchards from birds. *Crop Prot.* 8 (6), 461-465.
 Vickery, J. A., Summers, R. W., 1992. Cost-effectiveness of scaring brent geese *Branta b. bernicla* from fields of arable crops by a human bird scarer. *Crop Prot.* 11 (5), 480-484.
 York, D. L., Cummings, J. L., Engeman, R. M., Davis Jr. J. E., 2000. Evaluation of Flight Control and Mesurool as repellents to reduce horned lark (*Eremophila alpestris*) damage to lettuce seedlings. *Crop Prot.* 19, 201-203

A MODEL FOR PREDICTING LEAF AREA IN YOUNG AND OLD LEAVES OF GREENHOUSE
TYPE TOMATO (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) BY LINEAR MEASUREMENTS

Mehmet Arif BEYHAN

O.M.U. Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery, Samsun

*Sezgin UZUN

O.M.U. Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun

Dilek KANDEMİR

O.M.U. The Vocational High School of Samsun, Samsun

Harun ÖZER

O.M.U. Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun

Murat DEMİRSOY⁴

The University of Selçuk, The Vocational High School of Sarayönü, Konya

*Corresponding author: email: sezginuz@omu.edu.tr

Received Date: 25.09.2008

Accepted Date:21.10.2008

ABSTRACT: The aim of this study was to produce a simple leaf area estimation model by linear measurements for young and old leaves of greenhouse type tomato. Starting from early plant growth period to mature plant stage, a total of 150 leaves were collected to carry out linear measurements and produce a leaf area estimation model for tomato. Therefore, firstly a relationship between mean leaflet length (MLL) of a main compound tomato leaf and the length of the longest leaflet (LLL) of the top three leaflets of the main compound leaf ($MLL(cm)=-0.36+1.02*LLL-0.02*LLL^2$, $r^2=0.98$, Equation 1). Secondly, an equation was obtained by plotting actual leaf area measured by PLACOM Digital Planimeter against mean leaflet length (MLL), longest leaflet length of the top three leaflets of the main leaf (LLL) and longest leaflet width (LLW) of the top three leaflets by using multi-regression analysis. The leaf area estimation model was found as $LA (cm^2) =31,6-18.41*MLL+2.40*MLL^2+0.45*LLL^2*LLW$, $r^2=0.99$ (Equation 2). Standard errors of all subsets of the independent variables were found to be significant at $p<0.001$). Lastly, Equation 1 was combined with Equation 2 and final equation for leaf area estimation was obtained to be $LA=31.6-18.41*(-0.36+1.02*LLL-0.02*LLL^2)+2.40*(-0.36+1.02*LLL-0.02*LLL^2)^2+0.45*LLL^2*LLW$ (Equation 3)

Key words: Leaf shape, Leaflet length, Leaflet width, Modeling, Leaf area, Tomato

GENÇ VE YAŞLI SERA TİPİ DOMATES (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) YAPRAKLARINDA
DOĞRUSAL ÖLÇÜMLERLE YAPRAK ALANI TAHMİN MODELİ

Özet: Bu araştırmanın amacı sera tipi domatesin genç ve yaşlı yapraklarında doğrusal ölçümlerle basit bir yaprak alanı tahmin modeli oluşturmaktır. Bitki gelişiminin başlangıç aşamasından başlayarak olgun safhaya kadar yaprak alanı tahmin modeli oluşturmak ve doğrusal ölçümler yapmak amacıyla toplam 150 yaprak toplandı. Bu amaçla, ilk olarak domates yaprağı ana bileşenlerinin ortalama yaprakçık uzunluğu (OYU) ve yaprak ana bileşenlerinin ucundaki en uzun üç yaprakçığın yaprakçık uzunluğu (YYU) arasındaki ilişki ($OYU(cm)=-0.36+1.02*YYU-0.02*YYU^2$, $r^2=0.98$, Eşitlik 1) belirlendi. İkinci olarak, çoklu regresyon analizi kullanılarak ortalama yaprakçık uzunluğu (OYU), ana yaprağın uç kısmındaki en uzun üç yaprakçığın uzunluğu (YYU), uç kısımdaki en uzun üç yaprakçığın genişliğine (YYG) karşılık gelen gerçek yaprak alanı dijital planimetre PLACOM ile belirlenerek bir eşitlik elde edildi. Yaprak alanı tahmin modeli, $LA(cm^2)=31,6-18.41*OYU+2.40*OYU^2+0.45*YYU^2*YYG$, $r^2=0.99$ (Eşitlik 2) olarak bulunmuştur. Bağımsız değişkenlerin tüm alt verilerinin standart hataları $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Son olarak, eşitlik 1 ile eşitlik 2 birleştirildiğinde nihai yaprak alanı tahmini için $LA=31.6-18.41*(-0.36+1.02*YYU-0.02*YYU^2)+2.40*(-0.36+1.02*YYU-0.02*YYU^2)^2+0.45*YYU^2*YYG$ (Eşitlik 3) eşitliği elde edilmiştir.

Anahtar kelime: Yaprak şekli, Yaprakçık uzunluğu, Yaprakçık genişliği, Modelleme, Yaprak alanı, Domates

INTRODUCTION

Plant growth is dynamic, and a vegetative plant produces a succession of new leaves with the elapse of he time to contribute to total plant dry weight. Therefore, leaf area measurements for physiological studies is one of the most essential processes, such as one of the physiological determinants of plant growth is the efficiency of the leaves with which the

intercepted light energy is used in the production of new dry matter (Evans, 1972; Uzun, 1996). Moreover, leaf area is an indicator of photosynthetic capacity and growth rate of a plant and its measurement is of value in studies of plant competition for light and nutrients, plant-soil-water relations and in crop like tobacco, where leaf area is the major commercial product, leaf area is good indicator of yield potential (Mohsenin,

1980). On the other hand, leaf area measurements at is accordingly not surprising that many attempts have been made to produce some quick, simple and reliable means of determining leaf area during destructive or non-destructive plant harvests (Evans, 1972; Charles-Edwards et al., 1986).

The use of simple linear measurement for predicting the leaf area of horticultural plants eliminates the need for expensive leaf area meters (Robins and Pharr, 1987). The size of compound leaf of tomato is variable. The lowest two or three may be small with few leaflets. Thereafter, leaves of popular greenhouse types are typically 0.5 meters long, a little less in breadth, with a large terminal leaflet and up to eight large lateral leaflets, which may themselves be compounded (Figure 1a).

Many smaller leaflets or folioles may be interspersed with the larger leaflets. The leaflets are initiated in basipetal progression from the terminal leaflets towards the stem. The terminal leaflet is formed by the action of a marginal meristem along the flanks of the primordium at the distal end. Later other leaflets develop similarly from groups of cells which form small bulges on the flanks of the primordium (Atherton & Rudich, 1986). The leaves of seed plants can be classified as being either simple or compound according to their shape. Two hypotheses address the homology between simple and compound leaves, which equate either individual leaflets of compound leaves with simple leaves or the entire compound leaf

the same time may be one of the most tedious work. It with a simple leaf (Champagne & Sinha, 2004).

Common measurements for production of leaf area estimation models have included leaf length, leaf width, petiole length, main and/or lateral vein length, and different combination of these variables (Uzun & Çelik, 1999). Many researcher have produced leaf area estimation models by linear measurements of the leaves of some horticultural crops such as summer squash (Elsner & Jubb, 1988; Ramkhelawan & Brathwaite, 1992; Uzun & Çelik,1999), runner bean (Rai et al., 1990; Uzun & Çelik,1999), aubergine (Uzun & Çelik,1999), pepper (Uzun & Çelik,1999), cucumber (Robbins & Pharr, 1987; Uzun & Çelik,1999), watermelon (Rajendran & Thamburaj, 1987), avocado (Uzun & Çelik,1999), muskmelon (Sirinivas & Hedge, 1993), red current (Uzun & Çelik,1999), tomato (Dumas, 1990), kiwifruit (Uzun & Çelik, 1999), grapes (Elsner & Jub, 1988; Yin, 1990; Pedro et. al., 1989; Uzun & Çelik, 1999), cherry (Demirsoy & Demirsoy, 2003) and peach (Demirsoy et.al.,2004).

However, there have been a few attempts to produce a leaf area estimation model predicting leaf area of young and old tomato leaves by means of using simple linear leaf measurements. Therefore, the present study aims to produce a simple model estimating the leaf area of young and old tomato leaves with high predicting capacity by linear leaf measurements.

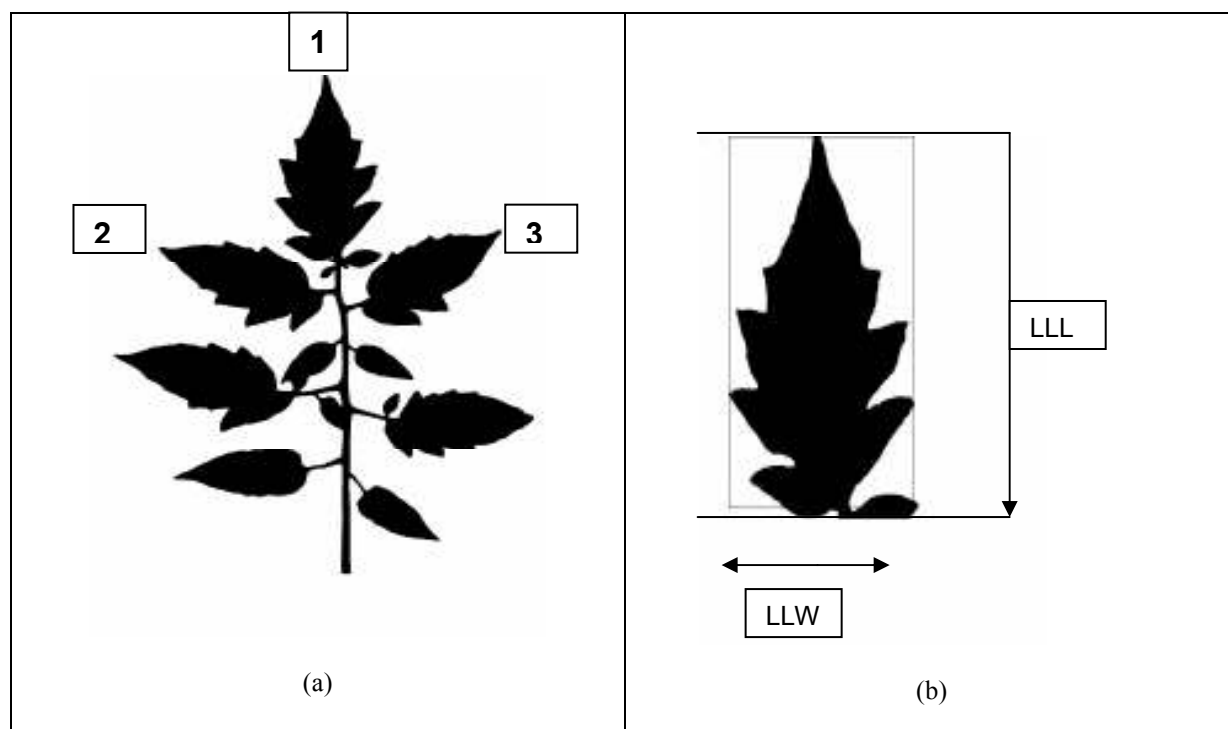


Figure 1. (a) A typical compound tomato leaf showing top three leaflets (1,2,3) and (b) a single longest leaflet (generally terminal leaflet) of the top three leaflets of the main leaf showing the measurement positions of the leaflet length (LLL) and width (LLW).

MATERIAL AND METHODS

The tomato type (cv. Tore F1) used in the present study was indeterminate standard greenhouse type. Leaf samples were selected from the top, middle and bottom of the plants starting from planting at the stage of seedling to mature growth stage. The aim of selecting leaf samples from different parts and growing stages of the plants was to obtain wide variations in leaf sizes. A total of 220 leaves were selected for using in modeling procedure. As a first step of the model producing procedure, all the leaves used in the present study were fixed on A3 sheet and photocopied then the length, width and actual leaf areas (using a Placom Digital Planimeter, SOKKISHA Planimeter Inc., Model KP-90) of the leaflets of the main leaf were measured.

Leaflet widths (cm) were measured from tip to tip at the widest level of the leaf lamina. Leaflet lengths (cm) were measured from leaflet lamina tip to the point of petiole intersection along the lamina midrib. The linear dimensions used for linear measurements on the leaf lamina were shown in Figure 1b.

Secondly, using multiple regression analysis, a relationship was found between mean leaflet length and leaf by plotting mean leaflet length against the length of the longest leaflet of the top three leaflets of the main. This relationship was used as an independent parameter in producing leaf area estimation model.

Thirdly, multiple regression analysis was carried out by plotting actual leaf area (LA) against different subsets of the independent variables such as mean leaflet length (MLL), the longest leaflet length of the top three leaflets of the main leaf (LLL) and the width of the longest leaflet of the top three leaflets of main leaf (LLW). The equation produced between actual leaf area and the independent variables was determined when the least sum of squares were obtained. The Excel 7.0 package program was used in all the analysis performed for model producing procedure.

RESULTS AND DISCUSSION

In the present study, multiple regression analysis were carried out in order to produce a leaf area estimation model by linear measurements for tomato leaves. As a first step, a relationship between mean leaflet length (MLL) per main leaf and the length of the longest leaflet (LLL) of the top three leaflets (generally the terminal leaflet) of the main leaf were obtained by plotting the length of the mean leaflet per main leaf against the length of the longest leaflet of the top three leaflets using multiple regression analysis. The aim of producing such a sub-model was find a relationship between mean leaflet length (MLL) and longest leaflet length of top three leaflets (LLL) and enable researchers to estimate leaf area of tomato by means of measuring only length and width of a

single leaflet (mostly terminal leaflet) of the compound leaf accordingly.

$$MLL \text{ (cm)} = -0.36 + 1,02*LLL - 0,02*LLL^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$SE \quad (0,082)^{***} (0,029)^{***} (0,002)^{***}$$

$$r^2 = 0,98 \quad ***$$

The second step was the determination of an equation between dependent and independent variables. For implementation a relationship between leaf area (LA), mean leaflet length predicted by equation 1 (MLL), the length of the longest leaflet length of the top three leaflets of the main leaf (LLL) and the width of the longest leaflet of the top three leaflets of the main leaf (LLW), multiple regression analysis were carried out and the following equation was obtained

$$LA \text{ (cm}^2\text{)} = 31,60 - 18,41*MLL + 2,40*MLL^2 + 0,45*LLL^2*LLW \dots\dots\dots (2)$$

$$SE \quad (6,50)^{***} (3,90)^{***} (0,59)^{***} (0,03)^{***}$$

$$r^2 = 0,99 \quad ***$$

Here, LA represents leaf area of a single main leaf and LLW represents the width of the longest leaflet of top three leaflets of the main leaf. SE represents standard error of means. When we rewrite the above equation using Equation 1, the final equation becomes as the following;

$$LA = 31.6 - 18.41*(-0.36 + 1.02*LLL - 0.02*LLL^2) + 2.40*(-0.36 + 1.02*LLL - 0.02*LLL^2)^2 + 0.45*LLL^2*LLW \dots\dots\dots (3)$$

This equation predicts leaf area of tomato by only measuring the length (LLL) and the width (LLW) of the longest leaflet of the top three leaflets of a main compound tomato leaf. The selected independent variables in Equation 1 explained 99 % of the variation in leaf area.

The present model of leaf area estimation by linear leaflet measurements in tomato can be used for physiological and quantitative studies of greenhouse tomato cultivars.

As seen in Figure 2, there was a very close relationship between actual and predicted leaf areas of tomato. As mentioned previously, the model predicts leaf area highly reliably and is open to being evaluated. Many researchers have reported close relationships between leaf area and linear measurements such as leaf length and leaf width for many crops (Pharr, 1987; Rajendran & Thamburaj, 1987; Elsner & Jubb, 1988; Pedro et. al., 1989; Dumas, 1990; Rai et al., 1990; Yin, 1990; Ramkhelawan & Brathwaite, 1992; Sirinivas & Hedge, 1993; Uzun & Çelik, 1999; Çelik & Uzun, 2002; Demirsoy & Demirsoy, 2003; Demirsoy et.al., 2004). The most important advantages of the model produced in the present study is that (a) the model

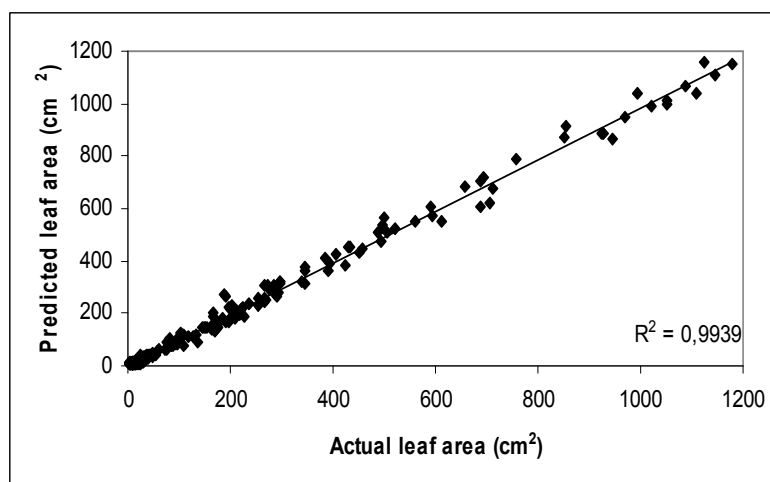


Figure 2. The relationship between actual leaf area (cm^2) and predicted leaf area (cm^2) for tomato leaves.

enables researchers to calculate the area of a compound tomato leaf by determining the longest leaflet of the top three leaflets of the main leaf, measuring its length and width and using these values in Equation 1 and 3 and (b) the model can be used in the studies that need non-destructive leaf area measurements. However, the present model is open to being evaluated for the future studies concerning leaf area estimation by linear leaf measurements.

REFERENCES

- Atherton JG; Rudich J (1986). The tomato crop. A scientific basis for improvement. Chapman and Hall Press. pp 158.
- Çelik H; Uzun S (2002). Validation of leaf area estimation models (UZCELIK-I) evaluated for some horticultural plants. *Pakistan Journal of Botany*, 34(1):41-46.
- Champagne C; Sinha N (2004). Compound leaves: equal to the sum of their parts. *Development*, 131:4401-4412.
- Charles-Edwards AD; Doley D; Rimmington GM (1986). *Modelling plant growth and development*. Academic Press, London. p: 20-30.
- Demirsoy H; Demirsoy L (2003). A validated leaf area prediction model for some cherry cultivars in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 35(3):361-367.
- Demirsoy H; Demirsoy L; Uzun S; Ersoy B (2004). Non-destructive leaf area estimation in peach. *European Journal of Horticultural Science*, 69(4):144-146.
- Dumas Y (1990). Interrelation of linear measurements and leaf area or dry matter production in young tomato plants. *HortScience*, 4(3):172-176.
- Elsner EA; Jubb GL (1988). Leaf area estimation of Concord grape leaves from simple linear measurements. *American Journal of Enol. and Viticulture*, 39(1):95-97.
- Evans GC (1972). *The quantitative analysis of plant growth*. William Clowes and Sons Ltd., Oxford.
- Mohsenin NN (1980). *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, London, Paris. pp. :79.
- Pedro Junior MJ; Ribeiro IJA; Martins FP (1989). Determination of leaf area in the grapevine cv. Niagara Rosada. *Horticultural Abstracts*, 59(1):207.
- Rajendran PC; Thamburaj S (1987). Estimation of leaf area in watermelon by linear measurements. *South Indian Horticulture*, 35(4):325-327.
- Rai A; Alipit PV; Toledo MB (1990). Estimation of leaf area of French Bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) using linear measurements. *Horticultural Abstracts*, 60(5):3405.
- Ramkhelawan E; Brathwaite RAI (1992). Leaf area estimation by non-destructive methods in sour orange (*Citrus aurantium*L.). *Horticultural Abstracts*, 62(3):2557.
- Robins NS; Pharr DM (1987). Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. *HortScience*, 22(6):1264-1266.
- Sirinivas K; Hedge DM (1993). Leaf area determination in muskmelon. *Horticultural Abstracts*, 63(10):8054.
- Uzun S (1996). The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) and Aubergine (*Solanum melongena*, L.). Unpublished PhD thesis, University of Reading, Reading, England.
- Uzun S; Çelik H (1999). Leaf area prediction models (UZCELIK-I) for different horticultural crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23:645-650.
- Yin K (1990). A study on the correlation between leaf form and leaf area in Ktoho grape (*Vitis vinifera* L.x *Vitis labrusca* L. cv. Red fuji), *Horticultural Abstracts*, 60(11):9366.