



Cil 1, Sayı 1



Dergi Adı: Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi
Yayıncı: Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi
Sahibi: Seyrani Ziraat Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Mehmet ARSLAN
Baş Editör: Dr. Öğr. Üyesi İsmail ÜLGER, Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi
Periyot: 6 ayda bir
Dil: Türkçe ve İngilizce
Amaç: Tarım, hayvancılık, gıda ve su ürünleri alanında yazılan makaleler (orijinal araştırma ve derleme) yayınlar.
Tarandığı Dergipark
İndeksler:
Yazışma Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi, 38039, Melikgazi, KAYSERİ.
Adresi:
Tel: 0 352 437 17 90
Fax: 0 352 437 62 09
e-mail: ethabd@outlook.com

Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi
Cilt/Volume: 1 Yıl/Year: 2018 Sayı/Issue: 1

<http://dergipark.gov.tr/ethabd>

Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi
Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science

İmtiyaz Sahibi / Published By

Doç. Dr. İsmail ÜLGER

Editörler / Editors

Doç. Dr. Mahmut KAPLAN

Doç. Dr. Adem GÜNEŞ

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Arş. Gör. İhsan Serkan VAROL

Sekretarya

Arş. Gör. Mehmet YAMAN

Teknik Destek

Arş. Gör. Mahmut KALİBER

Yazışma Adresi

Doç. Dr. İsmail ÜLGER

Erciyes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi

38000 Talas / KAYSERİ

Submission Address

Assoc. Prof. Dr. İsmail ÜLGER

Erciyes University

Faculty of Agriculture

38000 Kayseri / TURKEY

Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi
Cilt/Volume: 1 Yıl/Year: 2018 Sayı/Issue: 1

Dergi Yayın Kurulu/ Editorial Board

İsmail ÜLGER	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Mahmut KAPLAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Adem GÜNEŞ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Aydın UZUN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Ramazan CANHİLAL	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Ali ÜNLÜKARA	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Kevser KARAMAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Semih YILMAZ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Satı UZUN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Osman SÖNMEZ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Yusuf KONCA	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Zeki GÖKALP	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Erdal YILMAZ	Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi	Türkiye

Bilim Kurulu

Osman GÜLŞEN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Halit YETİŞİR	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Hasan PINAR	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Doğan IŞIK	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
H. Handan ALTINOK	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
M. Alper ALTINOK	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Murat MUŞTU	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Sümer HORUZ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Cemile TEMUR ÇINAR	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Cevdet SAĞLAM	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Sinan GERÇEK	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Selçuk Emre GÖRKEM	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zeynel Abidin KUŞ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Sibel SİLİCİ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Kahraman GÜRCAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Melike BAKIR	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Osman İBİŞ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Ali İrfan İLBAŞ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Aziz ŞATANA	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Erman BEYZİ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Mustafa BAŞARAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Serkan ŞAHAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Abdullah ULAŞ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Oğuzhan UZUN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Mehmet Ulaş ÇINAR	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Jale METİN KIYICI	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Asiye YILMAZ ADKINSON	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Mahmodul Hasan SOHEL	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi
Cilt/Volume: 1 Yıl/Year: 2018 Sayı/Issue: 1

Bu Sayının Hakemleri / Referees of This Issue

Salih KARABÖRKLÜ	Düzce Üniversitesi
Fahriye ERCAN	Ahi Evran Üniversitesi
Zeki GÖKALP	Erciyes Üniversitesi
Sinan GERÇEK	Erciyes Üniversitesi
Çağrı Özgür ÖZKAN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
İsmail ÜLGER	Erciyes Üniversitesi
Ali İhsan ATALAY	Iğdır Üniversitesi
Mustafa DEMİRKAYA	Erciyes Üniversitesi

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadelede Rezidüyel Pestisit Uygulamaları.....8-18
Ender Şahin ÇOLAK

Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Üzüksü Meyvelerin Üretim Projeksiyonu.....19-24
Mehmet YAMAN

Kayseri İli Günlük Referans Evapotranspirasyonun (ET₀) Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmin Edilmesi.....25-37
Fatih SEKENDUR

Vejetasyon Döneminin Erciyes Korungasının (*Onobryhis argaea*) Yem Özellikleri Üzerine Etkisi.....38-49
Mahmut KAPLAN

Rumen Mikroorganizmalarının Manipülasyonu için Kullanılan Yöntemler.....50-65
Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ

Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadelede Rezidüyel Pestisit Uygulamaları

Ender Şahin ÇOLAK^{1*} Ramazan CANHİLAL¹ Ebubekir YÜKSEL¹

¹Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kayseri

*Sorumlu yazar:endersahin@erciyes.edu.tr

ÖZ

Türkiye, sahip olduğu iklim özellikleri ve coğrafi konumu nedeniyle, tarımsal üretim ve ihracat potansiyeli yüksek olan bir ülkedir. Tarım ürünlerinin başında tahıl ve kuru meyveler gelmektedir. Üretilen tarım ürünlerinin birçoğu iç piyasaya satılmadan veya ihraç edilmeden önce bir depolama aşaması geçirmesi gerekmektedir. Bu aşamada oluşan ürün kayıplarının temel sebebi depolanmış ürün zararlılarıdır. Depo zararlılarının kontrolüne dikkat edilmezse büyük bir ürün kaybı oluşabilmektedir. Bu kayıpları önlemek için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ülkemizde daha çok havalandırma gibi fiziksel yöntemler kullanılır ancak bu uygulamalar yetersiz kalmaktadır. Ayrıca çeşitli kimyasallarla fumigasyon da uygulanmaktadır. Tüm bu uygulamaların dışında günümüzde kalıcı (Rezidüyel) pestisit uygulamalarına da bir yönelim başlamıştır. Bu makalede rezidüyel pestisit uygulamalarının bir derlemesi sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Depolama, Rezidüyel, Pestisit, Ürün

Residual Pesticide Applications In Control Stored Product Pests

ABSTRACT

Turkey has high agriculture produce and produced agricultural products export potential due to Turkey's climate and geographical location. At the beginning of these products are cereals and dried fruits. Most produced agricultural products must pass a storage phase before they are sold to the domestic market and exported. The main cause of product losses at this stage is the stored product pests. If there is no control of the pests, a huge loss may happen. Various control measures are applied to prevent the losses. In our country, mostly physical methods

such as ventilation are used, but these applications are insufficient. Fumigation is also applied with various chemicals. In addition to all these applications, there is now a trend towards permanent (residual) pesticide applications. A review about residual pesticide applications is presented in this article.

Keywords: Storage, Residual, Pesticide, Product

GİRİŞ

Günümüzde Dünya nüfusu hızla artmakta, artan nüfusun yeterli ve dengeli beslenebilme isteği zamanla karşılanamayacak duruma gelmektedir. Bunun sebebi: Hızla artan nüfusa rağmen ekilebilir arazi miktarı her geçen gün azalmaktadır. Artan besin ihtiyacının karşılanabilmesi için birim alandan aldığımız ürün miktarının en üst düzeye çıkarması gerekmektedir. Başka bir önemli husus ise üretilen ürünün tüketilene kadar uygun şekilde korunmasıdır. Ürünün korunması aşaması tarımsal üretimde en önemli zorunluluktur.

Dünya’da ve ülkemizde depolanarak korunan ürünlerin hayvansal kökenli organizmalarca uğradığı zarar %10 civarında kabul edilir. Ülkemiz iklimi çok çeşitli depo zararlısının gelişimi için uygun koşulları sağlar ve bu zararlılar ülkemizde geniş yayılım gösterir. Ürünlerin korunabilmesi için depolanmış ürün zararlılarının biyolojisi ve ekolojisi iyi bilinmesi gerekmektedir.

Depolardaki bu hayvansal kökenli zararlıların Dünya’daki dağılımında ülkeler ve kıtalar arası ithalat ve ihracatın rolü büyüktür. Bu büyük ticari döngüde, ülke sınırlarındaki karantina denetimleri sırasında bu canlıların gözden kaçma nedenlerinden birisi, tohumun içinde veya gizli bölümlerde larva veya yumurta döneminde bulunabilmeleridir.

Tüketim için uzun süreli veya kısa süreli depoladığımız ürünler denildiğinde akla gelen ürünler şunlardır:

- a) Tahıl,
- b) Baklagiller,
- c) Kabuklu meyveler,
- d) Kurutulmuş meyveler,

Depolanmış ürünlere zarar veren canlılar zararlarını, ürünleri yemek, bir yerden başka bir yere taşımak, kirliletmek, şeklen tahrip etmek gibi farklı şekillerde yaparlar.

Ülkemizde Önemli Depolanmış Ürünler ve Önemi

Ülkemiz coğrafi konumu ve uygun iklimi çok sayıda değişik ürünün yetiştirilmesine imkân sağlar. Ülkemiz tahıl ve baklagilde ürün rekoltesi açısından Dünya’da önde gelen ülkelerdendir(IGEM, 2009) (Çizelge 1.1)

Çizelge 1.1.Yıllara göre ülkemiz tahıl üretimi (1000 Ton)(Akova, 2009a)

Yıl	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Pirinç	Toplam
2003	19.000	8.100	240	270	2.800	223	30.658
2004	21.000	9.000	270	275	3.000	294	34.046
2005	21.500	9.500	270	270	4.200	360	36.472
2006	20.010	9.551	271	209	3.535	389	34.643
2007	17.234	7.307	241	189	3.535	389	29.257
2008	17.782	5.923	255	207	4.274	457	29.316

Son 30-40 yıllık bir süreçte baklagil üretimimizde de önemli artışlar yaşanmıştır. Ülkemiz mercimek ve nohut üretiminde de önde gelen ülkelerdendir (IGEM, 2009) (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2.Yıllara göre ülkemiz bakliyat üretimi (1000 Ton)

Yıl	Nohut	Mercimek	Kuru fasulye
2003	600	540	250
2004	620	540	250
2005	600	570	210
2006	552	622	196
2007	505	535	154
2008	536	138	157

Ülkemiz için diğer bir önemli ürün de fındıktır. Ülkemizin fındık üretiminde önde olmasının en büyük nedeni iklimdir, çoğu ülkede fındık için uygun iklim yoktur (Şehirli, 2005) (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3.Yıllara göre ülkemiz fındık üretimi, ihracat miktarı (ton) ve ihracat geliri (1000 ABD Doları)

Yıl	Üretim	İhracat miktarı	İhracat geliri
2002	600.000	247.478	572.669
2003	480.000	223.261	642.514
2004	350.000	217.587	1.188.109
2005	530.000	210.013	1.919.991
2006	661.000	247.381	1.456.197
2007	530.000	236.104	1.509.622

Ülkemiz kuru meyve üretiminde özellikle de kuru incir ihracatında Dünya’da lider konumundadır (IGEM ,2009) (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4.Yıllara göre ülkemiz kuru incir üretimi, ihracat miktarı (ton) ve ihracat geliri (1000 ABD Doları)

Yıl	Üretim	İhracat miktarı	İhracat geliri
2001	48.028	39.284	66.216
2002	52.462	35.935	72.375
2003	54.571	42.095	78.064
2004	55.631	49.073	85.596
2005	56.327	52.594	105.076
2006	60.393	54.237	120.697
2007	48.012	40.101	150.527

Ülkemiz iklimi tarımsal üretimimize katkısının yanı sıra; yetiştirilen ürünlerin depolanması sırasında ürünlere zararlı canlılara da gelişme imkânı sağlar.

Ülkemizde Sıklıkla Karşılaşılan Önemli Depolanmış Ürün Zararlıları

Bilimsel İsim	Türkçe İsmi
<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	Buğday biti
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Pirinç biti
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky)	Mısır biti
<i>Tribolium confusum</i> (JacquelinuVal)	Kırma biti
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst.)	Un biti
<i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	Ekin kambur biti
<i>Trogoderma granarium</i> (Everts)	Kapra böceği
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Testerele böcek
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Küçük kırma biti
<i>Carpophilus hemipterus</i> (L.)	Ekşilik böceği
<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Tatlı kurt
<i>Sitotraga cerealella</i> (Olivier)	Arpa güvesi
<i>Ephestia kuehniella</i> (Zeller)	Değirmen güvesi
<i>Ephestia cautella</i> (Walker)	İncir kurdu
<i>Ephestia elutella</i> (Hübner)	Tütün güvesi
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)	Kuru meyve güvesi
<i>Acarus siro</i> (L.)	Un akarı

Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadele yöntemleri

1.Kültürel Tedbirler

Uzun veya kısa vadeli depolanan ürünler artık doğrudan tüketime sunulacağı için kimyasal kullanılma imkanı yoktur. Depodaki kültürel önlemler:

- Depolardaki yarık, çatlaklar tamir edilmeli, hayvanlara barınak sağlanmamalıdır.
- Depolarda fiziksel manada çöpler varsa temizlenmelidir.

2.Depo Zararlıları İle Doğrudan Mücadeleye Yönelik Uygulamalar

2.1.Mekanik ve Fiziksel Mücadele Yöntemleri

Depoya zararlıların girişini önlemek için tül ve tel gibi fiziksel engeller kullanılabilir. Ayrıca düşük veya yüksek sıcaklık, değiştirilmiş atmosfer, radyo dalgaları ve diatom toprağı vb. uygulamalar da fiziksel mücadele içerisinde yer alır. Biyolojik mücadele etmenleri olan avcı, parazit ve entomopatojenlerden yararlanarak depodaki ürünlerin korunması da etkili bir mücadeledir ancak en etkili olan yöntem kimyasal mücadeledir.

2.2.Kimyasal Mücadele

Gaz halindeki pestisitlerin(fumigantlar) veya rezidüyel (kalıcı etkili) pestisitlerin kullanıldığı uygulamalardır.

Rezidüyel İnsektisit Uygulamaları

Fosfin gazı ülkemiz depolanmış ürünlerinde kullanılan en yaygın koruyucu ve efektif gazdır ancak her mücadele yöntemi gibi fosfin gazının kullanımı denetlenmeli ve gerekli tedbirler alınarak uygulanmalıdır. Ülkemizde yapılan gaz uygulamalarında özellikle de yaygın olan fosfinde uygulama aşamasında gaz kaybı çok fazladır. Ülkemiz depoları hatta laboratuvarlardaki uygulama alanlarındaki test kabinleri bile tam korunaklı ve geçirimsiz değildir. Bu nedenle uygulama aşamasında uyguladığımız ortamdan gaz sızıntısı olmakta ve fosfin gazı atmosfere karışmaktadır(Andric ve ark. 2013; Ferizli ve Emekci, 2010)

Uygulama şartlarımız yani korunaklı bir kabinimiz ve yeteri bilgiye sahip bir uygulayıcımız olsa dahi fosfin gazı uygulamalarında bazı hatalar yapılabilir. Bu hataların başında uygulama

süresi eksikliği gelir. Eğer fosfin gazı yeteri süreden daha az uygulanırsa, ortamdaki elimine etmek için gaz uyguladığımız popülasyondaki dirençli bireyler yok olmaz sadece zayıflar yok olur. Bu durumda uygulama sonucunda sadece popülasyondaki direnç gösterebilen bireyler ayakta kalır ve bu bireyler uygulamadan sonra dayanıklılık kazanır ki bu hiç istenmeyen bir durumdur çünkü artık o kalan popülasyon hızlıca çoğalır ve yok etmek bir kat daha zorlaşır (Zettler ve ark., 2000).

Fosfin gazının belirttiğimiz zorluklarının olması nedeniyle alternatif mücadele yöntemleri önem kazanmaktadır. Günümüzde Ülkemizde mevcut olan alternatif fumigantlar ise ekonomik zararlı dediğimiz savaşım gerektiren tarım zararlısı türlere karşı yeteri kadar etkin çözüm üretmediği, yüksek maliyeti ve çevreye de aşırı zararlı olabileceği kanaati uyandırdığı için tercih edilmez. Tüm bu veriler genel itibarıyla dikkate alındığında depolarda rezidüel etkili insektisitlerin kullanımı insanlara daha avantajlı gelmektedir. Rezidüel etkili insektisit denildiğinde yeni bir alan anlaşılır ancak bu mücadelenin uygulamalarında direnç kazanımı konusunda hassasiyet gösterilmedikçe zararlılar dayanıklılık kazanacağı için daha önceki denenmiş mücadele yöntemleri gibi yine insanları yeni alanlar aramaya itebilir (Subramanyam, 1995; Vassilakos ve ark., 2014).

Rezidüel İsektisit Uygulamaları İkiye Ayrılır:

1.Boş depo ilaçlamaları

- a) Beta-cyfluthrin,
- b) Cyfluthrin,
- c) Chlorpyrifos-methyl ,
- d) Deltahethrin + PiperonylButoxide,
- e) Deltamethrin,
- f) Malathion,
- g) Pirimiphosmethyl

2.Ürün İlaçlamaları

- a) Deltamethrin+PPB

Ülkemizdeki Kalıcı Etkili Pestisitler

1.Beta Cyfluthrin

- Aktif Madde: 25 gr/l Beta-cyfluthrin
- Formülasyon: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki : Sentetik piretroid sınıfından olup, ani ve uzun süre etkili bir insektisittir. Geniş etki alanına sahiptir.
- Doz:50 ml/da, Larva ve Ergine etkili.

2.Cyfluthrin

- Aktif Madde: Cyfluthrin
- Formülasyon: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki : Sentetik piretroid sınıfından olup, ani ve uzun süre etkili bir insektisittir. Geniş etki alanına sahiptir.
- Doz:50 g/da, Larva ve Ergine etkili.

3.Chlorpyrifos-methyl

- Aktif Madde: Chlorpyrifosmethyl 227 g/l
- Formülasyon: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki : Kırma Biti (*Tribolium confusum*) için
- Doz : 425 ml / 100 m²

4.Deltamethrin 25g/l+PiperonylButoxide 250g/l

- Aktif Madde: Deltahethrin+PiperonylButoxide
- Formülasyon: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki: Buğday biti (*Sitophilus granarius*)
- Doz: 10 ml ilaç + 1 L su / ton mahsül

5.Deltamethrin

- Aktif Madde: Deltamethrin
- Formülasyonu: SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre)
- Etki: Kuru incirde Testereli böcek(*Oryzaephilussurinamensis*):
- Doz: 30 ml / 100 m² (En fazla 5 lt su ile boş ambar yüzey ilaçlaması)

6.Malathion %25WP

- Aktif Madde: %25 Malathion
- Formülasyon Şekli: Islanabilir Toz (WP)
- Etki: Tütün güvesi (*Ephestia elutella*)'ne karşı kullanılır.
- Doz: 500 g /100 m² alana boş depoilaçlaması

7.Malathion 190 Ec

- Aktif Madde: Malathion
- Formülasyon: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki: Tüm depo zararlıları
- Doz: 650 ml / 100 m²

8.Malathion 650 g/l EC

- Aktif Madde:650 g/L Malathion
- Formülasyon Şekli: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki: Depolanmış hububat ve ürünleri zararlılarına karşı kullanılır.
- Doz: 200 ml /100 m² alana

9.Pirimiphos methyl

- Aktif Madde: 500 g/l Pirimiphos methyl
- Formülasyonu: EC (Emülsiyon konsantre)
- Etki: Kırma biti (*Tribolium confusum*)

- Doz:300 ml / 100 m²

Sonuç

Depolanmış ürünler her şeyden önce ülkemizin ekonomisine katkı sağladığından çok büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden depolarda ekonomik bir prensip olarak minimum masrafla optimum ürün muhafazasını sağlamak hedeflenmelidir. Bu da ancak bazı tedbirlerle mümkündür. Ürünün hasattan depoya gelene kadar olan aşaması ve depolama aşaması olarak iki açıdan konuya bakılmalıdır. Hasattan sonra depoya kaldırılacak ürünün öncelikle hastaliksız, zedelenmemiş ve nemli ortamda hastalık artacağı için ürünün çok ıslak olmamasına dikkat edilmelidir. Depoda yapılacak işlemler ise öncelikle bulaşmanın önlenmesine yönelik olmalıdır. Bu önlemler: Deponun fiziksel olarak gerekli bakım ve onarımlarının yapılması, depoya ürün alınırken ürünün depolanmaya uygunluğunun incelenmesi ve hijyen önlemleridir. Ürün depoya alındıktan sonra görsel olarak sürekli incelenmeli, sıcaklık ve nem takibi yapılmalı ve tuzaklar kurularak zararlı olup olmadığı tespit edilebilmelidir. Bu şekilde herhangi bir zararlıya veya herhangi bir soruna karşı anında tedbir alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Andric. G., Kljajic. P., Prazic-Golic. M., 2013. Efficacy of spinosad and abamectin against different populations of red flour beetle (*Tribolium castaneum* Herbst) in treated wheat grain. *Pesticidi i Fitomedicina*, 28(2): 103-110.
- Ferizli, A. G., and Emekci, M., 2010. Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. In: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11 - 15 Ocak, Ankara, Türkiye, pp. 11-15
- Subramanyam, B., 1995. Integrated management of insects in stored products. CRC Press, New York
- Şehirli, S., Gençtan, T., Avcı, M., Zencirci, N. ve Uçkesen, B., 2005. Türkiye tahıl ve yemlik tane baklagil üretiminin bugünkü ve gelecekteki boyutları. In: Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak, pp. 431-352
- Vassilakos, T. N., Athanassiou, C. G., Chloridis, A. S., and Dripps, J. E., 2014. Efficacy of spinetoram as a contact insecticide on different surfaces against stored-product beetle species. *Journal of Pest Science*, 87(3): 485-494.

- T. C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi (IGEM), 2009. Fındık ve Fındık Mamulleri. <http://www.tgdf.org.tr/turkce/tgdfraporlari/igmfindik.pdf> (Erişim tarihi:25.11.09).
- Zettler, J. L., and Arthur, F. H., 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. *Crop Protection*, 19(8-10): 577-582.

Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Bazı Üzüksü Meyvelerin Üretim Projeksiyonu

Mehmet YAMAN^{1*}, Aydın UZUN¹, Necati ÇETİN², Ahmet SAY³

¹Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü,

²Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

³Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

*Sorumlu Yazar: mehmetyaman@erciyes.edu.tr

ÖZ

Üzüksü meyveler Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan önemli meyveler arasında yer almaktadır. Geniş kullanım alanı nedeniyle, bu meyvelerin üretimi artmaktadır. Bu çalışmada TÜİK verilerine bağlı olarak Türkiye’de üretimi yapılan bazı üzüksü meyvelerin üretim projeksiyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre projeksiyon katsayısı çilekte % 6.8, ahududunda % 12.07 ve dutta % 3,77 olarak hesaplanmıştır. Pozitif elde edilen projeksiyon katsayısı, üretimin önümüzdeki on yılda artacağını öngörmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üzüksü meyveler, üretim, projeksiyon katsayısı.

Production Projection of Some Berry Fruits Cultivated in Turkey

ABSTRACT

Berry fruits are among the most important fruit cultivated in Turkey. Due to their wide area of usage, the production of these fruits has been increasing. The present study was conducted to determine the projection of some berry fruits produced in Turkey according to TÜİK database. Projection coefficient has been calculated as 6.8 % for strawberry, 12.07 % for raspberry and mulberry 3,77 %. The positive projection coefficient predicts that production will be increasing in the following decade.

Keywords: Berry fruits, production, projection coefficient.

GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu farklı iklim koşulları nedeniyle birçok meyve türünün yetişmesine imkân sağlamaktadır (Ercişli, 2004). Bu meyveler arasında üretimi son yıllarda giderek artış gösteren, botanik yumuşak, sulu, çoğu kez yenebilen küçük meyvelere sahip çalimsı ve bazen ağaç formunda karşımıza çıkan ve üzüksü meyve olarak nitelendirilen Çilek, Ahududu ve Dut'ta yer almaktadır (Tosun ve Yüksel, 2003). Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde üzüksü meyvelerin yabanielerine rastlanmakla birlikte, bu meyveler halk tarafından tanınmakta ve sevilerek tüketilmektedir.

Türkiye'de gün geçtikçe üretimi artan çilek, ahududu, böğürtlen, dut gibi meyvelerin üreticiler tarafından benimsenmesinde geniş iklim ve toprak adaptasyonuna sahip olması, sanayide ve taze tüketime uygun olması, pasta, reçel, komposto, şıra ve kozmetik alanında kullanılması gibi nedenlerin yanı sıra üretimlerin kısa sürede üreticiye geri dönmesi, aile işletmeciliğine uygun olması gibi sebepler etkili olmaktadır (Çevik ve İlhan, 2003; Yaman ve Yılmaz, 2016).

Üzüksü meyvelerin yetiştiriciliğinin artışında insan sağlığına olan pozitif etkisinin de payı büyüktür. Üzüksü meyveler zengin antosiyanin ve fenolik madde içeriklerine sahip olmalarından dolayı yüksek antioksidan kaynağıdır. Bu nedenle üzüksü meyveler dengeli diyet ve vücudu çeşitli oksidatif strese karşı koruyucu olması sebebiyle son yıllarda popülaritesi gittikçe artmaktadır (Tosun ve Yüksel, 2003).

Bu çalışmada Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bazı üzüksü meyvelerin projeksiyon katsayısı hesaplanarak 2026 yılına kadar üretim projeksiyonu belirlenmiştir.

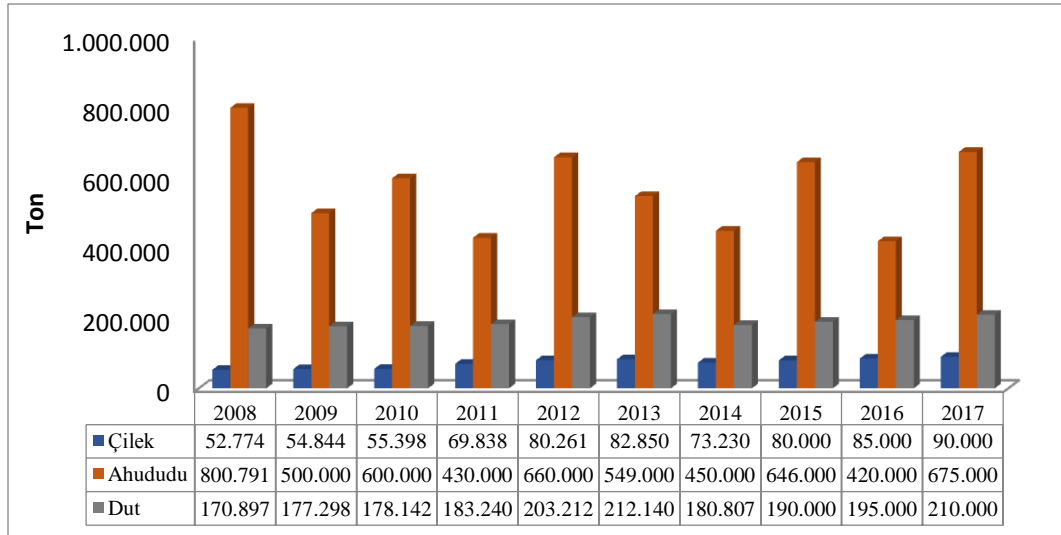
MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini Türkiye İstatistik Kurumundan alınan 2006-2015 yılları arasındaki çilek, ahududu ve dut üretim değerleri oluşturmuştur (TÜİK). Diğer üzüksü meyvelerin son on yıllık verileri TÜİK' de düzenli olarak yer almadığı için araştırmaya dâhil edilmemiştir. Bu meyve türlerinin 10 yıllık üretim miktarlarına bağlı olarak artış ve azalışındaki yüzdeler hesaplanarak projeksiyon katsayısı belirlenmiştir. Bir önceki yılda elde meydana gelen üretimin bu katsayı ile çarpılarak artış yâda azalışı doğrultusunda Türkiye'nin 2026 yılına

kadar 11 yıllık üzüksü meyveler projeksiyonu hesaplanmıştır. Projeksiyon katsayısındaki negatif sonuç azalışı ifade ederken pozitif sonuç artışı belirtmektedir [Demir, 2013, Demir ve Kuş, 2016).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan üzüksü meyveler arasında ilk sırayı en yüksek üretim değeriyle çilek almaktadır. 2006 yılından 2015 yılına kadar çilek üretiminde sürekli bir artış meydana gelerek 2006 yılında 211.127 ton olan üretim miktarı 2015 yılında 375.800 tona ulaşmıştır. Çilekten sonra en yüksek üretim Dutta meydana gelmiş ve 2006 yılında 51.558 ton olan dut üretimi 2015 yılında 69.334 ton seviyesine gelmiştir. Ahududunda ise üretim 2006 ve 2015 yıllarında sırasıyla 1.997, 4.320 ton şeklindedir (**Şekil 1**).

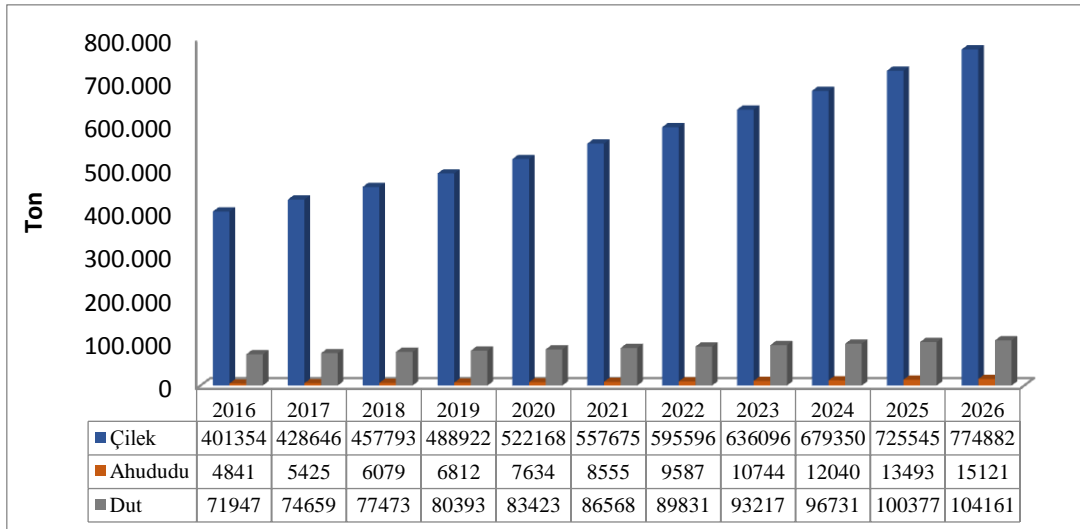


Şekil 1. Türkiye’de yetiştirilen bazı üzüksü meyvelerin son 10 yıllık üretim değeri
Çilek meyvesinde 2006 ve 2015 yılları arasında meydana gelen projeksiyon katsayısı hesaplanmıştır (**Çizelge 1**). Çilekte Çizelge 1’e göre 2014-2015 yılı hesaplaması dışında projeksiyon katsayısı hep pozitif çıkmış olup oransal değeri %6.8’dir. Projeksiyon katsayısının pozitif olması ve bu katsayıya göre çilek üretiminin 2016 yılı itibariyle artış gösterdiği ve 2026 yılında projeksiyon katsayısına bağlı olarak 774.882 tona ulaşabileceği tespit edilmiştir (**Şekil 2**).

Çilekten sonra üretimde söz sahibi olan dut meyvesi üretiminde yıllar bazında inişli çıkışlı bir üretim grafiği meydana gelmiştir. Öte yandan Elde edilen projeksiyon katsayısı % 3.77 olarak bulunmuştur **Çizelge 1**). Bu sonuca bağlı olarak gelecek 11 yıllık süreçte dut üretiminin 2016 yılında 71.947 ton, 2026 yılında ise 104.161 ton şeklinde gerçekleşmesi beklenmektedir (**Şekil 2**).

Çizelge 1. Türkiye’de yetiştirilen bazı üzüksü meyvelerin üretim değerine bağlı olarak elde edilen projeksiyon katsayıları

Yıllar	Çilek	Dut	Ahududu
2006-2007	18,84	19,6	5,3
2007-2008	4,04	5,63	-2,48
2008-2009	11,84	4,36	-3,6
2009-2010	2,72	10,45	0,2
2010-2011	0,82	2,06	3,98
2011-2012	16,19	-3,22	98,15
2012-2013	5,87	0,57	-3,38
2013-2014	0,95	-15,71	16,36
2014-2015	-0,07	10,26	-5,82
Ortalama	6,8	3,77	12,07



Şekil 2. Projeksiyon katsayısına bağlı olarak Türkiye’deki bazı üzüksü meyvelerin 2016-2026 yılları arası projeksiyonu

Ele alınan meyveler arasında üretimi en az olan ahududunda ise 2011-2012 yılı projeksiyon katsayısında bir önceki yıla göre %98.15'e ulaşan bir artış meydana gelmiş ve ortalama projeksiyon katsayısı %12.07 olarak belirlenmiştir. Bu katsayının pozitif çıkmasıyla ilişkili olarak ahududu üretiminin gelecek yıllar itibariyle kayda değer bir artış göstererek 2026 yılında 15.121 tona ulaşabileceği görülmektedir (**Çizelge 1 ve Şekil 2**).

SONUÇ

Üzüksü meyveler, Türkiye'de üretimi giderek artış gösteren önemli bahçe bitkileri meyveleri arasında yer almaktadır. Yüksek fiyata pazarda alıcı bulması ve üreticiler tarafından ara ziraat ürünü olarak da ekonomilerine katkı sağlaması, bahçe kuruluş maliyetlerinin kısa sürede geriye dönmesi ve insan sağlığına olan faydalarının her geçen gün öneminin artması gibi nedenlerle üretiminde artış gerçekleşmektedir.

Bütün tarım ürünlerinde olduğu gibi ele alınan ürünlerde de çevre şartları ve biyotik stres koşulları verimi etkilemektedir. İlkbahar geç donları verimle direk ilişkilidir. Bütün bu sonuçlar neticesinde olumsuz çevre şartları ve stres koşulları haricinde bu meyve türlerinin üretim miktarlarında artış meydana gelebileceği öngörülmektedir.

Yapılan bu çalışmayla Türkiye de üzüksü meyve üretiminde söz sahibi bazı meyvelerin projeksiyon katsayıları hesaplanarak geleceğe yönelik üretimleri hakkında fikir sahibi olunmasına katkı sağlayacak sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak bütün bu sonuçlar neticesinde ele alınan her üç meyve türünde de projeksiyon katsayılarının pozitif çıkması 2026 yılına kadar bu meyve türlerinin üretiminde önemli miktarda artış olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ercisli, S., (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genet Resour Crop Ev*, 51: 419–435.
- Tosun, İ., Yüksel, S., 2003. Üzüksü Meyvelerin Antioksidan Kapasitesi, *Gıda*, 28(3), 305-311.
- Çevik İ., Erhan M., 2003. Bazı Üzüksü Meyve Çeşitlerinin Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 3:1-6.

Yaman M. , Yılmaz K.U., 2016, "Kapadokya Yöresinde Çilek Fidesi Üretiminde Verim ve Kaliteyi Arttırıcı Kimyasal Uygulamalar (İlk Yıl Sonuçları), *Bahçe*, cilt.45, ss.401-404.

Tüik: <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.

Demir, B., 2013. Mersin İlinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu, *Alınteri*, 24 (B) – 29-34

Demir, B., Kuş, E., 2016. İç Anadolu Bölgesinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu , *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 89-95 2016

Kayseri İli Günlük Referans Evapotranspirasyonun (ET₀) Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmin Edilmesi

Fatih Sekendur^{1*} Ali Ünlükara² Bilal Cemek³

¹ Meteoroloji 7.Bölge Müdürlüğü Erkilet Meydan Meteoroloji Müdürlüğü, Kayseri

² Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri

³ Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

*Sorumlu yazar: sekendurfatih@gmail.com

ÖZ

Evapotranspirasyon (ET) hidrolojik döngünün temel bileşenlerinden biridir. Bitkilerin sulama programlamasının yapılabilmesi için günlük bazda bitki su tüketimi verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada günlük referans evapotranspirasyonun (ET₀) Yapay Sinir Ağları Yöntemi (YSA) kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Kayseri ili ET₀ belirlenmesinde kullanılan veriler (günlük minimum ve maksimum bağıl nem, minimum ve maksimum sıcaklıklar, rüzgâr hızı, güneşlenme şiddeti ve güneşlenme süresi), Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 2010-2017 yılları için temin edilmiştir. 2010-2015 arası günlük meteorolojik veriler eğitim verisi, 2016-2017 arası günlük veriler ise test verisi olarak kullanılmıştır. İklim verileri göz önüne alınarak 11 farklı YSA Modeli oluşturulmuştur. En iyi sonuçlar; rüzgâr, minimum ve maksimum bağıl nem, minimum ve maksimum sıcaklık, güneşlenme şiddeti, güneşlenme süresi ve günlük zaman indisi parametrelerinin kullanıldığı modelde, belirleme katsayısı (R²)= 0.998 olarak belirlenmiştir. İkinci en iyi performans güneşlenme şiddeti, buhar basıncı açığı, ortalama sıcaklık, rüzgar ve günlük zaman indisi kombinasyonunun kullanıldığı modelde belirleme katsayısı=0.997 olarak belirlenmiştir. Çalışmada en az parametrenin kullanıldığı(nispi güneşlenme süresi, buhar basıncı açığı ve günlük zaman indisi) ve en düşük performansın alındığı modelde belirleme katsayısı= 0.950 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucu YSA modellerinin Kayseri ili günlük ET₀ hesaplamalarında başarılı sonuçlar verdiği, daha az veri kombinasyonları kullanılarak oluşturulan YSA modellerinin dahi FAO 56 Penman-Monteith yöntemiyle elde edilen ET₀ değerlerine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Yapay sinir ağları (YSA), Levenberg-Marquardt (LM), Referans evapotranspirasyon (ET₀), FAO 56 Penman-Monteith.

Estimation of Daily Reference Evapotranspiration by Using Artificial Neural Networks For The Province of Kayseri

ABSTRACT

Evapotranspiration (ET) is one of the basic components of the hydrologic cycle. Daily evapotranspiration data of plants is needed for irrigation scheduling of the plants. In this study, it was aimed to estimate daily reference evapotranspiration (ET₀) by using Artificial Neural Networks Method (ANN). The data used to determine reference evapotranspiration (ET₀) (daily minimum and maximum relative humidity, minimum and maximum

temperatures, wind speed, sunshine intensity and sunshine duration) were obtained from the Turkish State Meteorological Service for the years 2010-2017. Daily meteorological data between 2010-2015 were used as training data and 2016-2017 as test data. Based on the climate data, 11 different ANN models were formed. The best result was obtained from the model including wind, minimum and maximum relative humidity, minimum and maximum temperature, sunshine intensity, sunshine duration and daily time index parameters with correlation coefficient (R^2) of 0.998. The second best performance was obtained from the model including sunshine intensity, vapor pressure deficit, average temperature, wind and daily time index with a correlation coefficient (R^2) of 0.997. In the study, correlation coefficient was determined as 0.950 for the model with the least parameters (relative sunshine duration, vapor pressure deficit and daily time index). As a result of the study, it was seen that ANN models yielded successful results in daily ET_0 estimations for Kayseri province and even ANN models with less data combinations yielded reliable results for ET_0 values as compared to the values obtained by FAO 56 Penman-Monteith method.

Keywords: Artificial Neural Networks (ANN), Levenberg-Marquardt (LM), Reference Evapotranspiration (ET_0), FAO 56 Penman-Monteith.

GİRİŞ

Evapotranspirasyon (ET) buharlaşmayla toprak yüzeyinden oluşan su kaybı ve diğer taraftan terlemeyle bitkiden meydana gelen su kaybı şeklinde iki ayrı sürecin birleştirilmesi olarak tanımlanmıştır. Referans evapotranspirasyon (ET_0) hidrolojik döngünün temel bileşenlerinden biridir. Hal böyle olunca ET_0 miktarının doğru hesaplanması hidrolojik su dengesi, su kaynakları planlama ve yönetimi, sulama sistemlerinin planlanması vs. gibi birçok çalışma için büyük öneme sahiptir. Su kaynaklarının az olduğu alanlarda evapotranspirasyon kaybının hesaplanması veya tahmin edilmesiyle çok daha optimum sulama uygulamalarının planlanması ve yönetimi gerçekleştirilebilir. Buharlaşma ve terleme eş zamanlı olarak gerçekleşir ve bu iki süreci birbirinden ayırt etmek kolay değildir (Allen ve ark.,1998). ET_0 evapotranspirasyon üzerinde iklimin etkilerini ortaya koymakta ve bitki su gereksiniminin ilk basamağını yansıtmaktadır (Allen ve ark., 1998; Naoum and Tsanis, 2003). ET_0 miktarı direkt olarak lizimetre vasıtasıyla ölçülebilmektedir veya uzaktan algılama teknolojileriyle ya da meteorolojik veriler kullanılarak tahmin edilebilmektedir. ET_0 doğrusal olmayan dinamik bir süreçtir, bu yüzden farklı iklim koşulları altında güvenilir sonuçlar verebilen basit eşitlikler oluşturmak zordur (Kumar ve ark., 2002). Direkt ET_0 ölçümü mekansal ve zamana bağlı kısıtlamalardan dolayı sadece nitelikli araştırmalar için tavsiye edilmekte ayrıca maliyetli aletler ve işlemler gerektirmektedir (Kisi, 2007). Bu zorluklardan dolayı evapotranspirasyonun tahmin edilmesinde çok sayıda metot önerilmiştir (Brutsaert, 1982; Jensen ve ark., 1990). Genel olarak ET_0 hesaplamalarında enerji dengesi/aerodinamik eşitlik kombinasyonları en doğru sonuçları sağlayabilmektedir (Jensen ve ark., 1990). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ET_0 'nin hesaplanması için FAO 56 Penman-Monteith metodunu standart eşitlik olarak benimsemiştir (Allen ve ark., 1998; Naoum and Tsanis, 2003). Fakat FAO56 Penman-Monteith yöntemi çok sayıda meteorolojik parametreye ihtiyaç duymaktadır. Ülkemizin tüm illerinde, ilçelerinde ve hatta bu alanlar içerisinde birçok bölgede otomatik meteoroloji gözlem istasyonu bulunmaktadır. ET_0 hesaplamalarında gereksinim duyulan meteorolojik parametreler istenilen yer için bu istasyonlardan temin edilebilmektedir. Fakat bazı istasyonlarda yeterli ölçüm düzeneği olmadığından ET_0 hesaplamalarında kullanılan iklim parametreleri temin edilemeyebilir, kısa veya uzun süreli

arızalardan dolayı eksik meteorolojik veri alınabilir. İşte bu gibi nedenlerden dolayı eksik meteorolojik parametrelerle ET₀ hesaplamaları yapmak gerekebilir. ET₀ miktarının tahmin edilmesinde alternatif bir yol olarak yapay sinir ağları (YSA) kullanılmaktadır. YSA, biyolojik sinir ağlarından ilham alınarak oluşturulan matematiksel bir model olarak tanımlanabilir. YSA doğrusal olmayan kompleks birçok işte, örnek uzayı ağa doğru sunulduğu takdirde performansı yüksek sonuçlar verebilmektedir. Geçtiğimiz son on yılda gelişen bilgisayar teknolojilerinden dolayı; farklı bilim dallarında YSA kullanım alanı önemli derecede artmıştır. Yapay sinir ağlarının hidroloji, meteoroloji, tarımsal ekosistem, tarımsal yapılar ve sulama alanlarında da modelleme çalışmalarında kullanıldıkları bilinmektedir. Kumar ve ark. (2002) ET₀ hesaplamalarında YSA'ları kullanmış ve bu ağların FAO-56 Penman- Monteith yönteminden daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır. Trajkovic ve ark. (2005) ET₀ hesaplamalarında radyal taban fonksiyonlu YSA'ları kullanmışlardır. Levenberg-Marquardt (LM) algoritmali YSA'lar ile yürütülen bir çalışmada bu ağların doğruluğu araştırılmış ve elde edilen sonuçlar neticesinde mevcut iklim verilerinden ET₀ değerlerinin başarılı bir şekilde hesaplanabileceği ortaya konmuştur (Kisi, 2007).

Bu çalışmada bitki su tüketimine yönelik olarak günlük bazda FAO56 Penman-Monteith referans evapotranspirasyon verilerinin (ET₀) Yapay Sinir Ağları Yöntemi (YSA) kullanılarak tahmin edilmesi hedeflenmiştir. Levenberg-Marquardt (LM) algoritmasını kullanarak meteorolojik parametre tabanlı 11 farklı kombinasyonun, ET₀ hesaplaması üzerindeki etkinliklerini değerlendirmek ve performans istatistiklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYALVE METOT

2.1. Çalışma alanı iklimi, meteorolojik verinin temini ve verilerin kullanım şekli

Çalışma alanı Kayseri merkez olup, meteorolojik veriler Meteoroloji 7. Bölge Müdürlüğü istasyonuna aittir. İstasyonun rakımı 1094 metre, 38.68 Kuzey enleminde ve 35.50 Doğu boylamındadır. Kayseri'de kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak karasal nitelikte Orta Anadolu iklimi hüküm sürmektedir. En sıcak günler Temmuz ve Ağustos aylarında görülmektedir. Uzun yıllar (1950-2017) verilerine göre; Kayseri'de ortalama sıcaklık 10.6 °C, ortalama en yüksek sıcaklık 18.0 °C ve ortalama en düşük sıcaklık 2.9 °C'dir. Uzun yıllar verilerine göre ortalama nispi nem değeri %63.6 ve ortalama yağış miktarı ise 389 mm'dir. Kayseri ili ET₀ belirlenmesinde kullanılan veriler (günlük minimum ve maksimum bağıl nem, minimum ve maksimum sıcaklıklar, rüzgâr hızı, solar radyasyon ve güneşlenme süresi), Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 2010-2017 yılları için temin edilmiştir. 2010-2015 yıllarına ait günlük veriler eğitim seti, 2016-2017 yıllarına ait veriler ise test seti olarak kullanılmıştır.

2.2. FAO56 Penman-Monteith Yöntemi

Referans evapotranspirasyonun (ET₀) FAO56 Penman-Monteith yöntemiyle elde edilmesinde ise Allen ve ark. (1998)'de belirtilen aşağıdaki Eşitlik kullanılmıştır.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T + 273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

Eşitlikte ;

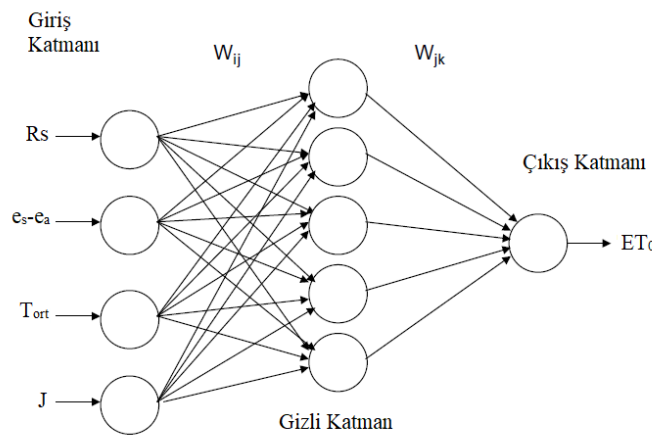
ET_0 : Referans evapotranspirasyon ($mm.gün^{-1}$), R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon($MJ.m^{-2}.gün^{-1}$), G : Toprak ısı akışı yoğunluğu ($MJ.m^{-2}.gün^{-1}$), T : 2 m yükseklikte ortalama günlük hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), u_2 : 2 metre yükseklikte rüzgar hızı ($m.s^{-1}$), e_s : Doygun buhar basıncı (kPa), e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa), Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi ($kPa.^{\circ}C^{-1}$), γ : Psikrometrik sabit ($kPa.^{\circ}C^{-1}$).

Yukarıda belirtilen eşitliğe göre Microsoft Office Excel ortamında bir çalışma sayfası düzenlenmiş ve gerekli meteorolojik parametreler çalışma sayfasının ilgili yerlerine girilerek 2010-2017 arası günlük bazda ET_0 verileri hesaplanmıştır.

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. YSA, insanlar tarafından gerçekleştirilmiş örnekleri (gerçek beyin fonksiyonunun ürünü olan örnekleri) kullanarak olayları öğrenebilen, çevreden gelen olaylara karşı nasıl tepkiler üreteceğini belirleyebilen bilgisayar sistemleridir. İnsan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde; öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme ve optimizasyon gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanmaktadırlar (Öztemel, 2016). YSA'larda en yaygın mimari; verilerin yapay sinir ağına girdi verisi olarak sunulduğu giriş katmanı, verilerin işlendiği gizli katman ve sunulan girdi verilerine karşılık sonucun elde edildiği çıkış katmanından oluşmaktadır. Bu tip YSA'lara çok katmanlı algılayıcı (ÇKA) denilmektedir (Fausset, 1994). ET_0 miktarının tahmin edilmesinde kullanılan bir YSA mimarisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada; W_{ij} ve W_{jk} sırasıyla, giriş katmanı ile gizli katman ve gizli katmanla çıkış katmanı arasında kullanılan ağırlık değerlerini temsil etmektedir.

Şekil 1. ET_0 tahmininde kullanılan bir yapay sinir ağı
Figure 1. An artificial neural network used in ET estimation



Levenberg-Marquardt (LM) Algoritması

LM temel olarak maksimum komşuluk üzerine kurulmuş en küçük kareler hesaplama metodudur. Bu algoritma Gauss-Newton ve gradient-descent algoritmalarının en iyi

özelliklerinden oluşur ve bu iki metodun kısıtlamalarını kaldırır. LM algoritması optimizasyon, tahminleme vs. problemlerinde diğer birçok algoritmaya göre daha hızlıdır (Haykin, 2001). Yapay sinir ağlarında giriş verisi-çıkış verisi eşleşmesini eğitim veri seti ile modelleyebilmek için genellikle geriye yayılım algoritması tercih edilmektedir (Wilamowski ve ark., 2010). Dinamik öğrenme oranı geriye yayılım algoritmasının hızını, momentum da yakınsama hızını artırabilir (Wilamowski ve ark., 2010; Ferrari and Jensenius, 2008). Newton, Levenberg-Marquardt (LM) gibi ikinci dereceden türev gerektiren algoritmalar öğrenme hızını belirgin bir şekilde artırmaktadır. LM algoritması bilhassa doğrusal olmayan parametrelerin modellenmesinde günümüzde ağ eğitiminde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Dohnal, 2004; Khosravi ve ark., 2006).

Yapay Sinir Ağlarının Tasarımı

Yapay sinir ağı topolojisi oluştururken gizli katmanlarda kaç tane nöronun kullanılacağı, öğrenme ve momentum katsayısı, başlangıç ağırlığı vb. gibi parametrelerin belirlenmesi zorlu bir işittir. Belirli bir problem için bir yapay sinir ağının uygun mimarisi belirlemek önemli bir konudur çünkü, bu mimariye göre modeller oluşturulacaktır. Burada çeşitli ağ yapıları denendikten sonra her bir veri kombinasyonu için optimum gizli katman nöron sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Gizli katmanda veya katmanlarda kaç tane nöronun kullanılacağına dair henüz kesin bir teori yoktur.

YSA modellerinin oluşturulmasında MATLAB programı kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarının eğitimi 1000 iterasyon (tekrarlama) eşik değerine geldiğinde durdurulmuştur. Çünkü eğitimin hata değişkenliği bu iterasyon değerinden sonra çok az hata verdiği görülmüştür. Gizli katmanda aktivasyon fonksiyonu olarak tanjant-sigmoid kullanılırken çıkış katmanında aktivasyon fonksiyonu olarak pure-linear fonksiyonu kullanılmıştır. YSA modellerinin oluşturulmasında farklı öğrenme katsayısı ve momentum katsayısı denenmiş ve en iyi performansın elde edilebileceği katsayılar bulunmaya çalışılmıştır. Denemeler sonucunda tüm YSA modellerin oluşturulmasında öğrenme katsayısı 0.8, momentum katsayısı ise 0.9 olarak alınmıştır. Çalışmada kullanılan veri kombinasyonları ve YSA mimarileri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge1. Veri kombinasyonları ve yapay sinir ağı mimarileri
Table 1. Data combinations and artificial neural network architectures

Model	Veri Kombinasyonu	YSA Mimarisi
M1	u, RH _{min} , RH _{mak} , T _{min} , T _{mak} , R _s , n, J	8-13-1
M2	R _s , e _s -e _a , T _{ort} , u, J	5-11-1
M3	n/N, T _{ort} , e _s -e _a , u, J	5-9-1
M4	R _s , T _{ort} , RH _{ort} , u, J	5-9-1
M5	n/N, T _{ort} , RH _{ort} , u, J	5-7-1
M6	R _s , n/N, T _{ort} , u, J	5-7-1

M7	R_s, e_s-e_a, T_{ort}, J	4-9-1
M8	$n/N, T_{ort}, e_s-e_a, J$	4-8-1
M9	R_s, e_s-e_a, J	3-7-1
M10	$n/N, T_{ort}, J$	3-5-1
M11	$n/N, e_s-e_a, J$	3-5-1

u: 2 metre rüzgar hızı ($m.sn^{-1}$), RH_{min} ve RH_{mak} : En düşük ve en yüksek bağıl nem (%), T_{min} ve T_{mak} : En düşük ve en yüksek hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), R_s : Solar radyasyon ($MJ.m^{-2}.gün^{-1}$), n : Güneşlenme süresi (saat), e_s-e_a : Buhar basıncı açığı (kPa), T_{ort} : Ortalama hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), n/N : Nispi güneşlenme süresi, RH_{ort} : Ortalama nispi nem (%).

Burada e_s-e_a (buhar basıncı açığı) ve n/N (nispi güneşlenme süresi) parametrelerinin elde edilmesinde Allen ve ark. (1998)'de belirtilen eşitlikler kullanılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi veri kombinasyonlarında kullanılan J günlük zaman indisini simgelemektedir. Çalışmada ET_0 tahmininde günlerin ve mevsimlerin etkisini dikkate alma amacıyla günlük zaman indisi (J) yapay sinir ağı mimarisine dahil edilmiştir. Günlük zaman indisi (J); Ocak-Aralık arası tüm günleri sırasıyla 1'den başlayarak yılın en sonuncu gününe kadar ifade etmektedir. Yani Ocak ayı 1. gün için $J=1$, Ocak ayı 2.gün için $J=2$, Şubat ayı 1. gün için $J=32$, Mart ayı 1.gün $J=60$ iken Aralık ayı 31. günü $J=365$ (veya 366) olarak tanımlanmıştır. Anlaşılacağı üzere J ölçüm veya hesaplama gerektirmeyen bir parametre olup, oluşturulan tüm modellerde kombinasyon verisi olarak kullanılmıştır. Ölçüm veya hesaplama gerektirmeyen J parametresinin günlük ET_0 tahmini için oluşturulan YSA modellerinde parametre olarak kullanılmasının daha yüksek performans sağlayacağı düşünülen tüm veri kombinasyonlarına dahil edilmiştir. J parametresinin etkinliğini görebilmek için de iki parametreden oluşan ($n/N, e_s-e_a$) bir veri kombinasyonu YSA modeli oluşturulmuş fakat bu model performans karşılaştırma tablosuna dahil edilmemiştir.

2.5 Modellerin Performanslarının Değerlendirilmesi

YSA ile geliştirilen modellerin performanslarını değerlendirmek için literatürde birçok istatistik analiz metodu bulunmaktadır ve çok önemli bir aşamadır. Çünkü modellerin doğruluk oranı istatistik analiz metotlarıyla bulunmaktadır. YSA'da öğrenme sırasında meydana gelen sistem hatalarını belirlemede bahsi geçen metotlar kullanılmaktadır. YSA'da modellerin doğruluğunun tespitinde ağa eğitim sırasında hiç gösterilmeyen test verisi olarak adlandırılan veri seti gösterilir ve ağın bu veri seti için oluşturduğu çıktı verileri alınır. Ağdan elde edilen çıktı verisi istatistik analiz metotları aracılığıyla beklenen veri (gerçek dünya verisi) ile karşılaştırılır. Çalışmada modellerin performanslarının değerlendirilmesinde Ortalama Mutlak Hata (MAE), Tahmin hatasının standart sapması (RMSE) ve Belirleme Katsayısı (R^2) istatistikleri kullanılmıştır. R^2 , RMSE ve MAE istatistikleri sırasıyla 2, 3 ve 4 numaralı eşitliklerde aşağıda gösterilmiştir.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N [ET_{0,PM-FAO56,i} - ET_{0,tah,i}]^2}{\sum_{i=1}^N [ET_{0,PM-FAO56,i} - ET_{0,ortPM-FAO56}]^2} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [ET_{0,PM-FAO56,i}^30 - ET_{0,tah,i}]^2}$$

(3)

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |ET_{0,PM-FAO56,i} - ET_{0,tah,i}| \quad (4)$$

Eşitliklerde; $ET_{0,PM-FAO56,i}$ i noktasında FAO-56 Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanan ET_0 değerini, $ET_{0,ortPM-FAO56}$ FAO-56 Penman-monteith yöntemiyle hesaplanan ET_0 değerinin ortalamasını, $ET_{0,tah,i}$ noktasında YSA ile oluşturulan modelin tahmin ettiği ET_0 değerini ve N ise veri setindeki veri sayısını temsil etmektedir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Eğitim periyodunda ve test periyodunda kullanılan her bir parametrenin istatistiksel özellikleri ve tüm veri setinin istatistiksel özellikleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge2. Çalışmada kullanılan parametrelerin istatistiksel özellikleri
Table 2. Statistical properties of the parameters used in the study

Veri seti	Parametre	Min.	Mak	Ort.	SD	Çarpıklık	Basıklık	Kor.
Eğitim seti	u	0,15	5,38	1,06	0,56	2,67	11,1	0,38
	RH _{min}	6	97	33,9	16,3	0,88	0,23	-0,69
	RH _{mak}	34	99	84,4	11,5	-1,18	1,06	-0,57
	T _{min}	-20,9	30	4,78	7,51	-0,29	-0,28	0,83
	T _{mak}	-9,1	38,5	19,0	10,1	-0,21	-0,89	0,87
	Rs	4,56	27,0	14,6	6,45	0,17	-1,30	0,93
	n	0	14	6,73	4,10	-0,12	-1,12	0,75
	e _s -e _a	0,02	3,87	1,04	0,77	0,82	-0,05	0,85
	T _{ort}	-15	33,4	11,9	8,54	-0,23	-0,71	0,88
	n/N	0	0,97	0,54	0,30	-0,49	-1,04	0,59

	RH_{ort}	22	98	59,2	13,1	0,12	-0,37	-0,72
Test seti	u	0,15	5,16	1,04	0,60	2,97	13,4	0,36
	RH_{min}	8	95	30,9	15,7	0,91	0,35	-0,66
	RH_{mak}	35	99	82,7	12,5	-0,95	0,32	-0,46
	T_{min}	- 20,2	19,8	4,63	8,13	-0,40	-0,41	0,85
	T_{mak}	-7,2	38,3	19,8	10,6	-0,39	-0,63	0,88
	Rs	4,57	26,7	15,7	6,44	-0,09	-1,27	0,91
	n	0	13,7	7,76	4,12	-0,46	-0,93	0,73
	e_s-e_a	0,06	3,47	1,13	0,80	0,76	-0,21	0,85
	T_{ort}	- 12,4	27,9	12,2	9,14	-0,38	-0,54	0,89
	n/N	0	0,95	0,62	0,30	-0,82	-0,66	0,54
		RH_{ort}	23	94	56,9	12,7	0,03	-0,32
Tüm veri	u	0,15	5,39	1,01	0,57	2,76	12,1	0,37
	RH_{min}	8	97	33,2	17,2	0,90	0,30	-0,69
	RH_{mak}	34	99	84,0	11,9	-1,13	0,85	-0,55
	T_{min}	- 20,9	30	4,75	7,67	-0,32	-0,30	0,83
	T_{mak}	-9,1	38,5	19,2	10,3	-0,25	-0,83	0,87
	Rs	4,56	27,1	14,8	6,47	0,13	-1,29	0,92
	n	0	14	6,97	4,13	-0,19	-1,11	0,75
	e_s-e_a	0,02	3,87	1,06	0,78	0,81	-0,09	0,85
	T_{ort}	-15	33,4	11,9	8,68	-0,27	-0,66	0,88
	n/N	0	0,97	0,56	0,30	-0,55	-0,99	0,58
		RH_{ort}	22	98	58,6	13,0	0,09	-0,34

u: 2 metre rüzgar hızı (m/sn), RH_{min} ve RH_{mak} : En düşük ve en yüksek bağıl nem (%), T_{min} ve T_{mak} : En düşük ve en yüksek hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), R_s : Solar radyasyon ($MJ.m^{-2}.gün^{-1}$), n: Güneşlenme süresi (saat), e_s-e_a : Buhar basıncı açığı (kPa), T_{ort} : Ortalama hava sıcaklığı ($^{\circ}C$), n/N: Nispi güneşlenme süresi, RH_{ort} : Ortalama nispi nem, ET_0 : Referans evapotranspirasyon (mm), SD: Standart sapma, Kor: ET_0 ile korelasyon

Çalışmada 11 farklı veri kombinasyonu ile oluşturulan modellerin etkinlikleri araştırılmış ve performansları karşılaştırılmıştır. Levenberg-Marquardt (LM) algoritmasıyla oluşturulan her bir YSA modelinde bir giriş, bir gizli ve bir çıkış katmanı kullanılmıştır. Günlük ET_0 tahmini için oluşturulan modellerin eğitim ve test sonuçları Çizelge 3’de gösterilmiştir. Çizelge 3’de sunulan sonuçlar, her model için en iyi ağ mimarisi oluşturmaya çalışılarak elde edilen sonuçlardır.

Çizelge 3. Yapay sinir ağlarıyla oluşturulan modellerin eğitim ve test sonuçları
Table 3. Training and test results of models with artificial neural networks

Model	Veri Kombinasyonu	Eğitim veri seti			Test veri seti		
		MAE (mm)	RMSE (mm)	R^2	MAE (mm)	RMSE (mm)	R^2
M1	u, RH_{min} , RH_{mak} , T_{min} , T_{mak} , R_s , n, J	0.042	0.061	0.999	0.060	0.074	0.998
M2	R_s , e_s-e_a , T_{ort} , u, J	0.038	0.080	0.999	0.063	0.092	0.997
M3	n/N, T_{ort} , e_s-e_a , u, J	0.056	0.084	0.997	0.068	0.109	0.996
M4	R_s , T_{ort} , RH_{ort} , u, J	0.074	0.108	0.996	0.086	0.129	0.994
M5	n/N, T_{ort} , RH_{ort} , u, J	0.092	0.138	0.993	0.100	0.142	0.993
M6	R_s , n/N, T_{ort} , u, J	0.107	0.149	0.992	0.121	0.186	0.987
M7	R_s , e_s-e_a , T_{ort} , J	0.185	0.289	0.971	0.227	0.357	0.955
M8	n/N, T_{ort} , e_s-e_a , J	0.189	0.293	0.969	0.238	0.364	0.953
M9	R_s , e_s-e_a , J	0.210	0.319	0.963	0.242	0.366	0.952
M10	n/N, T_{ort} , J	0.232	0.345	0.957	0.246	0.369	0.952
M11	n/N, e_s-e_a , J	0.226	0.335	0.959	0.248	0.371	0.950

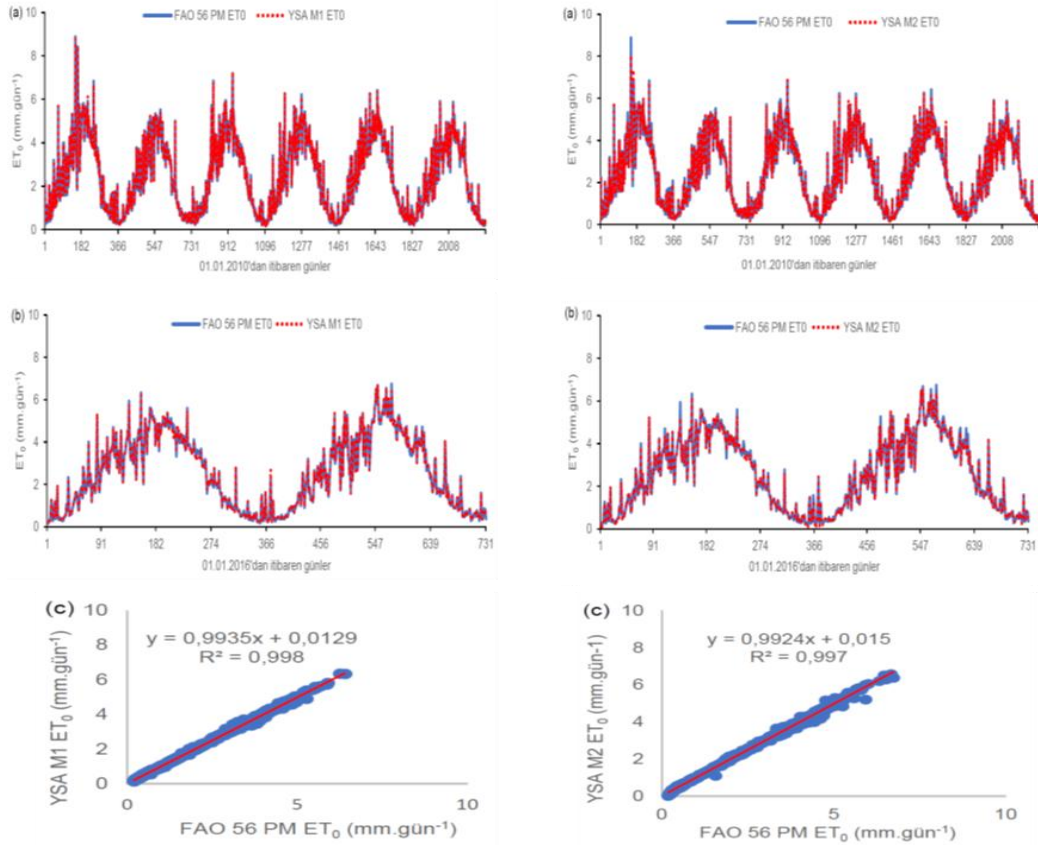
Eğitim ve test periyodunda FAO 56 Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanan ET_0 değerleri en iyi performansın alındığı YSA M1 ve YSA M2 modellerinin ürettiği ET_0 değerleriyle zaman serisi grafiğinde karşılaştırılmış ve dağılım grafikleri çizilmiştir (Şekil 2 ve 3).

Şekil 2. (a) ve (b) sırasıyla eğitim ve test periyodu için FAO 56 PM ET₀ ve YSA M1 ET₀ değerlerinin zaman serisi grafiğinde karşılaştırılması, (c) test periyodu için dağılım grafikleri

Figure 2. (a) and (b) respectively, comparison of FAO 56 PM ET₀ and ANN M1 ET₀ values in the time series chart for training and test period, (c) scatter plots for the test period

Şekil 3. (a) ve (b) sırasıyla eğitim ve test periyodu için FAO 56 PM ET₀ ve YSA M2 ET₀ değerlerinin zaman serisi grafiğinde karşılaştırılması, (c) test periyodu için dağılım grafikleri

Figure 3. (a) and (b) respectively, comparison of FAO 56 PM ET₀ and ANN M2 ET₀ values in the time series chart for training and test period, (c) scatter plots for the test period



Çizelge 3’de sunulduğu gibi, en iyi performans M1 modelinden elde edilmiş ve test veri seti için MAE= 0.060, RMSE= 0.074 ve $R^2= 0.998$ olarak hesaplanmıştır. Kisi and Demir, (2016) günlük bazda güneşlenme şiddeti, hava sıcaklığı, nispi nem ve rüzgar hızı verilerini, altı

farklı çok katmanlı algılayıcı model içerisinde kullanmışlar ve en iyi sonucu Levenberg-Marquardt modelinden (RMSE= 0.083 MAE= 0.06 ve $R^2=0.998$) elde etmişlerdir. İspanya’da yürütülen bir çalışmada 1999-2003 yılları arası 5 yıllık günlük meteorolojik verilerle yedi farklı YSA modelleri oluşturulmuş ve en iyi sonuç meteorolojik parametrelerin hepsinin dahil edildiği modelde RMSE= 0.285 $R^2= 0.997$ elde edilmiştir (Landeras ve ark., 2008). Kisi (2007) yürüttüğü bir çalışmada Amerika’da bulunan üç lokasyonun 2001-2004 yılları arası güneşlenme şiddeti, hava sıcaklığı, nispi nem ve rüzgar verilerini Levenberg-Marquardt çok katmanlı YSA modelinde giriş verisi olarak kullanmış ve MAE= 0.23 ve $R^2= 0.968$ istatistik değerlerini bulmuştur. Yunanistan’da yürütülen benzer bir çalışmada araştırmacılar 4 meteorolojik parametreyle oluşturdukları YSA modellerinden elde ettikleri en iyi sonuca göre RMSE= 0.574 $R^2= 0.986$ elde etmişlerdir (Antonopoulos and Antonopoulos, 2017). Yukarıdaki çalışmalarla kıyaslandığında yürüttüğümüz çalışmada elde edilen istatistik sonuçları çok daha iyi performanslı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sonuçların elde edilmesinde günlük zaman indisi (J), nispi güneşlenme süresi (n/N) ve buhar basıncı açığı (es-ea) parametrelerinin modellere dahil edilmesinin daha iyi sonuçlar verdiği açıkça görülmüştür. Çalışmada en iyi ikinci performans beş parametrenin kullanıldığı (R_s , e_s-e_a , T_{ort} , u, J) veri kombinasyonu ile elde edilen M2 modelinden alınmış ve test veri seti için MAE= 0.063, RMSE= 0.092 ve $R^2= 0.997$ olarak hesaplanmıştır. M1 ve M2 modellerinin performansları kıyaslandığında birbirine çok yakın sonuçlar alındığı görülmüştür. En düşük performans ise sadece 3 parametreyle (n/N, e_s-e_a , J) oluşturulan M11 modelinden alınmış ve test veri seti için MAE= 0.248, RMSE= 0.371 ve $R^2= 0.950$ olarak hesaplanmıştır. Tablo 2’de gösterildiği gibi veriler arasında ET_0 ile en iyi korelasyon sırasıyla R_s, T_{ort} ve e_s-e_a parametrelerinden alınmıştır. M9, M10 ve M11 modellerinden elde edilen performans sonuçlarının birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Fakat veriler arası korelasyon sonuçlarını doğrular nitelikte, R_s parametresi dahil edilerek oluşturulan M9 modelinin M10 modeline göre daha iyi sonuç verdiği; T_{ort} parametresinin dahil edilerek oluşturulan M10 modelinin ise M11 modeline göre daha iyi sonuç verdiği bulunmuştur. Rüzgar parametresinin dahil edildiği veri kombinasyonlarıyla oluşturulan M1, M2, M3, M4, M5 ve M6 modellerinden diğer 5 modele göre daha iyi sonuçlar alınmıştır. Bu rüzgarın evapotranspirasyon üzerindeki adveksiyon etkisinden meydana gelmiş olabilir. R_s parametresinin dahil edildiği M4 modelinin sonuçlarının, n/N (nispi güneşlenme süresi) parametresinin dahil edildiği M5 modelinden elde edilen sonuçlarla yakın olması, nispi güneşlenme süresinin ET_0 tahmininde etkin bir parametre olarak kullanılabileceğini göstermiştir. RH_{ort} parametresi dahil edilerek oluşturulan M4 ve M5 YSA modellerinin M2 ve M3 modellerine göre daha düşük performans alınmıştır. Burada; M4 ve M5 modellerinin performans sonuçlarına RH_{ort} parametresinin ET_0 ile negatif yönlü ilişkisi neden olmuş olabilir. Günlük zaman indisi (J) parametresinin etkinliğini araştırabilmek amacıyla da M11 modelinin oluşturulması için kullanılan veri kombinasyonundan (n/N, e_s-e_a , J) parametresi çıkartılarak; Çizelge 3’e dahil edilmeyen iki parametreden (n/N, e_s-e_a) oluşan veri kombinasyonu ile bir YSA modeli (2-4-1) oluşturulmuştur. Bu modelin test sonuçlarına göre MAE= 0.620, RMSE=0.782 ve $R^2= 0.765$ olarak hesaplanmıştır. Çizelge 3’de M11 modelinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde; J parametresi eğer M11 modelinden çıkartılırsa, bu parametrenin performans düşüşünde ne kadar fazla etkili olabileceği görülmüştür. 2008 yılında yürütülen benzer bir çalışmada J

parametresi YSA modeli oluşturulmasında kullanılmış ve bu parametrenin YSA modeli performansını artırdığı görülmüştür (Taymoor, 2008).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tüm YSA modelleri göz önüne alındığında yürütülen çalışma sonucuna göre solar radyasyon, ortalama hava sıcaklığı, buhar basıncı açığı ve nispi güneşlenme süresinin ET_0 tahmin çalışmalarında YSA modellerinde etkin bir şekilde kullanılabilceği görülmüştür. Çalışmada iyi sonuçların alınmasında önemli etken olan günlük zaman indisi, nispi güneşlenme süresi ve buhar basıncı açığı parametrelerin (J, n/N ve es-ea) meteorolojik verilerden hesaplanarak elde edilmesi nedeniyle ulaşılması zor olan parametreler değildir. Bu nedenle bu parametrelerin YSA tabanlı bitki su tüketimi tahmini çalışmalarında kullanılması önerilebilir. Su kaynaklarının ve sulama sistemlerinin doğru bir şekilde yönetilebilmesi, hidrolojik su döngüsünün kurulması, sulama ve drenaj sistemlerinin planlanması ve projelenmesi için bitki su tüketiminin en doğru şekilde hesaplanabilmesi çok önemlidir. FAO56 Penman-Monteith yöntemi en çok tavsiye edilen ve kullanılan ampirik ET_0 hesaplama yöntemlerinden biri olmasına karşın çok sayıda iklim parametresine ihtiyaç duymakta ve bu da yöntemin kullanılabilirliği etkileyebilmektedir. Eksik iklim parametreleriyle de ET_0 hesaplamasının yapılması gerektiği durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada farklı veri kombinasyon senaryolarıyla YSA modelleri oluşturulmuş ve günlük referans evapotranspirasyon (ET_0) miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sadece birkaç meteorolojik tabanlı parametreyle dahi FAO56 Penman Monteith yöntemiyle elde edilen ET_0 değerlerine yakın sonuçlar alındığı görülmüştür. Hatta elde edilen bu sonuçlara göre YSA modelleri sayesinde eksik verilerinden de tamamlanabilmesi söz konusudur. YSA modelleri oluşturulurken veri setinin doğru düzenlenmesi, mantık dışı hatalı verilerin çıkartılması, eğitim ve test verilerinin tüm veri setini temsil edecek yapıda olması önemli derecede model performansını etkilemektedir. YSA modelleriyle ET_0 tahmin edilmesinde bu gibi hususlar göz ardı edilmediği takdirde yüksek performans/doğruluk elde edilebilmesi mümkündür. Yüksek doğruluk performansına sahip YSA modelleri kullanılarak sulama yönetimi ve otomasyonu daha hızlı ve kolay yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Antonopoulos, V.Z, and Antonopoulos, A.V., 2017. Daily reference evapotranspiration estimates by artificial neural networks technique and empirical equations using limited input climate variables. Computers and Electronics in Agriculture 132: 86-96.
- Brutsaert, W.H., 1982. Evaporation into the Atmosphere, Reidel Dordrecht.

- Dohnal, J.,2004. Using of Levenberg-Marquardt method in identification by neural networks, In Student EEICT 2004. Student EEICT 2004. Brno: Ing. Zdeněk Novotný CSc., 2004, pp. 361 - 365, ISBN 80-214-2636-5 .
- Fausset, L.V., 1994.Fundamentals of Neural Networks Architectures, Algorithms and Applications.Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Ferrari, S., Jensenius, M.,2008. A constrained optimization approach to preserving priorknowledge during incremental training, IEEE Trans. Neural Netw., Cilt: 19, No: 6, 996–1009.
- Haykin, S., 2001. Neural Networks - A Comprehensive Foundation, Second Edition, Pearson Education, India.
- Jensen, ME., Burman, R.D., and Allen, R.G., 1990.Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements.ASCE Manuals and Reports on Engineering PracticesNo. 70. ASCE: New York, NY.
- Kisi, O., 2007. Evapotranspiration modelling from climatic data using a neural computing technique. Hydrol Process, 21: 1925-1934.
- Kisi, O., 2016. Evapotranspiration estimation using six different multi-layer perceptron algorithms. Irrigation and Drainage Systems Engineering 5:2.
- Khosravi, Z.M.H., Barghinia, S., and Ansarimehr, P.,2006. New momentum adjustment technique for Levenberg-Marquardt neural network used in short term load forecasting in Proc. of 21st International Power System Conference (PSC 2006), Tehran, Iran.
- Kumar, M., Raghuwanshi, N.S., Singh, R., Wallender, W.W., and Pruitt, W.O.,2002. Estimating evapotranspiration using artificial neural network, J Irrig Drain Eng - Asce. 128:224–233.
- Landeras, G., Ortiz-Barredo, A., and Lopez, J.J, 2008. Comparison of artificial neural network models and empirical and semi-empirical equations for daily reference evapotranspiration estimation in the Basque Country (Northern Spain). Agricultural Water Management 95: 553-565.
- Naoum, S., and Tsanis, I.K., 2003. Hydroinformatics in evapotranspiration estimation. Environmental Modelling & Software18: 261–271.
- Öztemel, E., 2016. Yapay Sinir Ağları, 3. Baskı, Papatya Bilim Yayınları, İstanbul.
- Taymoor, A., 2008. Application of Radial Basis Function Neural Networks for Reference Evapotranspiration Prediction.
- Trajkovic, S., 2005. Temperature-based approaches for estimating reference evapotranspiration. ASCE Journal of Irrigation and DrainageEngineering,131: 316–323.
- Wilamowski, B.M., and Yu, H.,2010. Improved computation for Levenberg–Marquardt training. IEEE Transactions on Neural Networks , Cilt: 21, No: 6, 930-937.

Vejetasyon Döneminin Erciyes Korungasının (*Onobryhis argaea*) Yem Özellikleri Üzerine Etkisi

İsmail Ülger¹, Mahmut Kaplan^{2*}, Bayram Atasagun³, Yusuf Murat Kardes⁴, Turhan Doran², Adem Kamalak⁴

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kayseri, Türkiye

²Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri, Türkiye

³Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kayseri, Türkiye

⁴Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, [Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi](#), Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

⁵Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar: mahmutk@erciyes.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın amacı farklı vejetasyon dönemlerinde (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve tohum bağlama) hasat edilen Erciyes Korungasının (*Onobryhis argaea*) kimyasal kompozisyonuna (ADF, NDF, ham protein, ham kül, ham yağ, kondense tanen), mineral madde içeriklerine, *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesine (OMS) etkisini belirlemektir. Bu amaçla korungalar 2017 yılında Erciyes dağında doğal ortamlarından üç tekrarlamalı olarak hasat edilmiş ve kurtulmuş analizlere hazırlanmıştır. Kimyasal analizler tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranları artarken, ham protein, ham yağ ve ham kül içerikleri azalmıştır. Erciyes korungası otunun olgunlaşma döneminin ilerlemesi yirmi dört saatlik gaz ve metan üretimleri ile metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesi (OMD) önemli ölçüde azaltmıştır. Sonuç olarak, olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle birlikte Erciyes korungasının besleme değeri düşmüştür. Erciyes korungası otunun çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde ham protein oranı ve metabolik enerji kapasitesinin yüksek olmasından dolayı otlatılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Onobrychis argaea*, besin değeri, *in vitro* gaz üretimi, metan, kimyasal kompozisyon

Effect of Maturity Stages on Potential Feed Value of Erciyes Sainfoin (*Onobrychis argaea*) Hay

ABSTRACT

The aim of the current experiment was to determine the effect of maturity stage (pre-flowering, flowering and seeding maturity) on the potential nutritive value, gas and methane production, metabolisable energy and organic matter digestibility of Erciyes sainfoin plant. *Onobrychis argaea* plants were manually harvested from three plots that were established over the natural pastures of in Erciyes Mountain, Kayseri in completely randomized block design in the experimental field in 2017. Maturity stage had a significant ($P \leq 0.01$) effect on chemical composition, gas and methane production, organic matter digestibility and metabolisable energy. Acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) contents increased, crude protein, crude oil, condense tannin and crude ash contents decreased with advancing maturity whereas. The 24 hour gas and methane production, organic matter digestibility and metabolisable energy decreased with increasing maturity. Therefore it was concluded that *Onobrychis argaea* plants should be harvested or grazed before flowering stages and flowering stages because of high crude protein content and metabolisable energy of these stage.

Keywords: *Onobrychis argaea*, nutritive value, *in vitro* gas and methane production, chemical composition

GİRİŞ

Onobrychis cinsinin (*Hedysareae*, *Fabaceae*) Dünya genelinde yaklaşık 342 türü bulunmaktadır. Cinsin üyeleri, Kuzey ılıman bölgeleri, Doğu Akdeniz bölgesi ve Güneybatı Asya'yı içeren kuru açık yaşam alanlarında yaygın olarak bulunmaktadır (Hedge, 1970; Hejazi vd. 2010). Bu türlerin çeşitliliği ve yoğunlaşması Anadolu-İran-Kafkasya bölgesinde yüksektir. Türkiye'de *Onobrychis* cinsi beş bölüme ayrılmıştır ve 65 takson ile temsil edilmektedir, bunların 33'ü endemiktir (Güner vd. 2012). *Onobrychis* (korunga) türleri, pek çok hayvan için yüksek protein içeriğinden dolayı kaba yem olarak ekonomik açıdan oldukça önemlidir (Hayot Carbonero vd. 2011). Buna ek olarak, *Onobrychis* türleri çayır ve meraların iyileştirilmesi, arazi koruma ve rehabilitasyon için büyük bir potansiyele sahiptir (Cavallarian

vd. 2005). *Onobrychis argaea* Kayseri'de Erciyes Dağı'na özgü endemik türdür ve hayvan beslemede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bölge hayvancılığı açısından yaygın kullanımına rağmen besinsel özellikleri hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Hasat zamanının bitkilerin besin kompozisyonuna, metabolik enerji içeriğine, mineral madde içeriğine ve sindirim derecesine olan etkisi bazı araştırmacılar tarafından ortaya konmasına rağmen doğal meralarda araştırmayı bekleyen daha birçok bitki bulunmaktadır (Kamalak ve ark. 2005ab; Kamalak, 2010; Kamalak ve ark., 2011). Bitkilerin değişik zamanlardaki besin madde içeriklerin belirlenmesi bitkinin uygun zamanda hasat edilmesi veya otlatılmasına olanak sağladığı bildirilmiştir (Valente vd. 2000).

Yemlerde besinsel özellikler yönünden farklılıkların belirlenmesinde, yemlerin kimyasal kompozisyonu, metabolik enerji ve sindirilebilir besin maddelerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Canbolat ve Karaman, 2009). Yemlerin enerji ve sindirilebilir besin maddelerinin belirlenmesinde genellikle *in vivo* yöntemler kullanılmasına rağmen bu yöntemlerin zaman alıcı ve pahalı olmasından dolayı son zamanlarda *in vitro* gaz üretim tekniği ve kimyasal kompozisyonu ile yemlerin potansiyel besleme değerleri ortaya konulmaya çalışılmaktadır (Ülger ve Kaplan, 2016).

Bu çalışmanın amacı vejetasyon döneminin Erciyes korungası otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine olan etkisini araştırmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Yem örneklerinin hazırlanması ve kimyasal analizlerin yapılması

Bitki örnekleri Erciyes dağında doğal yayılım gösteren alanlardan çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde üç tekrarlamalı olarak hasat edilmiş ve alınan ot örnekleri 70 °C'de ağırlıkları sabit oluncaya kurutulmuştur. Kurutulan ot örnekleri 1 mm'lik elek çapına sahip değirmende öğütülerek biyokimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Ham protein, ham kül ve ham yağ analizleri AOAC (1990)'da belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. NDF ve ADF analizleri sırasıyla Van Soest ve Wine (1967) ve Van Soest (1963)'de belirtilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kondense tanen içeriği ise Bütanol-HCl yöntemiyle yapılmıştır (Makkar ve ark. 1995).

Gaz ve metan ölçümlerin yapılması

Vejetasyon döneminin Erciyes korungasının otunun yem özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada gaz ve metan üretiminin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır (Menke ve ark. 1979). Rumen sıvısı %60 yonca ve %40 arpadan oluşan karışımla beslenen fistül takılı ivesi koyunlarından sabah yemlemeden önce alınmıştır. Alınan rumen sıvısı 6 katlı tülbentten süzülmüştür. Süzülen rumen sıvısı 1:2 oranında tampon çözeltiyle karıştırılmıştır. Tomponlanmış rumen sıvısından yaklaşık 0.2 g ot örneği tartılmış olan şırıngalar içerisine 30 ml konularak, 39 °C ayarlı su banyosu içerisine yerleştirilmiştir. Çalışmada net gaz üretimini belirlemek amacıyla dört adet ot örneği olmayan, rumen sıvılı şırıngalarda su banyosuna yerleştirilmiş ve bu şırıngaların ürettikleri az miktarları yem örneği olan şırıngaların gaz üretiminden çıkarılmıştır.

Yem örnekleri 24 saatlik inkübasyona tabi tutularak gaz üretimleri belirlenmiştir. Yem örneklerinin ürettikleri gazlar plastik şırınga kullanılarak İnfrared Metan Analiz cihazına (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) transfer edilmiş ve metan üretimleri belirlenmiştir (Goel ve ark. 2008). İnfrared Metan Analiz cihazı enjekte edilen gazın içerisindeki metanı miktarını % olarak belirlemiştir. Bu oran toplam gaz üretimi ile çarpılarak metan üretimi (mL) belirlenmiştir. Metan üretimini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Erciyes Korungası ot örneklerinin metabolik enerji değeri (ME) ve organik madde sindirim derecesinin (OMS) belirlenmesi

Erciyes korungası otunun metabolik enerji içeriği, yirmi dört saatlik gaz üretimi ve kimyasal kompozisyonlarına ait bazı parametreler kullanılarak aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır (Menke ve Steingass 1988).

$$ME (MJ/kg KM) = 2.20 + 0.136 G\ddot{U} + 0.057HP + 0.002859HY^2$$

$$OMS (\%) = 14.88 + 0.889GP + 0.45HP + 0.0651HK$$

Bu eşitliklerde;

KM: Kuru madde

GÜ = Yirmi dört saatlik gaz üretimi (ml)

HP = Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül(%)

OMS: Organik madde sindirim derecesi (%)

Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Erciyes korungasının mineral madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla 0.5 gr ot örneklerine nitrik asit + perklorik asit karışımından 10 ml ilave edilmiş ve yaklaşık 1 ml örnek kalıncaya kadar yaş yakmaya tabi tutulmuştur. Yakma işlemi bittikten sonra hazırlanan çözeltiler saf su ile seyreltilip, filtrelendikten sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 4300 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okuma yapılarak mineral madde içerikleri belirlenmiştir (Mertens 2005).

İstatistik Analizler

Elde edilen biyokimyasal veriler tesadüf blokları deneme desenine göre SAS paket programı (SAS Inst., 1999) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR

Vejetasyon döneminin Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler Çizelge 1’de verilmiştir. Hasat zamanının Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Erciyes korungasında vejetasyon döneminin ilerlemesiyle ADF ve NDF oranlarında artış gözlemlenirken, ham yağ, ham protein, ham kül ve kondense tanen oranlarında azalmalar gözlemlenmiştir. ADF oranı %25.89 ile %29.06 arasında, NDF oranı %39.56 ile %61.11 arasında değişmiştir. Kondense tanen oranı %0.62 ile %0.30 arasında, ham protein oranı %14.87 ile %10.34 arasında, ham kül oranı %8.53 ile %6.51 arasında ve ham yağ oranı ise %1.34 ile %1.01 arasında değişmiştir.

Çizelge 1. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler

Özellikler (%)	Vejetasyon Dönemleri			AÖF	ÖnDr
	Çiçeklenme Öncesi	Çiçeklenme	Tohum Bağlama		
ADF	25.89 ^c	29.06 ^b	31.30 ^a	0.45	**
NDF	39.56 ^c	47.64 ^b	61.11 ^a	1.04	**
K Tanen	0.62 ^a	0.53 ^b	0.30 ^c	0.05	**
Ham Protein	14.87 ^a	12.19 ^b	10.34 ^c	0.44	**
Ham Kül	8.53 ^a	7.26 ^b	6.51 ^c	0.48	**
Ham yağ	1.34 ^a	1.20 ^b	1.01 ^c	0.09	**

** : P≤0.01; **AÖF**: asgari önem farkı; **ÖnDr**: önem derecesi

Vejetasyon döneminin Erciyes korungasının otunun *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi içeriğine ait ortalama değerler Çizelge 2’de belirtilmiştir. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle *in vitro* gaz ve metan üretimi, ME ve OMS üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli (P≤0.01) bulunmuştur. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi içeriğinde azalmalar gözlemlenmiştir. Gaz üretimi 40.72 ml ile 32.07 ml arasında, metan üretimi 6.58 ml ile 4.26 ml arasında, metabolik enerji 8.59 MJ /kg KM ile 7.15 MJ /kg KM arasında ve OMS ise %58.74 ile %48.79 arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen Erciyes korungası otunun *in vitro* gaz, metan, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesine ait ortalama değerler

Özellikler (%)	Vejetasyon Dönemleri			AÖF	ÖnDr
	Çiçeklenme Öncesi	Çiçeklenme	Tohum Bağlama		
Gaz Üretimi (ml)	40.72 ^a	37.21 ^b	32.07 ^c	2.19	**

Metan (ml)	6.58 ^a	4.91 ^b	4.26 ^b	0.76	**
ME (MJ /kg KM)	8.59 ^a	7.96 ^b	7.15 ^c	0.29	**
OMS (%)	58.74 ^a	54.29 ^b	48.79 ^c	1.93	**

** : P≤0.01; **AÖF**: asgari önem farkı; **ÖnDr**: önem derecesi; **ME**: metabolik enerji içeriği; **OMS**: organik madde sindirim derecesine

Vejetasyon döneminin Erciyes korungasının otunun mineral madde içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 2’de belirtilmiştir. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle Mn, Co, Fe, Zn, Ni ve Mg içerikleri azalırken Cu içeriği artmış, Cd ve Ca içerikleri önce artmış sonra azalmıştır. Mn 45.33-29.66 ppm arasında, Co içeriği 228.77-144.80 ppm arasında, Fe içeriği 696.17-84.60 ppm arasında, Ni içeriği 174.83-144.90 ppm arasında, Zn içeriği 124.13-92.23 ppm arasında ve Mg içeriği 9.31-4.32 mg/kg/KM arasında değişmiştir. Cu içeriği 36.40-49.33 ppm arasında Cd içeriği 10.87-14.90 ppm arasında ve Ca içeriği ise 8.03-10.21 mg/kg/KM arasında değişmiştir. K içeriği istatistiksel olarak önemsiz çıkmasına rağmen 5.35-9.76 arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen Erciyes korungası otunun mineral madde içeriklerine ait ortalama değerler

Mineraller (ppm)	Vejetasyon Dönemleri			AÖF	ÖnDr
	Çiçeklenme Öncesi	Çiçeklenme	Tohum Bağlama		
Mn	45.33 ^a	34.62 ^b	29.66 ^b	7.30	**
Co	228.77 ^a	155.97 ^b	144.80 ^b	21.89	**
Fe	696.17 ^a	562.50 ^b	84.60 ^c	65.24	**
Cu	36.40 ^c	41.97 ^b	49.33 ^a	2.41	**
Ni	174.83 ^a	163.57 ^a	144.90 ^b	13.33	**
Zn	124.13 ^a	107.00 ^b	92.23 ^c	12.50	**
Cd	11.23 ^b	14.90 ^a	10.87 ^b	2.18	**
Mineraller mg/g/KM					
Ca	8.36 ^b	10.21 ^a	8.03 ^b	1.78	*

Mg	9.31 ^a	5.24 ^b	4.32 ^b	2.32	**
K	9.69	9.76	5.35	5.29	ÖD

** : P≤0.01; * : P≤0.05; **AÖF**: asgari önem farkı; **ÖnDr**: önem derecesi; **ÖD**: önemsiz

TARTIŞMA

Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonu, *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği, organik madde sindirim derecesi vejetasyon dönemine bağlı olarak çok önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar farklı bitkilerde vejetasyon döneminin kimyasal kompozisyon ile *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği, organik madde sindirim derecesinin belirlenmesi üzerine yapılan birçok çalışma ile benzerlik göstermiştir. Kaplan ve ark. (2014) yabancı korungada, Üke ve ark. (2017) kinoa bitkisinde, Kamalak ve ark. (2005a,b) kenger ve hardal otlarında, Kamalak ve ark. (2014) çemen otunda, Kaplan ve ark. (2016) teff bitkisinde gelişmenin ilerlemesiyle ADF ve NDF oranlarında artış olurken, ham protein, ham yağ, ham kül, gaz üretimi, ME ve OMS değerlerinde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle ham protein oranında önemli miktarda azalma meydana gelmiştir. Gelişme zamanına bağlı olarak olgunlaşan bitkilerde yapraklar kuruyarak azalmakta ve sap oranında artış olmaktadır. Protein bakımından zengin yaprakların azalması ve protein bakımından fakir sapın artması ile protein oranının azaldığı düşünülmektedir (Buxton, 1996). Olgunlaşma döneminin ilerlemesi hücre duvarı bileşenlerinden yemin sindirim oranını azaltan ADF ve NDF düzeyini artırmıştır. ADF ve NDF oranındaki artışa bağlı olarak ham protein, ham yağ ve fermente olabilir karbonhidrat miktarlarında azalma meydana gelmektedir (Blümmel ve Orskov 1993). Bu durum Erciyes korungasının otunda *in vitro* gaz ve metan üretimi azalmış, gaz üretimi ve kimyasal kompozisyon ile hesaplanan ME ve OMS miktarlarında da azalma olmuştur (Menke ve Steingass, 1988).

Yemlerde bulunan kondense tanen, miktarına bağlı olarak farklı etkilere sahiptir. Düşük oranlardaki (%2–3) kondense tanen proteinlerin rumende aşırı parçalanmasını önlediği için yararlı etkiye sahip olduğu (Barry 1987), yüksek miktarda tanen proteinlerin sindirimini azaltmasında dolayı zararlı etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Kumar ve Singh 1984).

Yemler fermantasyon sonucu çıkan metan içeriğine göre düşük antimetanojenik (>%11 ve ≤%14), orta antimetanojenik (%>6 ve <%11) ve yüksek antimetanojenik (>%0 ve <%6)

olarak sınıflandırılmaktadır (Lopez ve ark. 2010). Çalışmada Erciyes korungası otunun metan içeriği 4.26-6.58 ml arasında değişmiş olup, yüksek antimetanojenik sınıfta yer almıştır.

50 kg'lık canlı ağırlığa sahip bir koyunun günlük 30-50 ppm Fe, 7-11 ppm Cu, 20-40 ppm Mn ve 20-33 ppm Zn ihtiyacı vardır (ARC 1980). Erciyes korungası otunun Mn, Zn, Fe ve Cu içerikleri tüm olgunluk aşamalarında ihtiyaçların üzerinde olmuştur. Co içerikleri tüm olgunlaşma aşamalarında toksik etki eşiğinin üzerinde olmuştur (ARC 1980). Erciyes dağıının volkanik bir dağ olmasından dolayı bazı ağır metaller bakımından zengin toprak özelliği bulunmaktadır. Erciyes korungası otlarının Cd içerikleri 10.87 ve 14.90 ppm arasında değişmiştir, ancak bu yüksek seviyeler toksik etki eşiğinin altındadır (NRC 2005). Ni düşük seviyelerde canlı ağırlık artışı sağlar (Adeloye ve Yousouf, 2001) ve Erciyes korungası otlarının her üç olgunluk aşaması Ni içeriği oldukça yüksektir. Canlı ağırlığı 50 kg olan bir koyunun günlük olarak % 0.20-0.82 Ca, % 0.12-0.18 Mg ve % 0.50-0.80 K olması gerekir (NRC, 1985). Erciyes korungası otlarının Ca, Mg ve K içerikleri tüm vejetasyon dönemlerinde de yeterli seviyede olmuştur.

Sonuç olarak vejetasyon döneminin ilerlemesi Erciyes korungası otunun besinsel özelliklerini oldukça etkilemiştir. Gelişmenin ilerlemesiyle birlikte otun besinler özelliklerinde azalma meydana gelmiştir. Yüksek ham protein ve metabolik enerji içeriğinden dolayı Erciyes korungası çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde otlatılması önerilmektedir. Bununla birlikte vejetasyon döneminin, Erciyes korungasında yem tüketimi ve besleme çalışmaları için *in vivo* besleme denemeleri yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Adeloye, A.A., Yousouf, M.B. (2001). Influence of nicel supplementation from nicelsulphatehexhydrate and nicel-sodiummonofluorophosphate on the performance of the West African dwarf kids. *Small Ruminant Res.* 39, 195-198.

AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

ARC 1980. *The Nutrient requirement of Ruminant Livestock*. Slough, UK: Commonwealty Agricultural Bureaux.

Barry, T.N. 1987. *Secondary compounds of forages*. "Alınmıştır: *Nutrition of Herbivores*. (eds) Hacker, J.B. and Ternouth, J.H., Academic Press, Sydney, Australia"

- Blummel M, Orskov ER, 1993: Comparison of an in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 40,109-119.
- Buxton DR, 1996: Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim Feed Sci Technol*, 59(1-3), 37–49.
- Canbolat, O. ve Karaman, Ş. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15, 188-195.
- Cavallarin, L., Antoniazzi, S., Borreani, G., Tabacco, E., 2005. Effects of wilting and mechanical conditioning on proteolysis in sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) wilted herbage and silage. *J. Sci. Food Agr.* 85: 831-838.
- Goel, G., Makkar, H.P.S. ve Becker, K. 2008. Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus spycnocephalus* leaves and Fenu greek (*Trigonella foenum-graecum* L) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage -and concentrate- based feeds to methane. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 147, 72-89.
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT, editors (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. İstanbul, Turkey: Nezahat Gökyiğit Botanic Garden and Floristics Research Society.
- Hayot Carbonero C, Mueller-Harvey I, Brown TA, Smith L (2011). Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*): a beneficial forage legume. *Plant Gen Res* 9: 70–85.
- Hedge, I. C. 1970. *Onobrychis*. – In: Davis, P. H. (ed.), *Flora of Turkey and the east Aegean Islands*. Vol. 3. Edinb. Univ. Press, pp. 560 – 589.
- Hejazi, H. et al. 2010. Cytotaxonomy of some *Onobrychis* (Fabaceae) species and populations in Iran. *Caryologia* 63: 18-31.
- Kamalak A, Canbolat O, 2010: Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) hay harvested at three maturity stages using chemical composition and in vitro gas production. *Trop Grassland*, 44(2): 128-133.

- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y, Erol A, Ozay O, 2005a: Effect of maturity stage on chemical composition, *in vitro* and *in situ* dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournetortii* L.) Small Rum Res, 58,149-156.
- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y. Ozkan CO, Kizilsimsek M, 2005b: Determination of nutritive value of wild mustard, *Sinapsis arvensis* harvested at different maturity stages using *in situ* and *in vitro* measurements. Asian-Austral J Anim Sci, 18 (9), 1249-1254.
- Kamalak A. Atalat A.I. Ozkan C.O. Kaya E. Tatliyer 2014. Determination of potential nutritive value of *Trigonella kotschi* fenzi hay harvested at three different maturity stages. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(4): 635-640.
- Kamalak, A., Atalay, A.I., Ozkan, C.O., Kaya, K. ve Tatlıyer, A. 2011. Determination of nutritive value of *Trigonella kotschi* Fenzl hay harvested at three different maturity stages. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 17, 635–640.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Erol, A. ve Özay, O. 2005a. Effect of maturity stage on chemical composition, *in vitro* and *in situ* dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournetortii* L.). Small Rum. Res., 58, 149-156.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Ozkan, C.O. ve Kızılsimşek, M. 2005b. Determination of nutritive value of wild mustard (*Sinapsis arvensis*) harvested at different maturity stages using *in situ* and *in vitro* measurements. Asian-Austral. J. Anim. Sci., 18, 1249–1254.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Özkan, Ç. Ö., & Atalay, A. İ. (2014). Vejetasyon döneminin yabani korunga otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg, 3(1), 1-5.
- Kaplan, M., Özlem, Üke., Hasan, Kale., Yavuz, S., Özer, Kurt., & Atalay, A. İ. (2016). Olgunlaşma döneminin teff otunun potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(4), 181-186.
- Kumar R, Singh M, 1984: Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. Agric Food Chem, 32(3), 447– 453.

- Lopez S, Makkar H PS, Soliva C R, 2 010: Screening plants and plant products for methane inhibitors. In “In vitro screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies”, Ed; Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, London, New York, USA.
- Makkar, H.P.S., Blummel, M. Becker, K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility in vitro techniques. Brit. J. Nutr., 73, 897-913.
- Menke, K.H. Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev., 28, 7-55.
- Mertens, D. 2005. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W, and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp. 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- NRC 1985. Nutrient requirement of Sheep. Sixth Revised Ed., pp. 1-99, National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC 2005. Mineral Tolerans of Animals. 2nd rev. ed. Washington, D.C. The National Academy Press,
- Üke Ö. Kale H. Kaplan M. Kamalak A. (2017). Olgunlaşma döneminin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da ot verimi ve kalitesi ile gaz ve metan üretimine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 20(1), 42-46.
- Ülger İ. Kaplan M. 2016. Yerel Korunga (*Onobrychis sativa*) Popülasyonlarında Potansiyel Besleme Değeri, Gaz ve Metan Üretimi Yönünden Farklılıklar. Alınteri, 31b: 42-47.
- Valente ME, Borreani G, Peiretti PG, Tobacco E, 2000: Codified morphological stage for predicting digestibility of Italian ryegrass during the spring cycle. Agron J, 92: 967–973.
- Van Soest, P.J. 1963. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds: II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. JAOAC, 46, 829-8

Rumen Mikroorganizmalarının Manipülasyonu için Kullanılan Yöntemler

Selma Büyükkılıç Beyzi^{1*}, İsmail Ülger¹

¹ Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kayseri 38039TURKEY

*Sorumlu yazar sbuyukkilic@erciyes.edu.tr

ÖZ

Ruminantlar rumende meydana gelen bir dizi sindirim olayları ile diğer çiftlik hayvanlarından kesin bir şekilde ayrılmaktadır. Rumende meydana gelen sindirim olayları mikroorganizma faaliyetleri ile gerçekleşmekte ve besin maddelerinin sindirimi ile hayvanlardan verim elde edilmektedir. Ancak bu faaliyetler sonucunda istenmeyen bazı metabolitler oluşmakta ve bunlar besin madde kaybı ve çevresel sorunlara neden olmaktadır. Yapılan güncel çalışmalarda hayvanların verimlerinin artırılması amacıyla rumende oluşan karbondioksit, metan ve hidrojen sülfür gibi istenmeyen son ürünlerin azaltılması amaçlanmaktadır. Bu nedenle bu durumdan sorumlu olan mikroorganizmaların modifiye veya manipüle edilmeye ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda bu amaçla yem katkı maddeleri, bitki sekonder metabolitleri kullanımı gibi hayvan besleme çalışmalarının yanında defaunasyon ve genetik manipülasyon yöntemleri de kullanılmaktadır. Bu çalışmada rumen mikroorganizmalarının manipüle edilmesinde kullanılan bazı yöntemler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rumen, Mikroorganizma, Yem katkı maddeleri.

Methods used for the manipulation of rumen microorganisms

ABSTRACT

Ruminants are clearly separated from other farm animals by a series of digestive processes that occur in the rumen. The resulting digestion in the rumen, which occurs with the ingestion of nutrients and microorganism activity is obtained as yield from animals. However, as a result of these activities, some metabolites are formed and these metabolites cause loss of nutrients and environmental problems. In the current studies, it is aimed to reduce the end products such as methane, hydrogen and carbon dioxide which are formed in the rumen in order to increase the efficiency of the animals. Therefore, it is thought that microorganisms responsible for this condition need to be modified or manipulated. In recent years, feed additives, plant secondary metabolites, as well as faunation and genetic manipulation methods

have been used for this purpose. In this study, some methods used to manipulate rumen microorganisms were collected.

Keywords: Rumen, Microorganism, Feed additives.

GİRİŞ

Çiftlik hayvanları arasında ruminant ve monogastrik hayvanlar bakımından ciddi beslenme farklılıkları vardır. Bu farklılığa sebebiyet veren sindirim sistemi yani rumendir. Rumende mikrobiyal bir populasyon yaşamakta ve ruminal fermantasyon işlevini gerçekleştirmektedir. Bu mikroorganizmalar ruminantlar için önemli yarar sağlamakta ve simbiyotik bir ilişki ile yaşamlarını sürdürmektedirler. Rumende mikrobiyal türler karmaşık işlemler sonucu gelişmektedirler. Rumen mikroorganizmaları çoğunluk olarak bakteri, protozoa ve funguslardan oluşmaktadır (Imai, 1998). Bu populasyon sayesinde

- 1) Yüksek oranda selüloz içerikli yemlerden etkinlikle yararlanılabilme
- 2) Protein kaynağı olmayan azotlu bileşikler protein kaynağı olarak değerlendirme
- 3) Bitkisel kaynaklı yemlerde bulunan toksik bileşikler detoksifiye edilebilmektedir.

Tüm bu özellikler bakımından ruminantlar monogastrik hayvanlardan ayrılabilir. Dolayısı ile ruminant beslemede rumenin manipülasyonu oldukça önem kazanmaktadır. Rumende fermantasyonun manipülasyonu amacı ile birçok uygulama yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu amaçla rumende fayda sağlayacak proseslerin artırılması, fayda sağlamayan proseslerin ve mikroorganizmalar için zor olanların azaltılması veya elemine edilmesi şeklinde gruplandırılabilir (Nagaraja ve ark., 1997). Esas olarak rumende yemlerin aerobik fermantasyonu hayvanların kendileri için yarar sağlayan bir işlemdir. Bu işlemin kusursuz olması karşılıklı olarak fayda sağlamakla ilişkilidir ve rumende fermantasyonun optimizasyonu oldukça önemli bir prosestir. Son yıllarda yem çeşitliliği ve kalitesindeki artışla beraber genetik manipülasyonlarla yem değerlendirme ve üretim performansı iyileştirilmeye çalışılmıştır (Santra ve Karim 2003).

Rumen manipülasyonunda başarıya ulaşabilmek amacıyla birçok metot uygulanmıştır. Bu metotları genetik ve genetik olmayan metotlar olarak iki grupta toplamak mümkündür. Genetik uygulamalarda rumen mikroorganizmalarının gen transfer teknikleri kullanılarak manipülasyon gerçekleştirilmektedir. Ancak rumen mikroorganizmalarının genetik manipülasyonunda başarılı olabilmek oldukça güçtür. Bu sebeple daha çok yem katkı

maddeleri, bitki sekonder metabolitleri kullanımı gibi genetik olmayanmanipülasyonlar uygulanmaktadır.

YEM KATKI MADDELERİ

Yem katkı maddeleri genellikle besin maddesi içermeyen katkı ya da bileşikler olup, rasyonda besin maddeleri kullanımının geliştirilmesi, performansın artırılması ve metabolik hastalıkların önlenmesi gibi avantajlar içermesi ile rasyonda kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan yem katkı maddeleri genellikle iyonoforlar, mayalar, enzimler, esansiyel yağlar, tampon maddeler ve organik asit gibi katkılardır.

İyonoforlar

İyonoforlar organik bileşiklerdir ve çoğunlukla *Streptomyces* spp. suşlarından elde edilir ve hücrede iyonların taşınmasında görev alırlar. En çok kullanılan iyonoforlar Rumensin (Monensin Sodyum), Bovatec (Lasalosit Sodyum), Salinomisin ve Cattlyst (Laidlomisin Propiyonat Potasyum) içermektedir. Bu maddelerden en fazla kullanılan iyonofor poliyeter bir antibiyotik olan monensindir ve sodyum tuzları şeklinde oral olarak uygulanmaktadır (Hobson ve Steward 1997; Yang ve ark., 2007).

İyonoforlar rumen fonksiyonlarını gram-pozitif bakterilerin sayısını azaltarak modifiye etmektedir. Çünkü gram-pozitif bakteriler daha çok asetat ve H^+ , CH_4 ve NH_3 gibi istenmeyen ürünleri üretmektedirler. İyonofor kullanımı rumen fonksiyonlarını geliştirmekte ve bu metabolitlerin üretimini azaltarak performansı artırmaktadır. İyonoforlar rumende asetat/propiyonat oranını azaltmakta ve ruminal enerji kullanım etkinliğini iyileştirmektedir. Ayrıca iyonoforlar monensin gibi metan oluşumunda prekürsor olarak görev yapan format ve H_2 üretimini azaltarak ruminal metan üretimini azaltabilmekte (Russell ve Strobel 1989) ve direkt olarak metanogenezi inhibe edebilmektedir (Dellinger ve Ferry 1984). Metanogeneze sebep olan *Methanobacterium formicicum* format bakımından zengin ortamda baskılanmaktadır(Dellinger ve Ferry 1984).İyinofor uygulaması proteolizi kısmen azaltabilmekte ancak peptidolizis ve amino asit deaminasyonunu önemli derecede azaltabilmektedir (Hobson ve Stewart 1997). Bu durum çoğunlukla gram-pozitif olan ve amonyak üreten *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium sticklandii* ve *C. Aminopholum* gibi bakterilerin inhibe edilmesi ile gerçekleşmektedir. Sonuç olarak iyonofor kullanımı genellikle protein ve peptidlerin postruminal miktarını artırmaktadır.

Probiyotikler

Probiyotikler alternatif biyoteknolojik ürünlerin başında gelmektedir. Probiyotik kelimesinin İngilizce karşılığı “for life” yani “hayat için” anlamına gelmekte ve antibiyotik kelimesinin zıt anlamlısı olarak bilinmektedir (Shortt, 1999).

Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar genellikle *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Bacillus* bakteri türleri ile mantar ve maya kültürleridir. Bunların çoğu, sindirim kanalı mikroflorasında sürekli doğal olarak bulunmakla birlikte, laktik asit üreten bu mikroorganizmaların her biri belli bir hayvan türüne adapte olmuştur. Probiyotikler bir ya da birden fazla bakteri suşunu bir arada içerebilmektedirler, birden fazla suş içerenler hayvanlarda daha çok etkili olabilmektedir (Fuller, 1989). Probiyotik bakteriler genel olarak Gram (+), anaerop ve zararsızdırlar (Arda ve ark., 1992). Patojen bakteriler ise gram (-) aerobik ve patojendirler (Yalçın ve ark., 1996). Probiyotik bakteriler, *Lactobacillus*, *Leucanostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus* türü bakteriler laktik asit üretirler ve *Lactobacillus* bakterileri mide pH'sına dayanıklılığı ile sindirim kanalından geçiş esnasında büyük oranda canlılıklarını koruyabilmektedirler.

Probiyotikler ruminantlarda kullanıldığında, rumen pH'sının stabil kalmasını, bu sayede asidoz gibi rumen pH'sı ile ilgili hastalıkların önlenmesini sağlamaktadır (Fuller, 2007). Rumen normalde anaerobik olmasına rağmen yem tüketimi esnasında veya kandan difüzyon yoluyla önemli miktarlarda oksijen rumene gelmektedir. Probiyotik mayalar, rumende oksijeni kullanarak anaerobik ortamı güçlendirmekte, laktat birikimini önlemekte ya da üretiminin azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca oksijenin tüketilmesi ile redoks potansiyelinin azaldığı, böylece aerobik patojenlerin oksijenden yararlanmalarını engelleyerek gelişimlerini durdurduğu bildirilmektedir (Sarıpınar ve Sulu 2005; Fuller, 2007). Probiyotikler rumende selülozun parçalanmasını önemli düzeyde etkilemekte ve hemiselülotik bakterilerin gelişimini uyarmaktadırlar. Toplam anaerobik ve selülitik bakteri sayısını önemli düzeyde (5–8 kat) artırmaktadır (Karaayvaz ve Alçiçek 2004; Fuller, 2007). Probiyotik mayalar mikrobiyal protein sentezinde önemli düzeyde iyileşmeler meydana getirmekte ve organik maddelerin sindirim derecesini ve rumende toplam azot miktarını önemli derecede artırmaktadır. Bu şekilde rasyondaki ham proteinin sindirim derecesi artmaktadır (Sarıpınar ve Sulu 2005). Probiyotikler ruminantlarda kullanıldığında, toksik amin ve amonyağı üreten mikroorganizmaların çoğalmasını önleyerek, bağırsakta toksik aminlerin ve amonyağın birikmesini engellemektedirler. Bu şekilde amonyak azotundan yararlanma artırmakta ve

rumen amonyak konsantrasyonu düşmektedir (Karademir ve Karademir 2003; Karaayvaz ve Alçiçek 2004; Sarıpınar ve Sulu 2005).

Akarboz

Akarboz nişastanın glukoza parçalanma hızını yavaşlatan α -amilaz ve glikozidaz inhibitörleridir. Ticari olarak üretilir ve daha çok diyabetik hastalarda kan glukoz seviyesinin kontrolü için kullanılmaktadır (McLaughlin ve ark., 2009a). Akarboz rumende UYA üretim hızını azaltarak asidozise karşı koruma potansiyeline sahiptir. Yapılan bir çalışmada akut asidozis görülen hayvanlarda rasyona kg canlı ağırlığa göre 1.07 veya 2.14 mg akarboz ilavesinin ruminal laktat konsantrasyonunun azaldığı ve rumende daha yüksek pH sağlandığı gözlenmiştir (McLaughlin ve ark., 2009a). Aynı araştırmacılar tarafından yapılan başka bir çalışmada günlük 0.75 g akarboz ilavesinin erken laktasyondaki ineklerde yem tüketiminde ve yağa göre düzeltilmiş süt veriminde artış gözlenmiştir (McLaughlin ve ark., 2009b). Sonuç olarak akarbozun asidozise karşı kullanılabileceği bildirilmiştir.

Büyüme uyarıcılar

Büyüme uyarıcılar esasen rumende üretilen ancak bazı durumlarda yetersiz kalan organik maddelerdir. Bunlara örnek olarak niyasin, tiyamin ve dallı zincirli karbon iskeletleri verilebilmektedir.

Tiyamin: Karbonhidrat metabolizmasında ve α -keto asitlerin dekarboksilasyonunda önemli bir rol alan transketolazın koenzimidir. Ruminantlarda pentoz fosfat ile büyük oranlarda NADPH üretilmekte ve bunlar asetat ve bütirattan itibaren yağ asidi sentezi için kullanılmaktadır. Bütirat ve asetat enerji metabolizmasında ve süt yağ sentezinde kullanılmaktadır. Tiyamin üretiminin aksaması durumunda enerji metabolizmasına bağlı hastalıklar ve süt yağında düşüşler yaşanmaktadır.

Niyasin: Oksidasyon reaksiyonlarında hidrojen taşıyıcı olarak görev almaktadır. Yağ, karbonhidrat ve protein metabolizmasında koenzim olarak görev yapar ve sentez ve yıkım olaylarında önemli görev üstlenmektedir. Niyasin rumen mikroorganizmaları için büyüme faktörü olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber rasyona niyasin ilavesi ile mikrobiyel protein sentezinin artması, UYA'den propiyonik asit oranının artması ve rumende selüloz sindiriminin artması beklenmektedir. Ek olarak niyasin ile kan glukoz konsantrasyonu artar,

β -hidroksibutirik asit ve serbest yağ asidi konsantrasyonu azalmaktadır. Bu şekilde özellikle erken laktasyondaki ineklerde niyasin kullanımı önerilebilmektedir.

Organik asitler

Aspartat, malat ve fumarat gibi dekarboksilik organik asitler metanogenezisi azaltma potansiyelinden dolayı yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Organik asitler propiyonata dönüşüm esnasında H_2 emilimi yapmaktadırlar (Newbold ve Rode 2006; Bayaru ve ark., 2001; Moss ve Newbold, 2002; Wallace ve ark., 2005). Serbest H_2 'nin azaltılması aynı zamanda selülitik bakterilerin uyarılmasını ve selüloz sindiriminin artmasını sağlamaktadır (Newbold ve Wallace 2006). Ancak, hayvan performansında tutarlı bir etkiye sahip değildir (Sanson ve Stallcup 1984; Martin ve ark., 1999). Organik asitler GRAS (generally regarded as safe) statüsünde olmasına rağmen, lezzeti(Moss ve Newbold 2002), rumen pH'sının azalmasına neden olması(Asanuma ve ark., 1999), tutarsız etki ve yüksek fiyat gibi sebeplerle kullanımı sınırlıdır (Newbold ve Rode 2006).

Tampon maddeler

Tampon maddeler H^+ konsantrasyonu veya pH'ya karşı zayıf asit veya alkalilerdir. Bu maddeler salyanın tamponlama etkisini tamamlamak ve ruminal asiditeyi nötralize etmek için rasyona katılmaktadır. Bu şekilde nişastaca zengin veya asidik silajlarda asidozis riskini azaltmakta ve meradaki hayvanlarda taze otlarla beslenme ile oluşan şişme oranını azaltmaktadır. Tampon maddeler genellikle sodyum bikarbonat, kireç taşı, sodyum bentonit ve magnezyum oksit içermektedir. Tampon maddelerin temel etkisi pH değişimine karşı direnç veya pH'nın artırılması şeklindedir. pH'nın yükselmesi selüloz sindirimini artırmakta, bu sayede rumende asetat/propiyonat oranı artmaktadır. Ek olarak, bu katkıları ruminal ozmolaliteyi artırmakta ve bu şekilde ruminal propiyonat oranı azalmakta, bu sayede süt yağı sentezi artmaktadır (Rogers ve ark., 1982; Hobson ve Stewart 1997).

Sonuç olarak tampon maddeler rumen pH'sının satabilizasyonunu sağlayarak asidozis, rumenitis ve laminitis gibi hastalıklara karşı kullanılabilir. Aynı zamanda su tüketimi, rumen sıvısının terkedilme hızı, selüloz sindirimi ve süt yağı sentezini artırmaktadır. Ruminal ortamın asidik olması beklenen veya şişmeyi uyarıcı rasyonlarda tampon madde kullanımı önerilmektedir.

Mayalar

Mayalartek hücreli mantarlardır. En çok kullanılan ticari ürün çeşitli oranlarda canlı ve ölü *Saccharomyces cerevisiae* hücrelerinden oluşan bir karışımdır. Yea-sacc (Alltech Inc.); Levucell SC-20 (Lallemand Animal Nutrition), ve Diamond V Yeast culture (Diamond V, Mills Inc.) ticari ürünlere örnektir. Mayalar rumende mikrobiyal uyarım, oksijen yutumu ve rumen pH'sına etkileri ile ön plana çıkmaktadır.

Mikrobiyal uyarım: Yapılan 14 çalışmada rasyona *S. cerevisiae* katılması ile ruminal bakteride %50'lik bir artış sağlanmıştır (Wallace ve Newbold 1993). Aynı zamanda ruminal mantarlarında uyarıldığı ve zoosporogenezis için tiamin sağlandığı kısmen ilişkilendirilmiştir (Chaucheyras-Durand ve ark., 2005). Ayrıca maya kültürü ilavesinin *Fibrobacter succinogens*, *Ruminococcus* spp, ve *Butyrivibrio fibrosolvans* gibi selüloz sindiren bakterilerin gelişimini uyardığı (Weidemeir ve ark., 1987) ve *Neocallimastix frontalis* gibi mantarların hücre duvarı kolonizasyonunu artırdığı bildirilmiştir (Chaucheyras- Durand ve ark., 1995). Bu faktörler selüloz sindirimini artırmaktadır (Weidemeir ve ark., 1987; Chaucheyras-Durand ve ark., 2008).

Oksijen yutumu: Rumende su tüketimi, ruminasyon ve salya miktarına bağlı olarak günlük olarak 16 litrenin üstünde O₂ oluşmakta (Newbold, 1995) ve bu *Fibrobacter succinogens* gibi anaerob selülitik bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir (Marounek ve Wallace 1984). Mayalar otokton mikroorganizmalar için O₂'i kullanarak rumen koşullarını daha elverişli duruma getirmektedir (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008). Yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda maya kültürü ilavesinin rumende redox potansiyelini azalttığı belirtilmiştir (Joanny ve ark., 1998; Chaucheyras-Durand ve Fonty 2002).

pH modülasyonu: Mayalar endodiniyomorfid protozoaları baskılayarak rumen pH'sını ayarlamaktadır, bu şekilde

- 1) Laktat üretimini sağlamak amacıyla nişasta partiküllerini yok eder; nişasta için amilolitik bakterilerle rekabete girer (Mendoza ve ark., 1993; Williams ve Coleman, 1997);
- 2) Asidik potansiyeli azaltmak amacıyla nişastayı UYA'ne daha yavaş bir şekilde çevirir (Chaucheyras-Durand ve ark., 2008).

Bu faktörler maya kültürü ilavesi ile asidozisin azaltılmasını açıklamaktadır.

Yağlar

Yağların sindirimi rumende başlamakta; bakteriyel lipaz ile gliserol ve yağ asitlerine parçalanmaktadır. Gliserol bakteriler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılabilmekte ve propiyonik asite dönüştürülmektedir. Doymamış yağ asitleri bakteriler tarafından biyohidrojenizasyona uğratılabilmekte ancak enerji kaynağı olarak kullanılamamaktadır. Biyohidrojenizasyon rasyonda kullanılan yağın kaynağı ve rumen koşullarına göre değişmekle birlikte yağ asitlerinin %60-90'ı hidrojenize edilir. Rasyona yağ ilavesi ile protozoaların konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak mikrobiyal protein sentezinin etkinliği artmaktadır (Doreau ve Ferlay 1995; Oldick ve Firkins 2000).

Yağ kaynağında aranılan özelliklerin başında; ruminal fermantasyona minimum etki ve yüksek sindirilebilirlik olmalıdır, ancak bu iki özelliği elde etmek her zaman kolay değildir. Doymamış yağların sindirilebilirliği yüksektir ancak selülitik mikroorganizmaları baskılayıcı etkisinden dolayı rumende selüloz sindirimini azaltmaktadır. Doymuş yağlar ise rumende selüloz sindiriminde daha az etkili olmasına rağmen, yağların sidirimi konusunda doymuşluk seviyesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Firkins ve Eastridge 1994; NRC, 2001). Yağlar doymuşluklarına göre karşılaştırıldığında iyodin oranı veya toplam doymamışlık kullanılmaktadır. Ruminal fermantasyonda problemleri minimize etmek amacıyla rasyon kuru maddesinde iyodin oranına bağlı olarak yağ ilave edilmelidir. Bu amaçla tahmini olarak rasyon kuru maddesinin %2-3'ü kadar yağ kullanılabilir. Bir başka yaklaşım ise rasyon selüloz oranına göre yapılacak olan hesaplamadır. Rasyon selüloz konsantrasyonunun yüksek olması durumunda doymamış yağ asitleri daha fazla tolere edilebilmektedir.

DEFAUNASYON

Defaunasyon ruminantlarda rumenin protozoalardan uzaklaştırılması işlemidir. Becker ve Everelt (1930) rumen protozoalarının koyunlarda esansiyel olmadığını bildirmişlerdir. Ancak daha sonra yapılan çalışmalar bunun aksi iddia edilmiştir. Bazı araştırmacılar rumen protozoalarının ruminantlar için esansiyel olduğunu ve rumen pH'sının stabilizasyonunda gerekli olduğunu bildirmişlerdir (Santra ve ark.,1996; Santra ve Karim, 2002). Rumende protozoalar rumen mikroorganizmaları içerisinde büyük oranda yer almakta ve toplam

biyokütlenin %40-50'sini oluşturmaktadır. Protozoalar genellikle rumende enzim aktivitesinde rol almaktadırlar (Agarwall ve ark., 1991).

Defaunasyon metotları

Rumende siliat protozoalarının uzaklaştırılması amacıyla kullanılan birçok metot vardır. Bunlar;

Yenidoğanların izolasyonu: Defaunasyonda yöntemlerden biri de yeni doğan bir hayvanın doğum yerinden ve herhangi bir ergin hayvandan uzaklaştırılmasıdır. Bu işlem doğumdan 2-3 gün sonra yapılabilmektedir (Jouany, 1978). Bu süre boyunca negatif bakteriyel popülasyona maruz bırakılmalı ancak siliat protozoaları ile kontamine edilmemelidir (Fonty ve ark., 1984). Ancak hayvanlar bir kez ayrıldıktan sonra herhangi bir şekilde ergin bir hayvanla kontamine olmamalı ve başka etkileyecek herhangi bir durumla karşılaşmamalıdır.

Kimyasal uygulama: Defaunasyonda diğer bir metot da kimyasal kullanımı ile defaunasyondur. Bu amaçla kullanılan en yaygın kimyasal bakır sülfat (Ramprasad ve Raghavan 1981), manoksol (Chaudhary ve ark., 1995) ve sodyum lauryl sülfattır (Santra ve ark., 1994; Santra ve Karim 1999). Bu kimyasallar hayvanlara rumen fistülü veya mide tüpleri ile oral olarak verilmektedir. Ancak, bu kimyasallar yalnız protozoalar için toksik olmayıp diğer mikroorganizmalar, özellikle bakteriler içinde öldürücü etkiye sahiptir. Yapılan bazı çalışmalarda, bu yöntemde yem tüketiminin baskılandığı, dehidrasyona sebep olduğu ve zaman zamanda ölümle sonuçlandığı gözlenmiştir (Jouany ve ark., 1988).

Rasyon değişiklikleri: Siliat protozoaları rasyon pH değişimlerine karşı oldukça hassas mikroorganizmalardır. Rumen pH'sı 5.8'in altında iken bu mikroorganizmaların aktiviteleri ciddi miktarda azalmakta ve rumen pH'sı 5'in altına düştüğünde tamamen elemine olmaktadır. Bundan dolayı, 24 saat aç bırakılan hayvanlara yüksek enerjili yemlerle (özellikle arpa, mısır gibi tahıllar) yapılacak besleme ile rumende asidik bir ortam hazırlanır ve pH 5'in altına düşürülür. Bu sayede protozoaların tamamen elemine edilmesi sağlanmakta ve defaunasyon gerçekleştirilmektedir. Bu metottaki önemli dezavantaj ise hayvanların asidozise maruz bırakılmasıdır. Hayvanda asidozis gelişimi çeşitli ikincil komplikasyonlara sebep vermektedir. Bunun dışında bitki yağları ile muamele edilmesi siliat protozoaları elemine etmekte ve bu şekilde defaunasyon ajanı olarak kullanılmaktadır (Newbold ve Chamberlain 1988; Nhan ve ark., 2001).

BİTKİ SEKONDER METABOLİTLER

Yemlerde bulunan sekonder metabolitler bakteri, protozoa ve funguslara karşı antimikrobiyal olarak bilinmektedir. Fenolik bileşikler temel aktif bileşenlerden (Dorman ve Deans 2000; Burt, 2004) oluşmasına rağmen, fenolik olmayan maddeleri içeren türler de bildirilmiştir (Newton ve ark., 2002; Burt, 2004). Ruminal mikroorganizmalar üzerindeki etkileri bitki türleri tüketimi ve bitkinin kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Oksijenize olmuş monoterpenler özellikle monoterpen alkol ve aldehitler rumen mikroplarının metabolizma ve gelişimini ciddi ölçüde baskılamaktadır. Monoterpen hidrokarbonlar ise rumen mikroorganizma aktivitelerini daha az inhibe edici etkiye sahiptir (Benchaar ve ark., 2008).

Bitki bileşenlerinin fermentasyonda amonyak ve rumen UYA gibi son ürünlerde değişikliklere sebep vermektedir. Bu amaçla özellikle rumende amonyak azotu üretiminin azaltılmasında saponinler, tanenler ve esansiyel yağlar kullanılmaktadır (Frutos ve ark., 2004; Patra ve Saxena 2009; Spanghero ve ark., 2008). Amonyak konsantrasyonundaki azalma, izoasitlerin üretiminde azalmaya bağlı olarak rasyon proteinlerinin parçalanmasında azalmayla sonuçlanmaktadır (Alexander ve ark., 2008; Hervás ve ark., 2000). Rumen amonyak konsantrasyonunun etkileri,rumende rasyon proteini sindiriminde büyük etkiye sahip protozoal sayının azalmasına bağlı olarak değişmektedir (Lu ve Jorgensen 1987; Klita ve ark., 1996; Newbold ve ark., 1997).Rumende protein metabolizmasının azalması iki mekanizma ile ilişkilendirilebilmektedir (McIntosh ve ark., 2003; Newbold ve ark., 2004); 1)proteinlerin peptitlere parçalanmasında azalma, 2)mikroorganizmaların baskılanması (hiper amonyak üreten bakteriler ve bunların deaminaz aktivitesi) (Newbold ve ark., 2004).

Saponin, tanen ve bazı esansiyel yağlar anti-protozoal aktiviteye sahiptir (Hristov ve ark., 2003; Makkar ve ark., 1995). Bu antiprotozoal etki *yucca schidigera* (Valdez ve ark., 1986), ve yoncadan (Lu ve Jorgensen 1987) elde edilen saponinlerde gözlenmiştir(Goel ve ark., 2008). Antiprotozoal etki aynı zamanda *in vitro* olarak da gözlenmiştir (Hristov ve ark., 1999; Lu ve Jorgensen, 1987). Ancak saponinlerin rumen siliyatlarının gelişimini baskıladığı (Wallace ve ark., 1994; Wang ve ark., 1998)bilinmesine rağmen, tüm protozoa türlerinin hassasiyeti tam olarak belirlenememiştir (Patra ve Saxena 2009).

Saponinler UYA üretiminde değişik etkilere sahiptir ancak birçok çalışmada propiyonat üretimin arttığı, asetat, bütirat ve dallı zincirli UYA üretiminin azaldığı belirtilmiştir (Castro-Montoya ve ark., 2011; Patra ve Saxena 2009). Bu etkiler daha çok rasyondaki doza bağlı

olarak değişmekle birlikte, saponinler gram-pozitif bakteri (daha çok asetat üreten) ve protozoaların baskılanması ile propiyonat üretiminin artmasına neden olmaktadır (Wallace ve ark., 1994, 2002). Saponinler rumende pH'nın düşmesi ile daha belirgin etki göstermekte ve buna bağlı olarak rasyona katılan saponinlerin performans etkileri değişiklik arz etmektedir (Hristov ve ark., 1999; Lila ve ark., 2003; Liu ve ark., 2003; Hess ve ark., 2003; Hart ve ark., 2008).

Tanenler rumen protein ve bitki hücre duvarı sindirilebilirliğini azaltabilmektedir. Çünkü rasyon proteinini bağlamakta ve selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi yapısal polisakkaritlerin sindirim hızlarını düşürmektedir. Tanenler aynı zamanda mikrobiyal enzimlere bağlanarak sindirime müdahale etmektedir (McSweeney ve ark., 2001).

Esansiyel yağlar, kolonizasyonu ve selüloz sindiriminden etkilenmeyen amilolitik ve proteolitik bakteriler tarafından kolaysindirilebilen substratların sindirimini baskılamaktadır (Wallace ve ark., 2002; Hart ve ark., 2008). Esansiyel yağların rumen UYA üretiminde gözlenen etkileri tutarlı değildir. Spanghero ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada UYA konsantrasyonunda düşüş gözlenirken, Newbold ve ark., (2004) tarafından yapılan çalışmada artış gözlenmiştir. Beauchemin ve McGinn (2006) tarafından yapılan çalışmada herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Castillejos ve ark., (2007) ise UYA konsantrasyonunda esansiyel yağların tür ve dozuna bağlı olarak UYA konsantrasyonunun değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı tür aynı doz esansiyel yağ kullanımında rasyon kompozisyonuna bağlı olarak da değişim gözlenmiştir. Örneğin Benchaar ve ark., (2007) yonca ve mısır silajı bazlı rasyona aynı oranda katılan esansiyel yağın UYA konsantrasyonunu artırıp azaltabildiğini belirtmiştir. Esansiyel yağlar aynı zamanda UYA profilini de etkileyebilmektedir. Rasyona esansiyel yağ ilavesinin asetat üretimini azalttığı, bütirat üretimini artırdığı (Castillejos ve ark., 2006, 2007), propiyonat üretimini artırdığı (Busquet ve ark., 2005; Cardozo ve ark., 2005) gözlenmiştir. Esansiyel yağların rasyonda kullanımında düşük rumen pH'sının etkisi büyüktür ve önerilen rumen mikroorganizmalarının hücre duvarına karşı esansiyel yağ aktif molekülerinin çözünmemiş hidrofobik formu daha aktiftir (Cardozo ve ark., 2005; Spanghero ve ark., 2008).

GENETİK MANİPÜLASYONLAR

Rumen popülasyonunun geliştirilmesinde genetik teknikler büyük bir potansiyele sahiptir (Forano 1991; Flint 1994; Wallace 1994). Bu teknikler özellikle selüloz ve detoksifikasyon

gibi istenilen proseslerin artırılması veya proteoliz, deaminasyon ve metanogenezis gibi istenilmeyen proseslerin azaltılması gibi amaçlarla yapılmaktadır. Bu şekilde yapılacak uygulama istenilen genlerin bulunması veya yeniden oluşturularak rumende baskın bakteriler haline getirilmesi amaçlanmaktadır. Rumende doğal olarak bulunan mikroorganizmalarda kapasite artırımı veya ilave fonksiyon tanımlama gibi genetik uygulamalar yapılmaktadır(Chang, 1996). Bağırsak mikroorganizmalarına ait çeşitli genlerin tanınması geniş ölçüde çalışılmıştır (McSweeney ve ark., 1999). Genetik olarak modifiye edilmiş mikroorganizmalar selüloz ve lignin içerikli yemlerin sindirimini sağlamakta veya toksin parçalama, amino asit sentezi, ruminal metan üretiminin azaltılması ve asitlerin tolere edilmesini sağlamaktadır (Forsberg ve ark.,1993). İkinci bir yaklaşım ise; sindirim sistemine yeni tür veya suş girişini sağlamak olabilecektir (Stewart ve ark., 1988). Bu iki yaklaşım ile yem hammaddelerinin sindirimi ve hayvansal üretimin artış potansiyeli olduğu söylenilebilmektedir.

Rumen mikroorganizmalarının genetik modifikasyonunda birinci aşama faydalı genlerin seçilmesidir. Örnek olarak selüloz sindirimi sağlayan *Fibrobacter succinogens* gibi bir bakterinin seçilmesidir. Bu şekilde rumende selüloz sindirimini artırılabilmesinde bu genler daha fazla modifiye edilebilmektedir. Faydalı genlerin seçiminin ardından alıcı hücreye taşınması için uygun bir vektör seçilmelidir. En önemli vektörlerden biri plazmitlerdir. Plazmitler kromozomal genetik materyalle entegre olmayan ve otonom kalabilen ekstra kromozomal genetik materyale sahiptir. Bazı rumen bakterileri de plazmitler gibi etki gösterilebilmektedir (Smith ve Hespell, 1983). Plazmit rumen bakterileri, faydalı genleri içeren bakterilerle yeniden kombine edilebilmektedir. Böylece faydalı genetik yapının rumene transfer edilmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde yapılan mekik vektör uygulaması çift replikasyon kökenli veya iki konaklı türlerde her zaman önerilmektedir. Genetik manipülasyonda *Escherichia coli* gibi bakterilerin rekombinasyonu ve rumene transferinde bu pratik uygulamalar yapılmaktadır. *Escherichia coli*'ye endoglukanaz, ksilanaz, β -glukosidaz, amilaz, glutamin sentetaz gibi enzimler *Bacteroides fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Fibrobacter succinogenes*, *Neocallimastix frontalis*, *Streptococcus bovis* gibi bakterilerin donör olarak kullanılması ile eklenebilmektedir.

Genetik manipülasyonda rumen bakterilerinin çok suşlu ve kompleks olması bazı problemlere neden olmaktadır. Ek olarak, bu mikroorganizmaların genetik modifikasyonunda, rumen koşullarının sağlanmasında oluşan sınırlamalar sebebiyle bilimsel ve teknik problemler yaşanmaktadır. Daha gerçekçi yaklaşımlar yapılacak çalışmalarla belirlenmeli ve esas başarı

üretilen genlerin rumende parçalanmaya karşı stabilitesinin sağlanması ile gerçekleşebilecektir.

KAYNAKLAR

- Alexander, G., Singh, B., Sahoo, A., and Bhat, T., 2008. In vitro screening of plant extracts to enhance the efficiency of utilization of energy and nitrogen in ruminant diets. *Animal Feed Science and Technology* 145: 229–244.
- Beauchemin, K.A., and McGinn, S., 2006. Methane emissions from beef cattle: effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *Journal of Animal Science* 84: 1489.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A., and Beauchemin, K.A., 2008. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology* 145: 209–228.
- Benchaar, C., Chaves, A., Fraser, G., Beauchemin, K., and McAllister, T., 2007. Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. *Canadian Journal of Animal Science* 87: 413–419.
- Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology* 94: 223–253.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., Cardozo, P., and Kamel, C., 2005. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. *Journal of Dairy Science* 88: 2508–2516.
- Cardozo, P., Calsamiglia, S., Ferret, A., and Kamel, C., 2005. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science* 83: 2572–2579.
- Castillejos, L., Calsamiglia, S., and Ferret, A., 2006. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems. *Journal of Animal Science* 89: 2649–2658.
- Castillejos, L., Calsamiglia, S., Ferret, A., and Losa, R., 2007. Effects of dose and adaptation time of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 132: 186–201.
- Castro-Montoya, J.M., Makkar, H.P.S., and Becker, K., 2011. Chemical composition of rumen microbial fraction and fermentation parameters as affected by tannins and saponins using an in vitro rumen fermentation system. *Canadian Journal of Animal Science* 91: 433–448.

- Doreau, M. and A. Ferlay. 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. *Livestock Production Science* 43:97-110.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88: 308–316.
- Firkins, J.L., and M.L. Eastridge. 1994. Assessment of the effects of iodine value on fatty acid digestibility, feed intake, and milk production. *Journal of Dairy Science* 77:2357-2366.
- Frutos, P., Hervás, G., Giráldez García, F., and Mantecón, A., 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2: 191–202.
- Goel, G., Makkar, H.P.S., and Becker, K., 2008. Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology* 147: 72–89.
- Hart, K.J., Yañez-Ruiz, D.R., Duval, S.M., McEwan, N.R., and Newbold, C.J., 2008. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 147: 8–35.
- Hervás, G., Frutos, P., Serrano, E., Mantecón, A.R., and Giráldez, F.J., 2000. Effect of tannic acid on rumen degradation and intestinal digestion of treated soya bean meals in sheep. *Journal of Agricultural Science* 135: 305–310.
- Hristov, A.N., McAllister, T.A., Van Herk, F.H., Cheng, K., Newbold, C.J., Cheeke, P.R., 1999. Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *Journal of Animal Science* 77: 2554.
- Hristov, A., Ivan, M., Neill, L., and McAllister, T., 2003. Evaluation of several potential bioactive agents for reducing protozoal activity in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 105: 163–184.
- Klita, P., Mathison, G., Fenton, T., and Hardin, R., 1996. Effects of alfalfa root saponins on digestive function in sheep. *Journal of Animal Science* 74: 1144–1156.
- Lila, Z., Mohammed, N., Kanda, S., Kamada, T., and Itabashi, H., 2003. Effect of sarsaponin on ruminal fermentation with particular reference to methane production in vitro. *Journal of Dairy Science* 86: 3330–3336.
- Liu, J.Y., Yuan, W.Z., Ye, J., and Wu, Y., 2003. Effect of tea (*Camellia sinensis*) saponin addition on rumen fermentation in vitro. In: *Matching Herbivore Nutrition to Ecosystems Biodiversity. Tropical and Subtropical Agrosystems: Proceedings of the Sixth International Symposium on the Nutrition of Herbivores, Merida, Mexico.*

- Lu, C.D.,and Jorgensen, N.A., 1987. Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. *Journal of Nutrition* 117: 919–927.
- Makkar, H.P.S., Blümmel, M., and Becker, K., 1995. In vitro effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. *Journal of Science and Food Agriculture* 69: 481–493.
- McIntosh, F.M., Williams, P., Losa, R., Wallace, R.J., Beever, D.A., and Newbold, C.J., 2003. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Applied Environmental Microbiology* 69: 5011–5014.
- McLaughlin, C.L., Thompson, A., Greenwood, K., Sherington, J., Bruce, C., 2009a. Effect of acarbose on acute acidosis. *Journal Dairy Science* 92:2758- 2766.
- McLaughlin, C.L., Thompson, A., Greenwood, K., Sherington, J., Bruce, C., 2009b. Effect of acarbose on milk yield and composition in early lactation dairy cattle fed a ration to induce subacute ruminal acidosis. *Journal Dairy Science* 92:4481-4488.
- McSweeney, C., Palmer, B., Bunch, R., and Krause, D., 2001. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. *Journal of Applied Microbiology* 90: 78–88.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Newbold, C.J., El Hassan, S.M., Wang, J., Ortega, M., and Wallace, R.J., 1997. Influence of foliage from African multipurpose trees on activity of rumen protozoa and bacteria. *British Journal of Nutrition* 78: 237–249.
- Newbold, C.J., McIntosh, F.M., Williams, P., Losa, R., and Wallace, R.J., 2004. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 114: 105–112.
- Newton, S.M., Lau, C., Gurcha, S.S., Besra, G.S., and Wright, C.W., 2002. The evaluation of forty-three plant species for in vitro antimycobacterial activities; isolation of active constituents from *Psoralea corylifolia* and *Sanguinaria canadensis*. *Journal of Ethnopharmacology* 79: 57–67.
- Oldick, B.S., and Firkins, J.L., 2000. Effects of degree of fat saturation on fiber digestion and microbial protein synthesis when diets are fed twelve times daily. *Journal of Animal Science* 78:2412-2420.
- Patra, A.K., Saxena, J., 2009. A review of the effect and mode of action of saponins on microbial population and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews* 22: 204–219.

- Spanghero, M., Zanfi, C., Fabbro, E., Scicutella, N., and Camellini, C., 2008. Effects of a blend of essential oils on some end products of in vitro rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 145: 364–374.
- Valdez, F., Bush, L., Goetsch, A., Owens, F., 1986. Effect of steroidal saponins on ruminal fermentation and on production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 69: 1568–1575.
- Wallace, R.J., Arthaud, L., and Newbold, C.J., 1994. Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentration and ruminal micro-organisms. *Applied Environmental Microbiology* 60: 1762–1767.
- Wallace, R.J., McEwan, N.R., McIntosh, F.M., Teferedegne, B., and Newbold, C.J., 2002. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian Australasian Journal of Animal* 15: 1458–1468.
- Wang, Y., McAllister, T., Newbold, C., Rode, L., Cheeke, P., Cheng, K., 1998. Effects of *Yucca schidigera* extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen simulation technique (RUSITEC). *Animal Feed Science and Technology* 74: 143–153.
- Yang, W.Z. Benchaar, C., Ametaj, B. N., Chaves, A. V. He, M. L. and McAllister, T. A. 2007. Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation and on the site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science* 90:5671–5681.